

Culegerea textului, corecțura, prelucrarea materialului ilustrativ,
precum și tehnoredactarea acestui volum
au fost realizate prin colaborarea unor studenți

din cadrul Universității de Medicină și Farmacie „Carol Davila” București.

Procesare computerizată: Cătălin Nicola

Coordonare: Dr. Bogdan Voiculescu

Cezar Th. NICULESCU Radu CÂRMACIU
Bogdan VOICULESCU Carmen SĂLĂVĂSTRU
Cristian MĂIA Cătălina CIORNEI

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României
Anatomia și fizioologia omului: compendiu / Cezar Th. Niculescu,
Radu Cârmaci, Bogdan Voiculescu, ... – București: Corint 2009
Bibliogr.
ISBN 978-973-135-429-3
I. Niculescu, Cezar Th.
II. Cârmaci, Radu
III. Voiculescu, Bogdan
611(075.35)
612(075.35)
371.27.378

Pentru comenzi și informații adresați-vă la:

Editura CORINT

Difuzare și Clubul Cărții:

Calea Plevnei, nr. 145, sector 6, București, cod postal 060012
Tel.: 021.319.88.22, 021.319.88.33, 021.319.88.77; Fax: 021.319.88.66

E-mail: vanzari@edituracorint.ro

Magazinul virtual: www.grupulcorint.ro

ANATOMIA FIZIOLOGIA OMULUI

Compendiu

pentru:

- elevii liceelor cu profil teoretic și ai școlilor sanitare postliceale
- candidații la examenele de admitere la facultățile de medicină
- studenții facultăților de profil
- asistenți medicați și medici stagiari

Toate drepturile asupra acestei ediții sunt rezervate Editurii CORINT,
parte componentă a GRUPULUI EDITORIAL CORINT.

ISBN: 978-973-135-429-3

Ediția a doua

Corint

CUVÂNT-ÎNAÎNTE

Prezentarea autorilor

Prof. univ. dr. Cezar Th. Niculescu

A fost șeful Catedrei de anatomie și embriologie
UMF „Carol Davila” București

Prof. univ. dr. Radu Cârnaviciu

Membru al Academiei de Științe Medicale
A fost șeful Catedrei de fiziolgie „N.C. Paulescu”
UMF „Carol Davila” București

Dr. Bogdan Voiculescu

Conf. univ., Catedra de anatomie și embriologie
UMF „Carol Davila” București

Dr. Carmen Sălăvăstru
Asistent univ., Catedra dermatologie II
Spitalul Clinic Colentina

Dr. Cătălina Ciomnei
Asistent univ., Catedra de fiziolgie „N.C. Paulescu”
UMF „Carol Davila” București

Dr. Cristian Niță

A fost șef lucrări, Catedra de anatomie și embriologie
UMF „Carol Davila” București

Acest *Compendiu de anatomia și fiziolgia omului* reprezintă o ediție nouă, revăzută și adăugită, a unei lucrări ce se-a dunit a fi, pentru elevii din ultimele două clase de liceu, un „îndrumător” menit să-i ajute să se informeze și să se documenteze într-unul dintre domeniile complexe și de mare interes ale biologiei.

Realizată, în forma actuală, atât în ceea ce privește conținutul, cât și ilustrarea și prezentarea grafică, de un colectiv de autori alcătuit din cadre didactice care predau anatomia și fiziolgia în cadrul Universității de Medicină și Farmacie „Carol Davila” București, lucrarea este concepută ca o prezentare sintetică a cunoștințelor pe care trebuie să le acumuleze cel ce dorește să se pregătesc cu seriozitate și să se perfecționeze în această direcție, aducând, totodată, date noi apărute pe plan mondial, ca rezultat al cercetării științifice, și dobândind prin acesta o mai largă adresabilitate.

Compendiu poate fi consultat de elevii liceelor cu profil teoretic, interesanți de studiul anatomiei și fiziolgiei omului, de căi ai școlilor sanitare postliceale, cât și de candidații care se pregătesc pentru examenul de admitere la facultățile de medicină.

De asemenea, le poate fi de un real folos studenților străini înscriși în anul pregătitor la facultățile de medicină, care, în marea lor majoritate, nu dețin cunoștințe suficiente în domeniu, cât și studenților medicinii care parcurg ani I și II de studiu și pentru care acest *Compendiu* poate reprezenta un instrument de lucru util în aprofundarea cunoștințelor și datelor acumulate anterior.

În același timp, lucrarea poate veni în ajutorul absolvenților școlilor sanitare și celor ai facultăților de medicină aflați încă în stagiatură sau care au de susținut diverse examene și concursuri, dându-le posibilitatea de a rememora și sistematiza datele esențiale privind structura diferitelor viscere, precum și funcționarea acestora.

Sperăm că, valorificând experiența științifică și didactică acumulată de-a lungul anilor de cei care au colaborat la elaborarea și la pregătirea sa pentru tipar, acest *Compendiu* va reuși să răspundă interesului manifestat față de domeniul anatomiei și fiziolgiei omului de cei cărora li se adresează, oferindu-le un punct de sprijin atât de necesar pentru desăvârșirea pregătirii lor profesionale.

CELLULA

GENERALITĂȚI

Celula este unitatea de bază morfofuncțională și genetică a organizării materiei vii.

Poate exista singura sau în grup, constituind diferențe țesuturi.

Forma celulelor este legată de funcția lor. Inițial, toate au formă globuloasă, dar ulterior pot deveni fusiforme, stelate, cubice, cilindrice etc.; unele, cum sunt celulele sanguine, ovulul sau celulele cartilaginoase, își păstrează formă globuloasă.

Dimensiunile celulelor variază în funcție de specializarea lor, de starea fiziologică a organismului, de condițiile mediului exterior, vârstă etc. Exemplu: hematia - 7,5 μ , ovulul 150-200 μ , fibra musculară striată - 5-15 cm; media se consideră 20-30 μ .

STRUCTURA CELULEI

În alcătuirea celulei (fig. 1) distingem trei părți componente principale: 1. membrana celulară (plasmalema); 2. citoplasma; 3. nucleul.

MEMBRANA CELULARĂ

Celulele sunt delimitate de o membrană celulară care este de natură lipoproteică. Ultrastructura membranei celulare, stabilită prin microscopie electrică, arată o structură trilaminată, cu un strat extern, unul mijlociu și unul intern, fiecare în grosime de 25 Å. Din punct de vedere biochimic, stratul mijlociu este bimolecular lipidic (fosfolipide și colesterol), iar straturile extern și intern sunt de natură proteică. La nivelul membranei s-a constatat existența unor sisteme enzimaticce cu rol activ în transportul substanțelor, cât și existența unei încărcări electrice (potențial de membrană).

La unele celule, citoplasma prezintă diferențe prelungiri acoperite de plasmalemă. Unele pot fi temporare și neordonate, de tipul pseudopodelor (leucocite), altele permanente: microvilli (epiteliu mucoasei intestinului, epiteliu tubilor renali), cili (epiteliu mucoasei tracheii) sau desmozomii, care solidarizează celulele epiteliale.

CITOPLASMA

Are o structură complexă, la nivelul ei desfășurându-se principalele funcții vitale. Este un sistem coloidal complex, în care mediul de dispersie este apă, iar fază dispersată este ansamblul de molecule coloidale în continuă mișcare browniană.

Citoplasma este alcătuită din structuri de aspect corpuscular, filamentos sau membranos, înglobate într-o matrice sau substanță fundamentală, numită haloplasmă (parte nestructurată). După natura lor, structurile citoplasmaticce pot fi:

- A. Structuri ce reprezintă diferențieri ale citoplasmei, cu anumite funcții, numite **organite celulare**, și care sunt de două categorii:
 - a. **organite generale** (comune tuturor celulelor, care îndeplinesc funcții generale);

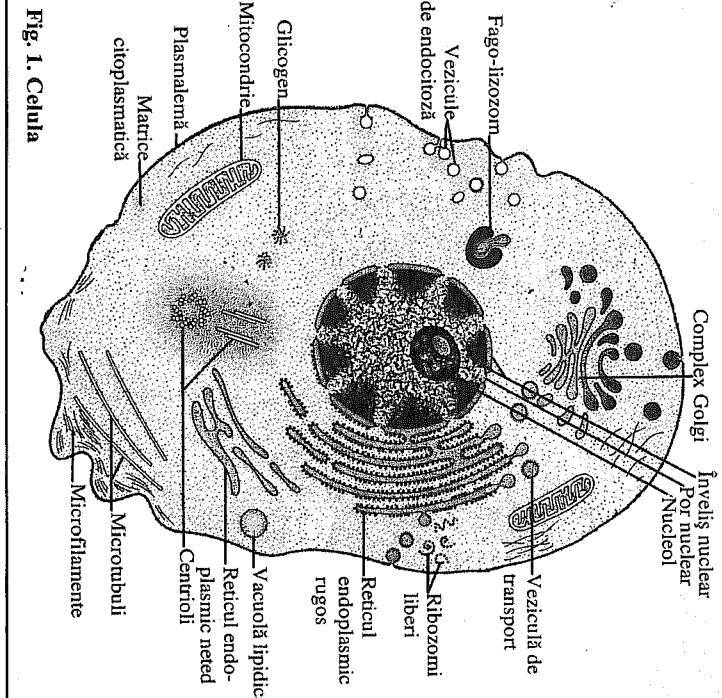


Fig. 1. Celula

b. organite specifice (la anumite celule, adaptate unor funcții specifice).

B. Structuri care sunt produsul unor procese cellulare, numite inclusiv **inclusiv** citoplasmatic (materiale de depozit, ca: lipide, glicogen, pigmenti, unele săruri minerale etc.).**Organite generale - continuare**

Organite	Structură	Functii
1. Reticulum endoplasmatic (RE)	Sistem canalicular dinatric, care leagă plasmalema de stratul extern al membranei nucleare. Se poate retrage sau fragmenta, formând cisterne și vezicule.	Sistem membranar format din micro și macrovezicule și din cisterne alungite, situat în apropierea nucleului, în zona cea mai activă a citoplasmei.
RE neted	Rețea de citoembrană (500 Å - 1000 Å), de aspect diferit, în funcție de activitatea celulară. Mai abundent în fibre musculare striate, celulele corticosuprarenale, folicul ovarian etc.	Formă diferențiată a RE. Pe suprafața externă a peretelui membranos prezintă mici particule de ribonucleoproteine - ribozomi. Abundent în limfocite, celulele pancreatice, în general în celulele ce produc proteine de secreție.
2. Ribozomi (corpusculii lui Palade)	Organite bogate în ribonucleoproteine, de formă unor granule ovale sau rotunde (150 - 250 Å). Există ribozomi liberi în matricea citoplasmatică și asociați citoembranelor, formând ergastoplasma. Abundenți în celulele cu sinteză de proteine și în faza de creștere a celulelor.	Sintetiză proteine.

Organite specifice

- Miofibriile sunt elemente contractile din sarcoplasma fibrelor musculare.
- Neurofibriile sunt formațiuni diferențiate ale neuroplasmei celulei nervoase.
- Corpusculii Nissl sunt echivalenți ai ergastoplasmei pentru celula nervoasă.
- Cili, flageli etc.

NUCLEUL

Este o parte constitutivă principală, cu rolul de a coordona procesele biologice celulare fundamentale (conține materialul genetic, controlează metabolismul celular, transmite informație genetică). Poziția lui în celulă poate fi centrală sau excentrică (celule adipose, mucoase). Are, de obicei, formă ceulei.

Numărul nucleelor. Majoritatea celulelor sunt monocariocite (un nucleus), dar pot fi și excepcii: celule binucleate (hepatocite), polinucleate (fibra musculară striată), anuciute (hematia adultă).

Dimensiunile nucleului pot fi între 3 - 20 μ, corespunzând ciclului funcțional al celulei, fiind în raport cu citoplasma de 1/3 - 1/4. Pot fi înă și celule mici cu nucleu mare (limfocite) sau celule mari cu nucleu mic (ovulul).

Organite	Structură	Functii
3. Complexul Golgi	Sistem membranar format din micro și macrovezicule și din cisterne alungite, situat în apropierea nucleului, în zona cea mai activă a citoplasmei.	Transportul, modificarea posttraducere și împachetarea proteinelor de secreție primite de la RE.
4. Mitocondriile	Formă ovală, rotundă, cu un perete având structură trilaminară (lipoproteică). Prezintă un înveliș extern (membrana exterană) urmat de un interspatiu, și spre interior membrana internă, plicatură, formând creste mitocondriale. În interior se găsesc sistemele enzimatic care intervin în ciclul Krebs. Energia chimică produsă este stocată în legăturile macroergice ale ATP sintetizat în mitocondrii.	Sediul energogenetic al organismului, respirație celulară.
5. Lizozomii	Corpusculi sferici (0,2 - 1μ), răspândiți în întreaga hialoplasmă. Contin enzime hidrolitice, curăță important în celulele care fagocitează (leucocite, macrofage).	Digerarea substanțelor și particulelor care pătrund în celulă, precum și a fragmentelor de celulă sau țesut (autoliză celulară).
6. Centrozonul	În interchineză apare de forma unui corpuscul sferic ciudat, orientat perpendicular unul pe celălalt și înconjurat de o zonă de citoplasmă hialină, vâscoasă (centrosferă). În timpul diviziunii celulare dă naștere asterului și fusului de diviziune.	Rol în diviziunea celulară (ipsește în neuron, care nu se divide).

Structura nucleului cuprinde membrana nucleară, carioplasma și unul sau mai mulți nucleoli. **Membrana nucleară**, poroasă, este dublă, cu structură trianunțată, constituită din două foite, una externă, spate matricea citoplasmatică, ce prezintă ribozomi și se continuă cu citoembranele reticulului endoplasmic, alta internă, aderentă miezului nuclear. Între cele două membrane există un spațiu, numit spațiu perinuclear, ce conține un material amorf.

Sub membrană se află **carioplasmă**, cu aspect omogen, este o soluție coloidală, cu o fază de sol (cariolimfa) și alta de gel (cromatina nucleară). În interfață, cromatina se prezintă sub formă unor filamente răsucite, fixate de membrana nucleară sau de nucleoli - numite cromoneme (structura elementară microscopică a cromatinei și a cromozomilor). La începutul diviziunii celulare, cromonemele se scurtează, se îngroașă, luând aspectul de cromozomi, formati din două filamente alăturate, numite cromatide, legate între un singur punct - centromer. Biochimic, cromatina este formată din nucleoproteine (ADN legat de histone), fiind sediul informației genetice.

În carioplasma se găsesc unul sau mai mulți nucleoli, cu rol important în sinteza de ARN. Au forma unor corpusculi densi, rotunzi sau ovalari, delimitați de o condensare a cromatinei nucleare.

CELULELE SEXUALE

OVULUL

Se formează din foliculii ovarieni din epitelul germinativ al corticalei ovarianului. Are 150 - 200 μ , formă sferică și o garnitură haploidă (conține jumătate din numărul de cromozomi: 22+X). Structural, este format din membrana vitelină (fig. 2A), citoplasmă,

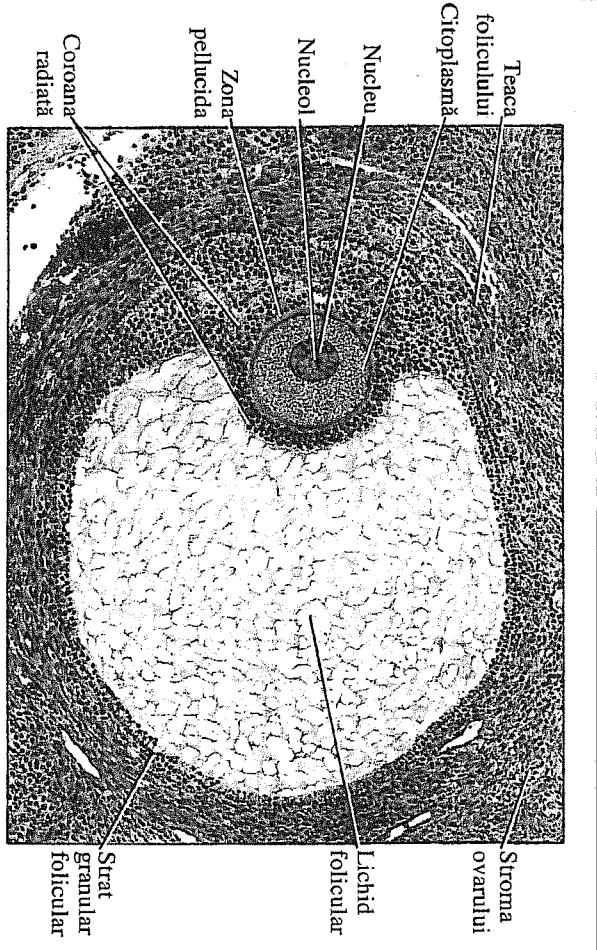


Fig. 2A. Ovulul

SPERMIA

Se formează, prin procesul de spermatozogenă, în tubii seminiferi ai testiculu lui, începând cu pubertatea; este celula mobilă, flagelată, cu o lungime de 50 - 70 μ și garnitura cromozomială haploidă (22 + X sau 22 + Y). Spermia este alcătuită din cap, gât, piesă intermediară (corp) și coadă (fig. 2B).

Capul (4 - 5 μ), de formă ovală, are un nucleu mare, învelit periferic de un strat subțire de citoplasmă. Anterior prezintă un corpuscul ascuțit, numit acrozom (perforator), cu care spermia lizează ovulul în timpul fecundării. Chimic, capul conține nucleoproteine, lecitine, glicogen.

Gâtul este o regiune scurtă și îngustă (0,4 μ), cuprinsă între centrioul proximal și butonul terminal pe care se inseră flagelul.

Corpul este cuprins între cele două jumătăți ale centrioului distal, cu o lungime de 5 - 9 μ . Central, se găsesc filamentul axial, cu structura tipică a unui cil mult alungit, înconjurat la rândul său de "teaca mitocondrială" (mitochondrii dispuse spiralat). Periferic se găsesc un strat subțire de citoplasmă înconjurată de plasmalemă. La nivelul piesei intermediare (corp) se găsesc centriul cinetic al spermiei, unde sunt generate mișcările acesteia.

Coada (45 - 55 μ), ultrastructural, este formată din două segmente: piesă principală, portiunea cea mai lungă (40 - 45 μ) și piesă terminală (5-10 μ). Structural, piesa principală este formată din filamentul axial, înconjurat de învelișul citoplasmic. Piesa terminală, segmentul terminal al cozii, are în interior filamentul axial, fără teacă citoplasmatică la exterior. Spermii sunt celule foarte mobile, care execută mișcări helicoidale, deplasându-se cu viteza de 1 - 3 mm/min. Vitalitatea și mișcările spermilor depind de pH (soluțiile slab alcaline îi activează, cele acide sau alcoolul îi distrug) și variază în funcție de temperatură etc.

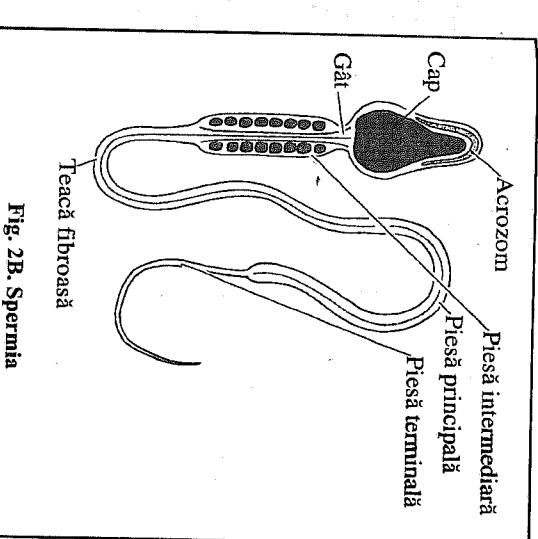


Fig. 2B. Spermia

(centrozom), numit și corpul vitelini Balbiani. Nucleul, situat central, este mic, are un nucleol și prezintă mișcări ameboide.

nucleu, membrana pellucida, iar la exterior din coroana radiată, care nu aparține ovulului propriu-zis. La exteriorul citoiplasmăi se găsesc membrana vitelină, acoperită de membrana sau zona pellucida, mai groasă, transparentă și străbătă de canalicule fine (produs de excreție al celulelor foliculare). În jurul zonei pellucida se găsește un înveliș celular, format din celule foliculare, pe unul sau mai multe straturi, cu dispoziție radiată, formând coroana radiată.

Citoplasma are o porțiune periferică mai fluidă, transparentă, și o zonă mai densă în jurul nucleului, cu mai puține substanțe hrănitoare. Conține organelle celulare comune, iar alături de nucleu se află centriul celular al ovulului

SPERMATOGENEZA

Este procesul de multiplicare și maturare a gametului masculin. Începe la pubertate și se continuă, fără întrerupere, până la vîrstă înaintată. Ritmul spermatoogenezei este intens la tineri și adulți, scăde la bătrâni, dar calitatea spermatozoizilor rămâne neschimbată. Spermatozenea reprezintă funcția exocrină a testiculu lui. Procesul se petrece la nivelul tubilor seminiferi contorti. Celulele cap de serie se numesc spermatogoni sau celule germinative masculine primordiale.

Spermatozenea se desfășoară în două etape successive: 1. spermatocitogeneză; 2. spermiozenea. Un ciclu complet durează 72 de ore.

Spermatogonile, având în nucleu garnitură diploidă de cromozomi (22 de perechi cromozomi somatici și o pereche XY), se divid de două ori mitotice, rezultând spermatozoitele de ordinul I (46 de cromozomi). Acestea sunt celule voluminoase, ce se divid meiotice și dau naștere la spermatozoitele de ordinul II, celule mai mici, cu garnitură haploidă de cromozomi (22 + X sau 22 + Y).

Începând de la spermatozitul de ordinul II, spermatozenea va forma gameti masculini în două variante: 50% posesori de heterocromozomi X și 50% Y. Spermatozoitele de ordinul II se divid o singură dată, din nou prin mitoză. Din această ultimă diviziune rezultă două spermatozide, care se alipesc de celulele Sertoli și se transformă, fără diviziune, în spermatozoizi (spermii). Pe măsură ce se maturează, spermii se desprind de celulele Sertoli și se deplasează în lungul căilor spermatici până la veziculele seminale (organe de depozit), de unde se elimină la exterior prin uretră (reflexul de ejaculare). Ca și spermatozoitele de ordinul II, spermii sunt de două tipuri: X sau Y. Dacă ovulul este fecundat de un spermatozoid purtător de cromozom X, produsul de concepție este programat să devină fată, iar dacă ovulul este fecundat de un spermatozoid purtător de cromozom Y, produsul de concepție este programat să devină băiat.

OVOCENEZA

Reprezintă funcția exocrină a ovarului, prin care se realizează maturarea și expulzarea ovulului. Procesul se petrece în mai multe etape, similară cu ale spermatozenei, dar după un calendar foarte diferit. Celulele sexuale primordiale feminine sunt ovogoniile ce contin în nucleul lor un set diploid de cromozomi (44 + XX). Ovogeneza începe încă în perioada fetală, prin diviziuni mitotice ale ovogoniilor, care devin ovocite de ordinul I. Din acest moment, cronologia ovogenezei suferă o mare abatere de la regulile diviziunii celulare. Ovocitele de ordinul I, având 2n cromozomi (44 + XX), încep o diviziune reducțională (meioză), dar după prima fază a acestei diviziuni procesul se blochează și nu se reia decât la pubertate. Această blocare se numește dictioten. Ca urmare, copiul de sex feminin se va naște cu 700 000 - 1 200 000 foliculi primordiali, conținând fiecare câte un ovocit I la început de meioză.

La pubertate, ovogeneza se reia. Lunar, câte un ovocit I în momentul ovulației foliculului matur se transformă în două celule: o celulă mare cu multă citoplasmă, ovocit de ordinul II, și o celulă mică, primul globul polar. Ambele au garnitură haploidă de cromozomi, dar numai ovocul II este fecundabil. Ovocul de ordinul II este expulzat din ovar, captat de fragurile trompei uterine și în acest timp se mai divide o ultimă dată mitotică, rezultând un preovul (22 + X) și al doilea globul polar (22 + X). Preovul se transformă într-o diviziune în ovul, care își continuă drumul prin trompă spre uter. Ovulul este gametul feminin. Rezultă că ovogeneza,

alitare a ovocitului II). Are loc lunar, în ziua a 14-a a ciclului menstrual.

Cicul menstrual. Funcția gonadei feminine este ciclică, spre deosebire de cea a gonelor masculine care este continuă. Ciclul menstrual reprezintă o serie de modificări ciclice, care se petrec la nivelul ovarului și al aparatului genital feminin și se datoră unor variații ciclice în secreția de hormoni gonadotropi hipofizar, controlate de la nivel hipotalamic. Evenimentul a ciclic cel mai evident este pierderea lunată de sânge (35 - 60 ml) (vezi funcția endocrină a ovarului).

Fecundarea este procesul de contopire a materialului genetic masculin cu cel feminin. Se realizează prin pătrunderea capului spermiei în ovul. Are loc în primele zile după ovulație, în timp ce ovulul străbate trompa uterină. Prin fecundare, ovulul devine ou, cu set complet de cromozomi, și începe să se dividi. Într timp, oul ajuns în cavitatea uterină, se va fixa în pro-funzinea mucoasei, proces numit nidata. Aici se va forma un organ special, numit placenta, cu rol nutritiv pentru produsul de concepție și cu rol endocrin. Produsul de concepție se dezvoltă în cavitatea uterină până în luna a 9-a, când este expulzat prin actul nașterii. Placenta, ca glandă endocrină, secretă hormoni gonadotropi, care întrețin activitatea corpului galben, și hormoni estrogeni și progesteron necesari evoluției normale a sarcinii.

PROPRIETĂȚILE CELULEI

Celulele au o serie de proprietăți generale și speciale care le asigură îndeplinirea rolului specific în ansamblul organismului.

Proprietățile celulare generale se întâlnesc la orice sistem viu. Acestea sunt: metabolismul, înmulțirea, mișcarea și iritabilitatea.

Proprietățile celulare speciale se întâlnesc numai la anumite categorii de celule, adaptate pentru îndeplinirea unor funcții particulare.

Aceste proprietăți sunt: excitabilitatea, contractilitatea, activitatea secretorie și fagocitica. Majoritatea acestor proprietăți vor fi tratate la capitolele corespunzătoare (metabolismul, glandele cu secrete interne, sângele, țesutul muscular etc.).

EXCITABILITATEA

Unele celule din organism (celulele nervoase, musculare și glandulare) prezintă proprietatea de a răspunde la un stimул din afară printr-o serie de manifestări caracteristice. Această proprietate a primit denumirea de excitabilitate, pentru a o deosebi de iritabilitate, care este o proprietate generală a tuturor structurilor vii de a suferi modificări sub acțiunea unor factori externi. Exemplu de iritabilitate este bronzarea pielii sub acțiunea radiațiilor ultraviolete. În cazul excitabilității, relația stimул - răspuns are o serie de caracteristici:

- răspunsul este prompt și ușor observabil;
- răspunsul este același, indiferent de natura fizică a stimулului;
- peste o anumită valoare a agentului excitant, mărimea răspunsului nu mai depinde de mărimea stimулului.

Stimул sau excitantul poate fi orice variație energetică din mediul înconjurător (mecanică, electrică, termică, sonoră, chimică etc.).

Biofizica excitării

La baza excitabilității celulare se află proprietăți speciale ale membranei acesteia (polarizarea electrică, permeabilitatea selectivă, pompele ionice etc.).

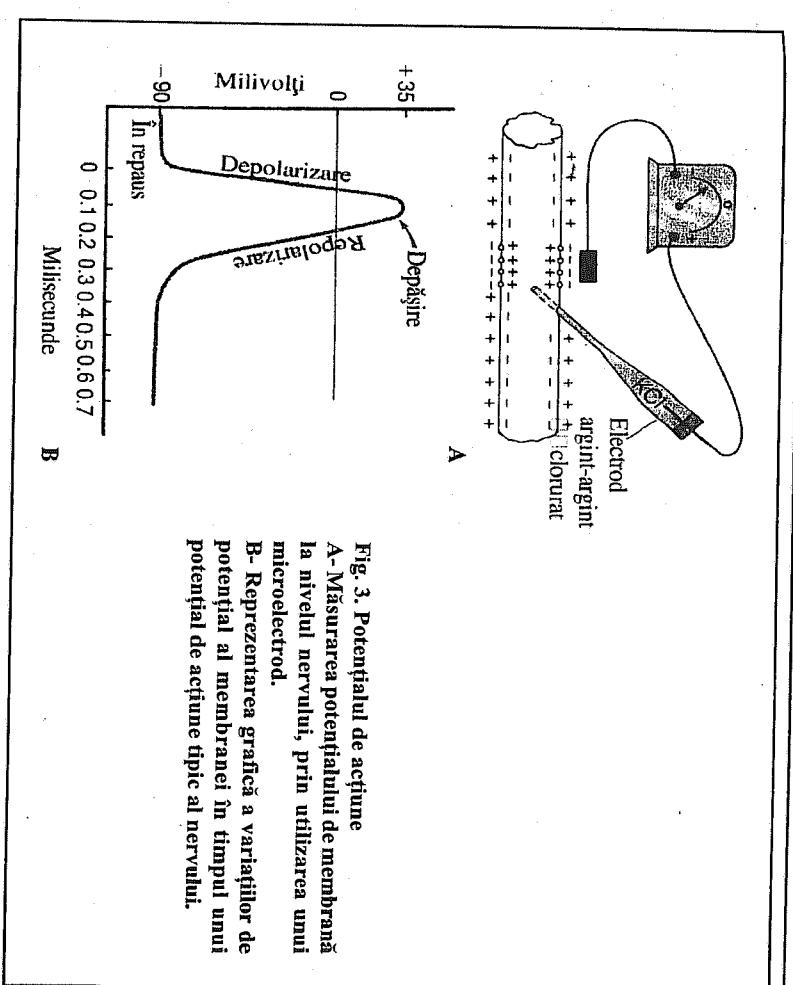
Potențialul de repaus. Cercetările cu microelectrozi implantări în interiorul celulei au arătat că, în repaus, interiorul celulelor excitatibile este negativ în raport cu mediul pericelular. Diferența de potențial dintre cele două fețe ale membranei a fost măsurată cu osciloscopul cardiac; ea are valoarea de -90 mV (cu variajii în funcție de tipul celulei) și se numește potențial de repaus (PR). Orice creștere a negativității interne sau pozitivității externeore sau pozitivitatea exteroare mărește PR, adică hiperpolarizează membrana, iar modificarea inversă duce la scăderea PR, adică la depolarizare. Prin hiperpolarizare, celulele devin mai puțin excitatibile, iar prin depolarizare parțială devin mai excitatibile.

La baza polarizării de repaus se află structura și funcțiile membranei celulare, care generează și mențin o diferență de compoziție electrolitică între lichidul celular și cel extracelular. Principaliii electrolitii implicați în excitabilitate sunt: K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Cl^- . Repartitia lor în cele două sectoare (celular și extracellular) este asimetrică. Na^+ este de 100 de ori mai concentrat în afara celulei, iar K^+ este de 30 de ori mai concentrat în interiorul ei. Diferența de concentrație a unui electrolit în cele două medii aposeze reprezintă gradientul chimic al acelui element. Conform legilor difuziunii, fiecare substanță se deplasează pasiv, în gradient chimic, din sectorul cu concentrație mare spre cel cu concentrație mai mică. K^+ va părași celula, iar Na^+ o va invada, până la anularea gradientelor, ducând la moarte celulei. Fluxul de ioni prin membrana este reglat însă de proprietățile acesteia (permeabilitate selectivă, conductanță electrică și pompe ionice).

Prin conductanță (G) se înțelege atitudinea unei membrane încărcate electric față de fluxul transmembranar. Fiecare ion se mișcă prin membrana conform conductanței sale. În repaus, membrana are o conductanță foarte scăzută pentru Na^+ și crescută pentru K^+ . Ca urmare, se produce o ieșire a potasiului din celulă, al cărei interior devine negativ. Când valoarea potențialului negativ intracelular devine suficient de mare (-90 mV), aceasta frânează ieșirea în continuare a ionilor de K^+ . Se stabilește astfel un echilibru de difuziune pasivă a K^+ prin membrană, la o diferență de potențial de -90 mV și o diferență de concentrație a K^+ extracellular - K^+ intracellular de 1/30. Se spune că potențialul de repaus este un potențial de K^+ , el fiind generat de distribuția pasivă a K^+ în gradientul său electrochimic (gradientul electric + gradientul de concentrație chimică). La menținerea gradientului chimic participă și mecanisme active cu sediu în membrană, denumite pompe ionice. Astfel, există pompa cuplată de Na^+/K^+ , a cărei activitate constă în eliminarea continuă a ionilor de Na^+ ce pătrund liniștit în celulă și recaptarea ionilor de K^+ ce părăsesc celula.

Pompele de Na/K reprezintă transport activ, ce necesită consum de energie din partea celulei și activitate enzimatice cu sediul în membrană. Potențialul de repaus poate fi modificat pasiv sau activ. Pasiv, prin aducerea de sarcini negative pe fața externă a membranei se anulează o parte din sarcinile pozitive și PR scade, având loc depolarizarea. Dacă sarcinile negative sunt aduse pe fața internă a membranei, PR crește și are loc hiperpolarizarea. Aceleasi modificări pasive, dar de sens opus pot fi obținute prin adaus de sarcini pozitive.

Activ, potențialul de membrana poate fi modificat prin schimbarea conductanțelor membranei față de diferiți ioni. Prin creșterea gK^+ se permite o ieșire suplimentară a K^+ , iar membrana se hiperpolarizează. Scăderea gNa^+ are consecințe opuse. Creșterea gNa^+ depolarizează



membrana și a.m.d. Concentrația Ca^{2+} este de mii de ori mai mare în lichidul extracelular. Acest ion intervene în special în cuplajul excitare - contractie și cuplajul excitare - secreție.

Potențialul de acțiune (PA). Consta în variajii rapide ale potențialului de membrană. Fiecare potențial de acțiune începe cu o trecere bruscă de la un potențial de membrană negativ la un potențial de membrană pozitiv și se termină cu revenirea aproape tot așa de bruscă la potențialul negativ. În figura 3.A sunt prezentate perturbările survenite la nivelul membranei în timpul PA, care începe cu transferul de sarcini pozitive spre interiorul membranei și sfârșește cu revenirea sarcinilor pozitive la exteriorul membranei. În figura 3.B sunt redate grafic variajile succesiive ale potențialului de membrană pe parcursul catorva zecimi de milisecunde, ilustrând caracterul exploziv al începutului potențialului de acțiune, precum și revenirea aproape tot așa de rapidă la valoarea potențialului de repaus. Fazele succesiive ale PA sunt următoarele:

Faza de repaus. Aceasta reprezintă potențialul membranar de repaus, fiind premergătoare potențialului de acțiune. Se spune că în această fază membrana este "polarizată", din cauza mărimii potențialului său negativ.

Faza de depolarizare. În această fază, membrana devine foarte permeabilă pentru ionii de sodiu, acceptând pătrunderea în celulă a unui număr enorm din acești ioni. Starea "polarizată", normală de -90 mV se pierde, potențialul crescând rapid spre valori mai puțin negative. Aceasta reprezintă depolarizarea.

Faza de repolarizare. La câteva zeci de milisecundă de la momentul creșterii permisiabilității membranei pentru ionii de sodiu, canalele de sodiu încep să se închidă, în timp ce canalele de potasiu se deschid mai mult decât în mod normal. Se produce o difuziune rapidă la exterior a ionilor de potasiu, care va restabili potențialul membranar negativ normal de repaus.

Acesta reprezintă procesul de repolarizare a membranei.

Pentru a explica mai complet factorii cauzali ai proceselor de depolarizare și repolarizare este necesar să se țină cont de caracteristicile speciale ale canalelor de transport prin membrana celulară: canalele de sodiu și de potasiu voltaj-dependent.

Este necesar de arătat că, pentru apariția PA, intensitatea stimulului aplicat trebuie să aibă o anumită valoare, numită "prag", care să determine modificarea PR până la o valoare critică, fapt ce permite apariția ulterioră a PA.

Excitanții subliminari (cu intensitate sub valoarea "prag") nu reușesc o depolarizare până la acel prag critic. Amplitudinea totală PA este de 120 mV (-90) - (+30). Ea nu crește chiar dacă folosim stimuli și mai puternici decât cel folosit anterior. Aceasta este legea "tot sau nimic".

Totodată se constată că excitanții subliminari nu rămân total fără efect. Ei produc depolarizări tranzistorii, locale, nepropagăte, cu valoare proporțională cu intensitatea stimulului, deci contra legii "tot sau nimic". Aceste depolarizări locale se pot suma prin stimulare cu frecvență mare și intensitate sub prag, puțină duce la declanșarea unui potențial de acțiune "tot sau nimic", propagat. PA reprezintă o caracteristică esențială a răspunsului celulei la acțiunea unui excitant. De aceea, excitabilitatea poate fi definită ca proprietatea acelor celule care răspund la un stimул printre-un PA. PA se datoră variatiilor ce survin în conductanțele ionice ale membranei. În momentul când excitantul a produs depolarizarea pasivă până la pragul critic are loc o creștere bruscă a Na^+ . Se produce un influx rapid de Na^+ , care anulează potențialul negativ interior, încarcând celula cu sarcini pozitive. În acest moment s-a atins vârful potențialului de acțiune. Ionii de Na^+ incetează să mai pătrundă în celulă atât din cauza respingerii lor de către potențialul pozitiv endocelu-lar, cât mai ales din cauza revenirii gNa^+ la valori scăzute. Immediat are loc o creștere a gK^+ peste valoarea de repaus, determinând un eflux important de K^+ , responsabil de pantă descendenta a PA. Intrarea Na^+ în celulă produce depolarizarea, iar ieșirea K^+ repolarizarea. După incetarea acestor fluxuri ionice membrana redobândește configurația electrică de repaus, dar celula are o compoziție chimică diferită. A primit un supliment de Na^+ și a pierdut o cantitate echivalentă de K^+ . Restabilirea compoziției chimice de repaus are loc în următoarele 100 milisecunde, grăție intenșificării pompelor cuplate de Na/K . Pe durata PA, membrana este inexcitabilă (refractară), dar poate fi excitată după fiecare repolarizare, cu suțe de stimuli pe secundă. Stimularea pe durate de zeci de minute cu asemenea frecvențe nu lasă timp suficient de acțiune pompelor ionice, fapt ce determină instalarea oboselii membranei. La excitabilitate participă și ioni de calciu și clor, mai ales în celulele musculare cardiaice.

Parametrii excitabilității

Excitabilitatea poate fi apreciată cantitativ prin determinarea unor mărimi fizice ale excitantului, acestea sunt: 1. pragul de excitabilitate; 2. timpul util; 3. cronaxia; 4. bruschețea.

Pragul de excitabilitate. Intensitatea minimă necesară unui excitant pentru a produce un răspuns se numește current "prag" sau reobază. Curenții cu intensități mai mici ca reobaza (excitanții subliminari) nu excită, iar curenții cu valoare mai mare ca reobaza (excitanții

supraliminari) produc un răspuns identic cu cel al curenților prag. Se spune că celulele excitabile respectă legea "tot sau nimic". Reobaza caracterizează bine excitabilitatea unui țesut. Cu cât este mai excitabil, cu atât reobaza este mai mică, deci pragul este mai coborât.

Sumafia. Stimularea unei celule cu curenții subliminari, dar cu frecvență crescută, poate produce excitarea. Aceasta ar contrazice legea "tot sau nimic". Explicația fenomenului este următoare: fiecare stimul sub prag produce la nivelul membranei excitabile o serie de modificări locale. Aceste modificări dispar la scurt timp după incetarea acțiunii stimulului. Dacă un nou stimul apare înainte de a se șterge modificarea locală anterioară, celula însurmează modificările produse de stimulii succesiivi până se realizează un răspuns vizibil.

Timpul util. Pentru a excita celula, stimulul prag trebuie să acioneze asupra membranei un interval de timp suficient de mare, variabil în funcție de tipul celular. Timpul minim necesar unui stimul de valoare reobazei pentru a excita se numește timp util. Valoarea sa este foarte diferită și nu poate fi utilizat drept criteriu de judecată în aprecierea normalului sau patologicului.

Cronaxia. Cercetându-se corelația dintre intensitatea și durata curentului excitant să constată că, la intensități de valoare dublului reobazei, timpul minim necesar difera foarte puțin de la o celulă la alta, în condiții normale. S-a denumit cronaxie timpul minim necesar unui current cu valoarea dublului reobazei pentru a excita. Cronaxia este de ordinul fracțiunilor de milisecundă (0,5 - 1 ms) și este cu atât mai mică cu cât țesutul este mai excitabil. Nervii motori și mușchii pe care-i comandă au cronaxii apropiate, iar cronaxia nervilor sensitivi nu difera mult de a nervilor motori. Mușchii au, în general, cronaxii și reobazei ceva mai mari ca nervii motori corespunzători. În condiții de surmenaj și oboseală, raportul valorilor reobazei și cronaxiei nervilor și mușchilor se poate inversa. Cronaxia este de zece de ori mai scăzută ca timpul util.

Bruschețea. Dacă facem să crească progresiv intensitatea unui stimul spre valoarea de prag, acesta nu mai exciță, chiar dacă depășește pragul, și durează mai mult decât timpul util. De aici rezultă că, pentru a excita, curentul de intensitatea reobazei trebuie să se instaleze suficient de brusc. În cazul curenților lent-crescători, pragul de excitabilitate al celulei crește paralel cu creșterea intensității excitantului și celula nu răspunde. Membrana celulară s-a acomodat la stimul. Acomodarea este una din explicațiile fenomenului de adaptare a receptorilor ce va fi descris în capitolul consacrat analizatorilor.

CONTRACTILITATEA

Unele celule (musculare) au proprietatea de a transforma energia chimică a unor compuși în energie mecanică. Detalii despre mecanismul contractiei vor fi prezentate în capitolul "Fiziologia mușchilor".

ACTIVITATEA SECRETORIE

Fiecare celulă sintetizează substanțele proteice și lipide proprii necesare pentru repararea uzurilor, pentru creștere și înmulțire. Unele celule s-au specializat în producția de substanțe pe care le "exportă" în mediu intern (secreție endocrină) sau extern (secreție exocrină).

TESUTURILE

II. Tesuturi conjunctive

1. După consistență

- moi

- lax

- reticulat

- adipos

- fibros

- elastic

- halin

- elastic

- fibros

- dure (osoase)

- compact

- spongios

2. După funcție

- rol trofic

- tesutul conjunctiv lax

- adipos

- sangvin

- rol mecanic

- fibros

- cartilaginos

- osos

- rol de depozit

- adipos

- osos

- rol de apărare

- reticulat

- conjunctiv lax

III. Tesuturi musculare

- neted

- striat

- striat de tip cardiac

- striat

- simplu

- tubular

- alveolar (acinos)

- compus

- tubulo-glomerular

- tubulo-alveolar

- tubulo-acinos

- tip mixt

- pancreasul

- testiculul

- ovarul

3. senzoriale (neuroepiteliale) care intră în structura organelor de simț

Tesuturile sunt sisteme organizate de materie vie cu funcții biologice definite, formate din celule similare, care îndeplinește în organisme aceeași funcție sau același grup de funcții. Celulele sunt unite între ele printr-o substanță intercelulară care, atunci când este în cantitate mică, se numește "substanță de ciment", iar atunci când este în cantitate mare "substanță fundamentală".

CLASIFICAREA TESUTURILOR

I. Tesuturi epiteliale

1. de acoperire

- simple (un strat de celule)

- pavimentoase (inclusiv endoteliu și mezoteliu)

- cubice

- cilindrice ciliate și neciliate

- pseudostratificate

- stratificate (două sau mai multe straturi)

- pavimentoase (cheratinizate și necheratinizate)

- cubice

- cilindrice

- de tranzitie (uroteliu)

- glandulare

- tip endocrin

- tipul în cordoane celulare (adenohipofiza, glandele paratiotide)

- tip exocrin (pluricelular)

- alveolar (acinos)

- compus

- tubulo-glomerular

- tubulo-alveolar

- tubulo-acinos

TESUTUL EPITELIAL

Tesuturile epiteliale acoperă suprafața organismului formând epidermul, căpătusește cavitatele și conductele diferitelor organe, constituie parenchimul glandelor exocrine și endocrine, iar unele sunt specializate în receptia diversilor stimuli (epiteliale senzoriale). Sunt alcătuite din celule care, inițial, au formă rotundă, însă, în raport cu specializarea funcțională și localizarea

lor, pot fi: turtite (pavimentoase), poliedrice, cubice sau cilindrice (fig. 4). Epitelul acoperă țesutul conjunctiv, de care este separat prin membrana bazală, aceasta servește ca suport și permite trecerea plasmelor sanguine, epitelul fiind avascular. De la țesutul conjunctiv primește terminații nervoase bogate, care-i asigură sensibilitatea.

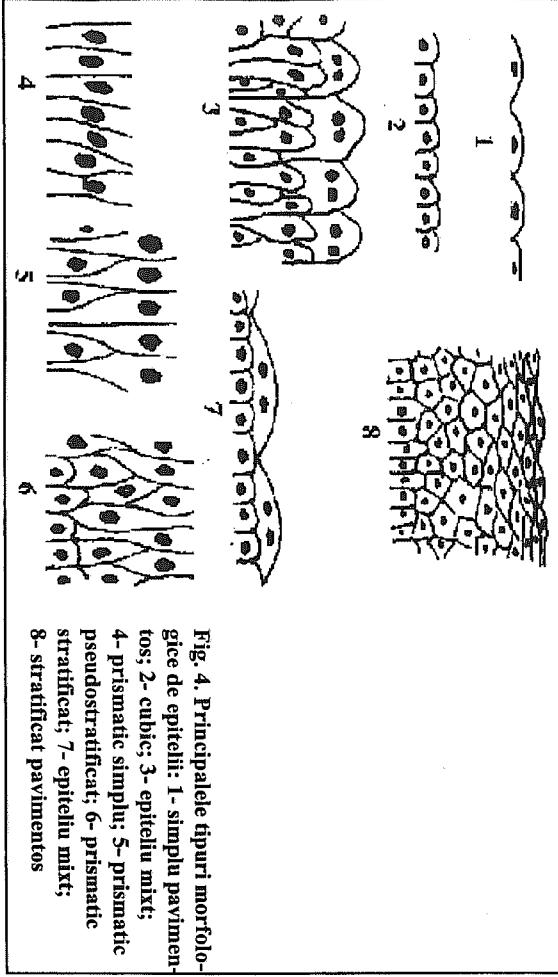


Fig. 4. Principalele tipuri morfologice de epitelii: 1- simplu pavimentoz; 2- cubic; 3- epiteliu mixt; 4- prismatic simplu; 5- prismatic pseudosstratificat; 6- prismatic stratificat; 7- epiteliu mixt stratificat; 8- stratificat pavimentoz

EPITELII DE ACOPERIRE

Epitelii de acoperire

Tip de epiteliu	Clasificare după forma celulelor	Caracteristici	Localizare
1. Epiteliu simplu - continuare	Celule de înălțimi diferite; numai unele ajung la suprafață, dând aspect fals de stratificare; toate celele se sprijină pe membrana bazală.	Epiteliu pseudostratificat (celule cilindrice cu cili, printre care se găsesc și celule cu mucus).	Mucoasa traheei și a bronhiilor principale.
2. Epiteliu stratificat	Numărul straturilor variază, ca și forma celulelor din ultimul strat. Stratul profund este situat pe o membrană bazală.	Epiteliu stratificat pavimentoz (celulele superficiale sunt celulele din ultimul strat. Stratul profund este situat pe o membrană bazală).	Structura pielii (cheiratinizat). În mucoasa faringelui, a laringo-faringelui, esofagiана (necheiratinizat).

Epitelii de acoperire - continuare			
Tip de epiteliu	Clasificare după forma celulelor	Caracteristici	Localizare
1. Epiteliu simplu - continuare	Celule de înălțimi diferite; numai unele ajung la suprafață, dând aspect fals de stratificare; toate celele se sprijină pe membrana bazală.	Epiteliu pseudostratificat (celule cilindrice cu cili, printre care se găsesc și celule cu mucus).	Mucoasa traheei și a bronhiilor principale.
2. Epiteliu stratificat	Numărul straturilor variază, ca și forma celulelor din ultimul strat. Stratul profund este situat pe o membrană bazală.	Epiteliu stratificat pavimentoz (celulele superficiale sunt celulele din ultimul strat. Stratul profund este situat pe o membrană bazală).	Structura pielii (cheiratinizat). În mucoasa faringelui, a laringo-faringelui, esofagiана (necheiratinizat).
3. Epiteliu stratificat cilindric	Epiteliu stratificat cubic. Se găsește mai ales în viața embrionară, la adult este format din două rânduri de celule, cele superficiale fiind cubice, iar cele bazale mai înalte.	Epiteliu stratificat cilindric (prismatic); mai multe straturi celulare, cel superficial cilindric. Poate fi ciliat și neciliat.	Structura canalelor mici ale glandelor salivare.
4. Epiteliu stratificat mixt	Epiteliu de tranziție (uroteliu). Forma celulelor și numărul straturilor sunt variabile în funcție de golirea și distensia organelor. Urotelul este impermeabil pentru constituenții urinei, fiind lipsit de membrană bazală.	Epiteliu de tranziție (uroteliu). Forma celulelor și numărul straturilor sunt variabile în funcție de golirea și distensia organelor. Urotelul este impermeabil pentru constituenții urinei, fiind lipsit de membrană bazală.	Mucoasa faringiană, laringiană.
5. Epitelii glandulari	Epitelii glandulari sunt compozitați din celule diferențiate, care au proprietatea de a elabora produse specifici. Celulele sunt dispuse în diferite moduri și, în asociere cu țesutul conjunctiv, cu vasele sanguine și terminațiile nervoase, formează glande. Produsele secretate pot fi excretate la exteriorul organismului, în lumenul unor organe, sau trec direct în sânge. După felul producător de secreție și după locul de excreție, distingem trei tipuri de glande: exocrine, produs de secreție este eliminat printr-un canal la exterior (glande sebacee, sudoripare etc.), sau în diferite cavitate (glande salivare, gastrice etc.); endocrine (glande cu secreție internă).	Epitelii glandulari sunt compozitați din celule diferențiate, care au proprietatea de a elabora produse specifici. Celulele sunt dispuse în diferite moduri și, în asociere cu țesutul conjunctiv, cu vasele sanguine și terminațiile nervoase, formează glande. Produsele secretate pot fi excretate la exteriorul organismului, în lumenul unor organe, sau trec direct în sânge. După felul producător de secreție și după locul de excreție, distingem trei tipuri de glande: exocrine, produs de secreție este eliminat printr-un canal la exterior (glande sebacee, sudoripare etc.), sau în diferite cavitate (glande salivare, gastrice etc.); endocrine (glande cu secreție internă).	Epitelii glandulari sunt compozitați din celule diferențiate, care au proprietatea de a elabora produse specifici. Celulele sunt dispuse în diferite moduri și, în asociere cu țesutul conjunctiv, cu vasele sanguine și terminațiile nervoase, formează glande. Produsele secretate pot fi excretate la exteriorul organismului, în lumenul unor organe, sau trec direct în sânge. După felul producător de secreție și după locul de excreție, distingem trei tipuri de glande: exocrine, produs de secreție este eliminat printr-un canal la exterior (glande sebacee, sudoripare etc.), sau în diferite cavitate (glande salivare, gastrice etc.); endocrine (glande cu secreție internă).

ai căror produși (hormonii) se elimină direct în sânge; glande mixte, care au o dublă secretie, endocrină și exocrină (pancreas, testicul, ovar).

Celulele epiteliale glandulare au forme variate: piramidele, cuboide, înalte, poliedrice. În citoplasma lor au numeroase mitocondri și un aparat Golgi bine dezvoltat, ca și o ergastoplasmă bogată, structuri legate de elaborarea produselor de secreție.

Glandele exocrine se desecesc între ele prin morfologia și structura lor. Clasificarea se face după numărul de celule, aşezarea celulelor glandulare în parenchimul secretor și după ramificarea conductelor de excreție.

Glandele endocrine se caracterizează prin: lipsa canalelor de excreție, produsul de secreție (hormoni) se varsă direct în sânge; celulele secretoare sunt dispuse sub formă de coroane, mase epiteliale sau mici vezicule (tiroida); rețea capilară (sinusoide) intră în structura fiecarei glande.

Epilelii glandulare

După numărul de celule	Tipul glandei	Caracteristici	Localizare
Glande unicelulare		Celula secretorie este situată printre alte celule epiteliale de tip prismatic monostatificat. Au formă de caliciforme) și secreție mucus.	Epitelul intestinal, căile bilare extrahepatice, epitelii ciliati ale arborului respirator etc.
Glande pluricelulare (epiteliu de secreție, situat pe un țesut conjunctiv intervat și vascularizat)	SIMPLE: Glande tubuloase	Aspect de tub, celulele glandulare se află pe o membrană bazală, se deschid direct în lumenul organului.	Glandele Lieberkuhn din intestinul subțire.
Glande acinoase		Portiunea secretorie dilată, căpătușită cu celule epiteliale de formă piramidală ce delimitizează un lumen.	Glandele lacrimale.
Glande alveolare		Asemănătoare celor acinoase, dar portiunea secretorie este mai dilată (saci glandulari).	Glandele sebacee.
COMBUSE:	Glande tubuloase compuse (ramificate)	Mai mulți tubi care fuzionează la nivelul suprafeței de evacuare a secreției.	Glandele Brüner din duoden.
Glande tubulo-alveolare		Formate din tubi glandulari și saci glandulari.	Prostata.
Glande tubulo-glomerulare		Înășnată în ghren.	Glandele sudoripare.
Glande tubulo-acinoase (acinoase compuse)		Glande tubulare care au la capăt câte un acin. Acini formeză parenchimul secretor (acini serosi, micsi, mucosi).	Glande salivare, parenchimul exocrin al panoreasului.

Tesutul conjunctiv este foarte variat ca aspect morologic și funcțional. Este alcătuit din trei componente principale: celulele conjunctive, fibrele conjunctive (colagene, elastice, reticulare) și o substanță nestrucurată, amorfa, numită substanță fundamentală embrionare. Acestea pot fi împărțite în două grupe: celule autohtone și celule migratorii (leucocite, limfocite, monocite).

Din grupa celulelor autohtone fac parte:

- fibrocitele, cu formă lungită sau stelată, care pot fi fixe sau mobile; îndeplinesc funcții metabolice fundamentale (de edificare a fibrelor și a substanței fundamentale);
- histocitele, mobile, de formă variabilă, cu prelungiri citoplasmatic; sunt elemente reactive;
- plasmocitele (ovale, rotunde), celulele adipose și celulele pigmentare, cu funcții speciale, respectiv în sinteza de proteine, lipide și pigmenți; mastocitele (rotunde, ovale sau neregulate), îndeplinesc rolul de coordonator al tuturor proceselor metabolice din tesutul conjunctiv;
- celulele de origine embrionară (mezenchimală și reticulată) cu capacitatea de reînnoire continuă a celulelor din țesutul conjunctiv.

Fibrele conjunctive se grupează, la rândul lor, în trei categorii:

- colagene sau conjunctive: în toate tipurile de țesut conjunctiv, sunt omogene și dispuse în fascicule (prin fierbere, dau gelatină);
- elastice: subțiri, ramificate, dispuse în rețea. Sunt formate din elastină, care le conferă elasticitate;
- fibrele de reticulină formează o rețea în ochiurile căreia se află substanță fundamentală (se găsesc, în special, în organele limfopoietice, în țesutul lax și în membranele bazale).

Substanța fundamentală este o componentă amorfa, ce ocupă spațiul dintre fibre și celulele conjunctive.

Intervine în metabolismul apelor și a sărurilor minerale. În țesutul cartilaginos este rezistentă și elastică, încărcată cu condrină, în țesutul osos este solidă, dură și rezistentă, încărcată cu săruri minerale. Substanța fundamentală este produsă de celulele țesutului conjunctiv. Tisuturile conjunctive, după consistență lor, pot fi clasificate în: țesuturi moi (conjunctiv lax - fig. 5, reticulat, adipos, fibros, elastic), semidure - cartilaginos, și dure - țesutul osos.

EPITELII SENZORIALE (SENZITIVE)

Acest tip de epiteliu este format din celule specializate pentru recepționarea diferenților stimuli externi sau interni și face parte integrantă din organele de simț, unde vor fi, de altfel, prezentate.

Sunt două tipuri celulare: unele sensitive, caracterizate prin două prelungiri, și altele pseudosensitive, numai cu o prelungire apicală. La polul bazal, aceste elemente sunt încunjurate și au contact cu dendritele unor neuroni sensitivi.

TESUTUL CONJUNCTIV

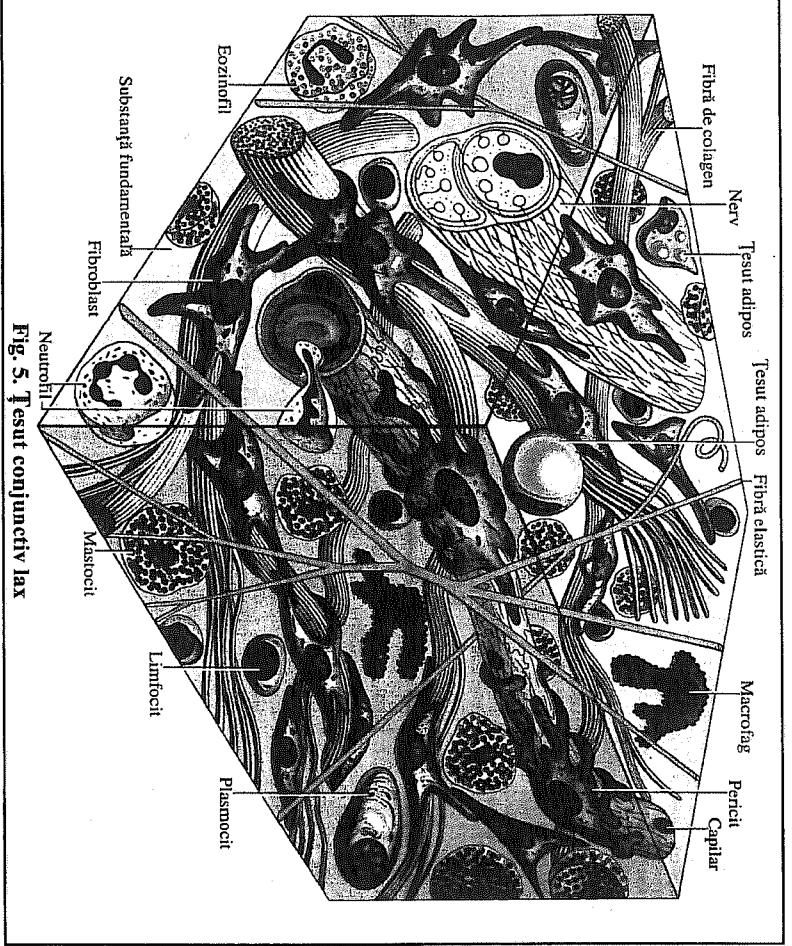


Fig. 5. Tesut conjunctiv lax

TESUTURI CONJUNCTIVÉ MOL

Tesuturi conjunctivé moi - continuare

Tipuri de tesuturi	Caracteristici	Localizare
Tesutul conjunctiv lax	Este forma cea mai răspândită, conține în proporție egală celule, fibre, substanță fundamentală. Celulele sunt de două feluri: - fixe - fibroci, celule adipoase, histiocite, macrofage, celule pigmentare, plasmocite și mastocite; - mobile - limfoci și leucocite. Substanța fundamentală este abundentă, iar fibrele sunt numeroase (colagene, elastice, reticulă).	În organe formează stroma conjunctivă de sustinere și protecție. Umple spațiile libere dintre organe, formează hipodermul, leagă fibrele musculare și grupele de mușchi; se întinde de-a lungul nervilor și vaselor și formează, cu epiteliale, unități funcționale.
Tesutul conjunctiv fibros	Predomină fibrele de collagen și elastice, puțină substanță fundamentală și celule. Este rezistent, având rol de protecție.	În fasciile ce acoperă mușchii, în suprarenală, ochi, tiroïdă, în mezenter, în mediastin, în regiunile axiale și inghinală, hipoderm.
Tesutul elastic	Conține numeroase fibre elastice printre care se găsesc substanță fundamentală. Celulele sunt puține.	În tunica medie a arterelor mari, corzile vocale, ligamentele galbene dintr-o vertebrală.

TESTUL CONJUNCTIV SEMIDUR (CARTILAGINOS)

Tesutul cartilaginos face parte din grupa țesuturilor cu funcție mecanică, fiind caracterizat prin compozitie chimică și proprietăți fizice deosebite: rezistență elastică la presiune și mare rezistență mecanică la frcare. Este învelit, la exterior, de o membrană fibroasă, puțin vascularizată, numită pericondu. Tesutul cartilaginos este format din celule, substanță fundamentală și fibre. Componenta cea mai abundantă este data de ansamblul format din substanță fundamentală și fibre, care se numește substanță cartilaginoasă sau maricea cartilajului. În ea sunt săpate cămăruțe, condroplaste, care adăpostesc celulele cartilaginoase, condroblaste - când sunt tinere - și condrociete - când sunt mature.

Condrocitele sunt celule mari, ovale, globuloase, cu un diametru de 40 μ , cu citoplasmă abundentă, se află în grupuri de 2 - 4 celule sau izolate. Substanța fundamentală este impregnată cu condrină, predomină NaCl.

În structura cartilajului intră și fibre collagene și elastice care se condensează concentric în jurul condroplastelor. Cartilajul nu este vascularizat, nutriția realizându-se prin difuziune de la nivelul capilarelor din pericondu.

Dupa cantitatea și varietatea de fibre se deosebesc trei tipuri principale de țesut cartilaginești: hialin, elastic și fibros.

Cartilajul hialin are substanță fundamentală abundentă, rezistență și omogenă, împreună cu condrină. Se găsesc puține fibre collagene, foarte fine, cu orientări diferite. Celulele sunt izolate sau dispuse în grupuri. Din cartilaj hialin este format scheletul embrionului, cartilajele de creștere diafizo-epifizare, cartilajele articulare, scheletul cartilaginos al trachei și bronhiilor, cartilajele nazale și ale coastei.

Cartilajul elastic conține în substanță fundamentală o bogată rețea de fibre elastice: celulele sunt aşezate în grupuri mici și lățăturate. El formează scheletul organelor care trebuie să își mențină formă, dar au un grad mare de elasticitate: pavilionul urechii, epiglota, aripile nasului etc.

Cartilajul fibros este format din fascicule de fibre colagene, cu orientarea longitudinală. Celulele sunt puțin numeroase, aşezate de-a lungul fasciculelor de fibre, în grupe de 2 - 3, iar substanța fundamentală este redusă. Se mai numește țesut fibrocartilaginos și formează: discurile intervertebrale, cartilajele simfizelor, meniscurile articulare și unele ligamente (ligamentul capului femural).

ȚESUTUL OSOS

Țesutul osos este adaptat pentru funcția de suport și protecție, fiind cel mai rezistent și dur țesut mecanic, datorită impregnării substanței fundamentale cu săruri minerale, de calciu și fosfor. Este format din celule osoase, fibre și substanță fundamentală, fiind puternic vascularizat, acoperit la periferie, cu excepția capetelor articulare, de o membrană vasculo-conjunctivă, numită periost.

Cellula osoasă, numită osteoblast în stadiul finăr și ostecocit în stadiul adult, are rol osteogen. Osteocitele sunt de formă ovalară, turtite, cu multe prelungiri, situate în niște cavități stelate sau fuziforme ($20 - 30 \mu$ diametru), numite osteoplaște, săpate în substanța fundamentală. De pe peretii osteoplaștelor pornește numeroase canalicule subțiri, flexuoase, care se anastomozază cu canaliculele osteoplaștelor învecinate și în care pătrund prelungirile osteococitelor. Osteoblastele prezintă o bogată activitate secretorie, participând la fabricarea oseinei, la procesele de dezvoltare a oaselor, de reparatie și regenerare. După terminarea procesului de osificare, osteoblastele se maturizează, transformându-se în osteocite. Osteocastele sunt celule mari, cu forme neregulate, polinucleate. Au o puternică activitate enzimatică și fagocitară, cu rol în formarea canalului medular și în diferențierea de substanței osoase.

Substanță fundamentală a osului are două componente: organică și minerală.

- **Componenta organică**, în proporție de 34%, este formată din oseina, în constituția căreia se deosebesc o substanță glicoproteică, în care se depun sărurile minerale, și substanța collagenă, reprezentată de sistemele de fibre conjunctive ale țesutului osos.
- **Componenta minerală**, în proporție de 66%, este formată din microcristale de fosfat tricalcic, carbonat de calciu, carbonat de sodiu, carbonat de magneziu, hidroxid de calciu.

Substanța fundamentală se dispune sub formă de lamele osoase și, după dispoziția lor, distingem două varietăți de țesut osos: compact și spongios.

Țesutul osos compact formează diafiza oaselor lungi, stratul de la suprafața epifizelor și al oaselor scurte, cât și lama internă și exterioară a oaselor late. Este format din numeroase canale Hawers (conțin țesut conjunctiv și vase de sânge), dispuse în lungimea osului, paralele între ele și legate în numeroase puncte prin anastomoze transversale sau oblice. În jurul canalului Hawers substanța osoasă este dispusă sub forma unor lamele osoase concentrici, în număr variabil de 5 - 30, iar între lamele sau în grosimea lor se găsesc osteoplaștele cu osteocite. Un canal Hawers, împreună cu lamelele din jur formează osteonul sau sistemul hawersian (unitatea morfologică și funcțională a osului). Între sistemele hawersiene se găsesc arcuri de lamele osoase, resturi de osteoane rezultate din procesele de renanire osoasă, numite sisteme interhawersiene. Fibrele colagene din interiorul unei lamele sunt paralele între ele și au o direcție spiralată. Directia fibrelor dintr-o lamelă se înțelegează cu direcția fibrelor din lamelele alăturate, formând o armătură ce contribuie la realizarea rezistenței osului.

În osul compact mai există o serie de canale năconjurătoare de lamele osoase, care perforează osul dinspre periost spre profunzime, numite canale Volkmann, prin care trec vase și nervi de la periost în interiorul osului.

Țesutul osos spongios se găsește în epifezele oaselor lungi și în interiorul oaselor late și scurte. Este format din lamele osoase (trabecule) care, la rândul lor, sunt alcătuite din mai multe lamele, delimitându-se niște cavități de aspect și mărime diferite, numite areole (dau aspectul spongios, buretos). Areolele comunica între ele și contin maduvă hematogenă. Areolele și lamelele osoase sunt sisteme hawersiene incomplete. Dispoziția trabeculelor osului spongios prezintă o anumită arhitectonică, determinată de acțiunea factorilor funcționali, mecanici și biologici asupra osului.

ȚESUTUL MUSCULAR

Tesuturile musculare sunt adaptate funcției de contracție. Celula sau fibra musculară prezintă unul sau mai mulți nuclei, după tipul de țesut muscular, o membrană celulară, numită sarcolemă, și citoplasma, denumită sarcoplasmă, în interiorul căreia se găsesc organitele celulare comune și organitele specifice (contractile), miofibriile, apărute în urma diferențierii și adaptării celulei la funcția de contracție.

După particularitățile miofibriilelor, țesuturile musculare se împart în trei tipuri: țesut muscular neted, în care miofibriile sunt omogene și se contractă involuntar; țesut muscular striat, cu miofibriile heterogene, de aspect striat, care se contractă voluntar; țesut muscular cardiac, în care miofibriile sunt striate, dar țesutul se contractă involuntar.

ȚESUTUL MUSCULAR NETED

Fibra musculară netedă este unitatea morfofuncțională a țesutului muscular neted. Ea intră în constituția pătruirii musculare a tubului digestiv, a conductelor aparatului respirator, urogenital, glandelor excretorii, în tunica musculară a vaselor, în anexele unor organe de simț (piele, ochi), în capsulele unor organe (splină, suprarenală). Fibrele sunt aşezate în straturi, benzi sau răspândite izolați în țesutul conjunctiv. Fibrele sunt paralele între ele, iar portiunea îngrosată a unei fibre vine în raport cu extremitățile effilate ale fibrelor învecinate.

Fibra musculară netedă, de aspect fusiform, are o lungime cuprinsă între 10-100 μ și diametrul de 2 - 4 μ . Este formată din sarcolemă, sarcoplasmă și un nucleu central, de formă alungită.

Sarcolemă (plasmalema), groasă de 100 μ , prezintă numeroase invaginări din care se formează vezicule de pinocitoză, prin intermediul cărora sunt transportate în celulă substanțe formate și activatori ai procesului contractil.

Sarcoplasma este omogenă sau fin granulată, mai abundentă în centrul fibrei. Contine organite comune, inclusiv celulare și organite specifice – miofibriile.

Miofibriile, organite specializate pentru contracție, ocupă cea mai mare parte din sarcoplasma. Au o formă alungită și se întind de la un capăt la altul al fibrei, mai groase la periferia fibrei (1 micron) și extrem de subțiri spre centru (0,2 μ). Miofibriile au o structură complexă, fiind alcătuite din miofilamente de 10 - 150 μ , sunt omogene (fără striații transversale), iar din punct de vedere biochimic sunt formate din proteine contractile (actină, miozină) și reglatoare (tropomiozină și tropomină).

Inervarea este asigurată de sistemul nervos vegetativ simpatic și parasympatic.

Fibrele musculare contin substanțe organice, reprezentate prin glucide, lipide, proteine, precum și enzime legate de funcția contractilă, cum sunt: adenoziintrifosfataza (ATP-aza), fosforilaza, enzimele ciclului Krebs.

ȚESUTUL MUSCULAR STRIAT

Țesutul muscular striat este alcătuit din fibre care intră în constituția mușchilor scheletici (40% din greutatea corpului), iar la nivelul viscerelor le întâlnim în musculatura limbii, faringeului, a porțiunii superioare a esofagului și în cea a unor sfinctere (anal extern și cel extern al uretrei), cât și în mușchi extrinseci ai globului ocular. Fibra musculară striată are o formă cilindrică sau prismatică, cu extremitățile rotunjite sau ramificate (mușchi feței și ai limbii). Sunt elemente multinucleate, plasmoidale, cu zeci sau sute de nuclei de formă ovoidă, situați periferic, imediat sub sarcolemă. Lungimea fibrei este cuprinsă între 3 - 12 cm, iar grosimea este de 20-100 μ .

Fibra striată este alcătuită din membrană = sarcolemă, citoplasmă = sarcoplasmă și numeroși nuclei (fig. 6).

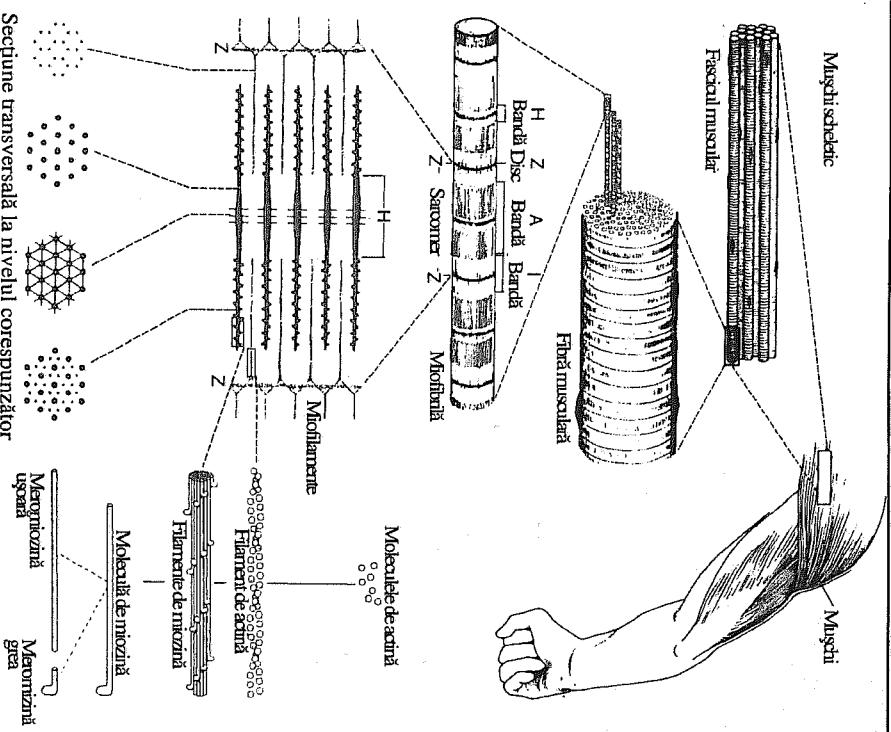


Fig. 6. Testul muscular striat

Sarcolema, examinată la microscopul electronic, prezintă două porțiuni distincte: sareola proprie-zisă și membrana bazală. Sarcolema propriu-zisă are rol de a propaga excitarea de-a lungul fibrei musculare (are structura generală a plasmalemei). Membrana bazală, formată din proteine colagenice, are rolul de a menține formă fibrei musculare în limite normale.

Sarcoplasmă este acidofilă, cu aspect de fluid în centrul fibrei, mai densă și mai abundentă la periferia fibrei musculare. Conține organe comune, diferite incuzuni și numeroase miofibriile. Mitochondriile (sarcozomii) sunt situate în sarcoplasmă perinucleară și interfibrilară. Conțin o mare cantitate de mioglobină (pigment asemănător hemoglobinei), cu rol de transportor și rezervor de oxigen, și un bogat echipament enzimatic. Reticulul sarcoplasmatic este foarte dezvoltat și este reprezentat printre-o rețea de tubuli ce înconjoară fiecare miofibrilă (direcție longitudinală în fibra). Această rețea se numește sistem sarcoplasmatic longitudinal sau sistemul T L. În fibra striată există și un al doilea sistem de tubuli, numit sistemul transvers sau sistemul T (tubuli așezăți perpendicular pe sistemul longitudinal, reprezentând învaginări ale sarcolemei în dreptul membranei Z). În dreptul fiecărei miofibriile, sistemul T întâlnesc și vine în contact cu sacii terminali ai reticulului sarcoplasmatic longitudinal, alcătuit împreună o "triadă" (doi saci terminali ai reticulului și un tub al sistemului T). Reticulul sarcoplasmatic, în totalitate, dar mai ales sistemul L, are rol important în contracție (datorită prezenței unei mari cantități de ionii de Ca se realizează cuplarea excitării cu contracția).

Elementele cele mai importante cuprinse în sarcoplasmă sunt miofibriile (elementele contractile). Au un diametru de 0,2 - 2 m, sunt paralele cu lungimea fibrei musculare, grupate în fascicule ce cuprind 30 - 50 miofibriile - colonetele Leydig, înconjurate de sarcoplasmă. Miofibriile au un aspect heterogen, de-a lungul lor observându-se (microscopic) o alternanță de benzi clare și întunecate care, fiind situate la același nivel în toate miofibriile, dă aspectul de striație transversală, specific fibrei musculare striate. Benzile (discurile) clare, denumite benzi I, sunt izotrope (monorefringente - nu polarizează lumină); ele sunt străbătute de o membrană subțire, numită membrana Z sau stria Amici. Discurile (benzile) întunecate, denumite discuri sau benzi A, sunt anizotrope (birefringente - polarizează partea lumină); ele sunt străbătute de o zona clară - stria Heusen (zona H), prin care trece o membrană fină numită membrana M. Segmentul cuprins între două membrane Z se numește sarcomer (casăta musculară Krause), cu o lungime de 2,5 - 3 μ . Sarcomerul reprezintă unitatea morfofuncțională a fibrei striate și este alcătuit din: 1/2 disc clar, un disc întunecat cu zona H și membrana M, 1/2 disc clar.

Prin microscopia electronică să stabili că miofibriile sunt constituite din numeroase fibre elementare, numite miofilamente, (50 - 150 μ), ce constituie unitatea ultrastructurală și funcțională a miofibrii. Miofilamentele sunt de două tipuri: miofilamente groase de 100 μ și lungi de 1,5 m, cuprinse în discul întunecat, formate din miosină; miofilamente subțiri de 50 μ , formate din actină, tropomiosină și tropomină, ce se întind de la membrana Z în toată banda luminosă, trec și se intercalează și printre miofilamentele groase din banda întunecată, opindu-se la stria Heusen. În banda A, cele două tipuri de miofilamente groase din banda întunecată, aranjament hexagonal cu un miofilament gros în centru, înconjurat de șase miofilamente subțiri (situate în unghiurile hexagonului).

Fibrele musculare striate se grupează în fascicule de 20 - 30 fibre, denumite fascicule primare, înconjurate de o teacă conjunctivă denumită endomisium. Fasciculele primare (4-5) se grupează în fascicule secundare, delimitate de țesut conjunctiv cu fibre elastice, denumit peri-misum. Acestea se grupează în fascicule terțare, cuaternare, ce formează, de fapt, mușchiul, iar acesta este învelit în epimisium.

Vascularizarea este foarte bogată, asigurând procese metabolice intense din timpul contracției.

Mușchii striați au o inervație motorie (placa motorie) și senzitivă (fibre aferente care pornesc de la proprioceptorii musculari).

ȚESUTUL MUSCULAR STRIAT DE TIP CARDIAC (MOCARDUL)

Mocardul este constituit din fibre musculare cu structură asemănătoare fișelor muscătare striate (miofibrile prezintă alternanță de benzi clare și întunecăsoare) și fișelor musculare netede, prin poziția centrală a nucleului. Celulele musculare individualizate, alungite și ramificate vin în contact unele cu altele la nivelul unor benzi numite discuri intercalare (striile scalariforme), ce prezintă joncțiuni intercelulare specializate.

Fibrele musculare cardiace sunt acoperite de o fască conjunctivă cu fibre de reticulină și sunt dispuse în rețea, în ochiurile căreia se află țesutul conjunctiv lax, vase și fibre nervoase vegetative (formeză împreună cu sarcolemă joncțiunea neuromusculară, sinapsă).

Fibra cardiacă are un diametru și o lungime mai mică decât fibra striată, iar capetele sunt de obicei ramificate. Sarcoplasma este mai abundență la periferie și în jurul nucleului și mai săracă între miofibrile. Mitochondriile sunt mai numeroase decât în fibrele striate și netede, fiind aşezate între miofibrile sub forma unor coloane (datorită activității contractile permanente). Miofibrile prezintă aceleași caractere morfológice și structurale ca la fibra striată de tip scheletic, fiind însă mai groase.

Pe lângă miocardul de tip contractil există și țesutul nodal (miocardul specific), care determină contracția ritmică și automată a inimii, stabilind o legătură anatomica și funcțională între atrii și ventricule (nodul sinoatrial, atrioventricular, fasciculul His și reteaua Purkinje).

Țesutul nodal este format din fibre musculare cardiace, cu caracter embrionar, de forme variate, dispuse în noduli, rețele și cordoane. Celulele sunt bogate în sarcoplasmă ce conține mult glicogen, 1-2 nuclei, mitocondriile sunt rare, iar reticulul endoplasmatic redus. Miofibrile, în număr redus, sunt mai subțiri, dispuse longitudinal sau transversal, trece de la o celulă la alta, formând o rețea prin care excitarea se transmite în toate direcțiile la fibrele miocardului contractil, cu care se continuă.

ȚESUTUL NERVOS

Țesutul nervos este constituit din celule nervoase (neuronii), cu prelungirile lor, și din celule nevroglice. Embriologic, derivă din ectoderm. Neuronii sunt elemente înalt diferențiate morfologic. Nevrogliaile, structuri cu rol de susținere și de protecție, realizează elementele sistemului de susținere.

NEURONUL

Este format din corpul celular (pericarionul) și una sau mai multe prelungiri, care sunt de două tipuri: dendritele, prelungiri celulipete (majoritatea neuronilor au mai multe dendrite), și axonul, care, funcțional, este celulifig, prelungire unică a neuronului.

Ca formă și dimensiuni, neuronii sunt foarte diferiți, de la neuronii mici, de $4 - 6 \mu$ (stratul granular din cerebel), până la neuronii giganti, 130μ (celulele piramidele Betz din cortexul cerebral). Forma neuronilor este variabilă: stelată (coamele anteroare ale măduvei), sferică sau

ovală (în ganglionii spinali), piramidală (zonele motorii ale scoarței cerebrale) și fusiformă (în străut profund al scoarței cerebrale).

În funcție de numărul prelungirilor, neuronii pot fi:

- unipolari (celulele cu conuri și bastonase din retină) - au aspect globulos, cu o singură prelungire;
- pseudounipolari - se află în ganglionul spinal, au o prelungire care se divide în "T", dendrita se distribuie la periferie, iar axonul pătrunde în SNC;

• bipolari - de formă rotundă, ovală sau fusiformă, cu cele două prelungiri pornind din polii opuși ai celulei (neuronii din ganglionul spiral Corti, ganglionul vestibular Scarpa, retină, mucoasa olfactivă);

- multipolari - au o formă stelată, piramidală sau piriformă și prezintă numeroase prelungiri dendritice și un axon (scoarță cerebrală, cerebeloasă, cornul anterior din maduva spinării).

După funcție, neuronii pot fi: receptori, prin dendritele lor recepționează excitanții din mediul exterior sau din interiorul organismului (pot fi somatosenzitivi și viscerosenzitivi); motori, ai căror axoni sunt în legătură cu organele efectoare (somatotomotori și viscero-motori); intercalari (de asociere), care fac legătura între neuronii senzitivi și motori.

Organizarea structurală a neuronului

Corpul neuronului este format din neurilemă (membrana plasmatică), neuroplasma (citoplasma) și nucleu.

Neurilema celulei nervoase este subțire, delimitată de neuronul și are o structură lipoproteică.

Neuroplasma are constituția coloidală a unui gel, ceva mai densă decât a celulelor organismului, datorită unor organite celulare specifice, neurofibriile. Neuroplasma conține organitele celulare generale (mitochondrii, ribozomi, lizozomi, reticul endoplasmatic) și inclusiv un pigmentar. Nu are centru celular deosebit de neuronul nu se divide. Organitele specifice sunt: substanța tigoïdă (corpii Nissl) și neurofibriile. La microscopul electronic, corpii Nissl apar sub formă unor agregate de sisteme membranoase de tip rugos, sub formă de vezicule și cisterne și numeroși ribozomi, fiind omologă cu reticul endoplasmatic rugos. Se găsesc în corpul neuronului și în dendrite, niciodată în axon, având rol în metabolismul neuronului. Neurofibriile sunt formate din pachete cu dispunere periferică ectoplasmatică sau perinucleară, mai strânsă în axon și mai laxă în dendrite. Apar la microscopul electronic constituite din fascicule elementare fine de $60 - 100 \mu$ (neurofilamente). Au rol mecanic, de susținere și în conducerea influxului nervos.

Nucleul. Celulele nervoase motorii, senzitive și de asociere au un nucleu unic, cu 1-2 nucleoli. Celulele vegetative centrale sau periferice prezintă deseori un nucleu excentric. Aceste celule pot avea nuclei dubli sau multipli.

Prelungirile corpului celular sunt dendritele și axonul.

Dendritele, în porțiunea lor inițială, sunt mai groase, apoi se subțiază. În ele se găsesc neurofibriile și corpii Nissl. Ele receptionează influxul nervos și îl conduc spre corpul neuronului, celulipet (centripet).

Axonul este o prelungire unică, lungă (uneori de 1 m) și mai groasă. Este format din citoplasma specializată, numită axoplasmă, în care se găsesc: mitochondrii, vezicule ale reticulu lui endoplasmatic și neurofibriile. Membrana ce acoperă axoplasma se numește axolemă, cu rol important în propagarea influxului nervos. De-a lungul traseului său, axonul emite colaterale

perpendiculare pe direcția sa, iar în porțiunea terminală se ramifică; ultimele ramificații sunt butonate (butoni terminali) și conțin mici vezicule pline cu mediator chimic ce înlesnește transmiterea influxului nervos la nivelul sinapselor. Butonul mai conține neurofibre și mitocondrii. Axonul conduce influxul nervos celulifug (centrifug).

Peste axolemă se găsesc, la majoritatea neuronilor, trei tecii:

- Teaca de mielină, formată din lipide și proteine, învelește ca un manuson fasciculul de neurofibre. Ea este întreruptă la intervale de 80 - 600 μ, aceste întreruperi numindu-se nodurile sau strangulațiile lui Ranvier, care individualizează o serie de segmente – segmente internodale, de lungimi egale pe fibre de același diametru. Teaca de mielină conferă culoarea albă a maselor de fibre nervoase concentrate în sistemul nervos central (encefal, măduva spinării). Axonii neuronilor postganglionari din sistemul nervos vegetativ nu au teacă de mielină, fibrele numindu-se amielinice (fibre Remak). De asemenea, nu au teacă de mielină nici fibrele din sistemul somatic care sunt subțiri (diametru sub 1 μ) și au viteze mici de conducere.

- Teaca Schwann se dispune în jurul tecii de mielină, fiind formată din celule gliale (nevroglii). Fiecărui segment nodal de mielină dintre două strangulații Ranvier îi corespunde o singură celulă Schwann. Nucleul acestor celule este situat la mijlocul segmentului, citoplasma, în cantitate redusă, conține mitocondrii, un aparat Golgi și granule de ribozomi. Celulele Schwann au rol în formarea tecii de mielină. Mielină este constituită din straturi concentrice, generate de membranele celulelor Schwann în timpul dezvoltării țesutului nervos. Are rol de protecție și țrophic.
- Teaca Henle (teaca endoneurială) separă membrana plasmatică a celulei Schwann de țesutul conjunctiv din jurul fibrei nervoase. Este o teacă continuă, care, ca și teaca Schwann, însă este axonul până aproape de ultimele sale ramificații. Este formată din substanță fundamentală și fibre conjunctive elastice, dispuse în rețea. Are rol în permeabilitate și rezistență.

NEVROGLIA

Celulele nevroglice (gliale) formează cel de-al doilea tip celular al țesutului nervos. La mamiferele superioare, numărul lor depășește de 10 ori numărul neuronilor. Sunt de origine ectodermică (microglia este singura de origine mezodermică). Forma și dimensiunile corpului celular pot fi diferite, iar prelungirile variabile ca număr. Au centru celular, deci se divid.

Se descriu mai multe tipuri de nevroglii:

- Astrocytul este caracteristic substanței cenușii și este situat în jurul corpului neuronului și în dendrite. Corpul astrocitului emite prelungiri sinuoase scurte, dintre care unele cu extremitate liberă, lățită (picioare vascular). Acestea iau contact cu capilarele săngvine, cărora le formează o membrană limitantă perivasculată ce separă neuronul de vase. Alte prelungiri ale astrocytului ajung la suprafața creierului.
- Oligodendroglia are prelungiri mai puține, mai scurte și cu îngroșări punctiforme. Se găsesc în substanță albă și cenușie și sunt situate la distanță de la un singur neuron.
- Microglia are dimensiuni mici, iar prelungirile sunt bogat ramificate. Se găsesc în substanță cenușie, în jurul neuronilor din SNC. Celula se poate mobiliza. Funcția ei principală este de fagocitoză.

Celulele tecii Schwann reprezintă nevroglia sistemului nervos periferic. Au rol important în formarea tecii de mielină, fiind implicate în acest proces atât din punct de vedere mecanic, cât și biochimic. În concluzie, nevrogliile sunt celule care se divid intens (sunt singurele celule ale țesutului nervos care dă naștere tumorilor din SNC), nu conțin neurofibre și nici corpi Nissl. Nevrogliile au rol de suport pentru neuron, de protecție, trofic (pictorișul vascular al astrocitului care intervine în trecerea substancelor de la capilar la neuron), în fenomenele de cicatrizare ale țesutului nervos (în caz de lezare sau degenerare a unei regiuni din SNC formează o rețea ce înlocuiește țesutul nervos), rol fagocitar (microglia), în sinteza tecii de mielină și în sinteza de ARN și alte substanțe pe care le cedează neuronului. Nevroglia are și activitate sinaptică prin conținutul bogat în colinesterază nespecifică, influențând spațiul extracellular din vecinătatea sinapselor și transmiterea influxului nervos.

SÂNGELE

Sângele este un fluid care circulă în interiorul sistemului cardiovascular. Împreună cu lîmfa și lichidul intercelular, sângele constituie mediul intern al organismului. Într-mediu intern și celule există un schimb permanent de substanțe și energie; substanțele necesare menținerii activității celulare (O_2 , glucide, acizi grași, aminoacizi, vitamine etc.) trec din sânge în celulă, iar produși nefolosi sau toxică, rezultați din procesele catabolice (CO_2 , acizi nevolatili, uree, acid uric, amonicac etc.), sunt eliberați în lichidul extracelular. Conținutul mediului intern este menținut constant datorită circulației permanente a săngelui. Aceasta aduce substanțele folosite ore până la nivelul celulelor, refacând mereu rezervele metabolice, iar de aici îndepărtează produsii de catabolism pe care-i transportă spre organele de eliminare.

Volumul sanguin (volumia). Cantitatea totală de sânge din organism reprezintă 7% din greutatea corpului. Aceasta înseamnă circa 5 litri de sânge pentru un individ de 70 kg. Volemia variază, în condiții fiziole, în funcție de sex (este mai mare la bărbați), vârstă (scade cu mătărea în vîrstă), mediul geographic (este mai mare la locuitorii podișurilor înalte). În repaus, o țesutul subcutanat. Aceasta este volumul sanguin stagnant sau de rezervă, în cantitate de 2 litri. Restul de 3 litri îl reprezintă volumul circulant. Raportul dintre volumul circulant și volumul stagnant nu este fix, ci variază în funcție de condițiile de existență. În cursul efortului fizic sau termoregulator are loc mobilizarea săngelui de rezervă, crescând volumul circulant. Mobilizarea depozitelor de sânge se realizează sub acțiunea SNV simpatică, care determină contracția musculară netedă din pereții vaselor. Astfel, se asigură aprovizionarea optimă cu oxigen și energie a organelor active.

PROPRIETĂȚILE SÂNGELUI

Culoarea. Sângele are culoare roșie. Aceasta se datoră hemoglobinei din eritrocite. (sângere arterial) este de culoare roșu-deschis (datorită oxihemoglobinei), iar sângerele recoltat din vene (sângere venos) sunt de culoare roșu-încins (datorită hemoglobinei reduse). Când cantitatea de hemoglobină din sânge scade, culoarea devine roșu-palid.

Densitatea. Sângele este mai greu decât apa. Densitatea săngelui are valoarea 1055 g/l. Plasma sanguina are o densitate de 1025 g/l. Această proprietate a săngelui depinde de componente sale și în special de hemati și proteine.

Vâscozitatea. Valoarea relativă a vâscozității sângelui este 4,5 față de vâscozitatea apei, considerată egală cu 1. Vâscozitatea determină curgerea laminară (în straturi) a sângelui prin vase. Creșterea vâscozității peste anumite valori este un factor de îngreunare a circulației.

Presiunea osmotica (P. osm.). În orice soluție, apare o presiune statică suplimentară ce poate fi pusă în evidență separând, printr-o membrană semipermeabilă, solventul de soluția respectivă. Membrana semipermeabilă permite trecerea solventului și împiedică deplasarea substantei dizolvate de o parte și de cealaltă a ei. În aceste condiții apare fenomenul de osmoză, care constă în deplasarea moleculelor solventului prin membrană spre compartimentul ocupat de soluția respectivă. Valoarea p. osm a lichidelor corpului (mediu intern și lichidul intracelular) este de aproximativ 300 miliosmoli/l. Exprimată în unități barice, aceasta corespunde unei presiuni de aproximativ 72 atmosfere, deci de 5500 mm Hg. Presiunea osmotica are rol important în schimburile de substanțe dintre capilare și țesuturi. Presiunea osmotica a substanțelor coloidale (proteinele) se numește presiune coloidosmotica și are valoarea de 28 mm Hg. Proteinele plasmatici au rol foarte mare în schimburile capilar-țesut, deoarece presiunea osmotica a sângelui este egală cu cea a lichidului interstitial (intercelular), singura forță care atrage apa din țesuturi spre capilare fiind presiunea coloid-osmotica a proteinelor plasmatic. Un alt rol al presiunii coloid-osmotice se manifestă în procesul de ultrafiltrare glomerulară ce duce la formarea urinii. Soluțiile cu presiuni osmotice egale cu ale mediului intern se numesc izotone, cele cu presiuni osmotice mai mici sunt hipotone, iar cele cu presiuni osmotice mai mari sunt hypertone. O soluție de clorură de sodiu în concentrație de 9 g la 1 apă distilată are o presiune osmotica de aproximativ 300 mmosm %, este deci izotonă și poartă denumirea de ser fizologic.

Reacția săngelui este slab alcalină. Ea se exprimă în unități pH. pH-ul sanguin are valoarea cuprinsă între 7,38 - 7,42, fiind menținut prin mecanisme fizico-chimice (sistemele tampon și biologice (plămân, rinichi, hematie etc.). Sistemele tampon intervin prompt în neutralizarea acizilor sau bazelor apărute în exces în mediu intern. Ele se consumă în timpul neutralizării. Mecanismele biologice intervin mai târziu și duc atât la îndepărțarea acizilor sau bazelor, cât și la refacerea sistemelor tampon.

Un sistem tampon antacid este un cuplu de două substanțe format dintr-un acid slab și sarea acestuia cu o bază puternică (ex. cuplul $H_2CO_3 + HCO_3^-Na$). Dacă în mediu intern apar acizi în exces, spre exemplu acid lactic ($CH_3-CH-COOH$), are loc reacția:



Lactatul de sodiu este o sare neutră, deci nu acidifică mediu; acidul lactic a dispărut și în locul lui se formează un acid slab, acidul carbonic, care se descompune în CO_2 și H_2O , iar CO_2 se elibera prin plămâni. În acest mod, prin cooperarea dintre mecanismele fizico-chimice și cele biologice se menține stabilitatea pH-ului sanguin. În organism există numeroase sisteme tampon, repartizate unele în plasmă, altele în hematie și alte celule ale corpului.

Temperatura. La om și la animalele cu sânge cald (homeoterme), temperatura sângelui variază între 35°C (în săngele din vasele pielii) și 39°C (în săngele din organele abdominale). Deplasarea continuă a săngelui prin organism contribuie la uniformizarea temperaturii corpului

și ajută la transportul căldurii din viscere spre tegumente, unde are loc eliminarea acesteia prin iradiere. Sângele astfel "răcit" se reîntoarce la organele profunde, unde se încarcă cu căldură și așa mai departe.

COMPONENTELE SÂNGELUI

Sânglele tratat cu oxalat de sodiu 1% nu mai coagulează.

Prin centrifugarea unei eprubete cu sânge incoagulabil timp de 15', la 3000 t/minut, se produce separarea săngelui în două componente:

- Elementele figurate ale săngelui, situate la fundul eprubetei, se prezintă ca un lichid foarte vâscos, de culoare roșie-închiă;
- Plasma sanguină, situată deasupra, este un lichid mai puțin vâscos, transparent, de culoare galben-citrin.

Elementele figurate ale săngelui

Reprezintă 45% din volumul sanguin. Această valoare poartă numele de hematocrit sau volum globular procentual. Hematocritul variază cu sexul (mai mic la femei), cu vârstă (scade seădereea apei din sânge și creșterea valorilor hematocritului) etc.

Prin examenul microscopic al săngelui se observă trei tipuri de elemente figurate:

- globulele roșii (hematii sau eritrocite);
- globulele albe (leucocitele);
- plachetele sanguine (trombocitele).

Pentru a studia elementele figurate se face un frotiu de sânge proaspăt. Se dezinfecțează cu alcool pulpa degetului arătător și se înțepă cu un ac sterilizat. În momentul când apare o picătură de sânge, aceasta se aplică pe o lamă și se întinde în strat subțire cu o lamelă de sticlă. După uscare, frotiul se examinează la microscop. Frotiul poate fi conservat prin fixare în amestec de alcool-eter, în parte egală.

Hemopoieza

Este procesul de reînoire continuă a elementelor figurate ale săngelui. Există câte o cale separată pentru fiecare din cele trei tipuri celulare principale (eritropoieza pentru eritrocite, leucopoieza pentru leucocite și trombocitopoieza pentru trombocite), iar la leucocite se descriu căi separate pentru granulocite (granulocitopoieza) și pentru limfocite (limfopoieza).

Toate celulele sanguine au o origine comună: celula stem pluripotentă din măduva osoasă (celula hematopoietă primăriă) (fig. 7).

ERITROCITELE

(hematii). Sunt celule fără nucleu, bogate în hemoglobină, deabili: un mm^3 de sânge conține 4 500 000 hematii la femeie și 5 000 000 la bărbat. La copil mic, numărul eritrocitelor este mai mare (5 500 000-6 000 000/mm³), iar la locuitori podisurilor înalte se înregistrează cifre de 8 000 000 globule roșii la 1 mm^3 . Numărul hematilor poate crește temporar prin golirea rezervelor de sânge (mai bogate în hematii decât săngele circulant). Cresceri de lungă durată sunt poliglobulia de altitudine și poliglobulia unor bolnavi de plămâni sau cu defecte congenitale ale inimii. Scădere numărului este consecința unei distrugerii exagerate sau a unei eritropoize deficitare.

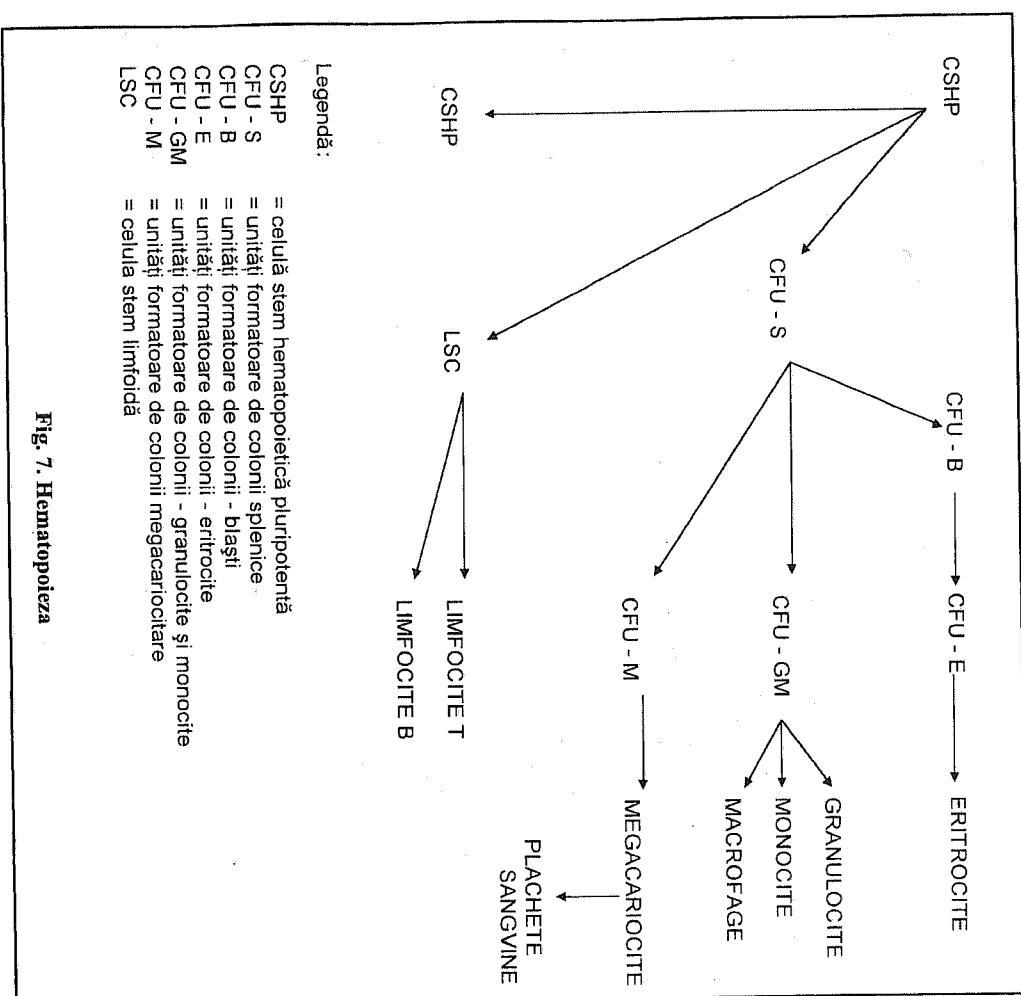


Fig. 7. Hematopoezie

Forma și structura hematilor reprezintă adaptări morfoloice la funcția de transport a gazelor. Privite din față, hematite apar ca discuri rotunde sau ușor ovalare cu centrul deculcare mai deschis și periferia mai intens colorată galben-auriu. Acest aspect se datorează variației grosimii hematice, care la centru măsoară 1,5, iar la periferie 2,5 μ . Din acestă cauză, privită din profil, hematia se prezintă ca o halteră, imagine ce sugerează forma de disc biconcav a eritroctului.

Lipsa nucleului permite o mai mare încărcare cu hemoglobină. Suprafața totală a hematilor este de 4000 m^2 (de 2000 ori mai mare ca suprafața corpului). Datorita formei lor, pot fi deformate cu ușurință.

Diametrul mediu al unei hematii este de $7,5 \mu$. Pot fi întâlnite și hematii cu diametre mai mici de 7μ (microcite) sau mai mari de 8μ (macrocite).

În structura hematii se distinge o membrană lipoproteică, cu încărcătură electrică negativă la exterior și permeabilitate selectivă (foarte permeabilă pentru apă și anioni Cl⁻ și HCO₃⁻, slab permeabilă față de cationii Na⁺, K⁺ etc.). În compoziția chimică a membranei se găsesc enzime ce favorizează transportul activ al substanțelor. În interiorul hematii se află o cantitate mare de hemoglobină (Hb). Hematia nu contine organelle celulare, nu este capabilă de sinteză proteică, iar metabolismul său este foarte redus și, ca atare, hematia consumă foarte puțin oxigen.

Dacă suspendăm hematii într-un mediu apăs hipoton (cu o presiune osmotică mai mică decât a plasmei) se produce o "umflare" a lor, urmată de ieșirea Hb în soluție, fenomen denumit hemoliză osmotică. Hemoglobina este principalul component al hematii. Este o cromoproteină, alcătuită din două componente: o proteină, numită globină, și o grupare neproteinică, numită hem. Globina este constituită prin asocierea a patru lanțuri polipeptidice. De fiecare lanț polipeptidic se leagă căte o moleculă de hem. Datorită prezenței Fe în moleculea sa, hemul poate lega labil oxigenul. Reacția de fixare a O₂ la Hb nu este o oxidare propriu-zisă (deoarece ea nu ducă la creșterea valenței Fe), ci o reacție de oxigenare, de legare reversibilă a unei molecule de oxigen la fierul bivalent. În urma acestei reacții rezultă oxihemoglobina (HbO₂), care reprezintă forma principală de transport a O₂ prin sânge. Atunci când este saturată (oxigenată) complet, o molecule de Hb poate transporta 4 molecule de O₂. Un gram de hemoglobină poate transporta 1,34 ml O₂, iar în 100 ml sânge există aproximativ 15 g Hb; astfel, fiecare sută ml de sânge arterial transportă 20 ml O₂. În lipsa Hb, capacitatea de transport a săngelui pentru oxigen scade mult; 100 ml plasmă transportă doar 0,2 ml O₂.

În afară de forma oxigenată și de cea redusă, Hb poate da cu oxidul de carbon carboxihemoglobina (CO Hb); aceasta este o combinație reversibilă cu CO, dar afinitatea Hb pentru CO este de 200 de ori mai mare decât pentru O₂. Sub acțiunea oxidanților apăr derivatul de Hb cu Fe trivalent, denumit methemoglobină. Aceștia sunt derivați patologici ai Hb; ei nu mai îndeplinește funcția de transport și în cazul creșterii concentrației lor în sânge peste anumite limite se produce insuficiență oxigenare a țesutului (asfixie).

Hemoglobina se poate combina și cu dioxidul de carbon (Hb CO₂), compus numit carbohemoglobină sau carbamatul de hemoglobină. Aceasta este un compus fiziological, ce nu afectează funcția de transport a O₂, HbCO₂ reprezintă și una din formeile de transport ale CO₂ de la țesuturi la plămânii.

Eritropoieză. Hematitele circulante reprezintă doar o etapă din viața acestor elemente. Din momentul pătrunderii în circulație și până la dispariția lor trec aproximativ 120 zile (durata medie de viață a eritrocitelor). Deși trăiesc relativ puțină vreme, numărul lor rămâne constant.

Există un echilibru între procesul de distrugere și cel de formare de noi hematii. Sedul eritropoiezii este în măduva roșie a oaselor, iar sediul distrugerii este sistemul monocito-macrofagic (sistem ubiquitar în organism cu rol în fagocitoză).

Un organism adult are cam 1,5 kg măduvă roșie. Cantitatea variază în funcție de nevoia de oxigen a organismului. Când aceste nevoi sunt reduse, o parte din măduva roșie intră în repaus, celulele se încarcă cu lipide și măduva roșie se transformă în măduvă galbenă. Spre bătrânețe, măduva galbenă suferă un proces de transformare fibroasă și devine măduvă cenușie. Dacă apar condiții care solicită eritropoieză (efort, repetat, viață la altitudine) are loc un proces invers, de transformare a măduvei galbene în măduvă roșie și o sporire corespunzătoare a eritropoiezii. Într-măduva roșie și cea galbenă există tot timpul vietii un echilibru dinamic, controlat de sistemul reglator neuroendocrin. Măduva cenușie nu mai poate fi recuperată pentru hematopoză.

Reglarea eritropoiezii. Eritropoieza se reglează prin mecanisme neuroendocrine. Centrii eritropoiezii sunt situati în diencefal, iar excitantul principal este scăderea aprovisionării cu oxigen a acestor centri (hipoxia).

Hipoxia acționează și la nivelul rinichiuilui care secreta, în aceste condiții, un factor eritropoetic. Acesta determină formarea în organism a unui hormon eritropoetic numit eritropoetină, ce acționează asupra celulei stem unipotente, eritroformatoare, determinând creșterea numărului de hematii. Desfașurarea normală a eritropoiezii necesită asigurarea cu subsanție nutritive, vitamine (C, B₆, B₂, acid folic) și Fe. În cazul unor deficiențe de aprovizionare apare anemia, cu toate că sistemul de reglare a eritropoiezii funcționează normal.

Rolul eritrocitelor.

Hematiiile joacă două roluri esențiale pentru organism:

- în transportul O₂ și CO₂;
- în menținerea echilibrului acid-o-bazic.

Hemoliza. Hematiiile bătrâne și uzate sunt distruse prin hemoliza în sistemul monocito-macrofagic din spina ("cimitirul hematilor"), ficit, ganglionii limfatici și măduva oaselor.

LEUCOCITELE. Globulele albe sunt elemente figurate ale sângelui ce posedă nucleu. Numărul lor este în medie de 5000/mm³. Această valoare poate varia în condiții fiziole sau patologice. Creșterea numărului se numește leucocitoză, iar scăderea leucopenie. Numărul leucocitelor poate varia în condiții normale cu 1 - 3 mii de elemente pe mm³. Astfel, la un copil, se întâlnesc 8 - 9 mii leucocite/mm³, iar la bătrâni 3 - 5000. În efortul fizic avert leucocitoză, iar după un repaus prelungit leucopenie. Variatiile patologice sunt mult mai mari. În bolile infecțioase microbiene, numărul leucocitelor poate crește până la 15000 - 30000/mm³, iar în unele forme de cancer (leucemii), numărul poate depăși câteva sute de mii la un milimetru cub, încât săngelul capătă o culoare albicioasă (sângere alb).

Forma leucocitelor nu este aceeași. Ele nu reprezintă o populație celulară omogenă. Există mai multe tipuri, care diferă între ele atât ca origine și morfologie, cât și în privința rolului în organism. Exprimarea lor procentuală se numește formulă leucocitară. În cadrul acestei formule, deosebim leucocite cu nucleu unic - mononucleare - și leucocite cu nucleu fragmentat, polilobat - polinucleare.

Mononuclearele reprezintă 32%, iar polinuclearele 68% din leucocite. Grupa mononuclearelor cuprinde: limfocitele, care reprezintă 25%, și monocitele, 7%.

Polinuclearele cuprind trei subgrupe celulare. Aceste celule se mai numesc și granulocite, după granulațiile ce se observă în citoplasma lor. În funcție de afinitatea diferențială a granulațiilor față de coloranți, polinuclearele se împart în:

- polinucleare neutrofile, întâlnite în proporție de 65%. Granulațiile acestora se colorează bine cu coloranți neutri, se mai numesc polimorfonucleare neutrofile (PMN);
- polinuclearele eozinofile, în proporție de 2,5%, au granulațiice ce se colorează cu coloranți acizi;
- polinuclearele bazofile, în proporție de 0,5%, au granulațiice cu afinitate pentru coloranți bazici.

Dimensiunile leucocitelor variază între 6 - 8 μ, pentru limfocitul mic, și 20 μ în diametru, pentru monocite și neutrofile.

Leucocitele prezintă o structură celulară completă. Au o membrană cu plasticitate remarcabilă. Datorită ei, leucocitele întind prelungiri citoplasmatic (pseudopode), cu ajutorul căror devin mobile, se pot deplasa în afară vaselor capilar (diapedeză) și pot îngloba

microbi (microfagocitoză) sau resturi celulare (macrofagocitoză). Granulațiile polinuclearelor sunt mici saci și vesicule (lizozomi) pline cu enzime hidrolitice care participă la digestia corpului fagocitat.

Tot în familia leucocitelor se includ și plasmocitele, celule provenite din limfoci, specializate în producția de anticorpi.

Leucopoieza. Durata vietii leucocitelor variază foarte mult, de la 1-2 zile pentru polinuclearele neutrofile, până la căjuva anii pentru limfocitele dependente de timus (limfocite T). Sediu leucopoiezii este diferit, în raport cu sistemul celular de care aparține leucocitul. Astfel, granulocitele și monocitele sunt produse la nivelul măduvei roșii a oaselor, în timp ce limfopoieza are loc în spina, timus, ganglionii limfatici, plăcile Payer din jejun-ileon.

Granulocitoză. Poarte tot de la celula stem pluripotentă, care se află și la originea hematilor. Din aceasta se diferențiază celula stem unipotentă. Prin procese de diferențiere și multiplicare se formează granulocitele și monocitele mature.

Linfopoieza. Limfocitele derivă din celula stem limfоformatoare, cu sediu în măduva roșie hematogenă. Organismul produce două tipuri de limfocite: limfocitele "T", sau timodpendente, și limfocitele "B", sau bursodependente. Primele se dezvoltă sub influența timusului, iar ultimele sub influența unor structuri echivalente cu bursa lui Fabricius de la păsări (măduva oasă). La adult, măduva roșie produce limfocite B, iar ganglionii limfatici și spina produc ambele tipuri.

Reglarea leucopoiezii se face prin mecanisme neutrumeuale complexe. Centrii leucopoiezii sunt situați în hipotalamus. Activitatea acestor centri se intensifică atunci când în sânge crește concentrația acizilor nucleici rezultați din distrugerea leucocitelor bătrâne. În cazul patrunderei în organism a unor agenti patogeni are loc, de asemenea, o stimulare prin antigene a leucopoiezii, urmată de creșterea peste normal a leucocitelor, fenomen numit leucocitoză.

Leucopoieza medulară se poate intensifica atât sub influența stimулilor nervoși plecați de la centri de reglare, cât și la unor substanțe chimice numite leucopoetine. Creșterea numărului de leucocite circulante poate avea loc și fără o creștere prealabilă a leucopoiezii, numai prin mobilizarea rezervorului medular de leucocite. Acest mecanism asigură un răspuns precoce al organismului în față de invazia agentilor străini.

Rolul leucocitelor este complex și diferit, după tipul lor. Principala funcție a leucocitelor constă în participarea acestora la reacția de apărare a organismului.

Polinuclearele neutrofile au rol în fagocitoza agentilor patogeni. Datorită vitezei de diapedeză și deplasării rapide prin pseudopode, polinuclearele nu stau în sânge mai mult de câteva ore. Ele ajung primele la locul infecției, unde fagocitează microbii, distrugându-i. Datorită acestei acțiuni, polinuclearele se mai numesc și microfage. Numărul lor crește mult în infecții acute.

Ieșirea leucocitelor din vas este favorizată de încreștinarea curgerii la nivelul focarului inflamator (datorita vasodilatației), precum și alipirii acestora de endotelul capilar, fenomen denumit marginărie. Marginăria, diapedeză și deplasarea prin pseudopode a leucocitelor spre cunoșcut sub denumirea de chimiotaxis pozitiv. Ajunse în apropierea microbilor, neutrofilele emisă pseudopode și cu ajutorul lor îi înglobează, formând vacuole citoplasmatic, numite fagozomi. Ulterior, lizozomii neutrofilelor se contopesc cu fagozomul.

În interiorul fagolizozomului, microbul este digerat sub acțiunea enzimelor lizozomale. Când leucocitele fagocitează un număr prea mare de microbi, ele suferă efectele toxice ale unor substanțe eliberate de aceștia și mor. Amestecul de microbi, leucocite moarte și lichid exudat din vase formează puvoiu.

Bazofilele au rol în reacțiile alergice. Granulațiile lor conțin histamină. Numărul lor crește în bolile parazitare și alergice.

Bazofilele au rol în coagularea săngelui, prin intermediul unei substanțe anticoagulante, numită heparină, conținută în granulații. Tot datorită heparinei, leucocitele bazofile au rol în metabolismul lipidelor, heparina favorizând dizolvarea chilomicronilor și dispersia lor în particule fine, ce pot fi mai ușor utilizate de către țesuturi.

Monocitele sunt leucocite capabile de fagocitoză, atât direct, cât și în urma transformării lor în macrofage, proces ce are loc după ieșirea monocitelor din vase în țesuturi. Monocitele și macrofagile formează un singur sistem celular care fagocitează atât microbii, cât și, mai ales, resturile celulare (leucocite, hematii etc.) și prin aceasta contribuie la curățirea și vindecarea focarului inflamator.

Leucocitele au rol considerabil în reacția de apărare specifică.

Clasele de limfoci. Deși asemănătoare ca morfologie, limfocitele reprezintă o populație celulară cu funcții individuale foarte diferențiate. Se descriu două clase principale de limfoci, în raport cu modul în care acestea participă la procesul de imunitate.

- Limfocitele "B", care participă la imunitatea umorală, mediată prin anticorpi.
- Limfocitele "T", care participă la imunitatea prin mecanism celular.

Morfologic. Limfocitele "T" și "B" apar identice atât la microscopul optic, cât și la cel electronic. Apelativul de "T" sau "B" provine de la inițialele organelor limfoide centrale în care se petrece "instructajul" diferențiat al limfocitelor. Există două asemenea organe limfoide centrale: timusul și bursa limfatică. Instructajul tîmic sau bursal al limfocitelor are loc în perioada fetală.

Toate limfocitele se dezvoltă dintr-o celulă cap de serie mică, celula stem unipotentă limfopoietică. După formare, o parte din limfocite se fixează în timus, altă parte în măduva hematoigenă (organ omolog cu bursa limfatică, prezentă numai la embrionul de păsări și absentă la fătuul de mamifere). Aici are loc un proces de diferențiere și specializare a limfocitelor. În timus se vor forma limfocitele "T" (timodependente), capabile să lupte direct cu抗原ele, iar în măduva osoasă se vor forma limfocitele "B" (bursodependente), capabile să lupte indirect cu抗原ele prin secreția de anticorpi specifici. După naștere, limfocitele T și B migrează din organele limfoidice centrale în ganglionii limfatici, unde vor genera limfocitele necesare apărării specifice a organismului.

Subclasele de limfoci T. Există mai multe tipuri de limfocite T, cele mai importante fiind:

- limfocite T helper (ajutătoare);
- limfocite T supresoare (inhibitoare);
- limfocite T citotoxicice (killer).

Cloanele limfocitare. În cursul limfopoiezei se diferențiază zeci de milioane de familiile limfocitare, numite clone; fiecare clonă este specializată pentru recunoașterea unui singur antigen. Corespunzător, s-au specializat tot atâtea tipuri de limfocite T sau B, astfel că la un anumit antigen reacționează și se multiplifică numai grupul limfocitelor care recunosc antigenul și îl atacă

direct (limfocitele T) sau fabrică împotriva lui anticorpi specifici (limfocitele B). Un astfel de limfocit ultraspecializat formează, împreună cu descendenții săi, o clonă celulară imună.

Markerii limfocitari. Diferența dintre un limfocit T sau B, precum și dintre cloanele limfocitare se afișă la nivelul membranei acestora. Celula T posedă markeri de suprafață ce funcționează ca receptor și permit diferențierea subclaserelor de limfocite T și receptorii: celulele T au receptor antigen-specific ce funcționează ca situs pentru recunoașterea antigenului. Celula B posedă ca markeri de suprafață un tip special de imunglobulină (IgM monomerică) ce funcționează ca situs pentru recunoașterea antigenului. Datorită acestor caracteristici, limfocitele reacționează numai cu抗原ele corespunzătoare.

TROMBOCITELE sau **plachetele sanguine**. Sunt elemente figurate necelulare ale săngelui. Numărul lor variază între 150 000 - 300 000/mm³. Creșterea numărului trombocitelor peste 500 000/mm³ se numește trombocitemie, iar scăderea sub 100 000 trombocitopenie (trombopenie).

Forma trombocitelor este variabilă: triunghiulară, rotundă, elliptică. Mărimea lor este de 3 μ diametru.

În structura trombocitului nu întâlnim decât putine organite și incluzuni; trombocitele sunt fragmente citoplasmatice și nu celule propriu-zise.

Trombocitopoieza este procesul de refinoare a trombocitelor sanguine, care asigură stabilitatea numărului acestora. Sedul acestui proces este măduva hematogenă a oaselor. Celula de origine a plachetelor sanguine este megacariocitul, o celulă cu nucleul mare, polilobat. Durata vieții trombocitelor este 10 zile.

Reglarea trombocitopoizei se face prin intermediul unor substanțe (trombocitopoietine) care se eliberează atunci când numărul trombocitelor circulante scade. Splina are rol în echilibru dintre formarea și distrugerea plachetelor, atât prin secreția unor substanțe stimulante, cât și a unor inhibitori ai megacariopoizei și trombopoizei.

Rolul trombocitelor: intervin în cursul tuturor timpilor hemostazei, favorizând mecanismele de oprire a sângerării. Funcțiile hemostatic ale trombocitelor sunt îndeplinite datorită proprietăților funcționale specifice acestor elemente, ca:

- adezivitatea – proprietatea trombocitelor de a adera de suprafețele lezate;
- agregarea – proprietatea trombocitelor de a forma între ele conglomerate;
- metamorfoza vâscoasă – proprietatea trombocitelor de a se autoliza;
- funcția de eliberare a factorilor trombocitari și a unor substanțe active (histamină, fosfolipide, trombostenină, serotonina, ADP) transportate de trombocite.

Datorită acestor proprietăți, trombocitele intervin în timpul vasculo-plachetar al hemostazei (hemostaza primară), aderând la suprafața lezată a endotelului și formând cheagul alb trombocitar. În timpul 2 al hemostazei (coagularea săngelui), trombocitele participă prin mai mulți factori, dintre care cel mai important este factorul 3 fosfolipidic plachetar; în timpul 3 al hemostazei (timpul trombodinamic), trombocitele intervin în retracția cheagului prin proteina contractilă pe care o eliberează, trombostenină. În cazul unor deficiențe trombocitare cantitative (trombocitopenie) sau calitative (trombastenii) se produc tulburări ale hemostazei, numite purpure trombocitare.

TESTURILE

Plasma sanguină

După îndepărțarea elementelor figurate ale săngelui, rămâne un lichid vâscos, gălbui, numit plasmă. Plasma reprezintă 55% din volumul săngelui. Proprietățile plasmei sunt similare cu ale săngelui, diferă doar valorile și culoarea (plasma este incoloră). Compoziția plasmei sanguine este foarte heterogenă.

Proteinele plasmaticice le revin următoarele roluri:

- Albuminele au rol de transport al unor substanțe minerale (Cu, Ca, Fe), hormoni, pigmenti biliaři, precum și rol în presiunea coloid-osmotică a săngelui. Scăderea albuminelor compromite schimburile de la nivelul capilarilor.
- Globulinele au rol în transportul subsanțelor prin sânge, în coagularea acestuia și contribuie, alături de albumine, la presiunea oncotica. O anumită clasă a gammaglobulinelor, numită clasa imunglobulinelor, reprezintă suportul chimic al anticorpilor.
- Fibrinogenul are rol în coagularea săngelui, prin trecerea sa din starea solubilă într-o rețea insolubilă, numită cheag de fibrină.
- Alte roluri ale proteinelor plasmaticice: determinarea vâscozității și densității plasmei; regarea echilibrului acidobazic (proteinile sunt substanțe amfotere, adică au proprietatea de a se comporta atât ca baze, cât și ca acizi, în funcție de pH-ul mediului, jucând rol de sistem tampon).
- Plasma conține proteine cu roluri specifice în reglarea funcțiilor (hematopoieză, reglarea tensiunii arteriale, apărarea antiinfecțioasă etc.).

Substanțele anorganice din plasmă sunt reprezentate de săuri minerale. Ele se întâlnesc în două forme principale: legate de proteinele plasmei (decic, nedifuzibile) și libere în plasmă (difuzibile). Activitatele chimice ale anionilor și cationilor plasmei sunt egale între ele și reprezintă, în medie, căte 155 mEq/l. Dintre cationi, cei mai importanți sunt Na^+ , K^+ , Ca^{++} , și Mg^{++} , iar dintre anioni Cl^- , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} .

HEMOSTAZA

Hemostaza reprezintă totalitatea mecanismelor care intervin în oprirea săngerării. Ea se desfășoară în trei etape: 1. Timpul vasculo-plachetar (hemostaza primară sau temporară). 2. Timpul plasmatic (hemostaza secundară sau coagularea săngelui). 3. Timpul trombodinamic (retractia cheagului și fibrinoliza).

Timpul vasculo-plachetar (hemostaza primară)

Începe odată cu lezarea vasului. Prima reacție constă în vasoconstricția peretelui acestuia, produsă atât reflex, cât și sub acțiunea serotoninei. Urmează aderarea trombocitelor la nivelul plăgii, agregarea și metamorfoza vâscăsă a acestora cu vasul, ducând la oprirea săngerării în 2 - 4 minute. Acest timp se prelungescă în afecțiuni vasculare sau trombocitare.

Timpul plasmatic – coagularea săngelui

Coagularea săngelui este un proces fizico-chimic complex de transformare a săngelui din stare lichidă în stare de gel, prin trecerea fibrinogenului din forma solubilă într-o rețea insolubilă de fibrină. Înă din prima fază a hemostazei are loc eliberarea din trombocite a unor factori de coagulare. Tot în timpul hemostazei primare se produce activarea factorilor plasmatici.

Factorii coagulařii. La coagulare participă numeroase substanțe. Ele se grupează în următoarele categorii de factori:

- factori plasmatici;
- factori plachetari;
- factori tisulari.

Factorii plasmatici ai coagulařii sunt în număr de 13. Ei se notează cu cifre romane. Factorul I (F.I) = fibrinogenul, proteină care, în procesul coagulařii, se transformă în fibrină insolubilă.

F.II = protrombina, globulină plasmatică fabricată de ficat în prezența vitaminei K. În procesul coagulařii se transformă în trombină,

F.III = tromboplastina este un complex enzimatic lipoproteic, ce apare în procesul coagulařii. Există două tromboplastine: tromboplastina plasmatică sau intrinsecă și tromboplastina tisulară sau extrinsecă.

F.IV = ionii de calciu (Ca^{2+}) sunt indispensabili coagulařii. Ei intervin în aproape toate fazele coagulařii. Blocarea Ca^{2+} cu ajutorul citratului sau oxalatului de sodiu împiedică coagularea.

Factorii V, VI, VII acceleră formarea tromboplastinelor.

F.VIII = factorul antihemofitic A este o globulină plasmatică, ce intră în compoziția F.III intrinsec. În lipsa acestui factor se produce o boală gravă, numită hemofilia A.

F.IX = factorul Stuart-Prower este principalul component al ambelor tromboplastine. F.XI = factorul antihemofitic C este alt precursor al tromboplastinei intrinseci.

F.XII = factorul de contact (factorul Hageman) este o proteină plasmatică ce se găsește sub formă inactivă și se activează la contactul cu suprafețele lezate și cu fibrele de colagen. Această factor inițiază coagularea săngelui.

F.XIII = factorul stabilizator al fibrinei (F.S.F.) este o proteină care intervine în stabilizarea rețelei de fibrină, făcând-o insolubilă.

Factorii trombocitari ai coagulařii se notează cu cifre arabe. Mai importanți sunt: F.3. – factor tromboplastic, component al tromboplastinei intrinseci;

F.4. – antiheparina plachetară, care se opune acțiunii anticoagulante a heparinei;

F.7. – trombostenina, proteină cu proprietăți enzimaticice și contractile, curioz în retracția cheagului.

Toți acești factori sunt eliberați de trombocite, la începutul hemostazei. În același timp, trombocitele mai transportă serotonina (F.5.). Factorul tisular al coagulařii este reprezentat de o substanță lipoproteică. În procesul coagulařii ea activează factorul VII și, în prezența lui VII activat și a calciului, determină activarea F.X. În procesul coagulařii ea se activează sub influența F.VII și a Ca^{2+} (fig. 8).

Dinamica procesului de coagulare. Coagularea săngelui se desfășoară în trei faze:

- fază I – formarea tromboplastinei are loc pe două căi, extrinsecă și intrinsecă. Aceasta este fază cea mai laborioasă și durează cel mai mult, 4 - 8 minute.
- fază a II-a – formarea trombinei durează 10 s; tromboplastina transformă protrombina

CALEA INTRINSECĂ	CALEA EXTRINSECĂ
vas lezat tisuturi	trombocite (tromboplastina tisulară) factor proteic lipidic

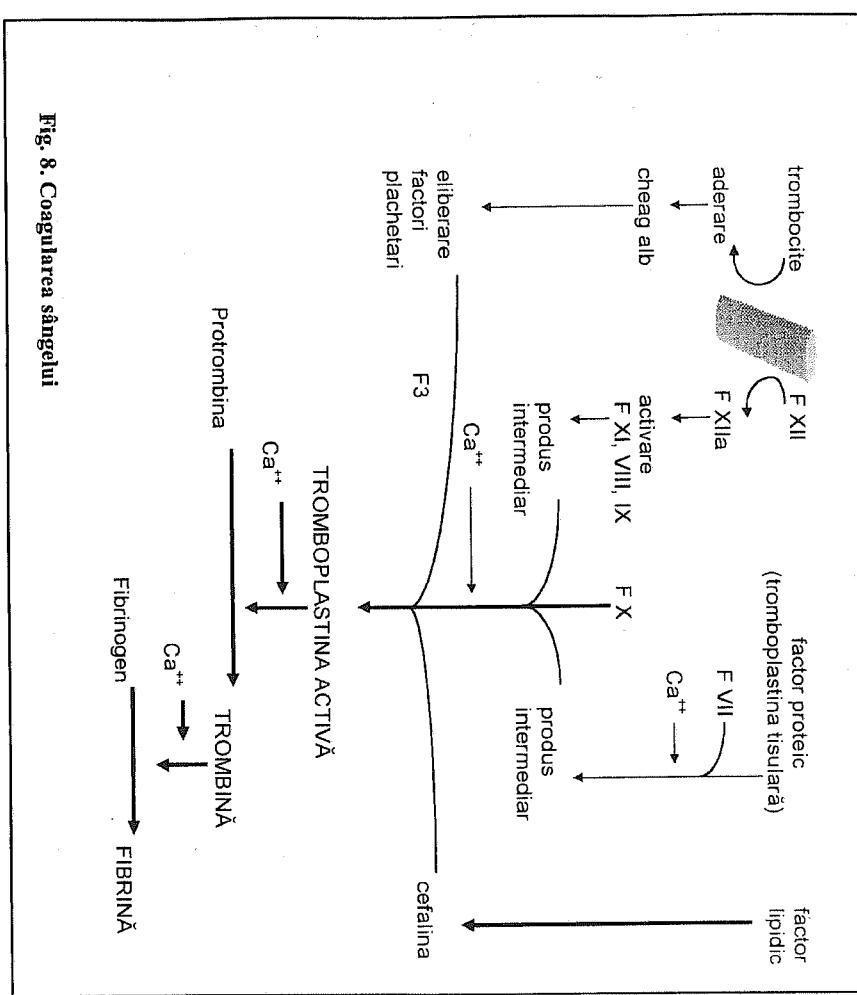


Fig. 8. Coagулarea sângelui

- faza a III-a – formarea fibrinei durează 1–2 s. Trombina desface, din fibrinogen, niște monomeri de fibrină, care polimerizează spontan, alcătuind rețea de fibrină, ce devine insolubilă sub acțiunea F XIII. În ochiurile rețelei de fibrină se fixează elementele figurate și sangerarea se oprește.

Timpul trombodinamic al hemostazei

După coagулare are loc, sub acțiunea trombosteninei plachetare, un proces de retracție a cheagului. Din cheag este expulzat un lichid gălbui, numit ser. Serul este plasma fără fibrinogen și protrombină, ce s-a consumat în procesul de coagулare. Retracția cheagului durează 2–24 ore. După retracție, cheagul suferă treptat un proces de dizolvare, numit fibrinoliză. Aceasta se întâmplă unei enzime proteolitice, plasmina (fibrinolizina), activată și ea în timpul coagулării. Fibrinoliza are drept efect îndepărtarea cheagului și dezobturarea vasului prin care se poate relua circulația. În felul acesta au fost îndepărtate toate consecințele lezării vasului.

Tulburările hemostazei pot apărea în oricare din cele trei timpi. Aceste tulburări constituie sindromul hemoragic. Activarea fibrinolizei se produce simultan cu activarea coagулării, prin factori comuni. Astfel, factorii XII și XI, activați, stimulează și activatorii fibrinolizei. Procesul de coagулare evaluatează mai rapid, iar cel de fibrinoliză mai lent. Activatorii fibrinolizei pot fi și de proveniență exogenă. Unele veninuri de șarpe sau toxine microbiene produc fibrinoliză.

FUNCȚIA DE APĂRARE A SÂNGELUI

Organismul uman vine permanent în contact cu agenți patogeni (purtători de antigen) sau cu antigeni libere. Antigenul este o substanță macromoleculară proteică sau polizaharidică străină și care, pătrunsă în mediul intern, declanșeză producția de către organism a unor substanțe specifice, numite anticorpi, care neutralizează sau distrug antigenul. Anticorpii sunt proteine plasmaticice din clasa gamaglobulinelor. Există două tipuri fundamentale de apărare:

1. apărare nespecifică;

2. apărare specifică.

Funcția de apărare nespecifică (îmăscată) este o calitate a speciei. Se realizează prin mecanisme celulare (fagocioza) și humorale (complementul, interferonii). Apărarea nespecifică este o apărare primitivă, cu eficiacitate medie, dar este foarte promptă. La ea participă celule și substanțe preformate.

Apărarea specifică (dobândită) se dezvoltă în urma expunerii la agenți capabili să inducă un răspuns imun (imunogene). Este de două feluri: **dobândită naturală**: a. pasiv, prin transfer transplacentar de anticorpi; b. activ, în urma unei boli; **dobândită artificială**: a. pasiv, prin administrare de antitoxine și gammaglobuline; b. activ, vaccinare.

Răspunsul imun specific are două componente – răspunsul imun primar și răspunsul imun secundar (anamnestic) - și trei caracteristici:

- recunoașterea structurilor proprii;
- specificitate (capacitatea anticorpiilor și a limfocitelor de a reacționa numai cu imunogenul omogen);
- memorie imunologică (permite anticorpiilor și limfocitelor sensibilizate să rețină imunitatea umorală, care implică limfocitele T, și imunitatea mediata celulară (celulară), care implică primar limfocitele T).

Răspunsurile imune specifice sunt mediate prin două mecanisme interdependente: imunitatea umorală, care implică limfocitele B, și imunitatea mediata celulară (celulară), care implică primar limfocitele T.

La contactul cu antigenul specific, recunoscut de către limfocite datorită receptorilor de pe membrane, are loc activarea și transformarea lor în limfoblasti, celule limfocitare tinere care încep să se dividă intens. Se activează numai limfocitele clonice specifice antigenului respectiv. Prin diviziuni succeseive, limfoblastii B se diferențiază în două populații celulare: a. plasmocitele, celule capabile să fabrică intenșii anticorpi specifici; b. limfocite B, cu memorie, celule ce vor reacționa mai prompt la un nou contact cu antigenul.

Celulele cu memorie trăiesc ani de zile, asigurând o protecție îndelungată față de boala respectivă. Limfocitele T helper stimulează procesul de activare a limfocitelor B, iar limfocitele T supresoare îl reduc, prevenind răspunsuri imune exagerate. La contactul limfocitelor T cu antigenele de pe suprafața celulelor unor organe străine grefate sau al unor celule proprii denaturate sau canceroase are loc, de asemenea, activarea și transformarea blastică a acestora. Similar cu celulele B, clona limfocitelor T activate se multiplică intens și se separă în celulele

T de atac sau citotoxice și celule T "cu memorie". Limfocitele T citotoxice se dispun în jurul celulei sau organului străin și-l distrug.

Unele limfocite T activate de antigen dobândesc și proprietăți secretorii. Ele fabrică și eliberează în țesuturi o serie de substanțe active, numite limfokine. Aceste substanțe au rol de stimulare a multiplicării clonale de limfocite T activate (autostimulare), sau de stimulare a granulocito- și monocitozei, de atragere a polinuclearelor spre focarul de infecție etc.

La procesul de activare prin antigen a limfocitelor participă și macrofagile, care fagoctează antigenul, îl prelucră și îl prezintă limfocitului într-o formă mai accesibilă. Prin toate aceste mecanisme se asigură neutralizarea sau distrugerea antigenului și vindecarea organismului, care devine apoi imun față de agentul cauzal al bolii respective. Vaccinarea declanșeză, în principiu, aceleași mecanisme imunitare, cu deosebirea că reacțiile produse în organism sunt mai puțin zgâromoase. Efectul final este identic: dobândirea imunității.

ALTE FUNCȚII ALE SÂNGELUI

Funcțiile sângelui sunt reprezentate de funcțiile componentelor sale, deja descrise. În afară de acestea, sângele îndeplinește rolul de sistem de integrare și coordonare umorală a funcțiilor prin hormoni, mediatorii chimici și cataboliți pe care-i vehiculează.

De asemenea, sângele are rol de îndepărțare și transport spre locurile de excitație a substantelor toxice și neutrizabile. Datorită conținutului său bogat în apă, sângele are rol de termoregare.

GRUPELE SANGVINE – TRANSFUZIA

Membrana hematilor are în structura sa numeroase tipuri de macromolecule polizahidice și glicoproteice, cu rol de antigene, numite aglutinogene. În plasmă se găsesc o serie de gammaglobuline cu rol de anticorpi numite aglutinine. Cele mai importante aglutinogene întâlnite la om sunt aglutinogenul zero (0), A, B, iar cele mai frecvent întâlnite aglutinine sunt: a - omologa aglutinogenului A; b - omologa aglutinogenului B.

Prin excludere reciprocă a aglutininelor și aglutinogenelor omoloage, în decursul evoluției umane s-au constituit mai multe sisteme imunologice sangvine. Cele mai importante în practica medicală curentă sunt:

1. Sistemul OAB
2. Sistemul Rh

Sistemul OAB

Potrivit regulii excluderii aglutininelor cu aglutinogenul omolog (a cu A și b cu B) nu pot exista indivizi posesori de aglutinogen și aglutinină omologă. Întâlnirea aglutinogenului cu aglutinina omologă duce la conflict imun, antigen-anticorp și la distrugerea hematilor. Combinatiile și coexistențele posibile, tolerate imunoologic, sunt în număr de patru și reprezintă cele patru grupe sangvine în care se poate repartiza populația globală pe baza sistemului OAB:

- grupa O (zero) sau I;
- grupa A sau a II-a;
- grupa B sau a III-a;
- grupa AB sau a IV-a.

Grupa zero. Cuprinde toți indivizii care au pe membrana eritrocitelor (și a altor celule) aglutinogenul zero. În mod natural, acestui aglutinogen nu-i corespunde o aglutinină antizero. În plasma indivizilor zero pot coexista ambele aglutinine, a și b.

Sistemul Rh

S-a constatat că 85% din populația globului mai posedă pe eritrocite, în afară de antiaglutinogen. Toți indivizii posesori de antigen Rh sunt considerați Rh pozitiv, iar cei 15% care nu posedă antigenul Rh sunt Rh negativ. În mod natural nu există aglutinine omoloage anti-Rh, dar se pot genera fie prin transfuzii repetitive de sânge Rh⁺ la persoane Rh⁻, fie prin sarcina cu fată Rh⁺ și mama Rh⁻. În ambele situații, aparatul imunitar al gazdei reacționează față de aglutinogenul Rh, ca față de un antigen oarecare, prin activarea limfocitelor urmată de producerea de anticorpi anti-Rh. Acești anticorpi vor reacționa cu aglutinogenele Rh de pe suprafața hematilor și vor produce hemoliza.

În cazul mamei Rh negative al căror soț este Rh pozitiv, datorită caracterului dominant al genei care codifică sinteza aglutinogenului Rh, copiii rezultă vor moșteni caracterul Rh pozitiv. Prima sarcină poate evoluă normal, deorece, în mod obișnuit, hematii Rh⁺ ale fătului nu pot traversa placenta și deci nu ajung în circulația maternă. La naștere însă, prin rupturile de vase sangvine ce au loc în momentul dezlipirii placentei de uter, o parte din sângele fetal trece la mamă și stimulează producția de aglutinine anti-Rh. La nouă sarcină, aceste aglutinine (care pot traversa capilarele placentare) pătrund în circulația fetală și pot distruge hematii fătului, uneori ducând chiar la moartea acestuia, atunci când aglutinile sunt în concentrație mare.

APARATUL LOCOMOTOR

Aparatul locomotor este alcătuit din sistemele care participă, pe de o parte, la sustinerea corpului, iar pe de altă parte la locomoție sau la deplasarea diferențelor segmente ale acestuia. În alcătuirea aparatului locomotor intră oasele și articulațiile care formează sistemul osteoarticular, cu rol pasiv în mișcare, și sistemul muscular, format din mușchi reprezentând organe active ale mișcării.

ANATOMIA SISTEMULUI OSOS

Cuprinde oase, organe dure și rezistente datorită compozitiei chimice, cât și arhitecturii sistemului osos.

După forma lor, oasele se clasifică în:

Forma oaselor	Exemplu
1. Oase lungi - predomină lungimea.	Femur, tibia, fibula, humerus, radius, ulna.
2. Oase late - predomină lățimea și înălțimea.	Coxal, omoplat, parietal, frontal, occipital, stern.
3. Oase scurte - cele trei dimensiuni sunt aproximativ egale.	Carpiene, tarsiene.
4. Oase neregulate.	Vertebre, sfenoid, etmoid, mandibulă.
5. Oase pneumaticce - conțin caviatii cu aer.	Frontal, maxilar, etmoid, sfenoid.

Există și oase, cum ar fi rotula, care se găsesc în grosimea unui tendon (tendonul cvadricepsului femural). Aceste oase se numesc sesamoïde. Există, de asemenea, și oase alungite, cum ar fi coastele și clavicula, la care predomină lungimea, dar care nu prezintă diafiza și epifize, așa cum au oasele lungi.

Oasele prezintă suprafețe articulare cu cele vecine, acoperite de un cartilaj articular hialin; de asemenea, prezintă apofize și tuberozități pe care se prind mușchii, cauzate de tracțiunea acestora asupra oaselor, șanțuri și fosete determinate de presiuni exercitate asupra osului.

STRUCTURA OSULUI

Prin arhitectura sa, osul este adaptat funcției de a rezista la presiune și tracțiune, supunându-se principiului "cu material puțin, maximul de rezistență".

La nivelul corpului oaselor lungi (diafiza) se remarcă, în centru, canalul central, care adăpostește măduva osoasă, rosie la fat (formea ză hematiții), galbenă la adult (depozit de grăsimi), cenușie la bătrâni (fără funcție). În jurul canalului central se află o zonă de țesut osos compact,

care are în structură să sisteme haversiene (osteocane), unități morfofuncționale ale țesutului osos. În centrul osteonului se află canalul Hawers (vizibil la microscop), care conține țesut conjunctiv și vase de sânge. În jurul canalului Hawers sunt dispuse 5 - 30 lamele osoase concentrice, între care se află cavități numite osteoplaste, în interiorul cărora sunt adăpostite osteocitele. În afara țesutului osos compact se dispune periostul, o membrană conjunctivo-vasculară cu rol în creșterea osului în grosime și în refacerea țesutului osos la nivelul fracturilor. Periostul este alcătuit din fibre conjunctive și este bogat vascularizat și inervat. La exterior prezintă o pătură fibroasă, iar la interior o pătură osteogenică, cu rol în formarea țesutului osos. La locul de unire a diafizei cu epifiza, oasele tinere prezintă cartilajul de creștere, responsabil de creșterea în lungime a oaselor, care începează în jurul vîrstei de 20 de ani.

Epifizele au în structură lor țesut spongios în interior și țesut compact la periferie. Țesutul spongios este format din lamele osoase care se întretăiește și delimită spății numite areole, pline cu măduvă roșie. Areolele sunt echivalente canalului central din diafiza oaselor lungi. Oasele scurte au la interior țesut spongios, cu areole, iar la exterior o pătură de țesut compact. Oasele late au în interior țesut spongios, numit diplo, iar la exterior o pătură de țesut compact. După cum am văzut, în canalul central al diafizei oaselor lungi, ca și în areolele osului spongios din interiorul oaselor scurte și late, se află măduvă osoasă. Ea prezintă trei varietăți: roșie, galbenă și cenușie. Măduva roșie are rol hematopoietic; la adult, se află în țesutul spongios din interiorul oaselor scurte și late, cât și în interiorul epifizelor oaselor lungi. Măduva galbenă se găsește în canalul central din diafizele oasei lungi ale adultului și este bogată în țesut adipos (rol de rezervă). În oasele persoanelor în vîrstă există măduvă cenușie, fără rol funcțional.

DEZVOLTAREA ȘI CREAȚIA OASELOR

Dezvoltarea oaselor are loc prin procesul de osteogenезă, care constă în transformarea țesutului cartilaginos sau conjunctivo-fibros al embrionului și apoi al fizului în scheletul osos al adulțului.

Procesul are loc în două faze:

- fază de osificare primară, în care predomină procesele constructive în urma cărora se realizează osul brut, nefuncțional;
- fază de osificare secundară (de remaniere), în care procesele constructive se realizează concomitent cu cele de distrugere și care duce la formarea osului funcțional, cu lamelele osoase dispuse pe direcția liniei de forță. După originea lor (țesut conjunctiv sau cartilaginos), oasele se pot împărti în oase de membrană, dezvoltate prin osificare desmală, și oase de cartilaj, dezvoltate prin osificare endondrală.

Osificarea desmală (de membrană) dă naștere oaselor boltii cutiei craniene, parțial claviculelor (corpul) și mandibulei. Această osificare realizează și creșterea în grosime a oaselor lungi pe seama pătruirii interne (osteogene) a periostului. În membrana conjunctivă, în niște zone numite centre de osificare, fibrele collagene se înmulțesc și se adună în fascicule. Oseina (substanța preosoașă), secreteată de osteoblaste înglobează fibrele collagene. Prin mineralizarea oseinei (impregnarea ei cu săuri fosfo-calcice) sub acțiunea unor enzime, se formează lamelele osoase. Osificarea iradiază de la centrul la periferie, repetându-se și în alte centre de osificare.

Prin fuzionarea tuturor centrelor de osificare se formează osul definitiv.

Osificarea encondrală dă naștere oaselor membrelor, oaselor scurte și oaselor bazei craniului; de asemenea, prin acest tip de osificare se realizează creșterea în lungime a osului la nivelul cartilajului de creștere (cartilajul diafizo-epifizan). În modelul cartilaginos al unui os lung apar puncte de osificare, mai întâi în diafiză, ulterior și în epifize. Aceste puncte se numesc puncte de osificare primitivă. Într-o primă etapă, celulele cartilaginoase se multiplică, se hipertrófiază, după care încep să degenereze, lăsând în locul lor niște caviități. În jurul acestora, în substanță fundamentală a cartilajului se depun săuri de calciu care formează o serie de linii (travee) directive.

În etapa următoare, din pericondru, membrana care acoperă modelul cartilaginos, pleacă muguri conjunctivo-vasculari, care pătrund în cavitate, distrug pereții acestora și le transformă în canale pline cu țesut conjunctivo-vascular, care îmantau progresiv în piesa cartilaginoasă. În țesutul conjunctiv din canale începe procesul de osteogeneza. Celulele mezenchimale se aşază pe pereții traveelor, devinând osteoblaști, care încep să secrete oseina (substanță preosoașă). Aceasta se impregnează ulterior cu săuri fosfo-calcice, formându-se astfel țesutul osos primar. La oasele lungi, osteoclastele aduse de muguri conjunctivo-vasculari distrug osul primar și formează în partea centrală a diafizei canalul medular. Măduva din interiorul canalului medular se formează tot pe seama acestor muguri conjunctivo-vasculari. În urma remanierii osoase se vor forma sistemele Hawers în diafiză și țesutul spongios, în epifize și în oasele scurte.

Osificarea epifizelor începe mai târziu, după ce ele au ajuns aproape de dimensiunile definitive.

Rămân cartilaginoase, până în jurul vîrstei de 20 de ani, doar cartilajele de conjugare (diafizoepifizare sau de creștere). Celulele acestor cartilaje proliferează numai spre diafiză, realizând astfel procesul de creștere a osului (creșterea în grosime este realizată de zona internă, osteogenă, a periostului).

După ce procesul de creștere a încetat, epifizele rămân acoperite cu un strat subțire de cartilaj hialin, numit cartilaj articular. În jurul vîrstei de 20 - 25 de ani, când creșterea în lungime a încetat, cartilajele de creștere sunt înlocuite de țesut osos, iar epifizele se sudează la diafize. Punctele de osificare secundară apar mai târziu în diferite regiuni ale osului, determinând formarea de apofize, tuberozități, fețe articulare, creste osoase.

Osteogeneza este un proces general al organismului. Ea se face sub influența unor enzime cu rol în calcificare (fosfataze), a unor vitamine (D, C, A), a unor hormoni (hipofizari, tiroïdieni, paratiroïdieni, sexuali) și a altor factori metabolici.

SCHELEȚUL CAPULUI

Este alcătuit din neurocraniu, care adăpostește encefalul, și din viscerocraniu, unde se află segmentele periferice ale organelor de simt, cât și primele segmente ale aparatelor respirator și digestiv (fig. 9).

Neurocraniul are forma unui ovoid, cu partea mai voluminoasă situată posterior, prezintând o bază și o boltă. Oasele boltii sunt legate între ele prin suturi. Sutura sagitală unește cele două oase parietale, sutura coronară unește scuama frontalului de oasele parietale, iar sutura lambdoidă unește parietalele de scuama occipitalului. Toate aceste suturi sunt dințiate (prezintă

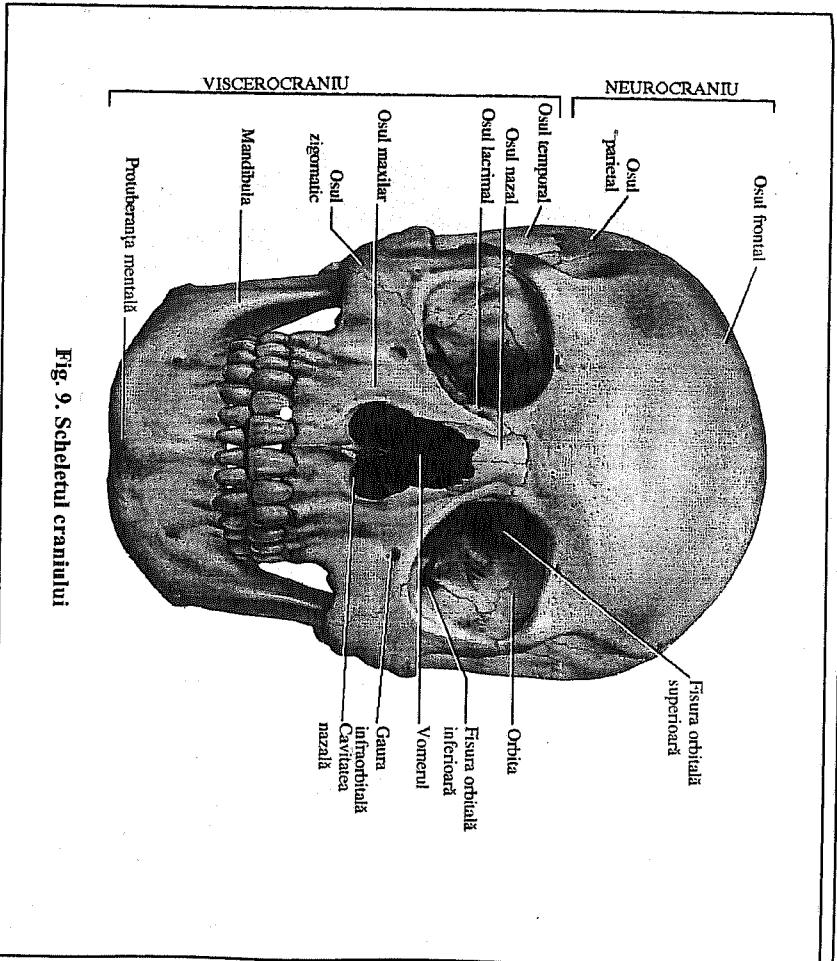


Fig. 9. Scheletul craniului

dinti care se întrepărund). Parietalele sunt unite la scuama temporalului printr-o sutură solzoasă (marignile oaselor care se articulează se subțiază și se aplică una peste alta ca solzii de pește). Baza neurocraniului este formată din porțiunea orbitală a osului frontal, de osul etmoid, de sfenoid, de stârca oaselor temporale și de osul occipital (fig. 10 și 11). Baza craniului este prevăzută cu orificii prin care ies nervii cranieni, precum și vase jugulare interne și întră o serie de artere (carotida internă, vertebrală, arterele meninge). Unul dintre orificii este mai mare și se numește gaura occipitală. La nivelul acestuia, măduva se continuă cu bulbul, iar meningele spinale cu meningele cerebrale. Tot pe aici intră și artera vertebrală.

Mențiionăm și altele orificii mari, cum ar fi gaura jugulară prin care ies din craniu nervii glosofaringian, vag și accesori, cât și vena jugulară internă, gaura rotundă, prin care iese nervul maxilar, gaura ovală prin care iese nervul mandibular (nervul maxilar și nervul mandibular sunt ramuri din nervul trigemen), fisura orbitală superioară, prin care intră în orbită nervii oculomotor, trohlear, abducens și rama nervului oftalmică a nervului trigemen, precum și gaura optică, prin care iese din orbită nervul optic și intră artera oftalmică.

Neurocraniul este alcătuit din patru oase neperechi - frontal, etmoid, sfenoid și occipital - și din două oase perechi - temporale și parietale.

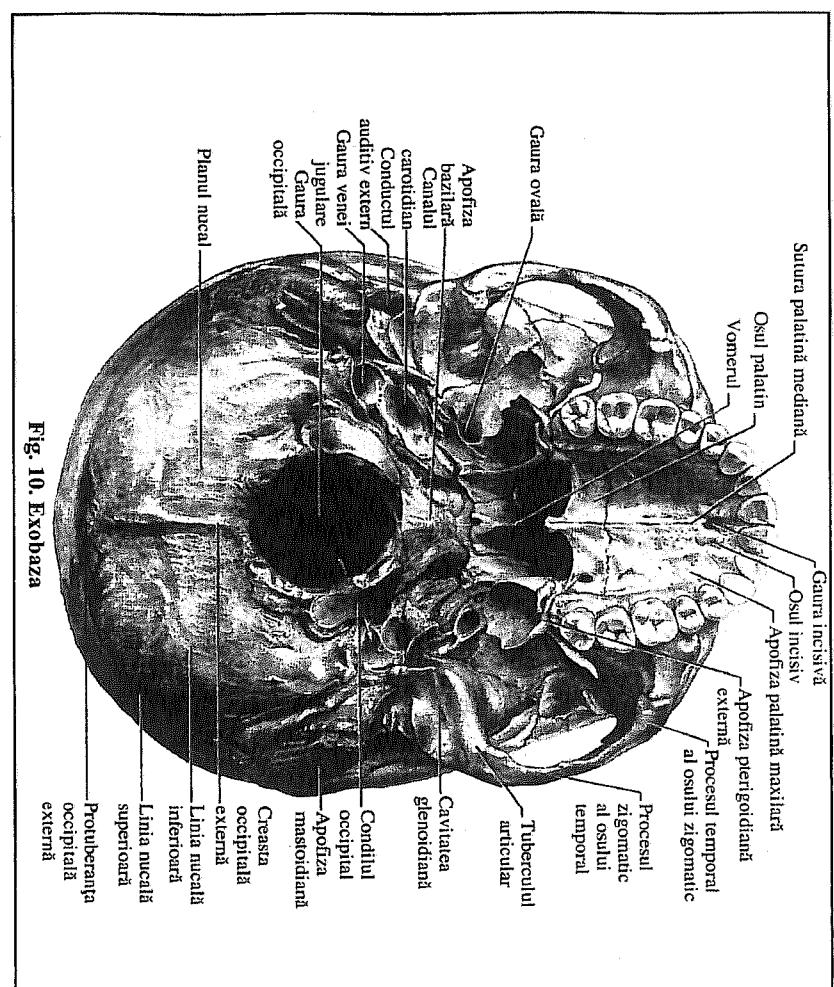


Fig. 10. Exobaza

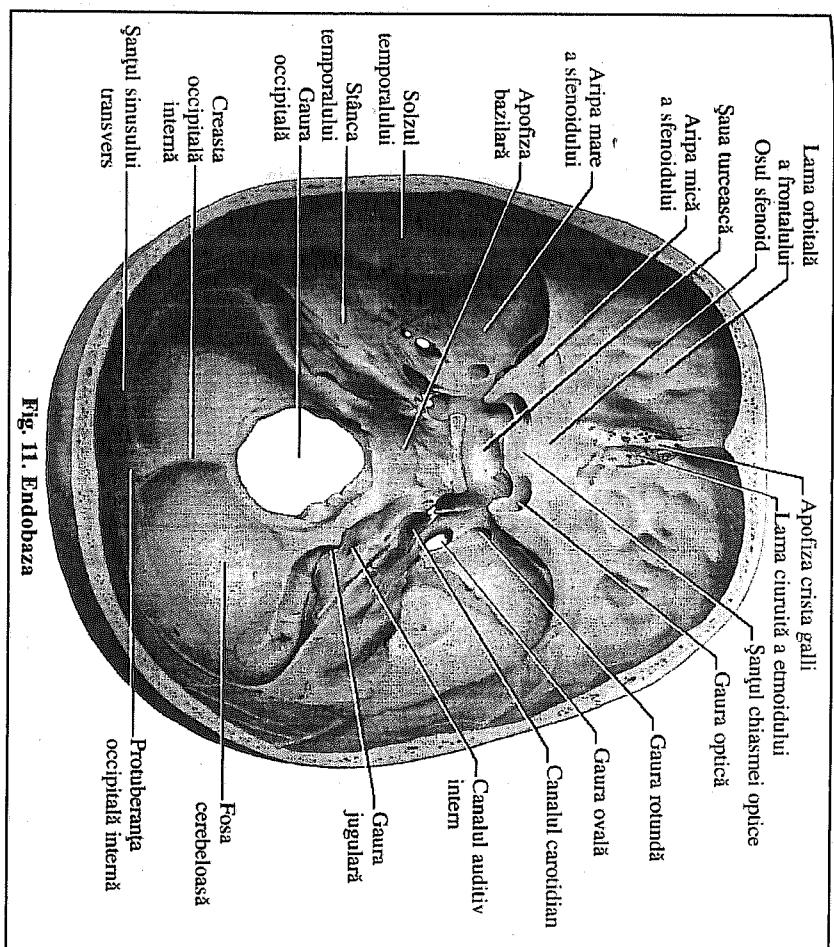


Fig. 11. Endobaza

Neurocraniul

Numele osului	Situatie	Elementele anatomicice	Detalii
1. Osul frontal	În partea anteroară a neurocraniului, participând la formarea boltii și bazei craniului. Portiunea orizontală formează peretele superior al orbitei.	Portiunea verticală (sciera frontohumerului) formează fruntea. Prezintă o față exocranială și o față endocranială. Sprâncenoase se văd tuberozitățile frontale. Arcurile sprâncenoase se termină prin procesul zigomatic al frontalului. Pe față endocranială, medial, se observă creasta frontală internă, care se continuă în sus cu řanțul sinusului sagital. La întâlnirea portiunii verticale a frontalului cu portiunea orizontală se află řinusul frontal.	Pe față exocranială, în partea inferioară se află globela, iar lateral arcurile sprâncenoase, sub care se află marginea supraorbitală a frontalului, prevăzută cu gaura supraorbitală, prin care ies artera și nervul omonim. Deasupra arcurilor sprâncenoase se văd tuberozitățile frontale. Arcurile sprâncenoase se termină prin procesul zigomatic al frontalului. Pe față endocranială, medial, se observă creasta frontală internă, care se continuă în sus cu ţanțul sinusului sagital. La întâlnirea portiunii verticale a frontalului cu portiunea orizontală se află ţinusul frontal.

Neurocraniul - continuare

Numele osului	Situatie	Elementele anatomicice	Detalii
2. Osul etmoid (fig. 12)	Înapoia osului frontal. Aparține bazei cranului și participă la formarea orbitelor și a foselor nazale.	Partea orizontală (lama ciuruită). Portiunea verticală, cu două segmente: superior și inferior.	Prezintă o serie de orificii prin care trec nervii olfactivi. Segmentul superior este numit crista galli și oferă inserția coasei creterului. Segmentul inferior este reprezentat de lama perpendiculară a etmoidului, care se articulează inferior cu vomerul, formând portiunea osoasă a septului nazal.

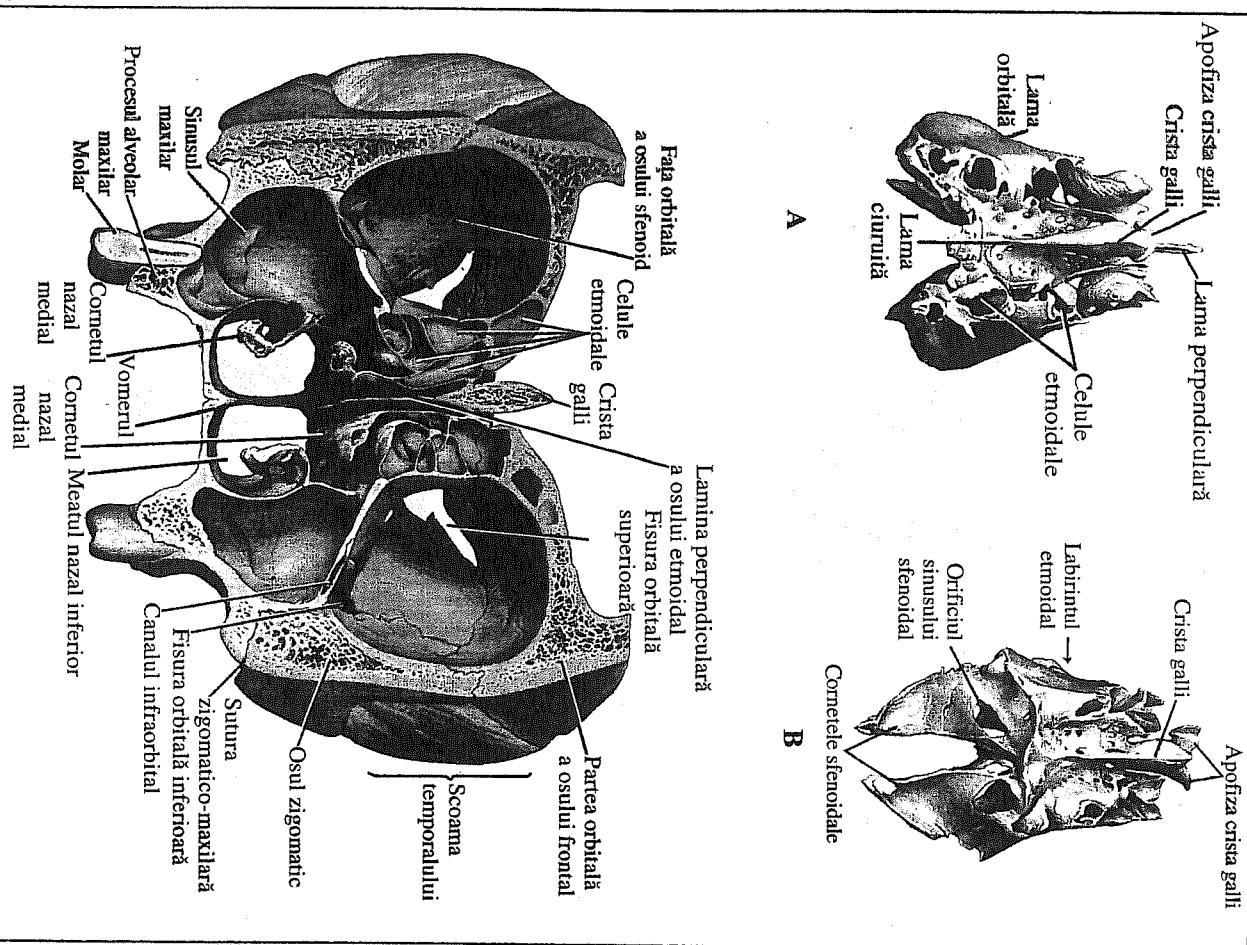


Fig. 12. Ethmoïdul. A- lamele orbitale; B- labirintul etmoidal, C- masele laterale etmoidale

Numele osului	Situatie	Elemente anatomicice	Detalii
3. Osul sfenoid (fig. 13)	În apoiul etmoidului și anterior de portiunea bazilară a occipitalului. Are formă de fluture, cu aripile întinse.	Corpul, situat central, are formă cubică.	Pe fața superioară a corpului se află șaua turcească, iar pe părțile laterale șanțul arterei carotide interne. În corpul sfenoidului se află sinuzurile sfenoidale.
Aripile mari.		Aripile mici.	Sunt situate lateral de corp și anterior. Sunt situate lateral de corp și anterior.
			Sunt situate în partea medială, gaura rotundă și ovală. În trei aripile mari și mici se află fisura orbitală superioară, iar medial, gaura optică. Între cele două găuri optice se află șanțul optic, care adăpostește chiasma optică.
		Procesul pterigoid.	Se detasează de pe față inferioară a corpului sfenoidului. Ofere inserție mușchilor pterigoidieni (mediali și laterali).
4. Osul occipital	Participă la formarea bazei craniului și a bolții craniene.	Apofiza bazilară situată în partea anterioară.	Pe față endocranială prezintă o adâncitură numită clivus, în care se află puncta și anterioară. Pe față exocranială prezintă tuberculul faringian.
		Scuama occipitalui.	Pe față exocranială prezintă creasta occipitală externă, care se termină la protuberanța occipitală externă. Lateral de protuberanță occipitală externă se află linia nucală superioară și inferioară și paralel cu ea, linia nucală inferioară. Pe față endocranială se observă un șant longitudinal și unul transvers.
		Masele laterale.	Pe față exocranială se observă condiții occipitale. Înaintea lor se află canalul nervului hipoglos, prin care părăsește craniul nervul hipoglos, iar înapoi canalul condilian, prin care intră o venă mică ce unește sistemul venos exocranial cu cel endocranial.
5. Oasele temporale (fig. 14)		Scuama temporalului.	Pe față exocranială se prinde mușchiul temporal. De pe față exocranială pleacă procesul zigomatic, care formează arcada zigomatică cu procesul temporal al osului zigomatic. Sub procesul zigomatic se află fosa mandibulară, care se articulează cu condilul mandibulei, formând articulația temporo-mandibulară. Fata endocranială a scuamei vine în raport cu lobul temporal.
		Stârca temporală.	Conține urechea medie și internă, canalul carotic și canalul nervului facial.

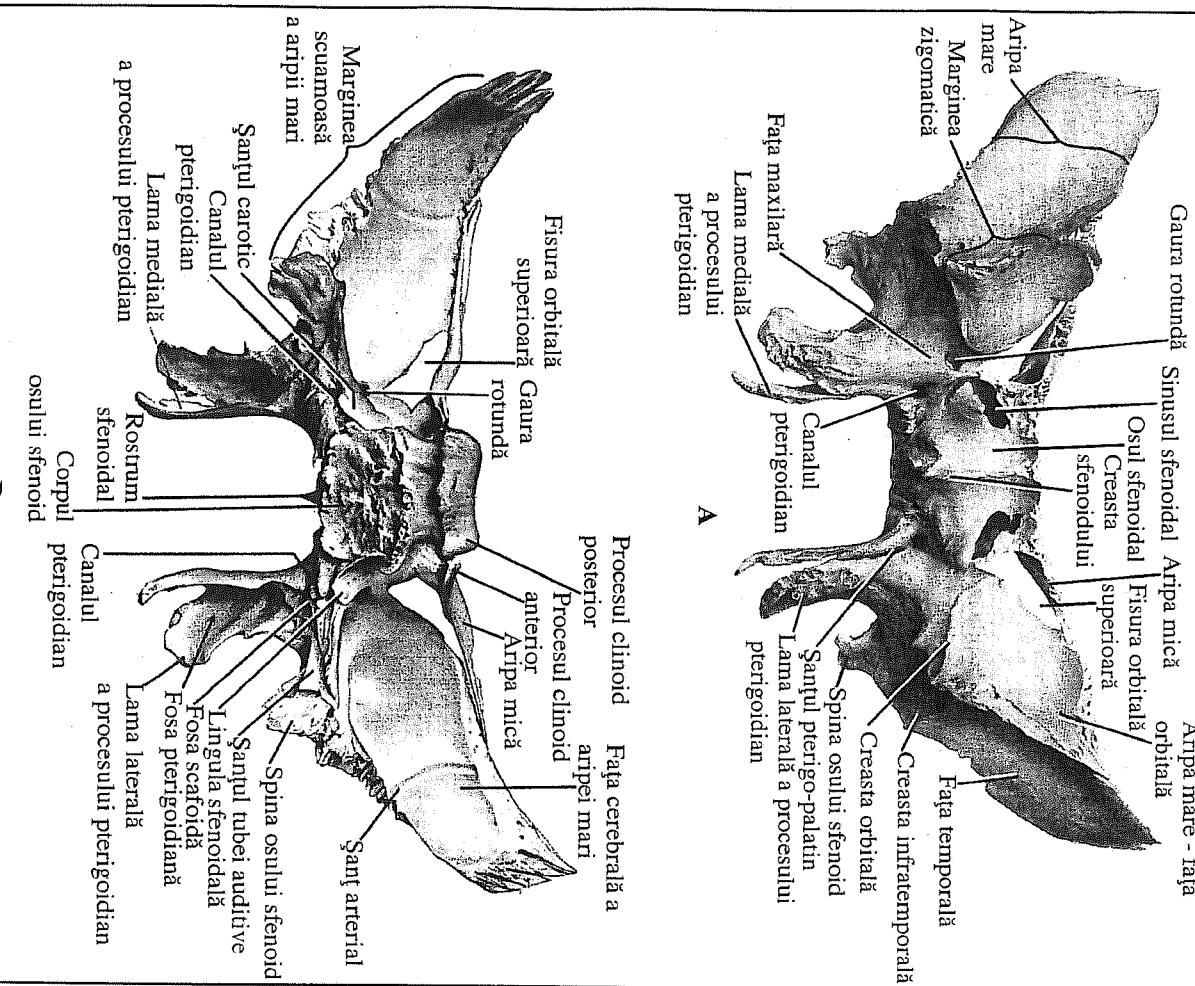


Fig. 13. Sfenoidul. A- față externă; B- față orbitală

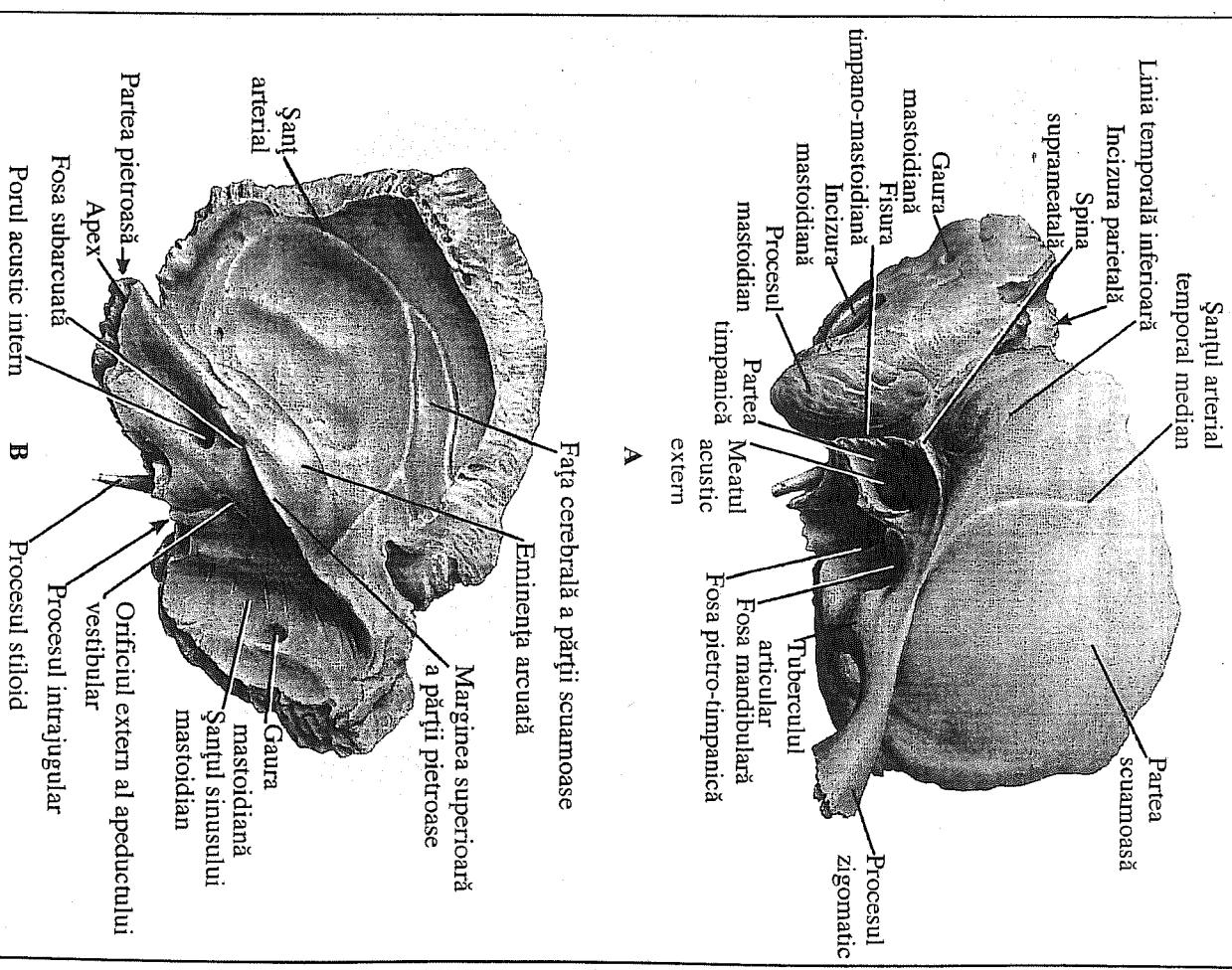


Fig. 14. Temporalul. A- față laterală; B- față medială

Neurocraniul - continuare

Numele osului	Situatie	Elemente anatomicice	Detalii
5. Oasele temporale - continuare (fig. 14)		Apoftiza mastoidă.	Este o proeminență pe care se inseră mușchii sternocleidomastoidian. În interiorul său se află celule pneumatice, dintr-o parte una este mai mare (antrum) și comunică cu casa timpanului printr-un canal osos, numit aditus ad antrum.
		Osul timpanal.	Se dispune în jurul conductului auditiv extern, având formă de "U" majuscul.
		Procesul stiloid.	Se detachează de pe fața inferioară a stâncii. Pe el se prind o serie de mușchi (mușchii stilieni).

Viscerocraniul este format din 6 oase perechi (maxilare, palatine, nazale, lacrimale, zigomaticice și cornetele nazale inferioare) și două oase neperechi (vomerul și mandibula).

Viscerocraniul

Numele osului	Situatie	Elemente anatomicice	Detalii
1. Oasele maxilare	Prin sudare formează maxilia; ocupă centrul viscerocraniului.	Corpul osului maxilar este situat în centrul osului. Apofiza frontală. Apofiza zigomatică. Apofiza alveolară.	În interior se află sinusul maxilar. Partea superioară participă la formarea podisului orbitei. Este îndreptată în sus și se articulează cu osul frontal. Este îndreptată în afară, spre osul zigomatic. Prezintă 16 alveole dentare pentru dinții superiori.
2. Oasele palatine	Situate posterior de oasele maxilare.	Lama orizontală.	Se unește cu lamele orizontale ale osului palatin, formând palatul dur. Participă la formarea peretelui lateral al foselor nazale.
3. Oasele nazale	Sunt situate înaintea apofizei frontale a osului maxilar.	Au formă patrulateră.	Se articulează cu apofiza palatină a osului maxilar. Participă la formarea scheletului piramidei nazale.

Viscerocraniul - continuare			
Numele osului	Situatie	Elemente anatomicice	Detalii
4. Oasele lacrimale	Sunt situate înaintea apofizei frontale a osului maxilar.	Înaintea apofizei frontale a osului maxilar.	Au formă patrulateră. Participă la delimitarea peretelui intern al orbitei.
5. Oasele zigomaticice	Proeminență sub pielea obrajilor, formând pomelii obrajilor.	Corpul situat central.	Prezintă o față anteroioară convexă și una posterioară - concavă. De la nivelul corpului se detachează trei procese: frontal, temporal și maxilar, fiecare spre osul corespunzător.

8. Mandibula Este singurul os mobil, datorită articulației cu osul temporal (articulația temporo-mandibulară).

Ramurile mandibulei.	Corbul are formă de potcoavă.	Pe marginea superioară se află cele 16 alveole ale dinților inferiori. Pe linia mediană se află simfiza mentonieră, iar lateral de ea linia oblică a mandibulei, sub care se găsește gaura mandibulei prin care intră nervul și artera alveolară inferioară.
		Pe față exterană se prinde mușchii maseter, iar pe față internă mușchii pterigoidian medial. Superior, marginea mandibulei prezintă dinainte înapoi procesul coronoid pe care se prinde mușchii temporal, incizura mandibulei și condilul mandibular, care se articulează cu fosa mandibulară a osului temporal.

Osuil hiod. Os nepereche, situat în partea antero-superioară a gâtului, deasupra laringului, face parte din scheletul osteofibros al limbii. Central prezintă un corp, iar lateral se află coarnele mari și mici. Pe osul hiod se prind mușchii supra- și infrahioidieni.

SCHELETUL TRUNCHIULUI

SCHELETUL TRUNCHIULUI Este format din coloană vertebrală, stern, coaste și bazin. Bazinul este alcătuit din osul sacru și cele două oase coxale.

COLOANA VERTEBRALĂ

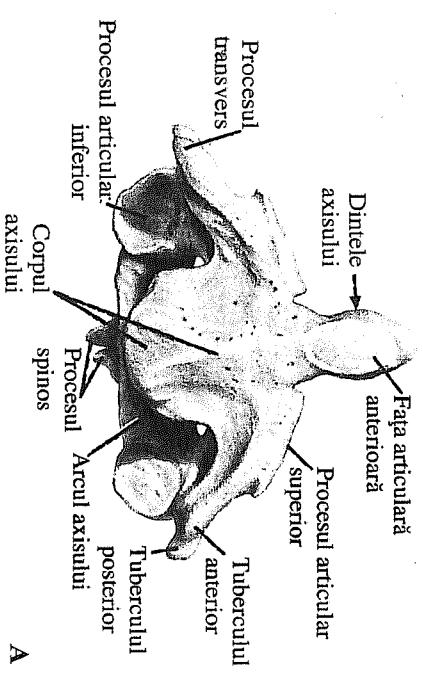
Reprezintă scheletul axial, fiind situată în partea mediană și posterioară a corpului. Îndeplinește un triplu rol, fiind axul de susținere al corpului, protejând măduva spinală și participând la executarea diferitelor mișcări ale trunchiului și capului. Înainte de a analiza caracterele pe regiuni ale diferențelor vertebre, trebuie studiată vertebra tip (vertebra toracală).

Vertebra tip prezintă, în partea sa anteroară, corpul vertebral, iar posterior arcul vertebral, care este legat de corpul vertebral prin doi pediculi vertebrali. Corpul prezintă o circumferință, o față superioară și una inferioară, care se articulează cu vertebrele supra- și subiacente, prin intermediul discului intervertebral, o formătune fibrocartilaginoasă având în centru nucleul pulpos. Arcul vertebral prezintă, de asemenea, și o serie de apofize, dintre care unele sunt musculare, iar altele articulare. Cele musculare se disting în apofiza spinosă, unică, situată pe linia mediană, și în apofizele transversale, stângă și dreaptă. Cele articulare sunt în număr de patru, două superioare și două inferioare. Ele servesc pentru articulații cu apofizile articulare ale vertebrelor suprareacente și subiacente. Între corpul vertebral, pediculii vertebrali și arcul vertebral se află orificiul vertebral, care, prin suprapunere, formează canalul vertebral ce adăpostește măduva.

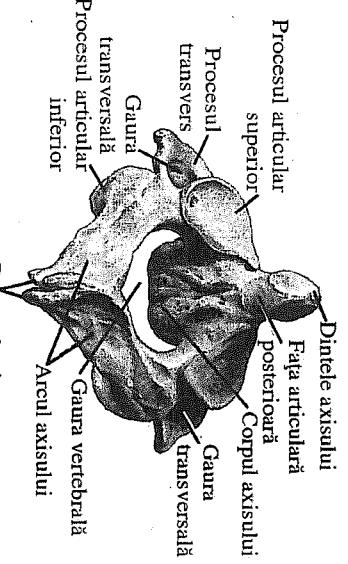
Caracterele regionale ale vertebrelor

Regiunea	Corpul	Procesele transversale	Procesul spinos	Orificiul vertebral	Vertebre cu aspect particular
1. Cervicală (7 vertebre) (fig. 15)	Diametrul transversal dublu față de cel anterior-ro-posterior.	Au doi tuberculi: anterior, bifurcat.	Scurt și ghiular, cu baza spre înainte (sprijină corpul vertebral).	C ₁ = atlas; nu are corp vertebral; prezintă două mase laterale unite printr-un arc anterior și unul posterior, mai mare.	C ₁ = axis; prezintă pe fața superioară a corpului, o proeminență numită dintele axisului. C ₇ = vertebră proeminentă; are un proces spinos lung.

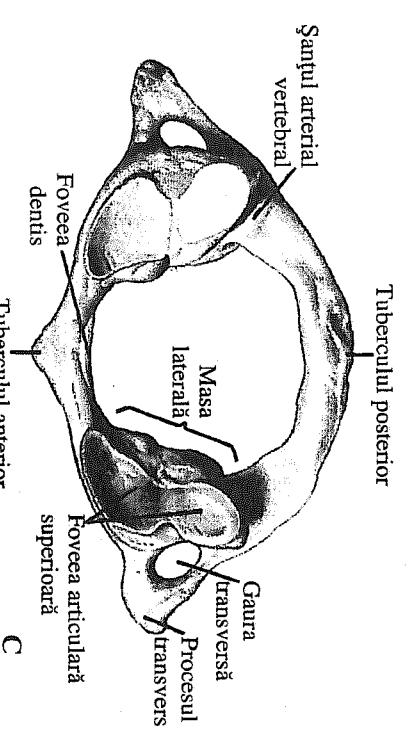
Regiunea	Corpul	Procesele transversale	Procesul spinos	Orificiul vertebral	Vertebre cu aspect particular
2. Toracală (12 vertebre) (fig. 16 A, B)	Cilindric, având diametrul transvers egal cu cel anteroposterior. Pe părțile laterale ale vertebrelor T ₂ -T ₉ se află câte două hemifășete articulare pentru capul coastelor 2-9.	Prezintă o suprafață de articулare cu tuberculul costei.	Lung și încinat în jos pentru a limita extensia.	Rotund.	T ₁ - prezintă pe corp o fățetă pentru coasta I și o hemifățetă pentru coasta a II-a. Vertebra T ₁₀ are o hemifățetă pentru coasta X. Vertebrele T ₁₁ și T ₁₂ au fățetele pentru coastele a XI-a și a XII-a.



A

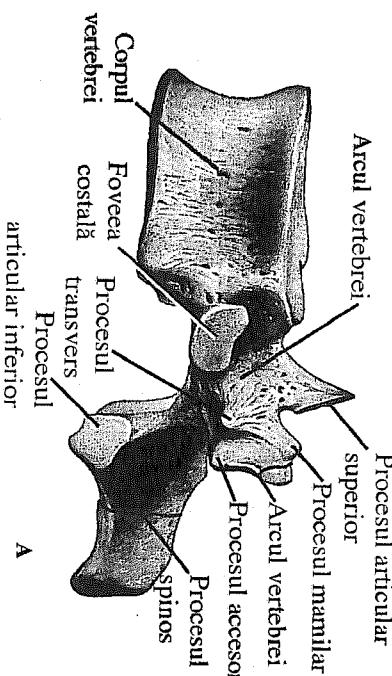


B

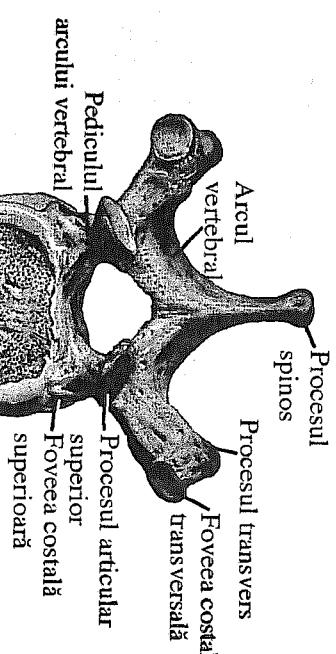


C

Fig. 15. Vertebrele cervicale. A și B - axisul (C2); C - atlasul (C1)



A



B

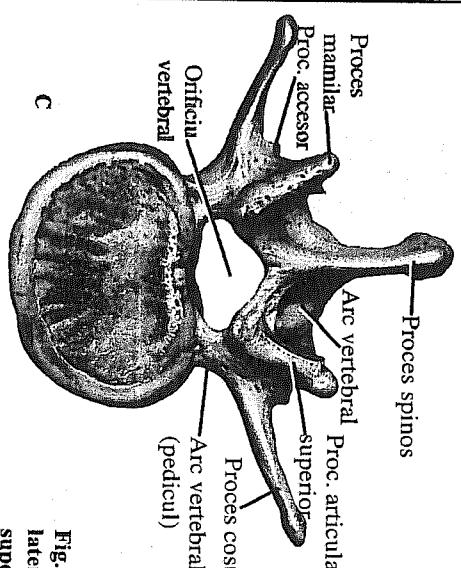


Fig. 16. A - Vertebra toracală T₁₂ (vedere laterală); B - vertebra toracală (vedere superioară); C - vertebra lombară

Caracteristicile regionale ale vertebrelor - continuare					
Regiunea	Corpul	Procesele transversale	Procesul spinos	Orificiul vertebral	Vertebre cu aspect particular
3. Lombbara (5 verbe)	Cel mai voluminos, cu diametrul transvers dublu față de cel costiforme.	Lipesc, locul fiind luat de procesele costiforme.	Drepunghiular, cu baza dezvoltat spre corp.	Triunghiular, cu baza L ₅ , se poate suda de sacu.	Vertebra L ₁ seamă cu vertebrele toracale. Vertebra

Omul sacru. Provine din sudarea celor cinci vertebre sacrale. Osul sacru este un os median, nepereche, de formă triunghiulară, cu baza în sus. Fața sa anteroară este ușor concavă și prezintă patru linii transverse, care corespund locului de unire al celor cinci vertebre sacrale (fig. 17 A, B). La extremitățile celor patru linii transversale se află orificiile sacrale anterioare (câte patru), de fiecare parte prin care ies ramurile anterioare ale nervilor sacrali. Pe față posterioră convexă se observă o serie de creste, și anume:

- creasta sacrală mediană, rezultată din unirea proceselor spinioase ale vertebrelor sacrale. Sub această creastă se află orificiul inferior al canalului sacral, numit hiatus sacral, delimitat de coamele sacrului;
- creasta sacrală intermedie, care rezultă din unirea apofizelor articulare;
- creasta sacrală laterală, care corespunde proceselor transversale. Între creasta sacrală intermedie și cea laterală se află orificiile sacrale posterioare (câte patru de fiecare parte), prin care ies ramurile posterioare ale nervilor sacrali.

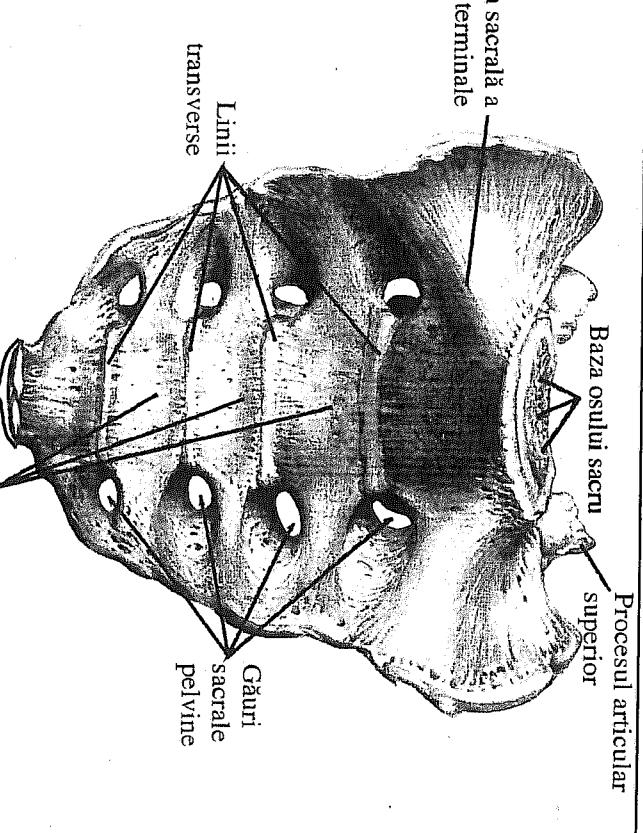


Fig. 17 A. Osul sacru, față internă

Procesul articular superior

Canalul sacral

iar lateral de coaste.

Sternul este os lat, situat anterior, pe linia mediană a toracelui. Este format din manubriu, corp și apendicile xifoid, care rămâne cartilaginos până în jurul vîrstei de 40 de ani.

La locul de unire a manubriului cu corpul sternului se află unghiu sternal, în dreptul căruia se află cartilajul coastei II (reper folosit pentru numărarea coastelor prin palpare). Pe marginea superioară a manubriului se află incizura pentru cartilajul coastei I. La unghiu sternal se află incizura cartilajului coastei a II-a. Pe marginile corpului sternul se află incizurile cartilajelor coastelor III - VII.

Coastele sunt arcuri osteocartilaginoase, situate în partea laterală a toracelui, întinse de la coloana vertebrală toracală până la stern. Sunt în număr de 12 perechi, fiind formate posterior dintr-un arc osos, iar anterior din cartilajul costal.

Acesta lipsește la coastele XI și XII. Arcul osos prezintă o extremitate anteroară. La extremitatea posterioară se descrie capul coastei, care se articulează cu fetele laterale ale vertebrelor toracale (capul coastei II - IX se articulează cu câte două vertebre, în timp ce capul coastei I, XI și XII numai cu o singură vertebră, vertebră corespunzătoare), colul coastei și tuberculul coastei, care se articulează cu procesul transvers al vertebrelor toracale.

Extremitatea anteroară a arcui osos prezintă o scoibitură în care pătrunde cartilajul costal. Corpul coastei prezintă o față laterală convexă, o față medială concavă, o margine superioară și una inferioară, în vecinătatea căreia se află șanțul coastei prin care trece vena, artera și nervul intercostal.

Puncția în torace se face întotdeauna introducând acul aproape de marginea superioară a coastei și niciodată de marginea inferioară a acestora, deoarece putem atinge mănușchiul vasculo-nervos intercostal.

Prinetele 7 perechi de coaste sunt coaste adevarăte, cartilajul lor articulându-se cu sternul. Coastele VIII, IX, X sunt coaste false, deoarece se articulează cu sternul prin intermediul cartilajului coastei VII. Ultimile două coaste nu au cartilaj și nu ajung la stern. Se numesc coaste flotante (libere).

Posterior, scheletul toracelui este format de către cele 12 vertebre toracale. Toracele osos are forma unui trunchi de con, cu baza în jos, la acest nivel aflându-se diafragma.

Dimensiunile și forma variază în funcție de vîrstă, sex (la femei este mai scurt și are diametrul transvers mai mic), constituia individuală și de anumite stări patologice.

Cifoza și scolioza modifică formă toracelui. În scolioza, cele două jumătăți ale toracelui nu sunt simetrice. În cifoza este marit în sens sagital.

SCHELETUL MEMBRELOR

Scheletul membrelor superioare este format din scheletul centurii scapulare și scheletul membrului superior liber (scheletul brațului, antebrațului și mâinii). Centura scapulară leagă membrul superior de torace și este formată din clavicula și scapulă (omoplat).

Scheletul membrelor inferioare cuprinde centura pelviană și scheletul membrului inferior liber.

APARATUL LOCOMOTOR

SCHELETUL TORACELUI

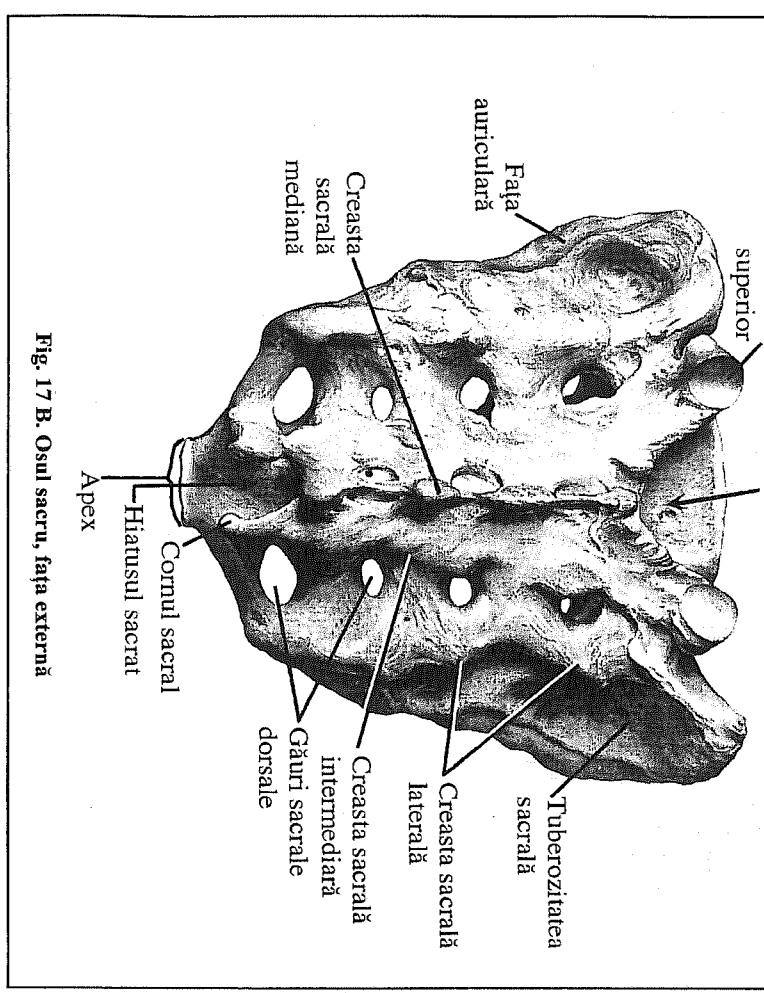


Fig. 17 B. Osul sacru, fața externă

Fetele laterale ale sacrului prezintă, în partea lor superioară, o suprafață de articulare pentru osul coxal.

Baza sacrului, orientată superior, prezintă în centru corpul vertebrei S_1 , care, împreună cu corpul vertebrei L_5 , formează un ungui numit promontoriu. Lateral, baza sacrului prezintă aripile sacrului. Înapoi corporul vertebrei S_1 se află orificiul de intrare în canalul sacral. Vârful sacrului, îndreptat în jos, se unește cu baza coccisului.

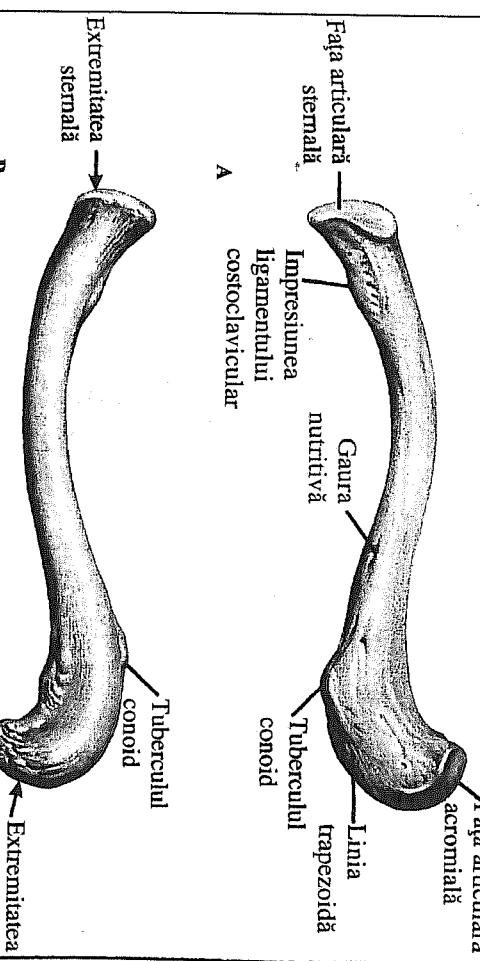
Coccigele. Rezultă din fuzionarea celor 4 - 5 vertebre coccigene și reprezintă un vestigiu al cozii de la mamifere. Coccigele are formă triunghiulară, cu baza îndreptată în sus spre vârful sacrului, cu care de altfel se și articulează. La nivelul bazei coccisului se remarcă prezența celor două coame coccigene, care se articulează cu coamele sacrale.

Coloana vertebrală nu este rectilinie, ci prezintă curburile atât în plan sagital, cât și în plan frontal. Curburile din plan sagital sunt numite lordoze, când au concavitatea posterior (regiunea toracală și sacrală). Lordoza cervicală apare la 3 luni, când copilul începe să stea în sezut, iar lordoza lombară apare la șase luni, când copilul începe să meargă. Curburile în plan frontal se numesc scolioze și pot fi cu convexitatea la stânga (sinistroconvexe) sau la dreapta (dextroconvexe).

În interior coloanei vertebrale se află canalul vertebral, format prin suprapunerea găuriilor vertebrale.

Scheletul centurii scapulare

Numele	Formă și situație	Elemente anatomicice	Detalii
1. Clavicula (fig. 18)	Os lung, pereche, de forma literei "S", în partea antero-superioară a toracelui.	Extremitatea internă. Extremitatea exterină.	Voluminoasă. Se articulează cu incizia claviculară de pe manubriu. Turtită. Se articulează cu acromionul.
	Fața superioară.	Fața superioară.	Situată sub piele. Se poate palpa.
	Fața inferioară.	Fața inferioară.	Privesc spre prima coastă și prezintă un șanț în care se inseră mușchiul subclavicular.
2. Scapula (fig. 19 A și B)	Os lat de formă triunghiulară, cu baza în sus, situat în partea posterioară a toracelui.	Marginea anteroiară. Marginea posterioară.	Convexă medial, concavă lateral. Convexă lateral, concavă medial.
	Fața anteroiară.	Fața posterioară.	Privesc spre coaste și prezintă o adâncitură numită fosa subscapulară, în care își are originea mușchiul subscapular. Prezintă în treimea superioară spina scapulei, care se termină printr-o porțiune lățită, numită acromion. Deasupra spinei se află fosa supraspinosă, iar sub spina se găsește fosa infraspinosă.
	Marginea superioară a scapulei.		Prezintă o mică scobitură, numită incizura scapulei. Lateral de incizia capsulei se găsește procesul coracoid pe care se inseră mușchi și ligamente.
	Marginea laterală.		Este îndreptată spre axilă.
	Marginea medială.		Este îndreptată spre coloana vertebrală.
	Unghiu lateral.		Prezintă cavitarea glenoïdă care se articulează cu capul humerului, formând articulația scapulo-humerală.
	Unghiu superomedial.		Oferă inserție mușchiului ridicător al scapulei.
	Unghiu inferior.		Oferă inserție catorva fascicule din mările dorsale.



B

Fig. 18. Clavicula. A - vedere inferioară; B - vedere superioară

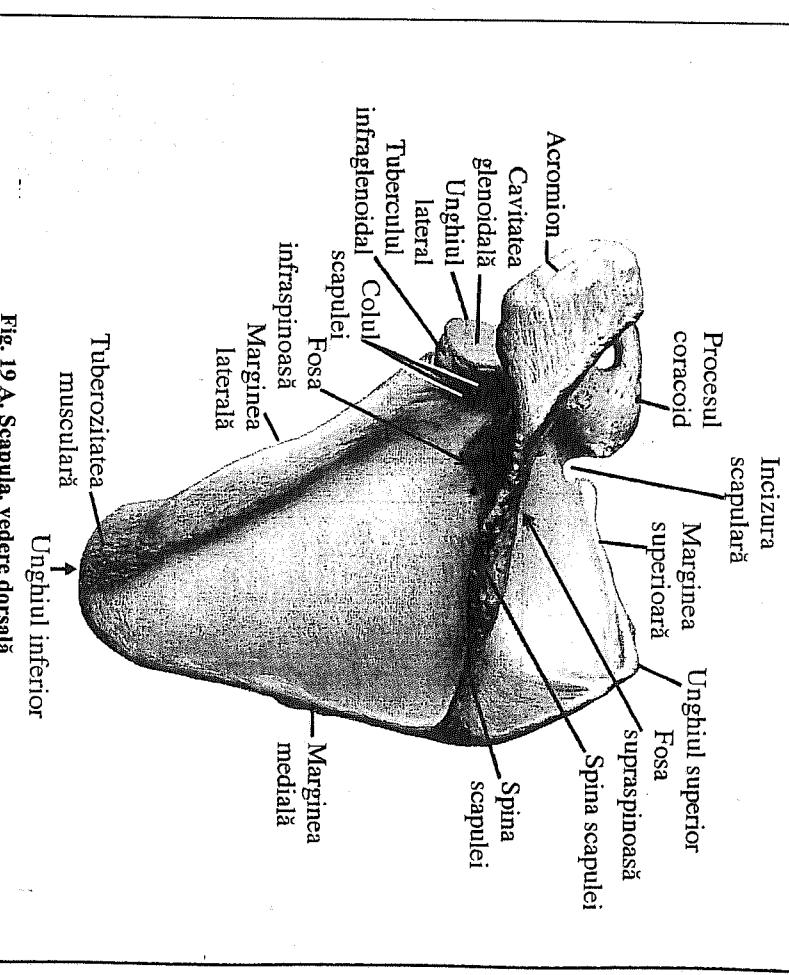


Fig. 19 A. Scapula, vedere dorsală

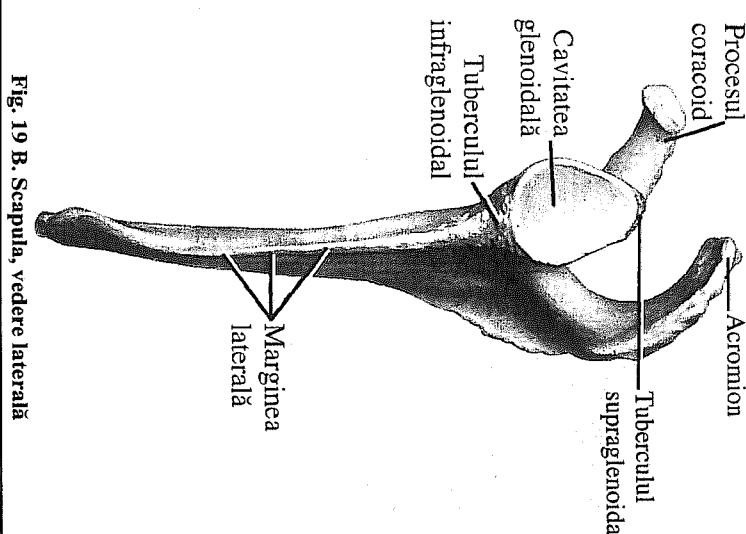
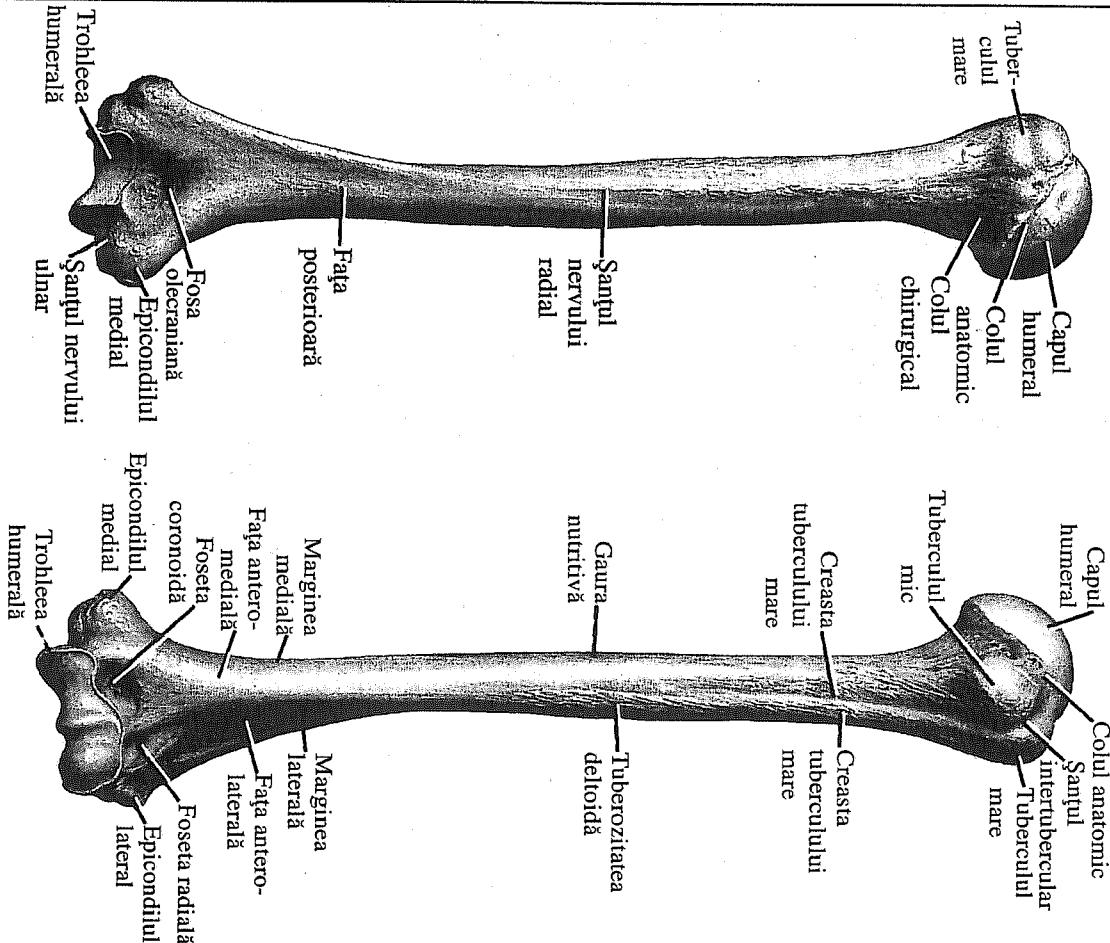


Fig. 19 B. Scapula, vedere laterală

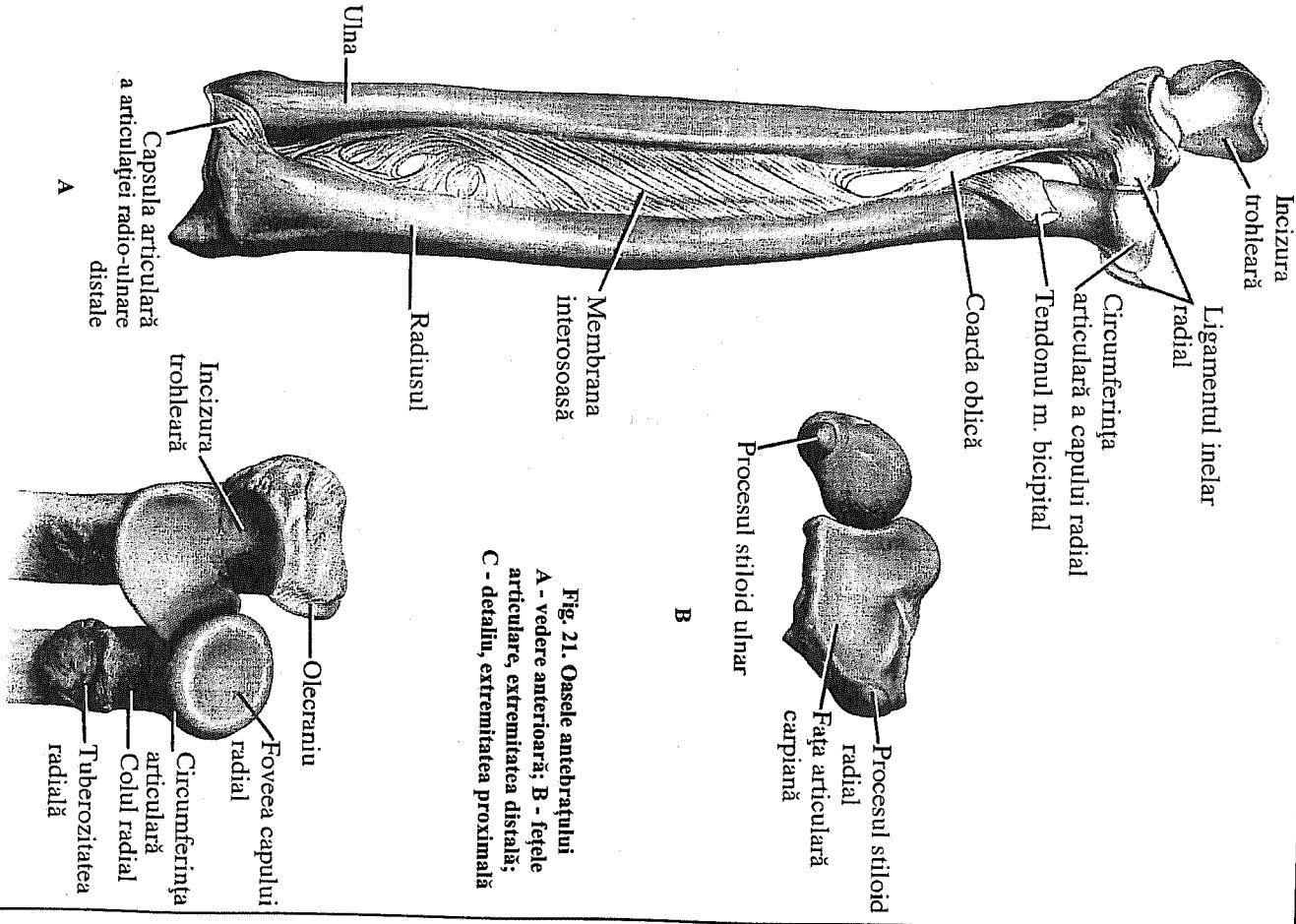
Scheletul membrului superior liber

Osuł	Formă, situație	Elemente anatomicice	Detalii
1. Humerusul (fig. 20)	Os lung, formează osul brățului.	Epifiza proximală.	Capul humerul se articulează cu cavitatea glenoidă a scapulei. Mareea și mica tuberozitate oferă inserții musculare și se prelungesc în jos cu creștea marei tuberozități și, respectiv, a micii tuberozități. Colul anatomic desparte capul humerului de cele două tuberozități.
Diafiza.			Este cilindrică în partea superioară și triunghiulară în partea inferioară. Pe fața posterioară se află sănțul de torsionă al humerusului.
Epifiza distală.			Prezintă două suprafețe articulare: una în formă de mosoră, trohleea humerului, care se articulează cu ulna, alta sferică, condilul humerului, care se articulează cu radiusul. Deasupra trohlei se află foseta coronoidă, iar deasupra condilului foseta radială.

Fig. 20. Humerus
Stânga - vedere anteroară, dreapta - vedere posteroară

Scheletul membrului superior liber - continuare

Osul	Formă, situație	Elemente	Detalii
2. Ulna (fig. 21)	Este osul fix și intern al scheletului antebrațului.	Epifiza proximală.	Prezintă o incizură, numită incizura ulnei, care se articulează cu trohleea humerusului. Posterior și superior de incizura ulnei se află olecranul, iar anterior și inferior procesul coronoid al ulnei. Pe fața laterală a epifizei proximale este incizura radială a ulnei, care se articulează cu circumferința radusului.
		Diafiza.	Triunghiulară, prezintă capul ulnei, care se articulează cu circumferința radusului.
		Epifiza distală	Prezintă capul ulnei, care se articulează cu anteroară și una posterioară.
3. Radius- sul (fig. 21)	Este osul mobil și lateral al antebra- țului.	Epifiza proximală.	Prezintă capul, colul și tuberozitatea radiu- sului. Capul prezintă superior foseta capului radiusului, care se articulează cu condilul humeral. Sub capul radiusului se remarcă colul, iar inferior tuberozitatea radiusului.
		Diafiza.	Este triunghiulară, prezintând o față ante- rioară, una posterioară și a treia laterală.
		Epifiza inferioară.	Are aspect de piramidă trunchiată. Medial prezintă incizură ulnară, care articulează cu capul ulnei. Lateral are procesul stiloïd. Inferior se articulează cu osul scafoïd și semilu- nar.
4. Oasele carpiene (fig. 22)	8 oase scurte, pe două rânduri.	Baza.	În rândul proximal, din afară spre înăuntru, se află oasele: scafoïd, semilunar, piramidal și pisiform (situat deasupra osului piramidal).
		Corful.	În rândul distilat, din afară spre înăuntru, sunt oasele: trapez, trapezoid, osul mare și osul cu cărlig.
		Capul.	Se articulează cu oasele din rândul distal.
5. Oasele metacar- piene (fig. 22)	Sunt în număr de 5, numerotate de la I la V, dinspre lateral spre medial.		
6. Oasele degetelor falan- gele (fig. 22)	Degetele II – V au câte 3 falange: 1 - proximală; 2- medie; 3 - distală. Degetul I are numai două falange. Fa- langele sunt înglobate unghiielor.	Baza.	Ulna
		Corful.	Capsula articulară a articulației radio-ulnare distale
		Capul.	Radius
			A
			B
			C



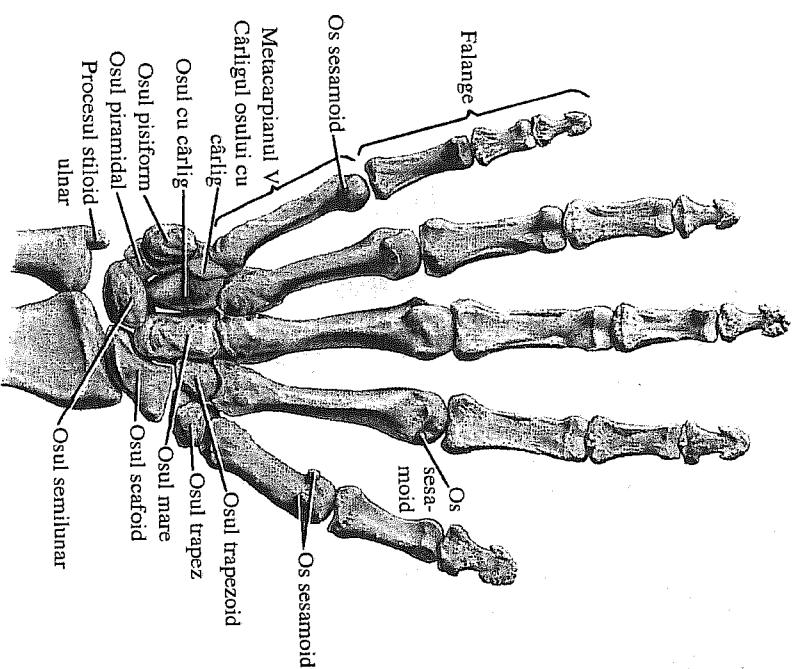
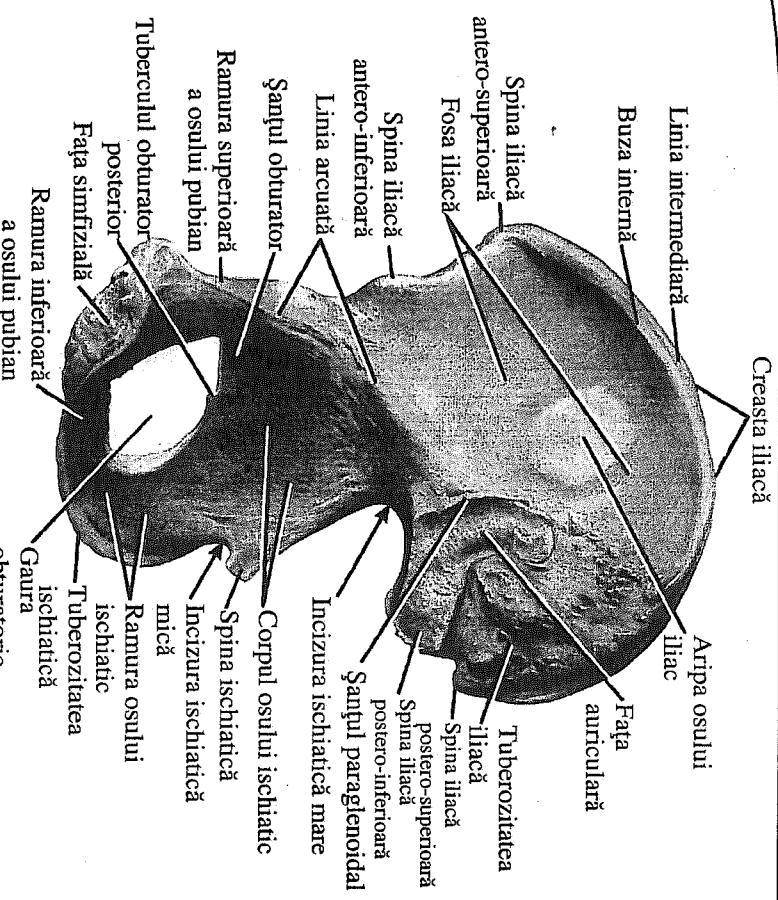


Fig. 22. Oasele mâinii, vedere externă

Osul	Formă, situație	Elemente anatomicice	Detalii
Osul coxal. Format din trei oase: ileonul , pubele , ischiionul , posterior. Se sudorază între ele la pubertate. Cele 2 coxale se articulează anterior, formând simfiza pubiana, iar posterior sacru, formând articulația sacroiliacă (fig. 23).	Pe părțile laterale ale bazinului osos.	Fata laterală. În centru se află cavitatea acetabulară. Suferă posterioară, și cea anterioară. Între aceste lini își au originea cei trei mușchi fesieri. Sub cavitatea acetabulară se află gaura obturată.	În centru se află cavitatea acetabulară. Suferă posterioară, și cea anterioară. Între aceste lini își au originea cei trei mușchi fesieri. Sub cavitatea acetabulară se află gaura obturată.
	Fata medială.		Prezintă linia arcuată, îndreptată oblic de sus în jos și dincolo înainte. Deasupra liniei arcuate se află fosa iliacă. Sub linia iliacă se află tuberozitatea iliacă, suprafața auriculară a osului coxal și o suprafață plană care corespunde caviității acetabulare.

Scheletul centurii pelviene



Scheletul centurii pelviene - continuare

Osul	Formă, situație	Elemente anatomicice	Detalii
Osul coxal - continuare (fig. 24)		Marginea superioară. Marginea inferioară.	Este reprezentată de creasta iliaca, ce are forma de "S" culcat. Prezintă un segment anterior, care se articulează cu coxalul opus, formând simfiza pubiană, și un segment posterior, reprezentat de ramura ischiopubiană.
		Marginea anteroară.	Prezintă de sus în jos: spina iliaca antero-superioară, spina iliaca antero-inferioară, eminentă ileopubiană, creasta pectinală și tuberculul public.

Fig. 23. Osul coxal, vedere externă

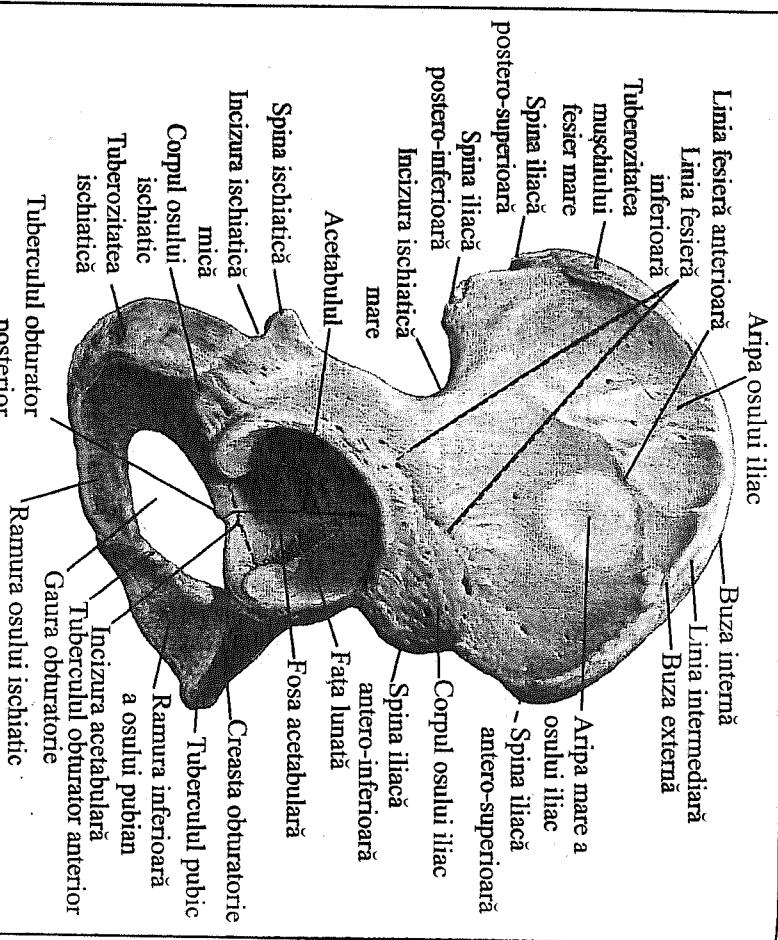


Fig. 24. Osul coxal, vedere internă

Scheletul membrului inferior liber

Osul	Formă, situație	Elemente anatomicice	Detalii
1. Femur (fig. 25)	Os lung, care formează schelecul coapsei.	Epifiza proximală. Mează	Prezintă capul femurului, colul și două tuberozități (mările și micul trohanter). Capul are forma a 2/3 de sferă și se articulează cu cavitatea acetabulară a coxalului. Marele și micul trohanter sunt uniți anterior prin lînia intertrohanterică, iar posterior prin creasta intertrohanterică.
	Diafiza.		Este prismatic, prezintând o față anteroară, una medială și una laterală. Se observă linia aspiră care în sus se trifurcă, iar în jos se bifurcă.

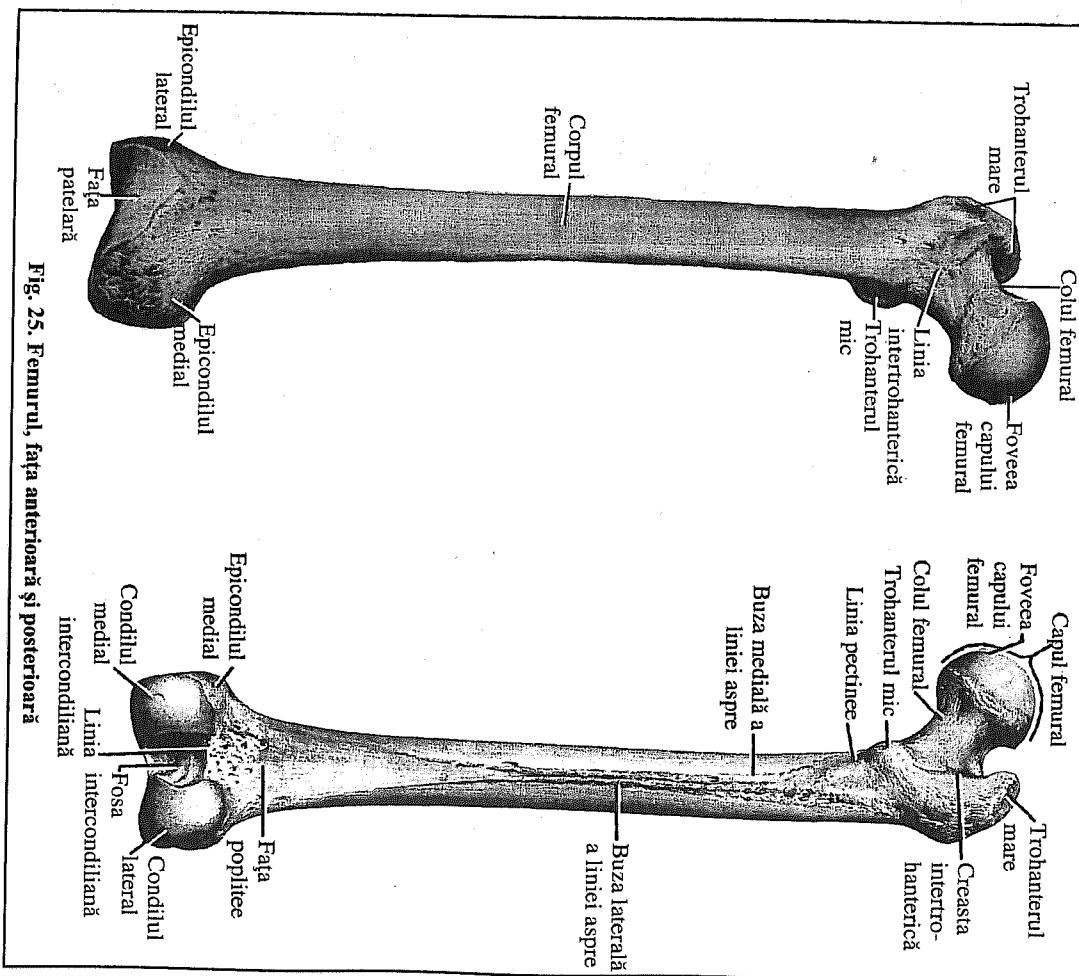
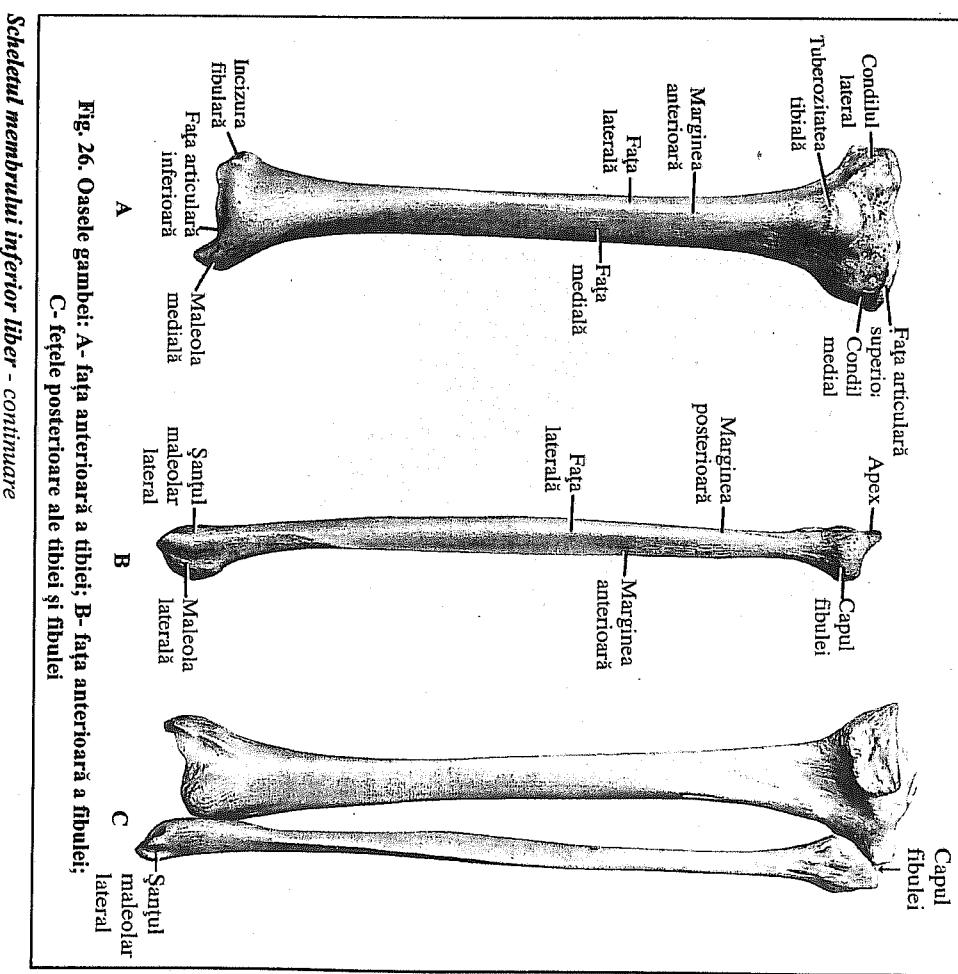


Fig. 25. Femurul, față anterioară și posterioară

Osul	Formă, situație	Elemente anatomicice	Detalii
2. Patela (rotula)	Este un os scurt, distală.	Fata anteroară. Fata posterioară. Marginea medială Marginea laterală. Baza rotulei. Vârful rotulei.	Este convexă. Se articulează cu suprafața patelară a femurului. Ambele convexe. Privește în sus. Orientat în jos.

Scheletul membrului inferior liber - continuare

Osul	Formă, situație	Elemente anatomicice	Detalii
3. Tibia (fig. 26)	Participă la formarea scheletului gambei, fiind plasată medial.	Epifiza proximală.	Este voluminoasă și prezintă 2 condili. Fiecare condil are o față superioară, care corespunde condiliilor femurale, și o circumferință. Pe circumferința condilului lateral se află o suprafață articulară pentru capul fibulei. În partea anterioară a epifizei proximale se află tuberozitatea tibială.
		Diafiza.	Are o formă triunghiulară prezentând o față medială, una laterală și alta posterioară. Față posterioară prezintă o creastă oblică, numită linia solearului. Margininea anterioară este ascuțită (creasta tibiei).
		Epifiza distală.	Prezintă o suprafață articulară pentru talus, plasată inferior. Medial, se prelungescă cu maleola tibiei, iar lateral prezintă o suprafață de articulație pentru fibulă.
4. Fibula	Participă la formarea scheletului gambei, fiind situată lateral.	Epifiza proximală.	Este reprezentată de capul fibulei, care prezintă o suprafață de articulare pentru tibia. Capul se prelungescă în sus cu vârful capului fibular.
		Diafiza.	Este triunghiulară, prezentând o față laterală, una medială și alta posterioară.
		Epifiza distală.	Este formată de maleola fibulară care prezintă o suprafață de articulare pentru tibia și alta pentru talus. În partea posterioară se află fosa maleolei fibulare.
5. Oasele tarsiene (fig. 27)	Sunt 7 oase dispuse în două rânduri. Rândul posterior, format din două oase (talusul, în sus, și calcaneul, în jos); rândul anterior, 5 oase: cuboidul, navicularul și 3 cuneiforme.	Talusul.	Se articulează în sus cu tibia și fibula, în jos cu calcaneul, iar anterior cu naviculul.
		Calcaneul.	Se articulează în sus cu talusul, iar anterior cu cuboidul.
		Navicularul.	Se articulează înapoi cu talusul, iar anterior cu cele trei cuneiforme.
		Cuboidul.	Se articulează înapoi cu calcaneul, iar anterior cu baza metatarsienelor IV și V.
		Cele trei cuneiforme	Se articulează înapoi cu navicularul, iar anterior cu baza metatarsienelor I, II și III.



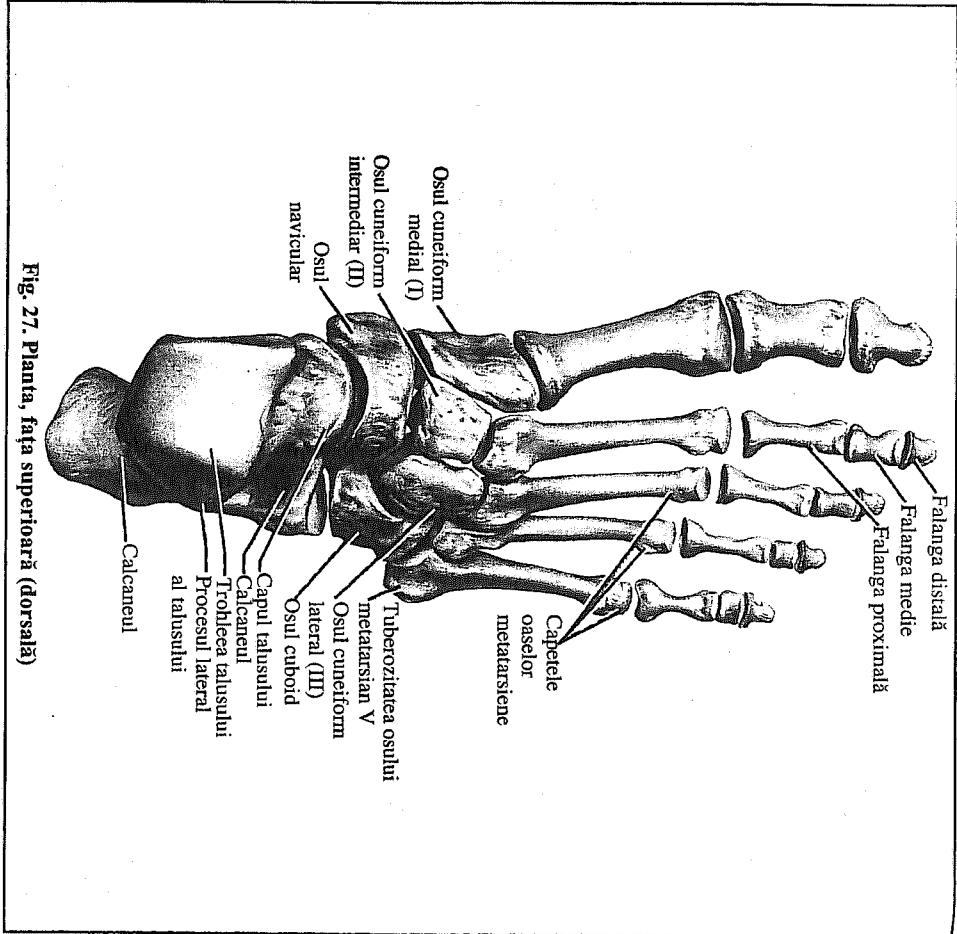


Fig. 27. Panta, față superioară (dorsală)

ARTICULAȚIILE

Articulațiile sunt organe de legătură între oase, fiind sediul mișcărilor. După gradul de mobilitate, articulațiile se împart în sinartroze și diartroze.

SINARTROZELE

Sunt articulații fixe, imobile și nu posedă cavitate articulară. În acest tip de articulații se execută mișcări foarte reduse. După tipul țesutului care se interpune între cele două oase care se articulează, distingem sindesnoze, sincondroze și sinostoze.

Sindesnozele

Sunt articulații în care între cele două oase se interpune țesutul fibros; menționăm în acest sens articulația dintre oasele coxale și sacru, unite prin ligamente interosoase puternice. Tot

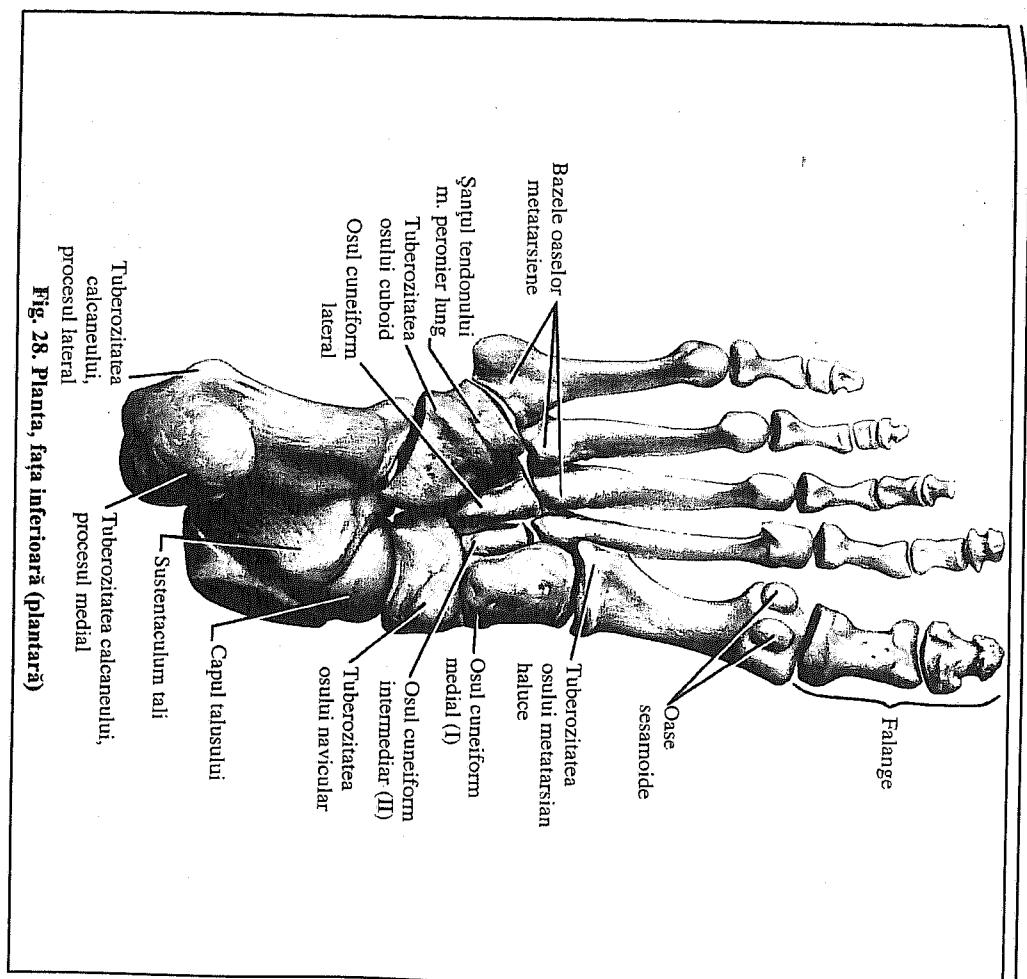


Fig. 28. Planta, față inferioară (plantară)

în cadrul sindesnozelor menționăm suturile - care sunt articulații - pe care le întâlnim la craniu. Oasele sunt articulat între ele, dar sunt despărțite printr-un strat subțire de țesut fibros.

Se descriu trei tipuri de suturi: 1. sutura dințată, în care suprafețele osoase prezintă dinți de fierastrău ce se întrepătrund (sutura fronto-parietală, între scuama osului occipital și oasele parietale); 2. sutura solzoasă (scuamoasă), în care cele două oase care se articulează sunt tăiate oblic (sutura parieto-temporală dintre oasele parietale și scuama temporalului); 3. sutura plană, în care oasele se articulează prin margini regulate (sutura dintre cele două oase nazale).

Sincondrozele

Sunt articulații în care, între cele două oase care se articulează se interpune o lama de țesut cartilaginos (articulația dintre porțiunea bazilară a occipitalului și corpul osului sfenoid sau sincondroza piesselor osoase ce alcătuiesc osul coxal). Tot în categoria sincondrozelor menționăm

și simfizele, unde între cele două oase se interpune țesut fibrocartilaginos (simfiza pubiană dintre oasele pubiene).

Sinostozele

Rezultă din osificarea sincondrozelor și a sindesmozelor la oamenii în vîrstă.

DIARTROZEL

Sunt articulații care posedă un grad variabil de mobilitate și se împart în amfiartroze (articulații semimobile) și artrozi (articulații mobile).

Amfiartrozele

Sunt articulații cu suprafețe articulare plane sau ușor concave (articulațiile dintre corpurile vertebrale care se fac prin interpunerea discurilor intervertebrale). Aceste articulații sunt semimobile.

Elementele unei artrozi

Suprafețe articulare	Pot fi sfierice (capul humerusului, condilul radiusului, capul femurului), conice (cavitatea glenoidă a scapulei, cavitatea acetabulară, cupușoara radioului), în formă de mosoraș (trohleea humerusului), plane (platoul tibial). Suprafețele articulare sunt acoperite de cartilaj articular, format din țesut cartilaginos hialin, fără nervi și vase de sânge. Cartilajul are rol de tampon, amortizând presiunea exercitată de greutatea corpului, și rol de protecție, usurând alunecarea oaselor în timpul mișcărilor. Distrugerea cartilajului articular duce la dispariția mișcărilor dîntr-o articulație (anchiloza).
Capsula articulară	Prezintă un strat extern fibros și unul intern reprezentat de membrana sinovială. Capsula are forma unui manuson care se inseră pe ambele extremități osoase. Capsula este mai redusă și mai puțin rezistentă în articulațiile cu mobilitate mare și de grosime apreciabilă în articulațiile cu mobilitate redusă. Există și articulații mobile, care au o capsulă groasă (articulația șoldului). Rolul capsulei este de a proteja articulațiile de procesele patologice periarticulare și de a împiedica răspândirea lichidului sinovial în țesuturile vecine.
Membrana sinovială	Reprezintă stratul profund al capsulei articulare și se prezintă ca o fojă foarte subțire, lucioasă, care aderă de suprafața capsulei articulare. Secreta sinovia, lichid gălbui, vâcos, unsuros, cu rol în mișcările articulare. Membrana sinovială acoperă și formațiuni intercapsulare (tendoane, ligamente, discuri intra-articulare).
Cavitatea articulară	Este un spațiu virtual, cuprins între capetele osoase care se articulează și capsula articulată. Contine o cantitate mică de lichid sinovial. Prezența unei presiuni negative în cavitatea articulară, cât și presiunea atmosferică participă la menținerea în contact a suprafacetelor articulare.
Ligamente articulare	Sunt formațiuni fibroase care se inseră pe cele două oase ale unei articulații, contribuind la menținerea în contact a suprafacetelor articulare. Când între suprafacete care se articulează există nepotriviri, apar diferențe formăjuni fibro-cartilaginoase, realizând potrivirea suprafacetelor articulare (meniscul articular din articulația genunchiului sau discul articular din articulația temporo-mandibulară).

Artrodiile

Artrodiile sunt articulații sinoviale, cu o mare mobilitate. Elementele unei artrodi sunt redate în tabelul din pagina anterioară. La nivelul unei articulații mobile, mișcările depind de forma suprafacetelor articulare. Ele se pot realiza în jurul unui ax, a două axe sau a trei axe.

Tipurile de mișcări în articulații

Flexie – Extensie	Mișcări de apropiere sau de îndepărțare a două segmente alăturate. Se fac în jurul unui ax transversal.
Abducție – Adducție	Se fac în jurul unui ax transversal. Prin adducție se realizează apropierea față de axul median, iar prin abducție îndepărțarea față de axul median.
Rotație	Mișcare realizată în jurul axului care trece prin lungul segmentului ce se deplasează, poate fi externă sau internă, după cum segmentul se rotește spre corp sau în afară.
Circunducție	Este mișcarea complexă care totalizează flexia, extensia, abducția, adducția și le asociază cu rotația.

Pronație – Supinație	Pronația este mișcarea de rotație a mănnii, prin care policele se rotește medial, palma privind în jos, iar supinația este mișcarea inversă. La picior, când plantă privesc spre lateral și marginea exterană a piciorului se ridică, se realizează pronatația, iar supinația se realizează invers.
-----------------------------	---

FIZIOLOGIA SISTEMULUI OSOS

Oasele sunt piese rigide, componente ale scheletului. Ele îndeplinesc mai multe roluri funktionale:

- 1. Rol de pârghii ale aparatului locomotor.** Asupra lor acionează mușchii, asigurând susținerea și locomoția corpului.
- 2. Rol de protecție a unor organe vitale:**
 - cutia craniiana pentru creier;
 - canalul răbdian pentru măduva spinării;
 - cutia toracică pentru inimă și plămâni;
 - bazinul osos pentru organele pelvine.

3. **Rol antitoxic.** Oasele rețin numeroase substanțe toxice (Hg, Pb, F) pătrunse accidental în organism și le eliberează treptat, fiind eliminate renal. În felul acesta concentrația sanguină a toxicului nu crește prea mult și sunt prevenite efectele nocive asupra altor organe.

4. **Rol de sediu principal al organelor hematopoietice.** La copii toate oasele, iar la adult oasele late conțin măduvă roșie, hematogenă.

5. **Rol în metabolismul calculuui, fosforului și electroliilor.** Oasele reprezintă principalul rezervor de substanțe minerale al organismului.

Osul este alcătuit dintr-o matrice organică solidă, care este foarte mult înărtită de depozitele de săruri de calciu. Osul compact obișnuit conține aproximativ 30% din greutate matrice și 70% săruri. Totuși, osul nou format poate avea un procent mult mai mare de matrice decât de săruri.

Matricea organică a osului. Este alcătuită 90 - 95% din fibre de colagen, iar restul este un mediu omogen denumit substanță fundamentală (împreună constituind oseina). Fibrele de colagen se extind în primul rând de-a lungul liniilor de forță de tensiune și dau osului marca sa rezistență la tensiune. Substanța fundamentală este alcătuită din lichid extracelular și proteoglicani, mai atât acid hialuronic și chondroitin sulfat. Funcția exactă a acestora nu este cunoscută, deși ei ajută probabil la controlul depunerii sărurilor de calciu.

Sărurile minerale.

Sunt reprezentate în special de calciu și fosfat, iar cea mai importantă substanță minerală este hidroxiapatita; fiecare cristal are forma unei plăci lungi și plate. Raportul relativ între calciu și fosfor poate varia foarte mult în diverse condiții nutriționale, acest raport, în uinății de greutate, situându-se între 1,3 și 2,0.

Pînătatea mineralelor osului se numără și ionii de magneziu, sodiu, potasiu și bicarbonat, deși nu s-a putut demonstra existența unor cristale bine individualizate formate de acești. Se presupune că ionii sunt mai degrabă adsorbiți pe suprafața cristalelor de hidroxiapatita decât organizată în cristale distințe proprii. Această capacitate a multor tipuri diferite de ioni de a se adsorbă pe suprafața cristalelor osoase se extinde și la mulți alii ioni străni osului în mod obișnuit, cum ar fi stronțiul, uraniul, plutoniu și alte elemente transuranice, plumbul, aurul și alte metale grele, precum și cel puțin 9 din cele 14 produse radioactive majore eliberate de explozia bombei de hidrogen. Depunerea substanțelor radioactive în os poate produce o iradiere prelungită a țesuturilor osoase și, dacă se depune o cantitate suficientă, se poate dezvolta uneori un cancer osteogen.

Rezistența la presiune și la compresiune a osului.

Fiecare fibră de colagen a osului este alcătuită din segmente periodice, repetitive la fiecare 64 nm (nanometri) ai lungimii sale; cristalele de hidroxiapatita se află adiacent fiecărui segment de fibra și se leagă strâns de acesta, împiedcând alunecarea lor. Acest lucru este esențial pentru a asigura rezistența osului. În plus, segmentele fibrelor de colagen învecinate se suprapun, făcând ca și cristalele de hidroxiapatita să fie suprapuse. Fibrele de colagen ale osului, ca și cele din tendonă, au o mare rezistență la tensiune, în timp ce sărurile de calciu au mare rezistență la compresiune. Aceste proprietăți combinante, la care se adaugă gradul de legare între fibrele de colagen și cristale, creează o structură osoasă care are o mare rezistență atât la întindere, cât și la compresiune.

METABOLISMUL OSULUI

La nivelul oaselor au loc procese metabolice similare celorlalte organe. O particularitate metabolică o constituie manea afinitate a substanței fundamentale față de sărurile minerale.

Mecanismul calcificării osoase. Primul stadiu al formării osului este secreția de colagen și substanță fundamentală de către osteoblaste. Ritmul sintezei substanțelor organice este influențat de glandele endocrine. Hipofiza, prin STH, gonadele și tiroida, prin hormoni lior, măresc ritmul sintezelor proteice din os. Glucocorticoizi, însă, stimulează activitatea osteoclastelor care

distrug structura proteică a osului. Efecte asemănătoare are și parathormonul. Ritmul sintezei substanțelor organice din os scade cu vîrstă. După sănătă, aceste proteine sunt eliminate în spațiul pericelular, unde colagenul polimerizează rapid pentru a forma fibre de colagen; țesutul care rezistență devine osteoid, un material similar cartilajului, dar diferit de acesta prin faptul că în el precipită sărurile de calciu. Pe măsură ce se formează osteoidul, unii osteoblaști rămân încastrati în el și sunt denumiti osteocite.

În câteva zile după formarea osteoidului, sărurile de calciu încep să precipite pe suprafața fibrelor de colagen. Precipitatele apar la intervale periodice de-a lungul fibrei de colagen, formând nuclee minusculi care treptat, în timp de zile și săptămâni, cresc până la produsul finit, cristale de hidroxiapatita. Sărurile de calciu care se depun inițial nu sunt cristale de hidroxiapatita, ci compuși amorfi (necristalini). Apoi, printre un proces de adiție și substituție de atomi, aceste săruri sunt remodelate în cristale de hidroxiapatita. Procesul de mineralizare este guvernat de legi fizico-chimice. Rolul cel mai important în acest proces îl joacă afinitatea substanței fundamentale a osului pentru sărurile fosfo-calcice și concentrația calciului și a fosforului din sângue. Procesul de mineralizare se află în echilibru permanent cu un proces de sens contrar, numit demineralizare. Prevalența unuia sau a altuia depinde de echilibrul fosfo-calcic din sânge. Normal, valoarea calcemiei este de 10 mg/100 ml sânge, iar a fosfatenei de 3,5 mg/100 ml sânge. Concentrațiile acestor două minerale la nivelul săngelui sunt menținute în limite strânse de variație datorită intervenției unui mecanism neuroendocrin de reglare a metabolismului fosfo-calcic. Acest mecanism asigură valoarea constantă a concentrării calciului și fosforului în mediul intern, influențând absorbiția intestinală, eliminarea renală, depunerea și mobilizarea lor din oase. Rolul cel mai important îl au parathormonul, calcitonina și vitamina D. Există și alii hormoni ce influențează într-un sens sau altul mineralizarea osului. Acțiunea mineralizantă a hormonii sexuali, somatotropul, hormonii tîmici și epifizari, iar acțiunea demineralizantă ACTH-ului și glucocorticoizilor.

Rolul vitaminei D.

Acțiunile ei determină creșterea concentrației plasmatici de calciu.

Acțiuni la nivel osos: 1. crește mobilizarea calciului și fosfatului din os; 2. activează proteină de legare a calciului din os; 3. efect antirâbitic (indirect); 4. activează sinergic cu parathormonul pentru a determina demineralizare osoasă prin proliferarea osteoclastelor. Creșterea activității osteoclastelor de către parathormon necesită prezența vitaminei D₃.

Acțiuni la nivelul intestinului subțire: 1. crește absorbiția intestinală a calciului; 2. determină mărirea absorbției intestinale a fosfatului, dar într-o măsură mai mică.

Acțiunile la nivel renal:

1. stimulează reabsorbția fosfatului în tubii distali ai nefronului; 2. stimulează reabsorbția fosfatului în tubii proximali.

Concentrația ionilor de calciu și fosfor din lichidele extracelulare este cu mult peste limita critică de cristalizare. Faptul că această nu precipită masiv cu formare de cristale de hidroxiapatita în toate țesuturile se datoră prezenței în lichidele extracelulare a unor inhibitori care asigură stabilitatea soluției fosfo-calcice. Unul dintre acești este molecula de pirofosfat, prezentă în toate țesuturile, cu excepția celui osos. Aici osteoblastele secrează o substanță care neutralizează pirofosfatul. Odată inhibitorul neutralizat, afinitatea naturală a fibrelor de colagen pentru sărurile de calciu determină precipitarea.

Calciul de schimb. Osul, ca și alte țesuturi ale organismului, conține un tip de calciu de schimb care este în totdeauna în echilibru cu ionii de calciu din lichidul extracelular. Calciul de schimb de la nivelul osului reprezintă până la 1% din calciul osos total,

fiind reprezentat de săruri ușor mobilizabile. Acest tip de calciu realizează un mecanism rapid de tampon, care împiedică concentrația calciului din lichidul extracelular să varieze foarte mult.

OSTEOGENEZA ȘI OSTEOLIZA – REMODELAREA OSULUI

Osul este în permanență format de către osteoblaste și este continuu lizat acolo unde sunt active osteoclastele. Osteoblastele se găsesc pe suprafețele exterioare ale oaselor și în caviatările osoase. În toate oasele vii se desfășoară o oarecare activitate osteoblastică. Acestea emit către os prelungiri similare vilozităților și secrete din aceste vilozități două tipuri de substanțe: 1. enzime proteolitice; 2. căjușă acizi, inclusiv acidul citric și acidul lactic. Enzimele digeră sau dezorganizează matricea organică a osului, iar acizii sărurile minerale.

Echilibru între osteogeneza și osteoliza. În mod normal, exceptând oasele de creștere, rata osteogenezei și cea a osteolizei sunt egale, astfel încât masa totală a osului să rămână constantă. De obicei, osteoclastele există sub forma unor mici populații și, odată ce o populație de osteoclaste începe să se dezvolte, ea consumă din os vreme de aproximativ 3 săptămâni, săpând un tunel ce poate avea 1 mm diametru și o lungime de mai mulți milimetri. La sfârșitul acestei perioade, osteoclastele dispar și tunelul este invadat de osteobaste. Urnează apoi osteogeneza, vreme de câteva luni, osul nou fiind depus în straturi succese pe suprafața interioară a cavitații, până ce tunelul este umplut. Osteogeneza încețează când osul începe să slăjenească vasele ce irigă zona. Canalul prin care trece aceste vase, numit canal haversian, este, deci, tot ce rămâne în cavitarea inițială. Fiecare teritoriu osos nou format în acest mod se numește osteon.

Formarea și liza osoasă continuă sau câteva funcții fiziologice importante. 1. Osul își ajustează rezistența, de obicei proporțional cu gradul de solicitare a lui. Prin urmare, oasele se îngroșă când sunt supuse la încărcări mari. 2. Forma osului poate fi remodelată pentru a susține adevarat forțele mecanice, prin osteoliză și osteogeneză, conform modelului sarcinilor la care este supus. 3. Pe măsură ce matricea organică bătrâna degeneră, este nevoie de matrice organică nouă. Pe această cale se menține consistența normală a osului. Osul este format în raport cu solicitarea compresivă pe care trebuie să o suporte. Solicitarea fizică continuă stimulează depunerea osteoblastică a osului. S-a presupus că osteogeneza în punctele de solicitare compresivă este determinată de un efect piezoelectric, astfel: compresiunea osului produce un potențial negativ la locul compresiei și un potențial pozitiv în altă parte în os. S-a demonstrat că minime cantități de curent ce trec prin os determină activitatea osteoblastică la polul negativ al fluxului de curent, ceea ce ar putea explica osteogeneza crescută la locurile de compresiune.

Osteogeneza. Fractura unui os activează într-un anume mod, maximal, toate osteoblastele periodale și intraosoașe implicate în ruptură. Aproape imediat sunt formate extremități multe osteoblaste noi din celule osteoprogenitoare (celulele stem ale osului). În scurt timp se dezvoltă între cele două capete rupte ale osului o mare aglomerare de țesut osteoblastic și o matrice organică nouă, urmată de depunerea sărurilor de calciu. Aceasta poartă numele de calus. Apoi, el este remodelat într-o strucțură osoasă corespunzătoare.

ANATOMIA SISTEMULUI MUSCULAR

Sistemul muscular este format din mușchi, care sunt organe active ale mișcării. Acestei rol este realizat de către musculatura scheletică (somatică), ce are în structura sa țesut muscular striat. Mușchii au forme variate. Se descriu mușchi fusiformi (biceps, triceps), mușchi triunghiulari (piramidal ai abdomenului), mușchi de formă patruță (mare drept abdominal și marele dorsal), în formă de cupolă (diafragma), în formă de trapez (mușchiul trapez), mușchi circulari (orbicularul buzelor și cel al pleoapelor). Tot formă circulară au și sfințierele (sfințierul extern al anusului și cel al uretrei).

După dimensiunea care predomină, distingem mușchi laji (marele drept abdominal, mușchii oblici extern și intern, mușchiul transvers al abdomenului), care au tendoane lățite, numite aponevrose, mușchi lunghi (mușchiul de la brat, antebraț, coapsă și gambă) și mușchi scurți (mușchiul din palmă și plantă).

După numărul capetelor care se prind pe os, pot fi cu un singur capăt pe os (mușchii pieilos), celălalt capăt inserându-se pe piele, cu două (mușchiul biceps), cu trei capete (mușchiul triceps), cu patru capete (mușchiul cvadriceps).

STRUCTURA MUŞCHIULUI

Mușchii scheletici prezintă o porțiune centrală musculară, mai voluminoasă, numită corpul mușchiului (pântecele) și două extremități de culoare albă-sidefie, numite tendoane, care au în structura lor țesut fibros. Unul dintre tendoane, cel care se inseră pe osul fix, se numește de origine, iar celălalt, care se prinde de osul mobil, se numește de inserție. În general, originea este unică, dar se cunosc și mușchi cu mai multe origini (biceps, triceps, cvadriceps). Corpul mușchiului este format din fibre musculare striațate, care la unii mușchi pot atinge o lungime de 10 - 15 cm. La exteriorul corpului muscular se află o membrană conjunctivă, numită fascia mușchiului, care învelește atât corpul mușchiului, cât și tendoanele. Sub aceasta se află o lamă de țesut conjunctiv, perimisium exterior, care, de asemenea, învelește corpul mușchiului și din care poartă, în interior, septuri conjunctive, numite perimisium intern, din care se detasează o teaca de țesut conjunctiv, numită endomisium, care învelește fibrele musculare striațate.

Mușchii are o bogată vascularizare, asigurată de ramurile musculare ale diferitelor artere care însoțesc mușchiul. Dintre aceste ramuri musculare se desprind arteriole care pătrund prin septurile conjunctive și duc spre miofibriile, sânge încărcat cu O_2 și substanțe nutritive. Sangele cu CO_2 , și cu produsele de dezasimilație rezultate în urma metabolismului muscular este colectat de vene satelite și omonime arterelor.

Inervația mușchiului este dublă, somatică și vegetativă. Inervația vegetativă simpatică determină, pe căi aferente, reacții vasomotorii. Inervația somatică sensitzivă este asigurată de dendritele neuronilor somatosenzitivi din ganglionii spinali, care ajung la porțiunea ecuatorială (centrală) a fibrelor musculare din structura fusului neuromuscular, la corpusculii Vater din mușchi sau la corpusculii tendinoși Golgi.

Inervatia somatică motorie este asigurată de axonii neuronilor somatomotori α (alfa), situați în cornul anterior al măduvei, care ajung la fibra musculară striată, formând placă motorie, sau de către axoni neuronilor somatomotori γ (gamma), cu aceeași localizare, care ajung la porțiunea periferică a fibrelor musculare din structura fusului neuromuscular. Placa motorie este considerată o sinapsă specială (sinapsă neuroefectorie) și are în structura sa două componente, una nervoasă, componenta presinaptică, și alta musculară, componenta postsinaptică. Între ele se află spațiu (fanta) sinapic.

Componenta presinaptică este reprezentată de butonii terminali ai fibrei nervoase (axonul neuronilor α din cornul anterior al măduvei) care pătrund în niște adâncituri ale sarcoplasmei fibrei musculare striațe. Butonii terminali conțin vezicule cu acetilicolina.

Componenta postsinaptică este reprezentată de sarcoplasma, lipsită la acest nivel de miofibriile, dar care conține mulți nuclei și numeroase mitocondrii. La om, fiecare fibră musculară are, în general, căte o placă motorie.

PRINCIPALELE GRUPE DE MUŞCHII SOMATICI

Mușchii somatici sunt grupați în mușchii capului, gâtului, trunchiului și membrelor.

MUŞCHII CAPULUI

La cap se descrează două categorii de mușchi, mușchii mimici, care, prin contracția lor, determină diferite expresii ale feței, și mușchii masticatori, care intervin în realizarea actului masticării (fig. 29).

Mușchii mimici. Se mai numesc și mușchii cutați, deoarece unul din capetele lor se prinde de piele. Sunt inervați de nervul facial și sunt grupați în jurul orificiilor orbitale, nazale și bucale.

Muschii mimici

Numele mușchiului	Localizare	Ațjune
1. Frontal	La nivelul fruntei.	Încreștește pielea fruntei.
2. Sprâncenos	Între sprâncene.	Determină creștere între sprâncene.
3. Auriculari (anterior, superior, posterior)	În jurul pavilionului urechii.	Atrofiază la om.
4. Occipital	În regiunea occipitală.	Încreștește pielea regiunii occipitale.
5. Zygomatic (mare și mic)	În dreptul pomelților obrazului.	Ridică buza superioară.
6. Pătratul și triunghiularul buzelor	La nivelul bărbiei.	Coboară buza inferioară.
7. Mental	La nivelul bărbiei.	Determină gropiță din bărbie.
8. Orbicularul ochiului	În jurul orbitei.	Închide pleoapele.
9. Orbicularul buzelor	În jurul orificiului bucal.	Închide orificiul bucal, apropiind buzele între ele.
10. Buccinator	La nivelul obrazului.	Intervine în fluierat și este dezvoltat la suflătorii la trompetă.

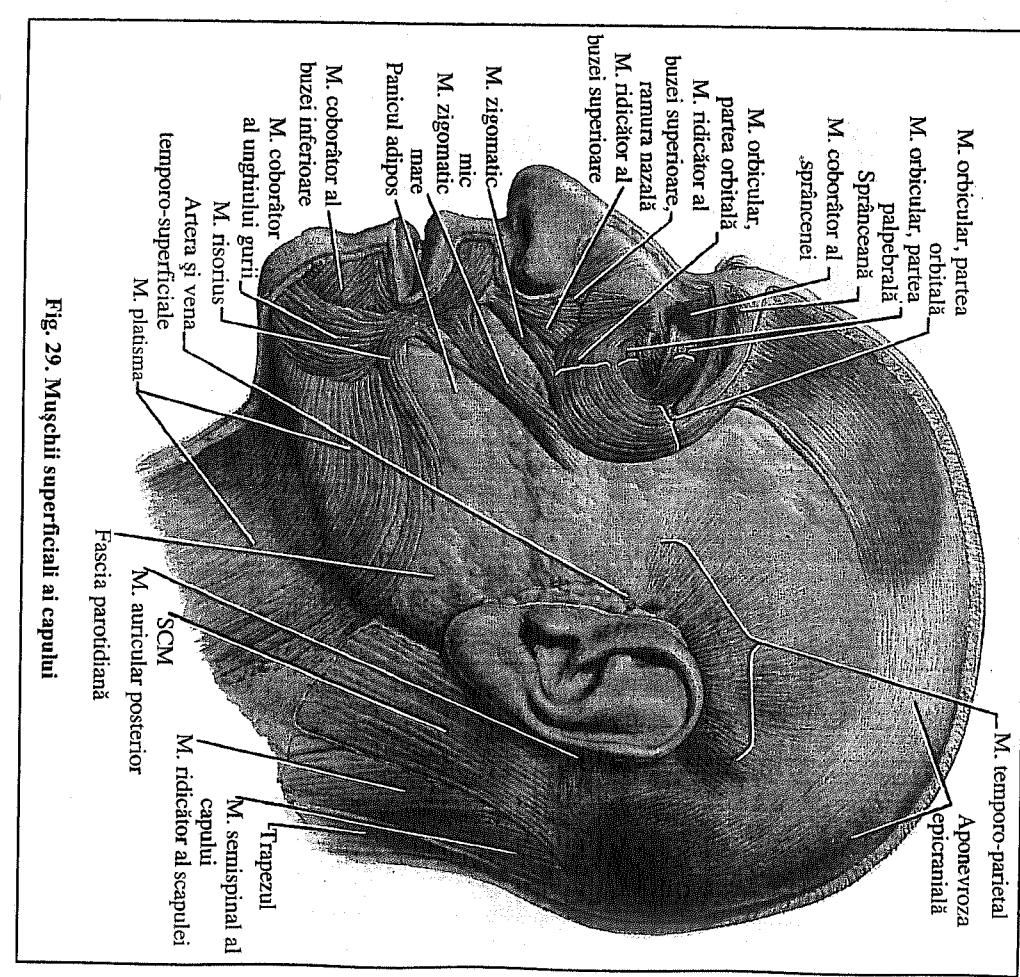




Fig. 30. Mușchii gâtului

Mușchii masticatori - continuare

Numele mușchiului	Origine	Insetție	ACTIONE	Inervatie
1. Platisma, situat imediat sub piele	Pe pielea din regiunea su-praclaviculară.	Pe pielea obrazului și pe comisura bucală.	Coboară buzele (dispreț, frică) și ridică pielea gâtului.	N. facial.
2. Sterno-clieandomastoidian	Pe stern și claviculă.	Pe procesul mastoid.	Când se contractă uniform lateral înclina capul de aceeași parte și îl rotește spre partea opusă; în contracția bilaterală este flexor al capului.	N. accessor.
3. Suprahioidieni: -digastric, cu două pâncece unite printr-un tendon intermediar -stilohipo-	Pâncecele posterior și are originea pe mastoïd.	Pâncecele anterior se prinde pe mandibulă.	Cuboară mandibula.	Nervul trigemen pt. pâncecele anterioar și nervul facial pt. pâncecele posterior.
dian -mioliohi-	Pe procesul stiloид.	Ocul hioid.	Ridică hioidul în deglutitie.	N. trigemen.
dian -geniohioidian	Pe corpul mandibulei (pe linia mioliohidiană).	Ocul hioid.	Cuboară mandibula și ridică osul hioid.	N. hypoglos.
4. Infrahioidieni: -sternohio-	Pe fața posterioară a sternului și claviculă.	Pe osul hioid.	Cuboară osul hioid.	
-tirohioidian	Pe cartilagină tiroid.	Pe osul hioid.	Cuboară hioidul și ridică laringele.	
-sternohipo-	Pe manubriul sternului.	Pe cartilajul tiroid.	Cuboară laringele.	
-omohio-				
dian (are două pâncece: superior și inferior)	Pâncecele inferior, pe marginea superioară a scapulei.	Pâncecele superior se prinde de hioid.	Cuboară hioidul.	
5. Scaleni (anterior, mijlociu, posterior)	Pe procesele transverse ale vertebrelor C ₃ -C ₇ .	Pe coasta I și II.	Inclină coloana verticală de aceeași parte și ridică toracele (m. inspiratorii accesori).	Plexul cervical.

MUSCHII GÂTULUI

În regiunea anterolaterală a gâtului se află o serie de mușchi (fig. 30), pe mai multe planuri care, dinspre suprafață spre profunzime, sunt prezentați în tabelul ce urmează:

Mușchii gâtului - continuare

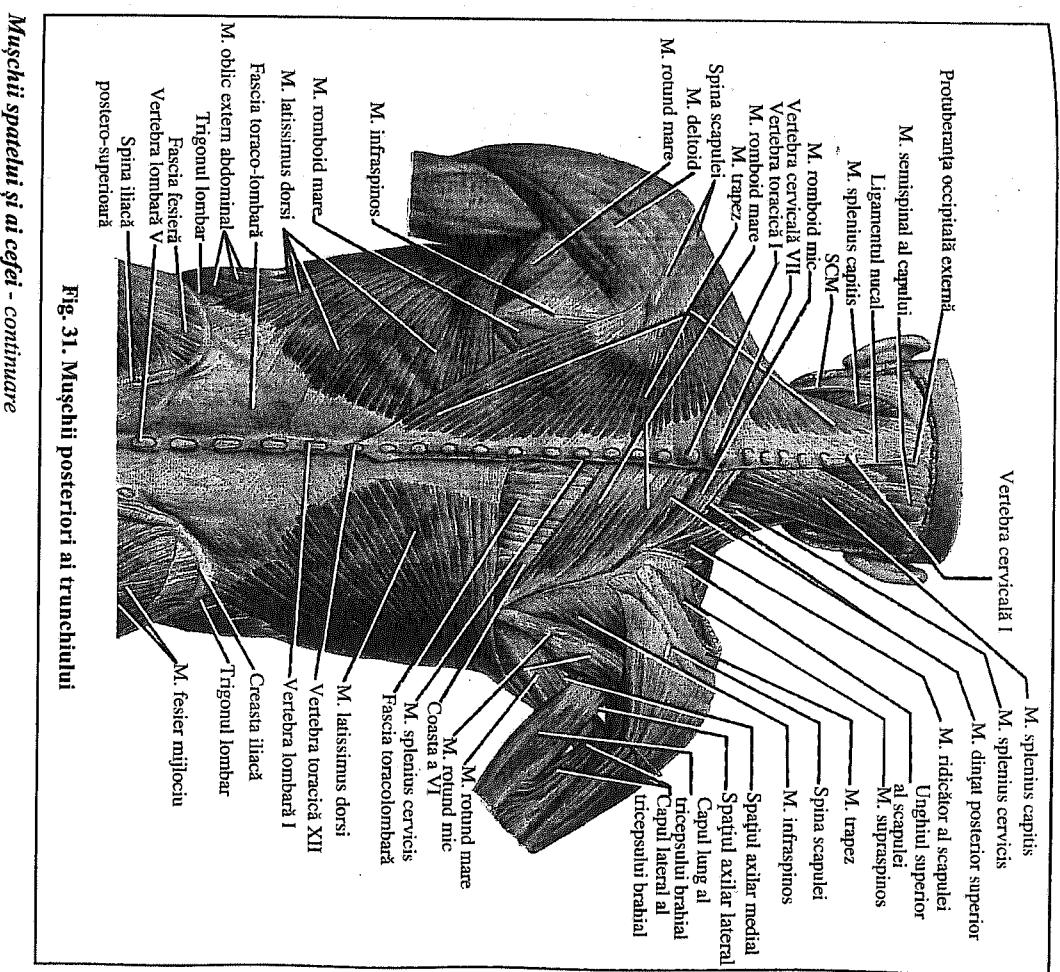
Numele mușchiului	Origine	Inserție	ACTIONE	Inervatie
6. Mușchii prevertebrați:				
- lung al capului	Pe apofizele transverse ale vertebrelor C ₁ -C ₆ .	Pe apofiza bazilară a occipitalului.		
- lung al gâtului	Pe corpurile primelor vertebre și ale ultimelor vertebe cervicale.	Pe tuberculul anterior al atlasului.	Flexori ai capului.	Plexul cervical.
- drept anterior al capului	Masa laterală a atlasiului.	Pe apofiza bazilară a osului occipital.		

MUŞCHII TRUNCHIULUI

Mușchii trunchiului se grupează în mușchii spotelui și ai cefei, mușchii anterolaterali ai toracelui și mușchii anterolaterali ai abdomenului (fig. 31 și 32). Musculatura profundă a coloanei vertebrale este inervată de ramurile posterioare ale nervilor spinali.

Mușchii spotelui și ai cefei

Mușchiul	Origine	Inserție	ACTIONE	Inervatie
1. Trapez (are la bază coloana vertebrală și vârful la humerus)	Pe apofizele spinosoase ale vertebrelor cervicale și toracice.	Pe clavicula, acromion și spina scapulei.	Când ia punct fix pe coloană ridică umărul, când ia punct fix pe centura scapulară fibroile superioare încină capul pe partea respectivă, iar cele inferioare contribuie la cățărare.	Nervul accesori.
2. Marele dorsal (latissimus dorsi, cel mai lat mușchi al corpului)	Pe procesele spinosoase ale ultimelor 6 vertebre toracale, ale vertebrelor lombare și creasta sacrală mediană.	Pe humerus (șantul intertubercular),	Când ia punct fix pe coloana coboară brațul și îl rotește înaintă. Când ia punct fix pe inserție ridică toracele (cățărare).	Plexul brahial.
3. Ridicător al scapulei	Pe procesele transverse ale vertebrelor cervicale.	Ridică scapula când ia punct fix pe coloana, iar când ia punct fix pe scapulă încină coloana de aceeași parte.	Plexul cervical și brahial.	
4. Romboïd	Pe procesele spinosoase ale ultimelor vertebre cervicale și ale primelor toracice.	Pe marginea medială a scapulei.	Plexul brahial.	
5. Dintat posterior și superior	Pe procesoane spinoase C ₇ , T ₁ , T ₂ , T ₃ .	Ridică coastele, fiind inspirator.	Nervii intercostali.	

**Fig. 31. Mușchii posterioiri ai trunchiului****Mușchii spotelui și ai cefei - continuare**

Mușchiul	Origine	Inserție	ACTIONE	Inervatie
6. Dintat posterior și inferior	Pe procesele spinosoase T ₁ , T ₂ , și L ₁ , L ₂ .	Pe ultimele 4 coaste.	Coboară coastele, fiind expirator.	Nervii intercostali.
7. Splenius (al capului și al gâtului)	Pe procesele spinosoase C ₇ , T ₁ -T ₅ .	Spleniusul capului, pe occipital și pe mastoïda; spleniusul gâtului, pe procesele transversale ale atlasului și axisului.	În contractie bilaterală sunt extensori ai capului. În contractie unilaterală încină capul de aceeași parte.	Plexul cervical.

Mușchii anterolaterali ai toracelui. În partea anterioră a toracelui se găsesc cei doi mușchi pectorali (marele și micul pectoral). Mai profund se află mușchiul subclavicular și dințatul mare.

În spațiile intercostale se găsesc mușchii intercostali externi și interni. La baza cutiei toracice se află diafragma, un mușchi lat care separă cutia toracică de cavitatea abdominală, având o față boltită spre torace și o față concavă spre abdomen.

Structural, diafragma are două porțiuni: centrală (aponevrotică) și periferică (moleculară). Componenta aponevrotică se numește centru tendinos al diafragmei și are formă de trifoi.

Mușchii anterolaterali ai toracelui

Mușchiul	Origine	Insetie	Acțiune	Inervatie
1. Marele pectoral	Are 3 fascicule de origine: clavicular, pe clavicula; sternocostal, pe fața anteroară a coastelor și pe primele 6 cartilaje costale; abdominal, pe teaca marelui drept abdominal.	Pe humerus (creasta marelui tubercul).	Când ia punct fix pe torace apropie brațul de torace. Când ia punct fix pe humerus intervin în călăzire, ridicând toracele.	Plexul brahial.
2. Micul pectoral	Pe procesul coracoid al scapulei.	Pe coastele II, IV și V.	Ridică coastele și intervine în inspirație.	Plexul brahial.
3. Subclaviular	Pe față inferioară a clavicei.	Pe coasta I.	Coboară clavica și intervine în inspirație.	Plexul brahial.

Mușchii anterolaterali ai toracelui - continuare

Mușchiul	Origine	Insetie	Acțiune	Inervatie
4. Marele dințat anterior	Pe primele 10 coaste.	Pe marginea internă a scapulei.	Când ia punct fix pe torace duce scapula înainte și lateral. Când ia punct fix pe scapula ridică coastele (deci inspirație).	Plexul brahial.
5. Intercostali externi	Pe buza externă a marginilor superioare ale coastelor subiacente.	Pe buza externă a marginilor superioare ale coastelor subiacente.	Sunt ridicători ai coastelor, deci inspiratori. Ocupă parte posterioră a spațiului intercostal, au fibre oblice, de sus în jos și dinapoi înainte.	Nervii intercostali.
6. Intercostali interni	Pe buza internă a marginilor superioare ale coastelor subiacente.	Pe buza externă a sănțului subcostal de pe marginea inferioară a coastei supracciacente.	Sunt coborâtori ai coastelor, deci expiratori. Ocupă partea anteroară a spațiului intercostal. Au direcție inversă cu precedenții.	Nervii intercostali.

Diafragma are o componentă centrală fibroasă - centru tendinos - și o componentă musculară. Componenta musculară formează partea periferică a diafragmei și prezintă trei porțiuni:

- porțiunea lombată, cu originea pe primele trei vertebre lombare, prin doi stâlpi: drept, care este mai puternic, și stâng;
- porțiunea costală își are originea pe ultimele sase coaste;
- porțiunea sternală, cu originea pe procesul xifoid.

Diafragma este străbătută de o serie de formațiuni. Dinspre torace spre abdomen trec: esofagul, cu doi nervi vagi, aorta, nervii splânnici (mare și mic) și lanțurile simpatice, iar dinspre abdomen spre torace trec vena cavă inferioară și canalul toracic.

Mușchii anterolaterali ai abdomenului. Sunt mușchi lați. De o parte și de alta a liniei mediane se află mușchii drepti abdominiali. Anterior de fiecare mușchi drept abdominal se află mușchiul piramidal.

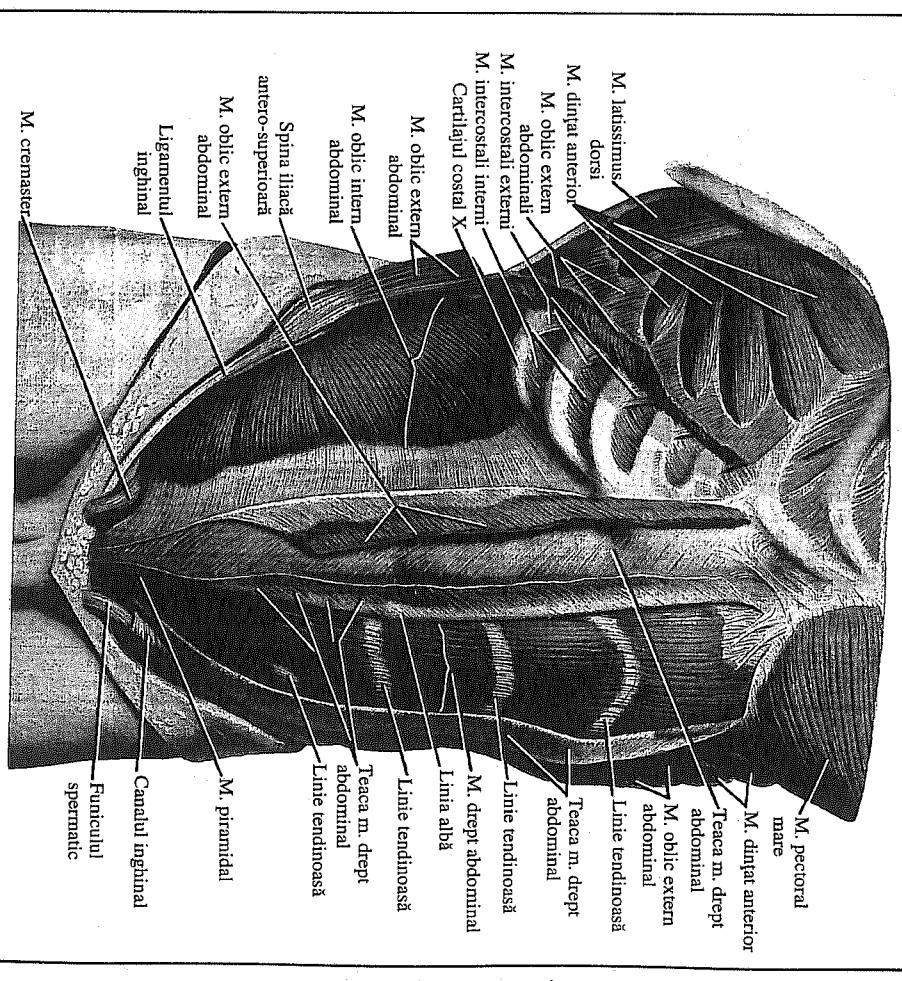


Fig. 32. Mușchii anterioiri ai trunchiului

Mușchii anterolaterali ai abdomenului

Numele mușchiului	Origine	Insetie	Acțiune	Inervatie
1. Marele drept abdominal	Pe marginile superioare și inferioare a simfizei pubiene.	Pe cartilajele coastelor V, VI, VII și pe apendicele xifoid al sternului.	Când ia punct fix pe pube flexeaază torace, când ia punct fix pe torace flecteaază bazinul pe torace.	Nervii intercostali și plexul lombar.
2. Piramidal	Prin baza lui are originea pe pube.	Prin vâful lui se inseră pe linia albă.	Îninde linia albă (o punte în tensiune).	Plexul lombar.
3. Oblic extern	Pe fața exterñă a ultimelor coaste.	Aponevroza oblicului extern are mai multe tipuri de fibre: - cele mai multe participă la formarea tecii marelui abdominal; - unele ajung la creasta iliacă; - altele formează pilieri care se inseră pe pube.	În contractie unilaterală rotește trunchiul în partea opusă. Intervine și în expirație, coborând coastele (m. expirator accessor). Când ia punct fix pe coasă flexeaază bazinul pe torace.	Nervii intercostali și plexul lombar.
4. Oblic intern	Pe creasta iliacă.	Fasciculele posterioare se inseră pe marginea superioară a ultimelor coaste. Fasciculele mijlocii formează teaca marelui drept abdominal. Fasciculele anterioare formează cu fasciculele venite din mușchiul transvers tendonul conjunct.	În contractie unilaterală rotește toracele de aceeași parte. Când ia punct fix pe torace face flexia bazinului pe bazin. Coboară coastele (mușchi expirator).	Nervii intercostali și plexul lombar.
5. Transvers abdominal	Pe ultimele 6 cartilaje costale și pe creasta iliacă.	Fibrele superioare ale aponevrozei participă la formarea toracele ca un brâu. Coasele coastele (mușchii mijlocii), împreună cu fibre din mușchiul oblic intern.	Trage coastele spre linia mediană, strângând intercostalii mari. Fibrele inferioare contribuie la formarea tendonului conjunct, împreună cu fibre din mușchiul oblic intern.	Nervii intercostali și plexul lombar.
6. Pătrat lombar	Pe creasta iliacă.	Când ia punct fix pe creasta iliacă înclina coloana lombară. Coboară coastele, fiind expirator. Contribuie la menținerea trunchiului în rectitudine.	Plexul lombar.	

Mușchii umărului - continuare

Numele mușchiului	Origine	Insetie	Acțiune	Inervatie
7. Psoas	Pe corpurile vertebrelor toracale. Se unește cu mușchiul iliac și formeză mușchiul psoa-iliac.	Pe trohanterul mic. bazin.	Flexia coapsei pe lombar.	Plexul lombar.

Lateral de mușchii drepti abdominali se află mușchii oblic extern, oblic intern și transvers continuă cu aponevizoane care formează leaca dreptului abdominal, ce acoperă mușchiul omoplătă și mușchini piramidal. Prin întretăierea fibrelor aponevrozelor mușchilor laterali se formează pe linia mediană, între cei 2 drepti abdominali - linia albă (rafen tendinos). În partea posterioră a abdomenului se află mușchiul psoas și pătrat lombar.

Acțiunea mușchilor abdominali. În totalitate, mușchii abdomenului au o acțiune asupra coloanei vertebrale și o acțiune de presă abdominală. **Acțiunea asupra coloanei:** mușchii abdominali, în special mușchii drepti, contribuie împreună cu mușchii jgeahurilor vertebrale și cu mușchii pătrări ai lombelor la menținerea în rectitudine a coloanei vertebrale.

Acțiunea de presă abdominală: mușchii abdomenului formează o centură contractilă, rolul principal revenind mușchilului transvers. Prin tonicitatea lor, contribuie la fixarea organelor abdominale. Când se contractă activ, comprină aceste organe și determină "o presă abdominală" ce intervine în acte fizioligice precum: expirația, mîncuirea, defecația, expulzia făcului. Presiunea abdominală intervine și în vomă.

MUŞCHII MEMBRELOR**Mușchii membrului superior**

Sunt grupați în mușchi ai: umărului, brațului, antebrațului și mâinii (fig. 33-37).

Mușchii umărului

Numele mușchiului	Origine	Insetie	Acțiune	Inervatie
1. Deltoid (cel mai voluminos dintre mușchii umărului)	Pe clavicula (fascicul anterior), pe acromion (fascicul mijlociu) și pe spina scapulei (fascicul posterior).	Pe tuberozitatea delto-ediană de pe corpul humerusului.	Fasciculele anterioare proiecțiează braul înainte, fasciculele posterioare proiectază braul înapoi. Contrația sinergică a celor trei fascicule duce braul pâna la orizontală (abducție).	Plexul brahial.
2. Supraspinos	În fossa supraspinosă de pe fața posterioară a scapulei.	Pe tubercul mare al humerusului.	Este abductor al braului, ajutând m. deltoid în acțiunea sa de abducție.	Plexul brahial.
3. Infraspinos	În fossa infraspinosă de pe fața posterioară a scapulei.	Pe tubercul mare al humerusului.	Face roata în afară a humerusului.	Plexul brahial.

Mușchii umărului - continuare

Numele mușchiului	Origine	Insetie	Acțiune	Inervatie
4. Rotund mic	Pe marginea laterală a scapulei.	Pe tuberculul mare al humer- rusului.	Face rotația în afară a humerusului.	Plexul brahial.
5. Rotund mare	Pe marginea laterală a scapulei, sub pre- cedentul.	Pe tuberculul mic al hume- rusului și creasta lui.	Face rotația înăuntru a braului și apropie braul de corp (adductor).	Plexul brahial.
6. Sub- scapular	În fosa subscapulară de pe fața anteroioară a scapulei.	Pe tuberculul mic al hume- rusului.	Face rotația înăuntru a braului și adducția lui.	Plexul brahial.

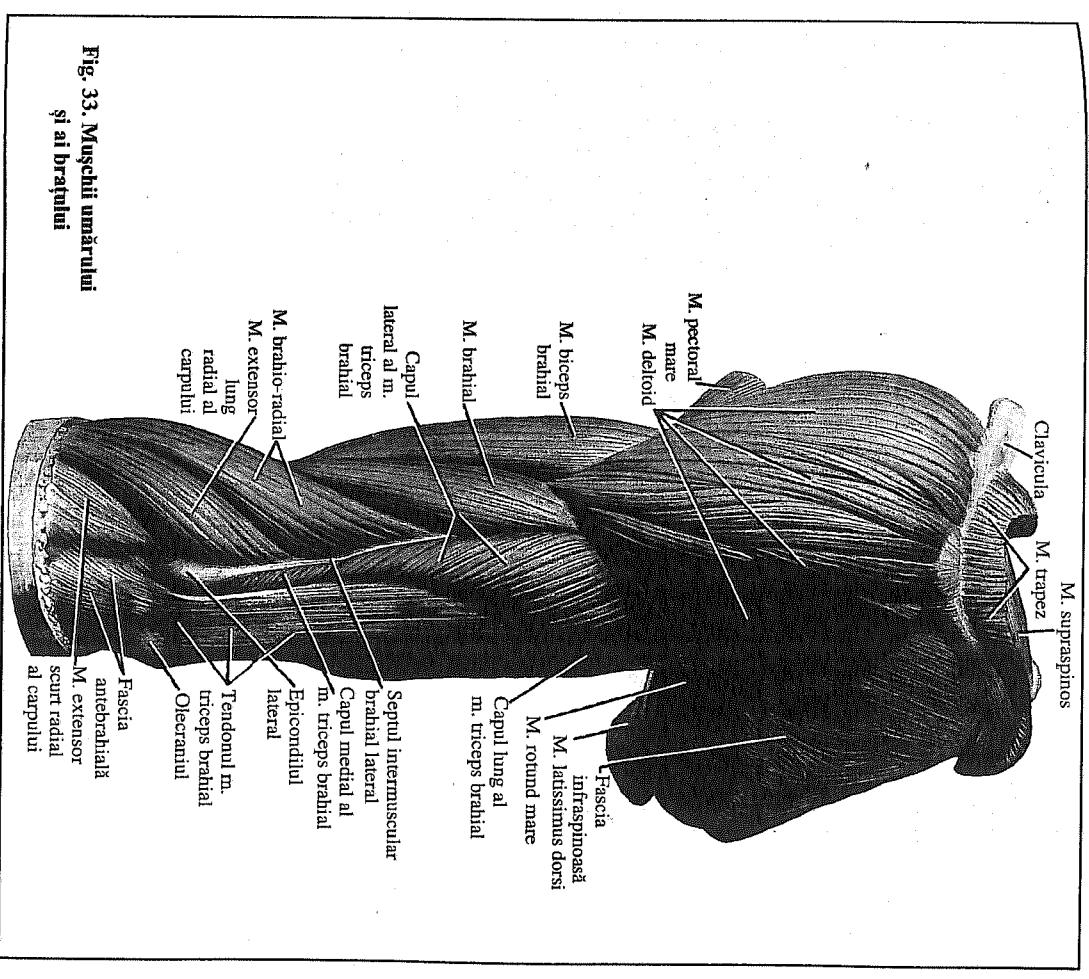
Mușchii regiunii anterioare a brațului

Numele mușchiului	Origine	Insetie	Acțiune	Inervatie
1. Biceps brahial	Are două origini: pe procesul coracoid al scapulei și pe un tu- bercul situat deasupra cavitatei glenoide a scapulei.	Pe tuberozitatea radiusului.	Flexea braul pe brat, face mișcarea de supinare. A supra- tutui este adductor.	Plexul brahial.
2. Coraco- brahial	Pe procesul coracoid al scapulei.	Pe corpul hu- merusului (fața lui medială).	Proiectează înainte braul și îl apropie de trunchi (adductor).	Plexul brahial.
3. Brahial	Pe corpul humerusu- lui, sub tuberozitatea deltoidiană.	Pe procesul coro- noid al ulnei.	Flexor puternic al ante- braului pe braț.	Plexul brahial.

Mușchii regiunii posterioare a brațului

Numele mușchiului	Origine	Insetie	Acțiune	Inervatie
Triceps brahial	Are trei capete de origine: unul se prinde pe un tubercul situat sub ca- vitatea glenoïdă a scapulei, celelalte două pe fața posterioară a humer- sului, de o parte și de alta a șanțului de torsie.	Pe olecran. Extensor al brațului.	Plexul brahial.	

Fig. 33. Mușchii umărului și ai brațului



Mușchii regiunii anterioare a antebrățului

Numele mușchiului	Origine	Insetie	Acțiune	Inervatie
Rotund pronator	Prin capătul humeral pe epicondilul medial al humerusului, iar prin capătul ușar pe procesul coronoid al ulnei.	Pe fața laterală a radiu- sului.	Face mișcarea de pronacie a mâinii. Este un flexor al antebrățului pe braț.	Plexul brahial.

Mușchii regiunii anterioare a antebrățului - continuare

Numele mușchiului	Origine	Insetie	Acțiune	Inervatie
2. Flexor radial al carpusului	Pe epicondilul medial al humerusului.	Pe baza metacarpianului II.	Slab flexor al ante- brațului pe brat și al mâinii pe antebraț. Slab abductor al mâinii (o duce în afară).	Plexul brahial.
3. Palmar lung	Pe epicondilul medial al humerusului.	Pe aponevroza palmară.	Slab flexor al mâinii și al antebrațului.	Plexul brahial.

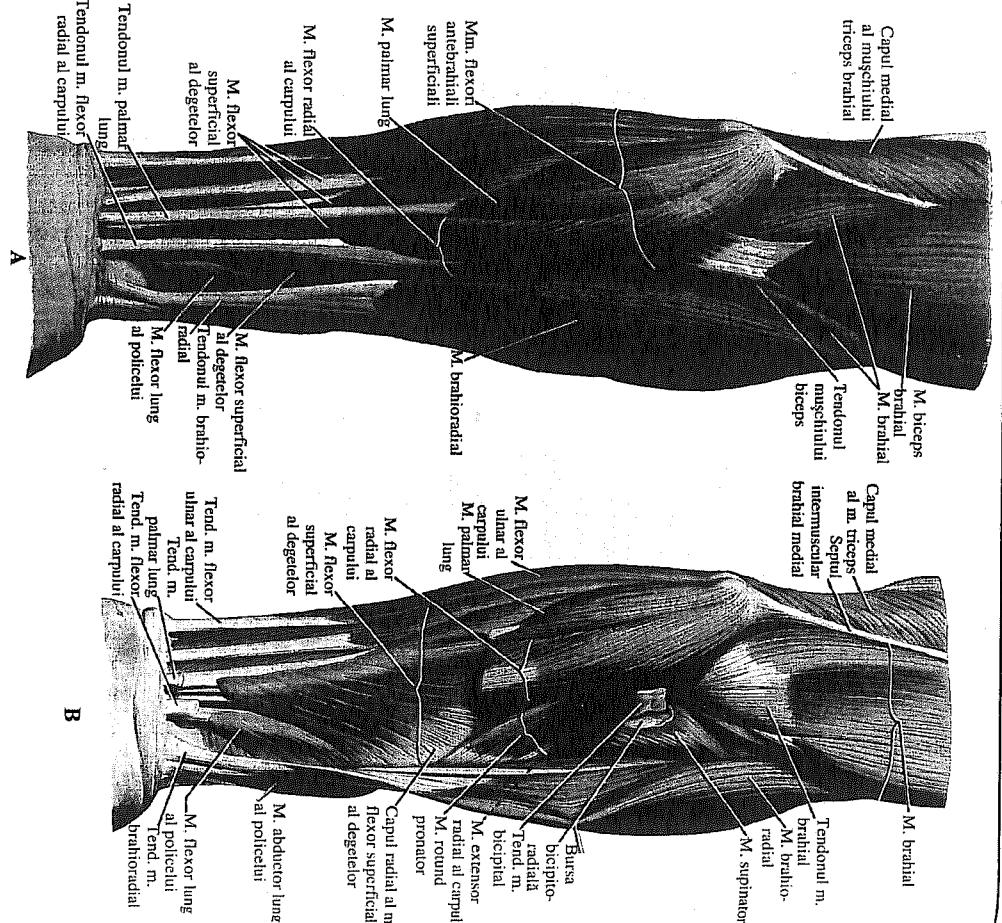


Fig. 34. Antebraț, față anterioară: A - plan superficial; B - plan profund

Mușchii regiunii anterioare a antebrațului - continuare

Numele mușchiului	Origine	Inserție	Aciune	Inervație
4. Flexor ulnar al carpu	Prin capătul ulnar se inseră pe epicondilul medial al humerului, iar prin capătul ulnar pe olecran.	Pe osul pisiform.	Flexor al mănnii. Face și abducția mânnii (o duce înăuntru).	Plexul brahial.

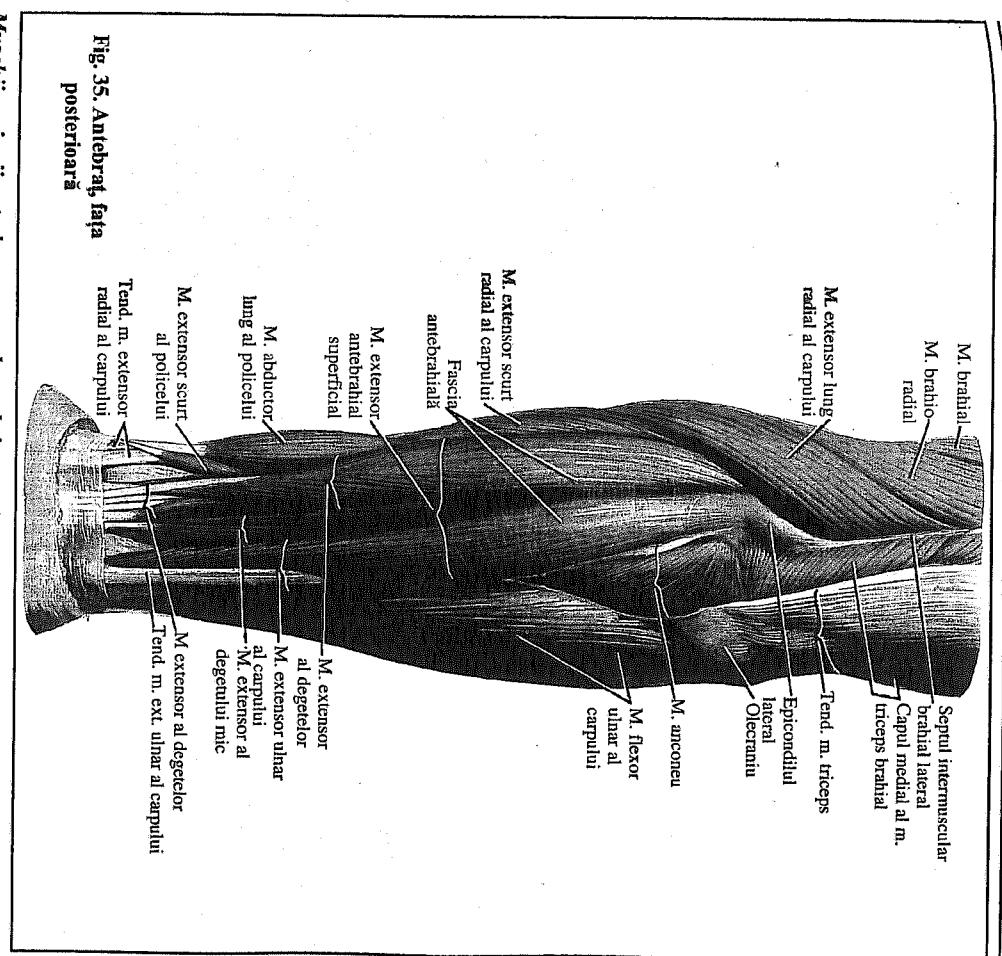


Fig. 35. Antebraț, față posterioară

Mușchii regiunii anterioare a antebrațului - continuare

Numele mușchiului	Origine	Inserție	Aciune	Inervație
5. Flexor superficial al degetelor	Capătul humero-ulnar are originea pe epicondilul medial al humerului și pe procesul coronoid al ulnei. Corpul muscular se continuă cu patru tendoane, destinate degetelor II – V.	Pe falanga medie a degetelor II, III, IV, V. Fiind tendonul flexorului superficial al degetelor se împarte în câte două fascicule care se prind de falanga medie a degetelor II, III, IV și V. Printre cele două fascicule trec tendoanele flexorului profund al degetelor.	Flexeaază falanga medie pe degetele pe mână, mână pe antebraț și antebrațul pe braț. Este și aductor al mânnii.	Plexul brahial.

Mușchii regiunii anterioare a antebrațului - continuare

Numele mușchiului	Origine	Insetie	Acțiune	Inervatie
6. Flexor profund al degetelor	Pe față anterioară a ulnei și pe membrana interosoașă a antebrațului. Corpul muscular se continuă cu patru tendoane pentru degetele II – V.	Fiecare tendon al degetelor II – V trece printre tendoanele flexorului superficial al degetelor și se inseră pe falanga distală.	Flecteașă falanga distală pe cea medie, media pe proximală, degetele pe mână și mână pe antebraț. Este și adductor al mâinii.	Plexul brahial.
7. Flexor lung al pollicelui	Pe față anterioară a radiusului și pe membrana interosoașă.	Pe falanga distală a pollicelui.	Flecteașă falanga distală pe cea proximală, policele pe antebraț. Este usor abductor.	Plexul brahial.
8. Pătratul pronator	Pe față anterioară a ulnei, în porțiunea sa distală.	Pe față anterioară a radiusului, în porțiunea sa distală.	Determină poziția mâinii.	Plexul brahial.

Mușchii regiunii posterioare a antebrațului

Numele mușchiului	Origine	Insetie	Acțiune	Inervatie
1. Extensor al degetelor	Pe epicondilul lateral al humerului. Corpul muscular se împarte în patru tendoane pentru degetele II - V. Fiecare tendon are trei ramuri aponevrotice.	Ramura aponevrotică medială se prende pe falanga medie a degetelor II - V, iar ramurile aponevrotice laterale pe falanga distală de la aceleași degete.	Extensor al falangei distale pe cea medie, al falangei mijlocii pe falanga proximală, al degetelor pe metacarp și al mâinii pe antebraț. Este și aductor al mâinii.	Plexul brahial.
2. Extensor al degetului mic	Pe epicondilul lateral al humerului.	Pe ultimele două falange ale degetului mic.	Este extensor al degetului mic și al mâinii.	Plexul brahial.
3. Extensor ulnar al degetului mic	Capătul humeral se inseră pe condilul lateral al humerului.	Pe baza metacarpianului V.	Face extensia mâinii și abducția ei.	Plexul brahial.
4. Antconeu	Pe condilul lateral al humerului.	Pe față posterioară a extremității superioare a ulnei.	Extensor al antebrațului.	Plexul brahial.

Mușchii regiunii laterale a antebrațului - continuare

Numele mușchiului	Origine	Insetie	Acțiune	Inervatie
1. Brahiore-dial	Pe marginea laterală a humerusului, în porțiunea ei distală, deasupra epicondilului lateral.	Pe procesul stiloïd al radiusului.	Flexor al antebrațului pe braț. Este supinator numai când antebrațul este în pronatăre și pronator când antebrațul este în supinatăre.	Plexul brahial.
2. Lung extensor radial al carpusului	Pe marginea laterală a humerusului, în porțiunea ei distală, deasupra epicondilului lateral.	Pe cel de al II-lea meta-carpian.	Extensor și abductor al mâinii. Este flexor al antebrațului pe braț.	Plexul brahial.
3. Scurt extensor radial al carpului	Pe epicondilul lateral al humerului.	Pe cel de al II-lea meta-carpian.	Extensor și abductor al mâinii. Este și flexor al antebrațului pe braț.	Plexul brahial.
4. Supinator	Pe extremitatea proximală a ulnei, sub incizura radială.	Cel mai puternic supinator al antebrațului și mâinii.	Cel mai puternic supinator al antebrațului și mâinii.	Plexul brahial.

Mâna posedă un aparat muscular complex și are mușchi numai pe față sa palmară și în spațiile interosase. Mușchii mâinii sunt grupați în trei regiuni: 1. Regiunea laterală cuprinde mușchii care deservesc degetul mare (policele) și ianumă: m. abductor al policelei, m. opozant al policelei, m. scurt al policelei și m. adductor al policelei. Acțiunea acestor mușchi este indicată de denumirea lor. 2. Regiunea medială conține m. flexor scurt al degetului mic (inelar), m. abductor al degetului mic și m. opozant degetului mic. 3. Regiunea mijlocie cuprinde mușchii lombricali și interososi.

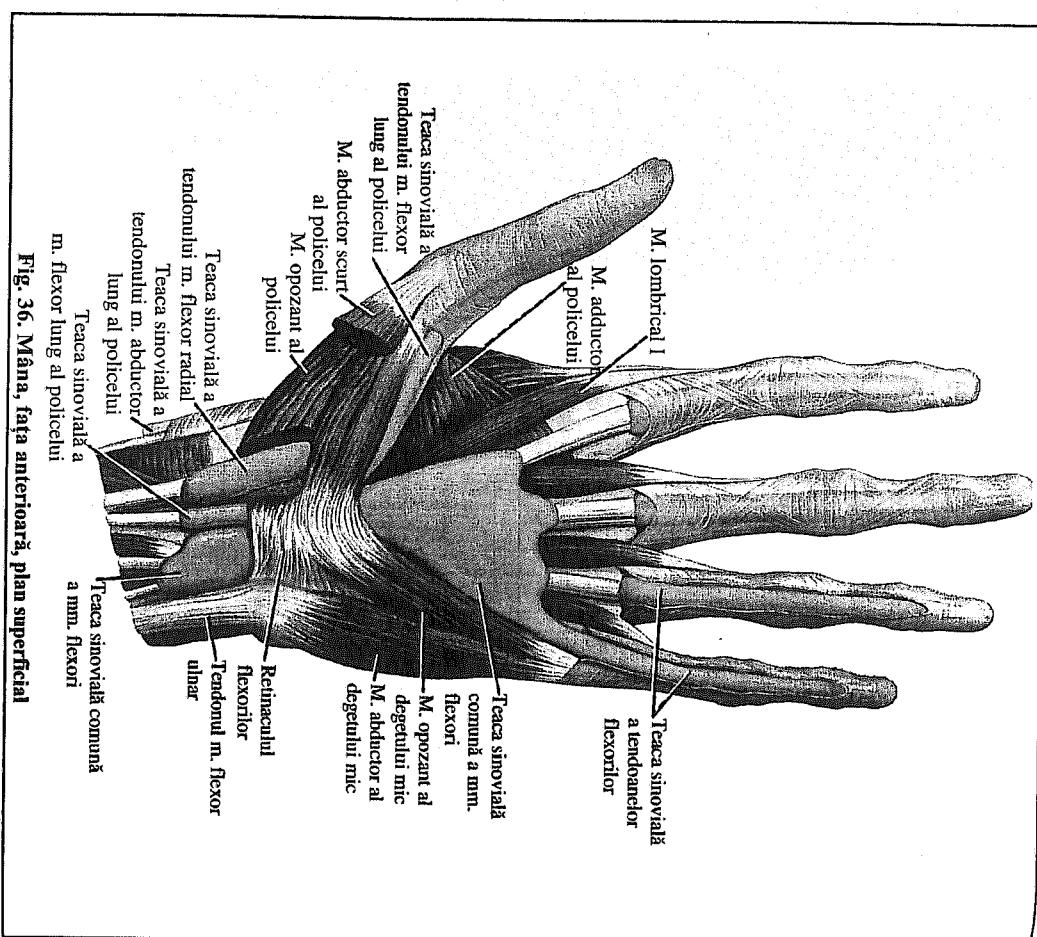


Fig. 36. Mâna, față anterioară, plan superficial

Mușchii lombrai sunt anexați tendoanelor mușchilui flexor profund al degetelor și se extind pe celelalte două (medie și distală). Mușchii interosoși ocupă spațiile dintre metacarpiene și sunt unii palmari, alții dorsali (fig. 36, 37).

Mușchii interosoși flecteață tot falanga proximală și extind falanga medie și distală; în plus, interosoșii palmari apropie degetele de axul mâinii, iar cei dorsali îndepărtaază degetele de axul mâinii.

Mușchii membrului inferior

La membrul inferior vom descrie mușchii bazinului, mușchii coapsei, mușchii gambei și mușchii piciorului (fig. 38-40).

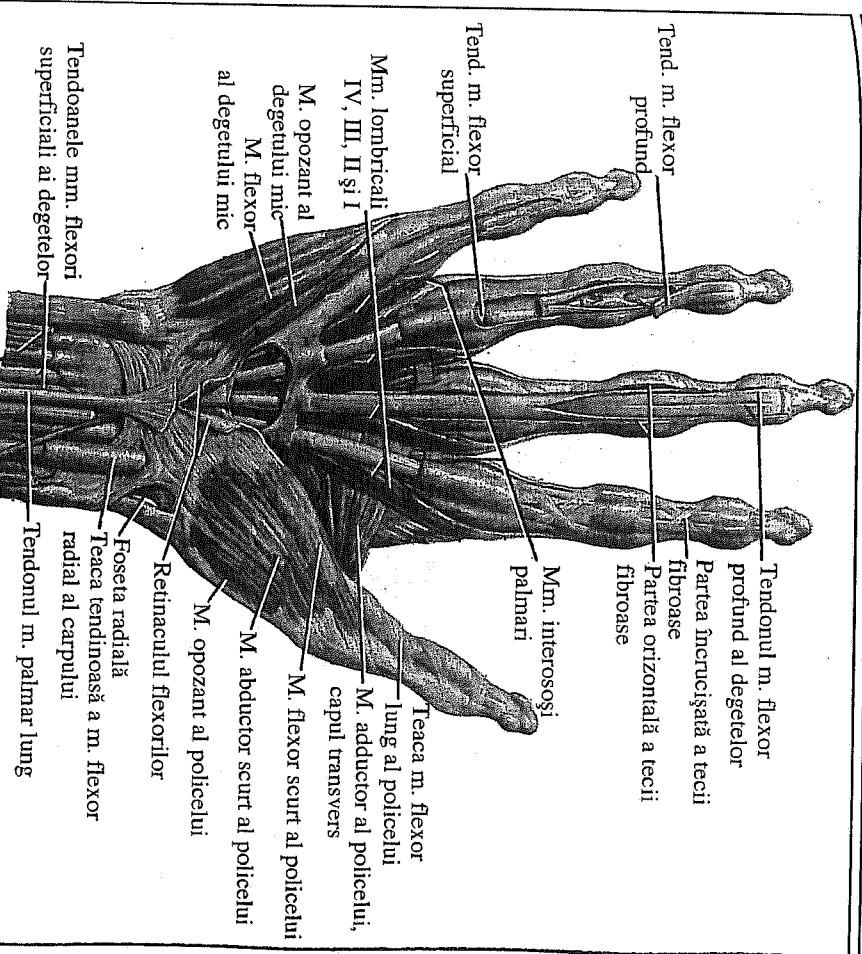


Fig. 37. Mâna, față anterioară, plan profund

Mușchii anteriori ai bazinului

Numele mușchilului	Origine	Inserție	ACTIONE	Inervatie
Ileopsoas, formă din mușchiul psoas și mușchiul iliac	În fossa iliacă.	Pe trohanterul mic.	Flexor al coapsei pe bazin când și ia punct fix pe origine și flexor al bazinului pe coapsă când și ia punct fix pe inserție. În contractie unilaterală înclina trunchiul de aceeași parte.	Plexul lombar.

Mușchii posteriori ai bazinului

Numele mușchilului	Origine	Inserție	ACTIONE	Inervatie
1. Mușchii fesieri mare (cel mai superficial și cel mai voluminos)	Pe aripa iliacă, înapoi a trohanterului mare.	Pe față posterioară a trohanterului mare.	Extensor al coapsei; fin-fesieri, intervine în menținerea pozitiei de verti-	Plexul sacral.

Mușchii posteriori ai bazinului - continuare

Numele mușchiului	Origine	Insetie	Acțiune	Inervatie
- fesier mijlociu	Pe aripa iliacă, între linia fesiera posterioară și anterioară.	Pe fața laterală a trohanterului mare.	Au acțiune comună. Fibrele posterioare ale celor doi mușchi au acțiune de extensie și rotație în afară a coapsei, în timp ce fibrele anterioare au acțiune de flexie și rotație înaintru a coapsei.	Plexul sacral.
- fesier mic	Pe aripa iliacă, între linie fesiere anterioare.	Fata anteroară a trohanterului mare.	Rotator în afară al coapsei.	Plexul sacral.
2. Obturator extern	Pe cadruil exterior al găurii obturate și pe membrana obturatorie.	În fosa trohanterică.	Rotator în afară al coapsei.	Plexul lombar.
3. Obturator intern	Pe cadruil interior al găurii obturate și pe membrana obturatorie.	Pe fața medială a trohanterului mare.	Rotator în afară al coapsei.	Plexul lombar.
4. Piriform (formă triunghiulară cu baza la osul sacru și vârful pe trohanterul mare).	Fața anteroară a sacrului, în vecinătatea găurilor sacrale.	Pe vârful trohanterului mare.	Rotator în afară și abductor al coapsei.	Plexul sacral.
5. Mușchii gemeni - gemen superior - gemen inferior	Pe spina ischiată.	Împreună cu obturatatorul intern, pe fața medială a trohanterului mare.	Aceeași acțiune ca mușchiul obturator intern.	
6. Tensor al fasciei lată	Pe spina iliacă antero-superioră (creasta iliacă).	Pe tractul iliobibial, formăjumă fibroasă a fasciei coapsei, care, în sus, se inseră pe coxal, iar în jos pe condilul lateral al tibiei și pe capul fibulei.	Flexor și abductor al coapsei.	Plexul sacral.
7. Pătrat femural	Pe tuberozitatea ischiatrică.	Pe creasta intertrochanterică.	Rotator în afară al coapsei.	Plexul lombar.

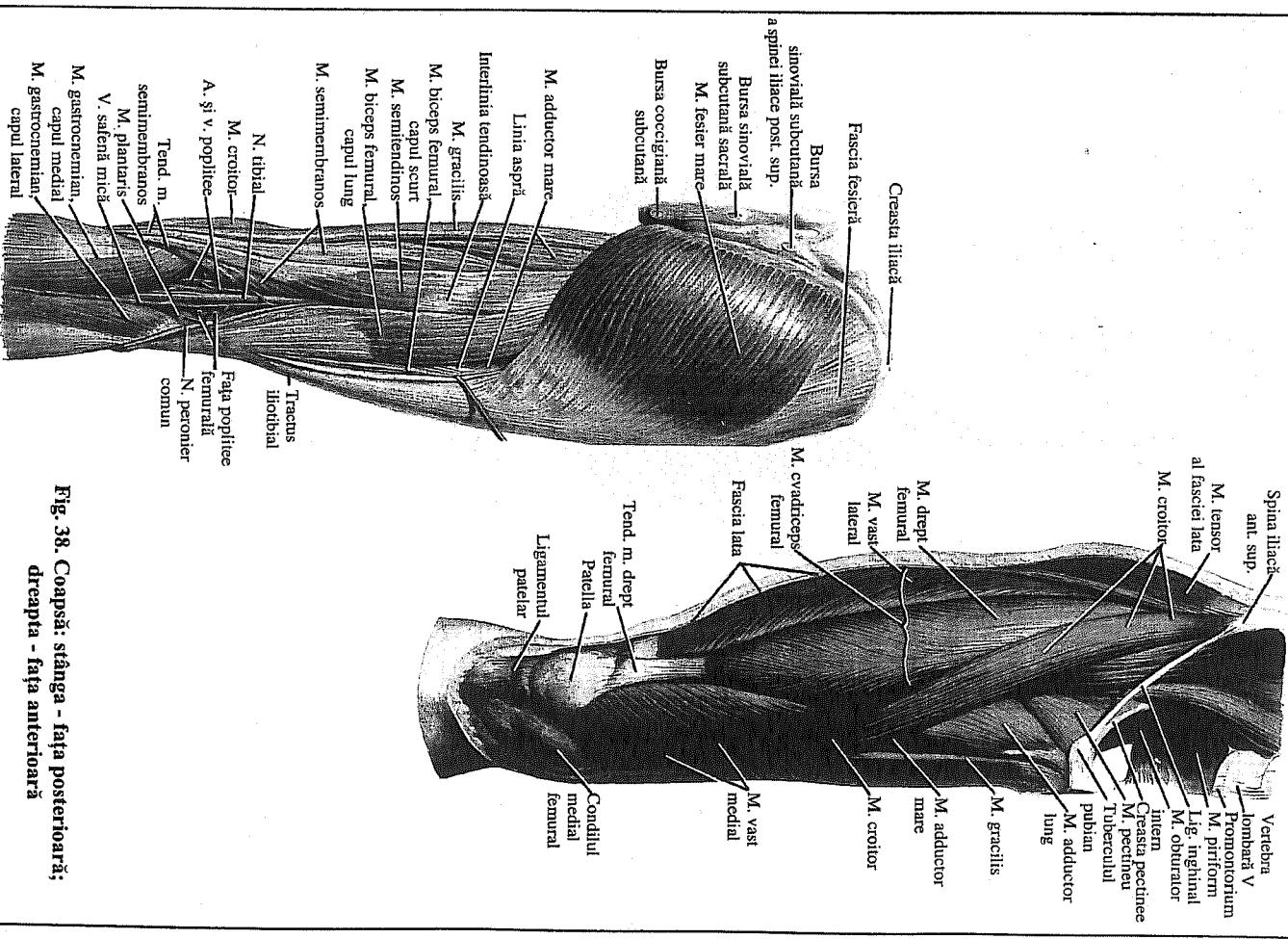


FIG. 38. Coapsă: stânga - față posteroioră; dreapta - față anteroioră

Mușchii coapsei, regiunea anterioară

Mușchiul	Origine	Insetrie	Acțiune	Inervatie
1. Croitor (cel mai lung mușchi al corpului)	Spina iliacă anterioseroasă.	Pe fața medială a tibiei, sub condilul medial.	Flexor al coapsei pe bazin și al gambei pe coapsă.	Plexul lombar.
2. Cvadriceps (are patru capete de origine)	a. Vastul lateral, pe fața laterală a femurului și buza externă a liniei aspre. b. Vastul medial, pe fața medială a femurului și pe buza internă a liniei aspre. c. Vastul intermediar, pe fața anteroară a femurului. d. Dreptul femural, pe bazin.	Pe baza și marginile rotulei.	Extensor al gambei lombar.	Plexul lombar.
3. Adductor scurt				
4. Adductor mare				
5. Gracilis	Pe ramura ischiopubiană.	Pe fața medială a tibiei, sub condilul medial.	Adductor al coapsei, flexor extensor al coapsei. Este și rotator în afară al gambei.	Plexul lombar.

Mușchii coapsei, regiunea posterioră

Numele mușchiului	Origine	Insetrie	Acțiune	Inervatie
1. Biceps femural	Capătul lung pe tuberozitatea ischiatrică; capătul scurt, pe linia aspră.	Pe capul fibulei.	Extensor al coapsei, flexor al genunchiului și rotator în afară al gambei.	Plexul sacral.
2. Semi-membranos	Pe tuberozitatea ischiatrică.	Tendonul direct, pe fața posterioară a condilului medial al tibiei, tendonul recurent merge în sus și lateral, tendonul reflectat ocolește condilul medial al tibiei.	Extensor al coapsei și flexor al genunchiilor. Rotator înăuntru al gambei.	Plexul sacral.
3. Semiten-dinos (situat superficial de precedentul)	Pe tuberozitatea ischiatrică.	Pe fața medială a tibiei, sub condilul medial.	Extensor al coapsei și flexor al genunchiului. Rotator înăuntru al gambei.	Plexul sacral.

Mușchii gambei, regiunea anterioară

Numele mușchiului	Origine	Insetrie	Acțiune	Inervatie
1. Tibialul anterior	Pe condilul lateral al tibiei, fața laterală a tibiei și membrana interosoașă.	Fața medială a fibulei și pe membrana interosoașă.	I cuneiform și I metatarsian. A doua falangă a halucelui.	Flexor dorsal al piciorului și supinatoare.
2. Extensor lung al halucelui				Extensor al halucelui și flexor dorsal al piciorului.
3. Extensor lung al degetelor	Fața medială a fibulei și membrana interosoașă, se împarte în patru tendoane, pentru degetele II – V. Fiecare tendon se împarte într-un fascicul mijlociu și două marginale.	Fascicul mijlociu se inseră pe a II-a falangă, iar cele două marginale pe a treia falangă.	Extensor al degetelor II – V și flexor dorsal al piciorului. Este și pronator al piciorului.	Plexul sacral.

Mușchii gambei, regiunea laterală

Numele mușchiului	Origine	Insetrie	Acțiune	Inervatie
1. Peronier lung	Pe capul fibulei, pe fața laterală a fibulei.	Strâbate plantă și se inseră pe I metatarsian și pe I cuneiform.	Pronator al piciorului și extensor al piciorului. Sustine boltă piciorului.	Plexul sacral.
2. Peronier scurt	Pe fața laterală a fibulei.	Metatarsianul V.	Pronator și flexor plantar al piciorului (extensor).	Plexul sacral.

Mușchii coapsei, regiunea medială

Numele mușchiului	Origine	Insetrie	Acțiune	Inervatie
1. Pectineu	Pe creasta pectinală de pe osul pubis.	Flexor al coapsei și ușor adductor al coapsei.	Plexul lombar.	Plexul sacral.

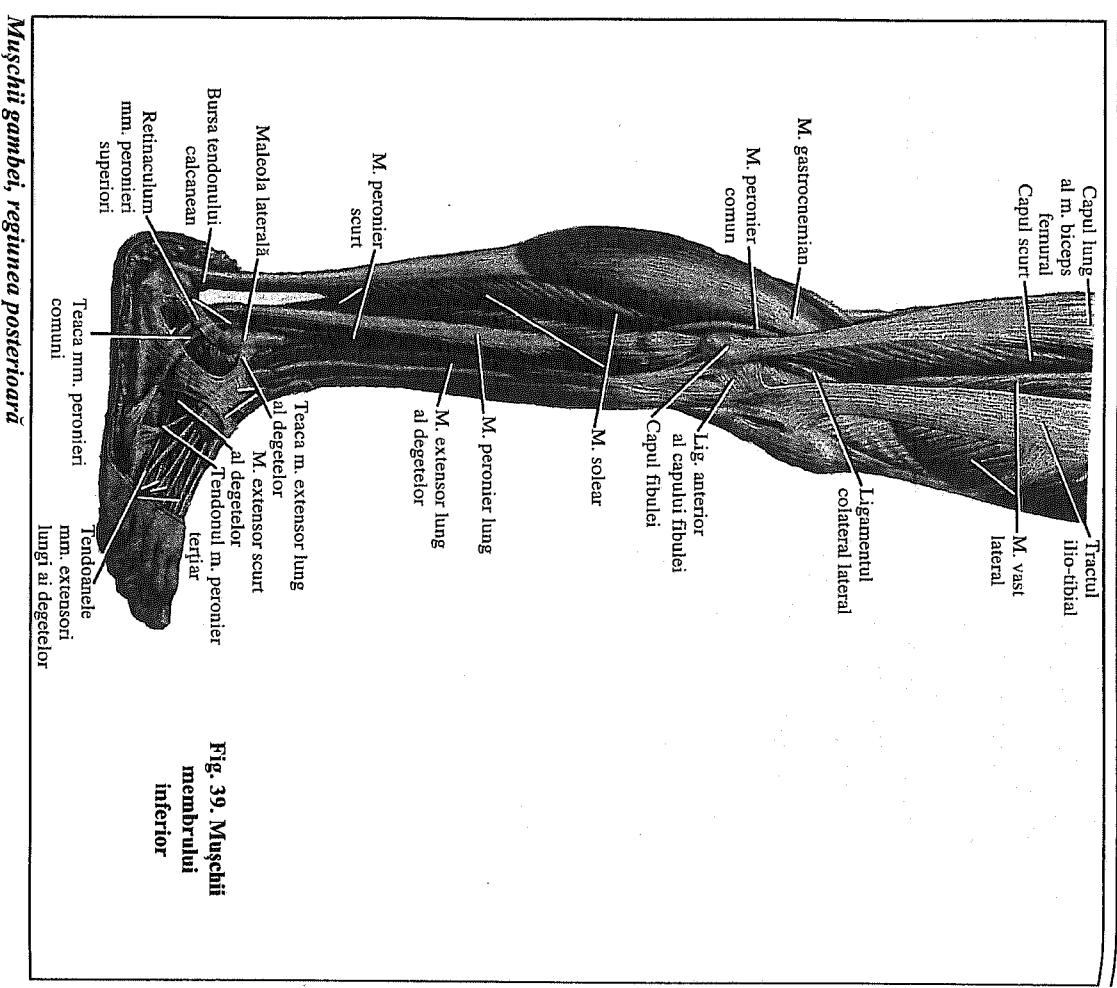
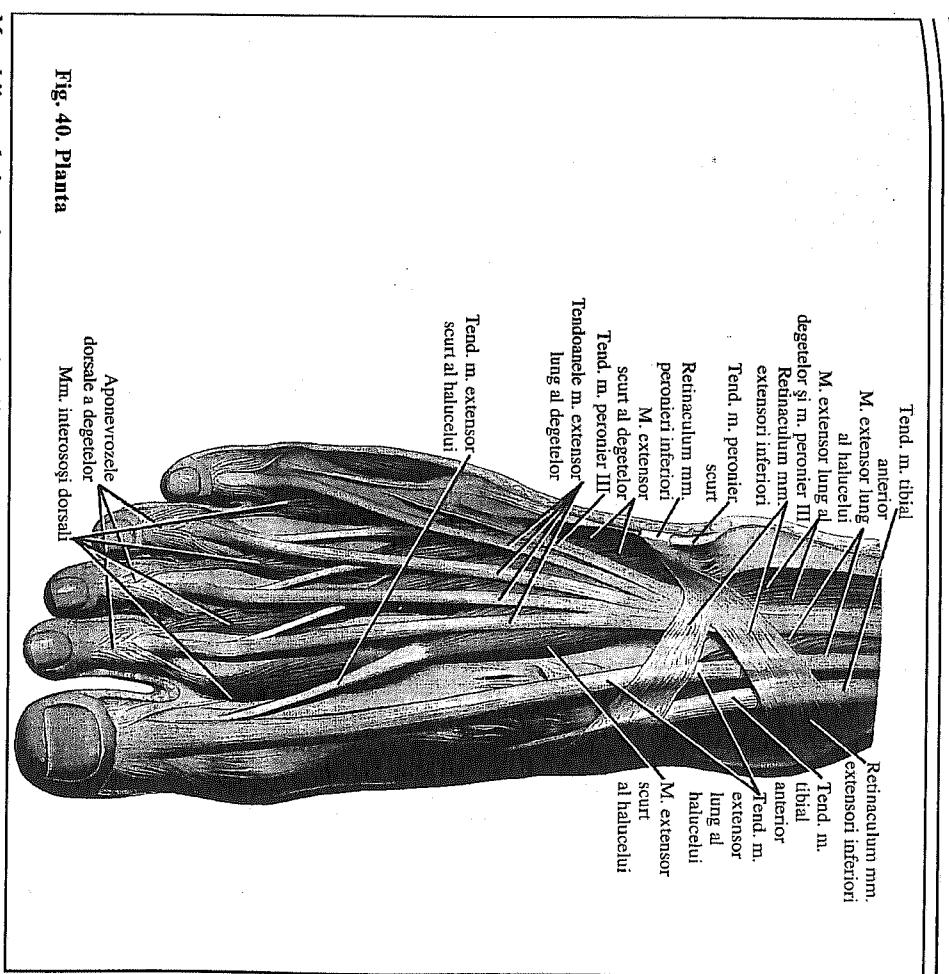


Fig. 39. Mușchii membrului inferior

Numele mușchiniului	Origine	Insetrie	ACTIONE	Inervatie
1. Gastrocnemian	Capătul lateral pe condilul lateral femural, capătul medial pe condilul femural medial.	Acești mușchi formează împreună cu solearul tricepsul sural, care se continuă cu tendonul lui Ahile, ce se inseră pe tibie, pe capul și fața posterioară a fibulei.	Tricepsul sural este extensor, supinator și adductor al piciorului.	Plexul sacral.
2. Solear	Pe linia solearului de pe tibie, pe capul și fața posterioară a fibulei.			

Numele mușchiniului	Origine	Insetrie	ACTIONE	Inervatie
3. Popliteu	Pe condilul lateral al femurului.	Deasupra liniei surale a tibiei.	Flexia gambei pe coapsă și rotesc înăuntru gamba.	Plexul sacral.
4. Flexor lung al degetelor	Pe fața posterioară a tibiei.	Pe falanga a III-a a degetelor a tibiei.	Extensor și supinator al piciorului.	

Numele mușchiniului	Origine	Insetrie	ACTIONE	Inervatie
5. Tibial posterior	Pe fața posterioară a tibiei și fibulei, căt și pe membrana interosată.	Pe tuberozitatea osului navicular.	Extensor, adductor și supinator al piciorului.	
6. Flexor lung al halucelui	Fața posterioară a fibulei și membrană halucelui	A II-a falangă a halucelui.	Flexor al halucelui, extensor, adductor și supinator al piciorului.	



Mușchii piciorului, spre deosebire de cei ai măinii, unde toți sunt exclusiv palmari, sunt așezăți atât pe fața dorsală, cât și pe fața plantară. Pe fața dorsală se află doi mușchi scurți: mușchii extensor scurt al degetelor, care se termină prin patru tendoane pentru degetele II - V, și mușchii extensor scurt al halucelui. Ei fac extensia degetelor.

Mușchii plantari sunt așezăți în trei grupe: grupul medial, grupul mijlociu și grupul lateral. Grupul medial cuprinde mușchi destinați halucelui, și anume: mușchii abductor al halucelui, mușchii flexor scurt al halucelui și mușchii adductor al halucelui, a căror acțiune este indicată de insuși numele mușchiniului. Grupul lateral este format din doi mușchi destinați degetului mic: mușchii abductor al degetului mic și mușchii scurt flexor al degetului mic. Mușchii grupului mijlociu sunt mai numeroși și sunt așezăți pe mai multe planuri. În planul superficial se află mușchii scurt flexor al degetelor. În planul mijlociu se află mușchii pătrat plantar și mușchii lombriați care se inseră pe cele patru tendoane ale mușchiniului flexor lung al degetelor situate și ele în planul mijlociu. În stratul profund se află mușchii interosoși, plantari și dorsali. Mușchii interosoși fac flexia primei falangi. Acțiunea de extensie a ultimelor două falange este redusă.

FIZIOLOGIA SISTEMULUI MUSCULAR

Mușchii reprezintă efectori importanți ai organismului. În funcție de aspectul lor la microscopul optic, fibrele musculare sunt de două tipuri: 1. striate (includ fibrele scheletice și miocardice, caracterizându-se prin prezența unei alternanțe de benzi luminoase cu întunecate); 2. netede (fără caracteristici de prezentare).

Mușchii scheletici asigură tonusul, postura, echilibru, mimica și mișcările voluntare. Mușchii cardiac asigură activitatea de pompă ritmică a inimii. Mușchii netezii asigură buna funcționare a circulației, motilitatea digestivă și excretoriei, acomodarea vederii, naștere, alăptarea etc. Componenta efectorie a reflexelor somatice de tonus, postură, echilibru și redresare, precum și a activității motorii voluntare, a expresiei stăriilor afectiv emoționale și limbajului o reprezintă mușchii striati somatici. Componenta efectorie a reflexelor vegetative motorii o reprezintă musculatura netedă. Indiferent de particularitățile morfológice și de rolul lor specific, toți mușchii se caracterizează prin proprietatea de a transforma energia chimică în energie mecanică. Această transformare are loc la nivelul sarconerului, cu un randament de 30 - 40%. Mușchii scheletici reprezintă aproximativ 40% din masa organismului, iar mușchii netezii și miocardul încă 10%.

COMPOZITIA BIOCHIMICĂ A MUŞCHIULUI

Mușchii conțin 80% apă și 20% substanțe solide, organice și anorganice.

Substanțele organice. Cele mai importante sunt proteinele și substanțele energetice.

Proteinele sunt localizate în miofibriile și sarcoplasmă. Proteinele de la nivelul miofibriilor formează sarcome. Unele sunt proteine contractile (actina, miozina), altele au rol reglator

(troponina, tropomiozina). Proteinele citoplasmatic sunt reprezentate de enzime, mioglobina (cu structură și roluri asemănătoare cu ale hemoglobinei din eritrocite) și calmodulină.

Substanțele energetice ale mușchiliui sunt glucidele, lipidele și substanțele macroergice. Glucidele se află sub formă de polimer al glucozii, glicogenul, depozitat ca inclusiuni în sarcoplasmă. Prin glicogenoliza, din glicogen se eliberează molecule de glucoză ce sunt metabolizate pe loc, furnizând energia necesară refacerii moleculelor macroergice. Lipidele musculare se află sub formă de inclusiuni citoplasmatice de triglicericde, fiind și ele sursă de energie. Moleculele macroergice sunt adenozintrifosfatul (ATP) și creatinfosfatul (CP). ATP furnizează direct energie necesară contracției, iar CP asigură refacerea moleculelor de ATP.

Substanțele anorganice. Sunt, ca și în cazul altor celule, sărurile minerale: cloruri, bicarbonați, sulfati, fosfați de sodiu, potasiu, calciu, magnezu.

PROPRIETĂȚILE MUŞCHILOR

Contractilitatea este proprietatea specifică mușchiliului și reprezintă capacitatea de a dezvolta tensiune între capetele sale sau de a se scurta. Când mușchii se contractă fără sarcină, el se scurtează cu viteză maximă fără tensiune. Când se contractă cu o sarcină mai mare decât forța sa, atunci el dezvoltă o tensiune maximă, fără scurcare. Baza anatomică a contractilității este sarcomerul, iar baza moleculară o constituie proteinele contractile.

Excitabilitatea este datorează proprietăților membranei celulare (perméabilitate selectivă, conductanță ionică, polarizare electrică, pompe ionice). Mușchii răspund la un stimул printre un potențial de acțiune propagat, urmat de contracția caracteristică. Într manifestarea electrică de la nivelul membranei fibrei musculare și fenomenele mecanice de la nivelul sarcomerului se produce un lanț de reacții fizico-chimice, numit cuplaj excităție-contracție.

Elasticitatea este proprietatea specifică mușchilor de a se deforma sub acțiunea unei forțe și de a reveni pasiv la forma de repaus când forța a încetat să acționeze. Baza anatomică a acestei proprietăți o reprezintă fibrele elastice din structura perimisiumului. Elasticitatea joacă un rol foarte mare la mușchii ce prestează lucru mecanic, mai ales atunci când trebuie învinsă inertie. Întărirea unei structuri elastice între forță (mușchii) și rezistență (obiectul ce trebuie deplasat) amortizează creșterile prea mari de tensiune în mușchi și asigură deplasarea continuă, uniformă, a obiectului.

Tonusul muscular este o stare de tensiune permanentă, caracteristica mușchilor ce au intervale motone somatică și sensivă intacte. Dupa denervare, tonusul mușchilor scheletici dispără. Tonusul muscular este de natură reflexă. Reflexele tonice au ca receptor fusul neuromuscular. Calea aferentă este reprezentată de dendritele protoneuronilor proprioceptivi din ganglionii spinali. Terminațiile acestora, dispuse spiralat sau în buchet, iau contact cu porțiunea centrală, necontractilă, a fusului neuromuscular.

Axonul protoneuronilor pătrunde în măduvă pe calea rădăcinilor posterioare și face sinapsă direct cu corpul motoneuronilor o din coamele anterioare (reflex monosaptic). Centrul spinal al reflexului tonic este chiar sinapsa dintre acești doi neuroni. Calea eferentă porneste

de la motoneuronul α , prin axonul acestuia, și se termină prin plăci motorii la nivelul fibrelor musculare striate scheletice, care reprezintă efectoare. Acestea este arcul reflex elementar. Este identic cu arcul reflexelor spinale monosinaptice, miotactice. Mecanismul elementar al tonusului muscular se află sub influența centrilor nervoși superioiri, situati la diferite etaje ale nevraxului, până la scoarta cerebrală.

Principala localizare a centrilor superioiri ai tonusului muscular este în formațiunea reticulată a trunchiului cerebral. De aici pornesc căi descendente facilitatoare hipertonizante și căi descendente inhibitori hipotonizante.

Din sistemul descendente faciliator face parte fasciculul spinal, iar din cel inhibitor fasciculul rubrospinal. Căile reticulospinale transmit și comenzi facilitatoare și inhibitorii. Toate aceste căi descendente se termină în special pe motoneuronii gamma radiculari, producând stimularea sau inhibarea acestora. La rândul său, motoneuronul γ va transmite impulsuri mai numeroase sau mai puține către porțiunile contractile ale fusului neuromuscular, care se vor contracta sau relaxa în funcție de frecvența impulsurilor γ . În acest mod variază starea de tensiune a fibrelor intrafusale, fenomen ce excita variabil terminațiile sensitive proprioceptive. În consecință, de la fusurile neuromusculare vor fi conduse aferent descărcați de potențiale de acțiune cu frecvență mare, când fusul este tensionat, sau cu frecvență mică, atunci când fusul este relaxat. Aceste impulsuri aferente ajung la motoneuronul α , a cărui activitate va fi intensificată sau redusă, în funcție de frecvența descărcarilor din fusul neuromuscular. Creșterea activității motoneuronilor α determină o contracție a unităților motorii ale fibrelor extrafusale, deci creșterea tonusului muscular, iar reducerea activității motoneuronilor α va fi urmată de hipotonie. Se poate constata că tonusul muscular este controlat de centrii superioiri prin intermediul motoneuronilor γ , regând starea de tensiune a fusului neuromuscular, care, la rândul ei, prin intermediul motoneuronilor α , modifică permanent starea contractilă a mușchilor.

Aceste procese se produc permanent, atât în repausul muscular, cât și în timpul diferitelor activități motorii voluntare sau automate. Intensitatea lor scade sau crește în funcție de circumstanțe. Tonusul muscular este influențat și de scoarta cerebrală, diferențe stări afectiv-emotionale având efect stimulator sau inhibitor.

CONTRACTIA FIBREI MUSCULARE STRIATE

Este de trei feluri: izometrică, izotonica și auxotonica.

Contractie izometrică - lungimea mușchiului rămâne neschimbată, dar crește tensiunea. În timpul acestui tip de contractie, mușchii nu prestează lucru mecanic extern, toată energia chimică se pierde sub formă de căduri plus lucru mecanic intern. Exemplu de contractie izometrică este cea de susținere a posturii corpului.

Contractie izotonica - lungimea mușchiului variază, iar tensiunea rămâne constantă. Mușchii realizează lucru mecanic. Aceste contractii sunt caracteristice majorității mușchilor skeletici.

Contractie auxotonica - variază atât lungimea, cât și tensiunea mușchiului.

În timpul unei activități obișnuite, fiecare mușchi trece prin faze izometrică, izotonice și auxotonice. Începutul oricărei contractii musculare, în special când trebuie să deplasăm greutăți, este izometric. Aparatul contractil muscular începe să genereze forță necesară pentru a deplasa sarcina impusă. Tensiunea din mușchi crește de la valoarea zero la o valoare egală cu sarcina. În acest moment, mușchii începe să se scuteze, deplasând greutatea pe o distanță anumită. Deci

MECANISMUL CONTRACȚIEI ȘI RELAXĂRII MUŞCHIULUI

Mecanismul contracției musculare. Substratul morfolologic al contractiei este miofibrila cu sarcoperele ei, iar substratul biochimic este reprezentat de filamentele de actină și miozină.

Filamentul de miozină este alcătuit din peste 200 de molecule de miozină. O molecule de miozină este alcătuită din șase lanțuri polipeptidice (două grele și patru usoare). Se descurcă unei molecule de miozină două zone: cap și coadă. Cozile moleculelor de miozină se unesc și formează corpul filamentului, în timp ce capetele moleculelor se găsesc de o parte și de alta a filamentului, și împreună cu o mică porțiune din zona spiralată a moleculei, numită brat, formează punctile transversale filamentului, flexibile în două zone, numite zone-balansă.

Filamentul de actină. Prezintă trei proteine componente: actina (de tip F și G), tropomiozină și tropomiozină. Piesa principală a filamentului de actină este o molecule de actină de tip F, dublu spiralată. Fiecare spirală a acestui dublu helix este alcătuită din molecule polimerizate de actină de tip G. Atășată de fiecare molecule de actină G este o molecule de ATP (considerate situri active ale miozinei). În repaus, moleculele de tropomiozină se găsesc deasupra siturilor active ale actinei, pentru a împiedica interacțiunea actină - miozină.

Tropomiozina este alcătuită din trei subunități proteice: 1 - cu afinitate pentru actină, T - cu afinitate pentru tropomiozină, C - cu afinitate pentru ionii de calciu. Se pare că acest complex atașeză tropomiozină de actină. Afinitatea mare a ionilor de calciu pentru tropomiozină se pare că este cea care declanșează procesul contractil.

Mușchii se poate afla în două stări fundamentale, diametral opuse: 1. starea de repaus, starea pasivă, în care nu există interacțiuni actina-miozină; 2. starea de contractie, starea activă, în care au loc interacțiuni actina-miozină. (fig. 41). Trecerea de la starea de repaus la starea activă se face prin mecanismul de cuplaj excitatie-contractie, iar trecerea de la starea activă la starea pasivă se face prin mecanismul relaxării.

Cuplajul excităție - contractie.

Stimulul natural care declanșează activitatea musculară este potențialul de acțiune ce se răspândește pe suprafața sarcolemei, pătrunzând (prin sistemul tubilor T) adânc în fibra musculară, unde determină eliberarea din reticulul sarcoplasmatic a unor mari cantități de ioni de calciu, stocate la acest nivel. Se produce o creștere bruscă a concentrației calciului citosolic. Aceasta se fixează pe proteine reglatorie, reprezentate de tropo-

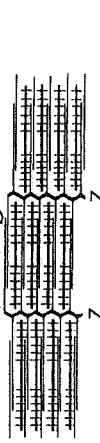


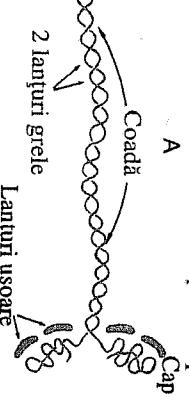
Fig. 41. Stările de contractie și relaxare ale miofibrelor

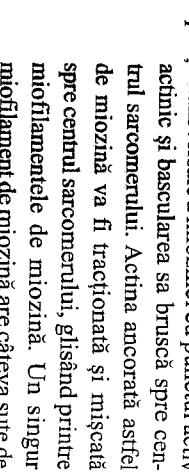
calmoduline (în fibrele netede), cărora le produce modificări stereochemice. Troponinele astfel modificate nu mai pot împiedica interacțiunea actină-miozină și se declanșază starea activă.

Starea activă a mușchilului este declanșată de creșterea concentrației calcicului în citosol. Contractiona mușchilului este rezultatul cuplării miozinei cu actina, cu formarea complexelor acto-miozinice. Interacțiunea actină-miozină se petrece între subunități polipeptidice ale miozinei, numite puncte transversale și anumite subunități polipeptidice ale actinei, numite puncte active. Punctile transversale se desprind din miofilamentele de miozină ca niște ramificații laterale și se extind până în vecinătatea punctelor active ale actinei, prin niște formațiuni globulare, numite cap.

Capul are proprietăți ATP-azice; el fixază o moleculă de ATP și o desface în ADP și fosfat anorganic, încarcându-se cu energia rezultată din hidroliza. Interacțiunea miozină-actină încă nu poate avea loc, dar este iminentă și se va produce în momentul dezvelinirii punctelor active ale actinei sub efectul proteinelor reglatoare și al calcicului (fig. 42, 43).

Interacțiunea constă din cuplarea capului punții transversale a miozinei cu punctul activ

A


B


actinic și bascularea sa bruscă spre centrul sarcomerului. Actina ancorată astfel de miozină va fi tracționată și mișcată spre centrul sarcomerului, glisând printre miofilamentele de miozină. Un singur miofilament de miozină are câteva sute de punți transversale ale căror capete se completează repetitiv cu actina (teoria mersului "pas cu pas" a contracției musculare).

În acest context este necesar să se amintească efectul lungimii sarcomerului și al suprapunerii filamentelor de actină cu cele de miozină, asupra tensiunii active dezvoltate de fibra musculară în contracție. Pe măsură ce sarcomerul se surtează și filamentele de actină încep să se suprapună cu cele de miozină,

tensiunea crește progresiv, până ce lungimea sarcomerului scade la 2.2μ . Este momentul în care filamentul de actină să suprapună peste toate punctile transversale miozinice, dar nu a ajuns încă în mijlocul filamentului de miozină. Continuarea scurătării determină menținerea tensiunii, până la o lungime a sarcomerului de 2μ . În acest moment, cele două capete ale filamentului de actină încep să se suprapună unul cu celălalt, concomitent cu suprapunerrea peste filamentul de miozină. La scăderea lungimii sarcomerului sub 2μ , la aproximativ 1.65μ , forța de contracție începe să scadă. În acest moment, cele două discuri Z ale sarcomerului, ating capetele filamentului de miozină. Dacă se continuă scurtarea sarcomerului dincolo de acest punct, puterea contracției scade dramatic. Acest fapt demonstrează că forța maximă de contracție apare atunci când se constituie suprapunerarea maximă între filamentele de actină și punctile transversale ale miozinei și sprijină ideea că forța de contracție este cu atât mai mare cu cât numărul de legături acto-miozinice este mai mare.

Efectul lungimii mușchilului asupra forței de contracție. Când mușchilul se afă la lungimea sa normală, de repaus, care este la o lungime a sarcomerului de aproximativ 2μ , el se va contracția cu forță maximă. Dacă mușchilul este înnins la o lungime mai mare înainte de contracție, la nivelul său se va dezvolta o tensiune de repaus, chiar înainte ca procesul de contracție să aibă loc. Această tensiune se datorează forțelor elastice ale țesutului conjunctiv, sarcolemei, vaselor sanguvine, nervilor. Dacă însă, întinderea mușchilului se face mult peste lungimea sa de repaus, adică peste aproximativ 2.2μ , tensiunea sa activă, dezvoltată în timpul contracției va scădea.

Relația dintre vîțea de contracție și încărcarea mușchilului. Este de inversă proporționalitate, viteza de contracție scăzând cu creșterea sarcinii pe care mușchilul o are de depășit. Triada cuplare, tracțiune, decuplare reprezintă momentul esențial al transformării energiei chimice în energie mecanică.

Relaxarea fibrei musculare. Interacțiunea actină-miozină se produce atât timp cât calcicul este fixat pe tropomină. Pentru a se produce relaxarea este necesară pomparea activă a calcicului din citosol spre depozitele intracelulare (reticul sarcoplasmatic) sau în afara celulei. Are loc scăderea concentrației calcicului citosolic. În acastă condiție, calcicul se desprinde de pe tropomină și difuzează în citosol, iar tropomină și celelalte proteine reglatoare acoperă punctele active ale tropominiei și mușchilul se relaxează. Încărcarea cu calcic a celulei musculare sau epuizarea rezervelor de ATP duce la contractură musculară (o astfel de contractură se produce la câteva ore după moarte și poartă numele de rigiditate cadaverică).

Contractia fibrelor miocardice se desfășoară similar cu a celor scheletice. Contractația mușchilului neted prezintă numeroase deosebiri datorită diferențelor structurale (nu există sarcinere) și biochimice (în locul tropominelor există o altă proteină reglatoare, numită calmodulină).

MANIFESTĂRILE CONTRACTIEI MUSCULARE

Activitatea musculară se însoțește de o serie de manifestări electrice, mecanice, biochimice, calorice (termice) și acustice.

Manifestările electrice sunt reprezentate de potențialul de acțiune al fibrei musculare. În repaus, sarcolema, similar neurilemei, este polarizată cu sarcini pozitive la exterior și negative la interior, având o diferență de potențial de 90 mV . Cauzele acestei polarizări sunt aceleși ca și la neuron. Excitarea fibrelor musculare pe cale naturală (de la placă motorie) sau artificială

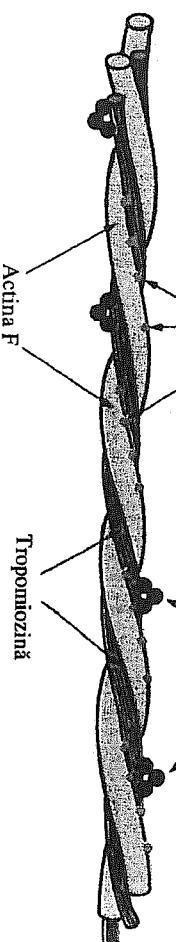


Fig. 43. Filamentul de actină

(cu curent electric) provoacă apariția unui potențial de acțiune propagat în lungul fibrei cu o viteză de 30 m/s. Potențialele de acțiune ale unei unități motorii se sumează, dând potențialele de placă-motorie. Activitatea electrică a întregului mușchi sau a unităților motorii componente poate fi înregistrată, obținându-se electromiograma.

Manifestările biochimice sunt inițiate prin mecanismul de cuplare excitare-contractie. Procesele chimice din mușchi asigură energia necesară proceselor mecanice.

Prima etapă constă în desfacerea ATP în ADP, acid fosforic și energie, sub acțiunea ATP-azică a capului miozinei. În fază imediat următoare, moleculele de ATP se refac din ADP și creatinofosfat (CP), care oferă energia necesară conform reacției: $ADP + CP \rightarrow ATP + \text{creatină}$. În felul acesta sunt puse la dispoziția mușchilui noi molecule de ATP, care asigură în continuare energia necesară. Rezervele de CP se refac pe seama energiei rezultante din glicoliză. Pentru fiecare molecule de glucoză hidrolizată până la CO_2 și H_2O se sintetizează 38 molecule de ATP. O parte din aceasta este utilizată direct de către mușchi, iar o parte asigură refacerea CP, conform reacției: $\text{ATP} + \text{creatină} \rightarrow ADP + CP$.

În timpul fazei anaerobe a glicolizei, în mușchi se formează acid lactic în cantități variabile, ce depind de gradul de aprovizionare cu oxigen și de intensitatea efortului muscular. Când oxigenarea mușchiliului este deficitară, predominantă glicoliza anaerobă și acidul lactic se formează în cantitate mare. El este transportat de sânge la ficat, unde 1/5 este transformat până la CO_2 și H_2O , iar energia eliberată este folosită la resinteză glucozei din celelalte 4/5. La începutul contracției musculare se utilizează rezervele energetice direct utilizabile (ATP, CP). Acestea se refac în timpul și după terminarea contracției, pe seama glicolizei. Din această cauză, consumul de oxigen al mușchiliului se menține la valori crescute și 20 - 30 minute după relaxare. Acest consum suplimentar de oxigen, în comparație cu perioada de repaus de dinaintea contracției, se numește datoria de oxigen a mușchiliului.

Mușchii folosesc ca material energetic glucoza și acizii grasi. Aportul suplimentar de oxigen și substanțe nutritive se face prin creșterea debitului circulației sanguvine de peste 30 de ori față de nivelul de repaus, prin arteriole și capilarodilatație. Contracțiile de scură durată folosesc mai ales energie rezultată din reacțiile anaerobe. Atunci când se presează un efort fizic de lungă durată, ponderea reacțiilor aerobe crește, aprovizionarea cu oxigen a mușchiliului echilibrează consumul și în felul acesta este posibilă activitatea musculară îndelungată. Când acest echilibru nu se stabilește și consumul de oxigen al mușchiliului depășește aprovizionarea, are loc acumularea de acid lactic și scăderea cantității de ATP și CP din mușchi, fapt ce reprezintă cauzele locale ale oboselii musculare.

Manifestările mecanice se studiază cu ajutorul miografului, care permite înregistrarea contracției musculare. Aplicarea unui stimул unic, cu valoare prag, determină o contracție musculară unică, numită secusă musculară, care are următoarele componente (fig. 44):

- Faza de latență, care durează în medie 0,01 s, din momentul aplicării excitantului și până la apariția contracției. În timpul acestei faze, a cărei durată depinde de tipul de mușchi, are loc manifestarea electrică a contracției.
- Faza de contracție, care durează în medie 0,04 s.
- Faza de relaxare, care durează 0,05 s.

Secusa poate fi izometrică sau izotonica. Durata totală a secusei este de 0,1 s, iar amplitudinea ei variază proporțional cu intensitatea stimulului aplicat, până la o valoare maximă.

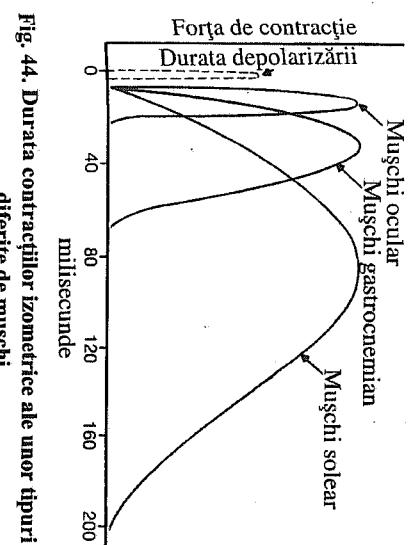


Fig. 44. Durata contracțiilor izometrice ale unor tipuri diferite de mușchi

tetanos. În funcție de frecvența de stimulare, sumătia secuselor este mai mult sau mai puțin totală. Există două feluri de tetanos:

- incomplet, al căruia grafic prezintă un platou dintărat, exprimând sumarea incompletă a secuselor la stimulare repetitivă cu frecvență joasă de 10 - 20 stimuli/secundă;
- complet, al căruia grafic prezintă un platou regulat, exprimând sumătia totală a secuselor, obținută prin aplicarea stimulilor cu o frecvență mult mai mare: 50-100 stimuli/secundă (fig. 45).

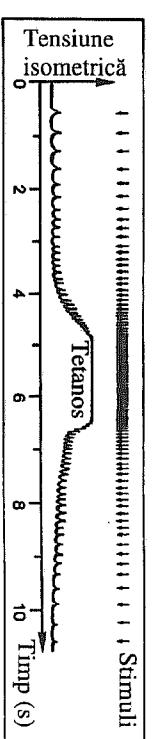


Fig. 45. Sumarea de frecvență și tetanizarea

Toate contracțiile voluntare ale mușchilor din organism sunt tetanosuri și nu secuse, deoarece comanda voluntară se transmite la mușchi prin impulsuri cu frecvență mare. Există însă în organism și situații în care contracția este o secusă: fisonoul, sistola cardiacă, contracția obținută în urma reflexului miofatic.

Forța dezvoltată de mușchi în timpul tetanoului este de 4 ori mai mare decât cea dezvoltată în timpul secusei. În timpul secutării, mușchiul execută un lucru mecanic a cărui valoare depinde de forță musculară și de distanța parcursă. Sistemul de pârgări pe care acționează aparatul locomotor în organism asigură grade variabile ale eficienței musculare. Forța musculară absolută a unui mușchi este definită ca greutatea minimă pe care mușchiul nu o mai poate deplasa prin contracție și este proporțională cu suprafața de secțiune a mușchilui. Mușchii lunghi dezvoltă o forță mai mare decât cei scurți.

Manifestările termice ale contracției se datorează fenomenelor biochimice din fibra musculară. Nu toată energia chimică eliberată în timpul contracției este convertită în lucru mecanic, ci o parte se pierde sub formă de căldură. Randamentul contracției masei musculare este de 30%, ceea ce înseamnă că 70% din energia chimică se transformă în energie calorică.

Există căldură musculară de repaus, degajată tot timpul de mușchi, și o căldură de activitate, care se eliberează suplimentar din mușchii aflati în contracție și care se subîmparte în căldură inițială (apare la începutul și în timpul contracției) și căldură de refacere (se manifestă după încreșterea contracției), fiind o componentă importantă a termogenezei bazale a organismului.

Mușchii sunt principaliii generatori de căldură pentru organism.

Manifestările acustice se datorează vibrățiilor fasciculelor musculare care se contractă asincron.

OBOSEALA MUSCULARĂ

Constă în reducerea temporară a capacitatii de contracție a mușchilor și este practic proporțională cu rata depletiei glicogenului muscular. Se consideră că cea mai mare parte a oboselii rezultă din incapacitatea proceselor contractile și metabolice ale fibrei musculare de a presta în continuare același lucru mecanic. În plus, după o activitate musculară prelungită are loc uneori o diminuare a transmiterii semnalelor nervoase la nivelul jonctionurii neuromusculari, având ca efect, în continuare, diminuarea contracției musculare.

Uneori, mușchii obosit intră în contractură dureroasă (crampă musculară). Practicarea unui efort fizic intens după o perioadă mai îndelungată de inactivitate este urmată la 24 - 48 de ore de apariția unor dureri persistente, uneori foarte puternice, la nivelul grupelor musculare solicitate, fenomen numit febră musculară. Aceasta se atenuază sau chiar dispără la relarea aceluiasi tip de efort. Cauza ei este, cel mai probabil, de natură lezională: în mușchiul neantrenat, supus unor solicitări mecanice intense, se produc microtraumatisme ale structurilor nervoase și conjunctive. Aceste leziuni nu doar imediat, datorită intoxicației acide a terminațiilor sensitiv nervoase și a întreruperii conducerii semnalului dureos prin mici rupturi ale terminațiilor dendritice. Aceste căi se refac în 1 - 2 zile și durețea apare. Încetarea durerii prin reluarea activității musculare poate fi explicață atât prin acțiunea analgetică a unor factori locali, cât și prin fenomenul de blocare a conducerii senzației dureroase la nivelul talamusului de către colaterale ale căilor propriocepitive, stimilate intens în efort.

REMODELAREA MORFOFUNCTIONALĂ A MUŞCHIULUI

Toți mușchii corpului suferă un proces de remodelare continuă, spre a corespunde cât mai bine regimului mecanic de funcționare. Se produc modificări ale diametrului, ale lungimii și forței, ale rețelei vasculare a mușchius și, într-o mai mică măsură, chiar a tipului de fibre care alcătuiesc mușchii. Acest proces de remodelare este adeseori destul de rapid, de ceteva săptămâni.

HIPERTROFIA ȘI ATROFIA MUSCULARĂ

Creșterea masei totale a unui mușchi se numește hipertrofie musculară, iar scăderea acesteia se numește atrofie musculară. Hipertrofia mușchiusului se datorează creșterii numărului de miofibriile. În paralel cu înmulțirea numărului de miofibriile are loc și dezvoltarea tuturor sistemelor enzimaticce care participă la furnizarea energiei.

UNITATEA MOTORIE

Fiecare fibră nervoasă motorie ce părăsește măduva spinării inervează de obicei mai multe fibre musculare; numărul lor difera în funcție de tipul de mușchi. Toate fibrele musculare interne de o singura fibră nervoasă motone constituie o unitate motorie. În general, mușchii mici, cu reacție rapidă, supuși unui control exact, conțin puține fibre musculare pe unitatea motorie

și posedă în schimb un număr mare de fibre nervoase care inervează fiecare mușchi. Mușchii care nu necesită un grad fin de control pot avea sute de fibre musculare pentru o unitate motorie. O cifră medie, pentru întreaga musculatură scheletică a corpului, este de 150 fibre musculare pentru o unitate motorie.

JONCTIONEA NEUROMUSCULARĂ

Jonctionea dintre terminațiunea motoneuronului și fibra musculară scheletică reprezintă jonctionea neuromusculară (fig. 46).

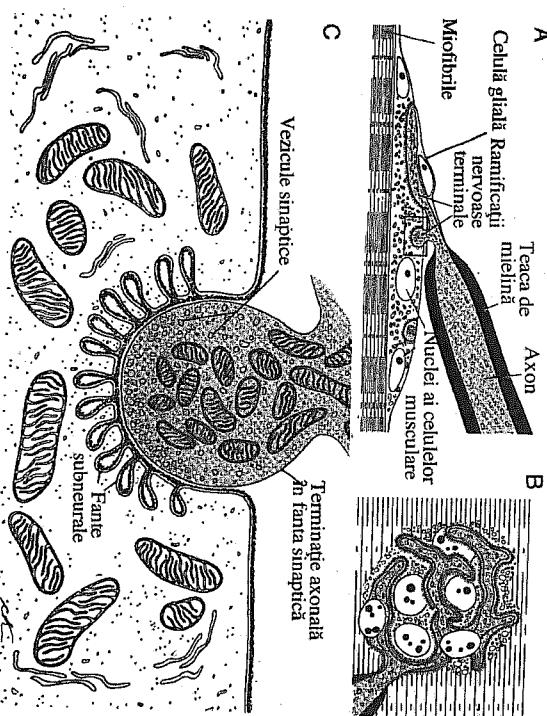


Fig. 46. Jonctionea neuromusculară. A- secțiune longitudinală; B- vedere de suprafață; C- aspect la microscopul electronic al punctului de contact dintre o terminație axonală și membrana fibrei musculare

La microscopul optic se observă că, pe măsură ce se apropie de mușchi, motoneuronul se ramifică, trimițând terminații axonale mai multor fibre musculare scheletice. Fiecare fibră musculară scheletică primește o singură terminație axonală. Terminația se găsește în fanta sinaptică, formată printr-o invaginare a membranei fibrei musculare.

La microscopul electronic se observă detaliiile membranelor pre- și postsinaptice. La acesticolina și care se găsesc concentrate la nivelul unor structuri specializate ale membranei presinaptice, numite zone active. Fanta sinaptică, îngustă de 60 nm, conține o rețea amorfă de țesut conjunctiv, numită lamina bazală, în care se află acetilcolinesteraza (enzină ce degradăza acetilcolină). Membrana postsinaptică conține numeroase pluri jonctionale, care sunt invaginări ale membranei, situate vizavi de zonele active. Receptorii pentru acetilcolină, de pe membrana postsinaptică, se găsesc în apropierea acestor pluri jonctionale.

Transmiterea sinaptică. Eliberarea neurotransmisiunilor este declanșată prin depozitionarea membranelor presinaptice. Când acetilcolina (sintetizată în terminațiile presinaptice și stocată în veziculele presinaptice) se leagă de receptorul postsinaptic, ea determină deschiderea

canalului permeabil pentru sodiu și a celui pentru potasiu din structura receptorului, și astfel sodiu va intra în celulă, iar potasiul va ieși din celulă, în conformitate cu gradientele lor electrochimice; se obține astfel depolarizarea membranei postsinaptice, numită potential terminal de placă. Aceasta va iniția un potențial de acțiune în fibra musculară. Ulterior, acetilcolina se va desprinde de pe receptor și va fi degradată enzimatic, în fanta sinaptică, de către acetilcolinesterază.

CONTRACTIA MUŞCHIULUI NETED

Mușchiul neted al fiecărui organ se deosebește de majoritatea mușchilor netezi ai loralte organe. Totuși, ei pot fi clasificați în două tipuri majore: 1. mușchul neted multiunitar; 2. mușchiul neted visceral.

Mușchiul neted multiunitar este alcătuit din fibre musculare netede separate. Fiecare fibră acionează complet independent de celelalte și adesea este inervată de o singură terminație nervoasă. Cea mai importantă particularitate a acestui tip de mușchi este aceea că el este controlat mai ales prin semnale nervoase. Prin această el contrastează evident cu mușchiul neted visceral, care este controlat mai ales prin stimuli non-nervoși. Exemplu: fibrele musculare netede ale mușchiori ciliari ai ochiului, ale irisului și ale mușchiori ptoerector al firului de păr.

Mușchiul neted visceral. Fibrele acestui mușchi se contractă împreună, ca o singură unitate, și sunt grupate în straturi sau bandete. Membranele lor celulare aderă între ele în multiple puncte, astfel încât forța generată între-o fibră poate fi transmisă celei vecine. În plus, membranele celulare sunt unite prin joncțiuni strânse prin care ionii pot trece liber de la o celulă la alta; astfel, potențialele de acțiune pot trece liber de la o celulă la alta, antrenând toate fibrele să se contracte împreună. Acest tip de mușchi neted este cunoscut și sub denumirea de mușchi neted sincițial, din cauza interconexiunilor dintre fibre. Deoarece acest tip de mușchi se află în peretii a numeroase viscere, el mai este denumit și mușchi neted visceral.

Mușchiul neted conține atât filamente de actină, cât și de miozină, având caracteristici chimice similare, dar nu identice cu ale filamentelor de actină și miozină din fibrele musculare scheletice; acestea interacționează între ele aproape în același mod ca omoloagile lor din fibra scheletică; procesul contractil este activat tot de către ionii de calciu, iar ATP-ul este degradat lă ADP spre a furniza energia necesară contractiei. Pe de altă parte, există diferențe majore între fibra netedă și cea striată scheletică, în privința organizării structurale, a modului de cuplare a excitării cu contracția, a controlului procesului contractil de către ionii de calciu, a duratei contractiei, precum și a cantitatii de energie necesară procesului contractil.

Cuplarea excitării cu contracția este fundamentală diferită de cea din fibra striată. În fibra netedă, formarea puntilor acto-miozinice este reglată prin fosforilarea calciu-indusă a miozinei, fiind catalizată de enzima MLCK (myosin light-chain kinase). Aceasta este activată de calmodulină, care, la rândul ei, este activată de ionii de calciu.

În timp ce la majoritatea mușchilor scheletici contractia este rapidă, majoritatea mușchilor netezi prezintă o contracție tonică, prelungită, având adesea durată de ore sau chiar de zile. În consecință, există diferențe ale caracteristicilor chimice și fizice ale celor două categorii de mușchi. Rapiditatea activității ciclice a puntilor transversale (stărirea

lor de actină, apoi desprinderea de pe actină și reatasarea în vederea unui nou ciclu) este mult mai redusă la mușchiul neted comparativ cu cel scheletic, cu un raport al frecvenței de 1/40 până la 1/300 față de mușchiul scheletic. Se consideră astfel că fracțiunea de timp în care puntile transversale sunt atașate de filamentele de actină - moment care reprezintă factorul major ce determină forța de contracție - este foarte prelungită în mușchiul neted. O posibilitate explicație pentru această lentăre ar fi că activitatea ATP-azică a capului puntilor transversale este foarte redusă la mușchiul neted față de cel scheletic. În consecință, degradarea ATP, care asigură energie mișcării capetelor, este redusă în mare măsură și, consecutiv, ritmul activității ciclice se răstrește.

Pentru a susține o tensiune de contracție egală cu a mușchiori scheletici, mușchiul neted necesită numai 1/10 până la 1/300 din energia consumată de cel dintâi. Se presupune că și acest comportament se datorează ritmului lent al ciclului de atașare-desprindere al puntilor transversale, precum și faptului că, pentru fiecare ciclu, se consumă numai cate o singură moleculă de ATP, indiferent de durata acestui ciclu. Un mușchi neted tipic începe să se contracte la 50 - 100 ms după ce a fost stimulat, atinge maximum de contracție o jumătate de secundă mai târziu, după care, în una până la două secunde, începe declinul forței de contracție. Timpul total de contracție este de 1 - 3 secunde, de 30 de ori mai lung decât durata medie a contractiei unice a mușchiori scheletici. Forța maximă de contracție a mușchiori neted este mai mare ca a mușchiori scheletici, rezultând din durata mare a rămănerii miozinei fixate de actină.

Mușchiul neted se poate scurta, față de lungimea sa de repaus, cu un procentaj mult mai mare ca mușchiul scheletic, pastrand, în același timp, aproape întreaga sa forță de contracție. Aceasta conferă mușchiori neted proprietatea de a îndeplini roluri specifice, permitând diferitelor organe cavitare, cum ar fi intestinul, vezica urinară, vasele de sânge sau alte organe interne, să-și varieze diametrul lumenului de la dimensiuni foarte mari până aproape de zero. O dată ce mușchiul neted a atins maximul de contracție, gradul lui de stimulare poate fi redus la valori cu mult sub nivelul inițial, fără ca mușchiul să-și reducă din forță sa de contracție. Aceasta reprezintă mecanismul de piedică sau blocare și cu ajutorul lui se poate menține o contracție tonică prelungită a mușchiori neted cu un consum energetic foarte mic și cu foarte puține comenzi excitatorii din partea nervilor sau a sistemului nervos endocrin. Cauza acestui fenomen este timpul prelungit de atașare a puntilor miozinice de filamentele de actină.

Mușchiul neted, mai ales cel visceral, are capacitatea de a-și recăpăta forța de contracție originală în câteva secunde sau minute după ce a fost elongat sau scurțat. Acest fenomen se numește stress-relaxarea (plasticitatea) mușchiori neted și el permite oricărui organ cavitări să mențină aceeași presiune în interiorul lumenului său, independent de lungimea fibrelor sale.

CONTROLUL NERVOUS ȘI HORMONAL AL CONTRACTIEI MUŞCHIULUI NETED

În timp ce mușchiul scheletic este activat exclusiv de către sistemul nervos, mușchiul neted poate fi stimulat de multiple categorii de semnale: nervoase, hormonale și altele. Principala cauză a acestor diferențe este aceea că membrana mușchiori neted conține mai multe tipuri de proteine-receptor, capabile să inițieze procesul contractil. O altă diferență față de mușchiul scheletic este prezența în membranele mușchiori neted, alături de receptorii stimulatori, și a unor proteine-receptor cu rol de inhibiție a contracției.

Joncțiunea neuromusculară a mușchiului neted. La nivelul mușchiului neted nu se întâlnește o joncțiune neuromusculară de tipul celei descrise la nivelul mușchiului scheletic. Fibrele nervoase autonome (vegetative) se ramifică difuz deasupra unor straturi de fibre netede și nu vin în contact direct cu acestea, ci formează joncțiuni difuze, care secrează propriul lor transmisiator, direct în lichidul interstitițial, de unde neurotransmițatorul difuzează spre celule.

În cazuri mai rare, mai ales în cazul mușchiului neted multiunitar, pot exista joncțiuni de contact, care funcționează aproape la fel ca și placă motorie. Se cunosc două tipuri de transmisiatori secretați de fibrele nervoase autonome ce innervază mușchii netezi: acetilolina și noradrenalină. Ambelor substanțe pot inhiba sau stimula mușchiul neted, legându-se mai întâi de o proteină - receptor de la suprafața membranei; acest receptor controlează deschiderea sau închiderea canalelor ionice, precum și alte mecanisme excitorii sau inhibitorii ale fibrei musculare netede. De asemenea, unii receptori pot fi inhibitori, iar alții excitorii, astfel că tipul de receptor hotărăște dacă mușchiul neted va fi stimulat sau inhibat și va determina care dintr-acei doi neurotransmițitori va acționa ca inhibitor sau stimulator.

O mare parte din activitatea contractilă a mușchiului neted este inițiată fără potențiale de acționare, sub influența unor factori stimulatori, ce acționează direct asupra mașinării contractile a mușchiului. Există două categorii de astfel de factori stimulatori, care nu acționează pe calea nervilor și nu provoacă potențiale de acționare la nivelul fibrelor musculare netede: 1. factori tisulari locali; 2. diferenți hormoni.

Factori tisulari locali: lipsa oxigenului într-un teritoriu tisular determină relaxarea mușchiului neted vascular și vasoconstricție; excesul de CO_2 determină vasoconstricție; scăderea pH-ului determină vasoconstricție; alți factori ce determină vasoconstricție locală sunt adenozina, acidul lactic, creșterea concentrației ionilor de potasiu, scăderea concentrației ionilor de calciu, creșterea temperaturii corpului.

Hormoni. Majoritatea hormonilor circulanți în organism influențează în diferite grade contracția mușchiului neted, unii producând chiar efecte foarte importante. Printre cei mai însemnatii se numără: noradrenalină, adrenalina, vasopresina, oxytocina, sau factori umorali precum: acetilcolina, angiotensina, serotonina, histamina. Un hormon determină contracția mușchiului neted numai dacă membrana celulei musculare posedă receptori stimulatori pentru acel hormon. Dacă membrana posedă receptori inhibitori, atunci efectul acelui hormon va fi inhibitor.

SISTEMUL NERVOS

NOȚIUNI GENERALE

Sistemul nervos, împreună cu sistemul endocrin, regleză majoritatea funcțiilor organismului. Sistemul nervos (SN) are rol în special în reglarea activității musculaturii și glandelor secretorii (atât exocrine, cât și endocrine), în timp ce sistemul endocrin regleză în principal funcțiile metabolice. Reglarea activității musculaturii scheletice este realizată de SN somatic, iar reglarea activității musculaturii viscerale și a glandelor (exo- și endocrine) este realizată de SN vegetativ. Între SN și sistemul endocrin există o strânsă interdependență.

MECANISME GENERALE DE REGLARE

Organismul uman este un sistem cibernetic. Noțiunea de sistem este foarte cuprinsă: un sistem este orice ansamblu de elemente aflate în interacțiune neîntâmplătoare. Potrivit acestei definiții, orice organism viu este un sistem, la fel cum orice aparat sau mașină este un sistem, societatea este și ea un sistem, atomul de asemenea etc. Granita dintre sisteme nu este absolută. Fiecare sistem, la rândul său, este componentă al unor sisteme mai complexe și, în același timp, conține mai multe subsistene. Unele sisteme evoluează conform principiului al II-lea al termodynamicii spre dezordine (cu creșterea entropiei sistemului); altfel se opun acestei creșteri sau chiar o reduc. Aceasta sunt sisteme autoregulate sau sisteme cibernetice.

Orice sistem cibernetic are cel puțin două componente majore: centrul de comandă și control (C) și dispozitivul de execuție (E) (fig. 47). Pentru a elabora comenzi adecvate, centrul trebuie să primească informații asupra variațiilor parametrului reglat și asupra modului în care sunt executate comenziile. Calea de întoarcere a informației de la efectuator la centru se numește circuit de feedback, informație recurrentă sau conexiune inversă.

Toate mecanismele de autoreglare funcționează pe bază de feedback. Pentru ca informația recurrentă să fie cât mai exactă, mecanismul de reglare prin feedback dispune de un sistem de traductor (T) (sau receptor) care sesizează atât perturbația inițială survenită (P), cât și precizia corectiei realizate de efectuator asupra elementului reglat (ER). Prin feedback, parametrul reglat influențează centrul de reglare. Astfel, mecanismul de feedback funcționează în conformitate cu efectele

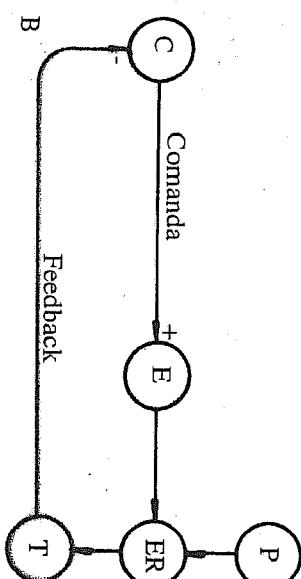


Fig. 47. Cele mai simple mecanisme cibernetice

cât și de cele privitoare la modul în care aceasta este corectată.

Transmisarea informației recunoscute către centrii de comandă se poate face prin contact direct sau prin numeroase verigi intermedii. Schema reglării prin feedback poate fi simplă sau complexă, principiul de funcționare fiind universal. În afară de conceptul de conexiune inversă (feedback), care este un mecanism de corectare a erorilor, în sistemele biologice există și mecanisme de prevenire a erorilor, adică feedbefore. Corectarea erorilor asigură numai stabilitatea proprietăților sistemelor vii, menținerea constantă a entropiei, în timp ce prevenirea erorilor permite realizarea unei ordini mai dezvoltate, deci o reducere a entropiei. În sistemele vii există două mecanisme de feedback: feedback negativ și feedback pozitiv.

Mecanismul de feedback negativ asigură corecția permanentă a abaterilor de la normal. Un exemplu este mecanismul de menținere constantă a glicemiei (concentrația glucozei sanguinei) la valori de 100 mg/100 ml plasmă. Creșterea glicemiei (hiperglicemie) stimulează secreția de insulină de către pancreas. Aceasta favorizează pătrunderea glucozei în celule, polimerizarea ei sub formă de glicogen, precum și creșterea consumului de glucoză, efecte ce duc la scăderea normală a glicemiei. Astfel, la o creștere a glicemiei, sistemele de reglaj au reacționat prin scăderea concentrației de glucoză, adică printr-o negare a sensului deviației inițiale.

Invers, dacă se produce o scădere a glicemiei (hipoglicemie), are loc o reducere a secreției de insulină și o creștere a secreției de glucagon și adrenalina, hormoni ce determină depolimerizarea glicogenului hepatic și trecerea glucozei în sânge, restabilind astfel valoarea normală a glicemiei. În această situație mecanismele de reglare au reacționat printr-o negare a sensului deviației inițiale.

Aceasta reprezintă organismului, ce se opune sensului deviației inițiale, reprezentă esența mecanismului de feedback negativ. Toate mecanismele de menținere constantă a compozitiei și proprietăților mediului intern functionează pe bază de feedback negativ.

Mecanismul de feedback pozitiv. Când reacția organismului duce la amplificarea abaterii inițiale, avem de-a face cu un mecanism de feedback pozitiv. De exemplu, la trecerea corpului din poziția culcat (clinostatism) la poziția în picioare (ortostatism) are loc o diminu-

are a întoarcerii săngelui venos spre atriu drept, prin efect gravitational. Ca urmare, debitul ventriculului drept spre cei doi plămâni scade, ceea ce duce la o reducere a umplerii cu sânge a atrțiului și a ventriculu lui stâng. În consecință, scade debitul ventriculu lui stâng spre marea circulație. Acest lucru va antrena o reducere suplimentară a volumului întoarcerii venoase la inimă dreaptă, urmată de o nouă scădere a debitului cardiac etc. Dacă nu intervenă mecanisme care să corecteze aceste perturbări autoamplificate "în cerc vicios", după câteva zeci de secunde întreagă circulație sanguină se prăbușește, tensiunea arterială scade la zero și individul își pierde cunoștința (lesin). Se constată că mecanismul de feedback pozitiv duce la agravarea unei perturbări inițiale și poate pune viață în pericol. De aceea, acest tip de mecanism se întâlnește, de regulă, în condiții patologice.

Mecanismele concrete de reglare în sistemele vii. Principiul de autoreglare prin feedback este comun omului, animalelor și plantelor, microorganismelor și sistemelor cibernetice, însă conținutul concret al proceselor de reglare este specific fiecărui sistem. La animalele superioare și la om autoreglările prin feedback și feedbefore se realizează prin două mecanisme: mecanismul nervos și mecanismul umoral. Aceste mecanisme nu intervin separat și independent, ci

în colaborare; orice reglare este de fapt neuro-umorală. Centrii de comandă și control sunt situati în sistemul nervos central și în sistemul endocrin, pentru reglarea nervoasă, respectiv umorală.

În același timp, întreaga activitate endocrină este coordonată de către sistemul nervos central, prin intermediul hipotalamusului. La nivelul acestuia are loc integrarea reglării nervoase cu cea umorală. Un al doilea punct de fuziune între mecanismul nervos și cel umoral se întâlnește la nivelul efectorilor periferici, a căror funcție este influențată prin mesageri chimici; acești mesageri chimici pot fi hormoni (în cazul reglării umorale) sau mediatori chimici eliberați de terminații nervoase (în cazul reglării nervoase).

Mediul intern. Homeostazia. Organismele unicelulare întrețin relații de schimb direct cu mediul extern (înconjurător) și sunt supuse unor mari perturbări cauzate de condițiile externe.

La organismele superioare organizate, celulele fac schimb de substanțe și energie cu lichidul extracelular (LEC). O parte din acest lichid circulă prin vasele de sânge și limfatice. Totalitatea acestor lichide (respectiv sângele, limfa și apa intercelulară sau intersticială) reprezintă mediul intern al organismului, noțiune introdusă de fizionomul francez Claude Bernard (1850). De atunci, au fost aduse numeroase dovezi privind stabilitatea compozitiei și proprietăților mediului intern. La începutul secolului al XX-lea, fizionomul american W.B. Cannon a introdus noțiunea de homeostazie, prin care se definește constanta tuturor parametrilor biofizici, biochimici și funcționali ai organismului. Realizarea unui mediu intern cu compozitie constantă este pentru sistemele vii esențială în lupta pentru menținerea și dezvoltarea proprietății identității. Din punct de vedere termodynamic este mult mai eficient să cheltuiescem energie pentru prevenirea și combaterea perturbărilor mediului intern decât pentru a proteja fiecare celulă în parte de acțiunea directă a factorilor externi. Homeostazia se menține prin mecanisme de autoreglare.

Nivele de reglaj. Orice organism își conservă homeostazia structurală și funcțională prin mecanisme automate de reglare. Aceste mecanisme se întâlnesc la toate nivelele de organizare ale sistemelor vii: nivel submolecular și molecular, nivel celular, nivel de organ, nivel de sistem, nivelul organismului în ansamblu.

Toate acestea reprezintă subsistene ale sistemului complex care este organismul.

COMPARTIMENTELE FUNCTIONALE ALE SISTEMULUI NERVOUS

Reglarea nervoasă a funcțiilor corpului se bazează pe activitatea centrilor nervoși care prelucrează informațiile primite și apoi elaboriază comenzi ce sunt transmise efecto-

rii. Din acest punct de vedere, fiecare centru nervos poate fi separat în două compartimente funcționale:

- compartimentul senzitiv, unde se procesează informațiile culese la nivelul receptorilor motorie.
- compartimentul motor, care transmite comenzi la efecto-

Deci, fiecare organ nervos are două funcții fundamentale: funcția senzitivă și funcția motorie.

La nivelul emisferelor cerebrale mai apare și funcția psihică. Separarea funcțiilor sistemului nervos în funcții senzitive, motorii și psihice este artificială și schematică. În realitate nu există activitate senzitivă fără manifestări motorii și viceversa, iar stările psihice rezultă din integrarea primelor două. Toată activitatea sistemului nervos se desfășoară într-o unitate, în diversitatea ei extraordinară.

REFLEXUL

Mecanismul fundamental de funcționare a sistemului nervos este **acția reflex** (sau sim-
plu, reflexul). Reflexul reprezintă reacția de răspuns a centrilor nervosi la stimularea unei zone
receptoare. Termenul de reflex a fost introdus în urmă cu 300 de ani de către matematicianul și
filozoful francez René Descartes. Răspunsul reflex poate fi excitator sau inhibitor.

Baza anatomică a acțiunii reflex este **arcul reflex**, alcătuit din cinci componente ana-
tomice: receptorul, calea aferentă, centrii nervosi, calea eferentă și efectorul.

Receptorul este o structură excitatibilă care răspunde la stimuli prin variații de potențial
gradate proporțional cu intensitatea agentului excitant. Majoritatea receptorilor sunt celule epi-
teliale diferențiate și specializate în celulele senzoriale (gustative, auditive, vizuale, vestibulare).
Alți receptori din organism sunt corpusculi senzitivi, care sunt mici organe pluricelulare alcătuite
din celule, fibre conjunctive și terminații nervoase dendritice (receptorii tegumentari, proprio-
ceptorii). Uneori, rolul de receptor îl îndeplinește chiar terminațiile butonate ale dendritelor
(receptorii olfactivi, receptorii durerosi).

La nivelul receptorului are loc transformarea energiei excitantului în **flux nervos**. În
funcție de tipul excitantului, se deosebesc cinci tipuri principale de receptor, și anume:

- mecanoreceptori, care detectează deformările mecanice ale receptorului sau ale celulelor vecine acestuia;
- termoreceptori, care sesizează schimbările de temperatură, unii receptori fiind specializați pentru senzația de cald și alții pentru senzația de rece;
- nociceptori (sau receptori ai durerii), care detectează injuriile tisulare, indiferent dacă acestea sunt de natură fizică sau chimică;
- receptori electromagnetici, care detectează lumina la nivelul retinei;
- chemoreceptori, care detectează gustul (situați în cavitatea bucală), mîrosul (situați în cavitatea nazală), nivelul oxigenului în sângele arterial, osmolaritatea lichidelor din organism, concentrația dioxidului de carbon și, probabil, a altor substanțe importante în biochimia organismului.

În același timp, fiecare receptor poate fi stimulat de orice formă de energie, dar de intensități mult mai mari decât energia specifică. Astfel, celulele vizuale, sensibile la energii lumenioase extrem de slabe (câțeva cuante de lumină), pot fi excitate și de energii mecanice mari (o lovitură cu pumnul în ochi provoacă senzații vizuale). La nivelul receptorului are loc traducerea informației purtate de excitant în informație nervoasă specifică (flux nervos). Se spune că receptorul codifică sau modulează variația energiei excitantului în variații ale amplitudinii potentialului receptor. Modularea în amplitudine permite receptorului să transmită spre centrii informații corecte privind intensitatea diferenților stimuli externi. Informația senzitivă poate produce o reacție imediată sau poate fi stocată ca memorie în creier timp de minute, săptămâni sau ani și să ajute astfel în elaborarea unei reacții adecvate a organismului la un moment dat.

Clasificarea receptorilor. Există mai multe criterii de clasificare a receptorilor:

După localizare:

- exteroceptori - la nivelul tegumentelor;
- proprioceptori - la nivelul aparatului locomotor;
- interoceptori - la nivelul viscerelor și al vaselor de sânge.

După natura agentului excitant:

- excitant mecanic - mecanoreceptori;

- excitant baric - baroreceptori;
- excitant volumic - volvoreceptori;
- excitant termic - termoreceptori;
- excitant dureros - algoreceptori;
- excitant fotonic - fotoreceptori;
- excitant chimic - chemoreceptori;
- excitant osmotic - osmoreceptori.

După structura receptorului:

- terminații dendritice libere;

Calea aferentă.

Receptori vin în contact sinaptic cu terminațiile dendritice ale neuronilor receptor (respectiv variațiile potentialului de membrană al receptorului sub acțiunea agentului excitant) produc depolarizări pasive în terminația dendritică; odată ce acestea ating pragul critic, descarcă potențiale de acțiune de tipul "tot sau nimic" ce se propagă celuipe. Informarea corectă a centrilor privind variațiile energiei excitantului se face la nivelul căilor de conducere prin modulare de frecvență (modularea prin amplitudine nu este posibilă din cauza legii "tot sau nimic"). Astfel, un potențial receptor de amplitudine joasă determină câteva potențiale de acțiune (PA) pe secundă, potențiale receptor mai ample induc zeci de PA pe secundă, iar potențialele receptor cele mai ample descarcă la nivelul dendritei mai multe surse de PA pe secundă. Cea mai simplă cale aferentă este reprezentată de neuronul senzitiv spinal și prelungirile sale.

Distribuția căii aferente în centrii nervosi se face în două moduri. Convergența este un mod de distribuție în care un singur neuron central primește contacte sinaptice de la mai multe fibre aferente, iar divergența constă în ramificarea unei singure fibre aferente la mai mulți neuroni centrali.

Centrii. Potențialele de acțiune dendritice ajunse la neuronul senzitiv se propagă mai departe celulifug de-a lungul axonului acestuia, până la prima sinapsă. În cazul unui reflex elementar, format din doi neuroni, unul senzitiv și unul motor, centrul nervos al reflexului este reprezentat chiar de sinapsa dintre axonul neuronului senzitiv și corpul celular al neuronului motor. În cazul unor activități reflexe mai complexe, calea aferentă este formată dintr-un lanț de trei sau mai mulți neuroni senzitivi, iar centrii reflecți sunt reprezentați de totalitatea sinapselor ce se realizează în arile corticale sau în nuclei subcorticali ce primesc și prelucră informația primită din periferie și elaborează răspunsul efector.

Prin centrii unui reflex se înțelege totalitatea structurilor din sistemul nervos central care participă la acțiunea respectivă. De exemplu, centrii reflexelor respiratorii se află în bulb, dar și în puntea lui Varolio, precum și în hipotalamus și în scoarța cerebrală. Complexitatea și întinderea unui centru depind de complexitatea acțuiului reflex pe care îl efectuează. În termeni cibernetici, prin centru se înțelege organul care primește informația, o prelucrare, o compară cu datele din memorie, elaborează decizii și controlează permanent modul de execuție, efectuând corecțările necesare (fig. 48). La nivelul sinapselor din centrii reflecți transmisarea informației se face din nou prin modulare în amplitudine (potențialele postsinaptoice nu mai respectă legea "tot sau nimic").

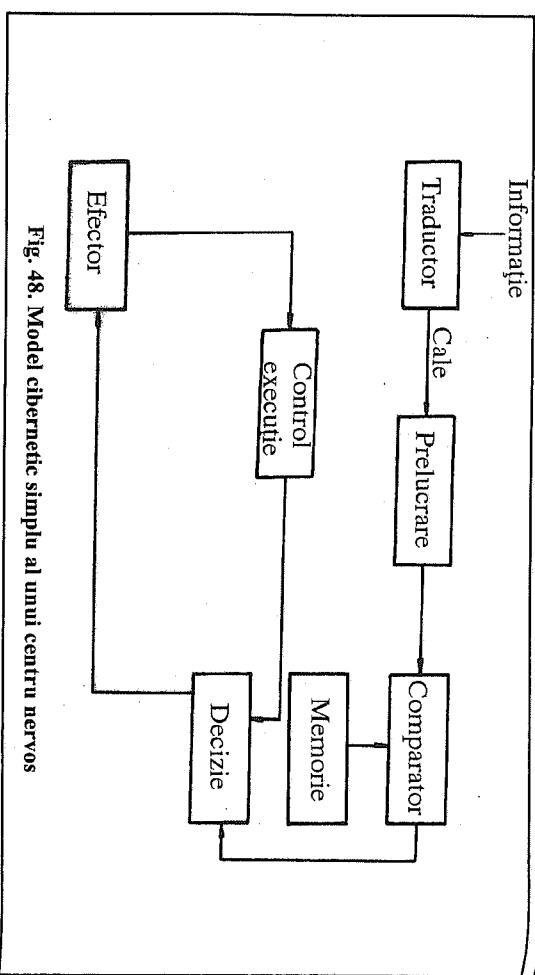


Fig. 48. Model cibernetic simplu al unui centru nervos

Sistemul nervos central are trei nivele majore cu atrbute funcționale specifice: nivelul măduvei spinării, nivelul subcortical și nivelul cortical.

Nivelul medular. Desigur, când ne gândim la măduva spinării, o considerăm doar o cale de conducere a semnalelor de la periferie către creier sau invers, de la creier către restul organismului. Totuși, chiar și după secțiunearea măduvei la nivel cervical superior, multe din funcțiile medulare se mențin. De exemplu, circuitele neuronale medulare pot produce mișcările mersului automat, reflexe de retragere a segmentelor corpului față de diferite obiecte, reflexe care determină sprijinirea antigravitațională a corpului pe membrele inferioare și reflexe care controlizează vasele sanguine locale, mișcările gastrointestinale și așa mai departe, pe lângă multe alte funcții.

De fapt, de cele mai multe ori nivelele nervoase superioare trimit semnale nu direct în periferie, ci centrilor medulari de control, "comandând" doar ca aceștia din urmă să-și desfășoare funcțiile.

Nivelul subcortical. Majoritatea activităților subconștiente sunt controlate de arile subcorticale: trunchiul cerebral, hipotalamusul, talamusul, cerebelul și ganglionii bazali. Astfel, controlul presiunii arteriale și al respirației se realizează în principal în bulb și în punde. Controlul echilibrului este o funcție a structurilor cerebeloase mai vechi filogenetic și a substantei reticulare din bulb, punde și mezencefal. Reflexele alimentare (cum sunt salivatia, ca răspuns la gustul alimentelor, și lingerea buzelor) sunt controlate de arii din trunchiul cerebral, amigdala și hipotalamus; multe din reacțiile emoționale (cum sunt furia, emoțiile, activitățile sexuale, reacțiile la durere sau reacțiile de placere) se pot produce la animale fără cortex.

Nivelul cortical. Cortexul cerebral este un imens spațiu de depozitare a memoriei. Cortexul nu funcționează niciodată singur, ci numai împreună cu centrii nervoși inferiori.

În absența cortexului, funcțiile centrilor subcorticale sunt adesea imprecise. Numeroasele informații depozitate în memoria la nivel cortical fac ca activitatea centrilor subcorticale să fie foarte bine determinată și precisa.

De asemenea, cortexul cerebral este esențial pentru cele mai multe din procesele de gândire, chiar dacă nu poate opera de unul singur în acest sens. De fapt, centrii subcorticali produc starea de alertă la nivelul centrilor corticali, deschizând astfel "banca" de date memorate în scopul proceselor de gândire.

În acest fel, fiecare parte a sistemului nervos îndeplinește funcții specifice. Multe din funcțiile integrative sunt bine dezvoltate la nivelul măduvei spinării și multe din funcțiile subconștiente au originea și sunt executate exclusiv de către centrii subcorticali. Însă cortexul este cel care realizează deschiderea către lume a minijii urbane.

Calea eferentă reprezintă axonii neuronilor motori somatici și vegetativi prin care se transmite comanda către organul efector. Cea mai simplă cale eferentă o întâlnim în cazul reflexelor monosinaptice (bineuronale); ea este formată din axonul motoneuronului alfa din coarnele anterioare ale măduvei spinării. În cazul sistemului nervos vegetativ, calea eferentă este formată dintr-un lanț de doi neuroni motori; un neuron preganglionar situat în coarnele laterale ale măduvei spinării sau într-un nucleu vegetativ din trunchiul cerebral și un neuron postganglionar situat în ganglionii vegetativi periferici (extranevraxiali). De-a lungul căilor eferente, informația circulă spre efectori din nou prin modulație în frecvență.

Efectori. Principaliii efectori sunt mușchii striați, mușchii netezii și glandele exocrine. Transmiterea informației de pe axonul căii eferente spre efector prezintă toate caracteristicile transmisiei sinaptice. Exemplul cel mai tipic este transmiterea la nivelul plăcii motorii. Aici, în funcție de frecvența potențialelor de acțiune sosite pe axon, se va sparge un număr corespunzător de vezicule de acetilcolină, aceasta va determina la nivelul membranei fibrei musculare striate potențiale postsinaptice de amplitudini diferite, în funcție de numărul de molecule de acetilcolină eliberate. Ca urmare, pe membrana fibrei striate apar zeci sau sute de potențiale de acțiune pe secundă, producând contracții de amplitudine și forță corespunzătoare comenzi centrale.

Controlul îndeplinirii comenzi. Mecanismul reflex și arcul reflex cu cele cinci componente ale sale reprezintă un model incomplet al desfășurării activității reflexe. În ultimele decenii s-au evidențiat noi componente anatomiche și mecanisme funcționale care participă la controlul modulului în care se execută comanda. S-a descoperit existența unor circuite nervoase eferente care leagă centrii de organele receptoare. Prin intermediul acestora, centrii nervoși pot regla pragul de excitabilitate al receptorilor și, implicit, intensitatea stimулilor aferenți. Un asemenea control se exercită asupra efectorilor musculari de către centrii motori extrapiramidalii și cerebel.

În același timp, de la nivelul efectorilor pomenește spre centri un circuit recurrent care îi informează asupra modului îndeplinirii comenzi (feedback).

Legătura dintre mecanismul reflex și mecanismul de feedback. Mecanismul de feedback are caracter universal; el se întâlneste în toate sistemele autoregulate, indiferent de substanță din care sunt alcătuite. Mecanismul reflex reprezintă o varietate concreta de mecanism de feedback întâlnită în sistemele de reglare nervoasă.

Comanda și controlul exercitate de centrii nervoși sunt de natură reflexă. În acest sens, centrii nervoși nu sunt numai senzitivi sau numai motori, ci reprezintă centri de integrare senzitivo-motorie. Răspunsul reflex poate surveni imediat după acțiunea stimulu lui sau poate întârzi minute, zile sau ani.

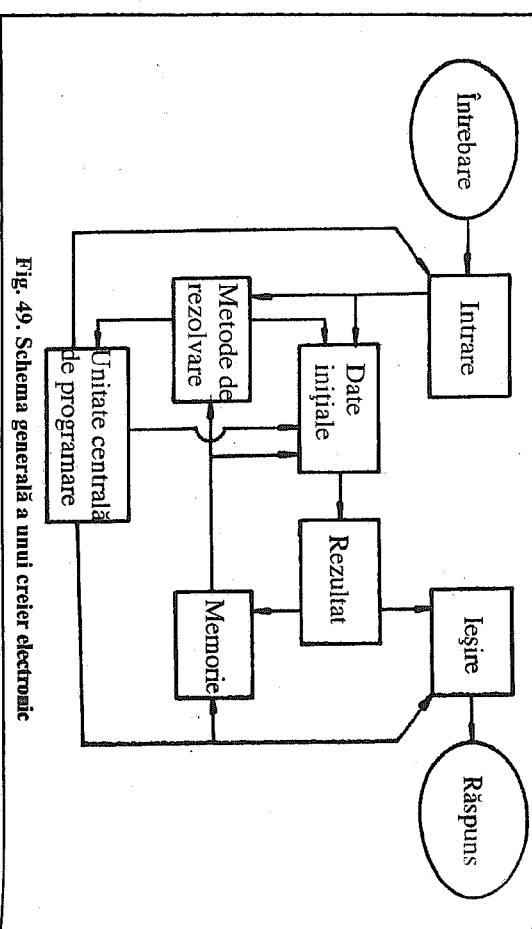


Fig. 49. Schema generală a unui creier electronic

CREIERUL CA UN CALCULATOR ELECTRONIC

Frații de similitudinea dintre procesele nervoase și cele ce au loc într-un calculator electronic, neurofiziologii au comparat sistemul nervos (și în special creierul uman) cu un computer extrem de perfectionat. Întradevar, schema generală de lucru a unui calculator electronic se regăsește și la nivelul unui organ nervos complex (fig. 49). Ca și computerul, sistemul nervos prezintă intrări (componenta receptorie) și ieșiri (componenta motorie). Când ieșirile depind numai de intrări, avem de-a face cu reflexele spinale simple. În cazul răspunsurilor mai complexe, între intrări și ieșiri se interpun dispozitive de memorie, soluționare și programare a informațiilor intrate și de modul în care ea este prelucrată. Aceleasi impulsuri aferente pot produce răspunsuri diferite, după cum ele sunt prelucrate numai de măduva spinală, de măduva spinări și trunchiul cerebral sau de întreg sistemul nervos. Spre exemplu, dacă un câine este călcat pe coadă rezultatul va fi retragerea reflexă a cozii în cazul unui câine cu sistem nervos intact.

FIZIOLOGIA NEURONULUI ȘI A SINAPSEI

FIZIOLOGIA NEURONULUI

Neuronul are două proprietăți fundamentale: excitabilitatea și conductibilitatea. Excitabilitatea reprezintă proprietatea neuronului de a răspunde la un stimул

printr-un potențial de acțiune. Nu toate componentele neuronului se comportă la fel față de agentii excitatori. Astfel, terminațile dendritice cu rol de receptor și membranele postsinaptoice raspund prin potențiale locale, gradate în funcție de intensitatea excitantului. Axonul și dendritele lungi răspund prin potențiale "tot sau nimic", propagate. Parametrii excitabilității și biofizica excitării neuronale au fost studiate cu microelectrozi implantati în axoni giganti de cefalopode.

Conductibilitatea este proprietatea neuronului de a propaga excitația în lungul prelungitorilor sale. Din studiul excitabilității se știe că, în momentul producerii potențialului de acțiune, suprafața exterioară a membranei devine negativă. Această stare fizică echivalizează cu efectele unui catod puternic ce induce în jurul său depolarizări critice ale membranei, următe de noi potențiale de acțiune în zonele lumenofre etc. Conducerea influxului nervos nu este altceva decât propagarea potențialului de acțiune din punct în punct pe toată suprafața neurilemei. Această conducere este bidirecțională, atât pe dendrită, cât și pe axon. Conducerea unidirecțională a impulsului nervos, observată în organism, se datorăști sinapselor și receptorilor, care conduc impulsul într-un singur sens. Fiziologic, excitarea se produce în receptor, de unde se propagă la dendrită, parcurge lungimea dendritei în sens celulipet, excita corpul neuronului, de unde pomenește celulipet spre alti neuroni și, în final, spre efector. La nivelul sinapsei, conducerea se face întotdeauna de la membrana presinaptică la cea postsinaptică.

Potențialul de acțiune se propagă punctiform numai în fibrele amielinice. În fibrele nervoase mielinizate conducerea se face saltator, de la un nod Ranvier la altul, impulsul putând să răcească chiar 4-5 noduri. Conducerea saltatorie, datorată existenței tecii de mielină, determină creșterea vitezei de propagare a impulsului, precum și scăderea consumului energetic, deoarece pompile ionice acționează doar la nivelul strangulatorilor Ranvier.

Viteza de conducere a impulsului pe fibrele nervoase depinde de specia animală (mai mică pe treptele joase ale scării zoologice), iar la om de diametrul fibrei (fibrele groase conduc mai rapid) și de prezența tecii de mielină. Teca de mielină este izolantă din punct de vedere electric și deci membrana nu se poate depolariza decât la nivelul nodurilor Ranvier, realizându-se astfel conducerea saltatorie cu viteză mult mai mare decât conducerea punctiformă. Cele mai mari viteze de conducere se realizează pe fibrele mielinice groase, cu diametrul de până la 20μ ale căror proprioceptive (120 m/s), iar vitezele cele mai mici se întâlnesc pe fibrele subțiri (cu diametrul de 1μ) amielinice vegetative ($0,5 \text{ m/s}$). Conducerea nervoasă poate fi întreruptă sau suprimată temporar sau definitiv prin acțiunea unor agenți fizici (frigul) sau chimici (anestezicele) sau prin distrugerea integrității anatomică. Din punct de vedere anatomic, un nerv este alcătuit din mai multe fibre nervoase separate între ele prin fascicule de țesut conjunctiv. În interiorul unui nerv, conducerea de-a lungul unei fibre nervoase este izolată, potențialul de acțiune al unei fibre nu "sare" pe fibrele vecine. Dacă există lezuni ale tecilor axonului sau ale dendritei poate avea loc o conducere spre fibrele vecine (conducere prin contact sau efaptică). Deși conducerea efaptică nu are loc în mod fiziological, totuși fibrele vecine suferă depolarizări sub valoarea prag la trecerea unui potențial de acțiune printre-o fibră nervoasă.

FIZIOLOGIA SINAPSEI

Se știe că informația este transmisă la nivelul sistemului nervos în principal sub forma impulsurilor nervoase, printr-o succesiune de neuroni, unul după altul. Cu toate acestea, nu este evident de la prima vedere că fiecare impuls poate fi blocat la trecerea de la un neuron la altul, poate fi transformat dintr-un impuls unic în impulsuri repetitive sau poate fi integrat cu impulsuri

venite de la alți neuroni, producând astfel impulsuri complexe la nivelul neuronilor următori. Toate aceste funcții pot fi numite funcțiile sinaptice ale neuronilor. Sinapsa este un organ înălțit la nivelul contactului dintre doi neuroni sau dintre neuron și celula receptoră sau efectoare. În lumea animală există două tipuri principale de sinapse: sinapse chimice și sinapse electrice.

Sinaptele chimice predomină ca modalitate de transmitere a semnalelor în sistemul nervos central. În acestea, primul neuron, numit neuron presinaptic, secrează în fanta sinaptică o substanță chimică numită neurotransmițător (sau mediator chimic). Aceasta acționează asupra proteinelor receptoră din membrana neuronului următor, numit neuron postsinaptic, pe care îl excita, îl inhibă sau îl modifică excitabilitatea întărită de alt fel. Până în prezent se cunosc peste 40 de neurotransmițători, din care cei mai cunoscuți sunt acetilcolina, noradrenalină, histamina, acidul gamma-aminobutiric (GABA) și glutamatu.

Sinaptele electrice sunt caracterizate de canale care conduc direct impulsul electric de la o celulă la alta. Cele mai multe dintre acestea sunt mici structuri tubulare proteice, numite jonctiuni gap, care permit mișcarea liberă a ionilor din interiorul unei celule către următoarea. În sistemul nervos central au fost identificate foarte puține jonctiuni gap a căror semnificație nu este încă cunoscută.

Sinaptele chimice au o insușire extrem de importantă, care le face indispensabile pentru transmisarea semnalelor în cadrul sistemului nervos central: ele conduc întodeauna impulsul nervos într-un singur sens, și anume de la neuronul presinaptic, care secrează neurotransmițătorul, spre deosebire de sinaptele electrice, care conduc semnalele în orice direcție. Mecanismul conducerii unidirectionale este de importanță majoră în funcționarea sistemului nervos central, deoarece permite direcționarea extrem de exactă a semnalului spre ariile nervoase specifice fiecarei dintră mii de funcții ale SNC: recepția și integrarea senzitivo-senzorială, controlul motor, memoria și multe altele.

Studiile electronmicroscopice ale sinapsei au arătat că aceasta este alcătuită din așa-numitele terminații presinaptice butonate, care sunt mici umflături rotunde sau ovalare ale axonilor presinaptici. Acestea sunt separate de membrana neuronului postsinaptic prin intermediul fantei sinaptice, care are de obicei 200 până la 300 angstromi (\AA). Terminațile butonate au dona structuri interne importante pentru realizarea funcțiilor excitatorii sau inhibitorii ale sinapsei: veziculele sinaptice și mitocondriile. Veziculele sinaptice conțin neurotransmițătorul care, eliberat în fanta sinaptică, va excita sau va inhiba neuronul postsinaptic, după cum membrana acestuia din urmă conține receptori excitatori sau, respectiv, receptori inhibitori. Mitocondriile asigură necesarul de ATP (adenozin trifosfat) pentru sinteza unor noi molecule de neurotransmițător.

Ajuns la nivelul membranei presinaptice, potențialul de acțiune determină o creștere a conductanței pentru calciu, care, pătrunzând în bunoul terminal, activează un sistem enzimatic și kinetic endocelular. Acesta determină succesiv aliparea și fuzionarea veziculelor cu mediatorul de membrană presinaptică, urmată de ruperea unei porțiuni din membrana presinaptică și eliberarea mediotorului chimic în fanta sinaptică. Există o relație de proporționalitate directă între frecvența și intensitatea de acțiune și numărul de molecule de mediator, ceea ce împrină un caracter de eliberare discontinuă, în "cuante", a acestuia. După eliberare, cea mai mare parte a mediatorului ajunge prin difuziune la nivelul membranei postsinaptice, unde interacționează stereospecific cu macromoleculele receptorilor de membrană. Aceștia recunosc molecula de mediator, o fixeză și declanșează o serie de modificări enzimatiche la nivelul membranei postsinaptice care duc, în final, la formarea unei substanțe (adenozin monofosfatul ciclic - AMPc) care transmite

mesajul spre interiorul celulei. În urma acestor procese, la nivelul membranei postsinaptice are loc o creștere a conductanței ionice, în special pentru Na^+ (dar și pentru K^+ și Cl^-), urmată de un influx al acestui ion și o depolarizare proporțională cu cantitatea de mediator eliberată la nivelul sinapsei. Se generează astfel un potențial postsinaptic excitator care, în momentul atingeri unui prag critic, excita membrana celulară din afară sinapsei, declanșând apariția unui potențial de acțiune "tot sau nimic", propagat în toate direcțiile pe suprafața corpului celular și celulifug la nivelul axonului până la următoarea sinapsă, unde se reia mecanismul transmiterii sinaptice. Dacă în urma acțiunii neurotransmițătorului crește conductanța pentru sodiu, se produce deci depolarizarea și apoi excitarea membranei postsinaptice, neurotransmițătorul fiind numit excitator. Dacă însă crește conductanța pentru potasiu sau clor, membrana postsinaptică se hiperpolarizează și deci este inhibător. Nu tot mediatorul eliberat în sinapsă interacționează cu receptorii postsinaptici. O parte din moleculele de mediator sunt inactivate enzimatic, o altă parte difuzează în afară sinapsei, iar altă parte reacționează cu receptorii presinaptic, fiind prin feedback negativ eliberarea de noi canații de mediator. De remarcat este faptul că asupra celulei postsinaptice acționează două tipuri de mesageri chimici. Mesagerul de ordinul I este însuși mediatorul chimic, iar mesagerul de ordinul II (sau mesagerul secund) este AMPc.

Potențialul postsinaptic poate fi excitator (PPSE) (când neurotransmițătorul produce o depolarizare parțială a membranei postsinaptice) sau inhibitor (PPSI) (când are loc o hiperpolarizare a membranei postsinaptice). Astfel, există două tipuri de sinapse: excitatorii, în care se eliberează neurotransmițători excitatori (acetilcolina, noradrenalină) și inhibitorii, în care se eliberează neurotransmițători inhibitori (acidul gamma aminobutiric etc.). Din mii de sinapse ale unui neuron, jumătate sunt excitatorii și jumătate sunt inhibitorii. Astfel, fiecare neuron integrează în permanență mii de impulsuri excitatorii și inhibitorii cu care este "bombardat". Dacă predomină potențialele postsinaptice excitatorii, are loc o depolarizare a neuronului până la pragul critic, este generat un potențial de acțiune de tip "tot sau nimic" care se propagă până la primul nod Ranvier și de aici mai departe de-a lungul axonului. Deci, pentru a descărca un neuron, este necesară fie activarea cu mare frecvență a unei sinapsă excitatorii, fie activarea simultană a mai multor surse de asenție sinapse. Impulsuri excitatorii izolate nu pot activa neuronul. Dacă asupra neuronului se exercită la un moment dat efectele sinapselor inhibitorii, neuronul se hiperpolarizează și transmisarea mai departe a impulsurilor excitatorii încecează. La nivelul corpului neuronal are loc, aşadar, o sumăție spațială și temporală a tuturor potențialelor postsinaptice, iar rezultatul final depinde de echilibrul dintre efectele excitatorii și inhibitorii. Transmiterea sinaptică poate fi influențată de prezenta unor substanțe, de metabolismul propriu, etc. Sinapsele au un rol extrem de important în proceșele de memorie. La nivelul membranei postsinaptice se sintetizează proteine ale memoriei, ce permit reactivarea unor circuite sinaptice identice cu cele care au activat în timpul învățării noțiunilor respective. Numărul contactelor sinaptice ale neuronilor din scoarta cerebrală crește cu vîrstă. După ce a acționat la nivelul membranei postsinaptice, mediatorul chimic este inactivat de enzime specifice. Datorită mecanismului chimic al transmiterii sinaptice, impulsul nervos suferă la nivelul fiecărei sinapse o întârziere de aproximativ 0,5 ms, numită latență sinaptică.

ANATOMIA MĂDUVEI SPINĂRII

CONFIGURAȚIA EXTERNA

AŞEZARE, RAPORTURI

Măduva spinării are formă de cordon cilindric usor turțit în sens antero-posterior (sagital), astfel că diametrul transversal depășește cu puțin diametrul antero-posterior. Se găseste situată în canalul vertebral, format din suprapunerea orificiilor vertebrale, pe care însă nu-l ocupă în întregime. Lungimea măduvei este de 43 - 45 cm cu variații individuale. Limita superioară a măduvei corespunde găurii occipitale prin care canalul vertebral comunica în sus cu cavitatea craniiană sau emergenței primului nerv spinal (C_1), iar limita inferioară se află în dreptul vertebrei L_2 . Faptul că măduva își are limita inferioară în dreptul vertebrei L_2 se explica prin ritmul de creștere al coloanei vertebrale mai rapid decât cel al măduvei. Tot din această cauză, rădăcinile nervilor spinali, lombari și sacraii au o direcție oblică în jos. Măduva spinării nu ocupă totă grosimea canala lui vertebral. Între peretele osos al vertebrelor și măduva se află cele trei membrane ale meningeelor vertebrale care asigură protecția și nutriția măduvei.

Sub vertebra L_2 , măduva se prelungescă cu conul medular, iar acesta cu filum terminal, care ajunge la cocis pe față posterioră a celei de-a doua vertere coccigiene. De o parte și de alta a conului medular și a filumului terminal, nervii lombari și sacral, cu direcție aproape verticală, formează "coada de cal".

ASPECTUL EXTERIOR AL MĂDUVEI

În dreptul regiunilor cervicală și lombară, măduva prezintă două regiuni mai voluminoase, intumescența cervicală și, respectiv, lombără, ce corespund membrelor (prima, plexului brahial, secunda, plexului lombar și sacral). Intumescența cervicală se află în dreptul vertebrelor $C_4 - T_2$, iar cea lombară în dreptul vertebrelor $T_9 - L_2$.

La suprafața măduvei se observă o serie de sănuri: anterior și pe linia mediană, un sănț mai adânc, numit fisura mediană; posterior, pe linia mediană, se observă sănțul medial dorsal, mai puțin adânc decât fisura mediană și continuat în măduvă de septonul median posterior, format din celule gliale; lateral de fisura mediană se observă sănțurile ventro-laterale, prin care ies rădăcinile anterioare ale nervilor spinali; lateral de sănțul median dorsal se află sănțurile dorso-laterale, prin care intră rădăcinile posterioare ale nervilor spinali (fig. 50). În măduva toracală superioră și cervicală, între sănțurile medio-dorsal și dorso-lateral apar sănțurile intermediare, de la care pleacă profund, în cordoanele posterioare, septul intermedian, care separă fasciculul gracilis de fasciculul cuneat.

MENTINGELE SPINALE

Este alcătuit din trei membrane de protecție care învelesc măduva. La nivelul găurii occipitale, meningele spinale se continuă cu meningele cerebrale. Membrana exterioară se numește dura mater. Are o structură lamelată fibroasă, rezistență și este separată de peretii

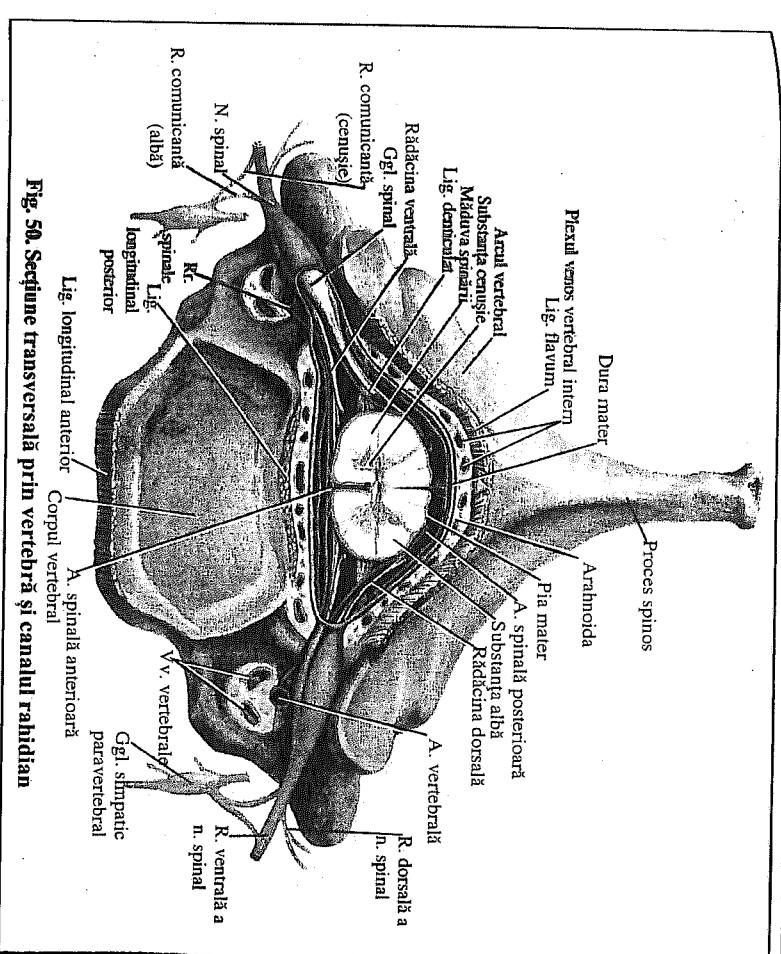


Fig. 50. Secțiune transversală prin vertebră și canalul rahiidian

canalului vertebral prin spațiul epidural în care se află ţesut conjunctiv și gras, cără și vesea multipulu anastomozate. Superior, la nivelul găurii occipitale, se continuă cu duramater craniiană. Inferior se termină în fund de sac, în care sunt adăpostite filum terminal și coada de cal. Sub vertebra S_5 , filum terminal, împreună cu învelișul dural cu care vine în contact, formează ligamentul coccigan.

Arahnoida este o structură conjunctivă și este separată de dura mater prin spațiul subdural și de pia mater prin spațiul subarahnoidian, care conține lichidul cefalorahidian (LCR). Pia mater sau meningele vasculare este o membrană conjunctivo-vasculară, cu rol nutritiv, care învelesc măduvă de care adere intim, patrunzând în sănțuri și fisuri. În grosimea ei se găsesc numeroase vase arteriale și nervi, în special simpatici. Prelungirile piale patrunză, împreună cu ramurile arteriale, în substanță nervoasă, participând la constituirea barierelor hematoencefalice.

STRUCTURA MĂDUVEI SPINĂRII

Măduva este formată din substanță cenușie dispusă în centru, având aspectul literei "H", și substanță albă, la periferie, sub formă de cordoane (funicule).

Substanță cenușie

Este constituită din corpul neuronilor. Bara transversală a "H"-ului formează comisura cenușie a măduvei, iar porțiunile laterale ale "H"-ului sunt subdivizate în coarne: anterioare, laterale și posterioare.

Comisura cenușie prezintă în centru canalul ependimiar care conține LCR și care, în sus, la nivelul trunchiului cerebral, se dilată formând ventriculul IV. De asemenea, el se dilată și în porțiunea terminală a măduvei, formând, la nivelul filumului terminal, ventriculul V, numit și ventricul terminal.

Coarnele anterioare (ventrale) conțin dispozitivul somatomotor care este mai bine dezvoltat în regiunea intumescențelor (cervicală și lombară). Coarnele anterioare sunt mai late și mai scurte decât cele posterioare și conțin 2 tipuri de neuroni somatomotori: neuroni α (alfa) și neuroni γ (gamma), ai căror axoni formează radacina ventrală a nervilor spinali. Axonul neuronului α ajunge la mușchii striați cu care formează o sinapsă specială neuroefectorie, numită placă motorie, în timp ce axonul neuronului γ ajunge la porțiunea periferică (contractilă) a fibrelor musculare din structura fusului neuromuscular. Neuronii α , cât și neuroni γ sunt de tip multipolar, corpul lor având diametre de 70-150 μ .

Coarnele posterioare (dorsale) conțin neuroni senzitivi care au semnificația de deutoneuron (al II-lea neuron), protoneuronul (I neuron) fiind situat în ganglionii spinali. La nivelul deutoneuronilor se termină o parte din axonii neuronilor pseudounipolari (I neuron din ganglionul spinal). Neuronii senzitivi din coarnele posterioare sunt mici, dispuși sub formă de grupe relativ structuralizate, numite nuclei (nucleul capului cornului posterior, nucleul toracic etc.).

Coarnele anterioare și posterioare apar pe secțiunea longitudinală sub formă de coloane. **Coarnele laterale** sunt vizibile în regiunea cervicală inferioară (C_8), în regiunea toracală ($T_1 - T_{12}$) și lombară superioară ($L_1 - L_5$). Conțin neuroni vegetativi simpatici preganglionari ai căror axoni părăsesc măduva pe calea rădăcinii ventrale a nervului spinal și formează fibrele preganglionare ale sistemului simpatic.

Între coarnele laterale și posterioare, în substanța albă a măduvei se află substanța reticulată a măduvei mai bine individualizată în regiunea cervicală și formată din neuroni dispuși în retea.

Substanța albă

Se află la periferia măduvei și este dispusă sub formă de cordoane (funicule) în care găsim fascicule ascendențe situate, în general, periferic, descendente, situate profund față de precedentele, și fascicile de asociere, situate cel mai profund, în imediata vecinătate a substanței cenușii. Între fisura mediană și coarnele anterioare se află cordoanele anterioare, între septul median posterior, care prelungesc sănțul median dorsal, și coarnele anterioare se află cordoanele posterioare, iar între coarnele anterioare și posterioare se află cordoanele laterale. În aceste cordoane se află fibre nervoase grupate în fascicule ascendențe ale sensibilității, descendente ale motricității și fascicule de asociere.

În cordoanele posterioare se află fasciculul gracilis (Goll) și, lateral de acesta, fasciculul cuneat (Burdach), acesta din urmă existând numai în măduva toracală superioară și cervicală. Fasciculul cuneat este despărțit de gracilis printr-un sept intermedier. Ambele fascicule sunt formate din axoni lungi ai I neuron (protoneuronul) cu sediul în ganglionul spinal. În cordoanele posterioare întărit, de asemenea, și fascicule de asociere, care leagă între ele diferențe segmente ale măduvei.

I. Fascicule de asociere - fasciculul fundamental; și au originea în neuroni din substanța cenușie a măduvei. Prelungirile neuronilor din substanța cenușie a măduvei părăsesc substanța

cenușie și, ajunse în substanța albă, se divid într-o ramură ascendentă și una descendente. Aceste ramuri, care formează fasciculul fundamental, după un tracțiune mai mult sau mai puțin lung reîntră în substanța cenușie.

II. Fascicule ascendențe - reprezentate de fasciculul spinotalamic anterior, cu originea în deutoneuronul de la nivelul cornului posterior al măduvei (protoneuronul se află în ganglionul spinal). Axonul deutoneuronului, după ce se încrucișează cu opusul, ajunge în cordonul anterior de partea opusă.

a. Fascicule piramidale, care controlează motilitatea voluntară și care au origine în scăra - fasciculul piramidal direct sau cortico-spinal anterior, situat în jurul fisurii mediane. **b. Fascicule extrapiramidale**, care controlează motilitatea involuntară automată și semiautomată, având origine subcorticală, cum ar fi:

- fasciculul tectospinal, cu originea în tectum (lama quadrigemina);
- fasciculul vestibulospinal medial, cu originea în nuclei vestibulari medial și inferior din bulb.

În cordoanele laterale se află toate cele trei tipuri de fascicule.

I. Fascicule de asociere (fasciculul fundamental), care, după cum am văzut, se găsesc și în cordonul anterior al măduvei.

II. Fascicule ascendențe, reprezentate de fasciculul spinotalamic lateral și cele două fascicule spinocerebeloase ventral (încrucișat, Gowers) și dorsal (direct, Flechsig).

Fasciculul spinotalamic lateral și are originea în deutoneuronul de la nivelul cornului posterior al măduvei (protoneuronul se află în ganglionul spinal). Axonul deutoneuronului din cornul posterior al măduvei, după ce se încrucișează cu opusul, ajunge în cordonul lateral opus, unde formează fasciculul spinotalamic lateral, situat medial de fasciculul spinocerebelos ventral (încrucișat).

Fasciculele spinocerebeloase își au originea în deutoneuronii de la nivelul cornului posterior. În cazul fasciculului spinocerebelos dorsal (direct Flechsig), axonul deutoneuronului din cornul posterior trece în cordonul lateral de aceeași parte, în timp ce în cazul fasciculului spinocerebelos ventral (încrucișat Gowers), axonul deutoneuronului se încrucișează și trece în cordonul lateral de partea opusă. Ambele fascicule spinocerebeloase ocupă partea periferică a cordoanelor laterale.

III. Fascicule descendențe. Ca și în cordonul anterior, în cordonul lateral există două categorii de fascicule descendențe:

- a. **Fascicule piramide**, care controlează motilitatea voluntară și au originea în scăra - fasciculul piramidal încrucișat (corticospinal lateral), situat în cordonul lateral și medial de fasciculul spinocerebelos dorsal și posterior de fasciculul spinotalamic lateral.
- b. **Fascicule extrapiramidale**, care controlează motilitatea involuntară automată și semiautomată, având originea subcorticală:
 - fasciculul rubrospinal, cu originea în nucleul roșu din mezencefal, situat înaintea fasciculului piramidal încrucișat;
 - fasciculul olivospinal, cu originea în oliva bulbară și situat în cordonul lateral, anterior de fasciculul spinocerebelos ventral;
 - fasciculul reticulospinal, cu originea în formația reticulară a trunchiului cerebral;
 - fasciculul vestibulospinal lateral, cu originea în nucleul vestibular lateral.

Calea sensibilității tactile epicritică (fină)

Utilizează calea cordoanelor posterioare împreună cu calea proprioceptivă kinestezică o dată cu care va fi descrisă.

CĂILE ASCENDENTE (ALE SENSIBILITĂȚII)**CĂILE SENSIBILITĂȚII EXTEROCEPTIVE**

Calea sensibilității termice și dureroase

Receptorii sunt terminațiile nervoase libere.

Protoneuronul (I neuron) se află în ganglionul spinal și este un neuron pseudo-unipolar, a cărei dendrită, lungă, ajunge la receptorii, iar axonul pătrunde pe calea rădăcini posterioră în măduvă.

Deutoneuronul (II neuron) se află în neuronii senzitivi din cornul superior al măduvei. Axonul lui trece în cordoul lateral opus, unde formează fasciculul spinotalamic lateral, care, în traectul său ascendent, străbate măduva și trunchiul cerebral, îndreptându-se spre talamus.

Al treilea neuron se află în talamus. Axonul celui de al treilea neuron se proiectează pe scoarta cerebrală, în aria somestezică I din lobul parietal, giropostcentral, cîmpurile 3, 1, 2.

Calea sensibilității tactile grosiere

Receptorii, în piele, sunt reprezentati de corpusculii Meissner și discurile tactile Merkel.

Protoneuronul (I neuron) se află în ganglionul spinal. Dendrita acestui neuron, lungă, ajunge la nivelul receptorilor, iar axonul pătrunde pe calea rădăcini posteroare în măduvă.

Deutoneuronul (II neuron) se află în neuronii senzitivi din cornul posterior.

Axonul acestor neuronii trece în cordoul anterior opus, alcătuind fascicul spinotalamic anterior care, în traectul său ascendent, străbate măduva, trunchiul cerebral și ajunge la talamus.

Al treilea neuron se află în talamus. Axonul lui se proiectează în scoarta cerebrală, în aria somestezică I (fig. 51).

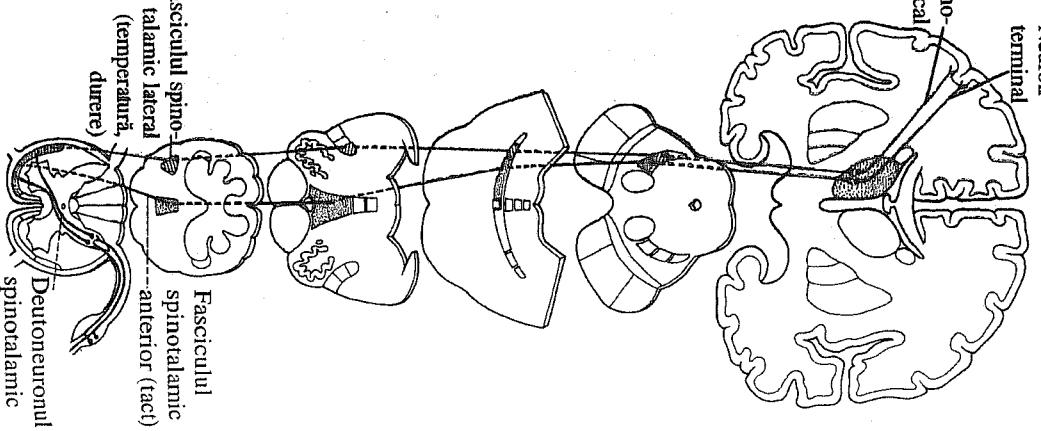


Fig. 51. Conducerea prin fasciculul spinotalamic

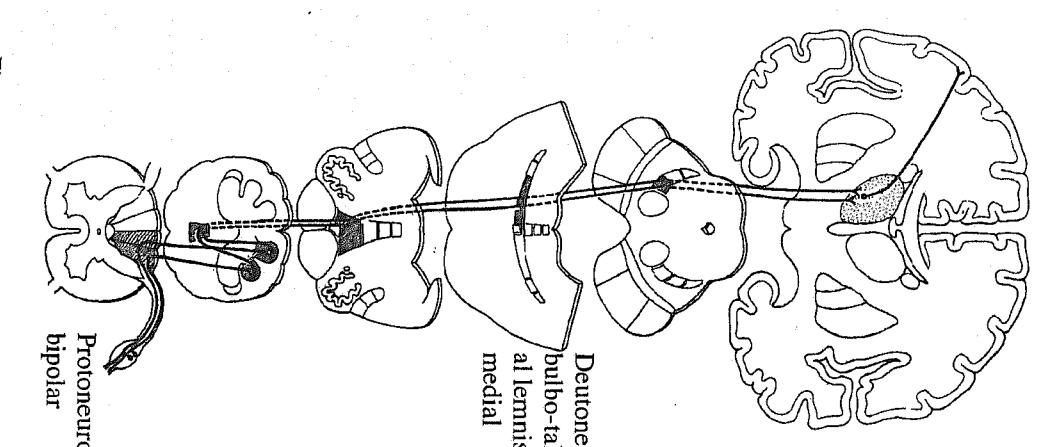


Fig. 52. Sensibilitatea propriocepțivă conștientă

Calea sensibilității tactile epicritică (fină)

Utilizează calea cordoanelor posterioare împreună cu calea proprioceptivă kinestezică o dată cu care va fi descrisă.

CĂILE SENSIBILITĂȚII PROPRIOCEPTIVE

Calea sensibilității kinestezice

Sensibilitatea kinestezică (simțul poziției și al mișcării în spațiu) utilizează calea cordonelor posterioare, împreună cu sensibilitatea tactilă epicritică.

Receptorii:

- pentru sensibilitatea tactilă epicritică sunt aceiași ca și pentru sensibilitatea tactilă protopatică, însă cu câmp receptor mai mic;
- pentru sensibilitatea kinestezică receptorii sunt corpusculii neuroendinoși ai lui Golgi, corpusculii Ruffini, terminații nervoase libere, corpusculii Pacini.

Protoneuronul (I neuron) se află în ganglionul spinal, a cărei dendrită, lungă, ajunge la receptorii. Axonul, de asemenea lung, pătrunde în cordoul posterior, formând la acest nivel fascicul gracilis și fasciculul cuneat.

Mentionăm că fasciculul cuneat apare numai în măduva toracală superioară și în măduva cervicală. Aceste două fascicule, numite și fascicule spinobulbare, urcă spre bulb.

Deutoneuronul (II neuron) se află în nucleii Goll (gracilis) și Burdach (cuneat) din bulb. Axoni celui de al doilea neuron se incircșează în bulb și formează decusația senzitivă (lemniscală), după care devin ascendenți și formează lemniscul medial care se îndreaptă spre talamus.

Al III-lea neuron se află în talamus. Axonul celui de al treilea neuron se proiectează în aria somestezică I (fig. 52).

Calea sensibilității proprioceptive de control al mișcării

Această cale este constituită din două tracturi:

- tractul spinocerebelos dorsal (direct, Flechsig);

Gowers).

Receptorii acestei căi sunt fusurile neuro-musculare.

Protoneuronul (I neuron) este localizat în ganglionul spinal; dendrita ajunge la receptori, iar axonul, pe calea rădăcinii posterioare, intră în măduvă, în substanță cenușie.

Deutoneuronul (al II-lea neuron) se află în neuronii senzitivi din cornul posterior al măduvei. Axonul celui de al doilea neuron se poate comporta în două moduri:

- fie se duce în cordonul lateral de aceeași parte, formând fasciculul spinocerebelos dorsal (direct, Flechsig), fie ajunge în cordonul lateral de partea opusă, deci se încrucișează și formează fasciculul spino-cerebelos ventral (încrucișat, Gowers). Ambele fascicule au un tracțiune ascendent, străbat măduva și ajung în trunchiul cerebral, unde se comportă în mod diferit:
 - fasciculul spinocerebelos dorsal străbate numai bulbul și apoi, pe calea pedunculului cerebelos inferior, ajunge la cerebel;
 - fasciculul spinocerebelos ventral străbate bulbul, puncta și mezencefalul și apoi, pe calea vălvului medular superior, cuprins între cei doi pedunculi cerebeloși superioiri, ajunge la cerebel.

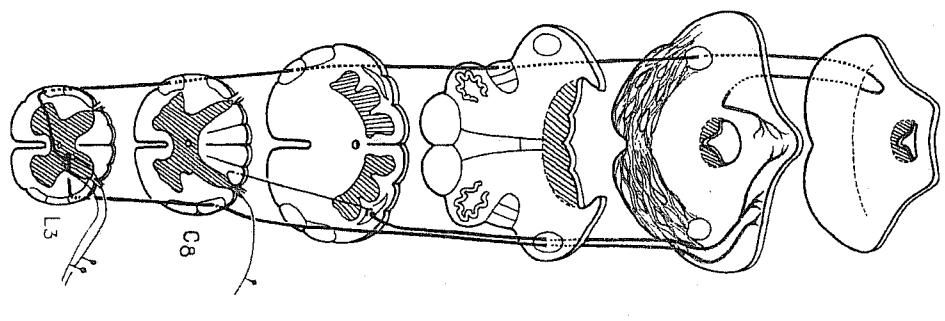


Fig. 53. Sensibilitatea proprioceptivă inconștientă

CĂILE SENSIBILITĂȚII INTEROCERPOTEIVE

În condiții normale, viscerale nu reacționează la stimuli mecanici, termici, chimici, iar influxurile nervoase interocepitive nu devin conștiente. Numai în condiții anormale viscerale pot fi punctul de plecare al senzației durerioase (fig. 53).

Receptorii se găsesc în pereții vaselor și ai organelor, sub formă de terminații libere sau corpusculi lamelati.

Protoneuronul (I neuron) se găsește în ganglionul spinal; dendrita lui ajunge la receptori, iar axonul pătrunde în măduvă.

Deutoneuronul (al II-lea neuron), se află în măduvă; axonii acestuia intră în alcătuirea fasciculului spino-reticulo-talamic și, din aproape în aproape (deci multe sinapse și conducere lentă) ajung la talamus.

Al III-lea neuron se află în talamus. Zona de proiecție corticală este difuză.

CĂILE DESCENDENTE (ALE MOTRICITĂȚII)

CALEA SISTEMULUI PIRAMIDAL

Își are originea în cortexul cerebral și controlează motilitatea voluntară (fig. 54).

Fasciculul piramidal (corticospinal) are origini corticale diferențiate: aria motorie (câmpul 4), aria premotorie (câmpul 6), aria somestezică (câmpurile 3, 1, 2), aria motorie suplimentară situată pe fața medială a lobulu frontal, cât și în aria motorie secundară, care se suprapune peste aria sensitzivă secundară.

Dintre cele 1 000 000 de fibre ale fasciculului piramidal, 700 000 sunt mielinizate. Fibrele fasciculului piramidal străbat, în direcția lor descendenta, toate cele trei etaje ale trunchiului cerebral și, ajunse la nivelul bulbului, se comportă diferit:

- 75 - 90% din fibre se încrucișează la nivelul bulbului (decusația piramidală), formând fasciculul piramidal încrucișat sau corticospinal lateral, care, așa cum îi arată și numele, ajunge în cordonul lateral al măduvei;
- 10 - 25% din fibrele fasciculului piramidal nu se încrucișează și formează fasciculul piramidal direct (corticospinal anterior), care ajunge în cordonul anterior de aceeași parte, fiind situat lângă fisura mediană. În dreptul fiecarui segment, o parte din fibre părăsește acest fascicul, se încrucișează și trec nici la nivel bulbar, nici la nivel medular (fibre piramidele ipsilaterale situate în cordonul medular lateral).

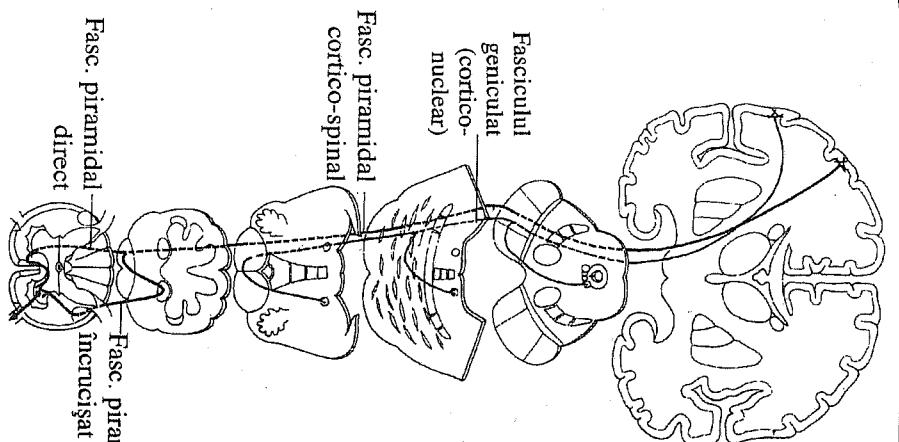


Fig. 54. Calea (sistemul) piramidală

dreptul fiecarui segment, o parte din fibre părăsește acest fascicul, se încrucișează și trec nici la nivel bulbar, nici la nivel medular (fibre piramidele ipsilaterale situate în cordonul medular lateral).

În tracțiul lui prin trunchiul cerebral, din fibrele fasciculului piramidal se desprind fibre corticonucleare care ajung la nucleii motori ai nervilor cranieni (similari cornului anterior al măduvei).

În concluzie, calea sistemului piramidal are doi neuroni:

- un neuron cortical, central, de comandă. Lezarea lui duce la paralizie spastică, cu exagerarea reflexelor osteotendinoase;
- un neuron inferior, periferic sau de execuție care poate fi situat în nuclei motori ai nervilor cranieni. El este denumit și calea finală comună deoarece asupra lui converg toate căile descendente. Lezarea lui duce la paralizie flacă și atrofie musculară.

CAIJELE SISTEMULUI EXTRAPIRAMIDAL

Își are originea în etajele corticale și subcorticale și controalează mișcările involuntare automate și semiautomate. Caiile extrapiramidale corticale ajung la nuclei bazali. De la nuclei bazali, prin eferentele acestora (fibre striomigrice, striorubice și strioreticulare), ajung la nuclei din mezencefal (nucleul roșu, substanța neagră și formația reticulată), continuându-se spre mănușă prin fasciculele nigrospinale, rubrospinale și reticulospinale.

Mentionăm în cadrul sistemului extrapiramidal următoarele fascicule:

- fasciculul tectospinal, cu originea în tectum (lama quadrigemina), situat pe fața posterioară a mezencefalonului; ajunge în cordonul anterior;
- fasciculul vestibulospinal medial, cu originea în nuclei vestibulari medial și inferior din bulb; ajunge în cordonul anterior;
- fasciculul rubrospinal, cu originea în nucleul roșu din mezencefal; ajunge în cordonul lateral;
- fasciculul vestibulospinal lateral, cu originea în nucleul vestibular lateral;
- fasciculul olivospinal, cu originea în formacia reticulată a trunchiului cerebral; ajunge în cordonul lateral;
- fasciculul reticulospinal, cu originea în oliva bulbară; ajunge în cordonul lateral;
- fasciculul nigrospinal, cu originea în substanța neagră din mezencefal; ajunge în cordonul lateral.

Toate aceste fascicule extrapiramidale ajung, în final, la neuronii motori din cornul anterior al măduvei.

Prin căile descendente, centrii encefalici exercită controlul motor voluntar (calea piramidală) și automat (calea extrapiramidală) asupra musculaturii scheletice. În acest mod este reglat tonusul muscular, activitatea motorie și sunt menținute postura și echilibru corporului.

NERVI SPINALI

Nervii spinali conectează măduva cu receptorii și efectořii (somatici și vegetativi). Sunt în număr de 31 de perechi și au o dispozitie metamerică. În regiunea cervicală există 8 nervi cervicaли (primul ieșe între osul occipital și prima vertebă cervicală), în regiunea toracală sunt 12 nervi, 5 în regiunea lombară și sacrală și unul în regiunea coccigiană (fig. 55).

Nervii spinali sunt formati din două rădăcini:

- anterioră (ventrală), motorie;
- posteroară (dorsală), senzitivă, care prezintă pe traiectul ei ganglionul spinal.

Rădăcina anterioară conține axonii neuronilor somatomotori din cornul anterior al măduvei și axonii neuronilor visceromotori din cornul lateral. Ea conține circa 110 000 fibre nervoase.

Neuronii somatomotori se disting în neuroni c, al căror axon ajunge pe calea rădăcinii anterioare a nervului spinal la mușchiul striat cu care formează o sinapsă neurorefactorie specială, numită placă motone (contracție musculară), și neuroni γ, ai căror axoni ajung la portiunea periferică - prevăzută cu miofibrile - a fibrelor fusulului neuromuscular (tonus muscular).

La neuronii somatomotori din cornul anterior al măduvei sosesc impulsuri de la seocă centrală, pe calea fasciculelor piramide și extrapiramidale corticale și subcorticale, și de la ganglionul spinal, prin axonul neuronului somatosenzitiv, care se pune în legătură cu neuronii

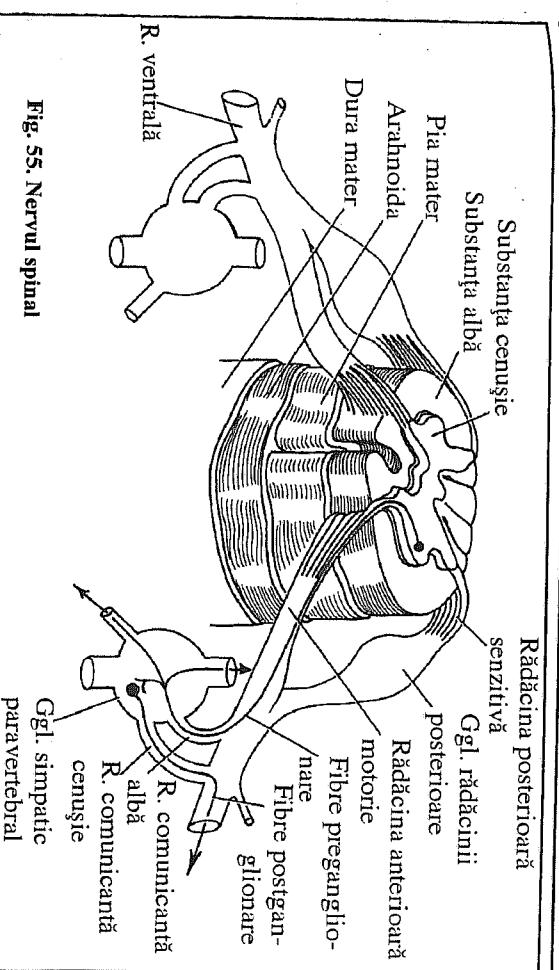


Fig. 55. Nervul spinal

somatomotori din coamele anterioare fie direct (reflex monosinaptic), fie prin intermediul neuronilor de asociatie (reflex polisinaptic).

În rădăcina anterioară a nervului spinal mai patrund și axonii neuronilor visceromotori preganglionari (simpatici) din coamele laterale ale măduvei (din zona visceromotorie), cât și neuronii preganglionari ai parasympaticului sacrat.

Axonul mielinic al neuronului preganglionar simpatetic patrunde în rădăcina anterioară a nervului spinal, pe care apoi o părăsește prin ramura comunicanță albă, ajungând pe calea acestea la un ganglion vegetativ simpanic heterovertebral (paravertebral).

La acest nivel se face sinapsa cu un alt doilea neuron al căruia axon, fără teacă de mielină, constituie fibra postganglionară. Aceasta fie ajunge cîte-a lungul unui vas la organul efector (mușchi neted sau glandă), fie reintră prin ramura comunicanță cenușie în nervul spinal și, pe calea acestuia, ajunge la organul efector, mușchiul firului de păr, glandele sebacee și sudoripare sau la musculatura netedă a vaselor de sânge din piele și mușchi.

Axonul preganglionar al neuronului parasympaticului sacrat patrunde în rădăcina anterioară pe care nu o părăsește și pe această cale ajunge la un ganglion prevîrcal sau intramural. Rădăcina posteroară (dorsală) conține 500 000 - 550 000 de fibre nervoase. Pe traiectul rădăcinii dorsale se află ganglionul spinal, la nivelul căruia sunt localizati atât neuronii somatosenzitivi, cât și neuronii viscerosenzitivi.

Neuronii somatosenzitivi au o dendrită lungă care ajunge la receptorii din piele (exteroceptorii) sau la receptorii profunzi somatice din aparatul locomotor (proprioceptorii). Axonul neuronilor somatosenzitivi patrunde pe calea rădăcinii posterioare în măduvă, unde se comportă în mai multe moduri:

1. Se pune direct în legătură cu un neuron somatomotor din cornul anterior, formând un arc reflex monosinaptic (bineuronal).
2. Intră în legătură cu unul sau mai mulți neuroni de asociatie și, prin intermediul acestora, cu neuronul somatomotor din cornul anterior al măduvei, realizând astfel un arc reflex polisinaptic (multineuronal).

3. Pătrunde în substantia cenușie a măduvei (cornul posterior), punându-se în legătură cu al doilea neuron al cărui axon formează fasciculele spinocerebeloase (direct și încrușit) și spinotalamice.

4. Pătrunde în substanta albă a măduvei (cornul posterior) în cordonul posterior, unde se formază fasciculele spinobulbare Goll și Burdach, care urcă prin cordonul posterior al măduvei spre bulb, pentru a întâlni la acest nivel al II-lea neuron, care-și are sediul în nuclei Goll și Burdach din bulb.

Neuronii viscerosenzitivi au și ei o dendrită lungă, care ajunge la receptorii din viscere (visceroreceptorii). Axonii lor pătrund pe calea rădăcinii posterioare în măduvă și ajung în cordonul lateral al măduvei (zona viscerosenzitivă).

Rădăcinile anterioare și posterioare ale nervului spinal se unesc și formează trunchiul nervului spinal care este mixt, având în structura sa fibre somatomotorii, visceromotorii, somatosenzitive, viscerosenzitive.

Trunchiul nervului spinal ieșe la exteriorul canalului vertebral prin gaura intervertebrală (orificiul de conjugare). După un scurt traiect de la ieșirea sa din canalul vertebral, nervul spinal se desface în ramurile sale: ventrală, dorsală, meningeală și comunicanta albă.

Ramurile ventrale ale nervului spinal au în structura lor fibre motorii și sensitive care se distribuie la mușchii și pielea membrelor și peretelui antero-lateral al trunchiului. Ramurile ventrale sunt mai groase decât cele dorsale și, cu excepția celor din regiunea toracică, se anastomozează și formează plexuri. Plexul cervical este format din ramurile ventrale ale nervilor C₁ - C₄.

Ramurile plexului cervical se distribuie gâtului. Una din ramurile lui, nervul frenic, cu originea în C₃ - C₄, înervaază diafragma.

Plexul brahial este format din ramurile ventrale ale nervilor C₅ - C₈ și primul nerv toracal și intervează centura scapulară și membrul superior.

Ramurile ventrale ale nervilor toracici se numesc nervi intercostali și sunt în număr de 12. Aceștia intervează musculatura și pielea din peretii toracelui și abdomenului. Plexul lombar este alcătuit din ramurile ventrale ale primilor 4 nervi lombari. Ramurile lui se distribuie la peretele abdominal, la organele genitale externe și la membrele inferioare. Plexul sacrat este constituit din ramurile ventrale ale L₅, S₁, S₂, S₃ și este destinat centurii pelviene și membrului inferior. Plexul răsunton confine fibre din ramura ventrală a nervului S₄. El se distribuie la viscerele pelviene, organele genitale externe și la perineu.

Plexul sacro-coccigian este format din ramurile ventrale ale nervilor S₄ - S₅ și ale nervului coccigian. Se distribuie la mușchii perineului.

Ramura dorsală a nervului spinal conține, ca și ramura ventrală, atât fibre motorii, cât și fibre sensitive; se distribuie la pielea spatelei și la mușchii jgheaburilor vertebrale.

Ramura meningeală a nervului spinal conține fibre sensitive și vasomotorii pentru meninge.

Ramura comunicantă: prin cea albă trece fibra preganglionară mielinică, cu originea în neuronul visceromotor din cornul lateral al măduvei, iar prin cea cenușie fibra postganglionară amielinică, fiind axonul neuronului din ganglionul vegetativ simpatic latero-vertebral.

Măduva spinării are două funcții: funcția reflexă și funcția de conducere. La nivelul măduvei spinării se închid numeroase arcuri reflexe. De asemenea, măduva spinării este străbătută în sens ascendent și descendent de căi nervoase ce leagă bidirectional centrul encefalic de restul organismului.

Funcția de conducere a măduvei spinării a fost descrisă pe larg la capitolul de anatomicie, așa că în capitolul de față ne vom ocupa numai de activitatea reflexă medulară. Reflexele spinale sunt de două feluri: somatice și vegetative.

Un reflex somatic este acela al căruia răspuns se execută de către efectori somatici, respectiv musculatura striată controlată în mod voluntar.

Un reflex vegetativ însă este cel la care exteriorizarea răspunsului apare la nivelul unui efector din organele interne sau al vaselor de sânge, aflate sub control involuntar (mușchii striati cardiac, mușchii netezi, glandele secretorii). Ață reflexele somatice, ca și cele vegetative pot fi declanșate de stimularea oricărei suprafețe receptoare: intero-, extero- sau proprioceptive. Unele reflexe spinale sunt extrem de simple, având arcul reflex alcătuit din doi neuroni (reflexe monosinaptice) sau din trei neuroni (reflexe bisinaptice). Alte reflexe sunt mai complexe, la realizarea lor participând stute sau chiar niște neuroni (reflexele polisinaptice). Reflexele simple și unele inițiază (reflexe segmentare). Majoritatea reflexelor polisinaptice însă sunt reflexe intersegmentare, deoarece antronează în reacția de răspuns neuroni situati și în alte segmente medulare (neuroni etajati).

PROPRIETĂȚILE REFLEXELOR SPINALE

Studiul experimental al reflexelor spinale evidențiază o serie de particularități. Facilitarea (fig. 56). Dacă separăm o rădăcină posterioară în două fascicule A și B și

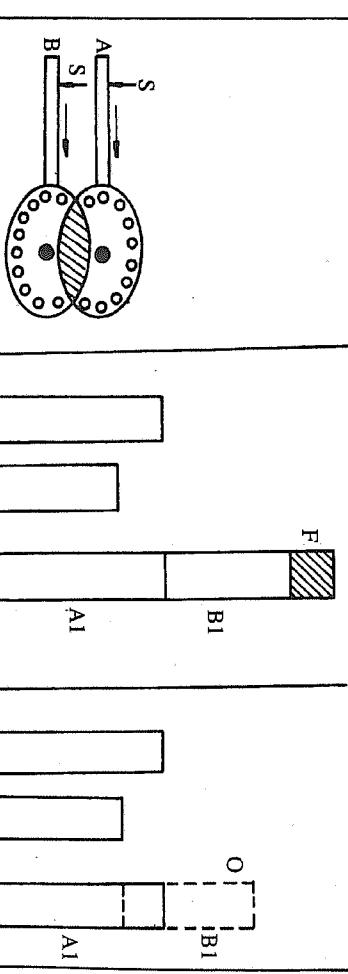


Fig. 56. Facilitarea și ochuzia

4.

4.

membri.

Ie excitări separat cu stimuli electrici liminari, obținem două răspunsuri motorii, A1 și B1, de amplitudine diferită. Excitând concomitent ambele căi aferente, constatăm că amplitudinea răspunsului motor este mai mare decât suma A1+B1. Surplusul se explică prin antrenarea în reacția de răspuns a unui număr suplimentar de neuroni.

La excitarea separată a căilor A1 sau B1 sunt declansati numai neuronii din centrul arilor de distribuție a celor două căi (zonele în negru), în timp ce neuronii mai periferici sunt excitați subliminat. La excitarea concomitentă se produce o sumare de stimuli subliminari la nivelul neuronilor ce primește aferențe, de la ambele căi (zona hăsurată).

Ocluzia. Este un fenomen opus facilitării. Dacă repetăm experimentul anterior, dar folosim ca excitant un curent electric maximal, se constată că suma răspunsurilor individuale este mai mare decât răspunsul obținut prin excitare concomitentă a căilor A și B (fig. 56). În acest caz, la stimulările individuale sunt amenzați în răspuns toți neuronii ce primește aferențe de la fiecare din cele două căi. La stimularea concomitentă, neuronii zonei hăsurate nu mai participă de două ori la răspunsul motor.

Postdescărcarea. La stimularea singulată a unei căi aferente se obține un răspuns motor multiplu. Fenomenul se explică prin existența unor circuite neuronale reverberante care permit reintrarea excitării pe canalul principal spre neuronii efectori (fig. 57).

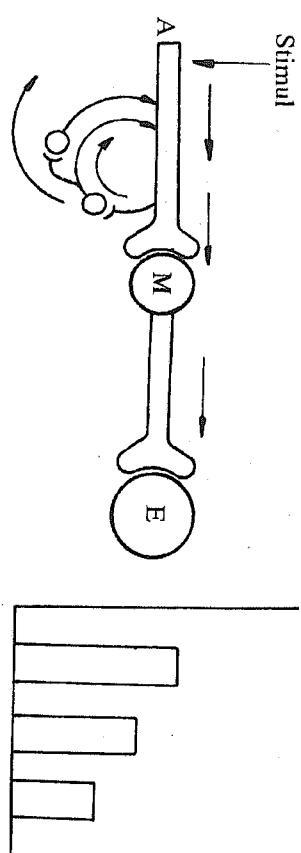


Fig. 57. Circuite reverberante - la un singur stimul se obțin 3 răspunsuri A, B, C.

Iridierea. Un alt fenomen observat la reflexele spinale este creșterea amplitudinii răspunsului motor proporțional cu creșterea intensității excitantului. Iridierea se constată la reflexele exterocepțive. Legile iridierii reflexelor polisinaptice medulare au fost descoperite de Pflüger și pot fi demonstreate astfel: se folosește o broască spinală (are centri spinali intacti, separati de centri encefalici prin decapitare) care se suspendă de un cărlig, astfel ca membrele posterioare să afâneze liber; după decapitare se aşteaptă 10 minute pentru ieșirea animalului din starea de "șoc spinal", apoi se excitează pielea membrului posterior prin aplicarea unor rășini de hârtie de filtru înnuiațe în soluții de H_2SO_4 , de concentratii diferite. Ca stimul se poate folosi și un curent electric de intensitate diferită. Se constată următoarele răspunsuri reflexe:

1. **Legea localizării.** Soluțiile acide slab provocă un răspuns motor slab, respectiv contracția unei singure grupe musculare care realizează îndepărțarea degetului îde excitant.
2. **Legea unilateralității.** La creșterea ușoară a concentrației acidului are loc retracția reflexă a gambei, cu flexia acesteia pe coapsă.
3. **Legea simetriei.** Crescând, în continuare, intensitatea excitantului are loc o retracție reflexă și a gambei contralaterale, al cărui tegument nu a fost excitat.

4. Legea iridierii. Excitantii și mai puternici provoacă un răspuns motor al tuturor celor 4 membre.

5. Legea generalizării. Excitarea foarte puternică a tegumentului piciorului produce convulsi generalizate ale musculaturii membrelor și trunchiului. Corelația dintre intensitatea agentului excitant și mărimea răspunsului reflex se explică prin iriderea excitării la nivelul centrilor mediali, cu antrenarea în răspuns până la generalizare a unor etaje medulare suplimentare.

REFLEXELE SPINALE SOMATICE

Se clasifică în: reflexe simple (segmentare) și reflexe complexe (intersegmentare).

- reflexe inițiate prin stimularea proprioceptorilor, având ca reprezentant reflexul miotatic;
- reflexe provocate prin excitarea exteroceptorilor, având ca reprezentant reflexul nociceptiv.

Reflexul miotatic constă din contractia bruscă a unui mușchi, ca răspuns la întinderea tendonului său. Se demonstrează, percutând cu un ciocanul de reflexe (din cauciuc) tendonul mușchilului cvadriceps (reflexul rotulan) sau tendonul lui Achille (reflex achilian) sau al altor mușchi.

Acesta este cel mai simplu reflex din organism, fiind un reflex monosinaptic, alcătuit din doi neuroni. Receptorii excități la întinderea tendonului sunt fusurile neuromusculare (proprioceptorii). Calea aferentă este asigurată de primul neuron sensitiv proprioceptiv din ganglionul spinal și prelungirile sale. Centrul reflex este chiar sinapsa dintre axonul neuronului sensitiv și corpul motoneuronului și din coarnele anterioare, ale cărui axoni formează calea aferentă motorie, ce se termină pe fibrele striate scheletice (efectorul) ale mușchilului întins.

Reflexul miotatic este un reflex proprioceptiv ce participă la menținerea tonusului muscular, a posturii generale a corpului împotriva gravitației. Pragul de sensibilitate al fusului neuro-muscular poate fi coborât sau crescut prin creșterea sau, respectiv, scăderea tensiunii contractiei din fibrele intrafiziale. Aceste variații sunt comandate de sistemul nervos extrapiramidal și formăția reticulată a trunchiului cerebral, prin intermediul motoneuronilor spinali γ. Axonii acestora se termină prin plăci motorii în porțiunea contractilă a fusului neuromuscular, unde exercită un control motor permanent. Reflexele miotatice nu prezintă facilitare, ocluzie, iridere sau postdescărcare, iar fusurile neuromusculare nu prezintă fenomenul de adaptare.

Reflexul nociceptiv (reflex de flexie, de retragere) este un reflex de apărare al organismului și constă din retragerea bruscă a unui membru din fața unui agent nociv (corp fierbinte, înțepătură, curent electric etc.).

Acesta este un reflex polisinaptic. Se demonstrează pe animale sau la om, prin excitarea dureroasă a tegumentelor unei extremități și urmărirea reacției motorii de flexie a membrului respectiv. Receptorii sunt terminații nervoase libere (algoreceptori) a căror stimulare este transmisă prin prelungirile primului neuron sensitiv spre centri spinali. Aici, calea aferentă se ramifică: o parte din fibre fac sinapsă cu al doilea neuron sensitiv din coarnele posterioare, de unde, prin căile ascendente ale sensibilității exterocepțive durerioase, se proiectază pe scoarta cerebrală, generând senzatia de durere.

O altă categorie de fibre se conectează cu neuronii intercalari și cu neuronii motori ipsilaterali și contralaterali ai segmentului medular respectiv, iar o a treia grupă de fibre aferente se conectează cu neuronii de asociere și cu motoneuronii din alte segmente medulare. Acest proces de divergență largă a căilor aferente ale acestor reflexe stă la baza fenomenului de iradiere a reflexelor medulare exterocepitive.

Reflexele spinale complexe. La nivelul măduvei se pot realiza și acte reflexe mai complicate, ca reflexele de postură și locomoție, reflexul de scăpinat etc. Aceste reflexe pot fi puse în evidență pe animalul spinal.

Ele nu au o valoare funcțională deosebită, deoarece la animalul normal funcțiile de coordonare a mișcărilor și cele de postură au fost preluate de centrii motori din trunchiul cerebral și din encefal.

REFLEXELE SPINALE VEGETATIVE

La nivelul măduvei spinării se închid și importante reflexe vegetative, ce coordonează activitatea organelor interne, vasele de sânge și glandele. Centrii vegetativi spinali și localizările lor au fost prezentate la capitolul de anatomie, astfel încât în tabelul ce urmează enumerăm numai unită din cî.

Reflexele spinale vegetative

Activitatea reflexă vegetativă spinală este controlată de hipotalamus și de aria vegetativă corticale.
Toate reflexele medulare (simple, complexe și vegetative) se află sub controlul etajelor superioare ale sistemului nervos central (fig. 58).

Reflexul	Efectorul	Componenta vegetativă eferentă	Localizarea centrilor
1. R. pupilo-dilatator	Mușchii radiari ai irisului.	Simpatic.	Măduva dorsală.
2. R. cardioaccelerator	Miocardul adult și embrionar.	Simpatic.	Măduva dorsală.
3. R. vasomotor	Musculatura netedă vasculară.	Simpatic.	Măduva dorso-lombară.
4. R. pilomotor	Mușchiul neted al firului de păr.	Simpatic.	Măduva dorso-lombară.
5. R. sudoral	Glandele sudoripare.	Simpatic.	Măduva dorso-lombară.
6. R. adrenalino-secretor	Medulosuprarenala.	Simpatic.	Măduva dorso-lombară.
7. R. de micătune	a. Mușchiul neted vezical b. Sfincterul vezical intern c. Sfincterul vezical extern d. Musculatura abdominală.	Simpatic Parasimpatic Parasimpatic Somatic.	Măduva lombară. Măduva sacrată. Măduva sacrată. Măduva sacrată.

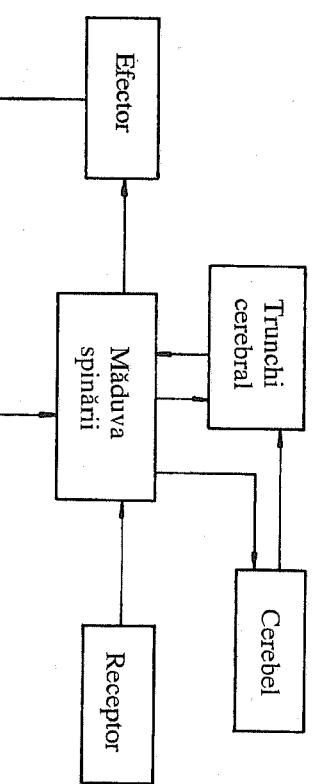


Fig. 58. Controlul superior al reflexelor spinale

ENCEFALUL

Înțelesul este situat în cutia craniată și în alcătuirea lui intră trunchiul cerebral, cerebelul, diencéfalon și cele două emisferi cerebrale, foarte dezvoltate la om, unde acoperă aproape în întregime celelalte părți constitutive ale encefalului.

MENINGELE CEREBRALE

Ca și măduva, encefalul este acoperit de meningele cerebrale. Dura mater encefalică, spre deosebire de dura mater spinală, aderă intim de oasele cutiei craniene. În interiorul craniului trimit prelungiri orizontale și sagitale. Dintre prelungirile orizontale menționăm cornul cerebelului, care separă cerebelul de lobul occipital al emisferelor cerebrale, și diafragma așei turcescă în care este adăpostită hipofiza. Diafragma așei turcescă este perforată de un orificiu prin care trece tija hipofizată. Dintre prelungirile sagitale reținem coasa creierului, care desparte cele două emisfere cerebrale între ele și coasa cerebelului, care separă incomplet cele două emisfere cerebeloase. În grosimea acestor septuri se găsesc sinusurile venoase (vene de tip special) care adună sângele venos de la creier și îl duc în venă jugulară internă (vezi originea venei jugulare interne). Arahnoida este o membrană subțire, avasculară, care trece peste sănăturiile cerebrale ca o punte fără a pătrunde între giri și lobi.

Între ea și dura mater există un spațiu virtual. Arahnoida este separată de piamater printr-un spațiu numit subarahnoidal, plin cu lichid cefalorahidian (lichid cefalorahidian, LCR). Arahnoida trimit o serie de prelungiri care străbat dura mater și pătrund în sinusurile venoase sub formă de vilozități arahnoidiene.

La nivelul baziei creierului, începând de la limita cu măduva, arahnoida se îndepărtează de pia mater și formează spații mai dilatate, numite cisterne subarahnoidiene.

Dintre cisternele mai importante, menționăm:

- cisterna mare (cerebelo-medulară), situată între ventriculul IV și fața inferioară a cerebelului;
- cisterna bulbo-pontină, la nivelul sănțului bulbo-pontin;
- cisterna interpedunculară, între picioarele pedunculilor cerebrali;
- cisterna laterală, în profunzimea scizurii laterale Sylvius;
- cisterna chiasmatică, la nivelul chiasmei optice. Ea se prelungesc și pe fața superioară a corpului calos;
- cisterna mare a venei cerebrale, între spleniusul corpului calos și trigonul (fornix) cerebral; conține vena cu același nume și epifiza.

Alte cisterne mai mici se găsesc la nivelul sănțurilor separate dintre giri în care pătrund pia mater. Pia mater este un înveliș subțire care îmbrăcă totă suprafața creierului, patrundând în sănțuri și în scizuri. Este o membrană vasculară. Vasele cerebrale sunt plasate pe față externă a piei mater, deci în plin spațiu subarahnoidal, spre deosebire de pia măduvei, unde vasele sunt conținute în grosimea acesteia.

Într vasele cerebrale și pia mater se găsesc un sănț subțial, format din piciorușele vasculare ale astrocitelor, care se continuă și după dispariția piei mater la nivelul capilarului, acoperind 85% din suprafața capilarilor. Celulele endoteliale ale capilarilor sunt articulare între ele prin interdigitații, iar capilarul este complet înconjurat de membrana bazală și de un strat glial.

Acesta constituie bariera hematoencefalică ce trebuie traversată de orice substanță pentru a ajunge la neuroni. Această traversare este condiționată de mai mulți factori: mărimea moleculei substanței respective, gradul de disociere al substanței, solubilitatea în lipide a substanței, activitatea metabolică a neuronilor, prezența în endoteliu capilar a enzimelor.

În general, există trei tipuri de substanțe, în raport cu permeabilitatea lor, și anume:

- substanțe complet străine neuronului (coloranți organici cu moleculă mare, fără specificitate în metabolismul SNC); nu pătrund în encefal;
- substanțe a căror pătrundere depinde de caracterele lor fizice și biochimice, cum ar fi gradul de disociere și legătura lor cu proteinele plasmaticce; alcoolul și hormonii steroidi pătrund foarte ușor;
- substanțe pentru care există un sistem transportor specific, cum sunt aminoacizii și ARN. Gradul lor de permeabilitate poate fi influențat de enzime specifice, care degradă aceste substanțe la intrarea sau la ieșirea lor din bariera hematoencefalică. Aceste substanțe se acumulează în special în neuron, neacumulându-se în neuroglia vecină. În reguni precum pereții mediali ai ventriculilor laterali (din interiorul emisferelor cerebrale), tavanul ventriculului III (situat în centrul diencéfalonului) sau portiunea inferioară a tavanului ventriculului IV (situat între trunchiul cerebral și cerebel), pia mater fusionează cu stratul ependimal formând pânzele coroidiene care se altasează plexurilor coroidiene ventriculare care secrează LCR.

CIRCULAȚIA LICHIDULUI CEFALORAHIDIAN (LCR)

Din ventriculii laterali, LCR trece prin orificiile Monro în ventriculul III, de aici, prin apeductul Sylvius, ajunge în ventriculul IV, de unde fie trece în canalul ependimal de la nivelul măduvei, fie prin orificii de la nivelul părții inferioare a platoului ventriculului IV (orificiul median Magendie) trece în spațiu subarahnoidal, iar de aici excesul este resorbit prin vilozități arahnoidiene în sinusurile venoase.

Lichidul cefalorahidian este un lichid clar, acelular ($3 - 5$ leucocite/ mm^3), cu urme de proteine și glucoză, alcalin ($7,5$) și cu o densitate de $1\ 007 \text{ g/cm}^3$. Săturile anorganice sunt aceleiasi ca și în plasma sanguină. Conține Na, Cl, Mg și mai puțin Ca și K.

Cantitatea de LCR este de $140 - 300 \text{ cm}^3$. Zilnic se secrează $600 - 700 \text{ cm}^3$, din care cea mai mare parte se resorbte.

La fiecare 3 - 4 ore își schimbă compozitia (se reîmnoiește). Din cei $140 - 300 \text{ cm}^3$, numai $25 - 30 \text{ cm}^3$ se găsesc în ventriculii cerebrai, restul se află în spațiu subarahnoidal. Are rol protector, menținând o presiune constantă în cutia craniată, permite schimbările dintre vase și substanță nervoasă.

ANATOMIA TRUNCHIULUI CEREBRAL

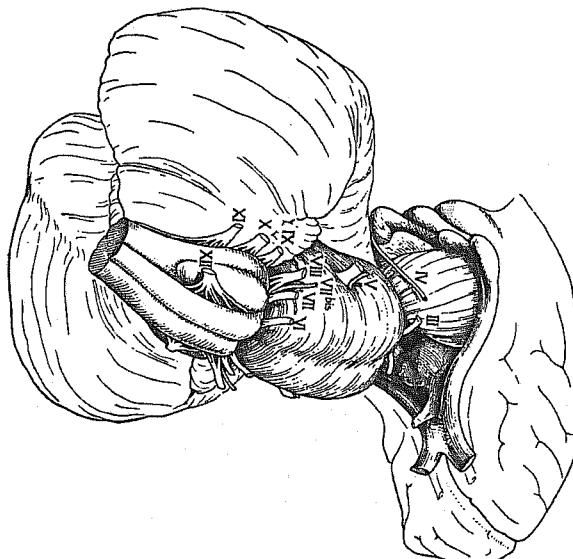


Fig. 59. Trunchiul cerebral.

Trunchiul cerebral este format din trei etaje: **bulb** (măduva prelungită), **puntea lui Varoș** și **pedunculi cerebrali** (mezencefalic). Bulbul și puntea au o porțiune ventrală (bazilară), în care predomină substanța albă, și o porțiune dorsală (segmentală), în care predomină substanța cenușie.

Spre deosebire de aceste prime două etaje, mezencefalonul prezintă trei porțiuni: una anterioară, reprezentată de picioarele pedunculilor, prin care trec fibrele fasciculu lui piramidal, una mijlocie, calota mezencefalonului, unde se află nucleul roșu, și cea de-a treia, lama cvadrigemina (tectum), formată din patru coliculi cvadrigemini: doi superiori și doi inferiori.

Între nucleul roșu și picioarele pedunculilor se află substanța neagră. Nucleul roșu are o formă ovalară și culoare roșietică. Substanța neagră are o formă semilunară, cu concavitatea spre nucleul roșu, și este formată din neuroni care conțin pigment negru de melanină.

Trunchiul cerebral prezintă o fază ventrală și una dorsală (fig. 59).

Fața ventrală prezintă trei etaje care, de jos în sus, sunt: bulbar, pontin și peduncular.

Etajul bulbar are ca limită inferioară decusația piramidală, iar ca limită superioară șanțul bulbo-pontin, unde și au originea aparentă nervii craniieni VI, VII și VIII. Bulbul prezintă toate elementele descrise la măduvă. Pe linia mediană prezintă fisura mediană anterioară, care se află în continuarea fisurii mediane a măduvei și se termină la nivelul șanțului bulbo-pontin printre o mică dilatare, numită foramen caecum. Cordoanele anterioare ale măduvei, la nivelul bulbului, devin piramidele bulbare, în profunzimea cărora se află fibrele fasciculu lui piramidal.

Lateral de acestea remarcăm șanțurile antero-laterale, iar în afara acestora cordoanele laterale, care le continuă pe cele din măduvă și în partea lor superioară prezintă o proeminență ovoidă, numită oliva bulbară, care are o înălțime de 15 mm și o lățime de 4 - 5 mm. În șanțul dinapoi olivei (șanț retroolivar) se văd originile aparente ale nervilor IX, X și XI, iar în șanțul situat anterior de olivă (șanț preolivar) originea aparentă a nervului XII.

Etajul pontin este limitat inferior de șanțul bulbopontin, iar superior de șanțul ponto-mezencefalic. Se prezintă sub forma unei benzi de substanță albă, formată din fascicule de fibre transversale pe extremitatea superioară a bulbului.

Pe linia mediană remarcăm șanțul arterei bazilare (artera care contribuie la vascularizarea encéfalului,

SISTEMUL NERVOUS

alături de artera carotidă internă). De o parte și de alta se văd piramidele pontine, în profunzimea cărora trec fibrele fasciculu lui piramidal.

Lateral de piramidele pontine se află originea aparentă a nervului V; în afara acestuia sunt pedunculii cerebeloși mijlocii care fac legătura între puncte și cerebel.

Etajul peduncular este limitat inferior de șanțul ponto-mezencefalic, iar superior de chiasma optică, ce se continuă lateral cu tracturile optice. Remarcăm la acest nivel picioarele pedunculilor cerebrali, care sunt două cordoane de substanță albă divergente cranial. În profunditatea lor trec fibrele fasciculu lui piramidal. În spațiul dintre picioarele pedunculilor se găsește glanda hipofiză (neurohipofiza), suspendată de tuber cinereum prin intermediul infundibulu. Sub aceste formațiuni se află cei doi corpi mamilari sub care se remarcă originea aparentă a nervilor III.

Fața dorsală se poate vedea numai după îndepărțarea cerebelului. Limitele dintre bulb, pont și mezencefalon sunt mai puțin evidente (fig. 60).

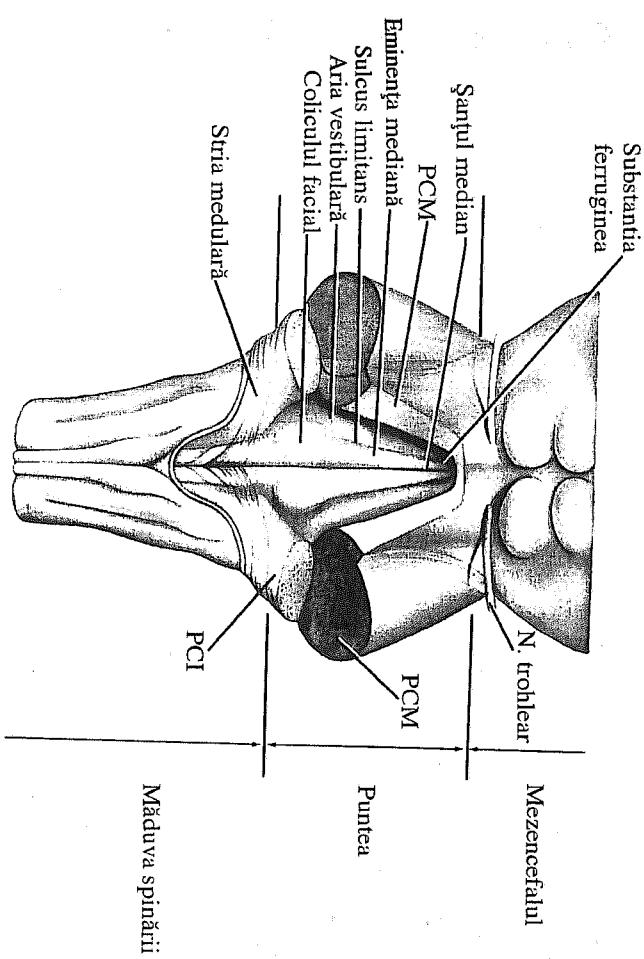


Fig. 60. Planșeu ventriculului IV

La acest nivel, de jos în sus, distingem: etajul bulbar, etajul fosei romboide și etajul peduncular, cu cei patru coliculi (doi superiori și doi inferiori) care formează lama cvadrigemina.

Etajul bulbar. În partea sa inferioară este asemănător măduvei, iar în partea superioară se află trigonul bulbar al fosei romboide. În partea inferioară, etajul bulbar prezintă, pe linia mediană, șanțul median dorsal care continuă șanțul omonim de la nivelul măduvei. Lateral de acest șanț remarcăm fasciculu gracilis, iar în afara lui fasciculu cuneat.

Etajul fosei romboide. Fosa romboïdă, aşa cum arată și numele, are formă unui romb și reprezintă podiul ventriculului IV. Un șanț transvers care constituie axul mic al rombului

împarte foaia romboïdă în trigon bulbar (inferior de acest sănț și cu vârful în jos) și în trigon pontin (deasupra sănțului transvers și cu vârful în sus). În vârful trigonului bulbar se află o lama de substanță cenușie (cbx), în timp ce la vârful trigonului pontin se află apeductul lui Sylvius, un canal prin care ventriculul IV comunică cu ventriculul III. În unguiurile laterale ale fosetii romboide se află tuberculul acoustic, în profunzimea căruia se găsesc nucleii acustici (cohleari).

Ejusul peduncular. La acest nivel remarcăm prezența celor patru colicili care formează lama cvadrigemina (tectum). Între cei doi colicili superiori se află glanda epifiză. Colicili superiori sunt legați de corpii geniculați externi la care sosește calea optică, în timp ce colicilii inferiori sunt legați de corpii geniculați interni la care sosește calea acustică. Aceste legături se realizează prin brațul colicului superior și, respectiv, inferior.

Notăm în plus că, la nivelul tectumului, își are originea aparență nervul IV. Acesta apare sub colicelui inferior.

STRUCTURA TRUNCHIULUI CEREBRAL

La exteriorul trunchiului cerebral se află substanța albă (excepțând numai fața dorsală a mezencefalonului, unde se află substanța cenușie formată din cele patru colicili cvadrigemini). Substanța cenușie este localizată central. Datorită înțelesării fibrelor descendente (motorii) și a celor ascendențe (senzitive) care fragmentează coloanele longitudinale de substanță cenușie, aceasta apare ca fiind formată din nuclei. Substanța cenușie a trunchiului cerebral este formată din nuclei proprii și din nuclei echivalenți coarnelor din măduvă.

Trunchiul cerebral este străbătut de căi ascendențe ale sensibilității și căi descendențe ale motricității.

- Căile ascendențe sunt următoarele:
- fasciculul spinotalamic lateral, care urcă spre talamus;
- fasciculul spinotalamic anterior, care urcă spre talamus;
- fasciculul spinocerebelos ventral (încrucișat), care străbate toate etajele trunchiului cerebral;
- fasciculul spinocerebelos dorsal (direct), care străbate bulbul;
- lemniscul medial, care pleacă de la nucleii Goll și Burdach din bulb și ajunge la talamus;
- lemniscul lateral, care pleacă de la nucleii cohleari și ajunge la corpii geniculați interni (metatalamus);
- lemniscul trigeminal, care se formează din nucleul tractului spinal al trigemenu lui și nucleul pontin al trigemenu lui; lemniscul trigeminal ajunge la talamus, de unde se proiecteză în aria somestezică (3, 1, 2);
- fasciculul gustativ ascendent, care începe la nivelul nucleului solitar și urcă spre talamus.

Căile descendențe sunt piramidele și extrapiramidaile. **Căile piramidale**, ajunse în partea inferioară a bulbului, se comportă diferit: 75–90% se încrucișează la nivel medular. În tractul lui prin trunchiul cerebral, din fibrele fasciculu lui piramidal se desprind fibre corticonucleare care ajung la nuclei motori ai nervilor cranieni. **Căile extrapiramidaile**, în funcție de originea lor, străbat toate etajele trunchiului cerebral (fasciculul rubrospinal, nigrospinal, reticulospinal, tectospinal) sau numai bulbul (fasciculele olivospinal și vestibuloispinal).

În afara căilor ascendențe și descendențe, în trunchiul cerebral există și fascicule de asociere, care leagă între ei nuclei ai trunchiului cerebral sau leagă nuclei de formajumi supra-sau subiacente.

Fasciculele de asociere sunt: fasciculul longitudinal medial, având în constituția lui mai multe tipuri de fibre, dintre care menționăm fibrele vestibulo-nucleare ce fac legătura între nuclei vestibulari din bulb și nuclei nervilor III, IV, VI; fasciculul central al calotei, care aduce la oliva bulbară fibre de la talamus, nucleul roșu și de la corpii striati (talamo-olivare, rubro-olivare, strio-olivare și palido-olivare); fasciculul longitudinal dorsal, care face legătura între hipotalamus și nuclei vegetativi din trunchiul cerebral.

Nucleii din bulb

I. Nc. echivalenți cornului anterior al măduvei (nc. motori sau de origine)	1. Nc. ambiguu, de la care pleacă fibrele motorii ale n. IX (glosofaringian), X (vag), XI (accesor); 2. Nc. motor al hipoglosului, de la care pleacă fibrele motorii ale hipoglosului.
II. Nc. echivalenți ai cornului posterior al măduvei (nc. senzitivi sau terminali).	1. Nc. tractului spinal al trigemenu lui (V), în care se termină o parte din fibrele senzitive ale trigemenu lui; 2. Nc. vestibulari (superior, inferior, lateral și medial), în care se termină ramura vestibulară a perechii a VIII-a (n. de-al doilea neuron (deutsch-statoacustic); 3. Nc. tract solitar, în care se termină fibrele gustative ale nerușilor VII, IX, X.
III. Nc. vegetativi parasympatici, echivalenți cornului lateral al măduvei	1. Nucleu salivator inferior; 2. Nucleul dorsal al vagului (cardiopneumoenteric).
IV. Nc. proprii	1. Oliva bulbară; 2. Nc. formației reticulare; 3. Nc. Goll și Burdach.

Nucleii din puncte

I. Nc. echivalenți cornului anterior al măduvei (nc. motori sau de origine)	1. Nc. motor al trigemenu lui (V), în care își au originea fibrele motorii ale n. trigemenei; 2. Nc. motor al abducensului (VI), în care își au originea fibrele motorii ale nervului VI; 3. Nc. motor al facialului (VII), în care își au originea fibrele motorii ale facialei.
II. Nc. echivalenți ai cornului posterior al măduvei (nc. senzitivi sau terminali).	1. Nc. pontin al trigemenu lui, în care se termină cealaltă parte din fibrele senzitive ale trigemenu lui (V); 2. Nc. cohleari (ventral și dorsal), în care se termină ramura cochleară a perechii a VIII-a (n. statoacustic).
III. Nc. vegetativi parasympatici, echivalenți cornului lateral al măduvei	1. Nc. salivator superior; 2. Nc. lacrimal.
IV. Nc. proprii	1. Nc. pontini, în care se termină fibrele pontocerebeloase; 2. Nc. formației reticulare.

Nucleii din meze-
ncefal

I. Nc. echivalenți cornului anterior (nc. motor sau de origine)

II. Nc. echivalenți ai cornului posterior (nc. senzitivi sau terminali). La nivelul lor se află cel de-al doilea neuron (deutoneuronul)

III. Nc. vegetativi parasimpatici, echivalenți cornului lateral al măduvei

IV. Nc. proprii

1. Nc. roșu, care se află în calota mezeencefalicului;
2. Substanță neagră aflată la limita dintre calotă și picioarele pedunculilor cerebrali;
3. Nc. formataie reticulare.

NERVII CRANIENI

Fac parte din sistemul nervos periferic și sunt în număr de 12 perechi (fig. 61). Se deosebesc de nervii spinali prin aceea că nu au o dispoziție metamerică și nu au două rădăcini (dorsala și ventrală), cum au nervii spinali. În general, nervii cranieni se distribuie extremității cefalice și regiunii cervicale, excepție făcând nervul vag, care străbate gâtul, toracele, diafragma și sfârșește în abdomen.

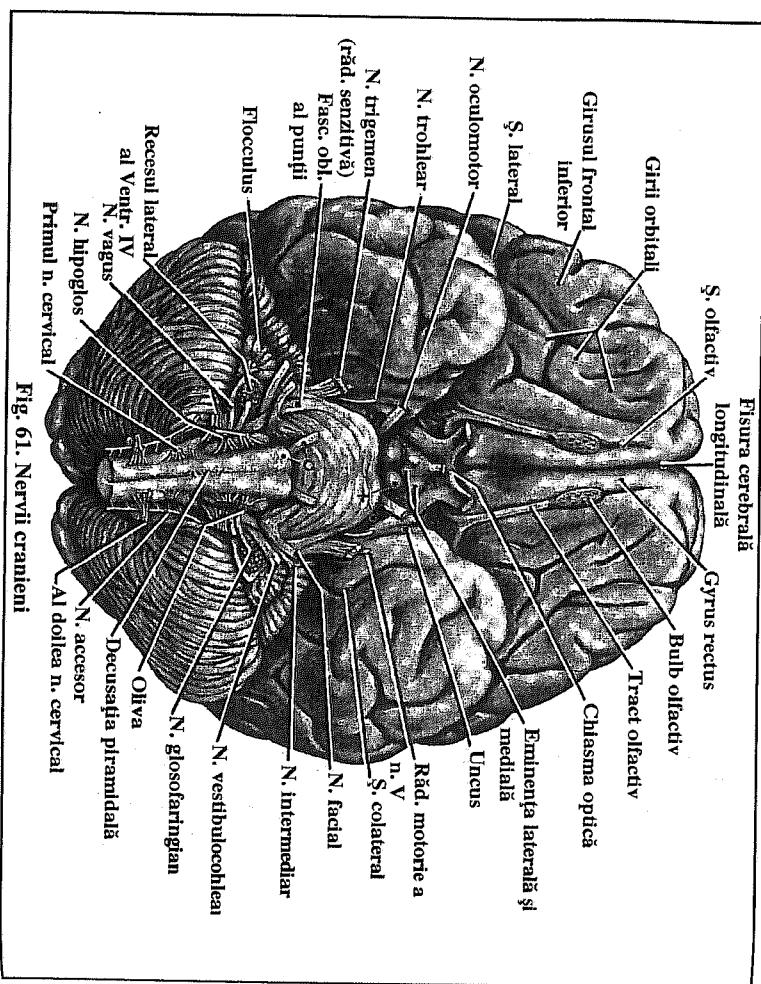


Fig. 61. Nervii cranieni

SISTEMUL NERVOS**Clasificarea nervilor cranieni**

Nervii I, II și VIII sunt senzoriali, conducând excitări olfactive (I), optice (II) și statocistiche (VIII).

Nervii III, IV, VI, XI, XII sunt pur motori.

Nervii V, VII, IX, X sunt nervi mixti. Notăm, în plus, că nervii III, VII, IX, X au în structura lor și fibre parasympatiche preganglionare, cu originea în nuclei vegetativi (parasympatici) ai trunchiului cerebral.

Nervii cranieni

Numele	Funcția	Originea reală	Originea reală aparentă	Traiect	Traiect
III. Nervul optic	Nerv motor, are în constituția lui și fibre parasympaticice.	Fibrele motorii și au originea în nucleul motor al nervului oculomotor, situat în mezencéfal. Fibrele parasympaticice preganglionare își au originea în nucleul autonom al nervului III din mezecefal.	În spațiul interpeduncular duncular delimitat între picioarele pedunculilor cerebrali.	De la originea sa aparentă se îndreaptă spre înainte pătrunzând în orbită primă fisură orbitală superioară.	Fibrele motorii se distruge la mușchii: drept inferior, drept intern, drept superior și oblic inferior. Fibrele parasympaticice preganglionare plecate din nucleul autonom al nervului III străbat nervul oculomotor pe care apoi îl părăesc îndrepăndu-se spre un ganglion vegetativ (ganglionul ciliar) unde fac sinapsă cu fibrele postganglionare, care ajung la mușchiul řinctor al pupilei (mioza) și la mușchiul ciliar.

Numele	Funcția	Originea reală	Originea aparentă	Traiect	Distribuție
IV. Nervul trohlear.	Este un nerv motor.	Se află în nucleul motor al nervului trohlear, situat în mezencefal, imediat sub nucleus nervi oculomotor.	Are originea aparentă, pe fața posterioară a trunchiului cerebral, ocoaleste picioarele pedunculilor cerebrali; este singurul nerv care se încrucisează la originea sa aparentă.	De la originea sa aparentă, pe fața posterioară a trunchiului cerebral, ocoaleste picioarele pedunculilor cerebrali urcând lateral de ele și apoi se îndreaptă spre orbită, în care patrunde prin fisura orbitală superioară.	Inervează mușchini oblic superior.

Numele	Funcția	Originea reală	Originea aparentă	Traiect	Distribuție
V. Nervul trigemen	Este un nerv mixt, având fibre motorii și senzitive.	Fibrele senzitive își au originea în ganglionul trigeminal (Gasser), situat pe trajectul nervului. La acest nivel se află primul neuron (protoneuronul). Axonii neuronilor din ganglionul trigeminal se termină în nuclei senzitivi ai trunchiului cerebral unde se află deutroneuronul; fibrele motorii își au originea în nucleul motor al nervului V din puncte.	Pe fața anterioră a punctii laterale de piramidele pontice.	Fibrele senzitive încearcă să se îndreaptă înainte, iar anterior de ganglionul trigeminal se împarte în trei rami: - nervul oftalmic, care patrunde în orbită prin fisura orbitală superioară; - nervul maxilar, care ieșe din craniu prin gaura rotundă; - nervul mandibular, care ieșe din craniu prin gaura ovală.	Fibrele parasympatice preganglionare își au originea în nucleul lacrimal și nucleul salivator superior, ambi situati în puncte. Fibrele provenite din nucleul lacrimal fac sinapsă cu fibrele postganglionare în ganglionul pterigo-palatin, iar cele din nucleul salivator superior în ganglionul submandibular.

Numele	Funcția	Originea reală	Originea aparentă	Traiect	Distribuție
VI. Nerv abducens	Este un nerv motor.	În nucleul motor al nervului abducens din puncte.	În sărițul bulbo-pontin.	De la originea sa aparentă se îndreaptă spre înainte, pătrunzând în orbită prin drept extern.	Inervează mușchiul orbicular.

Numele	Funcția	Originea reală	Originea aparentă	Distribuție
VIII. Nervul statoacustic (vestibulo-cohelear)	Este un nerv sensorial.	Are originea reală în ganglionul spiral Corti, pentru ramura coheleară, și în ganglionul vestibular Scarpa, pentru ramura vestibulară.	Nervul stato-acustic patrunde în trunchiul cerebral la nivelul bropontin.	Ramura coheleară se îndreaptă spre nucleii cohereari din puncte (anterioar și posterior), iar ramura vestibulară spre nuclei vestibułului din bulb (superior, inferior, medial și lateral).

Nervii cranieni - continuare

Numele	Funcția	Originea reală	Originea aparentă	Traiect	Distribuție
IX. Nervul glosofaríngean	Este un nerv mixt, care are în structura parasympatică.	Fibrele motorii și au originea în nucleul ambiguu din bulb. Fibrele sensitive (senzoriale) și au originea în ganglionul superior și inferior de pe trajectul nervului unde se află protoneuronul; deutoneuronul se află în nucleul solitar din bulb. Fibrele parasympaticice și au originea în nucleul salivator inferior din bulb.	Se află la nivelul sănțului și la originea gâtului. Fibrele senzitive (senzoriale) și au originea în ganglionul superior și inferior de pe trajectul nervului unde se află protoneuronul; deutoneuronul se află în nucleul solitar din bulb.	De la originea sa aparentă, nervul se întrepră spre gaura jugulară, ieșind din craniu, după care se termină în limbă și faringe.	Fibrele motorii inervează mușchii faringelui, cu excepția constrictorului inferior, cât și mușchii extrinseci ai limbii. Fibrele sensitive (senzoriale) inervează mucoasa linguală de la rădăcina limbii (de unde culege și excitările gustative) și mucoasa faringelui. Fibrele parasympaticice se distribuie la glanda parotidă.

Numele	Funcția	Originea reală	Originea aparentă	Traiect	Distribuție
X. Nerv vag (pneumogastric)	Este un nerv mixt, care are și fibre parasympaticice.	Fibrele motorii și au originea în nucleul ambiguu. Fibrele senzitive (senzoriale) și au originea în ganglionul superior și inferior de pe trajectul nervului unde se află protoneuronul; deutoneuronul se află în nucleul solitar din bulb. Fibrele parasympaticice și au originea în abdo-men.	Se află la nivelul sănțului și la originea gâtului. Fibrele senzitive (senzoriale) și au originea în ganglionul superior și inferior de pe trajectul nervului unde se află protoneuronul; deutoneuronul se află în nucleul solitar din bulb. Fibrele parasympaticice provin din nucleul dorsal al vagului.	De la originea sa aparentă, nervul se întrepră spre gaura jugulară, ieșind din craniu, după care se termină în limbă și faringe.	Fibrele motorii inervează mușchii laringelui și faringelui. Fibrele sensitive (senzoriale) inervează mucoasa laringelui. Fibrele parasympaticice se distribuie la organele din torace și abdomen. În torace pătrâind craniul, se distribuie cordului, tracheei, bronhiilor, plămânilui și esofagului. În abdomen se distribuie stomacul, intestinul subijire, cecum, colonul ascendent și transvers. Colonul descendente, sigmoid, rectul, vezica urinară și organele genitale primesc fibre parasympaticice din măduva sacrată.

FIZIOLOGIA TRUNCHIULUI CEREBRAL

Trunchiul cerebral este primul component al encefalului. Funcțiile sale sunt numeroase și de importanță vitală:

1. Prin trunchiul cerebral trec toate căile ce leagă măduva spinării de etajele superioare SNC, precum și căi proprii trunchiului cerebral ce conecteză diferențele sale etaje.
2. La nivelul trunchiului se află nuclei de relee ai căilor ascendentă și descendentă, precum și nuclei de relee cu cerebelul.
3. În trunchiul cerebral se închid o serie de reflexe, deoarece conține nuclei senzitivi și motori care au aceleași funcții senzitive și motorii pentru regiunile feței și capului, la fel ca și funcțiile substantei cenușii medulare pentru regiunile corpului de la gât în jos.

4. La nivelul trunchiului cerebral se află formațiunea reticulată, cu rol în reglarea tonusului muscular, al celui cortical și în controlul reflexelor spinaile, al echilibrului și al posturii.
5. Trunchiul cerebral conține centrii de reglare ai unor funcții vitale, cum sunt activitatea cardiovasculară, respiratorie și digestivă.

REFLEXELE TRUNCHIULUI CEREBRAL

În fiecare din cele trei etaje ale trunchiului cerebral se află centrii unor reflexe somatice, vegetative și mixte. În bulb se închide reflexul de deglutitie, reflex mixt la care participă nuclei senzitivi și motori ai nervilor cranieni IX, X și XII. Tot atunci se află centrii reflexelor salivare excitosecretorii pentru glanda parotidă (nucleul salivator inferior), centrii gastro-secretori,

Numele	Funcția	Originea reală	Originea aparentă	Traiect	Distribuție
XI. Nervul accesoriu	Este un nerv motor.	Rădăcina bulbăra și are originea reală în nervul ambiguu. Rădăcina spinală și are originea reală în corful anterior al măduvei cervicale.	Rădăcina bulbăra și are originea reală în corful anterior al măduvei cervicale.	În sănțul retro-olivar. În sănțul preolivar.	Ramura internă conține fibre provenite din rădăcina bulbăra. Pătrunde în nervul vag, participând la inervația mușchilor laringelui. Ramura externă conține fibrele rădăcinii spinale ale nervului accesori și se distribuie la mușchii sternocleidomastoidian și trapez.

Nervii cranieni - continuare

pancreato-secretori și bilio-secretori (nucleul dorsal al vagului). Nucleul dorsal al vagului este responsabil și de stimularea deglutitiei, a activitatii motorii a stomacului, intestinului subijete și primei jumătăți a intestinului gros, precum și a căilor bilare extrahepatice, care asigură excreția biliară. În bulb se găsesc și centrii reflexelor cardioinhibitorii (căile eferente fiind asigurate de nervul vag) și ai unor reflexe vasomotorii (constrictori și dilatatori).

Principalele reflexe respiratorii (tuse, strânu, Hering - Breuer) se închid la nivelul bulbului. Aici se află centrii respiratori primari. Simpla înțepătură, practicată la acest nivel poate produce moartea subita prin oprirea bruscă a activității cardiaice și respiratorii. În bulb se găsesc nuclei vestibulari și ia parte astfel, împreună cu alte etaje ale trunchiului cerebral, la reflexele de redresare, postură și echilibru.

Puntea lui Varolio este, ca și bulbul, sediu unor activități reflexe esențiale. Astfel, aici se închid reflexul lacrimal (în nucleul lacrimal), reflexele secretorii ale glandelor submandibulară și sublinguală (în nucleul salivator superior), reflexele respiratorii (centrul apneustic inhibă respirația, iar centrul pneumotaxic o stimulează). De asemenea, puntea realizează unele reflexe somatice, cum sunt reflexul de clipiț și de masticatie.

În mezecefal se închid reflexe vegetative coordonate de nucleul vegetativ al oculomotorului: reflexul pupilar fotomotor, care constă în mișcarea pupilei (mioză), ca urmare a stimulării luminioase a retinei, reflexele de acordonare la vedere și la distanță. La nivelul coliculilor cvasidrigemeni inferiori se închid reflexe somatice complexe de întoarcere a capului și ochilor spre sursa sonoră (reflexe auditivo-oculo-cefalofie), iar în coliculii superioiri se află centrii reflexului sonoro-vegetativ pupilar de acordonare la distanță.

Prin intermediul centrilor motori extrapiramidași (nucleul rosu, substanța neagră) și al formatiunii reticulare, trunchiul cerebral îndeplinește funcții motorii foarte importante.

FUNCTIILE MOTORII ALE TRUNCHIULUI CEREBRAL

Activitatea motorie a trunchiului cerebral este reflexă. Nucleii motori ai trunchiului cerebral au două funcții importante: menținerea posturii și a echilibrului și coordonarea mișcărilor voluntare. De asemenea, trunchiul cerebral conține și unii nuclei specifici, cu rol în controlul mișcărilor stereotipice, subconștiante.

Menținerea posturii caracteristică fiecărei specii animale se face în mod automat, prin două categorii de reflexe somatice: reflexele tonice și reflexele de redresare.

Reflexele tonice. Nucleii motori ai trunchiului cerebral asigură repartiția diferită a impulsurilor nervoase către diferențele grupe musculare, astfel încât tonusul muscular al acestora să fie în concordanță cu poziția capului, a corpului sau cu mișările efectuate. De exemplu, la o pisică ce privește în sus, crește tonusul mușchilor extensori ai membrilor anterioare și scade tonusul extensorior membrilor posterioare. Când pisica privește în jos, se produc reacții inverse. Centrii trunchiului cerebral primesc în aceste cazuri aferențe vestibulare, propriocepțive și mai puțin tactile și vizuale. Eferențele sunt asigurate de către extrapiramidașe spre motoneuronii și o din coarnele anterioare medulare. Stimularea acestor motoneuroni crește tonusul muscular, iar inhibiția lor îl scade.

Reflexele de redresare. Dacă un animal decerebrat (cu axul cerebrospinal sectionat între coliculii cvasidrigemini superiori și inferiori) este așezat într-o poziție nefrească, el va executa o serie de mișcări coordonate care conduc la reluarea posturii naturale.

Acseste reflexe de postură au loc în condiții statice. În mișcare (condiții kinetice) au loc reflexe motorii ce asigură păstrarea posturii. Cel mai elocvent exemplu este reflexul de aterizare, observat bine la pisici, care, din orice poziție, cad în picioare.

Menținerea posturii este asigurată de nuclei reticulari și nuclei vestibulari. Nucleii reticulari sunt împărțiți în două grupe principale:

- nuclei reticulari pontini, localizați în principal în puncte (dar se extind și în mezecefal), situati mai lateral în trunchiul cerebral;
- nuclei reticulari bulbari, care se întind de-a lungul întregului bulb, situați ventral și median.

Acseste două perechi de nuclei acționează antagonic unuia față de celalalt: nuclei pontini stimulează, musculatura antigravitațională (care asigură ortostatismul), iar cei bulbari o înțilă.

Nucleii reticulari pontini transmit impulsuri nervoase descendentе pe calea tractului reticulospinal medial până la motoneuronii mediai din coarnele anterioare medulare care stimulează musculatura antigravitațională, respectiv mușchii paravertebrali și mușchii extensori ai membrelor inferioare. Nucleii reticulari au o excitabilitate naturală foarte ridicată. În plus, ei primesc impulsuri stimulatoare de la circuitele interne ale trunchiului cerebral, de la nucleii vestibulari și de la nuclei cerebeloși profunzi. Astfel, nuclei pontini excitorii nu sunt inhibați de nuclei bulbari, ceea ce face ca poziția antigravitațională să fie menținută chiar și în absența unor impulzuri de la etajele nervoase superioare.

Nucleii reticulari bulbari, pe de altă parte, transmit impulsuri inhibitorii descendente către musculatura antigravitațională pe calea tractului reticulospinal lateral. Nucleii bulbari primește colaterale de la tractul cortico-spinal, tractul rubro-spinal și de la alte căi motorii. Rolul lor este evidentiat mai ales în situațiile în care este necesară relaxarea unor grupe mușcute pentru ca anumite porțiuni ale corpului să poată efectua alte activități motorii (de exemplu, mersul). Astfel, nuclei reticulari excitorii și inhibitori constituie un sistem controlat atât de stimuli corticali, cât și cu altă origine, care asigură contracțiile musculare necesare ortostatismului, precum și relaxarea anumitor grupe musculare, astfel încât să se poată desfășura diferențele activități motorii.

Nucleii vestibulari, împreună cu nuclei reticulari pontini, stimulează musculatura antigravitațională. Nucleii vestibulari laterali trimit stimuli descendenți extrem de puternici pe calea tracturilor vestibulo-spinale mediai și lateral către motoneuronii din coarnele anterioare. De fapt, în absența impulsurilor de la nucleii vestibulari, sistemul reticulat pontin pierde foarte mult din forță sa. Rolul specific al nucleilor vestibulari este de a controla, în mod selectiv, impulsurile excitatorii către diferențele grupe musculare antigravitaționale, în scopul menținerii echilibrului ca răspuns la aferențele de la aparatul vestibular. Acest aspect va fi discutat pe larg la capitolul "Analizatorul acustico-vestibular".

Menținerea echilibrului corpului se datorează acțiunii acelerașii centrii motori din trunchiul cerebral responsabili de reglarea tonusului și a posturii. Mecanismele de menținere a echilibrului se declanșează ori de către ori centrul de greutate al organismului îndreptând să se proiecteze în afară poligonul de susținere. Schimbarea poziției capului, a corpului sau a membrilor stimulează fie receptorii labirintici, fie receptorii kinestezici din capsulele articulare, informând centrii posturii asupra noilor raporturi spațiale ale diferențelor segmente ale corpului. Pe baza acestor informații se elaborează comenzi motorii ce determină grade variate de contractie și relaxare a mușchilor extensori și flexori în diferențele parti ale corpului. De exemplu, dacă există tendință de a cădea într-o parte, spre față sau pe spate, are loc o creștere reflexă a tonusului mușculturii extensorilor de aceea parte și o reducere corespunzătoare a tonusului extensorilor de partea opusă. Postura se menține în acest caz în special pe baza aferențelor de la proprioceptorii musculaturii, iar echilibrul pe baza celor labirintice. Centrii de integrare și effectorii sunt aceiași.

Centrii echilibrului sunt grupați în două teritorii ale SNC: centrii subcorticali și centrii corticali (fig. 62).

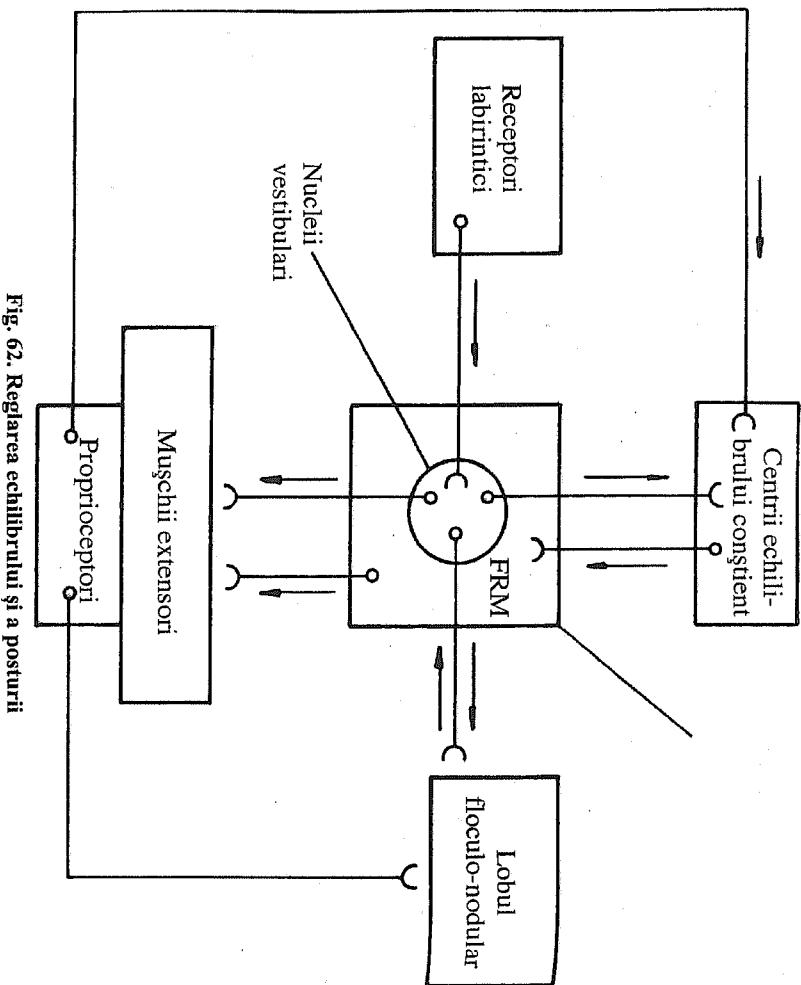


Fig. 62. Reglarea echilibrului și a posturii

Centrii subcorticali. Sunt reprezentați de nuclei vestibulari și de nuclei formației reticulare mezeencefalice. Ei integrează impulsurile senzitive primite direct de la receptorii și indirect prin cerebel (de la lobul floculonodular). Acești centri mențin echilibrul și postura prin reacții motorii inconștiente.

Centrii corticali. Sunt localizați în lobul parietal, în profunzimea sănțului lui Sylvius. La nivelul acestui lob se elaborază senzația conștientă de echilibru și postură.

Trunchiul cerebral participă și la coordonarea mișcărilor voluntare. Orice mișcare voluntară necesită o anumită postură și o anumită repartire a tonusului la diferitele grupe musculare.

Trunchiul cerebral realizează aceste două condiții pe baza conexiunilor aferente și eferente ale nucleelor săi extrapiamidale cu cerebelul, talamusul și corpii striati.

S-a demonstrat, la copiii anencefali, că trunchiul cerebral este responsabil de efectuarea unor mișcări subconștiente, cum ar fi cele legate de alimentație (suptul, eliminarea din gură a alimentelor cu gust neplăcut, deplasarea mâinilor spre gură pentru a-și suge degetele), căscatul, întinderea, plânsul, precum și umărarea obiectelor cu privirea prin mișcarea ochilor și a capului.

De asemenea, este intact reflexul de adoptare a posturii antigravitatoriale. În același timp, se poate spune că majoritatea mișcărilor trunchiului și ale capului pot fi împărțite în câteva mișcări simple, cum sunt flexia, extensia, rotația și mișcarea de răscuire a întregului corp. Aceste mișcări sunt controlate de nuclei specifici, situați în mezencefal și în regiunile diencefalică inferioare. Astfel, rotația capului și a ochilor este controlată de nucleul intersticial din mezencefal. Mișcările de ridicare a capului și corpului sunt controlate de nucleul preștitual, localizat la jonctionul dintre mezencefal și diencéfal. Flexia capului și a corpului este controlată de nucleul precomisural, situat la nivelul cornișurii posterioare, iar mișcările de răscuire a întregului corp, mult mai complicate, implică intervenția nucleelor reticulare pontini și mezeencefalică.

FORMATIA RETICULARĂ

Formația reticulară (sau reticulă) reprezintă din punct de vedere structural o imensă rețea de prelungiri neuronale, în ochiurile căreia se găsesc zeci de mii de aglomerati de corpori cellulare, alcătuind micronuclei cenușii. Formația reticulară (FR) se întinde de la măduva sacrată, prin trunchiul cerebral, până la nucleiile nespecifice ai telamicii. În substantă reticulară a trunchiului cerebral se află toți nuclei cenușii ai acestuia, iar căile ascendențe și descendențe ce leagă encefalul de măduva spinală străbat FR. Formația reticulară are două funcții fundamentale: specifice și nespecifice. Funcțiile specifice ale FR sunt reprezentate de faptul că aici este sediul central al reflexelor trunchiului cerebral. Funcțiile nespecifice ale FR sunt de coordonare generală, de activare sau de inhibare a activității SNC.

Funcțiile specifice

În substantă reticulară se află centrii tuturor reflexelor trunchiului cerebral. Centrul unui reflex nu este o arie net delimitată, ca nucleul motor sau secretor de unde pornește comanda eferentă spre organul efector. De exemplu, centrul reflexului lacrimal este alcătuit nu numai din nucleul lacrimal (situat în punct), ci și dintr-o serie de deutoneuroni ai căii trigeminală, precum și micronuclei ai formației reticulare pontine. Același lucru se poate afirma despre centri cardio-vasculari, care au însă o întindere mult mai mare, centrii respiratori, ai echilibrului etc. Deci, FR este sediul a numeroși centri de reflexe somatice și vegetative.

Funcțiile nespecifice

Stimularea funcțiilor nespecifice ale FR se face prin colaterale ale căilor ascendențe specifice și ale căilor descendențe motorii. S-au pus în evidență patru sisteme reticulare nespecifice, două ascendențe și două descendențe.

1. **Sistemul reticular ascendent activator (SRAA)** primește colaterale de la toate căile de conducere ale analizatorilor și trimite referințe care se proiectează bilaterale, simetric, pe toate ariile corticale. Rolul său este de a produce o excitație difuză a scoarței cerebrale, stimulând astfel nespecific toate funcțiile neocortexului și paleocortexului. Din acest motiv se mai numește și sistem reticulat cu protecție difuză. Stimularea SRAA este urmată de o stare de "trezire" corticală, de creștere a vigilanței, cu sporirea aptitudinilor intelectuale, creșterea percepției, deci o îmbunătățire a performanțelor cerebrale cu rol în procesul de învățare. Stimularea exagerată a SRAA are însă efecte negative: inabilitate, convulsi. Între scoarța cerebrală și SRAA se stabilesc legături bidirectionale ce formează un circuit funcțional cortico-reticulo-cortical. Prin aceste conexiuni scoarța cerebrală poate controla nivelul funcțional al FR și, implicit, propriul său nivel funcțional. Cei mai importanți stimuli ai SRAA sunt cei vizuali și cei kinestezici. Dacă

se întrerupe sistemul reticulat ascendent activator apare somn prelungit. Deci, FR are, prințe alte funcții, un rol important în reglarea ritmului somn-vaghe.

2. Sistemul reticulat ascendent inhibitor (SRA) este mai puțin studiat și deci funcțiile sale se cunosc mai puțin. Se știe că are o acțiune de reducere a activității corticale.

3. Sistemul reticulat descendenter facilitator (activator, SRDF) este reprezentat de acea parte a FR care trimit eferențe spre măduva spinării, în special către motoneuronii și aferențele sale sunt reprezentate de fibre de la neocortexul motor, nuclei cenușii extrapiramidali, cerebel și aparatul vestibular, precum și colaterale ale căilor ascendente ale analizatorilor direcție sau prin intermediul SRAA. Acțiunea principală a SRDF se observă la nivelul reflexelor medullare și de trunchi cerebral, pe care le exagerează. Astfel, stimularea SRDF produce hiper-tonie musculară și crește viteza reacțiilor motorii. Cei mai importanți stimuli ai SRDF sunt ca de la propriocepțiori.

4. Sistemul reticulat descendenter inhibitor (SRDI) are conexiuni aferente similare ca SRDF, dar predomină cele de la neocortexul motor, corpii striati, neocerebel și nuclei roșii. Eferențele sale sunt de asemenea către motoneuronii trunchiului cerebral și motoneuronii și a medulari, pe care însă îi inhibă, având astfel efect de diminuare a reflexelor acestor etape. Stimularea SRDI produce hipotonie musculară, scăderea vitezei de reacție motorie, tulburări de echilibru și de mers.

După cum am arătat anterior, formația reticulară este o rețea enormă de neuroni între care există un număr imens de conexiuni sinaptice. Cele patru sisteme prezentate mai sus împot fi net delimitate între ele, după cum nu pot fi delimitate nici de structurile învecinate. Datorită numărului mare de sinapse, FR este foarte sensibilă la acțiunea diverselor substanțe toxice (alcool) sau medicamente (anestezice). Între FR și trunchiului cerebral și nuclei iespecifici talamici există o unitate funcțională.

Cei mai importanți nuclei ai FR din trunchiul cerebral și conexiunile lor sunt:

1. **Nucleul bulbar reticulat lateral** se află în bulb, posterior de oliva bulbară. Aferențele sale vin de la măduvă (fibre directe) și de la scoarța cerebrală (fibre încruzișate), iar eferențele sale merg prin pedunculul cerebelos inferior către cerebelul ipsilateral.
2. **Nucleul bulbar reticulat paramedian** se află în vecinătatea nucleului hipoglosului. Aferențele sale vin de la cerebel (nucleul fastigial), de la măduvă și de la scoarța cerebrală, iar eferențele sunt directe către cerebelul ipsilateral (prin pedunculul cerebelos inferior) și altă directă, căi și încruzișate către nucleul fastigial de ambele părți.

3. **Nucleul gigantocelular** este situat dorsal de oliva bulbară. Aferențele sale vin, în special, de la midula spiniară (fibre predominant ipsilaterale) și din ariile senzitivo-motorii ale scoarței cerebrale, dar și de la cerebel (nucleul fastigial). Eferențele sale sunt ascendențe către talamus (nucleii iespecifici) și hipotalamus, iar către măduvă descedente.

4. **Nucleul tegmental pontin**, numit și nucleul central pontin, se găsește în tegmentul pontin. Primeste aferențe de la cerebel (nucleul dințat), măduvă și scoarța cerebrală, trimițând eferențe către cerebel.

5. **Nucleul reticulat pontin caudal** este prelungirea craniată a nucleului gigantocelular din bulb. Aferențele acestui nucleu provin de la măduva spinării (fibre predominant ipsilaterale), de la ariile senzitivo-motorii ale scoarței cerebrale și de la lamina cvasidrigemina (tectum), iar eferențele sale sunt, ca și ale nucleului gigantocelular, ascendențe către nuclei iespecifica-talami și hipotalamus, iar către măduvă descedente.

6. **Nucleul reticulat pontin oral** prelungescă în sus nucleul pontin caudal. Are conexiuni în ambele sensuri cu măduva spinării. Alte aferențe provin de la scoarța cerebrală și de la lamina cvasidrigemina.

7. **Nucleul rafeului** cuprinde grupe celulare ce se găsesc de o parte și de alta a liniei mediane, pe o mare întindere a trunchiului cerebral, începând de la nucleul hipoglosului până în partea superioară a protuberanței. Aferențele sale provin de la scoarța cerebrală, rinencefal și măduva spinării, iar eferențele sunt ascendențe către mezencefal și descendențe spre măduva spinării. Se crede că nucleul rafeului are rolul de a solidifica funcțional jumătățile dreapta și stângă ale FR a trunchiului cerebral și că face parte din SRAA.

8. **Formația reticulată mezencefalică** are conexiuni cu cerebelul, lamina cvasidrigemina, hipotalamusul, neocortexul și rinencefalu. Eferențele formației reticulare bulbare către măduva spinării sunt predominant ipsilaterale, în timp ce eferențele formației reticulare pontine sunt exclusiv ipsilaterale, ambele terminându-se în cordonul lateral de aceeași parte.

9. **Substanța cenușie periapeductuală** este situată în jurul apeductului Sylvius și are legături în ambele sensuri cu nuclei iespecifici ai talamusului și cu formația reticulată mezencefalică.

Eferențele formației reticulare bulbare către măduva spinării sunt predominant ipsilaterale, în timp ce eferențele formației reticulare pontine sunt exclusiv ipsilaterale, ambele terminându-se în cordonul lateral de aceeași parte.

Alte conexiuni ale formației reticulare a trunchiului cerebral

Formația reticulară a trunchiului cerebral realizează următoarele conexiuni:

Conexiuni tecto-reticulare, ce se realizează între tuberculul cvasidrigeminal superior și FR pontio-mezencefalică, prin fibre directe și încruzișate.

Conexiuni nucleo-reticulare, ce se realizează între nuclei tractului spinal ai nervului trigeminal și nucleul solitar, pe de o parte, și formația reticulată, pe de cealaltă.

Conexiuni vestibulo-reticulare, ce cuprind un contingent de fibre care merg de la nuclei vestibulari direct spre formația reticulată.

Conexiuni rubro-reticulare și pallido-reticulare, ce leagă nucleul roșu, respectiv globus pallidus de formația reticulară a trunchiului cerebral.

Conexiuni nigro-reticulare, ce leagă substanța neagră de FR.

Conexiuni ponto-reticulare, ce leagă nuclei proprii pontini de FR. Formația reticulară a trunchiului cerebral are conexiuni în dublu sens cu rinencefalu, lângă este mijlocita prin trei sisteme: sistemul habenular, corpi mamilari și fasciculul median al creierului anterior.

Sistemul habenular. Nucleul habenular primește fibre de la aria olfactivă și din fimbria hippocampului prin stria medulară a talamusului și prin stria terminală. De asemenea, primește fibre de la nucleul amigdalian. La rândul său, nucleul habenular este conectat cu formația reticulată mezencefalică prin fibre habenulo-reticulare.

Corpii mamilari, întin conexiuni cu sistemul limbic, trimiț fibre spre formația reticulată mezencefalică prin tractul mamilo-tegmental și prin pedunculul corpului mamilar. Tractul mamilo-tegmental ia naștere în corpul mamilar și trimite eferențe spre formația reticulată mezencefalică. Pedunculul corpului mamilar are originea tot în corpul mamilar și se termină în FR mezencefalică.

Fasciculul median al creierului anterior își are originea în girul subcalosal și se distribuie FR mezencefalice.

ANATOMIA CEREBELULUI

Cerebelul ocupă fosa posterioară a craniului, fiind separat de emisferile cerebrale prin cortul cerebelului, o dependență a durei mater cerebrale. Este situat în spatele bulbului și a punți cu care delimită cavitatea ventriculului IV. Are forma unui fluture, prezentând o porțiune mediană (vermis) și două porțiuni laterale, voluminoase, numite emisfere cerebeloase.

Emisferile prezintă o față superioară acoperită de cortul cerebelului și o față inferioară în centru căreia se află o depresiune numită valcula, care conține partea inferioară a vermis-ului.

Cerebelul este situat în derivație pe toate căile sensitive și motorii și este, în consecință, informat asupra tuturor stimулilor proveniți din mediul extern sau intern.

Prin procesele de integrare a informațiilor primite, el poate exercita o acțiune coordonatoare asupra activității musculare inițiate de cortexul cerebral motor. Așa se explică de ce leziunile cerebeloase dau tulburări de coordonare.

Cerebelul este legat de bulb, puncte și mezencéfál prin pedunculi cerebeloși inferiori, mijlocii și superioiri. Acești pedunculi conțin fibre aferente și eferente (de proiecție).

Suprafața cerebelului este brăzdată de sanjuri paralele, cu diferențe adâncimi. Unele sunt numeroase și superficiale, delimitând lamelele (foliile) cerebeloase, altele, mai adânci, dar mai rare, delimităează lobului cerebelului și, în fine, altele, cele mai adânci, cum ar fi fisura primă și fisura posterolaterală, delimităează lobii cerebelului (fig. 63).

Din punct de vedere ontogenetic și al localizărilor funcționale, cerebelul poate fi divizat în trei loburi: lobul flocculonodular, lobul anterior și lobul posterior.

Lobul flocculonodular cuprinde nodulus, ambi floculi și pedunculii flocculilor. El este separat de restul cerebelului prin fisura posterolaterală, prima care apare onto și filogenetic.

Lobul flocculonodular, împreună cu lingula, constituie partea cea mai veche a cerebelului (arhicererebelul) și reprezintă centrul echilibrului vestibular, central de orientare și centrul de menținere a poziției capului (factor esențial pentru menținerea echilibrului). Deoarece are conexiuni cu analizatorul vestibular este denumit și **vestibulocerebel**.

Lobul anterior, situat anterior de fisura primă, este alcătuit din culmen și lobul central de pe vermis, lobul patrulater și aripa lobului central de pe emisferă. Reprezintă două părți a cerebelului care apară în filogeneză (**paleocerebel**) alături de piramidă și uvula de pe față inferioară a vermisului.

Deoarece paleocerebelul are legături cu măduva spinării, este denumit și spinocerebel și constituie centrul de control al tonusului de postură al mușchilor extensori antigravitaționali, cu rol de compensare și de opozitie a forțelor de gravitație.

Lobul posterior reprezintă partea cerebelului dintre fisura primă și fisura posterolaterală. Reprezintă partea cea mai nouă filogenetic (**neocerebel**), excludând piramida și uvula legate funcțional de paleocerebel. Neocerebelul constituie centrul de control automat al motilității voluntare și semivoluntare.

Datorită faptului că majoritatea aferențelor vin de la nuclei pontini este numit și pontocerebel.

Neocerebelul este alcătuit din lobul declive, folium și tuber de pe vermis; lobulul simplex, semilunar superior, semilunar inferior, biventer și tonsila de pe emisfera cerebeloasă.

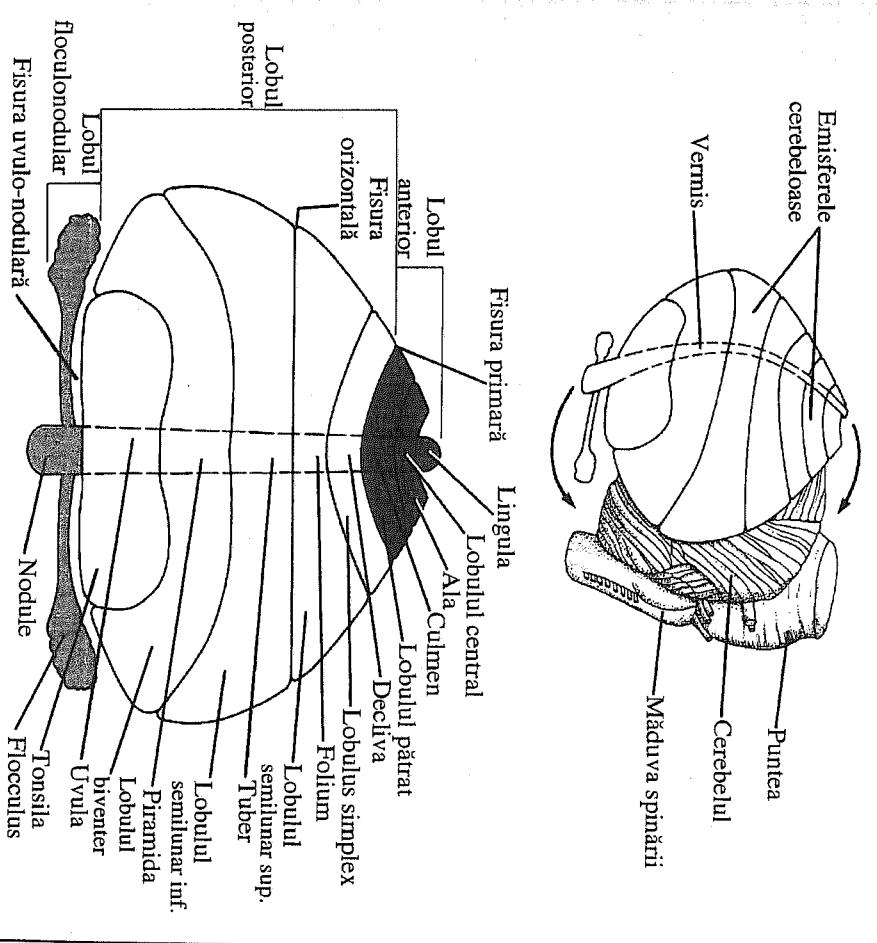


Fig. 63. Lobulatia cerebelului

STRUCTURA CEREBELULUI

La exterior se află un strat de substanță cenușie care formează scoarța cerebelului. Scoarța cerebeloasă înconjoară substanță albă centrală, care trină prelungiri în folii, dând, în ansamblu, aspectul unei coroane de arbore, de unde și numele de arborele vieții. În interiorul masei de substanță albă se găsesc mase de substanță cenușie care formează nucleii profunzi ai cerebelului. În vermis se află nuclei fastigiali (stâng și drept), iar în emisferile cerebeloase, în sens mediolateral, se află nucleul globos, nucleul emboliform și nucleul dentat.

Nucleii fastigiali sunt cei mai vechi filogenetic (apartin neocerebelului). În timp ce nuclei dentati sunt cei mai noi filogenetic (apartin paleocerebelului).

Scoarța cerebeloasă este formată din trei straturi de celule care, de la suprafață spre profunzime, sunt: stratul molecular, al celulelor Purkinje și cel granular (fig. 64).

Stratul superficial (molecular). Este situat sub meninge, fiind sărac în celule și bogat în fibre. Neuronii sunt reprezentați prin celulele stelate, ai căror axoni formează în jurul corpurilor

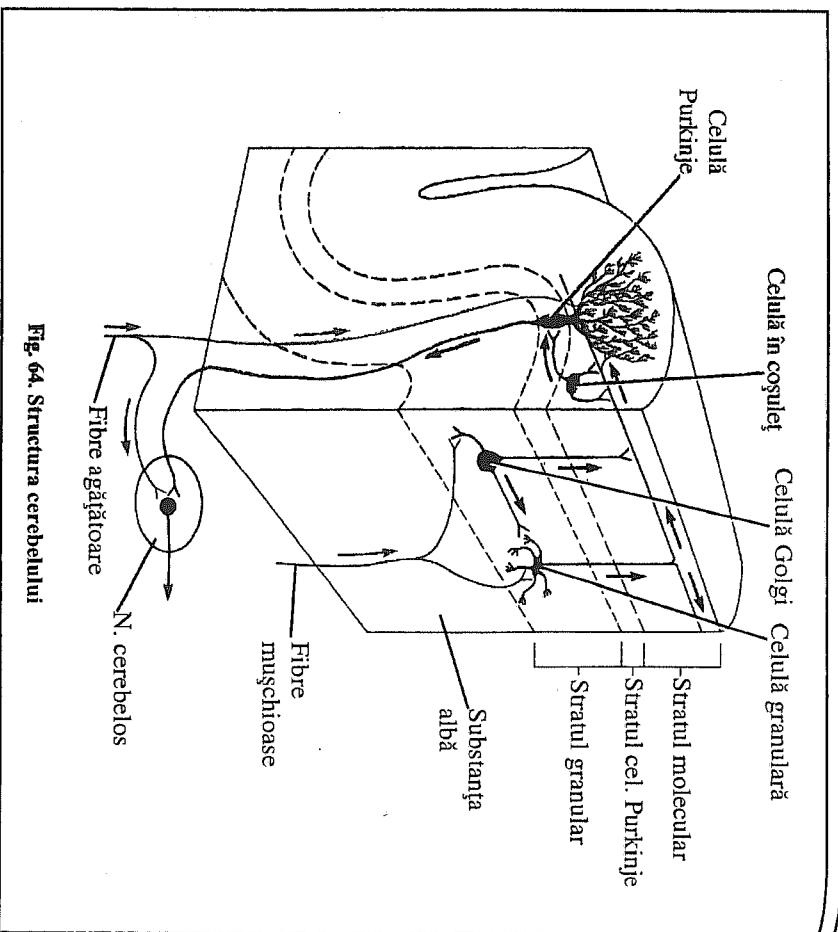


Fig. 64. Structura cerebelului

celulelor Purkinje o rețea cu aspect de coșuleț. Prin dendritele lor, celulele în coșuleț și celulele stelate stabiliesc contacte sinaptice cu axonul celulelor granulare.

Stratul intermediar. Conține corpurile celulelor Purkinje, cu aspect piriform, dispuse pe un singur rând. Prelungirile lor dendritice, abundent ramificate, pătrund în stratul molecular, unde vor stabili sinapsă cu axonii celulelor granulare. Axonii celulelor Purkinje părăsesc scoarța cerebelului, străbat substanța albă și intră în contact cu nuclei cerebelului.

Stratul profund (granular). Este format din neuroni granulari de talie mică (4 - 8 μ), dar foarte numeroși. Dendritele lor, scurte, rămân în stratul granular, iar axonul lung, ajunge în stratul superficial, unde se imparte în T, fiecare ramură a T-ului punându-se în legătură cu dendritele celulelor Purkinje și ale celulelor stelate. În stratul granular se găsesc și celulele Golgi II, ale căror dendrite ajung în stratul molecular.

Axonul lor este scurt și rămâne în stratul granular, participând la formarea glomerulului cerebelos.

La nivelul scoarței cerebrale se găsesc două tipuri de fibre:

- fibre musciforme, care se termină la nivelul denditelor celulare granulare, constituind glomerulii cerebelosi (neuropilul). În structura neuropilului intră și axonul scurt al celulelor Golgi II;
- fibre agățătoare, care se termină pe dendritele celulelor Purkinje.

Cerebelul stabilește legături cu celelalte etaje ale sistemului nervos central prin aferențe și eferențe (fig. 65), care trec prin cele trei perechi de pedunculi cerebeloși.

AFERENȚELE CEREBELULUI

- Prin **pedunculul cerebelos inferior**, care leagă cerebelul de bulb, sosesc:
 - fibrele fasciculului spino-cerebelos dorsal direct și o parte din fibrele fasciculului spinocerebelos ventral (încrușat). Cealaltă parte din fibrele fasciculului spinocerebelos ventral ajung la cerebel prin vălul medular superior, situat între cei doi pedunculi cerebeloși superioiri;
 - fibrele vestibulo-cerebeloase, de la nucleiile vestibulari de aceeași parte;
 - fibrele olivo-cerebeloase, de la nivelul olivei bulbare contralaterale.

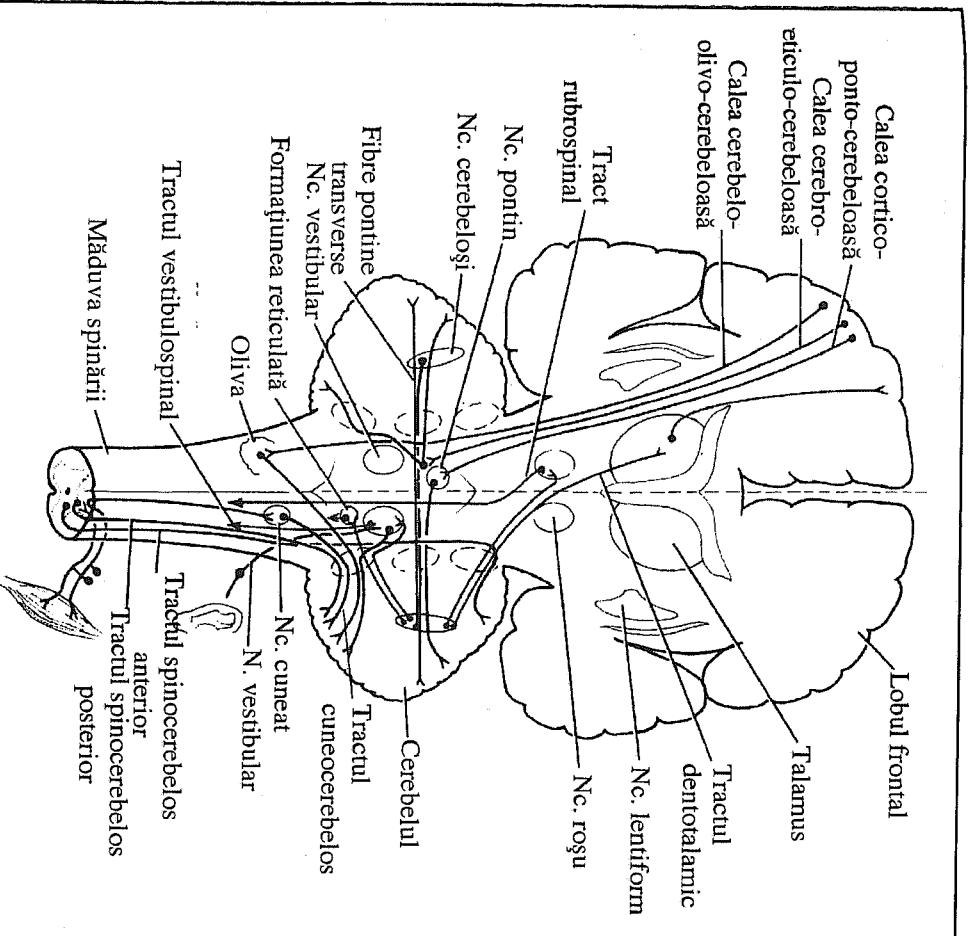


Fig. 65. Aferențele și eferențele cerebelului

Prin **pedunculul cerebelos mijlociu**, care leagă cerebelul de punte, sosesc fibre cortico-ponto-cerebeloase, care provin de la scoarta cerebrală, fac sinapsă în nuclei pontini și ajung apoi la cerebel.

Prin **pedunculii cerebeloși superiori**, care fac legătura între cerebel și mezencefăl, sosesc la cerebel fibre tecto-cerebeloase, provenite de la lama quadrigemina, și fibre trigemino-cerebeloase, cu originea în nucleus mezencefalic al nervului trigemen.

EFERENȚELE CEREBELULUI

De la **nucleul dințat** pleacă două fascicule, ambele părăsind cerebelul prin pedunculul cerebelos superior:

- fasciculul dento-talamic, care ajunge la talamus, de unde se continuă spre scoartă prin fascicul talamo-cortical;
- fasciculul dento-rubric, care ajunge la nucleus roșu, de unde se continuă spre măduvă prin fascicul rubrospinal.

Ambele fascicule sunt încruțișate, ajungând la talamus și la nucleus roșu contralateral.

De la **nucleul fastigial** pleacă, de asemenea, două eferențe mai importante, ambele părăsind cerebelul prin pedunculul cerebelos inferior:

- fibre fastigio-vestibulare spre nuclei vestibulari din bulb, de la care pleacă spre măduvă fibra fastigio-reticulată spre formația reticulată a trunchiului cerebral, de la care pleacă, spre măduvă, fasciculul reticulo-spinal.
- fibre fastigio-reticulare spre formația reticulată a trunchiului cerebral, de la care pleacă, spre măduvă, fasciculul reticulo-spinal.

Acstea fascicule au fibre neîncruțișate, ajungând la nuclei vestibulari și formația reticulată ipsilaterală.

FIZIOLOGIA CEREBELULUI

Desi cerebelul nu are conexiuni directe cu efectorii motori, prezența sa este indispensabilă pentru activitatea normală a acestora. Excitarea

cerebelului nu provoacă nici senzații subiective, nici mișcare. Totuși, după îndepărțarea sa, apar grave tulburări ale funcțiilor motorii somatice. Se perturbă mai ales mișcările voluntare rapide, cum sunt alegatul, cântatul la pian, scrisul și vorbirea. Funcția cerebelului este stânsă legată de structura sa și de conexiunile aferente și eferente pe care le realizează. Pe aceste baze anatomiche, el îndeplinește rolul de supraveghetor al activității motorii, comparând comanda centrală cu modul în care ea este executată.

În lumina concepției cibernetice, cerebelul apare - ca și cum este reprezentat în fig. 66 - ca un servomecanism dispus în paralel pe căile ce leagă bidirectional centri motori superioiri de efectori și

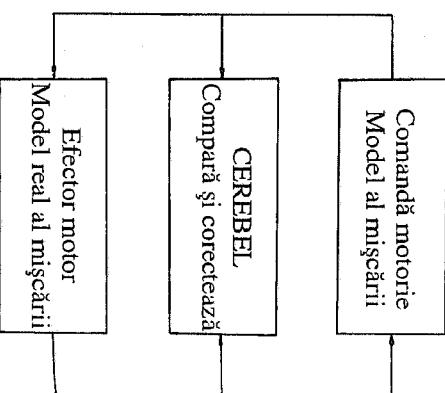


Fig. 66. Funcțiile cerebelului

receptořii periferici. Orice comandă motorie trimisă la periferie este expediată, "în copie", și spre cerebel, care ajunge astfel în posesia modelului teoretic al mișcării. La rândul lor, receptořii periferici (proprioceptorii, exteroceptorii, receptorii vestibulari) informeză cerebelul asupra mișcării reale efectuate și a evenualelor schimbări survenite în postura organismului. Pe baza informațiilor primite, cerebelul calculează eroarea dintre mișcarea dorită și cea realizată și trimite impulsuri corectoře spre centrii motori.

Cerebelul participă atât la activitatea motorie automată (menținerea tonusului, echilibru, postură și redresarea corpului), cât și la cea intențională, voluntară (mers, scris, vorbit). Se asigură și coordonarea acestor două categorii de activități motorii somatice.

Funcțiile motorii automate sunt reglate pe baza conexiunilor vermisului și lobului

floculonodular (anercerebel) cu nuclei vestibulari și cu nuclei extrapiiramidali și ai formației

reticulare din trunchiul cerebral (vezi funcțiile motorii ale trunchiului cerebral).

Funcțiile motorii intenționale, emanate din scoarta motorie și ariile asociative corticale, sunt coordonate pe baza conexiunilor emisferelor cerebeloase (neocerebel) cu talamusul și cortexul motor.

Cooperarea dintre mișcările voluntare și cele automate asigură echilibru, tonusul și postura adecvată realizării cât mai perfecte a mișcărilor intenționale; ea se realizează pe baza conexiunilor pe care le are paleocerebelul (scoarta cerebeloasă din vecinătatea vermisului) cu talamusul și cu cortexul motor, pe de o parte, și cu nuclei motori extrapiiramidali mezencefalici și bazali, pe de alta parte.

Leziunile cerebelului produc o serie de tulburări a posturii și echilibrului static al corpului, care nu se poate menține în picioare fără lărgirea poligonului de susținere.

Astasia este o tulburare a posturii și echilibrului static al corpului, care nu se poate menține în picioare fără lărgirea poligonului de susținere.

Atonia reprezintă scăderea tonusului muscular. **Tremurătură intențională** reprezintă imposibilitatea executării de mișcări voluntare, acestea efectuându-se sacadat.

Mersul de om beat și tulburări în vorbirea articulată, precum și alte anomalii ale motilității somatice, însotesc, de asemenea, leziunile cerebeloase. După câteva luni de la îndepărțarea cerebelului, gravitatea acestor tulburări se reduce prin intervenția unor mecanisme compensatorii.

ANATOMIA DIENCEFALULUI

Diencefălul, numit creierul intermedian, este așezat deasupra mezencefălului, pe care îl depășește în sens anterior, și sub emisferele cerebrale, care îl acoperă. Prezintă o față dorsală, donă fețe laterale și o față bazală care corespunde spațiului interpenducular (optopeduncular). Fața bazală a dicefălului este singura față vizibilă prin simplă răsturnare a encéfălului. Ea este limitată anterior de chiasma optică, lateral de tracturile optice și posterior de picioarele pedunculișor cerebrali. Dinainte spre înapoii înălțănum în acest spațiu o serie de formațiuni. Imediat înapoi chiasmei optice se vede tuber cinereum de care, prin intermediul infundibulu, atârnă neurohipofiza.

Posterior de aceste formațiuni se află cei doi corpi mamilari sub care se remarcă originea spinață a nervului oculomotor (III).

Fetele laterale ale diencefalului sunt acoperite de emisferile cerebrale și vin în raport cu nuclei bazali.

Fata dorsală a diencefalului este acoperită de corpul calos și de fornix. După înălțarea unui terarcăm, în centru, o despărțitură - ventriculul al III-lea, iar de o parte și de alta fața dorsală a talamusului.

TALAMUSUL

Este format din 2 mase de substanță cenușie, de formă ovoidală, situate de o parte și de alta a ventriculului III. Partea sa posterioară, mai lată, se numește pulvinar, iar partea anterioară, mai ascuțită se numește rostru sau tuberculul anterior al talamusului. Fețele mediale ale talamusului delimiteză ventriculul III și prezintă strii mediale a talamusului, formând posterior, prin unirea lor, comisura habenulară de care atârnă glanda epifiza.

Fata laterală este separată de nucleii bazali printr-o lamă de substanță albă, numită capsula albă interină. Fata inferioară vine în raport anterior cu hipotalamusul și posterior cu salatalamusul.

Fata dorsală a talamusului prezintă tenia coroïdă a talamusului pe care se prinde pânza coroïdiană a ventriculului III. În interiorul talamusului se află lama medulară internă în formă de Y, care subîmpinge talamusul în trei grupe nucleare: grupul nuclear anterior, grupul nuclear medial și grupul nuclear lateral. Înaintea polului caudal, lama medulară internă se bifurcă în plan frontal, limitând nucleiul intralaminar, și se termină pe fața medială, lăsând lateral și dorsal arterii posterioare. Pe fața laterală, în afară lamei medullare externe se găsesc nuclei reticulați. Clasificarea topografică are valoare orientativă, anatomică și chirurgicală. Funcțional, indiferent de poziție, nuclei talmici primesc aferențe de la majoritatea sistemelor funcționale și sunt interconectați cu scoarța cerebrală prin proiecțiile talamo-corticale. Ei reprezintă relai prin care informațiile senzitive-senzoriale ajung la scoarță, cu excepția căii olfactive și a sistemelor cognitive modulatorii extratalamice. În afara nucleiilor intralaminari, restul subgroupelor nu stabilesc conexiuni directe interneucleare.

Talamusul este un centru senzitiv care, din punct de vedere filogenetic, cuprinde: paratalamusul, arhatalamusul și neotalamusul.

Paleotalamusul este porțiunea cea mai veche, primind aferențe de la trunchiul cerebral. El este în legătură cu nuclei anterior și medial.

Arhatalamusul are în componenta sa nuclei de asociere (nespecifici). Acești nuclei au rolul de a pregăti tonusul cortical în vederea receptorilor căi mai eficiente a impulsurilor aduse pe căile specifice în nuclei talmicii specifici (fig. 67). Nucleii nespecifici ai talamusului sunt în legătură cu formajia reticulară a trunchiului cerebral. În timpul stării de vigiliență, sistemul reticular activator ascendent (SRAA) inhibă activitatea nucleiilor nespecifici, iar în somn formajia reticulară își micșorează activitatea, lăsând cortexul sub acțiunea nucleiilor nespecifici ai talamusului. Astfel, starea de vigiliență depinde de echilibrul dintre activitatea formajiei reticulare și a nucleiilor talmici nespecifici.

Neotalamusul, care are în componenta sa grupul nuclear lateral, este de origine mai recentă. El primește aferențe și trimit eferențe de la/spre scoarța cerebrală.

Lezunile talamusului stâng se răspâng asupra funcționalității emisferului stâng și determină afazia talamică, aceasta se caracterizează prin deficiențe ale vorbirii articulante, de interpretare și recunoaștere a cuvintelor. Lezunile talamusului drept afectează

N. lateral posterior
N. lateral dorsal
N. ventral anterior
N. ventral laterale
N. ventral postero-lateral
N. ventral postero-medial
N. ventral lateral
N. ventral postero-inferior
N. ventral anterior dorsal

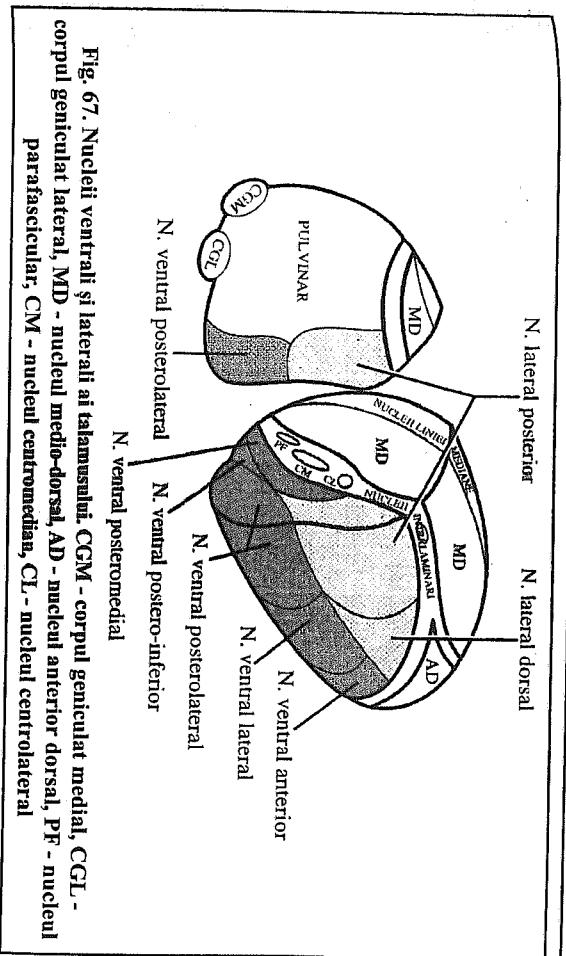


Fig. 67. Nucleii ventrali și laterali ai talamusului. CGM - nucleu geniculat medial, CGL - corpus geniculat lateral, MD - nucleu medio-dorsal, AD - nucleu anterior dorsal, PF - nucleu parafascicular, CM - nucleu centromedial, CL - nucleu centrolateral

funcționalitatea emisferului drept și se caracterizează prin dificultăți în percepția relațiilor spațiale și dezorientare spațială în ceea ce privește situația din jurul atenției contralaterale a corpului. Îlezarea nucleului ventro-posterior este urmată de pierdere sensibilității generale contralaterale, în timp ce lezarea complexului nuclear centromedian-parafascicular determină apariția tremorului de repaus și a mișcărilor coreo-atetozice. Îlezurile talmice bilaterale implică alterarea funcțiilor psihice superioare, cu labilitate emoțională, amnezie, alterarea personalității, mutism akinetic (în lezunile grave), mergând până la demență.

METATALAMUSUL

Este format din cei doi corpi geniculați, mediali și laterali, care sunt situați înapoi talamusului.

Corpus geniculat medial reprezintă relai talmatic al căii auditive și este alcătuit din trei nuclei: ventral, dorsal și medial. Eferențele nucleului ventral formează radiațiile acustice (fibrelle geniculotemporale) care se termină în aria auditivă primară 4I. Nucleul medial primește aferențe de la coliculul cvadrigelemen inferior, segmentul lateral și măduva spinală. **Corpus geniculat lateral** reprezintă relai talmatic al căii vizuale, fiind situat rostral și lateral față de corpul geniculat medial. Este alcătuit din doi nuclei: dorsal și ventral. Nucleul dorsal este format din șase straturi neuronale (laminele 1 - 6) (fig. 68). Aferențele nucleului dorsal sunt reprezentate de tractul optic, fibrele retiniene nazale controlaterale terminându-se în laminele 1, 4 și 6, iar cele temporale homolaterale în laminele 2, 3 și 5. Eferențele nucleului dorsal sunt reprezentate de tractul geniculocalcarin, care ajunge la aria vizuală primară (17). Nucleul ventral primește aferențe din tractul optic și coliculul cvadrigelemen superior.

EPITALAMUSUL

Este situat posterior de ventriculul al III-lea și în structura sa intră comisura habenulară, epifa, trigonul habenular și nucleul habenular.

Comisura habenulară, împreună cu pulvinarul talamusului și cu colicul quadrigemen superior, delimită trigonul habenular, care conține în interior nucleul habenular.

HIPOTALAMUSUL

Este parte din diencefal conectată la reglarea activității viscereale, la activitatea sistemului nervos vegetativ și la funcții endocrine.

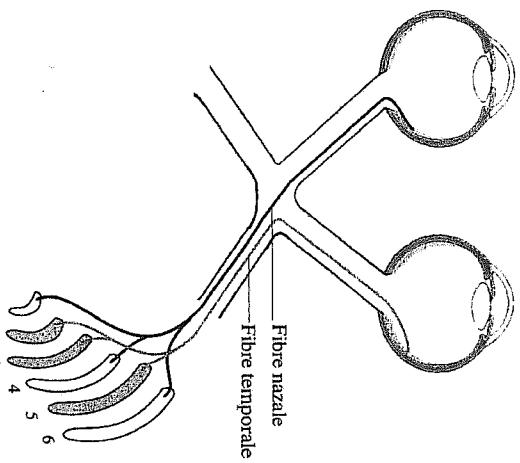


Fig. 68. Aferențele retiniene ale corpului geniculat lateral

neuroni mari cu proprietăți neurosecretoare. Ei secrete vasopresina (hormonul antidiuretic) și oxitocina, care, prin tractul hipotalamo-hipofizar (tract format din axonii neuronilor supraoptic și paraventricular), ajung la neurohipofiză, unde sunt depozitați și eliminați apoi în sânge, la nevoie.

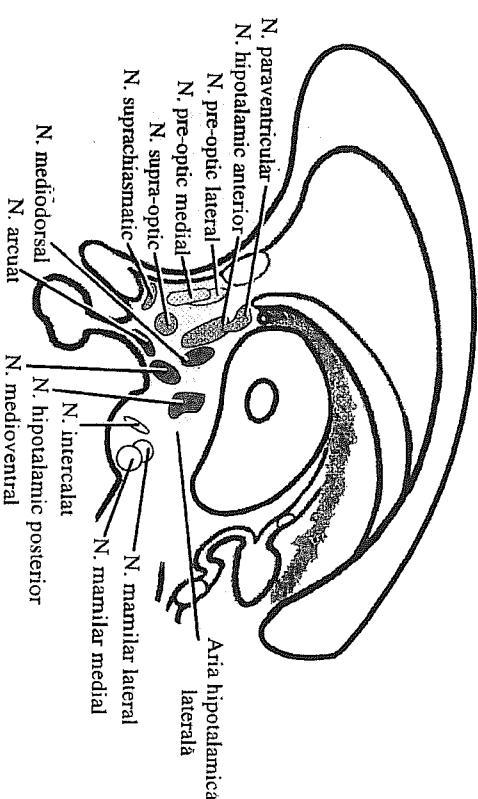


Fig. 69. Nucleii hipotalamusului

Regiunea tuberală este formată din nuclei ventro-medial, dorso-medial, arcuat și hypothalamic posterior.

Regiunea mamilară cuprinde cei doi corpi mamilari.

Regiunea laterală conține nucleul hipotalamic lateral. Hipotalamusul are conexuni cu sistemul limbic, cu scoarța cerebrală, talamusul, trunchiul cerebral, retina și cu hipofiza.

Cele mai importante aferențe ale hipotalamusului provin de la:

- corpul amigdalian și aria septală, prin seria terminală;
- talamus, prin fibre talamo-hipotalamice;
- retina, prin fibre retino-talamice care ajung la hipotalamus prin nervul optic și tractul optic.

Eferențele hipotalamusului se duc, de asemenea, în mai multe direcții:

- spre nuclei vegetativi din trunchiul cerebral, prin intermediul fasciculu lui longitudinal dorsal;
- spre talamus și de aici spre aria entorinală, hippocamp și nuclei septali;
- spre epifiză.

Cu hipofiza, hipotalamusul are legături vasculare și nervoase. Legăturile nervoase se realizează prin tractul hipotalamo-hipofizar, care leagă regiunea supraoptică a hipotalamusului (nucleii supraoptic și paraventricular) de lobul posterior al hipofizei (neurohipofiză).

Tractul hipotalamo-hipofizar este format din axonii celor doi nuclei din regiunea supraoptică, ADH (vasopresina) și transportă hormoni secretați de cei doi nuclei din regiunea supraoptică, ADH (vasopresina) și oxitocina.

Legăturile vasculare sunt reprezentate de sistemul porthipofizar, descris de Gr. Popa și Fielding, care face legătura între regiunea tuberală a hipotalamusului și adeno-hipofiză (lobul anterior al hipofizei). Acest sistem porthipofizar are o dublă capillarizare, atât la nivelul hipotalamusului, cât și în lobul anterior al hipofizei. El transportă factori stimulatori (de eliberare) sau inhibitori secretați de regiunea tuberală a hipotalamusului spre adenohipofiza.

SUBTALAMUSUL

Este situat în continuarea pedunculu lui cerebral și înapoia hipotalamusului. În constituția sa intră zona incerta, nucleul subtalamic (fig. 70) și următoarele fascicule:

- fasciculul talamic, situat între talamus și zona incerta;
- fasciculul lenticular, între zona incerta și nucleul subtalamic;
- ansa lenticulară ce cuprinde fibre pallido-fugale;
- fasciculul subtalamic, care este alcătuit din fibrele reciproce pallido-subtalamice.

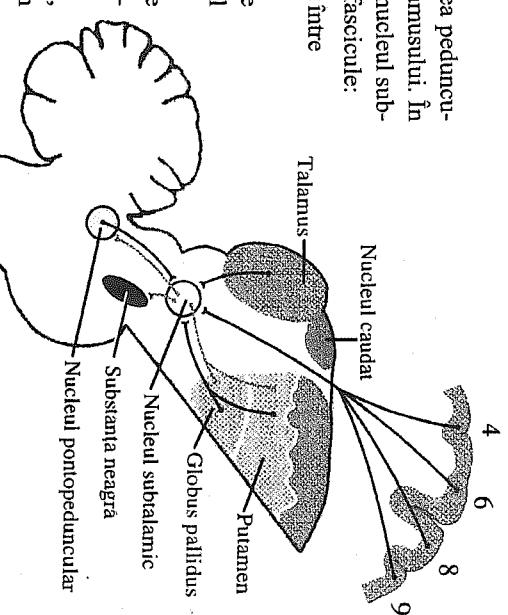


Fig. 70. Conexiunile nucleului subtalamic

FIZIOLOGIA DIENCEFALULUI

TALAMUSUL

Talamusul îndeplinește patru funcții:

- funcția de reie;
- funcția de asociatie;
- funcția motorie;
- funcția de talamus nespecific.

Funcția de reie este îndeplinită de nuclei talmicii specifici, în care se află cel de al treilea neuron al căilor de conducere al tuturor analizatorilor, cu excepția celui olfactiv. La acest nivel există și numeroase sinapse inhibitorii care pot regla intensitatea stimулilor ce se propagă spre ariile corticale. Unele sinapse inhibitorii se găsesc la terminația unor axoni cortico-talmici, prin care se poate controla, voluntar, intensitatea senzațiilor durerioase.

Funcția de asociatie se realizează prin conexiunile unor nuclei talmici cu ariile asociative corticale din lobii parietal, temporal și occipital. Pe baza acestor conexiuni, talamusul ia parte, alături de scoarță cerebrală, la elaborarea unor comenzi voluntare.

Funcția motorie a talamusului se realizează prin intermediul ganglionilor bazali cu care este conectat bidirectional, al neocerebelului și al substanței negre, de la care primește aferente. Comenzile motorii elaborate pe baza acestor aferente sunt apoi trimise eferente spre cortexul motor, de unde provinse comanda pentru motoneuronii somatici, cum se poate constata și din schema prezentată în fig. 71.

Prin poziția sa pe traiectul căilor senzitive și motorii, talamusul participă la integrarea senzitivo-motorie. La unele specii (păsări), talamusul reprezintă cel mai înalt nivel de integrare. La maniere, multe din funcțiile integrative motorii au fost preluate de extrapiramidală telencefal.

Funcția nespecifică este realizată de nucleii talamici nespecifi, care fac parte din formația reticulată.

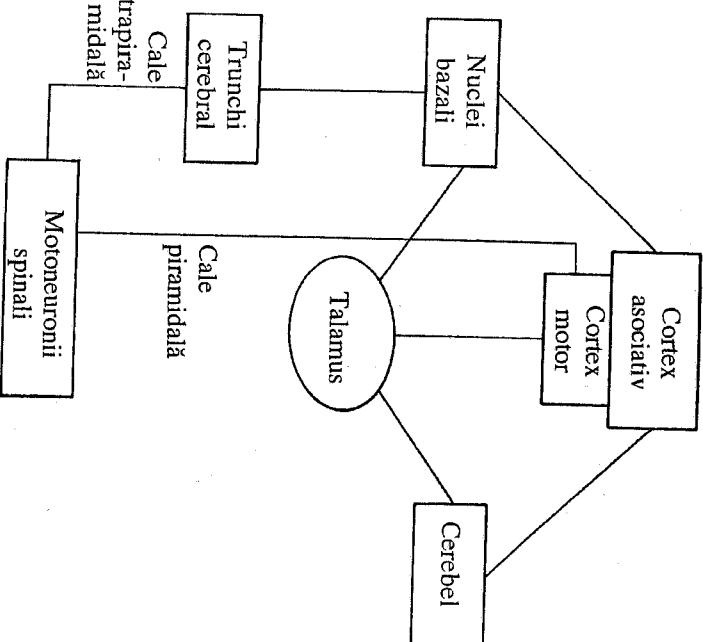


Fig. 71. Rolul nucleelor bazali, al talamusului și cerebelului în comanda motorie

SISTEMUL NERVOUS

Prin aceștia, talamusul participă la reglarea ritmului somn-veghe și la elaborarea unor procese afectiv-emotionale.

HIPOTALAMUSUL

Numit și creierul vegetativ al organismului, hipotalamusul este organul nervos cu cele mai multe funcții pe unitate de volum.

Hipotalamusul are conexiuni cu toate etajele sistemului limbic. De asemenea, hipotalamusul și structurile sale învecinate trimit eferente în trei direcții: descendenter, către trunchiul cerebral, în special către formăja reticulată, ascendent - către etajele superioare ale diencéfalonului și ale scoarței cerebrale, în special către talamusul anterior și cortexul limbic, și spre infundibul - pentru a controla cea mai mare parte a funcțiilor secretorii ale hipofizei anterioare și posterioare. Astfel, hipotalamusul, care reprezintă mai puțin de 1% din masa cerebrală, este unul dintre cele mai importante căi eferente motorii ale sistemului limbic, controlând căea mai mare parte a funcțiilor endocrine și vegetative ale organismului, ca și multe aspecte ale comportamentului emoțional.

Hipotalamusul integrează toate reglările vegetative din organism. Porțiunea sa anterioră coordonează activitatea parasimpaticului, iar cea posterioră pe cea a simpaticului. Astfel, stimularea porțiunii anterioare a hipotalamusului determină scăderea presiunii sanguine și a frecvenței cardiaice, în timp ce stimularea porțiunii posterioare are efecte inverse. De asemenea,

hipotalamusul are rolul de a integra activitatea cardiovasculară cu cea respiratorie, digestivă, excretorie etc. De exemplu, în timpul digestiei, la nivelul vaselor sanguine ale tubului digestiv este necesar un volum mare de sânge, pentru a furniza suplimentul de energie necesar activității secretorii crescute, motilității crescute și pentru a prelua substanțele absorbite la nivelul intestinului subțire. Deoarece volumul de sânge este constant, este necesară o redistribuire a acestuia către teritoriile tubului digestiv, cu scăderea irigației altor tesuturi aflate în repaus în acel moment (piele, mușchi). Aceasta redistribuie și debitului circulator este realizată de hipotalamus.

Hipotalamusul intervine în reglarea metabolismelor intermediere lipidic, glucidic, portidic și a metabolismului energetic. Hipotalamusul anterior favorizează procesele anabolice, iar cel posterior pe cele catabolice, generatoare de energie. Lezarea hipotalamusului produce obezitate sau slabirea exagerată, în funcție de sediul lezunii.

Hipotalamusul reglează activitatea secretoriei a glandei hipofize. Neuronii hipotalamusului anterior au proprietati secretorii endocrine. Toți hormonii secretări de hipotalamus se numesc produși de neurosecreție. Neuronii din nuclei supraoptic și paraventricular secretă vasopresina și oxitocina (sau oxiocina), hormoni transportați de-a lungul axonilor acestor neuroni până în hipofiza posterioară, unde sunt depozitați și de unde sunt eliberati la nevoie. Alți neuroni secreță hormoni care sunt eliberati în sistemul sanguin port hipofizar, ajungând la nivelul hipofizei anterioare, acești hormoni sunt inhibitori sau stimulatori și reglează secreția adenohipofizei. Prin intermediul hipofizei anterioare, hipotalamusul coordonează de fapt activitatea întregului sistem endocrin al organismului.

Hipotalamusul reglează și temperatura corpului. Organismul uman, la fel ca cel al mamiferelor și al păsărilor, este homeoterm, adică are temperatură constantă (de 37°C) și independentă de variațile temperaturii mediului ambient. Menținerea constantă a temperaturii este realizată prin intervenția hipotalamusului, prin mecanism de feedback. În acest circuit de feedback, elementul reglat este temperatura medie a suprafeței corpului sau temperatura săngelui care iriga hipotalamusul. Traducătorii sunt termoreceptori cutanati și neuronii termosensibili, iar efectorii sunt aparatul cardiovascular, pielea, mușchii scheletici și tiroida.

Creșterea temperaturii săngelui care irigă centrii hipotalamici ai termoreglării intensifică activitatea neuronilor termosensibili, în timp ce scăderea temperaturii diminuează activitatea acestora.

Prin sectionarea axului cerebrospinal sub nivelul hipotalamusului, animalele homeoterme devin poikiloterme.

Hipotalamusul reglează echilibrul hidric al organismului prin două mecanisme diferite:

produce senzația de sete și controlează excreția renala a apei.

Centrul setei este o regiune a hipotalamusului lateral, ai cărui neuroni sunt stimulați de creșterea presiunii osmotice sanguine (sau de reducerea volumului sanguin), care determină o creștere a concentrației electroliilor din interiorul acestor neuroni. Senzația conștiintă de sete va determina apariția unui comportament de ingestie de lichide într-un volum corespunzător, astfel încât presiunea osmotica revine la normal. Nucleul supraoptic hipotalamic (sediu secretiei de vasopresină) este responsabil de controlul excreției renale de apă, fiind stimulat, de asemenea, de creșterea presiunii osmotice sanguine. Axonii acestor neuroni se termină în hipofiza post-rioră, de unde secreta vasopresina (numită și hormon antidiuretic). Acest hormon acionează la nivelul tubilor uriniferi contorți distali și colectori, unde induc reabsorbția masivă a apei, reducând astfel eliminările de apă prin urină (fig. 72).

Hipotalamusul reglează apportul alimentar, deoarece în hipotalamus se găsesc centri foamei și ai sajietării. S-a descris centrul foamei în aria hipotalamică laterală, a cărui stimulare

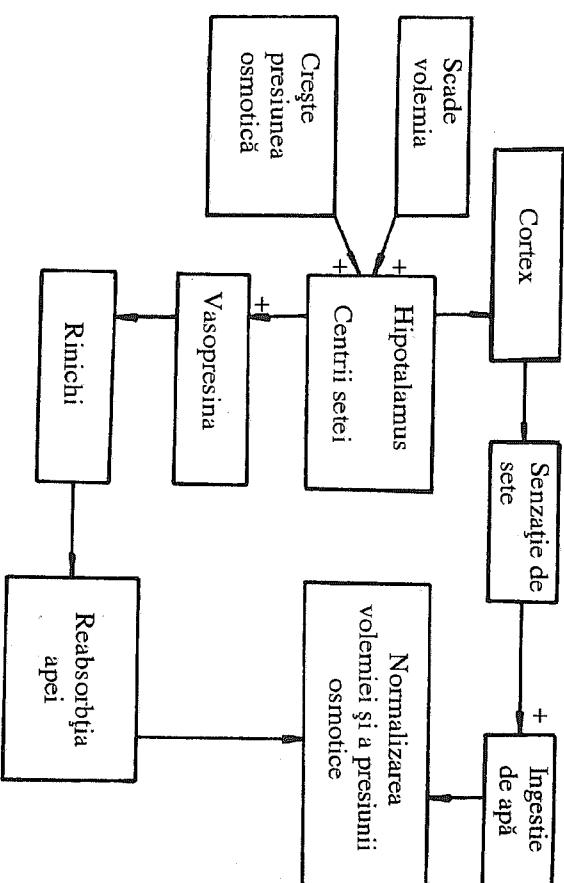


Fig. 72. Rolul hipotalamusului în reglarea volemiei

produce o senzație intensă de foame, apetit exagerat și impulsionează animalul și omul să procure alimente și să le ingere. Centrul foamei este stimulat de scăderea rezervelor metabolice ale organismului. Distrugerea acestui centru este urmată de absența senzației de foame,

pierdere apetitului și înfometarea animalului care poate fi letală. Dimpotrivă, dacă acest centru este hiperactiv, se produce obezitate extremă.

Pe de altă parte, centrul sajietării, situat în nucleul ventromedial, este stimulat de creșterea rezervelor metabolic ale organismului și determină oprirea ingestiei de alimente. Distrugerea acestui centru este urmată de supralimentație și obezitate.

Hipotalamusul reglează activitatea de reproducere a organismului, atât prin participarea la geneza impulsului sexual, cât și prin reglarea secrecției de hormoni gonadotropi hipofizari. De asemenea, nucleul paraventricular hipotalamic secretează oxytocină, hormon care determină creșterea contractilității uterine și contracția celulelor mioepiteliale din canalele galactofore, producând ejeclia laptei. Cantități crescute de oxytocină sunt secrete în timpul gravidității, având un rol important în expulzia fătului. De asemenea, în timpul alăptării, prin stimularea mamarului, se produce excreția reflexă a oxytocinei, care ajută la ejeclia laptei și la hrănirea copilului.

Hipotalamusul este un centru important al vieții afective, alături de sistemul limbic. La acest nivel se elaborează emoțiile, sentimentele și pasiunile, precum și expresia vegetativă a acestora: variațiile frecvenței cardiaice, ale tensiunii arteriale etc. Stimularea diferitelor arii hipotalamice determină apariția reacțiilor de frieț sau de pedeapsă, senzații de înțețe, de placere sau de furie. Recompensa și pedeapsa sunt extrem de importante în mecanismul memoriei și învățării. Orice stimул senzorial nou stimulează scoarța cerebrală; dacă acest stimул nu determină apariția unei senzații de recompensă sau de pedeapsă, prin repetarea lui se va produce obișnuirea animalului cu acel stimул pe care apoi îl va ignora. Dacă, dimpotrivă, stimулul produce o senzație de recompensă sau de pedeapsă, răspunsul cortical va fi din ce în ce mai intens la repetarea stimулului. Astfel, animalul dezvoltă o memorie fratică puternică în legătură cu stimулii care produc recompensă sau pedeapsă și obișnuință față de stimулuri senzoriale indiferenți. Este evident, astfel, că centrii pedeapselor și ai recompenselor din sistemul limbic au un rol important în selecțarea informațiilor pe care le memorăm. Chiar și în procesul de învățare abstractă, memorăm mult mai ușor informații ale disciplinelor de învățământ care ne interesează mai mult.

Hipotalamusul reglează ritmul somn - veghe. Împreună cu formația reticulată a trunchiului cerebral și cu talamusul nespecific, participă la reacția de trezire, la creșterea stării de vigiliență corticală. Leziuni ale hipotalamusului pot produce boala somnului.

Hipotalamusul îndeplinește încă o mulțime de roluri: reglează hematopoieză, crește capacitatea de luptă antiinfecțioasă a organismului etc. Activitatea sa este influențată de scoarța cerebrală, atât de arile vegetative, cât și de cele de asociere.

ANATOMIA EMISFERELOR CEREBRALE

Emisferele cerebrale prezintă partea cea mai voluminoasă a sistemului nervos central. Sunt legate între ele prin comisurile creierului și în interior contin ventriculi laterali, I și II.

Activitatea mai mare a membrului superior, precum și localizarea centrului vorbirii (aria 44 Broca) în emisferă stângă determină asimetria de volum, emisfera stângă fiind mai dezvoltată la dreptaci.

Între cele două emisfere se află fissura longitudinală a creierului, în care se găsește coasa creierului, o dependență a durei mater ce separă cele două emisfere.

FETELE EMISFERELOR CEREBRALE

Emisferele cerebrale prezintă trei fețe: supero-laterală, medială și inferioară (bazală).

Fața supero-laterală

Este convexă și pe ea observăm mai multe șanțuri: fisura laterală a lui Sylvius (parcurge fața laterală în sens antero-posterior; începe pe fața bazală a emisferelor cerebrale), șanțul central Rolando începe pe muchia craniului a emisferelor cerebrale și coboară către fisura laterală Sylvius; șanțul occipital transvers, incizura peoccipitală (fig. 73). Aceste șanțuri delimită cei patru loburi: **lobul frontal**, situat înaintea șanțului central; **lobul parietal**, deasupra scizunii laterale, înapoiă șanțului central și înaintea șanțului occipital transvers și a incizurii preoccipitale; **lobul temporal**, sub fisura laterală, și **lobul occipital**, situat înapoiă șanțului occipital transvers și a incizurii preoccipitale.

Lobul frontal, a cărui extremitate anterioară se numește pol frontal, prezintă două șanțuri frontale (superior și inferior) între care se delimită gurile frontale superioară, mijlociu și inferior. Cele două șanțuri frontale formează, prin bifurcarea lor posterioară, șanțul precentral, care, împreună cu șanțul central, delimită gura precentrală (aria motorie, câmpul 4).

Lobul parietal prezintă un șanț interparietal care, anterior, se bifurcă, formând șanțul postcentral. Între șanțul central și postcentral se află gura postcentrală (aria somestezică, câmp 3, postcentral).



Fig. 73. Emisfera cerebrală, fața supero-laterală

de un șanț vertical, șanțul lunat și mai multe șanțuri orizontale scurte. Între aceste șanțuri se află guri occipitale.

Lobul temporal (extremitatea lui anterioară se numește pol temporal) este parcurs de două șanțuri temporale (superior și inferior), între care se delimită cei trei guri temporali: superior, mijlociu și inferior. Pe față superioară a gurii temporale superioare se văd guri transversi Heschl. În profunzimea fisurii laterale a lui Sylvius se află lobul insulei, care este înconjurat de șanțul circular (Reil).

Fața medială

Deasupra corpului calos, pe față medială, se observă șanțul corpului calos, superior acestuia aflându-se șanțul cinguli, paralel cu șanțul corpului calos (fig. 74). Între aceste două șanțuri se află gura cingulară. Deasupra șanțului cinguli se află gura frontal medial. În partea posterioară a feței mediale se văd două șanțuri: unul oblic - șanțul parieto-occipital și altul orizontal - scizura calcarină. În partea sa posterioară, tractul olfactic prezintă o zonă parietooccipitală se află precuneusul, iar sub scizura calcarină gura linguală.

Fața bazală

Pe față bazală începe fisura laterală a lui Sylvius, care împarte această față în lob orbital, situat anterior de fisura laterală, și lobul temporo-occipital, situat posterior de fisura laterală (fig. 75). La nivelul lobului orbital se remarcă un șanț cu direcție antero-posterioră, șanțul olfactiv, care adăpostește bulbul olfactiv. În partea sa posterioară, tractul olfactic prezintă o zonă

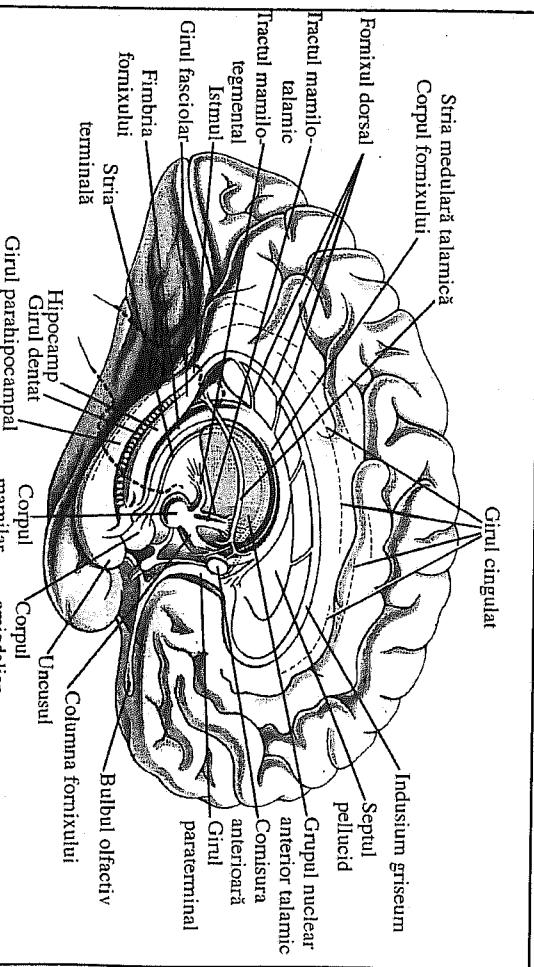


Fig. 74. Emisfera cerebrală, fața medială

SISTEMUL NERVOUS

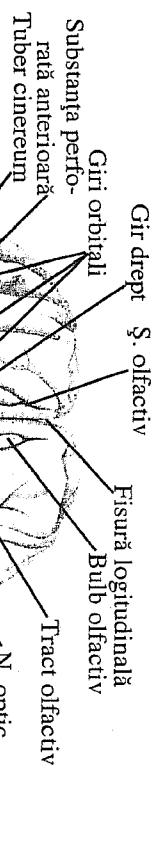


Fig. 75. Emisferul cerebral, fața bazală

mai îngroșată, numită trigon olfactiv. De la trigon pleacă striile olfactive, medială și laterală. Lateral de sănțul olfactiv se află sănțurile orbitare, dispuse sub forma literei "H", între care se delimitizează giri orbitali.

Lobul temporo-occipital prezintă trei sănțuri cu direcție antero-posterioră care, dinspre medial spre lateral, sunt: sănțul hippocampului, sănțul colateral și sănțul occipito-temporal. Între aceste sănțuri se delimitizează trei giri care, în direcție medio-laterală, sunt: girul hippocampic, girul occipito-temporal medial și girul occipito-temporal lateral. Girul hippocampic se termină cu o formătunie ca un cărlig, numită uncusul hippocampic.

STRUCTURA EMISSERELOR CEREBRALE

Ca și la cerebel, scoarța cenușie este dispusă la suprafață, formând scoarța cerebrală, și în profunzime, formând corpii striați (nucleii bazali). Substanța albă formează o masă compactă ce înconjoară ventriculi cerebrai.

Corpii striați

Reprezintă un nucleu important al sistemului extrapiamidal și sunt situați între talamus și scoarța lobului insulei. Corpii striați sunt reprezentați de nucleul caudat și de nucleul

lentiform. Nucleul caudat are formă de virgulă, înconjurătă talamusul și prezintă un cap voluminos, care depășește anterior talamusul, un corp și o coadă care ajunge în lobul temporal. Nucleul lentiform, situat lateral de nucleul caudat, are formă triunghiulară pe secțiune și prezintă o parte laterală, mai închisă la culoare, numită putamen, și o parte medială, mai deschisă, numită globus pallidus.

Putamenul, împreună cu nucleul caudat formează neostriatul, în timp ce globus pallidus formează paleostriatul. Lateral de nucleul lentiform se află claustru, o lama de substanță cenușie a cărei funcție nu este precizată. Între talamus și nucleul caudat, de o parte, și nucleul lentiform, pe de altă parte, se află capsula albă internă. Între nucleul lentiform și claustru se află capsula albă exterñă, iar între claustru și lobul insulei se află capsula albă extrenă.

Neostriatul primește fibre de la scoarță, de la talamus și de la substanță neagră, trimițând fibre spre talamus, scoarță, substanță neagră și spre globus pallidus. Paleostriatul primește fibre de la scoarță, de la neostriat, de la talamus, subtalamus și substanță neagră, trimițând fibre spre talamus, nucleus subtalamic, nucleus roșu, substanță neagră, formația reticulată a trunchiului cerebral și spre oliva bulbară.

Scoarța cerebrală

Reprezintă etajul superior de integrare a activității sistemului nervos (fig. 76). Suprafața

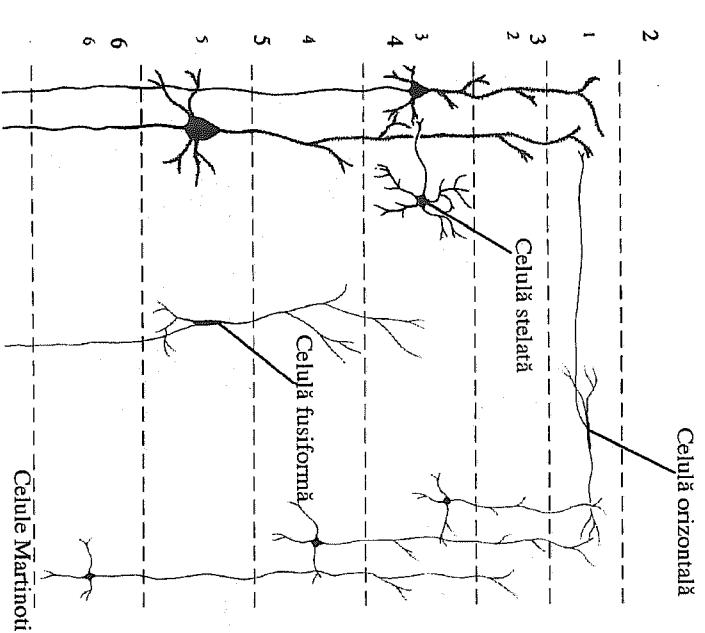


Fig. 76. Strucutura scoarței cerebrale

scoartei cerebrale variază între 1400 - 2800 cm², din care mai puțin de jumătate este vizibilă la suprafață, restul fiind ascunsă în șanțuri și fisuri. Volumul scoarței este de 300 - 400 cm³, grosimea ei variind între 1,5 - 4,5 mm. Contine circa 14 miliarde de neuroni.

Neuroni piramidali. Au formă piramidală, cu vârfuri orientat spre straturile superficiale. De la vârful lor pleacă o dendrită bogată ramificată, care ajunge în straturile superficiale. De la unghiuile laterale pleacă dendrite orizontale, care se termină prin spini. Axonul celulelor piramidale pleacă de la baza lor și se termină în straturile profunde sau părăsește scoarța formând fibre de asociere, comisurale sau de protecție. Există neuroni piramidali mici (10 - 12 μ), medii (20 - 30 μ) și mari (45 - 50 μ). În stratul al 5-lea din aria motorie 4 există și neuroni piramidali gigantici (Betz), (120 - 150 μ), care sunt în număr de aproximativ 30000.

Neuroni granulari. Au formă poligonală și dimensiuni ce variază între 4 - 8 μ. Neuronii granulari au numeroase dendrite care se îndreaptă în toate direcțiile. Axonul lor este scurt și se ramifică în vecinătatea corpului neuronal. Neuronii granulari se găsesc în toate straturile scoarței, dar sunt mai numeroși în straturile 2 și 4.

Neuroni fusiformi. Se găsesc în straturile profunde ale scoarței. De la ambele poli ai neuronilor fusiformi pleacă cîte o dendrită (una ascendentă, cealaltă descendente). Dendrita ascendentă urcă spre straturile superficiale, iar cea descendente coboară spre straturile profunde. De la polul profund al neuronilor fusiformi pleacă axonul care poate părașii scoarță, formând fibre de asociere și comisurale.

Celule orizontale Cajal. Se găsesc numai în stratul superficial al scoarței. Axonul lor este orizontal și se pune în legătură cu dendritele celulelor piramidale.

Celule Martinotti. Se găsesc în straturile 3, 5, 6 ale scoarței. Au un axon ascendent care ajunge în stratul superficial al scoarței.

În scoarță cerebrală se mai găsesc și fibre, dintre care unele orizontale, altele verticale.

Studiul citoarhitectonic (al neuronilor) și mieloarhitectonic (al fibrelor din scoarță) au permis împărțirea scoarței cerebrale în:

- **Allocortex** (arhipallium), format din 2 - 3 straturi. Acesta este la rîndul său împărțit în: arhcortex, caracterizat prin trei straturi relativ bine individualizate (formațiunea hipo-campică), și paleocortex, în care straturile sunt difuz delimitate (lobul piliform).

Izocortex (neopallium), caracterizat prin 6 straturi. Acesta poate fi împărțit în:

- izocortex homotopic, specific artilor de asociere, în care cele 6 straturi sunt relativ proporțional dezvoltate
- izocortex heterotopic, specific artilor de protecție. Acest tip de scoarță este de două feluri: agranular, în care predomină celulele piramidale, până la dispariția celulelor granulare (apare în arile motorii), și granular (conicortex), în care predomină celulele granulare ramificate ale celulelor piramidale, dendritele ascendențe ale neuronilor fusiformi, axonii ascendenti ai celulelor Martinotti și axonii orizontali ai celulelor orizontale Cajal.

Stratul corpuscular (lama corpusculară) conține celule granulare numeroase și neuroni piramidali mici și medii ai căror axoni se opresc în straturile profunde sau participă la formarea fibrelor de asociere și comisurale.

Stratul piramidal (lama piramidală) conține numeroase celule piramidale, mici, medii și mari. Dendritele lor urcă spre stratul superficial, iar axonii fie ajung în straturile profunde ale scoarței, fie părăsește scoarța, intrând în alcătuirea fibrelor de asociere, comisurale și a fibrelor de protecție. În stratul principal se mai găsesc celule granulare, neuroni fusiformi și celule Martinotti cu axon ascendent.

Stratul granular (lama granulară) conține numeroase celule granulare și este cel mai subțire strat după stratul zonal. În acest strat mai găsim neuroni piramidali mici și medii care și trimit dendritele către stratul superficial, iar axonul se opresc în straturile profunde sau părăsește scoarță, formând fibre de asociere sau comisurale.

Stratul ganglionar (lama ganglionara) conține neuroni piramidali mari ale căror dendrite urcă spre stratul superficial, iar axonii participă la formarea fibrelor de protecție. Mai conține neuroni fusiformi și celulele Martinotti cu axon ascendent.

Dendritele acestor celule se îndreaptă spre straturile superficiale, iar axonul lor formează fibre de asociere și comisurale. Conține și celulele Martinotti cu axon ascendent.

Mezocortex. Este un cortex mixt, în care insule de allocortex sunt înconjurate de izocortex. Este localizat în girul cingular.

Densitatea neuronilor poate varia: când predomină celulele piramidale cu rol motor, cortexul se numește heterotopic agranular și este caracteristic pentru arile motoare; când predomină straturile granulare și sunt reduse sau lipsesc straturile cu celulele piramidale, cortexul se numește heterotopic granular (comicortex) și este caracteristic artilor senzitive și senzoriale.

Există regiuni ale scoarței în care găsim mai puțin de șase straturi. Vorbim, în acest caz, de arhipallium (allocortex), care este mai vechi. Arhipalliumul îl găsim în sistemul limbic.

Studiul dispoziției neuronilor - citoarhitectonia - și al orientărilor fibrelor nervoase - mieloarhitectonia - au dus la delimitarea porțiunilor de cortex cu aceeași structură, cunoscuțe sub numele de arile lui Brodmann (peste 45 de arii).

Substanța albă a emisferelor cerebrale

Este formată din trei feluri de fibre: de protecție, comisurale și de asociere.

Fibrele de protecție sunt fibre corticopetale și corticofugale, unind în ambele sensuri scoarța cu centri subiacenți. Aceste fibre converg în jurul corpului striat și talamusului, formând corona radiata. Fibrele comisurale unesc cele două emisfere, formând corpul calos, formixul și comisura albă anterioară.

Corpul calos are forma unui arc de cerc turtit cranio-caudal, prezentând un corp a căruia extremitate anterioară, curbată, numită genuchi, se termină cu o porțiune ascuțită, numită rotundă, care se prelungesc cu lama terminală. Extremitatea posterioară, mai voluminoasă, poartă numele de spleniu. Fața superioară a corpului calos este învelită de o lamă de substanță cenușie-indusiu griseu sau girul supracalosal. Fața superioară a corpului calos vine în raport cu coasa creierului și cu sinusul venos sagital inferior.

Fibrele corpului calos radiază în substanța albă a emisferelor cerebrale, formând radiata corpului calos. Fibre care radiază la nivelul genuchiului formeză forceps minor care unește fețele mediale ale lobilor frontal și temporal. Fibrele de la nivelul spleniuului alcătuiesc, în lobul occipital, forceps major.

Fornixul (trigonul cerebral) se află sub corpul calos. În partea centrală prezintă corpul mamilari, iar posterior corpul se îndreaptă spre hipocamp, formațiune apartinând sistemului limbic.

Între columnele fornixului și genuinchiul corpului calos se află septul pelucid format din două lame, între care se află cavitatea septului pelucid.

Comisura albă anterioră trece anterior de columnele fornixului și se răsfrâng în regiunea anteroioră a lobului temporal.

- Fibrele de asociere leagă regiuni din aceeași emisferă cerebrală. Ele pot fi scurte și se numesc arcuate; leaga giri din același lob sau giri vecini, din lobi diferiți (girul precentral din lobul frontal cu girul postcentral din lobul parietal). Fibrele lungi formează fascicule bine individualizate:
 - fasciculul longitudinal superior, care unește lobul frontal cu lobul occipital;
 - fasciculul longitudinal inferior, care unește lobul occipital cu lobul temporal;
 - fasciculul uncinat, care unește lobul frontal cu lobul temporal;
 - fasciculul fronto-occipital, situat profund de fasciculul longitudinal superior, care unește lobul frontal cu polii occipital și temporal;
 - fasciculul perpendicular, care se găsește în lobul occipital și unește lobul parietal de temporal.

LOCALIZĂRI CORTICALE

Ariile corticale, după funcția lor, pot fi clasificate în: arii de proiecție aferente, receptoare sau senzoriale, arii de protecție eferente, efectoare sau motorii și arii de asociere. În realitate, toate ariile de protecție senzoriale sau motorii primesc aferențe și trimit eferențe, de aceea denumirea corectă ar fi de arii senzorio-motorii, în particular pentru ariile pre și postcentrale.

Ariile de proiecție aferente sunt: somestezice, vizuale, auditivă, gustativă, olfactivă și vestibulară (fig. 77).

Aria primară a sensibilității generale (aria somestezică primară) este localizată în girul postcentral, câmpurile 3, 1, 2. În aria primară, centrii sunt localizați de sus în jos, după silueta răsturnată a corpului. Organismul se prezintă sub forma unei caricaturi monstruoase, la care ies a corpului a primit numele de **homunculus senzitiv** (fig. 78).

Mâna și degetele ocupă o suprafață mare, aproape egală cu cea a trunchiului și membrelor la un loc; aceasta se explică prin importanța funcțională a mâinii și densitatea receptorilor cutanati existenți în segmentul respectiv. În această arie se proiectează fibrele care alcătuiesc calea sensibilității exteroceptoive (tactile, termice, durerioase și de presiune) din piele, precum și fibrele sensibilității proprioceptoive (excitații culese de la tendoane, articulații, muschi, periost, ligamente).

Senzajile de la acest nivel sunt senzații elementare, nu dau informații asupra calității, intensității și originii stimулului. Posterior de girul postcentral, în lobul parietal se află ariile 5 și 7 somatospinice, care au rolul de a recunoaște asemănări și deosebiri ale senzațiilor produse de un obiect. Recunoașterea obiectelor se realizează în lobul parietal inferior (ariele 39 și 40) în aria tactognostică.

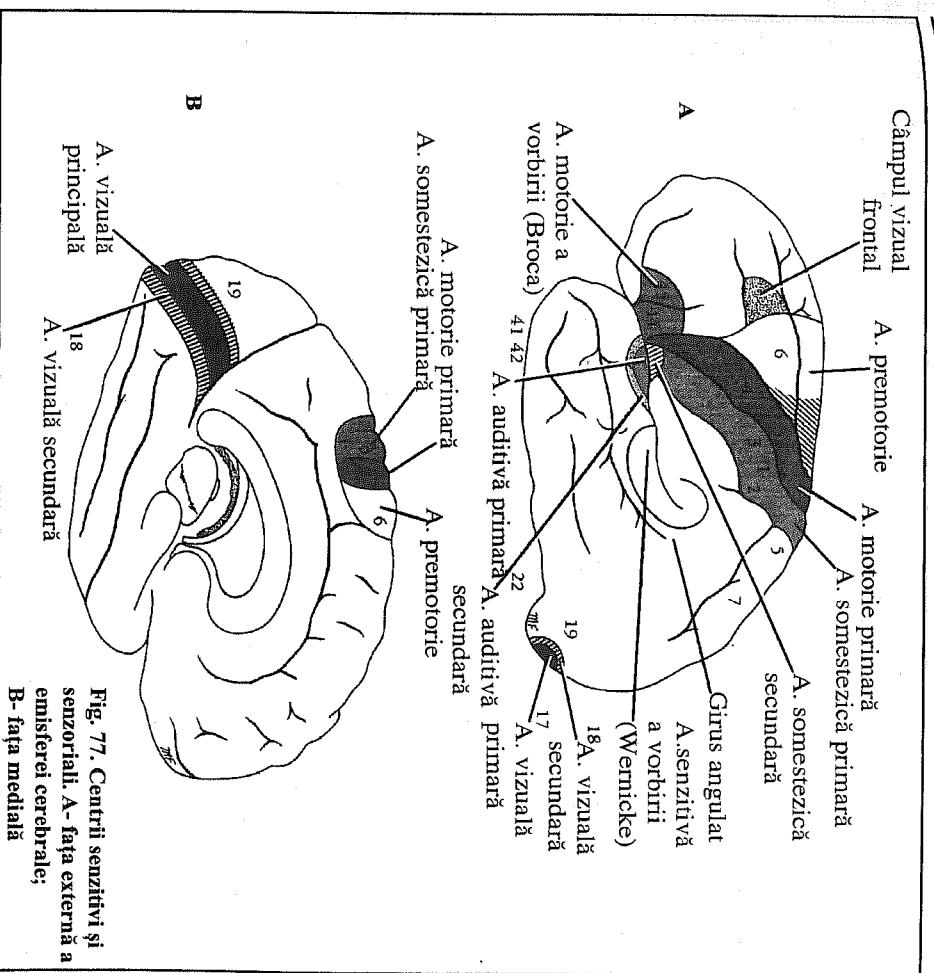


Fig. 77. Centrul senzitiv și sezonorial. A - tăta externă a emisferii cerebrale; B - tăta medială

Aria secundară somestezică este situată de-a lungul buzei superioare a șanțului lateral. Este mai redusă decât cea primară. Această arie răspunde mai puțin la sensibilitatea tactilă, dar cu predominanță la cea durerioasă și termică. Membrii superioř se protecțiază în partea antero-laterală, iar cel inferior în partea postero-medială a ariei somestezice secundare.

Ariile vizuale sunt localizate în lobul occipital, pe buzele și în profunzimea șanțului calcarin și în părțile vecine din cuneus și girul lingual. Aria vizuală primară este reprezentată de câmpul 17 sau aria striată, pe care retina se proiectează punct cu punct. Aria striată a fiecarei emisfere primește informații de la câmpul vizual temporal ipsilateral și de la câmpul vizual nazal al retinei contralaterale. În stratul IV al scoarței din aria striată există stria lui Genai, vizibilă cu ochiul liber. Aria vizuală secundară, câmpul 18 (aria parastriata), este principala arie de asociere. Câmpul 18 este centrul memoriei vizuale. O a treia arie vizuală este reprezentată de câmpul 19, aria peristriată. Câmpul 19 are rol în orientarea spațială și corecțuirea imaginii. Anterior de aria peristriata (19), în girul angular, se află centrul cititului. Lezarea lui duce la o cecitate verbală, în care caz boala nu poate fi citită, deși uneori poate diferenția literele și chiar să le reproducă, dar nu poate sesiza semnificația convențională a cuvântului scris.

Ariile auditive. Aria auditivă primară este localizată pe față superioară a girului temporal superior, în giri transversi Heschl, câmpurile 41 și parțial 42, care primesc aferente geniculo-temporale de la corpul geniculat medial. Aria auditivă secundară este constituită din câmpul 42 (parțial) și câmpul 22. Excitarea câmpurilor 42 și 22 produce senzația de sunet, de dangăt de clopot sau făină de greier. Lezarea câmpului 22 provoacă afazia senzorială (boalaul aude, dar nu poate interpreta sunetul, în special cuvintele).

Aria gustativă este situată imediat superior de sănțul lateral Sylvius, în regiunea inferioară a girului postcentral, câmpul 43.

Aria vestibulară nu are o localizare precisă, după unii autori ar fi situată în girul temporal superior, înapoi de arterei auditive, după alții ar fi situată în lobul parietal.

Aria olfactivă este localizată în cortexul piriform, aria entorinală, câmpul 28. Distrugerea, în mod experimental la animale și accidental la om, a acestor arii de proiecție aferente duce la pierderea sensibilității, în cazul ariei senzitive, sau la pierderea funcției, în cazul ariilor senzoriale (orbire, surditate, anosmie de tip central, deși organele receptorice respective sunt intacte).

Ariile de proiecție eferente sunt originea căilor cortico-fugale. Au rol în inițierea mișcărilor voluntare, în integrarea funcțiilor motorii și modificarea tonusului muscular. Aria somatomotorie primară corespunde câmpului 4 din girul precentral. În aria 4, centrii sunt localizați de sus în jos după silueta răsturnată a corpului. La acest nivel se formează o caricatură monstruoasă, la care ies în evidență mâna (în special degetul mare), pentru coordonarea activității manuale, și capul, pentru coordonarea activității fonatorii și mîncării. Această proiecție deformată a organismului a primit numele de **homunculus motor** (fig. 79). Aria 4 conține în stratul 5 neuroni piramidați gigantici Betz (120 - 150 μ). Există aproximativ 30000 neuroni Betz în fiecare emisferă.

Aria premotorie (6) se află anterior de aria 4. Anterior de aria 6 se află câmpul frontal al ochiului (aria 8), care controlează mișările voluntare ale ochilor, ca și mișcările conjugate ale globilor oculari.

Aria motorie secundară corespunde ariei somestezice secundare (câmpurile 40 și 43) peste care se suprapune. Are rol în comanda motorie ipsilaterală a feței.

Aria motorie suplementară este localizată pe față medială a girului frontal superior, anterior de aria primară. Stimularea ei are ca rezultat trei tipuri de mișcări: adaptarea de postură, mișcări complexe stereotipice și mișcări rapide necoordonate.

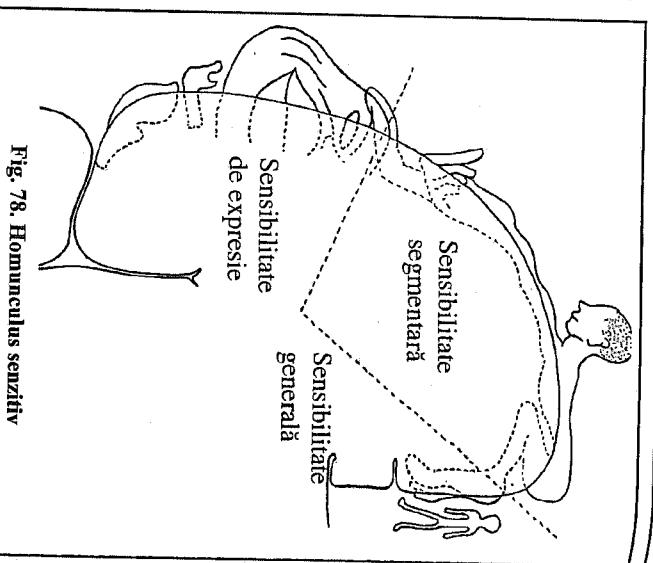


Fig. 78. Homunculus senzitiv

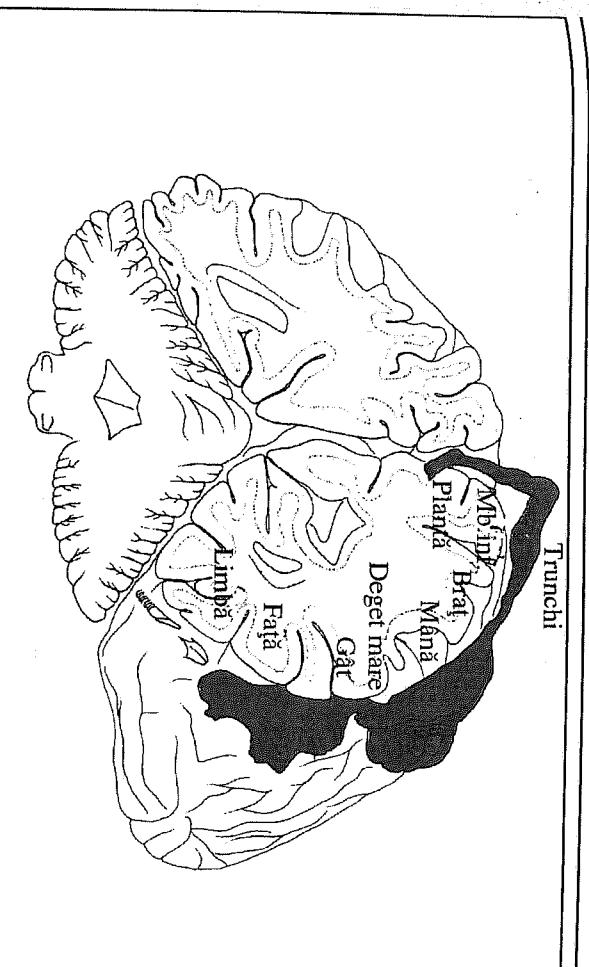


Fig. 79. Homunculus motor

Ariile extrapiramidaile ocupă aproape în întregime regiunea cortexului, dar în special aria premotorie 6, aria motorie suplimentară (față medială a girului frontal superior) și aria motorie secundară. Suprafața ocupată de ariile extrapiramidaile reprezintă 85% din totalitatea cortexului motor. Aceste arii cuprind ariile subpresaive, originea fibrelor parapiramidaile și ariile extrapiramidaile propriu-zise.

Ariile subpresaive, a căror stimulare inhibă funcționarea ariei motorii primare, sunt: 4_s aria premotorie 6, 2_s postcentrală, 19_s occipitală și 24 cingulară. Influxul subpresor al acestor arii ajunge la nucleul caudat, care îl transmite la globus pallidus. Acesta îl transmite, prin intermediul talamusului, spre scoarta precentrală din câmpurile 4 și 6. În acest circuit cortico-strio-Palido-talamo-cortical, talamusul are rol centralizator, controlând amplitudinea și modul în care a fost executată mișcarea.

Ariile extrapiramidaile propriu-zise sunt repartizate cortexului fronto-parieto-temporal și mai puțin occipital. Caracterul principal al acestor arii este excitabilitatea redusă față de cea a câmpului 4, care se manifestă controlateral. De la aceste arii extrapiramidaile pleacă fibre corticopontine care ajung la nucleii din punct și de aici, prin fibre pontocerebeloase, la scoarta cerebelului (neocerebelului). De la scoarta cerebelului ajung la nucleul dimitat, apoi la talamus și de aici înapoi la scoarta cerebrală, încheind circuitul cortico-ponto-cerebelo-talamo-cortical. Rolul acestui circuit este de a aduce influxul nervos de reglaj cerebelos în execuția mișcărilor voluntare.

Ariile vegetative se găsesc în girul cingular, în grădini orbitari ai lobului frontal, la nivelul hipocampului și în lobul insulei. Acest ansamblu formează creierul visceral. El este conectat în ambele sensuri cu talamusul, hipotalamusul și sistemul limbic.

Centrul limbajului. Emisfera stângă la dreptaci și cea dreaptă la săngaci intervin în limbajul articulat. Existența unei emisfere dominante este necesară, decarece lipsa dominantei duce la bâlbâială. Centrul limbajului se află în girul frontal inferior, în câmpurile 44, 45 (aria

vorbirii Broca), situate anterior de aria motorie principală (aria 4). Lezarea acestor arii duse la afazie motorie (anarthrie), în care bolnavul nu-și poate exprima oral ideile.

Centrii scrișului se află în girul frontal mijlociu, anterior de aria motorie principală. Lezarea lui determină agraphie, care constă în imposibilitatea de a scrie, cu totate că mușchii mâinii pot mobiliza degetele cu dificultate în alte scopuri.

Zonele de asociere determină activități psihomotorii și psihosenzitive prin integrarea funcțională a arilor motorii cu cele senzoriale. Ele s-au dezvoltat mai recent pe scară filogenetică și ocupă o mare extindere în scoarța cerebrală.

SISTEMUL LIMBIC

Structurile care alcătuiesc sistemul limbic sunt interpuse între diencéfalon, în jurul căruia formează un arc de cerc, și neocortex.

Are conexioni întinse cu sistemul olfactiv, hipotalamus, talamus, epitalamus și mai puțin cu neocortexul.

Componentele sistemului limbic sunt cele prezентate în continuare.

Calea olfactivă

Este formată din nervii olfactivi, bulbul olfactiv, trigonul olfactiv, striile olfactive (mediale și laterale) și lobul piriform (conține aria entornală), situat în girul hipocampic.

Substanța perforată anterioară

Se găsește între trigonul olfactiv și striile olfactive, situate anterior, chiasma optică și tractul optic, situate medial, și uncusul hipocampic, situat caudal. Lateral se continuă cu corpul amigdalian.

Corpul amigdalian

Se află în profunzimea lobului temporal.

Stria terminală

Are originea, în cea mai mare parte, în corpul amigdalian și în dreptul comisurii albe anterioare, majoritatea fibrelor sale terminându-se în nuclei striei terminale, restul fibrelor mergând spre aria septală și spre hipotalamus.

Aria septală

Se găsește în vecinătatea septului pelucid. Ea primește aferențe de la corpul amigdalian prin stria terminală, de la substanța perforată anterioară, de la hipocamp, prin intermediul formixului, de la hipotalamus și de la formația reticulată a mezencefalului. Aria septală trimite eferențe spre corpul amigdalian ipsi- și contralateral, spre hipotalamus, formația reticulată mezencefalică și spre hipocamp prin intermediul formixului.

Hipocampul (cornul lui Ammon)

Se află în vecinătatea girului hipocampic, de care este separat prin sănțul hipocampic. Aferențele hipocampului provin de la lobul piriform. Eferențele iau calea formixului și ajung la nuclei septali și la hipotalamus. Zonele de asociere determină activități psihomotorii și psihosenzitive prin integrarea funcțională a arilor motorii cu cele senzoriale. Ele s-au dezvoltat mai recent pe scară filogenetică și ocupă o mare extindere în scoarța cerebrală. Localizările

vegetative se găsesc în partea frontală laterală și pe fața orbitală a lobului frontal, cuprinsând arile 10, 11, 12, 13, 14 (aria prefrontală). Prin excitarea acestor arii se intensifică reacțiile vegetative respiratorii, circulatorii, gastro-intestinale și excretorii.

FIZIOLOGIA EMISFERELOR CEREBRALE

GENERALITĂȚI

Rolul specific al creierului este de a prelucra informația. Sediu principal al acestui proces este scoarța cerebrală care funcționează în strânsă colaborare cu numeroase structuri subcorticale. Pentru a prelucra informația, scoarța cerebrală trebuie mai întâi să o primească.

Informația pătrunde în sistemul nervos prin intermediul receptorilor, de unde este trimisă pe căi specifice la scoarță, în arile sensitive specifice. Aceste informații sunt apoi comparate, la nivelul arilor asociative, cu informațiile culese de ceilalți analizatori, precum și cu datele din memorie. Pe baza sintezei complexe a tuturor informațiilor este elaborată starea de conștiință și sunt luate decizii automate și cele voluntarne (fig. 80).

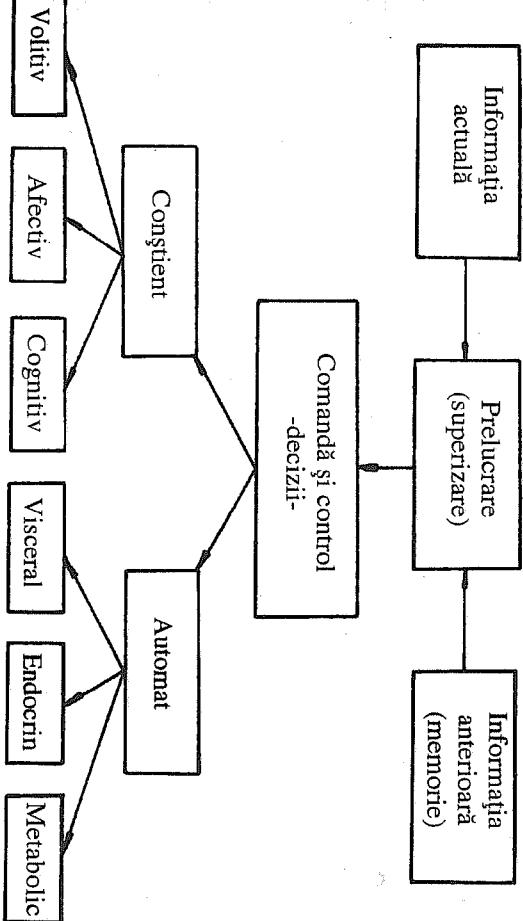


Fig. 80. Schema generală de funcționare a creierului

FUNCȚIILE NEOCORTEXULUI

Scoarța cerebrală, cca mai nouă structură nervoasă din punct de vedere filogenetic, are trei categorii de funcții: funcții sensitive, funcții asociative, funcții motorii. Pe baza acestor funcții se realizează procesele psihice caracteristice ființei umane: procese cognitive, procese afective, procese volitive.

Funcțiile sensitive

La nivelul scoarței cerebrale s-au evidențiat numeroase arii senzitive, specializate în prelucrarea unui anumit tip de informație. Acestea sunt segmentele corticale ale analizatorilor

și sunt denumite arii senzitive primare. La nivelul lor se termină axonii neuronilor talamici (cel de-al treilea neuron al căror specificitate de conducere ascendentă). În urma stimulării specifice a acestor arii este elaborată senzația elementară specifică (auditivă, vizuală, tactilă, etc.). Rolul sensitiv al acestor arii nu este exclusiv, iar funcția de prelucrare a diferențelor semnale trimise de la receptorii nu se desfășoară izolat. Există numeroase structuri subcorticale (talamusul, mezencefalul) și spinale, cu rol asemănător, dar cu o prelucrare elementară a diferențelor semnale trimise de la receptorii senzitivi.

Senzațiile vagi de lumină, sunet, durere sunt elaborate încă la nivel mezencefalo-diencefalic. Unele de altă parte, în procesul complicat de reconstituire conștiință a informației continute în lumea senzitivă mai întâi în ariile primare, apoi în ariile secundare. Pentru a înțelege mai bine funcția ariilor senzitive primare, să exemplificăm ce se întâmplă după distrugerea ariei somestezice! persoana respectivă pierde capacitatea de a localiza exact diferențele senzatoriilor din diferitele părți ale corpului, deși poate preciza, de exemplu, la nivelul cărei mâini este senzarea respectivă (funcție îndeplinită de talamusul);

- nu poate aprecia diferențele grade ale presiunii exercitate la nivelul corpului;
- nu poate preciza corect greutatea obiectelor;
- nu poate identifica formă sau mărimea obiectelor (situație numită astereognozie);
- senzațiile extremitatea de fine produse de deplasarea pielii pe suprafața obiectelor.

De asemenea, se poate altera și aprecierea durării și a temperaturii, fie a intensității, fie a calității acestor două simptomi. Dar ce e mai important, se pierde capacitatea de a localiza aceste două senzatori, deoarece această localizare depinde, în principal, de stimularea simultană a receptorilor tactili, care se protecțează în aria somestezică I.

Funcțiile asociative

În ariile senzitive primare iau naștere senzațiile elementare (lumină, culoare, sunet etc.). Percepția complexă a lumii exterioare și a semnificațiilor diferențelor senzatoriilor se realizează în ariile asociative, spre care sosesc impulsuri de la mai multe arii primare și chiar și de la structuri subcorticale. Ariile asociative sunt teritoriul cortical care nu pot fi încadrăte în categoria ariilor primare sau secundare, senzitive sau motorii. În ariile asociative se petrec procesul cel mai înalt de prelucrare a informațiilor senzitive. Aici are loc elaborarea modelului conștiinței lumii, apărând cunoștința propriiei existențe, iau naștere voința și deciziile (fig. 81). Deși primește informații de la mai multe structuri, ariile asociative au propriile specializări, după cum vom vedea în continuare. Topografic, ariile asociative se găsesc în zona parieto-occipito-temporală, zona prefrontală și aria asociativă limbică.

Aria asociativă parieto-occipito-temporală ocupă spațiul cortical dintre cortexul somato-senzitiv (anterior), cortexul vizual (posterior) și cortexul auditiv (lateral). Ea asigură un nivel ridicat de interpretare a semnificațiilor semnalelor de la toate ariile senzitive învecinate. Această aria asociativă are propriile sale subarii funcționale:

- O zonă situată în cortexul parietal posterior, cu extindere către cortexul occipital superior, asigură analiza continuă a coordonateelor spațiale ale tuturor părților corpului, ca și ale obiectelor înconjurațoare. Astfel, individul poate să controleze mișcările corpului, ale unui segment față de celălalte, precum și ale corpului față de obiectele din jur. În absența acestei arii, un individ nu și poate planifica mișcările celor două jumătăți ale corpului,

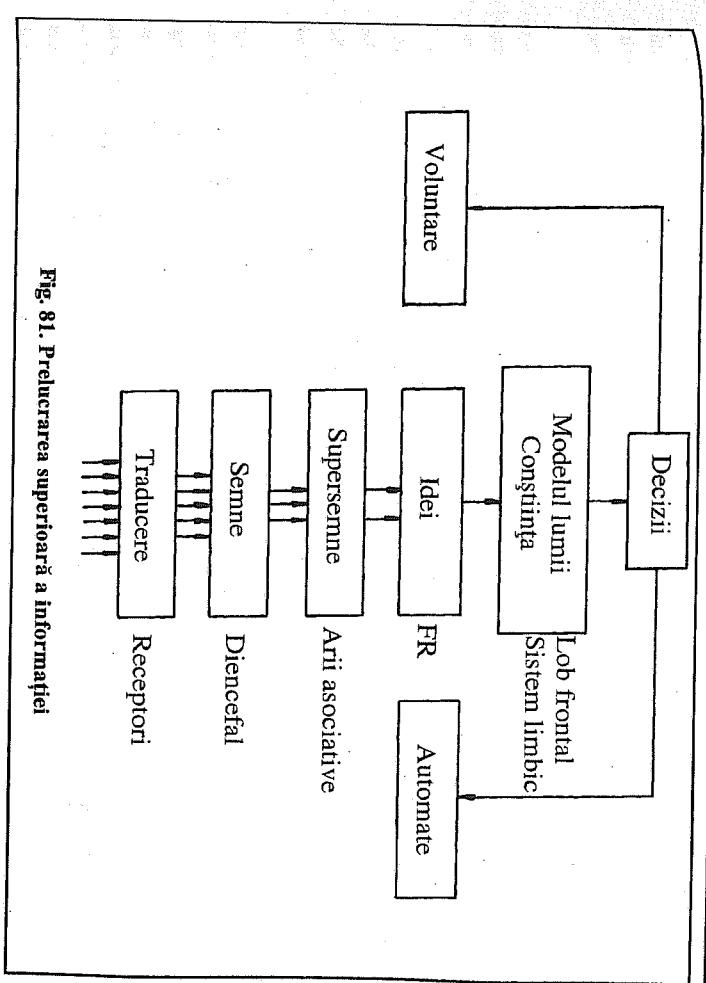


Fig. 81. Prelucrarea superioară a informației

el "uită" de existența părții opuse celei care efectuează mișcarea, atât din punctul de vedere senzitiv, cât și din cel al planificării mișcărilor voluntare (asomatognozie).

- O zonă situată în partea posterioară a lobului temporal, în spatele cortexului auditiv primar, numită aria Wernicke, este, din punctul de vedere al funcțiilor intelectuale, cea mai importantă regiune a creierului, deoarece cea mai mare parte a acestora au la bază limbajul. Din acest motiv, este numită și aria interpretativă generală (sau aria a înțelgerii limbajului). Această aria este dezvoltată în mod deosebit în emisfera cerebrală dominantă (emisfera stângă la dreptaci și cea dreaptă la stângaci) și joacă cel mai important rol al cortexului cerebral, în ceea ce numim inteligență. Din acest motiv, această aria a mai fost numită și aria gnostică, aria cunoașterii, aria asociativă terțiară etc.
- După distrugerea ariei Wernicke, un individ audă cuvintele și poate chiar să recunoască semnificația unora dintre ele, dar nu poate să aranjeze aceste cuvinte într-o idee coerentă (afazie auditivă sau surdită psihică). De asemenea, poate citi cuvinte scrise, dar nu poate recunoaște sensul acestora. Aria Wernicke este importantă pentru interpretarea semnificațiilor complexe ale diferențelor experiențe senzitive. În funcția ariei Wernicke un rol esențial îl are limbajul. O mare parte a experienței noastre senzitive este convertită într-un echivalent al limbajului, înainte de a fi stocată în memorie și înainte de a fi prelucrată în scopuri intelectuale. De exemplu, atunci când citim o carte, nu memorăm imaginiile cuvintelor tipărite, ci cuvintele însele sub forma limbajului. De asemenea, informația cuprinsă în cuvinte este de obicei transformată înainte în limbaj și abia apoi este descifrat înțelesul ei. Aria Wernicke este aria senzitivă pentru interpretarea limbajului, din emisfera dominantă. Ea are conexiuni

strânsă atât cu aria auditivă primară, cât și cu ariaile auditive secundare din lobul temporal. Această relație extrem de strânsă este probabil rezultatul faptului că primul contact cu limbajul este auditiv. Mai târziu, când se dezvoltă percepția vizuală a limbajului (prin citit), informația vizuală este probabil direcționată către regiunile pentru limbaj deja dezvoltate în lobul temporal dominant.

Posterior de aria Wernicke, situată în regiunea girusului angular din lobul occipital, este o aria de prelucrare vizuală secundară, care trimit informațiile despre cuvintele citite către aria Wernicke. În absența acesteia, un individ poate înțelege limbajul vorbit, dar nu și pe cel scris (cecitate psihică sau afazie vizuală).

În porțiunile cele mai laterale ale lobului occipital anterior și ale lobului temporal posterior se află o aria pentru denumirea obiectelor. Individul ia cunoștință de numele obiectelor pe cale auditivă, în timp ce natura obiectelor este percepță pe cale vizuală. La rândul lor, numele obiectelor sunt esențiale pentru înțelegerea limbajului și pentru funcțiile intelectuale, funcții îndeplinite de aria Wernicke.

Teritorul prefrontal este sediul controlului cortical al funcțiilor vegetative. Este conectat bidirectional cu talamusul și cu hipotalamusul. Asigură integrarea funcțiilor vegetative în acte complexe de comportament uman. Tot aici se află și sediul personalității noastre. Aria asociativă prefrontală are conexuni funcționale foarte strânse cu cortexul motor, planificând modelul complex și secvențialitatea fiecărui activitate motorie. În acest scop, primește un fascicul voluminos de fibre subcorticale ce leagă teritoriul prefrontal de aria asociativă parieto-occipito-temporală. Prin aceste conexiuni, cortexul prefrontal primește multiple informații senzitive precum și special informații despre coordonatele spațiale ale diferitelor segmente ale corpului, absolut necesare pentru planificarea corectă a mișcărilor. În același mod, cortexul prefrontal este esențial în desfășurarea proceselor intelectuale, de ideafie. Acesta este capabil să combine informațiile nonmotorii primite de la diferențele arii corticale și să elaboreze diferite tipuri de activități voluntare nonmotorii, la fel ca și pe cele motorii. Din acest motiv, aria prefrontală este considerată sediul gândirii.

O regiune deosebită a cortexului prefrontal este așa-numita aria Broca, situată parțial în regiunea lateral-posterioră a cortexului prefrontal și parțial în aria premotorie. Aici este locul unde se inițiază și se execută modelul motor al exprimării fiecărui cuvânt în parte. Această aria funcționează în strânsă legătură cu aria Wernicke. În urma distrugării acestei zone, bolnavul știe ce vrea să spună, poate emite sunete, dar nu este capabil să articuleze cuvintele (afazie motorie). Aceasta poate fi mai bine evidențiat prin distrugerea lobilor prefrontali (așa-numita lobotomie, practicată în urmă cu câteva decenii pentru tratarea anumitor boli în psihiatrie, înainte de descooperarea medicamentelor moderne):

- pacientul pierde capacitatea de a rezolva probleme complexe;
- el nu poate realiza în mod secvențial mai multe sarcini pentru a atinge un anumit țel și, în general, își pierde ambiția;
- devine incapabil să învețe să efectueze mai multe activități în același timp, în paralel;
- scade, uneori marcat, agresivitatea individului;
- comportamentul social devine inadecvat față de situația de moment (vesel la înormântare, trist la nuntă), are bizarrii de comportament, inclusiv pierderea valorilor morale și lipsă de reținere față de sex și excremente;

- pacienții pot vorbi și înțeleg limbajul, dar nu pot să dezvolte o idee, iar starea lor de spirit se modifică extrem de repede, de la blândețe la furie, la exaltare și la tristețe; pacientul poate să realizeze aproape toate mișcările pe care le-a executat de-a lungul vieții, dar fără un scop anume.

Aria asociativă limbică este situată la polul anterior al lobului temporal, în porțiunile ventrale ale lobului temporal și în girusul cingulat. Această aria este responsabilă de comportament, emoții și motivație (impuls).

La 90% din oameni, aria asociativă generală (aria Wernicke) este mai dezvoltată în emisfera cerebrală stângă decât în cea dreaptă. Concomitent, și centrii motori ai scrisului și ai vorbiului din lobul frontal stâng, precum și girusul angular sunt mult mai dezvoltăți. Activitatea emisferei stângi domină activitatea întregului creier pentru funcțiile cognitive și motorii la majoritatea oamenilor. Aceșia sunt "dreptaci". Într-un procent mai mic (cam 10%), emisfera dreaptă este dominantă pentru activitățile sus-menționate ("stângaci"), și într-un număr și mai redus ambele emisfere sunt dominante ("ambidextri").

Emisfera dominantă sau codominantă cooperează foarte strâns cu cealaltă prin intermediul căilor comisurale, în special a corpului calos, pentru a asigura unitatea de vederi și de acțiune.

Funcțiile motorii

Emisferile cerebrale coordonează întreaga activitate motorie somatică, voluntară și involuntară. Principalele structuri implicate în acest control nervos sunt cortexul motor și nuclei bazali.

Fiziologia cortexului motor. Cercetările experimentale de stimulare sau de extirpare, precum și observații anatomicice și clinice efectuate la bolnavii cu leziuni ale ariei motorii principale au evidențiat rolul cortexului motor și al căii piramidale în transmisarea comenzi voluntare spre mușchii somatici. Stimularea ariei 4 determină contracții izolate sau grupate ale mușchilor din jumătatea contralaterală, iar extirparea acesteia abolește mișcările voluntare în jumătatea opusă a corpului. S-a constatat că mișcările voluntare sunt însotite sau chiar precedate de activități motorii involuntare, automate. Acestea constau în modificări ale tonusului mușchilor activi și modificări în postura individului, acte motorii ce susțin corpul, favorizând realizarea mișcării, conform intenției.

Asadar, mișcarea voluntară se realizează și cu participarea structurilor motorii extrapiramidale. Sediul exact unde are loc elaborarea ideii de mișcare este greu de precizat. La acest act neurofiziologic și psihologic complex participă creierul emoțional (hipotalamusul și sistemul limbic), ariaile corticale motorii, premotorii, senzitive și asociative, nucleii bazali, cerebelul și talamusul.

Impulsul (motivatia) pentru efectuarea unei anumite mișcări voluntare ia naștere în creierul emoțional și asociativ, care elaboră planul general al mișcării. Prin circuite cortico-striate și cortico-ponto-cerebeloase, planul mișcării este remis simultan nucleilor bazali și cerebelului, care, la rândul lor, trimit impulsuri spre cortexul motor prin rețea talamic (fig. 82). Astfel, iau naștere două circuite de feedback motor:

- circuitul cortico-strio-talamo-cortical;
- circuitul cortico-cerebelo-talamo-cortical.

Prin conlucrarea tuturor acestor structuri este elaborat programul mișcării voluntare, ce va fi adus la înăpere de cortexul motor. Acesta coordonează, în special, mișcările rapide ale

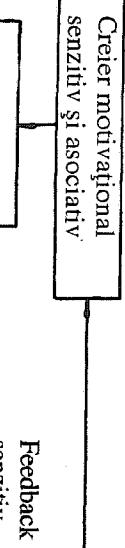


Fig. 82. Dinamica elaborării comenzi voluntare

extremităților, activitatea motorie fină, calificată (scrisul, băutul la mașină, cântatul la instrumente muzicale etc.). Cortexul motor nu elaborează decizii, ci le pune în aplicare.

Fiziologia nucleilor bazali. Nucleii bazali (corpii striati) reprezintă etajul cel mai înalt de integrare al mișcărilor involuntare, automate (fig. 83). La nivelul lor se elaborează și unele

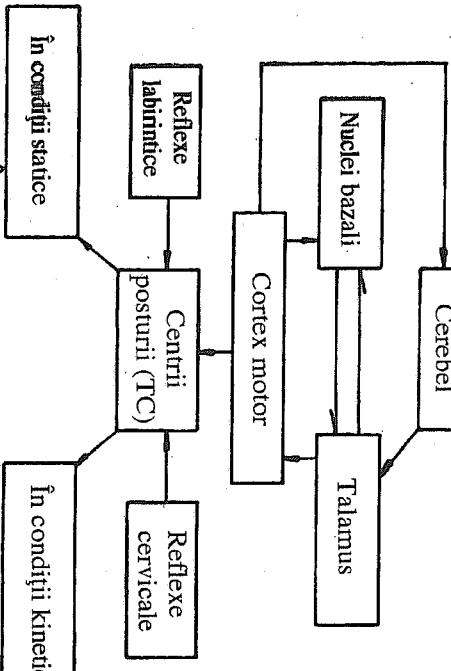


Fig. 83. Mecanismele de menținere a posturii

comenzi voluntare pentru mișcări de ansamblu ca: înclinarea corpului în față-spate, înclinarea laterală, mișcări de răsuflare ale trunchiului, rotația corpului, precum și mișcări globale în articulațiile umărului și soldului. Rolul lor preponderent este în reglarea mișcărilor involuntare (tonus, postură, echilibru) și a celor automate (mișcări inițiate voluntar de soartă, dar continuat apoi automat, fără preocupare specială a individului, cum ar fi, de exemplu, mersul).

Nucleii bazali, prin intermediul structurilor motorii extrapiramidale din trunchiul cerebral (nucleul roșu, substantă neagră, formația reticulată), determină repartiția adecvată a tonusului la nivelul musculaturii active și adoptarea unei posturi corespunzătoare, în vederea efectuării mișcărilor voluntare în condiții optime. În același timp, prin circuitul de feedback stria-talamo-cortical, nucleii bazali influențează comanda voluntară corticală. Corpii striati exercită, în general, o acțiune inhibitoare asupra tonusului muscular. Din acest motiv, în cazul lezării lor, se produce spasticitatea, ca urmare a predominanței efectelor excitatorii ale căror piramide și ale nucleilor extrapiramidași. În plus, apare și akinetia, adică tendința la imobilitate, dificultate în efectuarea mișcărilor voluntare, semn explicat prin dispariția rolului corpilor striati în elaborarea comenzi voluntare.

FUNCȚIILE PALEOCORTEXULUI

- Paleocortexul îndeplinește trei categorii de funcții:
 - rol de centru cortical al analizatorului olfactiv;
 - rol în reglarea acției de comportament instinctual;
 - rol în procesele psihice afective.

Funcția olfactivă

Prezintă o însemnatate foarte mare la animale și mai mică la om. Pe baza miroslui, animalele recunosc de la mare distanță afăt partenerul sexual, cât și adversarul, prada sau săsmanul. La om, simțul olfactiv are și o componentă emoțională, cu efect stimulator sau inhibitor.

Actele de comportament instinctiv

Reprezintă un ansamblu de activități psihice, somatice și vegetative desfășurate în vederea satisfacerii unor necesități primare ale organismului (alimentație, adăpădere, funcția sexuală, stăpânirea unui teritoriu, obținerea libertății). La baza acelor de comportament se află un proces nervos complex, numit motivație sau impuls. Impulsul (motivația) este o stare psihică ce determină pe om sau animal să îndeplinească anumite activități menite să satisfacă una din necesitățile primare. Motivația dispără în momentul satisfacerii și reapare o dată cu necesitatea repetării acțului de comportament respectiv. De exemplu, scăderea volumului lichidelor extracelulare provoacă setea, care este o motivație ce se va stinge prin ingestia de apă.

Nu există activitate umană care să nu aibă la bază un proces motivational, chiar dacă legătura nu este întotdeauna evidentă la o analiză superficială. Motivația dă suport și tărie acelor noastre psihice (afective sau intelectuale), ca și celor fizice motorii (performanță sportivă, măiestria meșteșugărilui etc.). Însuși procesele de învățare și de memorizare au la bază motivația. Cercetările experimentale efectuate pe animale purtătoare de electrozi implantai în sistemul limbic sau diencfal au evidențiat prezența, la nivelul creierului, a două categorii de centri: centrii pedepsei și centrii recompensei. Centrii pedepsei, a căror stimulare este produsă prin apăsarea înțâmplătoare, de către animal, a unei pedale aflate în cușcă, induc un comportament de evitare a pedalei. Stimularea acestor centri de către experimenter produce tulburări

nervoase și îmbolnăvirea animalului. Centrii pedepsei se află în hipotalamusul lateral și posterior, în partea dorsală a mezencefalonului și în cortexul limbic. **Centrii recompensei** produc, prin excitare înfăptătoare, stări plăcute, astfel că animalul se reîntoarce la pedala, pe care o apăsa de mii de ori, fără nărcere, până la epuizare. Acești centri sunt localizați în hipotalamusul medial, în profunzimea șantului Sylvius și în mezencefalonul anterior. Cercetări similare facute la om au evidențiat existența unor zone a căror excitare produce sedare și relaxare, iar excitarea altora produce stări de frică și anxietate.

Stările afective, emoțiile, sentimentele, pasiunile

Iau naștere în sistemul limbic. Procesele fizioleice complexe care generează aceste stări au la bază o serie de circuite funcționale pe care sistemul limbic le realizează cu hipotalamusul, talamusul nespecific și formația reticulată a trunchiului cerebral, ca și cu toate arterile corticale asociative. Pe baza acestor conexiuni, sistemul limbic poate elabora unele reflexe condiționate simple (de evitare a unor agenți dăunători). El provoacă (prin intermediul hipotalamusului) o serie de modificări vegetative ale emoțiilor (palpare, roșeață, variații ale frecvenței cardiaice sau ale tensiunii arteriale etc.). Pe baza circuitelor limbico-neocorticale și limbo-mezencefalice este asigurat procesul de învățare și este elaborată trăirea subiectivă a emoției (frică, anxietate, bucurie etc.).

BAZELE FIZIOLOGICE ALE ACTIVITĂȚII NERVOASE SUPERIOARE

Cele mai finale funcții ale creierului nu au o localizare anume. Nu există centri ai gândirii sau ai voinței, nu există un centru al memoriei sau al învățării, nu există un sediu anatomic precis al conștiinței. Procesele nervoase de nivel superior, care au trecut granița fiziolgiei spre psihologie, nu pot fi înțelese și studiate cu metodele curente ale fiziolgiei experimentale.

Din analiza vieții psihice umane se disting trei comportamente psiho-fiziologice:

- comportamentul cognitiv (al cunoașterii);
- comportamentul volitiv (decizional);
- comportamentul afectiv (emoțional).

Unele comportamente, împreună cu o parte din manifestările lor concrete, se întâlnesc în formă rudimentară și la animale. De altfel, Secenov și, mai târziu, Pavlov au început descifrarea unor mecanisme elementare care stau la baza activității creierului pornind de la observații și experiențe pe animale. Pavlov a instituit, pentru studiul funcțiilor creierului, metoda reflexelor condiționate.

Reflexele condiționate

Reflexul condiționat este un răspuns "învățat" pe care centrii nervoși îl dau unui excitant initial indiferent. Fiecare specie de vietuitoare a împărtășit excitanții din mediu, conform experienței filogenetice proprii, în excitanți indiferenți (fără importanță biologică) și absolui (cu mare însemnatate biologică, în sensul că sunt ori folositor, ori dăunători speciei).

În general, sunetul și lumina fac parte din prima categorie, iar hrana, mirosurile, agentii nocivi din cea de-a doua. La apariția unui semnal absolut, animalul răspunde printr-un reflex necondiționat, înămăscut, caracteristic speciei. La un semnal indiferent, animalul nu dă nici un răspuns sau are o reacție de orientare (întoarce privirea spre sursa excitantului și își continuă indiferent activitatea). Pavlov a descoperit posibilitatea încărcării excitantului

indiferenți cu semnificații noi pentru animal, transformarea lor în excitanți condiționați. Această transformare se petrece în timpul elaborării reflexului condiționat (RC). Reguliile elaborării RC sunt următoarele:

Asocierea. La administrarea unui excitant absolut (hrană) să se asociază un excitant indiferent (sunet sau lumină).

Precesiunea. Excitantul indiferent să preceadă excitantul absolut.

Dominanța. Animalul să fie flămând, încât instictul alimentar să fie dominant în momentul asocierii excitantilor.

Repetarea. Pentru formarea unui reflex condiționat sunt necesare 10 până la 30 de sesiuni de elaborare.

În urma acestor experiențe, Pavlov a obținut la câini reflexe condiționate, saluatorii și gastrosecretori, folosind excitanți acustici sau luminoși. Pavlov a explicat mecanismul elaborării RC pe baza apariției unor conexiuni între centrii corticali ai analizatorilor vizual sau auditiv și arterile corticale vegetative responsabile de secreția salivării sau gastrică. Când se administrează excitantul indiferent, acesta creează o zonă de excitație în aria senzitivă primară. Excitantul absolut determină o stare de excitație mai puternică (dominanță) în aria corticală vegetativă. Focul dominant atrage excitația din focarul mai slab. Prin repetare, apar "căi bătătorite" între cele două focare corticale, încât este suficientă numai administrarea excitantului indiferent (devenit condițional) pentru obținerea răspunsului vegetativ caracteristic.

Cu această metodă s-au putut fixa numeroase reflexe condiționale, cu răspuns somatic (retragerea labei), vegetativ (digestiv, circulator, respirator) sau metabolic. În prezent, să se demonstreze că reflexul condiționat stă la baza învățării. La elaborarea sa participă nu numai centrii corticali, ci și o serie de circuite subcorticale și cortico-subcorticale (circuite limbo-mezencefalice, reticulo-talamo-corticale etc.).

Reflexele condiționate, spre deosebire de cele înămăscute, se închid la nivel cortical. Ele se stinge dacă stimulul condițional nu este întărit din timp în timp prin cel absolut. Singurea unuia reflex condiționat a fost numită de Pavlov inhibiție corticală.

Procesele nervoase fundamentale

Pavlov a arătat că la baza tuturor activităților nervoase stau două procese: excitația și inhibiția.

Excitația este procesul nervos activ ce se manifestă prin inițierea unei activități sau amplificarea uneia preexistente. Stimuli care se transmit prin sinapse excitatorii provoacă stare de excitație a centrilor.

Inhibiția este tot un proces activ ce se manifestă prin diminuarea sau sistarea unei activități anterioare. Inhibiția se transmite prin sinapse inhibitorii. Excitația și inhibiția pot apărea în orice structură nervoasă. Ele au un caracter tot mai complex la nivelul centrilor encefalici și al scoarței cerebrale.

Excitația corticală este rezultatul intrării în activitate a sistemului reticulat activator ascendent (SRAA). Stimuli care ajung în SRAA provoacă reacția de trezire corticală (vezi și ascendență).

Inhibiția corticală este mai diversă. Există o inhibiție externă și o inhibiție internă.

Inhibiția externă este cauzată de stimuli din afară focarului cortical activ. De exemplu, în timpul unui reflex salivar, la sunet condițional se provoacă un zgârom nou, necunoscut de

animal. Aceasta reacționează printre un reflex de orientare, iar salivatia încețează pentru câteva minute. Inhibitia externă a fost numită de Pavlov inhibiție necondiționată, pasivă.

Inhibiția internă apare chiar în interiorul focarului cortical activ (inhibiție condiționată, activă). Această inhibiție este specifică scărjei cerebrale. Inhibiția internă, la rândul ei, este de mai multe tipuri:

- Inhibiția de stingere este un exemplu de inhibiție corticală. Reprezintă procesul de stingere a reflexului condiționat (vezi mai sus).

- Inhibiția de întârziere apare la stabilirea unor reflexe condiționate cu interpunerea unor pauze între excitantul indiferent și cel absolut. Reacția vegetativă caracteristică se va obține nu la administrația excitantului condiționat, ci după trecerea pauzei respective.

- Inhibiția de diferențiere este o altă formă de inhibiție. Se folosesc doi stimuli indiferenți de aceeași natură fizică (de exemplu, sunet de 800 Hz și de 820 Hz). Unul din stimuli va fi însoțit de hrană, celălalt nu. La început, animalul răspunde condiționat la ambele sunete, dar mai târziu nu va mai saliva la sunetul neînțărit prin excitantul absolut.

- Inhibiția condiționată se obține prin asocierea intermitentă la un excitant condițional eficace a unui alt excitant indiferent. Asocierea celor doi excitanți nu este întârziată prin hrană, în timp ce stimulul condițional da. Dupa un timp, răspunsul reflex la stimulul condițional scade.

- Inhibiția supraliminară sau de protecție este o altă variantă a inhibiției corticale interne. Dacă un focar cortical aflat în stare de excitație este solicitat mult timp, el se epuizează și trece în stare de inhibiție. Pavlov a considerat somnul ca o expresie a inhibiției de protecție generalizată la nivel cortical.

Pavlov a arătat că excitația și inhibiția prezintă o mobilitate deosebită. Fiecare din acestea poate să radiceze pe o suprafață corticală mai mare sau să se concentreze într-o zonă limitată. Ele se pot succeda alternativ, în același teritoriu sau în teritorii vecine. Astfel, în locul unui focar de excitație poate survini un focar inhibitor, iar în jurul focarelor inhibitorii sau excitatori se nasc zone cu activitate opusă focalului. Acestea sunt fenomene de inducție reciprocă succesiivă și concomitentă.

Vegheea și somnul

Activitatea enzofarelor cerebrale trece periodic prin două stări funcționale distincte: starea de veghe și starea de somn.

Vegheea reprezintă starea funcțională cerebrală caracterizată prin creșterea tonusului SRAA, concomitent cu orientarea conștientă spre o anumită activitate. Vegheea începe odată cu stabilirea contactului conștient cu lumea încunjurătoare sau cu gândurile proprii și se termină când acesta încetează. Alternativa stării de veghe este somnul. Comutarea de la starea de somn la starea de veghe și invers se realizează prin stimularea sau, din punct de vedere, inhibiția SRAA.

Somnul reprezintă o stare de activitate cerebrală caracterizată prin întreruperea temporară a contactului conștient cu interiorul și exteriorul nostru. Somnul are caracter reversibil. Trecerea de la veghe la somn și invers se face cu mare usurință, în câteva secunde. Ritmul somn - veghe se suprapune (parțial) peste ciclul noapte - zi, de aceea se mai numește ritm circadian sau nictemeral. Bioritmul circadian s-a format în istoria filogenetică a speciilor. El are mecanisme endogene de producere, dar este puternic influențat de stimuli exogeni. În funcție de adaptarea la mediu, coincidența somn - noapte, respectiv veghe - zi, este inversată la unele specii (gândaci, unele pasari și manifere). Un rol important în reglarea acestui bioritm îl au diencéfalonul și formația

reticulată. Leziuni la nivelul hipotalamusului sau întreruperea căilor reticulo-corticale determină somn continuu (boala somnului). Durata somnului variază în funcție de vârstă, fiind de 20 ore la sugar, 10 ore la tineri și 7 ore la vârstnici. În timpul somnului se produce, de regulă, o diminuare a funcțiilor vegetative (respirație, circulație, digestie) și metabolice (scad energogeneza și consumul de oxigen). Astfel, scade frecvența respirației și debitul ventilator. De asemenea, se produce bradicardie și scad debitul cardiac și tensiunea arterială. Funcția aparatului urinar se reduce. Activitatea secretorie și motorie a tubului digestiv diminuă și chiar încețează. În somn se produc și modificări somatice: diminuă tonusul muscular, iar activitatea aparatului locomotor încețează.

Mecanismele producerii somnului sunt pasive și active. Somnul pasiv poate fi inducă prin crearea unor condiții speciale de ambianță (limiște, întuneric, stimuli monotoni), concomitent cu adoptarea unor posturi ale corpului care să permită reducerea la maximum a aferențelor somnestețice și vizuale (poziție culcată, ochii închiși). Somnul activ se datoră și, astă cum a bănuit Pavlov, unor procese de inhibiție generalizată la nivel cortical. El se produce atât ca urmare a diminuării influenței SRAA, cât și prin acțiunea unor sisteme subcorticale inhibitorii (nucleii rafeului din bulb și punte, nucleul tractului solitar, unele regiuni din hipotalamus și thalamus), și prin secreția unor mediatori chimici care induc somnul (serotonină în principal, dar și alte substanțe identificate în sânge și în țesutul neuronal al trunchiului cerebral).

Somnul poate fi inducă prin administrarea unor droguri (somnifere, anestezice generale).

Acest tip de somn nu este la fel de ușor reversibil ca cel fiziologic.

Starea de somn nu este omogenă. Există mai multe stadii ale somnului, de la somn foarte superficial până la somn extrem de profund, și majoritatea cercetătorilor descriu două tipuri de somn, având caracteristici diferite: somnul cu undă lente și somnul REM (rapid eye movements). În timpul somnului de noapte, fiecare individ trece prin cele două tipuri de somn, care se succed alternativ de mai multe ori.

Somnul cu undă lente

(înregistrată pe electroencefalogramă) se caracterizează prin prezența undelor cerebrale foarte lente. Cea mai mare parte a somnului de noapte este de acest tip, care este în același timp adânc, odihitor. În timpul somnului cu undă lente funcțiile vegetative diminuă foarte mult (după cum arătat anterior); deși individul vineaza, la trezire nu ține minte visele din această perioadă.

Accesta se întâmplă deoarece în timpul somnului cu undă lente nu are loc consolidarea în memorie a viselor, motiv pentru care este denumit și somn fără vis.

Somnul REM este denumit și somn paradoxal, sau somn desincronizat. Este somnul în care apar visele pe care individul le ține minte la trezire. Somnul REM durează între 5 și 30 de minute, se succede la intervale de aproximativ 90 de minute de somn cu undă lente și reprezintă cam 25% din totalul somnului fiziologic. Dacă individul este extreム de obosit, durata episoadelor REM este foarte scurtă, sau acestea pot chiar lipsi. Pe măsură ce individul este mai odihnuit, perioadele de somn REM sunt din ce în ce mai lungi. Există câteva caracteristici foarte importante ale acestui tip de somn:

- se asociază de obicei cu visele;

- individul este mai greu de trezit prin stimuli externi în timpul somnului REM decât în timpul somnului cu undă lente, deși dimineață trezirea spontană se face în timpul

perioadei de somn REM;

- tonusul muscular în întregul organism este extrem de depriimat, ceea ce indică o inhibiție puternică a protecțiilor medulare din ariile excitatorii din trunchiul cerebral;
- frecvența cardiacă și respirația devin neregulate, caracteristice visului;
- deshi există o inhibiție puternică a musculaturii periferice, apar mișcări involuntare neregulate, în special ale ochilor (de unde și denumirea de somn REM - mișcări oculare rapide);
- în timpul somnului REM activitatea electrică a creierului este crescută, evidențiată pe electroencefalogramă, apărând undele similare cu cele din starea de veghe și alteră cortică (de exemplu, calcul aritmetic mintal). Din acest motiv, somnul REM este denumit și somn paradoxal, deoarece este un paradox faptul că individul doarme, deși activitatea creierului este intensă.

Somnul este necesar pentru refacerea unor structuri nervoase care întrețin starea de veghe. Privarea îndelungată de somn produce la om și la animalele de experiență tulburări de comportament și chiar modificări metabolice. Inversarea ritmului noapte - zi sau schimbarea fusului orar solicită organismul în mod suplimentar, acesta având nevoie de 2 - 3 săptămâni pentru adaptarea la nouul bioritm.

ACTIVITĂȚI CEREBRALE COGNITIVE

Din această categorie fac parte manifestările psihice intelectuale: învățarea, memoria, gândirea, limbajul etc.

Învățarea

Conștă din acumularea de informație sub formă de cunoștințe și experiente de viață, având ca rezultat final o schimbare de comportament. Alături de memorie, învățarea este una din funcțiile fundamentale ale creierului, a cărei materie prima este informația. Neuronul are proprietatea de a-și însuși temporar numeroase informații noi, pe care însă nu le poate transmite urmărișor săi. Acumulațiile de cunoștințe nu sunt ereditare, ele se căstigă în timpul vieții prin interacțiunea permanentă cu factorii de mediu, dar se pierd odată cu încetarea din viață.

Există două categorii de activități cerebrale. Din prima categorie fac parte reflexele necondiționate și actele de comportament instinctiv. Acestea au caracter ereditar, sunt imuabile și sunt caracteristice întregii specii. Din cea de-a doua categorie fac parte reflexele condiționate, activitățile și comportamentele înșușite de fiecare individ în parte. Prin învățare nu se acumulează pur și simplu noi cunoștințe, ci crește capacitatea de adaptare la mediu și individualui. Învățarea este legată de stare de veghe și necesită deci o anumită activitate a sistemului reticulat ascendent activator, a diencefalonului, a sistemului limbic și a neocortexului.

Toți factorii care stimulează aceste structuri favorizează învățarea. Astfel, excitații ale exteroceptorilor și ale proprioceptorilor prin exerciții fizice, stimulări vizuale (plimbări în natură) și auditive (muzică), potențarea motivațională (stimularea curiozității, recompensele morale și materiale) sunt metode de creștere a interesului pentru înșuirarea de cunoștințe și de ușurare a învățării.

Învățarea este strânsă legată de memorie. Scoarta cerebrală nu se rezumă doar la prelucrarea datelor furnizate de receptorii, ci fixează aceste date sub formă de memorie, pe care le folosește apoi în cadrul procesului de învățare. Învățarea poate porni direct de la informația din

jur sau de la informația depozitată în memoria noastră. Comparând datele noi cu cele deja existente în memorie, scoarta cerebrală stabilește noi raporturi logice între noțiuni, le asimilează și le memorează.

Mecanismul învățării este strâns legat de cel al formării memoriei. Formarea de reflexe condiționate reprezintă un mecanism elementar al învățării. Recent, ca urmare a progreselor din domeniul neurofiziologiei, dar și din tehnica computerelor electronice, s-a evidențiat mecanismul de condiționare operațională a învățării.

Acet mecanism are la bază asocierea cunoștințelor și deprinderilor, ce urmărează a fi însușite, cu stimularea unor centri speciali din sistemul limbic și diencefal. Stimularea centrului recompensei, atunci când animalul executa corect acțul învățat, și a centrului pedepsei, când animalul gresesc sau refuză să învețe, grăbesc procesul de însușire de noi cunoștințe. Posibilitatea de a evita o pedeapsă prin învățarea corectă a temei reprezentă, de asemenea, un stimул al învățării.

Un rol deosebit îl joacă experiența proprie a individului, ca și fondul de noțiuni anterior acumulate. Creierul se remodeleză în procesul de învățare, devenind calitativ și structural tot mai complex și mai eficace. Un creier instruit nu se deosebește de cel neinstruit numai prin diferența în cantitatea de noțiuni conținută. Creierul instruit are și o structură funcțională superioară.

Structurile morfológice implicate în procesul de învățare sunt numeroase și incomplet precizate. Substratul elementar este reprezentat de conexiunile sinaptice al căror număr crește cu vîrstă și cu acumularea de noțiuni noi. Prin experiențe de stimulare vizuală repetată la picături sau produs modificări morfológice în cortexul vizual, creșterea și umflarea dendritelor, alungirea butonilor terminali ai axonilor, creșterea diametrelor axonilor etc. Un rol se atribuie și nevroglialor care ar media contacte între neuroni, ca niște punji de transmisie a informației de la un neuron la altul. Aceste modificări elementare asigură crearea de noi circuite funcționale prin care informația se deplasează în vederea prelucrării și depozitării. S-a descris un circuit funcțional cortico-diencefalo-menzencefalo-cortical, care include sistemul limbic, hipotalamusul, talamusul și formația reticulată a trunchiului cerebral. Integritatea acestui circuit este indispensabilă procesului de învățare.

Memoria

Reprezintă capacitatea creierului de a depozita informația și de a o aduce la nevoie în lumenă conștiinței. Prin memorie, creierul reține, recunoaște și evocă experiența de viață a individului. Memoria reprezintă o reflectare activă și selectivă a informației din afara, patrunând în creier în etape anterioare. Memoria se află la baza procesului de învățare, dar nu se confundă cu aceasta. Există mai multe tipuri de memorie, care, în raport cu durata păstrării informației, se clasifică în: memorie senzitivă, memorie de scurtă durată și de lungă durată.

Memoria senzitivă sau imediată (de reținere momentană) durează câteva secunde sau minute, exact timpul necesar circulației informației noi prin centrii nervosi. De exemplu, memoria săpte până la zece cifre ale unui număr nou de telefon atât timp cât ne este necesar pentru a-l forma. De asemenea, atunci când citim, reținem literele unui cuvânt doar cât este necesar pentru a înțelege și reține apoi cuvântul, după care cuvintele unei fraze sunt uitate de îndată ce este reținută ideea acesta.

Mecanismul memoriei imediate nu este cert, dar există trei teorii care explică acest tip de memorie. O teorie afirmă că memoria imediată este determinată de o activitate neuronală

continuă rezultată din circulația fără oprire a impulsului nervos de-a lungul unui traseu alcătuit dintr-un circuit reverberant. O altă posibilă explicație este inhibiția sau facilitarea presinaptică.

Aceasta se produce la nivelul sinapselor de la terminațiile presinaptice. Neurotransmisiunii secretăți în aceste terminații produc inhibiție sau facilitare prelungită (în funcție de tipul neurotransmițătorului secretat), timp de câteva secunde sau chiar minute, explicând astfel memoria imediată. O a treia teorie este potențarea sinaptică, ce poate amplifica conducerea sinaptică.

Aceasta se produce ca urmare a acumulării calciului ionic în cantități mari în terminațiile presinaptice. Când cantitatea de calciu acumulată depășește capacitatea miocondrilor și a reticulului endoplasmic de a-l depozita, excesul de calciu determină o eliminare prelungită a neurotransmițătorului în fanta sinaptică, fapt ce explică, de asemenea, memoria imediată.

Memoria de secură durată acionează de la câteva minute până la câteva săptămâni. În cete din urmă, informațiile memorate astfel fie se pierd, fie devin permanente, sub formă de memorie de lungă durată. Mecanismele acestui tip de memorie au la bază modificări temporare fizice și/sau chimice ale membranei presinaptice sau postsinaptice, modificări ce persistă pâna la câteva săptămâni. Esențiale în acest tip de memorie sunt eliberarea de serotonină și modificarea conductanței membranelor neuronale pentru calciu și potasiu, care se întâlnează sau, dărâmătoriv, prelungesc durata potențialului de acțiune la nivelul sinapsei, astfel inhibând sau facilitând transmisarea sinaptică.

Memoria de lungă durată nu este net deosebită de memoria de secură durată. Se consideră însă că memoria de lungă durată are la bază modificări structurale ale sinapselor care amplifică sau deprindă conducerea impulsului nervos.

Prin studii de microscopie electronică s-a constatat că la nivelul sinapselor solicitate în mod frecvent crește suprafața totală a situsurilor de eliberare a mediatorului chimic de pe membrana presinaptică. În plus, creșterea acestor situsuri depinde de activarea unor mecanisme de control genetic al sintezei proteice (deci, în mecanismul memoriei intervin și acizii nucleici).

În afară de creșterea suprafetei de eliberare a neurotransmițătorilor în fanta sinaptică, dezvoltarea memoriei este legată și de creșterea numărului de vezicule cu neurotransmisiuitor în terminațiile presinaptice. Uneori crește chiar și numărul terminațiilor presinaptice. Astfel, pe măsură ce un copil crește și învăță, crește numărul sinapselor din creierul său. În plus față de modificările conductorii sinaptice ca bază a procesului învățării, există posibilitatea creșterii numărului de neuroni ai unui circuit folosit în mod repetat.

Ca și alte funcții cerebrale superioare, memoria nu are un sediu precis. Experiențele vizuale și auditive se depozitează în special în arile asociative temporo-occipitale, iar cele somestezice în cele parieto-temporale. Lobul prefrontal, sistemul limbic și unele structuri diencefalo-menzencefalice depozitează, de asemenea, memorie.

ACTIVITĂȚI CEREBRALE VOLITIVE

Activitatea de reglare nervoasă a funcțiilor se poate desfășura în două moduri:

- cu participarea conștiinței a individului;
- fără participarea conștiinței a individului.

În general, reglarea funcțiilor vegetative nu ajunge în lumina conștiinței, iar reglarea activităților somatice este conștiință.

Voința reprezintă formă cea mai înaltă de activitate nervoasă conștiință. Datorită voinței, individul poate lua decizii privind activitatea efectořilor somatici (uneori și a celor vegetativi), precum și a relațiilor sale cu societatea. Desi voința se manifestă ca o stare psihică primară, aparent lipsită de causalitate, în realitate toate actele decizionale au un mecanism cauzal de producere. La originea oricărui act voluntar se află un impuls, o motivare mai mult sau mai puțin evidentă, mai veche sau mai recentă.

Elaborarea unei comenzi voluntare nu este opera unei anumite结构uri cerebrale, ci a întregului creier. Un rol deosebit în activitatea voluntată îl joacă lobul prefrontal, ca sediu de integrare superioară a personalității și comportamentului social al individului. Voința înseamnă, în același timp, puterea de a lua decizii, dar și perseverența în a le duce la înăpere. Un exemplu al modului complex de elaborare a unui act volitional îl reprezintă mecanismul de inițiere a comenzi voluntare motorii.

Elaborarea comenzi voluntare motorii. Întreaga activitate motorie viscerală, ca și motilitatea somatică automată (tonusul muscular, postura, echilibru și redresarea) au loc prin mecanisme reflexe a căror cauză este ușor de precizat. Motilitatea voluntată însă este mult mai complexă. Execută o anumită mișcare pentru că "eu vreau"? Dar unde este sediul acelui "eu" și din ce cauză "vreau"? Date experimentale și cercetări clinice arată că scoarta motorie precentrală (aria 4) nu este sediul elaborării comenzi voluntare, ci reprezintă structura motorie care pună în aplicare comanda.

Excitarea unor puncte din cortexul motor determină contracții musculare izolate sau mișcări la nivelul unei articulații și nu activități motorii organizate, potrivit unui scop anume. Elaborarea planului unei anumite activități motorii, având un anumit scop, implică colaborarea a numeroase structuri nervoase corticale și subcorticale. Comanda voluntară motorie îa naștere în centri corticali și subcorticali implicați în motivare. Aceștia operează atât în baza unor reflexe înămăsoarte (instincte), cât și a informațiilor recente (sosite de la receptorii) sau mai vechi (aflate în memoria individualului). Aici se năsește impulsul pentru o anumită activitate motorie.

Astfel, când auzim un cântec, apare dorința de a dansa. Aceste intenții motorii primare sunt transmise artilor corticale de asociație care elaboră planul general al mișcării (deplasarea pentru invadarea partenerului, alegerea pasului de dans etc.).

Planul mișcării este apoi transmis, simultan, către cerebel și nuclei bazali. Cerebelul, conform rolului său, compară planul teoretic al mișcării cu informațiile pe care le primește de la proprioceptorii despre mișcările reale execute și efectuează corecțiile necesare.

Deciziile cerebelului sunt transmise cortexului motor prin intermediul talamusului. Nucleii bazali, cunoscând, de asemenea, planul mișcării, trimit impulsuri în două direcții:

- spre structurile motorii din trunchiul cerebral, determinând activități tonice și posturale adecvate execuției mișcării voluntare;
- spre cortexul motor, tot prin rețea talamică, contribuind la elaborarea programului concret al mișcării (repartiția exactă a sarcinilor motorii ale fiecăruia mușchi, precizarea ordinii de intrare în activitate, gradarea forței de contractie, inhibarea mușchilor antagoniști etc.).

Cortexul motor, pe baza aferențelor primite de la nucleii bazali, cerebel și talamus, pună în aplicare programul concret al mișcării, trimijând pe căile piramidele impulsuri către motoneuronii din coarnetele anterioare ale măduvei spinării.

Toate aceste operații sunt de elaborare a comenzi motorii voluntare durează câteva zeci de secunde.

SISTEMUL NERVOS

bronhopulmonar, esofagian), în abdomen (plex celiac, plex lombo-aortic) și în pelvis (plex hipogastric).

ACTIVITĂȚI CEREBRALE AFFECTIVE
Sistemele cibernetice de reglaj nervos sunt întărite cu ajutorul proceselor afective, structurile cele emoționale. Deși nu se poate vorbi despre un sediu exact al proceselor afective, structurile cele mai importante care participă la geneza lor sunt sistemul limbic și hipotalamusul.

Se consideră că emisfera cerebrala dominantă este predominant cognitivă, în timp ce cealaltă este afectivă. Asimetria de funcții ale emisferelor cerebrale a fost demonstrată. Totuși, nu se pot separa schematic funcții nervoase atât de importante și de complexe. La activitatea nervoasă superioară participă creierul în totalitatea lui, iar rezultatele acestei activități, bune sau rele, sunt rezultatul cooperării dintre scoarta cerebrală și structurile subcorticale.

La baza proceselor afective se află impulsurile fundamentale (instinctele) care generază motivația. De altfel, motivația poate fi considerată sinonimă cu impulsul instinctiv. Impulsul instinctiv și motivația reprezintă o cauzalitate primordială care marchează puternic celelalte activități cerebrale. Iubirea, ura, foamea sunt exemple de motivații.

ANATOMIA SISTEMULUI NERVOS VEGETATIV

CENTRII NERVOȘI VEGETATIVI ȘI LEGĂTURA LOR CU EFECTORII

Centrii nervoși situati întranevraxial și extranevraxial, aflați în relație cu organele vegetative a căror activitate o controlă, formează sistemul nervos vegetativ. În cadrul sistemului nervos vegetativ deosebin, structural și funcțional, un sistem nervos simpatic și unul parasympatic. Cele mai multe organe primesc o intervație vegetativă dublă și antagonistică. În alte organe, simpatetic și parasympatic exercita efecte de același tip, dar aceste efecte sunt diferite, cantitatativ și calitativ. Există, de asemenea, organe asupra cărora numai unul din sisteme are efect.

La baza activității sistemului nervos vegetativ stă reflexul, care se desfășoară pe baza arcului reflex vegetativ. Calea aferentă a arcului nervos vegetativ este asemănătoare cu cea de la arcul reflex somatic. Neuronul viscer-o-afferent își are originea în ganglionii spinali sau în ganglionii cerebrali extranevraxiali. Dendrita lor ajunge la receptorii din organe sau vase (baroreceptori, presoreceptori, chemoreceptori), iar axonul pătrunde în nevrax, intrând în legătură cu centrul vegetativ (simpatic sau parasympatic). Calea eferentă a reflexului vegetativ se deosebește fundamental de cea de la reflexul somatic datorită existenței unui ganglion vegetativ (lateral-vertebral în cazul sistemului simpatic sau juxta-visceral și intramural în cazul sistemului parasympatic), unde are loc sinapsa între axonul neuronului vegetativ preganglionar, prevăzut cu teacă de mielină, și neuronul vegetativ postganglionar, al cărui axon nu are teacă de mielină. Axonul neuronului postganglionar formează fibra postganglionară, care ajunge la organul efector vegetativ (mușchi neted sau glandă). Sistemul nervos vegetativ formează, la nivelul differitelor viscere, plexuri vegetative mixte, simpatico-parasympatic. Aceste plexuri sunt situate la cap și la gât (plex ciliar, plex faringian, plex laringian, tiroidian, paratiroidian), în torace (plex cardiac,

CENTRII SISTEMULUI NERVOS VEGETATIV

Centrii sistemului simpatic se află în coarnele laterale ale măduvei $C_8 - T_1 - T_{12}$ și $L_1 - L_2$, deci în măduva cervicală inferioară, toracală și lombară superioră. Centrii sistemului parasympatic sunt situati în nuclei parasympatici din trunchiul cerebral, cât și în măduva sacrală $S_2 - S_4$, unde se descrie nucleul parasympatic pelvin. Nucleii parasympatici din trunchiul cerebral sunt:

- **Nucleul autonom al nervului III** (oculomotor), situat în mezencefal. Fibrele parasympaticice preganglionare din acest nucleu intră în nervul III (oculomotor) și apoi îl părăesc îndrepărându-se spre ganglionul ciliar, unde fac sinapsa cu fibrele postganglionare care ajung la mușchiul ſincter al pupilei și la mușchiul ciliar.
- **Nucleul lacrimal din punte** își transmite fibrele parasympaticice preganglionare în nervul VII, pe care apoi îl părăesc, îndrepărându-se spre ganglionul pterigopalatin, unde fac sinapsa cu fibrele postganglionare care ajung la glanda lacrimală, glandele mucoasei nazale și palatine.

Nucleul salivator superior se găsește în punte, imediat sub precedentul. Fibrele preganglionare pătrund, de asemenea, în nervul VII, pe care apoi îl părăesc pentru a face sinapsa cu fibrele postganglionare, în ganglionul submandibular. Fibrele postganglionare asigură intervația secretorie a glandelor submandibulară și sublinguală.

Nucleul salivator inferior se află în bulb. Fibrele preganglionare pătrund în nervul IX, după care îl părăesc, îndrepărându-se spre ganglionul otic, făcând sinapsă cu fibrele postganglionare care se distribuie la glanda parotidă.

Nucleul dorsal ai vagului (cardio-pneumo-enteric) este situat în bulb, sub nucleul salivator inferior. Fibrele preganglionare pătrund în nervul vag, apoi îl părăesc, făcând sinapsă în diferenți gangioni (ganglionii plexului cardiac, ganglionii din plexul pulmonar și cei din plexul celiac) cu fibre postganglionare care se distribuie la aparatele cardiovasculare și respirator, la esofag, stomac, intestin subțire, cec, colon ascendent și colon transvers. Sinapsa dintre fibrele pre- și postganglionare se face în plexul cardiac pentru aparatul cardiovascular, în plexul bronhopulmonar pentru aparatul respirator și în plexurile submucoș și mnienteric pentru tubul digestiv.

Parasympaticul pelvin își are originea în măduva sacrală ($S_2 - S_4$), de unde pleacă fibrele preganglionare care intră în nervii pelviți. Aceste fibre fac sinapsă cu fibrele postganglionare care se distribuie la colonul descendente, sigmoid, rect, la aparatul excretor și la organele genitale interne.

CĂILE SISTEMULUI NERVOS VEGETATIV

Simpaticul își are căile lui proprii, reprezentate de lanțurile simpatice paravertebrale (lateral-vertebrale). Parasympaticul craniian împrunătă calea unor nervi cranieni, III, VII, IX, X, iar parasympaticul sacral pe cea a nervilor pelviici.

Lanțurile simpatice paravertebrale (lateral-vertebrale) sunt două lanțuri de gangloni situați de-o parte și de alta a coloanei vertebrale și legați între ei prin ramuri internodale, care merg de la un ganglion la altul. Ganglionii lateral-vertebrai sunt legați și cu nervii spinali prin

ramuri comunicante. Prin ramura comunicantă albă trece fibra preganglionară, iar prin ramura comunicantă cenușie fibra postganglionară.

La nivelul ganglionilor paravertebrali (laterovertebrai) are loc sinapsa între fibra simpatică preganglionară și cea postganglionară care ajunge la nivelul diferitelor organe.

În regiunea cervicală, lanțul simpatic prezintă trei ganglioni: superior, mijlociu și inferior. Cel mai adesea ganglionul inferior este unit cu primul ganglion toracal, rezultând ganglionul stelat. Fibrele postganglionare de la nivelul acestor trei ganglioni merg la viscerele de la cap și gât (corpus ciliar, glandele salivare, laringe, faringe, tiroidă) și în torace. La inimă (cei trei nervi cardiaci, câte unul din cei trei ganglioni cervicali: superior, mijlociu și inferior).

În regiunea toracală sunt 12 ganglioni laterovertebrai. Fibrele postganglionare de la primii patru ganglioni toracali ($T_1 - T_4$) se distribuie la trachea, bronhi, plămâni, esofag, aorta. De la ganglionii $T_5 - T_8$ pleacă nervul marele splanchnic, iar de la $T_{10} - T_{12}$ pleacă micul splanchnic. Ambii nervi conțin însă fibrele preganglionare și, după ce străbăt diafragma, sfârșesc în plexul celiac din abdomen. Fibrele simpatice aduse prin cei doi splanchnici se distribuie la organele din abdomen (tubul digestiv, glandele anexe și rinichi). În regiunea lombară și sacrală sunt câte patru ganglioni. Fibrele postganglionare ajung la organele din pelvis.

LOCUL SINAPSEI ÎNTR-E FIBRA PREGANGLIONARĂ ȘI FIBRA POSTGANGLIONARĂ

În cazul sistemului simpatic, sinapsa între fibra pre- și postganglionară are loc în ganglionii laterovertebrali, aparținând lanțurilor paravertebrale. Deoarece acești ganglioni sunt foarte aproape de măduvă, fibra preganglionară este scurtă, în timp ce fibra postganglionară este lungă.

În cazul sistemului parasimpatetic, sinapsa între fibra preganglionară și cea postganglionară se face în ganglionii juxtaviscerali (aproxime de viscer) sau intramurali (afăți chiar în peretele organului), cum sunt plexurile submucos și mienteric din peretii tubului digestiv. În cazul parasimpateticului, fibra preganglionară este lungă, în timp ce fibra postganglionară este scurtă, fiind foarte aproape de organul respectiv.

MEDIATORII CHIMICI

La ambele sisteme, între fibra preganglionară și cea postganglionară se eliberează același mediator chimic: acetilcolina. La sistemul simpatetic, la capătul periferic al fibrei postganglionare, acolo unde aceasta ia contact cu organul efector, se eliberează noradrenalină, iar în cazul parasimpateticului, la capătul periferic al fibrei postganglionare, unde aceasta ia contact cu organul efector, se eliberează acetilcolină.

PLEXURILE VEGETATIVE

Plexurile vegetative reprezintă locuri de întâlnire între fibrele simpatice venite din lanțul ganglionar laterovertebral (paravertebral) cu fibrele parasimpatice ce-și au originea în centri parasimpaticii cranian și sacral. Plexurile vegetative sunt traversate de fibre simpatice postganglionare amielinice, care sunt cele mai numeroase, că și de fibre parasimpatice preganglionare mielinice, care fac sinapsă cu fibrele postganglionare parasimpatice la nivelul plexelor

vegetative. Cele mai importante plexuri vegetative se află la nivelul extremității cefalice, în torace și în cavitatea abdominală.

PLEXURI VEGETATIVE LA NIVELUL EXTREMITĂȚII CEFALICE

Plexul prevîsceral al globului ocular este format din fibre parasimpatice din nc. accessor (autonom) al nervului oculomotor care au rol iridoconstrictor și fac sinapsa în plex cu fibrele postganglionare, că și din fibre simpatice cu originea în cornul lateral al năduvei $C_8 - T_2$.

Acste fibre au efect iridodilatator și trec prin plexul prevîsceral al globului ocular. **Plexul lacrimal** este format din fibre parasimpatice provenite din nucleul lacrimal și aduse în plex prin nervul facial. Aceste fibre fac sinapsă cu fibrele postganglionare care se distribuie apoi la glanda lacrimală, la glandele mucoasei bucale și nazale. Fibrele simpatice provin din plexul carotic (plex simpatic situat în jurul arterei carotide) și nu fac sinapsă în plex.

Plexul parotidian este format din fibre parasimpatice, provenite din nucleul salvator inferior prin nervul glosofaringian, care fac sinapsă în plex cu fibrele postganglionare. Acestea se distribuie glandei parotide. Fibrele simpatice sunt fibre de tranzit, nu fac sinapsă și provin din plexul carotic.

Plexul submandibular și sublingual. Fibrele parasimpatice provin din nucleul salvator superior și pătrund în nervul facial. Aceste fibre parasimpatice preganglionare fac sinapsă în plex cu fibrele postganglionare care ajung la glanda submandibulară și sublinguală. Prin plex trec fibre simpatice, de tranzit, care nu fac sinapsă și provin din plexul carotic.

Plexul carotic este un plex format numai din fibre simpatice care sunt fibre postganglionare. Acestea fac sinapsa cu fibrele preganglionare în ganglionul simpatic cervical superior.

Plexul faringian este format din fibre parasimpatice provenite din nervul glosofaringian și vag, că și din fibre simpatice venite din ganglionul simpatic cervical superior. Plexul faringian se află pe peretii lateral ai faringelui.

Plexul laringian este format din fibre parasimpatice provenite din n. vag și din fibre simpatice provenite din ganglionul simpatic cervical superior.

Plexul tiroidian este format din fibre simpatice provenite din ganglionul simpatic cervical mijlociu și din ganglionul simpatic cervical superior.

Plexul timic este format din fibre simpatice provenite din ganglionul simpatic inferior. De remarcat că în plexul tiroidian și în cel timic nu există fibre parasimpatice.

PLEXURI VEGETATIVE ÎN TORACE

Plexul cardiac este localizat sub crosa aortei și este format din ramuri provenite din simpaticul cervical (din cei trei ganglioni cervicali: superior, mijlociu și inferior), că și din ramuri provenite din simpaticul toracal superior ($T_1 - T_4$), a care se adaugă ramuri parasimpatice provenite din nervul vag.

Plexul cardiac conține un ganglion vegetativ, ganglionul descris de Wriesberg. Ramurile plexului cardiac se distribuie miocardului. Fibrele simpatice exercită efecte stimulatoare asupra miocardului și vasodilatare coronariene. Fibrele parasimpatice internează predominant noduli sinoatrial și atrioventricular și au ca efect diminuarea activității cordului și determină coronaocostricție.

Plexul bronhopulmonar se află inclus în pedicul pulmonar și este format din ramuri ale lanțului simpatic toracal superior ($T_1 - T_4$) la care se adaugă ramuri cu originea în nervul

vag. În structura plexului bronhopulmonar există și ganglioni vegetativi. Ramurile plexului bronhopulmonar se distribuie arborelui bronșic și vaselor pulmonare. Fibrele simpatice au efect bronhodilatator și vasoconstrictor, iar cele parasimpatice au efect bronhoconstrictor și vasodilatator.

PLEXURI VEGETATIVE DIN CAVITATEA ABDOMINO-PELVINĂ

Plexul celiac (plexul solar). Este situat anterior de aorta abdominală, în vecinătatea originii trunchiului celiac și arterei mezenterice superioare, între mica curbură a stomacului și fața inferioară a ficatului. Rezultă din unirea nervilor splanchnici care provin din lantul simpatic toracic ($T_3 - T_{12}$) și din ramurile terminale ale nervului vag stâng (posterior). În structura plexului celiac se găsesc o serie de ganglioni: ganglionii semilunari (stâng și drept), ganglionii mezenterici și aortocorenali. Ramurile desprinse din plexul celiac încearcă să distribuie visceralele abdominale prin intermediul unor plexuri care merg de-a lungul ramurilor viscerale ale aortei abdominale (plex hepatic, plex gastric, plex splenic, plex duodenopancreatic, plex mezenteric superior și inferior, plex renal, testicular și, respectiv, ovarian).

Plexul hipogastric. Este situat în bazin și provine din nervii hipogastrici (ramuri ale lanțului simpatic lombo-sacral) și nervii pelvici, ramuri ale parasimpaticului sacral ($S_2 - S_4$). Ramurile desprinse din plexul hipogastric se distribuie viscerelor din pelvis (rect, vezică urinată, uretră, uter, vagin, prostată, canal deferent, vezicule seminale, canal ejaculator), cât și țesutului erectile din organele genitale externe (corpii cavernoși și spongiosi ai penisului, bulbii vestibulari și corpii cavernoși ai clitorisului).

FIZIOLOGIA SISTEMULUI NERVOS VEGETATIV

Sistemul nervos vegetativ (SNV) reprezintă acea parte a sistemului nervos care reglează funcțiile organelor interne, despre care activitate nu suntem conștienți în mod obișnuit. Centri vegetativi pot fi localizați atât în sistemul nervos central, cât și în periferie. Centrii vegetativi situati în medula exercită un control global al funcțiilor organelor, iar cei situati la periferie un control local. Centrii nervoși vegetativi se clasifică în centri simpatici (denumiti inițial ortosimpatici) și parasimpatici.

Mecanismul fundamental de activitate a SNV este reflexul, care are înămbunele particula-rități. Reflexul vegetativ este inițiat, în principal, prin excitarea intercepatorilor, este polisinaptic, iar calea eferentă este formată din doi neuroni: un neuron numit preganglionar, situat în SNC, și un neuron numit postganglionar, situat în periferie, într-un ganglion vegetativ.

Cele două componente ale SNV se deosebesc prin sediul acestui ganglion vegetativ: în cazul SNV simpatetic, ganglionul este situat la distanță de organul intervat (de cele mai multe ori în imediata apropiere a măduvei spinării), în timp ce ganglionul vegetativ parasimpatetic se găsește chiar în organul intervat. Fiecare organ are dublă inervatie vegetativă, simpatică și parasimpatică, cu efecte în general antagonice asupra funcției sale.

Dacă simpaticul stimulează o anumită funcție a unui organ, parasimpaticul o inhibă, și invers. Acțiunile specifice ale nervilor vegetativi sunt mediate de substanțe eliberate la nivelul terminațiilor din organe.

Astfel, din terminațiile nervoase ale SNV simpatetic se eliberează noradrenalină și în mai mică măsură adrenalină, iar din cele ale SNV parasimpatetic se eliberează acetilcolină. Este important de reținut faptul că mediatorii chimici (ajunși la nivelul organelor pe cale sangvină) produc aceleași efecte cu ale stimulației SNV corespunzătoare.

Efectele stimulației simpaticului se manifestă după cum urmează:

- **Asupra globulu ocular:** dilată pupila (midriază) prin contractia mușchilor netezirradiari ai irisului;
- relaxează mușchii circulați ai irisului;
- produce ușoară relaxare a mușchilor ciliori ai irisului, pentru vedere la distanță, fără acromodare.

Asupra glandelor exocrine (lacrimale, nazale, parotide, submandibulare, gastrice, pancreas):

- produce vasoconstricție, urmată de scădere a secreției acestora;
- determină secreție salivară vâcoasă.

Asupra glandelor sudoripare: secreție abundentă, cu precizarea că, în acest caz, mediatorul chimic al simpaticului este acetilcolina.

Asupra inimii: crește frecvența cardiacă și forță de contractie a miocardului, având ca efect creșterea debitului cardiac.

Asupra vaselor sanguine (în principal arteriole): produce vasoconstricție la nivelul arteriolelor din tegument, din viscerele abdominale și arterială; produce vasoconstricție la nivelul arteriolelor din rezervă și hipertensiune arterială;

produce vasodilatație la nivel cerebral, la nivelul coronarelor și în cea mai mare parte a mușchilor striați.

Asupra plămănilor: produce bronhdilatație; produce ușoară constricție a vaselor sanguine.

Asupra tubului digestiv: reduce peristalismul intestinal și tonusul musculaturii netede intestinale; crește tonusul sfincterelor; produce glicogenoliză hepatică; relaxează musculatura vezică biliară și a căilor biliare.

Asupra tractului urinar: reduce debitul urinar și secreția de renină; produce ușoară relaxare a detrusorului;

realizează contractia mușchilor din trigonul vezical (sfincterul vezical intern); Alte efecte ale stimulației SNV simpatetic sunt: produce ejacularea, stimulează coagularea sângelui, stimulează procesele catabolice (glicogenoliză hepatică și musculară cu creșterea glicemiei, lipoliză cu creșterea lipemiei), crește rata metabolismului bazal cu până la 100%,

având astfel un rol important în termogeneza (la care participă și centrii simpatici superioiri din diencefal, care regleză și secreția glandei medulosuprarenale), determină contracția mușchilor erectori ai firului de păr, crește activitatea mentală.

Efectele stimulației parasympaticului se manifestă astfel:

- mioză (micșorarea pupilei), prin contracția mușchilor circulatori ai irisului;
- contractă mușchii ciliari, favorizând acromodarea cristalinului pentru vederea de aproape, unde e cazul).

Asupra glandelor exocrine (nazale, lacrimale, parotide, submandibular, gastrice, pancreas):

- produce vasodilatație, urmată de secreție glandulară abundentă, bogată în enzime (acolo unde e cazul).

Asupra glandelor sudoripare:

- produce secreție la nivelul palmelor.
- produce frecvența cardiacă și forța de contracție a miocardului;
- scade frecvența respiratorie;
- produce vasodilatație coronară.

Asupra plămânilor:

- produce bronhoconstricție;
- se pare că produce dilatația vaselor sanguine.

Asupra tubului digestiv:

- crește peristaltismul intestinal și tonusul musculaturii netede intestinale;
- relaxază săncretele (de cele mai multe ori);
- produce ușoară glicogenăză;
- contractă musculatura netedă a vezicii biliare și a căilor biliare.

Asupra tractului urinar:

- contractă detrusorul;
- relaxează sfincterul vezical intern (neted).

Alte efecte ale stimulației SNV parasympatic duc la intensificarea proceselor anabolice, cu reducerea consumului energetic. De menționat că stimulația parasympaticului nu are nici un efect asupra debitului urinar, asupra arterelor din viscerele abdominale, musculare și din tegument și nici asupra coagulării sângelelui, asupra metabolismului bazal sau a mușchilor piloerectori. Hipotalamusul coordonează cele două inervări vegetative ale organismului. Excitarea hipotalamusului anterior duce la creșterea tonusului parasympatic, iar a celui posterior la creșterea tonusului simpatetic. Între reacțiile vegetative și activitatea psihosomatică a individului există o coordonare strânsă, realizată la nivelul soaștei cerebrale. Impresiile interoceptive de la nivelul viscerelor pot modifica tonusul funcțional cortical, iar acțiile psihice emoționale sau activitatea motorie voluntară sunt însotite de modificări corespunzătoare în activitatea aparatului cardiovascular, digestiv etc., reprezentând expresia vegetativă a emotiilor.

NEUROTRANSMIȚATORII

Cercetările privind transferul chimic de informație la nivelul sinapselor s-au extins treptat și în sistemul nervos central, punându-se bazele neurochimiei creierului, care a reușit

să determine structura moleculară a substantiilor neurotransmițătoare și neuromodulatoare și a stabilit etapele biochimice ale transmiterii sinaptice. Aceste etape sunt:

1. Sinteza în pericarion a neurotransmițatorului.
2. Transportul și depozitarea acestuia în veziculele sinaptice din terminațiile axonale.
3. Eliberarea neurotransmițatorului în fanta sinaptică prin exocitoză sub influența impulsului nervos.

4. Cuplarea neurotransmițatorului cu receptorii de pe membrana postsinaptică.
5. Inactivarea neurotransmițatorului prin procese enzimaticе sau de recaptare.

Substanțele neurotransmițătoare și neuromodulatoare au fost evidențiate print-o serie de metode ca: microscopia de fluorescență, autohistiografia prin marcare cu radioizotopi, microscopie electronică, tehnici de imunoctichimie bazate pe specificitatea anticorpilor făță de enzime ce mediază transmiterea sinaptică.

Datorită acestor metode s-au descoperit până astăzi peste 60 de substanțe neurotransmițătoare și neuromodulatoare care au fost clasificate în patru grupuri mari: neuropeptide, monoamine biogene, aminoacizi, mediatori non-peptidergici.

NEUROPEPTIDE

Neuropeptidele sunt abundente atât în sistemul nervos central cât și periferic. Multe sunt de asemenea prezente în țesuturi nonneurale, în mod particular în axul gastro-entero-pancreatic și în alte sisteme endocrine.

Neuropeptidele alcătuiesc mai multe familii, fiecare familie prezentând gene precursors care sunt similarități structurale și funcționale. Spre deosebire de alte substanțe neurochimice, neuropeptidele nu sunt sintetizate în terminațiile nervoase, ci în corpuri celulare neuronale din ARN-mesager.

Ațăi sistemele de proiecție difuză, cât și cele localizate folosesc ca mediatori neuropeptidi. Neuropeptidele frecvent coexistă cu alți neurotransmițători, inclusiv cu alte neuropeptide (în neuronii hipotalamici), cu monoamine (acetilcolina, în sistemul difuz al trunchiului cerebral), sau cu aminoacizi (GABA, în neuronii striați sau corticali).

MONOAMINE BIOGENE

Aceste substanțe, numite frecvent amine biogene datorită importanței lor în fiziologia sistemului nervos central, sunt reprezentate de: catecolamine (noradrenalină, adrenalina și dopamina), indolamine, serotonină (5-hydroxytryptamine) și histamina.

AMINOACIZI

Aminoacizii sunt cei mai abundenți neurotransmițători din sistemul nervos central și sunt reprezentați de: glutamat, aspartat, glicină, GABA (acid g-aminobutiric), taurina.

Din punct de vedere funcțional, aminoacizii pot fi împărțiți în două categorii: excitatori și inhibitori.

Aminoacizii excitatori

L-glutamatul și L-aspartatul sunt neurotransmițătorii utilizati de cei mai mulți neuroni excitatori din sistemul nervos central.

Aminoacizii inhibitori

GABA, răspândit pe tot în sistemul nervos central, și glicina, fiindă în special în

măduva spinării și trunchiul cerebral, sunt mediatorii sinapselor inhibitorii în sistemul nervos central.

MEDIATORI NON-PEPTIDERGICI

Mediatorii non-peptidergici sunt reprezentati de acetilcolină.

Acetilcolina

Acetilcolina este un neurotransmițător important atât în sistemul nervos central, cât și în cel periferic. Cel mai obișnuit efect al acetilcolinei în creier este excitarea, realizată în mare măsură prin intermediul receptorilor muscarinici.

Acetilcolina este, de asemenea, neurotransmițătorul căilor parasympatice postganglionare care intervează cordul, țesutul glandular și mușchii netezii viscerele, medierea efectelor realizându-se prin receptorii muscarinici.

ANATOMIA ANALIZATORILOR

Analizatorii sunt sisteme morfofuncționale prin intermediul cărora, la nivel cortical, se realizează analiza cantitativă și calitativă a excitatiilor din mediul extern și intern, care acționează asupra receptorilor.

Excitațiile propagate pe căile senzitive determină, în areile corticale senzoriale, formarea de senzații.

Fiecare analizator este alcătuit din trei segmente - periferic, intermediar, central.

Segmentul periferic (receptorii) este o formație specializată în lungul proces de evoluție filogenetică. Receptorii pot percepe o anumită formă de energie din mediul extern sau intern, sub formă de excitații.

Există trei categorii de receptori, după locul de unde preiau excitațiile:

- exteroceptori, în raport cu mediul exterior;
- proprioceptori sau receptori profunzi ai aparatului locomotor;
- interoceptori, situați în vase și organe interne.

După natura excitantilor se descriu: mecanoreceptori, termoreceptori, fotoreceptori, fonoreceptori, chemoreceptori, osmoreceptori.

După distanța de la care acționează excitantii se disting:

- receptori de contact (de exemplu, receptorii tactili);
- receptori de la distanță, teloreceptori (de exemplu, receptorul auditiv).

Segmentul intermediar (de conducere) este format din căile nervoase prin care influxul nervos ce conduce excitațiile este transmis la scoarța cerebrală. Căile acendente sunt directe și indirekte.

Pe calea directă, cu sinapse puține, impulsurile sunt conduse rapid și proiectate într-o arie corticală specifică fiecărui analizator, iar pe calea indirectă (sisternul reticular ascendent activator) impulsurile sunt conduse lent și proiectate cortical, în mod difuz și nespecific.

Segmentul central este reprezentat de aria din scoarța cerebrală la care ajunge calea de conducere și la nivelul căreia excitațiile sunt transformate în senzații specifice.

PIELEA

Pielea este un imens câmp receptor datorită numeroaselor și variatelor terminații ale analizatorului cutanat care informează centrii nervosi superiori asupra proprietăților și fenomenelor cu care organismul vine în contact.

În piele se găsesc receptorii tactili, termici, dureroși, de presiune și vibratori. Pielea sau tegumentul constituie acoperământul protector și sensibil al organismului și se continuă la nivelul orificiilor naturale ale organismului cu mucoasele. Este alcătuită, de la suprafață spre profunzime, din trei straturi: epidermul aflat în contact direct cu mediul exterior, dermul și hipodermul sau țesutul subcutanat.

Epidermul

Este un epiteliu pluristratificat keratinizat. Profund, prezintă pătura germinativă, iar superficial pătura coroasă.

Pătura germinativă are în structură să două straturi:

- stratul bazal, situat pe o membrană bazală care-l desparte de derm, format dintr-un singur rând de celule cilindrice;
- stratul spinos, format din 6-20 rânduri de celule poliedrice, care trimit unele spre celelalte prelungiri în formă de spini.

Procesul de keratinizare sau transformare coroasă începe chiar în regiunile superficiale ale acestui strat. Pătura germinativă se caracterizează prin faptul că celulele ei se divid activ, asigurând reînnoirea straturilor superficiale, justificând astfel denumirea. În plus, cele două straturi ale păturii germinative conțin pigment melanic, care este produs de celule speciale numite melanocite, localizate în derm.

Pătura coroasă este alcătuită din trei straturi (cu structură pluristratificată):

- stratul granular este format din celule turtite care conțin granulații de keratină, nucleii se fragmentează, la nivelul acestui strat, celulele epidermului încep să moară;
- stratul lucid este format din celule turtite, clare, cu nucleu degenerat, cu multe granulații de keratină în citoplasmă;
- stratul cornos conține celule foarte turtite, citoplasma lor este încărcată cu keratină, nucleii disparați. Metabolismul acestor celule a început. Legăturile dintre celulele slăbesc și ele se desprind de la suprafața pielii. Celulele coroase superficiale constituie stratul descuclar și sunt continuu înlăciute de celule provenite din straturile profunde ale epidermului.

În epiderm nu pătrund vase, el fiind hrănit prin osmoză din lichidul intercelular. Epidermul conține, însă, terminații nervoase libere.

Dermul

Este o pătură conjunctivă densă, în care se găsesc vase de sânge și limfatice, terminații nervoase și anexe cutanate. Este format dintr-un strat spre epiderm, numit stratul papilar, și un strat spre hipoderm, numit stratul reticular.

În stratul papilar se află papilele dermice, care sunt niște ridicături tronconice. Pe suprafața degetelor, în palma și talpa piciorului, papilele sunt mai evidente și formează niște proeminentă numite creste papilare, a căror întărire dă amprente, cu importanță în medicina legală.

Stratul reticular este format din țesut conjunctiv dens, fibre și fascicule groase. Elementele celulare sunt relativ rare.

Hipodermul

Este considerat de unii autori drept strat profund al dermului. Hipodermul este alcătuit din țesut conjunctiv lax, cu un număr variabil de celule adipose. Când celulele adipoase sunt abundente, constituie punctuli adiposi. În hipoderm găsim bulbii foliculari piloși, glomerulii glandelor sudoripare și corpusculii Vater-Paccini. Anexele pielii sunt anexe coroase și glandulare. Anexele coroase sunt reprezentate de firile de păr și unghii. Anexele glandulare sunt: glandele sudoripare, sebacee și glandele mamare.

Firul de păr

Firul de păr prezintă o parte înspătă oblic în piele, rădăcina, și o parte liberă, vizibilă, tulpina. La rădăcina firului de păr se află câte o glandă sebacee care unge firul de păr și un mușchi erector al firului de păr, format din țesut muscular neted, cu inervatie vegetativă (sistemul sinapsitic determină contracția mușchilului erector al firului de păr). La baza rădăcinii firului de păr se găsește o porțiune mai îngroșată, numită bulbul firului de păr, în care pătrund țesut conjunctiv, vase de sânge și nervi, care alcătuiesc laolaltă papila firului de păr. Celulele din care este format firul de păr, dispuse în straturi concentrice, sunt cheratinizate, alcătind tecile firului de păr. În citoplasma lor se află pigment melanină, care este responsabil de culoarea firului de păr. Bulbul, papila și tecile firului de păr formează foliculul pilos.

UNGHILE

Sunt lame coroase alcătuite din celule cheratinizate. Sunt situate pe fețele dorsale ale degetelor, în dreptul ultimei falangi. Înconjurate de șanțul unghiei, ele prezintă o parte vizibilă de culoare roză, numită corpul unghiei, și o porțiune ascunsă sub piele, numită rădăcina unghiei. Între corpul unghiei și rădăcina se află o zonă semilunară, albicioasă, numită lunula (nu există la cei din rasa neagră). Părțile moi pe care sunt aşezate unghile alcătuiesc patul unghiei.

GLANDELE SUDORIPARE

Sunt glande coroase de tip tubular, foarte numeroase (2-3 milioane), cu rol în elabora sudorei, lichid cu o compozиție asemănătoare cu a urinăi, în ceea ce privește substanțele minerale și organice. Glandele sudoripare sunt, în general, numeroase pe frunte, buze, axila, palma și plantă. Extremitatea profundă a glandei, numită glomerul, este încolacită și situată în hipoderm. Glomerul glandei sudoripare este înconjurat de capilare, din care glomerul extrage apă și substanțele nefolosoitoare pentru a forma sudoarea. Glomerul este continuat de canalul excretor al glandei care străbate dermul și apoi epiderm, unde capătă traiect spiralat, deschizându-se în final la suprafața pielii prin porul excretor.

GLANDELE SEBACEE

Sunt glande de tip acinos, anexate rădăcini firului de păr. Ele au rolul de a secreta o substanță grasă, numită sebum, care unge pielea și firul de păr. Dacă secreția acestor glande este în cantitate mare, pielea și firul de păr sunt grase (seborēe), iar dacă este în cantitate mică sunt uscate (ichtioză).

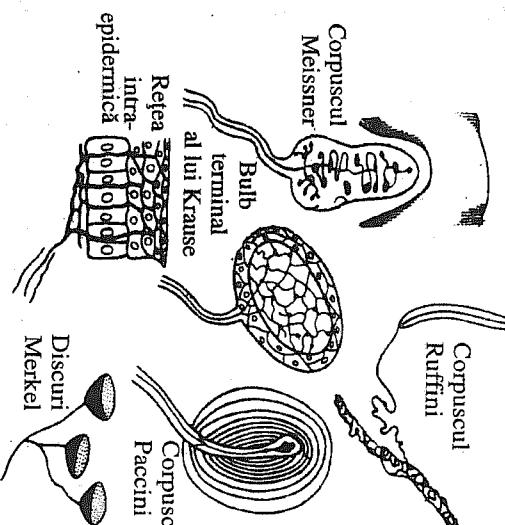


Fig. 84. Receptorii cutanati

GLANDELE MAMARE
Sunt glande sebacee modificate și evoluția lor este legată de cea a organelor genitale feminine (vezi aparatul genital).

RECEPTORII CUTANATI
Terminatiile libere sunt arborizări dendritice ale neuronilor senzoriali din ganglionii spinali, distribuite printre celulele epidermului.

În piele există terminații libere și încapsulate (fig. 84). Terminații libere sunt arborizări dendritice ale neuronilor sensitivi din ganglionii spinali, distribuite printre celulele epidermului. La om au fost descrise două variații morfologice de terminații nervoase intraepidermice: retea intraepidermică și expansiunile iederiforme.

Retea intraepidermică este formată din fibre amielinice, situate în profunzimea epidermului, din care se desprind expansiuni nervoase ce se termină la suprafața celulelor sub forma unor buttoni. Expansiunile iederiforme (discurile tactile Merkel) sunt reprezentate prin fibre mielinice proveniente din plexul nervos din derm, care se termină sub formă unui coșuleț în jurul unor celule epiteliale, clare. Retea intraepidermică recepționează excitațiile dureoase, iar discurile tactile Merkel receptivează stimuli tactili.

Terminații încapsulate: Expansiunile nervoase încapsulate, denumite corpusculi senzitivi, sunt localizate în derm și hipoderm și cuprind în structura lor o capsulă și o porțiune axială. Capsula, de natură conjunctivă, este formată din mai multe lame concentrice. Porțiunea axială este reprezentată de una sau mai multe fibre nervoase amielinice. După structura lor se deosebesc corpusculi lamelari și nelamelari în formă de bulb sau helicoidală. În hipoderm se găsesc corpusculi lamelari, unii pentru sensibilitatea tactilă, corpusculii Vater - Paccini și corpusculii Golgi - Mazzone.

În derm se găsesc corpusculi nelamelari, adaptări pentru sensibilitatea tactilă, corpusculii Meissner. Corpusculii Meissner sunt localizați în derm și au formă ovoidală. Sunt formați dintr-o capsulă ce învelește o parte centrală. Centrul corpusculului cuprinde celule și fibre nervoase. Fibrele nervoase sunt mielinice și amielinice și provin din plexul dermal. După intrarea în corpuscul toate devin amielinice, se ramifică printre celulele axului central, formând retele ce se termină în buchet sau butoni pe celulele cu care fac sinapsă.

Corpusculii Krause sunt localizați, de asemenea, în derm. Au formă sferoidală. La exterior prezintă o capsulă sub care se află substanță centrală care conține o fibră nervoasă ramificată terminată în retea. Această fibră nervoasă este înconjurată de 1-2 straturi de celule turtite. Corpusculii Vater - Paccini sunt corpusculi lamelari, foarte voluminoși (pot fi văzuți cu ochiul liber), localizați în special în hipodermul palmelor și plantelor, precum și în jurul cavităților articulare, la nivelul tendoanelor și periostului. Capsula periferică este constituită din

numeroase lamele (20-60) dispuse concentric. Fibra nervoasă, după intrarea în corpuscul, pierde teaca de mielină, străbate porțiunea centrală a corpusculului și se termină printre o umflătură în contact cu celulele lamelare centrale.

Corpusculii Golgi - Mazzoni sunt o varietate a corpusculilor Vater - Pacini, având dimensiuni mai mici, fiind localizați în special în hipodermul pulpei degetelor.

Capsula lor este alcătuită din 4 - 5 lame concentrice, constituite din celule turite. Fibra nervoasă se găsește în centrul țesutului conjunctiv și se divide, formând numeroase prelungiri terminate în butoni.

ANALIZATORUL KINESTEZIC

Desfășurarea normală a activității motorii, analiza fină și coordonarea precisă a mișcărilor necesită informarea permanentă a sistemului nervos central asupra poziției spațiale a corpului, a diferitelor sale segmente și, mai ales, asupra gradului de contractie a fiecărui mușchi. Aceste informații sunt furnizate de receptorii aparatului vestibular, receptorii vizuali și cutanati, dar și de anumiți receptori specifici care se află în aparatul locomotor (proprioceptori). Receptorii analizorului kinestezic, numiți proprioceptori, sunt situati în mușchi, tendoane, articulații, periost, ligamente. Receptorii kinestezici din periost și articulații sunt corpusculii Vater - Paccini, identici cu cei din piele. Sunt sensibili la mișcări și modificări de presiune.

Corpusculii neuromielični Golgi sunt situați la jonctionele mușchi - tendon. Un corpuscul Golgi este alcătuit din mai multe fasciocele tendinoase, formate din fibre puțin dense, scurte și celule tendinoase mari și numeroase. Fasciocele sunt încunjurate de o capsulă subțire conjunctivă, căptușită de celule capsulare. În corpuscul pătrund 1-3 fibre mieline care, la intrare, pierd teaca de mielină și se termină în formă de disc ce îmbracă fasciocele tendinoase. Terminațiile nervoase sunt excitate de întinderea puternică a tendonului.

Corpusculii Ruffini sunt situați în stratul superficial al capsulei articulare și receptionează

informații în legătură cu poziția și mișcările din articulații.

Terminaiile nervoase libere se ramifică în toată grosimea capsulei articulare și transmit sensibilitatea dureroasă articulară, cauzată de amplitudinea excesivă a mișcării.

Fusurile neuromielične sunt disseminate printre fibrele musculare striate, față de care se află în paralel. Sunt excitate de tensiunea dezvoltată în timpul contractiei musculare. Fusurile neuromielične sunt formate din 5 - 10 fibre musculare modificate, numite fibre intrafuzoriale, continute într-o capsulă conjunctivă. Fibrele musculare intrafuzoriale sunt de două tipuri: fibre cu sac nuclear și fibre cu lant nuclear. Fibrele cu sac nuclear sunt lungi și groase și prezintă două aspecte diferite: spre polii fibrei, în zonele polare, striațiunile se păstrează, iar nuclei se află în sir central. Portiunea centrală a fibrei (zona ecuatorială) este mult dilată, fără striațiuni, necontractilă și conține 40-50 nuclei. Fibrele cu lant nuclear, subțiri și scurte, au calibrul uniform, păstrează striațiunile pe tot traiectul, iar nuclei sunt aşezati în sir pe toată lungimea lor. Conțin miofibriile mai puțin numeroase.

Fusurile au inervatie senzitivă și motorie. Inervatia senzitivă este asigurată de dendritele neuronilor senszitivi din ganglionul spinal. Unele dintre aceste terminații dendritice se numesc anulospirale și se rulează în jurul ecuatorului fibrelor cu sac nuclear, altele, numite "în floare",

se termină pe ecuatorul fibrelor cu lant nuclear. Inervatia motorie este asigurată de axonii neuronilor γ (gama) din cornul anterior al măduvei.

Acești axoni ajung la partea periferică a fibrelor cu sac nuclear și cu lant nuclear pe care le contractă, determinând întinderea porțiunii centrale, necontractile, ceea ce duce la excitarea fibrelor senzitive anulospirale și a celor "în floare".

Excitarea acestor terminații senzitive din fusul neuromieličn se transmite neuronului α, ceea ce duce la contractia fibrelor extrafuziale ale mușchiului, determinând deci contracția acestuia.

Asupra neuronilor γ acionează trei sisteme, cu origine supramedulară: corticospinal, vestibulospinal și reticulospinal. Excitarea neuronului gama activează zonele polare ale fibrelor intrafuzoriale, care prin contractie excita receptorul situat în porțiunea ecuatorială a fibrelor intrafuzoriale.

Impulsurile aferente de la proprioceptorii sunt conduse prin două căi:

- pentru sensibilitatea kinestezică (simțul poziției și al mișcării în spațiu), prin fasciocele spinobulbare; receptorii acestor căi sunt corpusculii Golgi, Ruffini, Paccini și terminațiile nervoase libere;
- pentru sensibilitatea propriocepțivă de control al mișcării (simțul tonusului muscular), prin fasciocelele spinocerebeloase ventral și dorsal. Receptorii acestei căi sunt fusurile neuromielične.

ANALIZATORUL OLFACTIV

Simțul miroslorui (olfacția) este slab dezvoltat la om, comparativ cu unele animale. Rolul său principal constă în a depista prezența în aer a unor substanțe mirosoitoare, eventual nocive, și împreună cu simțul gustului, de a participa la aprecierea calității alimentelor și la declansarea secrețiilor digestive.

Receptorii analizatorului olfactiv sunt chemoreceptori care ocupă partea postero-superioră a foselor nazale. Epitelul mucoasă olfactiv este format din celule de susținere, celule bazale (cu înălțime mică) și celule senzitive bipolare. Celulele senzitive bipolare reprezintă, în același timp, receptorul și protoneuronul. Ele au dendrita scurtă și groasă, care pleacă de la polul apical, orientată prin celulele de susținere, și se termină cu o veziculă (boton olfactiv) prevăzută cu cili (10-20).

Ciliile au o mare densitate - 10 000/mm². El măresc suprafața receptoare a veziculelor care sunt adeverate traductoare fizico-chimice cu rol în codificarea mesajului olfactiv. Axonii celulelor bipolare pleacă de la polul basal și se înțină într-un tunel pentru a forma nervii olfactivi (10-20) care străbat lama ciunii a etmoidului și se termină în bulbul olfactiv, făcând sinapsă cu neuronii mitrali multipolari de la acest nivel. Această sinapsă este de tip glomerular.

Neuronii mitrali din bulbul olfactiv reprezintă cel de-al II-lea neuron al căii olfactive. Axonii lor formează tractul olfactiv, care se termină prin trigonul olfactiv de la care pleacă stria olfactivă medială și laterală, delimitând substanța perforată anterioară. Axonii celui de-al II-lea neuron ajung la cortexul olfactiv primar (substanța perforată anterioră și nuclei septului pellucid). Prelungirile neuronilor din cortexul olfactiv primar se termină în aria entornală (aria 28), care constituie cortexul olfactiv secundar. Calea olfactivă este singura cale senzorială care

ANALIZATORUL GUSTATIV

Sistemul gustului are rolul de a informa asupra calității alimentelor introduse în gură, dar intervine și în declanșarea reflex necondiționată a secreției glandelor salivare.

Receptorii analizatorului gustativ sunt chemoreceptori, reprezentați de muguri gustativi, situați la nivelul papilelor gustative.

Muguri gustativi sunt formați din ovoide formate din celule de susținere și celule sensoriale care sunt în număr de 5-20 pentru fiecare mugur gustativ (fig. 85). La polul apical al celulelor sensoriale se găsesc câte un microvîl, care pătrunde în porul gustativ al mugurelui. La polul basal al celulelor gustative sosesc terminații nervoase ale nervului facial, glosofaringian și vag. Nervul facial, printr-o ramură a sa, coarda timpanului, preia excitațiile gustative de la corpul limbii, iar nervul vag preia excitațiile din regiunea văleculelor rădăcina limbii, iar nervul vag se termină întră rădăcina limbii și epiglotă.

Protoneuronul căii gustative se află, în cazul nervului facial, la nivelul ganglionului geniculat, iar la nervii glosofaringian și vag la nivelul ganglionului inferior al n. IX și X. Axonul primului neuron ajunge la nucleul solitar din bulb, unde se află cel de-al II-lea neuron al căii gustative. Axonul celui de-al II-lea neuron se încrucișează și ajunge la talamus, unde se află cel de-al III-lea neuron. Axonul acestuia se proiectează în aria gustativă (aria 43), plasată în partea inferioară a grilului postcentral, în zona de proiecție a feței.

ANALIZATORUL VIZUAL

Vederea furnizează peste 90% din informațiile asupra mediului înconjurător, de aceea are o importanță fiziologicală considerabilă, nu numai în diferențierea luminozității, formei și colorii obiectelor, dar și în orientarea în spațiu, menținerea echilibrului și a tonusului cortical (attenția).

Analizatorul vizual este constituit din retina, la nivelul căreia se găsesc receptorii sensibili pentru radiatiile luminioase, căile de transmitere și zonele de proiecție corticale, unde se face analiza și sinteza informațiilor.

Globul ocular, de formă aproximativ sferică, este situat în orbită. Între globul ocular și peretele osos al orbitei se află o capsulă adiposă în care se găsesc mușchii extrinseci (striați) ai globilor oculari. Globul ocular este format din trei tunici concentrice - externă, medie și internă - și din mediu refringent (fig. 86).

Tunica externă este fibroasă și formată din două portiuni inegale: posterior se află sclerotică, iar anterior cornea. Între sclerotică și cornă se află șanțul sclerocorneean, în profunzimea căruia se află și canalul lui Schlemm prin care trece umoarea apoașă spre venele sclerei, unde excesul se va resorbi.

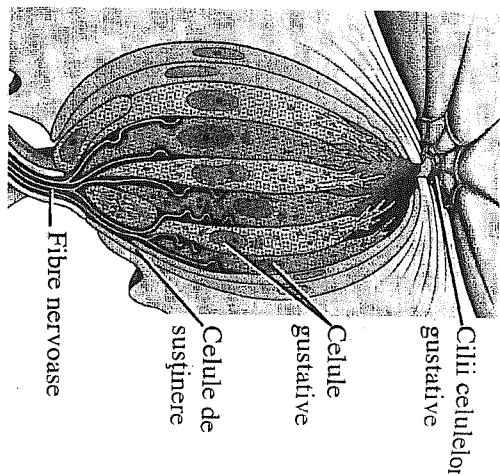


Fig. 85. Corpusculul gustativ

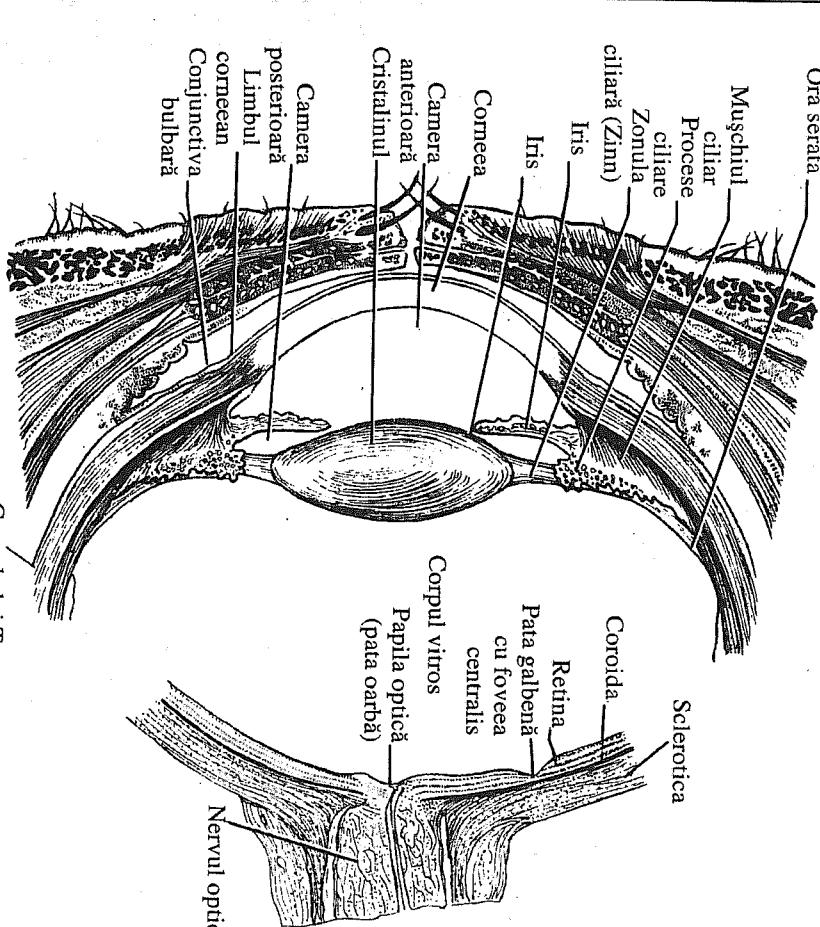


Fig. 86. Tunicile globului ocular

Cornăea este plasată în partea anteroară și este mai puțin întinsă față de sclerotică. Este transparentă, neavând vase de sânge, dar are în structura sa fibre nervoase numeroase.

Sclerotică, tunica opacă, reprezintă 5/6 din tunica fibroasă. Pe sclerotică se inseră mușchii extrinseci ai globului ocular. Ea prezintă orificii pentru vasele sanguine și limfatiche, iar la nivelul polului posterior este perforată de fibrele nervului optic, care părăsește globul ocular, căi și de arteră care intră în globul ocular (lamă ciuruită a sclerei). Sclerotică este constituită din țesut conjunctiv dens. Pe fața ei internă, zona de tranziție spre coroidă conține celule pigmentare (lamina fusca).

Tunica medie, vasculară, este situată înăuntru tunicii externe, fibroase, și prezintă trei segmente care, dinspre posterior spre anterior, sunt: coroïda, corpul ciliar și irisul.

Coroïda se întinde posterior de ora serată care reprezintă limita dintre coroïda și corpul ciliar. În partea sa posterioară, coroïda este prevăzută cu un orificiu având diametrul de 1,5 mm, prin care tese nervul optic. Acest orificiu corespunde lambei ciuruite a sclerei.

Corpul ciliar se află imediat înaintea orei serată și prezintă, în structura sa, procesele cilare și mușchiul ciliar.

Mușchiul ciliar este format din fibre musculare netede, unele radiare, altele circulare.

Fibrele circulare sunt inervate de parasimpatic (nucleul autonom al nervului III), iar fibrele radiare sunt inervate de simpatic.

Mușchiul ciliar are un rol important în procesele de acomodare, intervenind asupra cristalinului prin ligamentul suspensor (zonula Zinn), care se inseră pe fața externă a capsulei cristalinului.

Procesele ciliare, în număr de 60-80, sunt alcătuite din aglomerări capilare; ele secreta umoarea apoasă.

Irisul este o diafragmă în fața anterioară a cristalinului; în mijloc, prezintă un orificiu numit pupiă. Culoarea, aspectul și structura irisului variază de la un individ la altul. Din punct de vedere structural, irisul apare format din mai multe straturi care, dinspre partea anterioară spre partea posterioară, sunt:

- Epitelijul anterior, format dintr-un singur rând de celule poligonale.
- Stroma irisului, bogată în celule pigmentare. Un număr mare de celule pigmentare realizează culoarea brună, în timp ce o cantitate mică de pigment determină culoarea albăstră. În stroma irisului, în jurul orificiului pupilar se găsesc fibre musculare netede orientate circular (sfincterul pupilei) și radial (dilatatorul pupilei). Acești doi mușchi, împreună cu mușchiul ciliar, constituie musculatura intrinsecă a ochiului. Mușchii sfincter este inervat de fibre parasympaticce provenite din nucleul autonom al nervului III, iar mușchiul dilatator de fibre simpatice care provin din cornul lateral al măduvei $C_8 - T_2$ (centrul iridodilatator).
- Epitelijul posterior, format dintr-un singur rând de celule, abundent încărcate cu pigment.

Irisul are rolul unei diafragme ce permite reglarea cantității de lumină ce sosescă la retină.

Tunica internă este reprezentată de retina. Ea este membrana fotosensibilă, responsabilă de receptia și transformarea stimулilor luminosi în influx nervos. Din punct de vedere morfologic și funcțional se disting două regiuni: retina vizuală sau parteoa optica și retina oară (pata oarbă), fără rol în fotorecepție, numită și retina iridociliară, datorită raporturilor ei cu irisul și corpul ciliar.

- **Retina vizuală** se întinde posterior de ora serată și prezintă două regiuni importante: Pata galbenă (macula lutea), situată în dreptul axului vizual. La nivelul ei se găsesc mai multe conuri decât bastonașe. În centrul maculei lutee se află o adâncitură de 1,5 mm² – foveea centralis – în care se găsesc numai conuri.
- **Pata oarbă**, situată medial și inferior de pata galbenă, reprezintă locul de ieșire a nervului optic din globul ocular și de intrare a arterelor globului ocular. În pata oarbă nu există elemente fotosensibile.

În structura retinei se descriu 10 straturi, în care se întâlnesc trei feluri de celule funcționale, aflate în relații sinaptice, celule fotoreceptoare, cu prelungiri în formă de con și de bastonașe, celule bipolare și celule multipolare. În afara de acestea se mai găsesc celule de susținere și celule de asociere.

Cele 10 straturi, dinspre coroïda spre interiorul globului ocular, sunt:

- epitelij pigmentar;
- stratul conurilor și bastonașelor, alcătuit din segmentele externe ale celulelor vizuale cu conuri și bastonaș;
- membrana limitanță externă;
- stratul granular extern, care cuprinde corpul celulelor vizuale;

• stratul plexiform extern, care reprezintă sinapsa dintre celulele vizuale și celulele bipolare;

• stratul granular intern, realizat de sinapsile dintre celulele nervoase bipolare și cele ganglionare;

• stratul plexiform intern, realizat de sinapsile dintre celulele nervoase bipolare și celulele ganglionare;

• stratul fibrelor nervului optic, format din axoni celulelor multipolare;

• membrana limitanță internă.

Celulele cu bastonașe sunt celulele nervoase modificate, în număr de circa 125 milioane, forveea centralis. Lipsesc. Bastonașele sunt adaptate pentru vederea nocturnă, la lumină slabă. Mai multe celule cu bastonașe fac sinapsă cu o celulă bipolară și mai multe celule bipolare fac sinapsă cu o celulă multipolară, deci la o celulă multipolară corespund circa 90 - 180 celule cu bastonașe.

Celulele cu conuri, de asemenea, celule nervoase modificate, în număr de 6 - 7 milioane, sunt mai numeroase în macula lutea; în forveea centralis există numai celule cu conuri. Fiecare celulă cu con din forveea centralis face sinapsă cu o singură celulă bipolară, iar aceasta cu o singură celulă multipolară. Conurile sunt adaptate pentru vederea diurnă, colorată, la lumină intensă.

Mediile refringente sunt reprezentate de: cornea transparentă, umoarea apoasă, cristalinul și corpul vitros. Aceste medii au rolul de a refracta razele de lumină.

Cristalinul are forma unei lentile biconvexe, transparente, localizată între iris și corpul vitros. La periferie este învelit de o capsulă de natură elastică, numită cristaloidă. Cristalinul este menținut la locul său printr-un sistem de fibre care alcătuiesc ligamentul suspensor sau zonula lui Zinn. Cristalinul nu conține vase sanguine, limfatice și nervi, nutriția sa făcându-se prin difuziune de la vasele proceselor ciliare.

Umoarea apoasă este un lichid incolor, ce se formează print-o activitate secretorie a proceselor ciliare. Ea trece inițial în compartimentul posterior al camerei anterioare, delimitată între iris și cristalin, apoi prin pupilă trece în compartimentul anterior al camerei anterioare dintr-oiris și cornee. De la acest nivel, prin canala lui Schlemm, se resorbă în venele sclerei.

Între cantitatea de umoare apoasă formată și cea resorbă în venele sclerei se menține un echilibru constant, cu o presiune intraoculară normală de 23 mm Hg. Când se produce o obstrucție în resorbția ei la nivelul venelor sclerei, presiunea intraoculară crește prin formarea continuă normală a umoarei apoase, dând boala denumită glaucom.

Corpul vitros are o formă sferoidală, cu consistență gelatinăoasă și este transparent. Ocupă camera posteroioră, situată în spatele cristalinului. La exterior este învelit de o membrană numită hialoidă.

Mediile transparente ale ochiului au indice de refacție foarte apropiat. Razele de lumină pătrund prin cornea transparentă în interiorul globului ocular, unde sunt refractate conform legilor refacției, de către mediile refringente ale globului ocular, formându-se pe retină imaginea obiectului privit.

Deoarece sistemul optic al ochiului este un sistem convergent, se va obține o imagine reală, răsturnată și mai mică.

SYSTEMUL NERVOUS

Se împart în anexe de mișcare și anexe de protecție.

Anexele de mișcare sunt reprezentate de mușchii extrinseci ai globului ocular, care spre deosebire de cei intrinseci, sunt striați. Se descriu patru mușchi drepti și doi oblici. Mușchii drepi au în ansamblu, formă de trunchi de con cu baza pe scleroftă și cu vârful la nivelul unui inel fibros de la vârful orbitei (mușchii drept superior, inferior, intern și extern). Mușchii oblici se disting în superior și inferior. Ei își au originea pe peretele superior și inferior al orbitei.

Mișările globilor oculari sunt conjugate prin conlucrarea bilaterală a unui număr de mușchi. Mișcarea de lateralitate se efectuează prin contracția dreptului extern de la un ochi, împreună cu dreptul intern al ochiului opus, mișcarea de convergență a ochilor se realizează prin contractia ambilor mușchi drepti interni, mișcarea în sus se realizează prin contracția mușchilor drepti superioiri și a celor oblici inferioiri, mișcarea în jos prin contracția dreptilor inferioiri și a oblicilor superioiri.

Nervul III inervează oblicul inferior și toti mușchii drepti, exceptând dreptul extern, nervul IV inervează oblicul superior, iar nervul VI dreptul extern.

Anexele de protecție sunt următoarele: sprancenele, pleoapele, conjunctiva și aparatul lacrimal.

CALEA OPTICĂ

Reprezintă segmentul intermediu al analizatorului vizual. Receptorii căii optice sunt celulele fotosensibile cu conuri și bastonase. Primul neuron se află la nivelul celulelor bipolare din stratul 6 al retinei vizuale, iar al doilea neuron este situat în stratul 8, fiind reprezentat de celulele multipolare. Axoni neuronilor multipolari proveniți din câmpul intern al retinei (câmpul nasal) se încrucisesc, formând chiasma optică, după care ajung în tractul optic opus. Axoni proveniți din câmpul extern al retinei (câmpul temporal) nu se încrucisesc și trec în tractul optic de aceeași parte. Nervul optic conține fibre de la un singur glob ocular, în timp ce tractul optic conține fibre de la ambi ochi.

Tractul optic ajunge la metatalamus (la corpul geniculat extern), unde majoritatea fibrelor tractului optic fac sinapsă cu cel de al III-lea neuron al cărui axon se propagă spre scara cerebrală, și se termină în lobul occipital, în jurul scizurii calcarine (cîmpurile 17, 18, 19), unde se află aria vizuală care reprezintă segmentul cortical al analizatorului. Alte fibre ale tractului optic nu fac sinapsă în corpul geniculat extern, ci merg spre nuclei pretecali situati anterior de lama cvasidigemina (tectum). De la acest nivel, unele fibre merg spre nucleul autonom al nervului III, de unde pornesc fibre parasimpatiche care vor ajunge în mușchii sfincter al pupilei (mioză), altele coboară în cornul lateral al măduvei C₈ - T₂, de unde pornesc fibre simpatice care vor ajunge la dilatatorul pupilei (midriază).

ANALIZATORUL ACUSTICO-VESTIBULAR

Analizatorul acustic (pentru auz) și analizatorul vestibular (pentru poziția corpului în repaus și mișcare) sunt situați în urechea internă. Fiecare dintre ei are câte un nerv pentru a conduce excitațiile: nervul acustic (cochlear) și, respectiv, nervul vestibular. Pe trajectul nervului cochlear se află ganglionul spiral Corti, iar pe trajectul nervului vestibular se află ganglionul

vestibular Scarpa. Cei doi nervi se unesc și formează petrecerea VIII de nervi cranieni. Nervul stato-acustic (vestibulo-cochlear) se îndreaptă spre trunchiul cerebral, pătrunzând în trunchi prin sănțul bulbopontin. Analizatorul auditiv definește la unele animale roluri importante legate de orientarea în spațiu, pentru depistarea sursei de hrana și a pericolelor, iar la om servește și la perceperea vorbirii care stă la baza relațiilor interumane.

Urechea umană poate percepe undele sonore, repetitive într-o anumită ordine (sunete) sau succedându-se neregulat (zgomote). Produse prin condensari și rarefieri ale aerului, unde sunore au trei proprietăți fundamentale: intensitatea, determinată de amplitudine, înălțimea, condiționată de frecvență, și timbrul, depinzând de vibrațiile armonice supra-adăugate. Frevența sunetelor percepute de urechea umană este cuprinsă între 25 și 20 000 cicl/s, iar sensibilitatea auditivă maximă este cuprinsă între 1000 - 3000 cicl/s.

În ceea ce privește analizatorul vestibular, el are funcția de a furniza informații asupra poziției și mișcărilor corpului în spațiu, pe baza cărora declanșeză reflexe necesare menținerii echilibrului și poziției verticale a corpului, că și a schimbărilor de poziție. La această funcție mai participă și informațiile culese de la receptorii musculari, cutanati (tact, presiune) și optici.

Perfecționarea aparatului acustic a determinat dezvoltarea unor anexe importante: urechea exteră și medie (fig. 87), care nu au nici o relație cu aparatul vestibular. Urechea exteră cuprinde: pavilionul și conductul auditiv extern.

Pavilionul urechii este situat pe fața laterală a capului și prezintă două fețe (laterală și medială) și o circumferință.

Fata laterală prezintă în centru ei o depresiune numită concă, în fundul căreia se află orificiul auditiv extern. Anterior de concă se află o proeminență numită tragus.

În partea superioară și posterioară a pavilionului se află helicul, iar anterior de aceasta antehelixul. În partea inferioară a antehelixului se află antitragusul. Fata medială a pavilionului este mai puțin întinsă decât fata laterală. Circumferința pavilionului este formată anterior de tragus, superior și posterior de helix, inferior de marginea inferioară a lobului urechii. Lobul urechii este porțiunea situată în partea inferioară a acestuia și care nu are în structura sa cartilaj articular.

Pavilionul urechii prezintă un schelet fibrocartilaginos, cu fibre elastice, care lipescă la nivelul lobului.

Pe cartilajul pavilionului se prind mușchii auriculares, atrofiați la om. La exterior se află pielea ce se continuă cu cea care acoperă conductul auditiv extern. Conductul auditiv extern se întinde de la orificiul auditiv extern pînă la timpan. În structura sa distinge o porțiune laterală, fibrocartilaginoasă, și o porțiune medială osoasă, săpată în stâncă temporalului. Are o lungime de 1,5 cm. Conductul este acoperit de piele care se continuă la nivelul pavilionului. Pielea conductului auditiv extern prezintă fibrile vibrante de păr (vibrize), la bază cărora se găsesc glande ceruminoase care secrează o substanță grăboasă galbuie, numită cerumen. Acumularea în exces a acestei substanțe duce la formarea dospului de ceară care determină hipoacusia.

Urechea medie sau casa timpanului este o cavitate pneumatică săpată în stâncă temporalului, fiind tapetată de o mucoasă care se continuă anterior, prin intermediul trompei, cu mucoasa rinofaringelui și posterior cu mucoasa cavitaților mastoidiene. Mucoasa tapetează și cele trei oscioare ale auzului. Membrana timpanică, situată la limita dintre casa timpanului și conductul auditiv extern, se prinde pe osul timpanal care are forma de inel deschis în sus.

Membrana timpanului este de natură fibroasă și este tapetată pe față sa externă de tegument, iar pe cea internă de mucoasa casei timpanului. Grosimea timpanului este de 0,1 mm. La vibrații prea puternice, membrana timpanului se poate sparge.

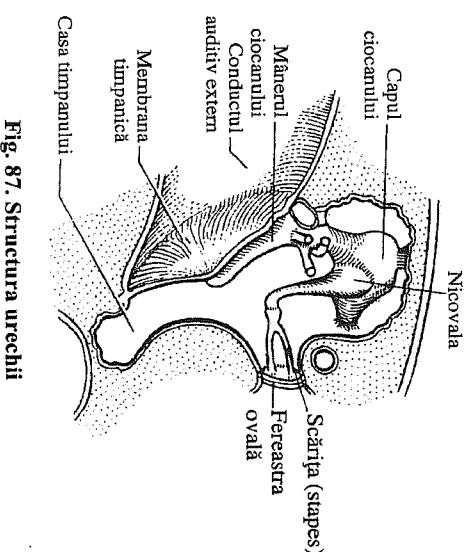
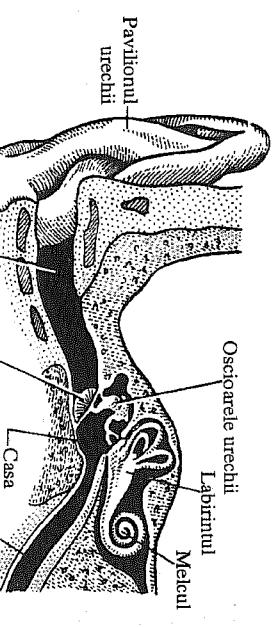


Fig. 87. Structura urechii

Urechea medie este formată, central, din casa timpanului, care are o formă cubică, prezentând șase pereti:

- superior - peretele cerebral, numit și regmen timpani, este format de o parte a stâncii temporalului și vine în raport cu lobul temporal al emisferelor cerebrale acoperit de meninge; perforarea lui, în caz de otite supurante la copii, poate duce la encefalite și meningite;
- inferior - se numește jugular, deoarece vine în raport cu vena jugulară internă;
- anterior - se numește tubar, întrucât la nivelul acestuia se deschide tronpa lui Eustachio prin care casa timpanului comunică cu nazofaringele; această comunicare are rolul de egalizarea presiunii pe ambele fețe ale timpanului;
- posterior - se numește mastoidian; la nivelul acestui perete, casa timpanului comunică printre un mic canal osos cu celulele mastoideiene, care sunt cavități pneumatice săpate în interiorul mastoidei;

• peretele lateral - se numește timpanic; la acest nivel se află membrana timpanică ce se interpune între urechea exteră și medie;

• peretele medial - se numește labirintic; la acest nivel se găsesc fereastra ovală și fereastra rotundă.

Urechea medie conține în interiorul său un lanț articulat de oscioare care o traversează de la membrana timpanică spre fereastra ovală: ciocanul, nicovala și scărija. Ciocanul se inseră pe membrana timpanică prin intermediul unei apofize lungi, numita mânăru ciocanului. Capul ciocanului se articulează cu corpul nicovalei. Nicovala se articulează, în continuare, cu corpul scării. Scărija se articulează pe de o parte cu nicovala, iar prin talpa ei, situată la baza scării, acoperă fereastra ovală.

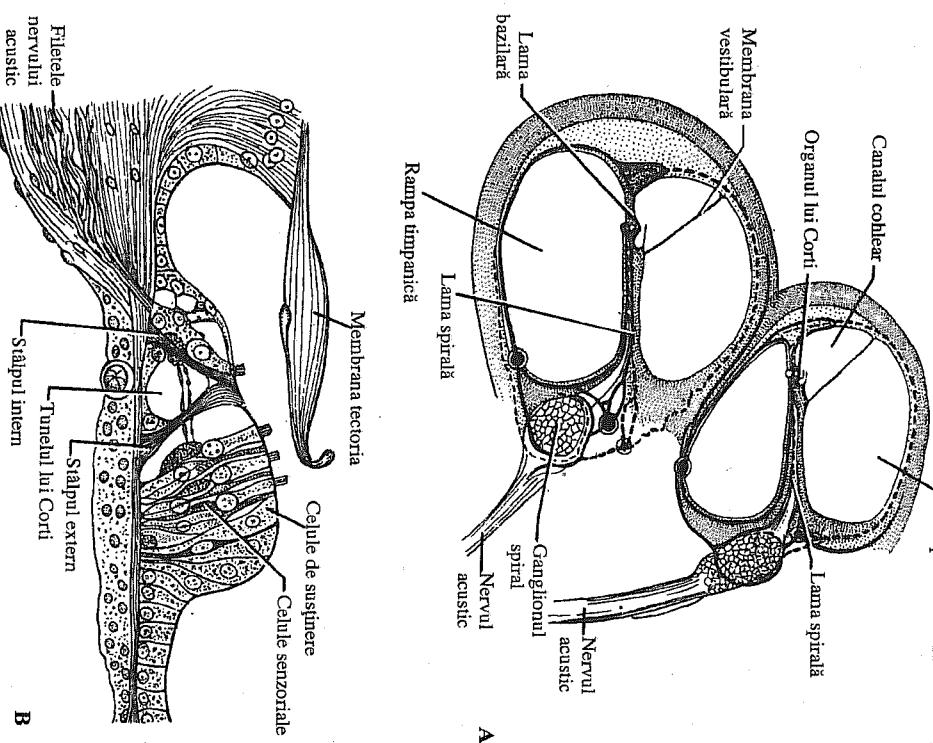


Fig. 87. Urechea internă. A- organul lui Corti; B- secțiune prin meatus

Iar la nivelul timpanului se descrie mușchiul tensor al timpanului (inervat de trigemen), iar la nivelul scăriței mușchiul scăriței (inervat de facial).

Muschilul ciocanului diminuează vibratiile sonore prea puternice, iar mușchiul scăriței le amplifică pe cele slabe.

Urechea internă (fig. 88) este formată dintr-un sistem de încăperi, numite labirint osos, săpate în stâncă temporalului. În interiorul labirintului osos se află un sistem de camere membranoase care alcăuiesc labirintul membranos. Între labirintul osos și cel membranos se află perilișma, iar în interiorul cîtelui membranos endolimfa.

Labirintul osos este format din vestibul osos, canale semicirculare osoase și un melcosos, numit și cohlee osoasă.

Vestibulul osos este o cavitate cu șase perete: peretele extern - corespunde casei timpunului și vine în raport cu cele două ferestre, ovală și rotundă; peretele intern - vine în contact cu conductul auditiv intern prin care nervul stato-acustic părăsește urechea și prin care pătrunde nervul facial ce străbate canalul facialului; peretele anterior - răspunde cohleei osoase; pe pereti superior și posterior se remarcă orificiile canalelor semicirculare; peretele inferior - reprezentat de podișul vestibulului.

De la vestibulul osos părăsește, spre fața posterioară a stâncii, un canal îngust, numit apeductul vestibulului osos, prin care perilișma comunică cu lichidul cefalorahidian.

Cele trei canale semicirculare osoase (anterior, posterior și lateral) se află în planuri perpendiculare unul pe celălalt. Fiecare canal semicircular se deschide la o extremitate a sa printr-o dilatație mai largă, numită ampulă. La cealaltă extremitate, canalul anterior se unește cu cel posterior într-un canal comun înainte de a se deschide în vestibul. Cele trei canale semicirculare se vor deschide, deci, în vestibul prin 5 orificii.

Melcul osos (cohleea osoasă) este situat anterior de vestibul și prezintă o formă conică, cu un ax osos central, numit columela, în jurul căruia melcul osos realizează $2\frac{1}{2}$ ture.

Po columela se prinde lama spirală osoasă, mai largă la bază și mai îngustă la vîrf, care se întinde de la columela până la jumătatea humenului cohleei și este întregită de membrana bazilară a labirintului membranos, care se sprâjina pe peretele extern al melcului osos. Datorită acestor membrane, lumenul melcului osos este compartimentat în: rampă vestibulară, situată deasupra membranei vestibulare, rampă cohleară (timpanică), sub membrana bazilară, și canalul cochlear (melcul membranos), între membrana bazilară, membrana vestibulară și peretele extern al melcului osos. Ambele rampe, vestibulară și cohleară, conțin perilișma și comunică între ele la vîrful melcului printr-un orificiu, numit helicotremă, care apare datorită faptului că lama spirală osoasă însesește la acest nivel.

Labirintul membranos este format dintr-un sistem de camere, situate în interiorul labirintului osos, ai căror pereti sunt formați din țesut conjunctiv fibros. Conformația labirintului membranos seamănă, în general, cu a celui osos, numai că vestibulul membranos este format din două cavitați membranoase: utricula, situată în partea postero-superioră a vestibulului, și sacula, sub utricula. De la utricula și sacula pleacă către un canal endolimfatic, care, prin unire, formează canalul endolimfatic comun, terminat printr-un fund de sac endolimfatic. În utricula se deschid cele trei canale semicirculare membranoase, situate în interiorul celor osoase și care, ca și cele osoase, sunt perpendiculare unul pe celălalt. Prezintă trei extremități dilatate, numite extremitați amplare, și numai două nedilatate (neampulare), deoarece una din extremitățile neampulare este comună canalelor semicirculare anterior și posterior.

Din partea inferioară a saculei părăsește un canal, numit canalul Hensen, care face legătura cu canalul cohlear situat în interiorul melcului osos, pe care nu-l ocupă în întregime, ci numai parțial, în spațiu care corespunde celor două membrane, bazilară și vestibulară Reissner. Pe secțiune are o formă triunghiulară. Receptorii acustici se găsesc la nivelul organului Corti, care se întinde pe aproape toată lungimea canalului cohlear, cu excepția unor scurte porțiuni la fiecare extremitate a canalului cohlear. Organul lui Corti se află pe membrana bazilară, acoperit de membrana tectoria (Corti), acelulără. Printr-o extremitate a sa aderă de lama spirală osoasă, iar cu cealaltă plutescă liberă în endolimfă.

În centrul organului Corti se găsește un spatiu triunghiular numit tunelul Corti. Baza tunelului Corti este reprezentată de membrana bazilară, iar laturile lui de două rânduri de celule de susținere mai înalte, numite stâlpii interni și externi, care se sprâjinnă unul pe celălalt prin polul apical. Tunelul lui Corti este traversat de fibre dendritice ale neuronilor din ganglionul spiral Corti, care este localizat într-un canal spiral în columela. De o parte și de alta a stâlpilor se descriu alte celule de susținere mai mici, celulele Deiters. Cele interne sunt dispuse pe un singur rând, cele externe pe 3-4 rânduri. Celulele de susținere interne sunt continuante spre lama spirală osoasă de un epiteliu cubic simplu, în timp ce celulele de susținere externe sunt continuante spre peretele extern al canalului cohlear de celulele înalte (celulele Hensen). Celulele Hensen diminuă și se continuă cu celule cubice (Claudius). Deasupra celulelor de susținere (interne și externe) se găsesc celulele auditive. În raport cu tunelul Corti se deosebesc celulele auditive interne, pe un singur șir, și celulele auditive externe, organizate pe 3-4 șiruri. La polul bazal al celulelor auditive se găsesc ciliile auditivi, care pătrund în membrana reticulată secretată de celulele de susținere. Numărul cililor este mai mare la celulele auditive externe (80-100) decât la cele interne (40-65). Deasupra cililor auditivi se află membrana tectoria Corti, care se inseră cu un capăt pe lama spirală osoasă, iar celălalt capăt este liber.

RECEPTORII VESTIBULARI

Sunt situați în labirintul membranos posterior. În utriculă și sacula se găsesc câte o maculă, respectiv utriculară și saculară, formate din celule de susținere, așezate pe o membrană bazală, peste care sunt dispuse celulele senzoriale cu cili. Celulele senzoriale nu ajung la membrana bazală, ele ocupând porțiunea superficială a epiteliumului. La polul basal al celulelor senzoriale seosec dendrite ale neuronilor din ganglionul vestibular Scarpa. Ciliile sunt înglobați într-o structură gelatinosă, numită membrana otolitică, în care se află granule de carbonat de calciu și magneziu, numite otolite. Crestele ampulare, localizate în ampulele canalelor semicirculare membranoase, sunt formate din celule de susținere și celule senzoriale. Celulele senzoriale ocupă porțiunea superficială a epiteliumului. La polul apical, celulele senzoriale prezintă cili care pătrund într-o cupolă gelatinosă, iar la polul basal terminați dendrite ale neuronilor din ganglionul vestibular Scarpa. Utricula și sacula conțin aparatul otolitic (macula utriculară și saculară). Pe membrana bazală se găsesc celule senzoriale cu cili, intercalate printre celule de susținere. Ciliile celulelor senzoriale sunt inclusi într-o membrană gelatinosă care conține granulații calcare (otolite). La polul basal al celulelor senzoriale seosec dendritele neuronilor senzitivi din ganglionul vestibular (Scarpa), constituind aparatul otolitic pentru echilibru static, iar canalele semicirculare sunt adaptate pentru echilibru dinamic. Stimularea celulelor senzitive cu ciliile din macule și crește ampulare este determinată de deplasările endolimfei, consecutiv mișcărilor capului.

SEGMENTELE INTERMEDIAR ȘI CENTRAL

Calea acustică. Primul neuron se află în ganglionul spiral Corti. Dendritele primului neuron ajung la polul basal al celulelor auditivе cu cili din organul Corti, iar axonii formează nervul cochlear, care se alătură nervului vestibular, formând perechea VIII (n. vestibulo-cochlear). Nervul vestibulo-cochlear pătrunde în trunchiul cerebral prin sănțul bulbo-pontin. Ramura cochleară a perechii VIII de nervi cranieni se îndreaptă spre cei doi nuclei cochleari (ventral și dorsal) din puncte.

La nivelul acestor doi nuclei, în special în cel ventral, se află cel de-al II-lea neuron al căii acustice. Axonii celui de-al II-lea neuron se încruțișează în puncte și formează corpul trapezoid, în vecinătatea căruia se găsește nucleul olivar pontin. După încrucișare, axonii iau un tracțiон ascendent, formând lemniscul lateral care se îndreaptă spre colicul inferior unde se găsește al III-lea neuron. Al IV-lea neuron al căii acustice se găsește în corpul geniculat medial. Axonul celui de-al patrulea neuron se proiectează în girul temporal superior, pe față sa superioară, în girii transversi, câmpurile 41, 42 și 22.

Calea vestibulară. Primul neuron se află în ganglionul vestibular Scarpa. Dendritele primului neuron ajung la celulele senzoriale cu cili din macula și creste ampulare, iar axonii formează ramura vestibulară a perechii a VIII-a de nervi cranieni (nervul vestibulo-cochlear). Ramura vestibulară se îndreaptă spre cei patru nuclei vestibulari din bulb (superior, inferior, lateral și medial). La acest nivel se află cel de-al II-lea neuron al căii vestibulare și de aici pleacă mai multe fascicule, și anume:

- fasciculul vestibulo-spinal, spre măduvă (controlază tonusul muscular);
- fasciculul vestibulo-cerebelos, spre cerebel, controlază echilibru static și dinamic;
- fasciculul vestibulo-nuclear, spre nuclei nervilor III și IV din mezencefal și V din punte, controlază mișcările globilor oculari cu punct de plecare labirintic;
- fasciculul vestibulo-talamic, spre thalamus; de aici, prin fibrele thalamo-corticale, se proiectează pe scoarța lobului temporal (circumvoluția temporală superioară).

FIZIOLOGIA ANALIZATORILOR

GENERALITĂȚI

MECANISMUL RECEPTIEI EXCITANTILOR

Receptorii sunt formati, în general, din celule epiteliale care au excitabilitate specifică. Specificitatea receptorilor constă în faptul că au un prag foarte scăzut de excitabilitate față de un anumit excitant și un prag foarte ridicat al excitabilității față de toți ceilalți excitanți. De exemplu, celulele fotosensibile ale retinei sunt excitate de energii luminoase infime, de valoarea cătorva cuante, dar pot fi excitate și de agentii mecanici cu energii de milioane de ori mai mari (o lovitură puternică a globului ocular produce senzații luminoase). Excitabilitatea receptorilor prezintă alte două particularități: potențialul de receptor și adaptarea.

Potențialul de receptor (generator) este variația de potențial la nivelul membranei celulei receptoare, produsă de agentul specific. Acest potențial nu respectă legea "tot sau nimic", el este un potențial local, a cărui amplitudine variază gradat, în funcție de intensitatea excitantului. În

felul acesta, receptorul "traduce" energia variabilă a excitantului specific în potențiale electrice de amplitudini variabile.

Adaptarea reprezintă fenomenul de creștere progresivă a pragului față de excitantul specific, dacă acesta acționează un timp mai îndelungat. De exemplu, simțim contactul cu o cămașă numai în momentul îmbrăcării acesteia și nu pe tot parcursul zilei. Excepție de la adaptare fac receptorii proprioceptivi, în special flusurile neuromusculare.

Din punctul de vedere al adaptabilității, receptorii sunt de două tipuri: receptori tonici și receptori fazici. Receptori tonici nu se adaptează rapid, trăind câteva centrii nervosi înformăti tot timpul că asupra lor acționează agentul excitant. Astfel, ei exercită o influență tonică și continuă asupra centrilor. Acești receptori informează permanent centrii despre acțiunea unor excitanți continui. Din această categorie fac parte flusurile neuromusculare, baroreceptorii și chemoreceptorii vasculari, receptorii labirintici și cei dureoși.

Receptori fazici au viteza mare de adaptare, emițând impulsuri doar la începutul și la sfârșitul acțiunii agentului excitant. Ei au fază de activitate și de inactivitate. Acești receptori transmit informații numai în momentul apariției unor schimbări în acțiunea excitanților. Din această categorie fac parte receptorii tactili, de presiune și cei pentru vibrații.

TRANSMITEREA INFORMAȚIEI DE LA RECEPTOR LA CENTRII NERVOȘI

Într-o celulă senzorială și prelungirile periferice ale primilor neuronii senzitivi există puncte de contact sinaptic. În cazul receptorilor cutanati, rolul de membrană receptoră îl are terminația amielinică a dendritei protoneuromului. Transmiterea de la receptor la dendrită se face electric. Potențialele receptor produc, la nivelul dendritei, variații ale potențialului de repaus, până la valoarea pragului critic de deschidere. În acel moment, pe dendrită apare un potențial de acțiune de tip "tot sau nimic" ce se propagă cu mare viteza spre centri. Amplitudinea potențialelor receptor. Codificarea informației la acest nivel se face prin modulare de frecvență. Astfel, cu cât stimulul este mai intens (și deci potențialul receptor mai amplu), cu atât frecvența potențialelor de acțiune conduse către centri va fi mai mare. Aceste potențiale de acțiune reprezintă stimulul sau influxul nervos care se propagă prin lanțuri de trei sau mai mulți neuroni spre ariile corticale specifice. La fiecare sinapsă întâlnită în cale, semnalul electric este codificat în semnal chimic (eliberarea mediatorului), iar acesta, la rândul său, este recodificat în semnal electric la nivelul membranei postsinaptice etc. Fiecare neuron de reie are câteva mii de contacte sinapтиke prin care, în orice moment, sosesc numeroase impulsuri excitatorii sau inhibitorii. Neuronul le integrează pe toate și elaborăază un semnal prelucrat superior, pe care îl transmite spre următoarea stație de reie. Pe măsură ce se apropiie de centrii corticali, informația este din ce în ce mai prelucrată și mai concentrată. Ultima stație de reie este la nivelul thalamusului, spre care converg toate aferențele extero-, intero- și proprioceptive, cu excepția celor olfactive. În thalamus are loc integrarea a tuturor semnalelor de la receptorii. De aici pornesc spre scoarță un număr redus de semnale superioare prelucrate. Pe baza lor, scoarța cerebrală elaboră un model intern al lumii înconjurătoare și al propriului organism. Procesul nervos prin care se trece de la o mulțime de semnale elementare disparate la un semnal superior poartă numele de **superizare**. Cea mai înaltă

Fiecare analizator are calea sa proprie de conducere directă. În traseul lor spre scoră, căile de conducere emit colaterale spre formația reticulată mezencefalo-diencefalitică, prin care se exercită o acțiune tonică asupra scoarței cerebrale. Aceste colaterale, împreună cu căile reticulocorticale, reprezintă căi ascendente nespecifice, cu proiecție corticală difuză. Rolul lor este esențial în reacția de trezire corticală, și în prelucrarea semnalelor ajunse la scoarță pe căi ascendente specifice.

Inhibiția colaterală. În drumul lor ascendent, căile de conducere emit colateralele atât spre neuronii excitatori, cât și spre cei inhibitori. De la aceștia din urmă pornesc axoni ce se termină prin sinapse inhibitorii pe neuronii de releu ai căilor ascendente vecine, care transmit fie același tip de sensibilitate, fie alte tipuri. Prin aceste sinapse inhibitorii este diminuată amplitudinea semnalului condus sau acesta este chiar blocat. În acest mod se realizează un "contrast" mai bun între diferenții excitanți, permânând scoarței o analiză mai fină a zonei receptoare stimulată.

Un exemplu de inhibiție colaterală este blocarea sau diminuarea senzației durerosice, în caz de lovire, prin frecționarea zonelor cutanate vecine. Un alt exemplu este diminuarea până la disparație a "febrei musculare" la excitarea proprioceptorilor, provocată prin reluarea exercițiului fizic. Sediul principal al inhibiției colaterale este reteul talamic. Inhibarea celui de-al treilea neuron, de reteu talamic, al căilor ascendente specifice se poate realiza și prin căi descendențe cortico-talamice, conectate, de asemenea, cu neuroni inhibitori intercalari. În acest mod, scăderea regleză conștiensau inconștiensau intensitatea semnalelor pe care talamusul le projecțează cortical. Se știe că durerea resimțită în cursul unor intervenții dentare este mai mare la persoanele care intră în panică și mai redusă la cele ce își impun calmul și răbdarea. Prin aceste mecanisme, talamusul funcționează ca un adevarat filtru pentru toți stimuli proiectați pe scoarță.

PROIECTIA CORTICALĂ A EXCITAȚIILOR RECEPTIONATE LA PERIFERIE

Fiecare analizator are o aria corticală pe care se protecțează, în mod preferențial, semnele emise de anumite receptori și superiozate apoi pe traseul căilor de conducere. Deși au localizări precise, granile acestor arii nu pot fi trasate net; pe de o parte, ele se întrepătrund, iar pe de alta, la elaborarea unei senzații participă și ariile asociative, arii comune pentru toți analizatorii. În plus, la percepțarea conștiensau a lumii înconjurătoare participă și formația reticulată mezencefalo-diencefalitică. De aceea, noțiunea de "centru cortical" are azi un sens mult mai larg decât în trecut.

Diferitele tipuri de senzații ajunse în lumenă conștiensau depind de aria corticală unde se potențialează de acțiunea lor a receptorilor. Astfel, în ariile optice, potențialele de acțiune determină senzații vizuale, în ariile auditive produc senzații acustice etc. Aceleasi senzații pot fi provocate și prin stimularea direcță a ariilor corticale specifice. Senzația conștiensau se naște pe scarța cerebrală, dar se proiectează spațial, la nivelul zonei receptorare excitate. Corespondența dintre localizarea topografică a receptorilor și senzația corticală specifică provocață prin excitarea lor se realizează prin intermediul căilor de conducere specifice fiecărui analizator. Stimuli lajano-corticali ajung mai întâi la neuroni din stratul 4, de unde se răspândește atât spre suprafață (straturile 1, 2 și 3), cât și în profunzime (straturile 5 și 6). În straturile superficiale se proiectează și stimulii sistemului reticulat ascendent activator, regând excitabilitatea generală a cortexului. Din straturile profunde pornesc conexiuni spre alte arii corticale sau subcorticale. În stratul 5 și 6 au originea fibre ce pot coborî până în trunchiul cerebral sau chiar măduva spinării, iar din stratul 6 pornesc principalele conexiuni cortico-talamice.

Ariile corticale receptoare, în special cele somestezice, au o organizare morfofuncională pe coloane verticale de neuroni, fiecare coloană incluzând neuroni din toate cele 6 straturi ale neocortexului. Există zece de mii de asemenea coloane funcționale verticale. Fiecare din ele primește aferente corespunzătoare unui punct receptor și prelucră o anumită modalitate de senzație. Unele coloane primesc și analizează stimulii de la proprioceptorii, altele de la receptorii tactili sau termici etc. Coloanele sunt interconectate sinaptic și, pe baza acestor conexiuni, scoarța cerebrală poate face sinteză senzațiilor specifice în percepții complexe.

CLASIFICAREA ANALIZATORILOR

Există două categorii mari de analizatori: analizatorii somestezici și organele de simț. ANALIZATORII SOMESTEZICI (simțurile somatice)

Primesc și prelucră informații de la aparatul locomotor (analizatorul proprioceptiv sau kinestezic) și de la receptorii cutanati (analizatorul exteroceptiv sau cutanat).

ORGANELE DE SIMȚ (simțurile speciale)

Sunt reprezentate de analizatori: vizual, auditiv, vestibular, gustativ și olfactiv. Se mai discută și despre un analizator interoceptiv, mai puțin definit însă și studiat.

FIZIOLOGIA ANALIZATORULUI EXTEROCEPTIV (CUTANAT)

Exteroceptia reprezintă sensibilitatea receptionată la nivelul pielei. Pielea este sediul receptorilor pentru mai multe tipuri de sensibilități. Ei reprezintă segmentele periferice a cel puțin trei tipuri de analizatori: tactil, termic și dureos. Deși receptorii sunt și prelucrării diferenții, cei trei analizatori au multe elemente comune: au receptorii situați la nivel cutanat, au proiecția corticală în gură postcentral, iar în anumite circumstanțe stimulii termici sau tactili pot provoca senzații durerosice.

SEGMENTUL PERIFERIC

Segmentul periferic al analizatorului exteroceptiv este reprezentat de receptorii tactili, termici și dureoși.

Receptorii tactili fac parte din categoria mecanoreceptorilor, fiind stimulați de deformările mecanice. Prin intermediul acestor receptorii se pot genera senzații tactile, de presiune sau vibratoare.

Cei cu localizare superficială receptorii tactili atingerea (corpusculii Meissner, discurile Merkel), iar cei mai profunzi presiunea (corpusculii Ruffini). Tot în profunzime se află corpusculii Pacini, având adaptare foarte rapidă și receptiune vibrării. Un tip special de senzație majoră este pruritul (mâncărimea) și gădilatul.

Receptorii pentru acest tip de senzații sunt tot mecanoreceptorii, ei fiind excitați de stimuli tactili foarte superficiali.

Receptorii termici sunt situați superficial în derm și epiderm. Termoreceptořii sunt mai aleș terminați nervoase libere, unele specializate pentru senzația de cald, altele pentru rece.

Receptorii pentru durere (algoreceptořii) sunt chemoreceptořii stimulați de modificări chimice tisulare. Senzația de durere poate apărea și prin excitarea bruscă a receptorilor termici (la temperaturi mai mari de 43°C) sau tactili (distrugeri tisulare, tăeturi etc.). Algoreceptořii sunt, în general, terminați nervoase libere.

SEGMENTUL INTERMEDIAR

Segmentul intermediu al analizatorului exterocepтив este reprezentat de două sisteme de conducere: un sistem spino-talamic (numit și sistemul anterolateral) și un sistem spino-bulbar (apartenând sistemului lemniscal, lemniscul medial).

Sistemul spino-talamic ventral și sensibilitatea termică și durerioasă (prin fascicul spino-talamic lateral).

Sistemul spino-bulbo-talamic conduce sensibilitatea tactilă grosieră, pruritul și gâdilitul (prin de presiune cu gradații fine și senzația vibratorie).

Sensibilitatea exterocepтивă de la nivelul tegumentelor feței, frunții și cavității bucale este con dusă prin fibre sensitivale ale nervului trigemen. Receptořii cutanati ai feței sunt identici cu cei din restul tegumentului. Calea aferentă este alcătuită, de asemenea, din trei neuroni. Protoneruoni din ganglionul sensitiv de pe traiectul nervului trigemen se conectează prin dendritele lor cu exteroceptořii respectivi. Axonii pătrund în trunchiul cerebral și se conectează sinaptic cu deutoneuronii din nuclei sensitivi trigeminali. Axonii deutoneuronilor, după încruzișare, formează lemniscul trigeminal ce se alătură lemniscului medial și ajunge la talamus, unde face sinapsă cu cel de-al treilea neuron al căii. Pe traseul lor, axonii deutoneuronilor dau numeroase colaterale spre formațiunea reticulată a trunchiului cerebral. Axonii neuronilor talamici se proiectează pe aria somestezică I, la nivelul sensibilității generale a feței.

SEGMENTUL CORTICAL

Segmentul cortical al analizatorului exterocepтив este reprezentat prin două arii de proiecție: aria somestezică I (SI), localizată în girul postcentral (câmpurile 3, 1, 2), și aria somestezică II (SII), în partea inferioară a lobului parietal și în tavanul șanțului lateral Sylvius. În aceste arii se proiectează axonii celor de-al treilea neuron al căii sensitiv, din talamus. Fiecare dermatom este reprezentat printr-o arie corticală proprie. Aceasta corespondență se numește somatotopia, iar proiecția corticală a tuturor dermatoanelor formează un "homunculus sensitiv". Acesta apare răsturnat, cu capul spre partea inferioară a girului postcentral și cu picioarele în partea superioară. Întinderea suprafeței de proiecție corticală nu este proporțională cu suprafața cutanată, ci cu gradul de sensibilitate a acesteia. Astfel, cele mai mari suprafețe de proiecție corticală le au regiuneacefatică (și în special buzele) și mâinile (în special degetele), iar trunchiul și membrele inferioare au arii de proiecție corticală mult mai reduse. Toate informațiile exterocepтивe culese din jumătatea dreaptă a corpului se proiectează în girul postcentral stâng, și invers.

În afară de ariile somestezice, primară și secundară, există și ariile somestezice asociative. Acestea se găsesc în lobul parietal, posterior față de aria somestezică primară și deasupra ariei somestezice secundare. Ele participă la elaborarea perceptiilor tactile și kinestezice mai

complex, a asocierelor de simțuri exterocepтиве (cum ar fi senzația tactilă și senzația de mișcare într-o articulație).

Din punct de vedere funcțional, neuroni din cortexul somatosenzitiv sunt aranjati în coloane verticale ce cuprind toate cele șase straturi ale neocortexului. Fiecare coloană are un diametru de 0,3-0,5 mm și conține aproximativ 10 000 corpiuri neuronale. Fiecare astfel de coloană este specifică unei anumite modalități sensitivе, unele coloane fiind stimulate de impulsurile de la organele tendinoase Golgi, altele de stimuli de la receptorii de presiune din piele etc. În plus, coloanele ce servesc diferențiale modalități sensitivе se intercalează între ele. La nivelul stratului 4, acolo unde sosesc impulsurile sensitivе, fiecare coloană este complet separată de cele învecinate. La nivelul altor straturi neuronale, apar interacțiuni între coloane, permijând astfel începerea unei analize primare a semnalelor sensitivе.

În porțiunea cea mai anterioară a girului postcentral, în profunzimea șanțului central, se află un număr mare de coloane ce primesc informații de la proprioceptorii, acestea au multiple legături funktionale cu ariile motorii precentrale, formând aria senzitivo-motorie. Coloanele somestezice, situate mai posterior, primesc informații de la receptorii cutanati cu adaptare lento (corpusculii Meissner), iar, și mai posterior, un număr tot mai mare de coloane sunt stimilate de impulsuri de la receptorii din hipoderm (receptorii de presiune).

Testarea acuității tactile. Nu toate regiunile cutanate au aceeași densitate de receptori. În funcție de densitatea acestora, teritoriul cutanat respectiv are o acuitate tactilă mai mare sau mai mică. Pentru testarea acuității tactile se aplică pe tegument, simultan, cele două capete ale unui compas. I se cere subiectului să spună dacă simte distinct ambele capete ale compasului sau doar unul. Se constată diferențe mari de răspuns, în funcție de zona cutanată investigață. Măsurarea acuității tactile constă, de fapt, în măsurarea distanței minime dintre cele două capete ale compasului pe care subiectul le percepse separat. Astfel, acuitatea tactilă este de 2 mm pe tegumentele degotelor sau al buzelor și de 60 mm pe tegumentele spatelui. Dacă se apropie capetele compasului sub 2 mm pentru buze și sub 60 mm pentru spate, scoarța percepce un singur stimул.

Sensibilitatea protopatică (grossieră) permite recunoașterea contactului cu un obiect. Sensibilitatea epicritică (fină) permite caracterizarea aceluia obiect, respectiv identificarea prin tipărit a formei, dimensiunilor, greutății, materialului din care este confecționat, precum și identificarea vibrațiilor de joasă frecvență.

Prin sensibilitatea termică pot fi apreciate diferențele de temperatură ale obiectelor. Intensitatea senzației termice este proporțională cu viteza de schimb termic dintre tegument și obiectul latins. Din acest motiv, corpurile cu conductibilitate termică mare par mai reci sau mai calde decât corpurile cu aceeași temperatură, dar cu conductibilitate termică scăzută. Aceste sensibilități pot fi dezvoltate suplimentar prin antrenament, situație întâlnită la nevăzători.

Simbul tactil, împreună cu cel kinestezic, permite cunoașterea, în fiecare moment, a locului ocupat de fiecare segment al corpului nostru în spațiu, precum și a deplasărilor diferitelor segmente ale sale, unele față de altele sau în ansamblu. Există fiecărei componente a organismului este atât de bine întărită în constrință încât, la persoanele care au suferit amputații ale unui membru, persistă timp de câteva săptămâni senzația prezenței în continuare a membrului amputat. Mai mult, dacă anterior amputării bolnavul a avut dureri foarte mari la nivelul membroului respectiv, el va simți în continuare aceleși dureri, deși membrul nu mai există. Extirparea ariilor

somestezice I și II duce la abolirea senzațiilor tactile epicritice în jumătatea opusă a corpului, dar afectează mai puțin sensibilitatea termică și aproape deloc pe cea dureroasă, evidențind rolul talamusului în perceperea temperaturii și a durerii. Distrugerea artilor somestezice asociativă duce la imposibilitatea recunoașterii apartenenței la propriul corp a jumătății contralaterale.

Sensibilitatea dureroasă prezintă o importanță deosebită în apărarea organismului în vederea înălțării ei și a cauzelor ce au produs-o. În clinică, durerea reprezintă un simptom important pentru diagnosticarea bolii. Practic, orice agent (mecanic, fizic, chimic, biologic) care produce leziuni tisulare poate genera durere.

FIZIOLOGIA ANALIZATORULUI INTEROCEPTIV

Deși toate viscerale sunt înervate senzitiv, în mod normal nu suntem conștienți de activitatea acestora. Chiar și în cazul durerii viscerale, deși este conștientă, aceasta nu poate fi localizată cu precizie, așa cum poate fi localizată durerea cutanată sau ceea cea musculară. Această faptă se datorează slabiei reprezentări corticale a interoceptorilor viscerali. Cu toate acestea, excitațiile pomite de la nivelul viscerelor influențează activitatea corticală prin intermediul formării reticulare mezencefalo-diencefalice și al căror ascendențe polisinapice.

SEGMENTUL PERIFERIC

Segmentul periferic sau receptor este reprezentat de interoceptorii din viscere și din aparatul cardiovascular. Aceștia pot fi baroreceptori (în zonele reflexogene din crosa aortei și din sinusul carotidian, precum și în pereții tubului digestiv și ai căilor urinare), voloreceptori (în atrii, în venele pulmonare și în venele cave), osmoreceptori și chemoreceptori (în aparatul cardiovascular), precum și algoreceptori (în toate viscerale).

SEGMENTUL INTERMEDIAR

Segmentul intermediar sau de conducere este reprezentat de căi specifice spino-hipotalamo-corticale și de căi nespecifice, respectiv sistemul reticulat ascendent, cu proiecție corticală difuză.

SEGMENTUL CORTICAL

Segmentul central este reprezentat de neocortex, aria somestezică II și de paleocortex. Deși activitatea zilnică a viscerelor nu este perceptă în mod conștient, ea exercită o influență importantă asupra dinamicii proceselor cerebrale. Pe de altă parte, în condiții patologice, senzația viscerală (dureroasă sau nu) devine conștientă, punând secarța cerebrală în stare de alertă.

FIZIOLOGIA ANALIZATORULUI PROPRIOCEPTIV (KINESTEZIC)

Proprioceptorii sunt stimulații mecanice de presiunea sau tracțiunea exercitată asupra lor. Pe baza informațiilor culese de la aceștia se realizează sensibilitatea proprioceptivă sau de postură, care este de două tipuri: a) sensibilitate proprioceptivă statică, ce se referă la orientarea

conștientă a diferitelor părți ale corpului una față de cealaltă; b) sensibilitate proprioceptivă dinamică sau kinestezică, ce detectează mișările efectuate de segmentele corpului și viteză de mișcare a acestora. Analizatorul kinestezic, împreună cu cel cutanat, elaborează senzațiile somatice. O altă funcție a analizatorului kinestezic este de menținere a tonusului muscular și a posturii corpului, la realizarea cărei participă și analizatorii vestibular, vizual și cutanat.

Structura analizatorului proprioceptiv a fost descrisă la capitolul de anatomicie. În cele următoare vom prezenta numai mecanismul de funcționare și rolul proprioceptorilor. Fusul neuromuscular este conectat exclusiv cu căile de conducere proprioceptive inconștiente cu destinația cerebelului. Deci, un prim rol al fusurilor neuromusculare este de a furniza cerebelului informații despre lungimea mușchiului în orice moment. Când mușchiul este alungit, fusul este tensionat, iar când mușchiul este scurtat, fusul se relaxează. Un alt rol al fusului neuromuscular este de organ receptor pentru reflexele miotatici și pentru reflexele tonice. Reflexul miotatic (numit și reflex de întindere musculară) constă în contracția bruscă a fibrelor unui mușchi striat atunci când acesta este întins (alungit, tracționat). Reflexul tonic constă în contracția permanentă a fibrelor unui mușchi striat aflat în repaus, cu realizarea așa-numitului tonus muscular. Modul de funcționare a acestui receptor complex a fost descris parțial la tonusul muscular. Aici vom da o serie de detalii. Stimulul care excite terminațiile senzitive ale fusului neuromuscular este starea de tensiune din fibrele intrafusale: fibrele lanțului nuclear semnalază variația tensiunii acestora, iar fibrele sacului nuclear semnalază atât variația tensiunii, cât și viteza acestei variații. Fibrele intrafusale pot fi tensionate în două moduri diferite.

Întinderea mușchilului (a fibrelor extrafusale), datorită aranjării în paralel a fibrelor fusale cu cele extrafusale, determină întinderea concomitentă a fusului. Astfel, în fibrele sale se crează o tensiune suplimentară. În mod natural, cauză permanentă a întinderii mușchilor este gravitația. Organismul nostru, în special în postura bipedă, se opune în permanentă forței gravitaționale care tinde să-l doboare la pământ. Astfel, mușchii antigravitaționali (mușchii spatelui, mușchii fesierii, mușchii anteriori ai coapsei și mușchii posteriori ai gambelor) sunt în permanentă solicitați și, deci, sunt stimulate fusurile neuromusculare. Deși acestora gravitația acționează permanent, fusurile neuromusculare nu se acomodează. Dacă s-ar acomoda, am cădea din picioare. În mod asemănător cu forța gravitațională acționează și stimuli în timpul investigării reflexului miotatic. În acest caz, întinderea mușchilului este realizată prin percuția tendonului mușchilului respectiv (și deci întinderea acestuia), în urma căreia fusul neuromuscular este tensionat brusc și este transmis un stimул către centri. Diferența majoră dintre reflexul miotatic și acțiunea gravitației este caracterul permanent al excitantului natural.

A doua modalitate de tensionare a fibrelor intrafusale este realizată prin contracția acestora sub comanda motoneuronilor γ . Prin contracția capetelor fibrelor intrafusale se generează aceeași stare mecanică și deci același tip de stimул va porni spre centri. La rândul lor, motoneuronii γ se află sub controlul sistemului extrapiiramidal și de reglaj al tonusului muscular. La percutia tendonului cradicepsului (reflexul rotulian), de exemplu, prin întinderea mușchilului sunt tensionate și fibrele intrafusale, la nivelul cărora sunt generate impulsuri ce se transmit aferent prin protoneuronul senzitiv, fie direct la motoneuronul α din coamele anterioare medulare de aceeași parte, fie indirect, prin intermediul unui sau a mai multor neuroni intercalari inhibitori, spre motoneuronii α din coamele anterioare de partea opusă. Impulsurile directe (monosinaptice)

vor declanșa contractia reflexă a mușchilului cuadriceps de aceeași parte (reflexul miotatic), iar impulsurile indirecte vor relaxa mușchii opusă.

Informația proprioceptivă inconștientă venită de la nivelul fusurilor neuromusculare stă la baza controlului exercitat de centri nervoși superiori (cerebel, talamus) asupra tonusului muscular și a mișcărilor voluntare.

Celalții proprioceptorii sunt organele tendinoase Golgi, receptorii din capsulele articulare și din ligamente (corpusculii Pacini și Ruffini, terminațiile nervoase libere). Aceștia sunt conectați în special pe căile sensibilității proprioceptive conștiente. Pe baza informațiilor primite de la acești receptori, sujectul este în permanență conștient de poziția în spațiu a diferitelor segmente ale corpului său, a articulațiilor sale, de starea de tensiune din ligamente și tendonii și de sensul și viteza de deplasare a diferitelor părți sau ale corpului în ansamblu. Astfel, cu ochii închisi putem degea pe vârful nasului sau în alta parte a corpului.

Sensibilitatea proprioceptivă de la nivelul musculaturii masticatorii este condusă prin fibre sensitive ale nervului trigemen, la fel ca și sensibilitatea exteroceptivă de la nivelul feței (vezi analizatorul exteroceptiv). Proiecția corticală este, de asemenea, în aria somestezică I, la nivelul sensibilității generale a feței.

Segmentul cortical este reprezentat de arile somestezice I și II, astfel încât proiecția sensibilității dermatoamelor se suprapune în general cu cea a motoamelor. Informațiile de la nivelul articulațiilor se proiectează, în special, în regiunea posterioară a girului postcentral (câmpul 2), iar cele de la fusurile neuromusculare în regiunile anterioare (câmpul 3) și în profunzimea șanțului central, până spre cortexul motor (câmpul 4). Se realizează astfel o ară senzitivo-motorie (vezi și analizatorul exteroceptiv) care pună de acord efectuarea comenzi motorii corticale cu informațiile senzitive proprioceptive și exteroceptive privind modul în care aceasta este executată. O parte din informația proprioceptivă este condusă de fasciculele Goll și Burdach spre talamus și de aici spre soartă cerebrală, unde devine imediat conștientă. O altă parte este condusă prin fasciculele spino-cerebeloase până la nivelul cerebelului, unde este prelucrată și apoi transmisă spre talamus și mai departe către cortexul senzitivo-motor (vezi controlul motilității voluntare).

Din cele prezentate, reiese că analizatorul kinestezic are cel puțin trei funcții importante:

- în elaborarea de către soarță a senzației somatice;
- în reglarea tonusului muscular și a posturii corpului;
- în controlul motilității voluntare.

Analizatorul kinestezic nu îndeplinește singur aceste funcții. Rolul său este de a furniza creierului informațiile necesare, prelucrate în prealabil (superzice), pornite de la aparatul locomotor. Pe baza acestora este elaborată comanda motorie, sunt reglate tonusul muscular și postura, se realizează controlul asupra modului în care este îndeplinită comanda voluntară. Deci, analizatorul kinestezic este o componentă de bază a circuitului de feedback ce reglează activitatea motorie somatică.

FUNCȚIA SOMESTEZICĂ

La nivelul ariei somestezice I se proiectează atât informațiile de la nivelul exteroceptorilor, cât și cele proprioceptive. Coloanele neuronale verticale ce prelucrează informația de la un anumit teritoriu cutanat se întrepătrund cu cele care prelucrează informația de la nivelul mușchilor și articulațiilor subiacente; astfel, somatotopia și homunculusul senzitiv exteroceptiv

se suprapun peste somatotopia și homunculus-ul propriocepțiv, realizând un "homunculus somestezic". Datorită acestor conexiuni morfofuncionale strânse, soarta cerebrală poate analiza conștient starea la un moment dat a fiecarei părți din corp, cu excepția viscerelor. Astfel, stând cu ochii închisi, putem să ne dăm seama în ce poziție se află capul, mâinile, picioarele, degetele etc., dar nu știm unde se află arterele sau venele mezenterice sau ficatul etc.

Deci, funcția somestezică asigură inventarierea componentelor somaticce ale organismului, a locului lor în spațiu și a deplasărilor efectuate de acestea. La realizarea acestei funcții mai participă și analizatorul vestibular, precum și arile asociative senzitivo-motorii (vezi și fiziologia emisferelor cerebrale). Tulburarea acestei funcții se numește asomatognozie.

Cunoașterea somatică se dezvoltă în timpul ontogenezei, pe baza experienței individuale. Pe scărsă se formează tipare ce reprezintă cu exactitate modelul senzorial al corpului nostru. În urma amputării unui membru sau a unui segment de membru, bolnavul mai are luni de zile senzația corticală a prezentei membrului respectiv, până când tiparul (engrama senzitivă corticală a membrului respectiv) se șterge.

FIZIOLOGIA ANALIZATORULUI VIZUAL

Funcția principală a analizatorului vizual este perceperea luminozității, formei și colorii obiectelor din lumea înconjurătoare. Recepția vizuală se realizează la nivelul ochiului. Aceasta poate fi comparat cu un aparat fotografic, format din trei sisteme optice:

- o cameră obscură, respectiv camera posterioară a globuluui ocular;
- un sistem de lentile, respectiv aparatul dioptric al ochiului;
- o suprafață fotosensibilă, reprezentată de stratul celulelor cu conuri și bastonașe din retina, unde se desfășoară procesele fotochimice ale receptiei vizuale.

În plus, la fel ca la aparatul fotografic, și la nivelul ochiului există o diafragnă variabilă, pupila.

Camera obscură. În interiorul globuluui ocular, razele luminoase nu se reflectă. Această situație se datorează straturilor de celule pigmentare din structura coroidei și a retinei. În plus, fiecare con și bastonaș este înconjurat de prelungiri citoplasmaticce ale celulelor stratului pigmentar retinian, care conțin melanină, formând o multitudine de mici camere obscure. Lipsa melaninei, la albinoși, provoacă tulburări ale vederii diurne.

Aparatul dioptric ocular este format din cornee (cu o putere de refracție de aprox. 40 dioptri) și cristalin (cu o putere de refracție de aprox. 20 dioptri). Simplificând, aparatul dioptric al ochiului poate fi considerat ca o singură lentilă convergentă cu o putere totală de aproximativ 59 dioptri și cu centrul optic la 17 mm în fața retinei. Razele paralele ce vin de la infinit (o distanță mai mare de 6 m) se vor focaliza la 17 mm în spatele centrului optic, dând pe retină o imagine reală și răsturnată (fig. 89). Cea mai mare parte a puterii de refracție a aparatului dioptric ocular aparține feței anterioare a corneei. Motivul principal este diferența mare între indicele de refracție al corneei (1,38) și cel al aerului (1). Indicele de refracție al cristalinului este 1,4 în raport cu cel al aerului, dar cristalinul este în mod normal înconjurat de umoarea apoașă (anterior) și cea vitroasă (posterior), ambele având un indice de refracție de 1,33, ceea ce face ca puterea de refracție a cristalinului să fie în mod normal mai mică decât a corneei.

SISTEMUL NERVOUS

La reflexul de acomodare vizuală participă și centrii corticale din ariile vizuale primare și asociative, iar la răspunsul efector participă și mușchii irisului și mușchii extrinseci ai globului ocular. Când privim în depărtare, mușchii circulari ai irisului se relaxează și diametrul pupilar crește (midrăză), iar când privim de aproape are loc reacția opusă, urmată de mioză. Efектul midriatic este ajutat și de simpaticul cervico-toracal ce produce contractia fibrelor radiare ale irisului. Concomitent cu variația diametrelui pupilar are loc și o schimbare reflexă a direcției axelor vizuale. Când privim în depărtare, axele vizuale ale celor doi ochi sunt paralele, iar pe măsură ce urmărim un obiect ce se apropie de ochi, cele două axe vizuale converg tot mai mult. Fenomenul de convergență oculară în cazul vederii de aproape se realizează prin acțiunea conjugată a mușchilor extrinseci ai globilor oculare. Cei doi mușchi drepti interni se contractă, iar cei doi drepti laterali se relaxează progresiv.

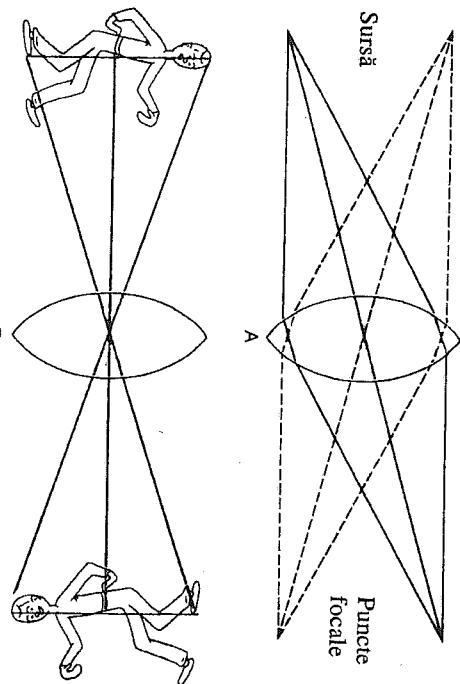


Fig. 89. Formarea imaginii pe retină

Totuși, cristalinul este important deoarece raza lui de curbură poate fi mult crescută, realizând procesul de acomodare.

Acomodarea reprezintă variația puterii de refracție a cristalinului în raport cu distanța la care privim un obiect. Acomodarea se datorează elasticității cristalinului, aparatului suspensor al acestuia și mușchilului ciliar. Organul activ al acomodării este mușchilul ciliar. Când ochiul privește la distanță, mușchilul ciliar este relaxat, iar zonula Zinn tensionată. Aceasta punte în tensiune cristaloidea, comprinând cristalinul. Ca urmare, raza de curbură a acestuia crește, iar puterea de convergență scade la valoarea minimă de 20 dioptri. Aceasta este acomodarea la distanță, care permite ochiului emetrop să vadă clar, fără efortul mușchilului ciliar; obiecte situate la distanțe mai mari de 6 metri. Când privim obiecte aflate la o distanță mai mică de 6 metri, mușchil ciliar se contractă și relaxează zonula lui Zinn. Tensiunea din cristaloide scade, iar datorită elasticității cristalinului se bombează. Ca urmare, puterea de convergență crește la valoarea sa maximă, de 34 dioptri la copil. Astfel, la această vârstă, cristalinul are o putere totală de acomodare de 14 dioptri.

Cu cât trec ani, puterea de convergență scade, deoarece cristalinul devine mai gros și mai puțin elastic, în parte și datorită denaturării proteinelor constitutive. Din acest motiv, puterea de acomodare a cristalinului scade de la 14 dioptri la 2 dioptri în jurul vîrstei de 50 de ani și la 0 dioptri la 70 ani. Deci, cristalinul practic nu se mai acomodează, nici pentru vedere de aproape și nici pentru vedere la distanță, situație numită **presbiopie** (presbiție).

Punctul cel mai apropiat de ochi la care vedem clar un obiect, cu efort acomodativ maximal, se numește **punct proxim**. Punctul cel mai apropiat de ochi la care vedem clar, fără efort de acomodare, se numește **punct remotum**. La indivizi tineri punctul proxim se află la 25 cm, iar punctul remotum la 6 m de ochi.

Acomodarea este un act reflex, reglat de centrii corticali și de coliculii cvadrigemeni superiori, care, prin intermediul nucleului vegetativ parasimpatic anexat nervului oculomotor din mezencfal (n. III), comandă contracția mușchilului ciliar.

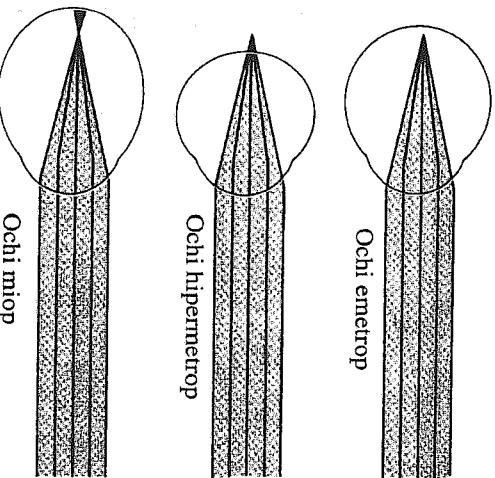


Fig. 90. Cele trei tipuri de ochi

retina față de centrul optic, există trei tipuri de ochi, prezentate și în fig. 90:

- **ochiul emetrop**, la care retina se află la 17 mm în spatele centrului optic, iar imaginea obiectelor plasate la infinit este clară, fără acomodare;
- **ochiul hipermetrop**, care are retina situată la mai puțin de 17 mm de centrul optic;
- **ochiul miop (hipometrop)**, cu retina situată la distanțe mai mari de 17 mm.

Ochiiul hipermetrop nu are punct remotum. El necesită un efort de acomodare permanent, indiferent de distanța la care privește. Acomodarea pentru vederea de aproape începe încă de la infinit și se epuizează înainte de atingerea distanței de 25 cm, ducând la îndepărțarea punctului proxim. Hipermetropia se corectează cu lentele convergente (fig. 91 B).

Ochiiul miop are punctul remotum mai aproape de 6 m. Pentru a vedea clar, miopul apropie obiectul privit. În acest mod, razele ce sosesc pe suprafața corniei au un traseu divergent și, în consecință, se vor focaliza la distanțe mai mari de 17 mm de centrul optic, pe retina acestora. Acomodarea începe sub distanța de 6 m și poate continua până la distanțe mai mici, de 25 cm, ducând la apropierea punctului proxim.

Astigmatismul este un viciu de refacție datorat existenței mai multor raze de curbură ale suprafeței corniei. Având un meridian cu putere de convergență anormală, cornica va determina formarea unor imagini retiniene neclare pentru punctele aflate în meridianul spațial corespunzător. Astigmatismul se corectează cu lentele cilindrice.

PROCESELE FOTOCHEMICE DIN RETINĂ

Retina este sensibilă la radiațiile electromagnetice cu lungimea de undă cuprinsă între 400 și 750 nm. Recepția vizuală constă în transformarea energiei electromagnetice a luminii în influx nervos. Acest proces se petrece la nivelul celulelor receptoare retiniene, cu conuri și cu bastonașe. Conurile și bastonașele sunt prelungiri celulare alcătuite din pliuri ale membranei celulare, suprapuse în mai multe straturi. În structura lor se află macromolecule fotosensibile de pigment retinian, numit rodopsină, conurile conțin trei feluri de asemenea pigmenti, numite iodopsine. Din punct de vedere structural, pigmentul vizual are două componente: o parte neproteină, numită retinen, și o parte proteică, numită opsină. Retinenul este o aldehidă a vitaminei A și este același pentru toți pigmentii. Opsinile sunt diferite, bastonașele conțin un singur fel de opsină, numită scotopsină, iar conurile conțin trei tipuri diferite de opsine, numite fotopsine. Retinenul poate exista sub două forme izomere: forma "cis", care se combină ușor cu opsinile, formând pigmentul vizual caracteristic, și forma "trans", care se desface de gruparea proteică, ducând la decompunerea pigmentului. Trecerea retinenului din forma "cis" din izomerul "trans" are loc sub acțiunea energiei luminoase, iar regenerarea formei "cis" din izomerul "trans" are loc la întuneric, sub acțiunea unei izomeraze.

Mecanismul fotoreceptor Procesul fotorecepției este identic la cele două tipuri de celule fotoreceptoare (conuri și bastonașe). Pigmentul vizual absoarbe energia radiației luminoase și se descompune în retinen și opsină.

Deoarece pigmentul face parte din structura membranei conurilor și bastonașelor, decompunerea sa determină modificări ale conductanțelor ionice, urmate de apariția unui potențial electric, potențial numit receptor sau generator. Amplitudinea acestuia este proporțională

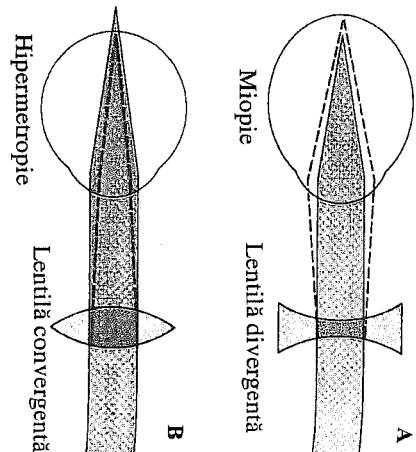


Fig. 91. Corectarea viciilor de refracție

cu logaritmul intensității luminoase. Acest potențial determină un influx nervos ce se propagă spre centrii vizuali.

Sensibilitatea receptorilor vizuali este foarte mare. Bastonașele sunt mult mai sensibile decât conurile. Pentru a excita o celulă cu bastonaș este suficientă energia unei singure cuante în funcție de expunerea lor la lumină sau întuneric. Dacă un individ este expus mult timp la lumină puternică, pigmentul vizual atât din conuri, cât și din bastonașe este descompus în retină și opsine. În plus, cea mai mare parte a retinalului (și din conuri și din bastonașe) este transformat în vitamina A. Astfel, scade concentrația pigmentelor vizuali, iar sensibilitatea ochiului la lumină scade. Acest proces este numit adaptare la lumină. Deoarece rodopsina absorbe toate lungimile de undă ale spectrului vizual, va scădea, mai ales sensibilitatea bastonașelor, astfel încât vederea diurnă se realizează cu ajutorul conurilor. Timpul de adaptare la lumină este de 5 minute.

Invers, dacă un individ stă mult timp în întuneric, retinalul și opsinile din conuri și din bastonașe sunt convertite în pigmentii vizuali. De asemenea, vitamina A este transformată în retinol, astfel crescând și mai mult concentrația de pigmenti vizuali în conuri și în bastonașe. Acest proces este numit adaptare la întuneric. Sensibilitatea unui bastonaș la întuneric este de zeci de ori mai mare decât la lumină. Din acest motiv, vederea nocturnă este asigurată de bastonașe. Adaptarea la întuneric are loc în două faze: o fază rapidă, în primele 5 minute, datorată creșterii de câteva sute de ori a sensibilității conurilor, și o fază lentă, de zeci de minute și chiar ore, datorată creșterii de câteva zeci de ori a sensibilității bastonașelor.

Retinenul provine din vitamina A. În avitaminoză A, se compromite adaptarea la întuneric, deoarece fotocelulele retiniei nu reușesc să se încarcă, în timp util, cu pigmentul necesar. Tulburarea apare mai evident la trecerea de la zi la noapte, în lumina crepusculară, și se numește nictalopia.

Vederea alb-negru și vederea cromatică. Stimularea bastonașelor produce senzația de lumină albă, iar lipsa stimulației senzația de negru. Corpurile ce reflectă toate radiațiile luminoase apar albe, iar cele ce absorb toate radiațiile apar negre. Stimularea conurilor produce senzații mai diferențiate, deoarece conurile sunt de trei feluri, în funcție de tipul de pigment vizual pe care îl conțin. Astfel, există conuri care conțin pigment sensibil la culoarea roșie (asa-numitele "conuri roșii"), conuri cu pigment sensibil la culoarea verde ("conuri verzi") și conuri cu pigment sensibil la culoarea albastră ("conuri albastre"). Excitarea egală a celor trei tipuri de conuri provoacă senzația de alb. Excitarea unei singure categorii de conuri provoacă senzația culorii absorbite.

Culorile roșu, albăstru și verde sunt culori primare sau fundamentale. Prin amestecul lor în diferite proporții se pot obține toate celelalte culori ale spectrului, inclusiv culoarea albă. Fiecare culoare din spectru îl corespunde o culoare complementară care, în amestec cu prima, dă culoarea albă.

Vedereea diurnă, cromatică, este caracteristică retinei centrale (maculare), în special foveei, unde se află exclusiv conuri. Vederea nocturnă, în alb-negru, este realizată de retina periferică, unde predomină bastonașele. Sensibilitatea diferă a conurilor și bastonașelor se datorează și modului de transmitere a informației vizuale de la receptori spre centru.

Transmiterea stimulului vizual. Potențialul receptor determină apariția unor modificări electrice în neuronii bipolari care, la rândul lor, determină apariția în neuronii multipolari a unor potențiale de acțiune de tip "tot sau nimic". Frevenția acestor potențiale este proporțională cu logaritmul intensității lumenioase. Axonii acestor neuroni se termină în corpuri geniculați laterali (externi) ai metatalamusului, de unde informația vizuală este transmisă spre scoarța cerebrală. Din punct de vedere topografic și funcțional, retina este împărțită în două: retina nazală și retina temporală. După cum am arătat deja, pe retina se formează o imagine răsturnată și inversată, adică jumătatea dreaptă a obiectului se va proiecta pe fiecare din jumătățile stângi ale celor două retine (respectiv, retina temporală a ochiului stâng și retina nazală a ochiului drept), iar jumătatea stângă a obiectului se va proiecta în dreapta. Datorită modului particular de încrucișare a fibrelor nervului optic la nivelul chiasmei optice, imaginile obiectelor situate în partea stângă a ochiului care le privesc se vor forma în emisfera cerebrală dreaptă și invers.

Prelucrarea stimulilor vizuali începe încă de la nivelul retinei. Aceasta conține, pe lângă celulele fotoreceptoare, și neuroni ce asigură transmiterea și prelucrarea stimulilor generati în conuri și bastonașe. O celulă multipolară (ganglionara) formează împreună cu celelalte bipolare și cu celulele fotoreceptoare, de la care pornesc semnalele lumenioase, o unitate funcțională retiniana. Există unități funcționale pentru vederea în alb-negru. Acestea conțin preponderent bastonașe, ca celule receptoare. Alte unități retiniene sunt specializate pentru vederea colorată. Ele conțin conuri. Dacă la o celulă multipolară sosesc impulsuri de la conurile "roșii", aceasta va transmite un impuls nervos care va genera pe scoarță senzația de roșu. La fel se petrec lucrurile și pentru conurile "verzi" și "albastre". Dacă o celulă multipolară este stimulată în proporții diferite de conurile "roșii", "verzi" și "albastre", ea va transmite scoarței informații despre culoarea corespunzătoare, intermediată, din spectru. Celulele multipolare stimulate egal de cele trei tipuri de conuri vor transmite spre scoarță senzația de alb. Celulele multipolare nestimilate transmit senzația de negru. Pentru a vedea culoarea neagră este nevoie de activitatea retiniana. Orbii nu văd culoarea neagră, ei nu văd nimic.

Inhibiția colaterală. Retina este sediul numai al receptorului analizatorului vizual, ci și al primilor doi neuroni ai căii vizuale, respectiv neuronul bipolar și neuronul multipolar (după cum am spus, cel de-al treilea neuron al căii este în metatalamus, în corpuri geniculați laterali). Ca și în cazul altor segmente intermedii, și la nivelul retinei întâlnim fenomenul de inhibiție colaterală. În acest proces, rolul esențial îl au celulele orizontale care au conexiuni atât cu celulele fotoreceptoare, cât și cu celulele bipolare situate în vecinătatea căii directe. Celulele orizontale sunt excitate de celulele fotoreceptoare, dar exercită un efect inhibitor asupra celulelor bipolare. De exemplu, în urma stimulării punctiforme a unei singure celule cu bastonaș se va descărca un potențial receptor care va pomi pe două căi:

- pe calea colaterală spre celulele orizontale vecine pe care, de asemenea, le excită. Acestea sunt conectate cu neuronii bipolari din jurul celui excitat direct și exercită asupra lor un efect inhibitor. În acest fel, neuroni bipolari vecini căii de transmisie nu vor transmite impulsuri nervoase din două motive: în primul rând, ei nu sunt stimulați de celulele cu bastonașe situate în întuneric și deci rămân neexcitați, iar în al doilea rând, pentru că sunt inhibați de impulsurile colaterale de la celulele orizontale ale "bastonașului" stimulat spre centrii corticali;

luminos. În acest mod se realizează contrastul foarte puternic dintre celulele stimilate luminoase și cele nestimilate, dintre punctele lumenioase de pe retina și cele oscure. Dacă totușă suprafața retinei este egal luminată, centrii corticali nu mai pot discrimina obiectele din jur. Este ceea ce se întâmplă pe timp de ceată, dacă se folosește fază lungă a automobilelor.

Experimental, prin înregistrări de potențiale de acțiune din neuronii multipolari vecini, s-a constatat că acestea răspund foarte puternic și diferențiat la stimularea cu contrast a retinei și dău un răspuns slab și difuz la stimularea egală a întregii retine. În cazul stimulării punctiforme a retinei (cu contrast alb-negru), în neuronul multipolar situat pe calea directă (contact cu neuronul bipolar și cu bastonașul stimulat luminos) se produce brusc o deschidere de potențiale de acțiune (efectul "deschis"), care începează brusc la întrecere stimulării celulei cu bastonaș (efectul "inchis"). Concomitent, la nivelul neuronilor multipolari vecini are loc o sistare bruscă a activității electrice bazale la începutul și pe toată durata stimulării retinei, și o creștere a descărărilor de potențiale în momentul întrecerii lumenii.

Aceste modificări se datoră fenomenului de inhibiție colaterală. Prin aceste mecanisme neuronale are loc atât o codificare a informațiilor vizuale, cât și o creștere a contrastului imaginii privite.

Rolul releeului vizual talamic. La nivelul corpului geniculat lateral (extern), de o parte sosesc aferențele de la hemiretina temporală ipsilaterală (de aceeași parte) și de la hemiretina nazală contralaterală (de partea opusă). Deoarece pe cele două hemiretine ale unui glob ocular se proiecteză aceeași zonă de camp vizual, rezultă că o primă etapă în fuziunea imaginilor și vederea binoculară se petrece aici (fig. 92). Tot prin suprapunerea zonelor neuronale talamice, care primesc două imagini pentru fiecare obiect "văzut" de cele două hemiretine, este posibilă și analiza stereoscopică a câmpului vizual. Ambele procese vor fi definitivate pe scoarța cerebrală.

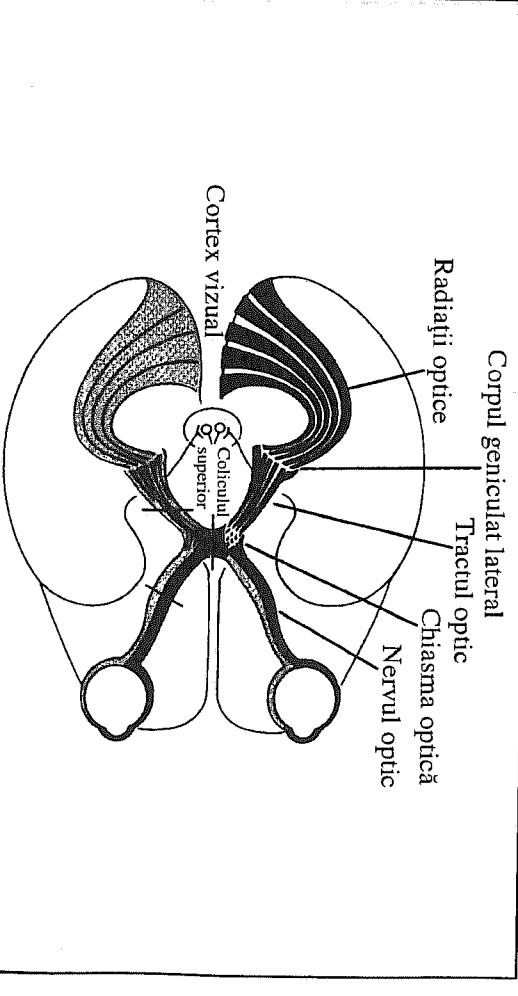


Fig. 92. Calea vizuală - vederea binoculară

SEGMENTUL CORTICAL AL ANALIZATORULUI VIZUAL

Fiecare punct de pe retina îi corespunde un punct specific de proiecție corticală. Aria vizuală primă (câmpul 17), numită și aria striată (fig. 93), se întinde mai ales pe fața medială a lobului occipital, de o parte și de alta a scizurii calcarene. În jurul acesteia se află ariile vizuale secundare sau asociative (câmpurile 18 și 19) (fig. 94). La nivelul ariei vizuale primare, cea mai întinsă reprezentare o are macula; aceasta ocupă regiunea posterioară a lobului occipital.

În ariile vizuale se realizează senzația și percepția vizuală, respectiv transformarea stimулilor electrici proveniți de la nivelul celulelor fotoreceptoare în senzație de lumină, culoare și formă.

Simțul luminii este cel mai vechi din punct de vedere filogenetic. Senzația de lumină nozitate se datorează excitației unor neuroni corticali cu stimuli proveniți de la bastonașe sau cu stimuli de valoare egală proveniți de la cele trei tipuri de conuri. Datorită relației logaritmice între intensitatea stimулului luminos și valoarea potențialului receptor corespunzător, ochiul poate percepe o gamă foarte largă de intensități luminioase. De precizat că lumină de intensitate extremă de mare produce mai degrabă o senzație dureroasă decât luminăsoară.

Simțul culorilor. Din practică se știe că prin amestecarea în proporții variabile a celor trei culori fundamentale (rosu, verde și albastru) se pot obține toate celelalte culori din spectrul vizibil sau senzația de alb. Pe aceasta se bazează teoria tricromatică a lui Young și Helmholtz privind mecanismul percepției culorilor: fiecare din cele trei tipuri de conuri este excitat maximal de o anumită radiație

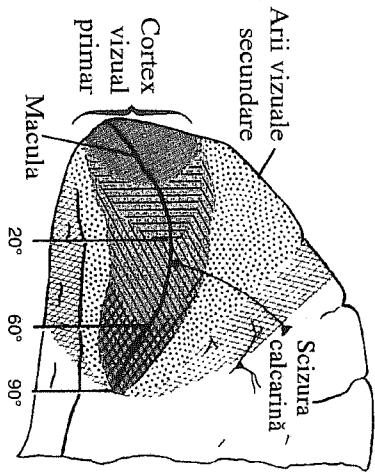


Fig. 93. Cortexul vizual

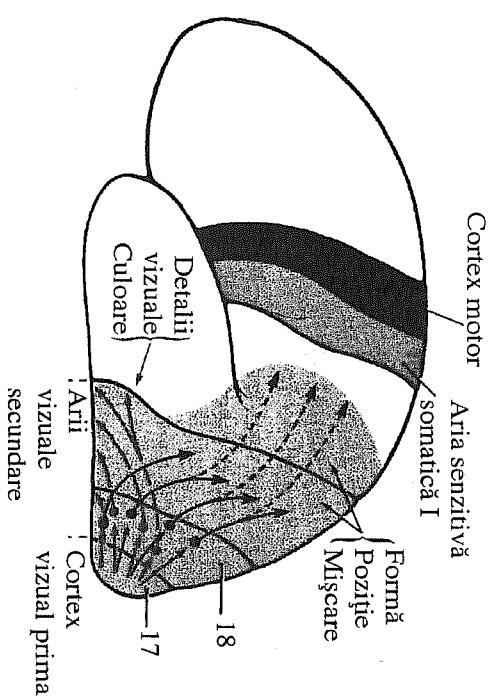


Fig. 94. Transmiterea semnalelor vizuale de la cortexul vizual primar la ariile vizuale secundare

monocromatice, dar poate fi excitat parțial și de radiații monocromatice străine. Spre exemplu, o radiație cu lungimea de undă de 550 nm stimulează în mod egal conurile verzi și roșii, în proporție de 83% fiecare, nu însă și conurile albastre, și va produce senzația de galben. O radiație monocromatică de 480 nm, care excitează aproape egal conurile roșii (în proporție de 31%) și albastre (în proporție de 36%), precum și în proporție de 67% pe cele verzi, dă senzația de verde etc (fig. 95).

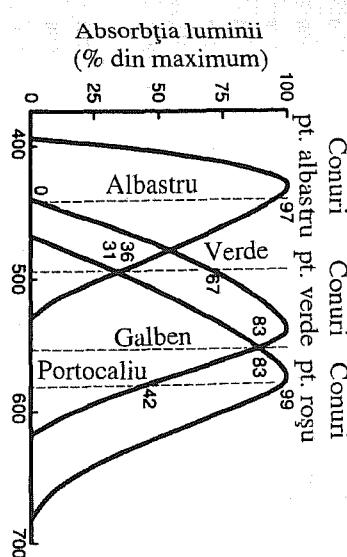


Fig. 95. Demonstrația gradului de stimulare a diferitelor tipuri de conuri de către lumina monocromatică a patru culori separata: albastru, verde, galben și portocaliu

roșu-verde, excitându-i pe primii și inhibându-i pe ceilalți. Neuronii "roși" talamici vor excita numai neuronii corticali omonimi și vor inhiba neuronii corticali "verzi". Astfel ia naștere senzația concomitentă de roșu și verde. Dacă stimulul concomitent conurilor roșii și verzi, pe scurtă nu va mai apărea senzația de culoare, ci de lumină albă (fig. 96).

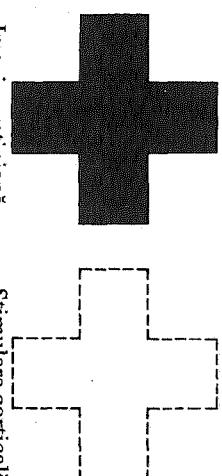


Fig. 96. Model de excitare în cortexul vizual

Simțul formelor. Identificarea formelor și a detaliilor obiectelor este realizată de niște neuroni corticali ce sunt stimulați numai când pe retină apar zone excitate prin contrast de lumenozitate sau de culoare. Aceste zone retiniene reprezintă imaginea fotografică a obiectului. Lor le corespunde o imagine corticală a lunii privite, formată din neuronii stimulați, a căror dispoziție spațială reproduce contururile reprezentă **acuitatea vizuală**. Ea se definește ca distanța minimă dintre două puncte pe care ochiul le vede separat (minimum separabil). Unghiul minim sub care este văzută distanța dintre aceste două puncte este de 45 secunde de arc. Cea mai mare acuitate o are foveea centrală. Acuitatea vizuală depinde în mare parte de diametrul conurilor. Pentru a fi văzute distinct, două puncte din spațiu trebuie să dea pe retină două imagini separate printr-un rând de conuri neexcitate. Un rol esențial în acuitatea vizuală îl are inhibiția colaterală.

CÂMPUL VIZUAL, VEDEREÀ BINOCULARÀ ȘI STEREOSCOPICÀ

Spatiul cuprins cu privirea se numește câmp vizual. Fiocărui ochi îi corespunde un câmp vizual monocular, care se suprapune în mare parte cu câmpul vizual al celuilalt ochi. Partea comună a celor două câmpuri reprezintă câmpul vizual binocular. Orice obiect aflat în câmpul vizual binocular formează cîte o imagine pe fiecare din retine. Aceste imagini fusionează pe scărtă într-o imagine unică. Procesul de fuziune corticală este posibil numai dacă imaginile retinene se formeză în puncte corespondente. Acest proces de fuziune a imaginilor începe la nivelul corpilor geniculați lateralii. Din punct de vedere funcțional, retina fiocărui ochi are o jumătate nazală și una temporală. Datorită modului particular de încruzișare a fibrelor nervului optic la nivelul chiasmei optice, hemiretina nazală stângă devine corespondență cu hemiretina temporală dreaptă, și invers. Astfel spus, imaginile proiectate pe hemiretinele stângi ajung în aria vizuală a emisferei cerebrale stângi, iar imaginile proiectate pe hemiretinele drepte ajung în vizual stâng.

Corespondența, punct cu punct, a proiecțiilor retinene necesită intervenția permanentă a unor reflexe motorii de orientare conjugată a ochilor spre obiectul privit. În funcție de unghiul format de axele vizuale ale celor doi ochi cu obiectul explorat, este apreciată distanța față de ochi la care se află obiectul respectiv. Pe baza experienței anterioare, noi vedem stereoscopic și cu un singur ochi. Totuși, precizia vederii în adâncime se obține numai prin vedere binoculară.

Extiptarea ariei vizuale primare determină orbirea. Distrugerea arilor vizuale secundare produce afazia vizuală: bolnavul vede literele scrise, dar nu înțelege semnificația cuvintelor citite.

FIZIOLOGIA ANALIZATORULUI ACUSTIC

Urechea umană percepse sunete cu frecvență cuprinsă între 20 și 20 000 Hz și amplitudini între 0 și 130 decibeli ($1 \text{ dB} = 1 \text{ dyne/cm}^2$).

MECANISMUL RECEPȚIEI AUDITIVE

Segmentul receptor al analizatorului auditiv (acustic) este reprezentat de organul Corti, situat pe membrana bazilară din structura cochlei. Celulele senzoriale de la acest nivel transformă energia mecanică a sunetelor în influx nervos. Sunetul este transmis până la organul Corti, atât prin oasele craniului (transmitere osoasă), cât și prin intermediul lanțului de oscioare din urechea medie (transmiterea aeriană). Transmiterea aeriană este cea fiziologicală. Ea începe la nivelul pavilionului urechii, care captează și dirijează sunetele spre conductul auditiv extern. La capătul acestuia, unde sonora pune în vibrație membrana timpanului care, la rândul său, antrenează lanțul celor trei oscioare. Amplitudinea vibrațiilor timpanului este maximă atunci când presiunile pe cele două fețe ale sale sunt egale. Din acest motiv, un rol important revine trompejui lui Eustachio, prin care se echilibrează presiunea aerului din urechea medie cu presiunea atmosferică. De la oscioare, unde sonora este transmisă mai departe, succesiiv, ferestreii ovale, perijefele și endolimfei. Variatiile de presiune ale endolimfei fac să vibreze membrana bazilară,

frecvență și fază vibrațiilor, dar în același timp are loc o amplificare a intensității semnalului. Această amplificare rezultă, pe de o parte, din diferența dintre suprafața membranei timpanului (5 mm^2) și a ferestrei ovale ($3,2 \text{ mm}^2$) și, pe de altă parte, din creșterea de 1,3 ori a forței cu care se deplasează scărița. În acest fel se realizează o creștere de 22 ori a presiunii exercitate de undă sonoră asupra perilimfei, față de cea exercitată asupra aerului. Această creștere de presiune (respectiv amplificare a intensității semnalului) este necesară deoarece lichidul are o inerție mult mai mare decât aerul și deci este în nevoie de o presiune mult mai mare pentru a putea produce vibrația lichidului. În același timp, la nivelul urechii medii are loc și un proces de reglare a intensității undei sonore. Contractiona mușchiului ciocanului reduce vibrațiile timpanului la sunete prea puternice, iar contractia mușchiului scaritei permite vibrații mai ample ale membranei ferestrei ovale chiar și la sunete slabe.

Transmiterea sunetului pe cale osoasă nu este evidentă decât în situații patologice, în care este compromisă transmiterea aeriană. Există boli care produc o osificare a membranei ferestrei ovale și deci suprimarea căii aeriene (otoscleroză), urmată de surditate definitivă. Alteori, calea aeriană este suprimată temporar, ca urmare a obstruării conductului auditiv extern prin dopuri de cerumen. Perforațiile timpanului nu duc la surditate, ci numai la o scădere a acuității auditive a urechii respective.

Excitarea celulelor auditiv. Vibrațiile perilimfei determină vibrații ale membranei bazilare care antreneză celulele auditive ale căror cili vor suferi deformări mecanice la contactul cu membrana tectoria. Înclinarea ciliilor într-o parte depolarizează celulele, iar în direcția opusă le hiperpolarizează. Aceste variații alternative de potențial receptor produc potențiale de acțiune pe fibrele senzitive ale neuronilor din ganglionul Corti. Depolarizările celulelor senzoriale cresc frecvența potențialelor de acțiune, iar hiperpolarizările o reduc.

Membrana bazilară are vibrații de amplitudine maximă la o distanță variabilă față de scăriță, în funcție de frecvența undei sonore. Astfel, un sunet cu frecvență mare va determina vibrații cu amplitudine maximă în apropierea scăriței, după care unda sonoră nu se transmite mai departe. Un sunet cu frecvență medie va determina vibrația membranei bazilare cu amplitudine maximă spre mijlocul distanței dintre scăriță și helicotremă, iar un sunet cu frecvență redisă se va propaga până aproape de helicotremă pentru a produce vibrații cu amplitudine maximă a membranei bazilare. Membrana bazilară are o structură comparabilă cu un rezonator cu coarde. În alcătuirea ei se află aproximativ 25 000 fibre de colagen paralele, de lungimi și grosimi diferite, dispuse transversal. Aceste fibre sunt fixate la unul din capete pe lama spirală a columeliei, iar celălalt capăt este liber, spre marginea laterală a membranei bazilare.

Fibrele collagene sunt mai scurte și mai groase la baza melcului și devin mai lungi și mai subiri spre helicotremă. Aceste variații morfológice le corespund particularitățile de elasticitate și de rezonanță. Fibrele situate la baza melcului intră în rezonanță cu sunetele de frecvență înaltă ($15\,000 \text{ Hz}$), cele de la mijlocul membranei bazilare rezonând cu frecvențe medii ($5\,000 \text{ Hz}$), iar cele de la vîrful melcului cu frecvențe joase ($20\text{-}500 \text{ Hz}$) (fig. 97).

Când o undă sonoră ajunge la membrana ferestrei ovale, aceasta este împinsă spre rampa vestibulară, comprimând perilimfa. Sosul presiunal determină o deplasare bruscă a porțiunii inițiale a membranei bazilare spre rampa timpanică. Presiunea sunetului este urmata imediat de o depresiune care face ca membrana ferestrei ovale să se retragă spre urechea medie, iar membrana bazilară se va deplasa spre rampa vestibulară. Acest ciclu presiune-depresiune se repetă de sute,

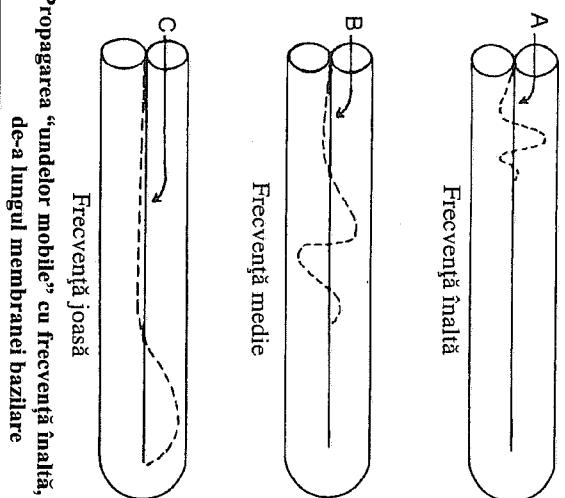


Fig. 97. Propagarea "undelor mobile" cu frecvență înaltă, medie și joasă, de-a lungul membranei bazilare

mi sau zeci de mii de ori pe secundă, după frecvența stimulului respectiv, ceea ce va determina vibrații cu aceeași frecvență (dar de foarte mică amplitudine) a porțiunii inițiale a membranei bazilare. Aceste vibrații își sunt staționare, ci se propagă că o undă mobilă de-a lungul membranei bazilare, atingând amplitudinea maximă în dreptul fibrelor de collagen ce intră în rezonanță cu sunetul respectiv. Vibrațiile acestei zone sunt atât de ample, încât consumă întreaga energie a vibrației începutului membranei bazilare, dar va determina vibrații cu amplitudine maxima în zone diferite ale acesteia, în funcție de frecvența sa. În acest mod, membrana "descompune" sunetele în componente, adică face o prima "interpretare", a aspectului frecvențelor sonore.

Transmiterea stimulului auditiv. Fiecare neuron sensitiv din ganglionul spiral Corti transmite impulsuri nervoase de la o anumită zonă a membranei bazilare. Această specializare zonală se păstrează în continuare și la celelalte stații de relee ale căii acustice. Sunetele de o anumită frecvență activează anumiți neuroni cochleari, anumiți neuroni coliculari, anumiți neuroni telamici. În acest mod, excitările sonore, separate în frecvențele componente la nivelul membranei bazilare, se transmit prin "fire izolate" spre neuroni corticași.

Segmentul central al analizatorului auditiv (acustic). Proiecția corticală a căilor auditive are loc în circumvoluția temporală superioară (câmpul 41 și 42). Aceasta este aria acustică primară, ce primește informații acustice de la ambele urechi. La acest nivel are loc realizarea senzației și a percepției auditive.

Aria acustică are o organizare tonotopă, în sensul că sunetele joase activează neuroni din porțiunile anteroare, iar sunetele mai înalte activează neuroni situați mai posterior. În jurul ariei primare se află aria secundată sau de asociere (câmpul 22) care primește aferețe de la aria primară. Distrugerea ariilor primare provoacă surditate, iar distrugerea celor secundare nu abolește auzul, însă face imposibilă înțelegerea semnificației cuvintelor vorbite (afazie auditivă).

Analiza corticală a stimулilor auditivi. Secația interpretează frecvența sunetelor auzite în funcție de neuroni corticali la care ajung impulsurile nervoase auditive. Datorită legăturilor prin "fir direct" între receptor, calea auditivă și neuronul central, se poate concluziona că scoarța cerebrală interpretează vibrațiile membranei bazilare drept sunete înalte, dacă acestea au loc în prima treime a sa, sunete medii, dacă vibrează porțiunea mijlocie a membranei, și sunete grave, dacă vibrează treimea dinspre helicotremă. Aceleași senzații sonore se obțin în urma stimulării neuronilor din aria auditivă.

Excitarea unor neuroni din aria primară determină perceperea unor tonuri sonore, în timp ce excitarea ariei asociative (auditive secundare) provoacă senzații și percepții auditive (individul aude melodia); excitarea unor arii asociative temporo-occipitale evocă experiențe complexe trăite anterior (individul aude melodia și are imaginea sălii unde a avut loc concertul respectiv, având impresia că totul, respectiv sala, publicul, orchestra, propria persoană sunt evenimente care se petrec la timpul prezent). Tot acest scenariu halucinatoriu dispără în momentul închetterii stimulării ariei respective.

Identificarea direcției de unde vine sunetul. Un individ poate determina direcția de unde vine un sunet prin două mecanisme principale: prin detectarea decalajului în timp dintre semnalele acustice care intră în cele două urechi și prin diferența de intensitate a sunetului care ajunge la cele două urechi. Prinul mecanism este realizat la nivelul nucleului olivar superior medial, iar cel de-al doilea la nivelul nucleului olivar superior lateral. În afară de integrarea căilor nucleului olivar superior, pentru a detecta direcția sunetelor este necesară și integrarea căilor nervoase pe tot parcursul dintre nuclei și cortex.

FIZIOLOGIA ANALIZATORULUI VESTIBULAR

Analizatorul vestibular are rolul de a informa creierul despre poziția capului în spațiu și despre accelerările liniare sau circulare la care acesta este supus. Simțul vestibular nu este propriu-zis un simț al echilibrului, ci o componentă importantă a mecanismelor ce concură la reglarea echilibrului, alături de analizatorii kinestezic, vizual, tactil și de cerebel.

SEGMENTUL PERIFERIC

Este reprezentat de utricula și sacula, pe de o parte, și de canalele semicirculare, pe de altă parte.

Utricula și sacula. Receptorii maculari sunt stimulați necanic de către otolite. Stimularea are loc atât în condiții statice, cât și dinamice. Când capul să nemîșcat, otolitele apasă prin greutatea lor asupra celulelor senzoriale, care trimit impulsuri spre centru, informându-i asupra poziției capului în raport cu direcția vectorului gravitațional. Când capul și corpul suferă accelerări liniare (înainte, înapoi sau lateral), forțele de inerție împing otolitele, care sunt mai dense decât endolinfa, în sens opus deplasării. Astfel se declanșează la nivelul centrilor nervosi reacții motorii corectoare ale poziției corpului și capului, în vederea menținerii echilibrului pe toată durata mișcării. Deplasarea liniară înainte provoacă reflex aplacarea corpului și capului în față. De remarcat că receptorii maculari nu detectază viteza de deplasare a corpului, respectiv a capului, ci accelerată.

ce dovedește că ei se adaptează foarte puțin. Înclinând capul cu doar 1° față de poziția statică, descărările de impulsuri din receptorii otolitici cresc. Aceasta este pragul diferenței de înclinare a capului. Frevenția crește progresiv cu gradul înclinării capului. Receptorii aparatului vestibular sunt și sediu unor reflexe posturale. O modificare bruscă a poziției corpului declanșează reflexe care ajută la menținerea posturii și a echilibrului. De exemplu, dacă un individ este împins brusc către dreapta, în mod reflex se produce extensia membrului inferior drept, chiar înainte ca tot corpul să se incline cu mai mult de câteva grade.

Un alt tip de reflex, asemănător, se produce când subiectul cade înainte, cu contractia mușchilor extensori ai coapselor, ai spatei și gâtului, care previne căderea acestuia la pământ.

Receptorii otolitici nu participă la menținerea echilibrului în condițiile accelerărilor circulare ale capului și corpului.

Canaile semicirculare. Crestele ampulare și cupulele gelatinioase, care se găsesc la baza canalelor semicirculare, reprezintă cel de-al doilea organ receptor al analizatorului vestibular, responsabil de menținerea echilibrului în condițiile accelerărilor circulare ale capului și corpului. Ciliii celulelor sensoriale din canalele semicirculare sunt excitați mecanic de deplasarea endolimfei. Orice mișcare de rotație a capului sau corpului antrenează rotația simultană a canalelor semicirculare aflate în planul rotației respective. Din cauza inerției, endolimfa din aceste canale va suferi o deplasare relativă în sens opus și va înclina cupula în sensul acestei deplasări. Fenomenele mecanice se petrec simultan în canalul semicircular orizontal omomorf contralateral, dar cu sens inversat. Recepționarea mișcărilor circulare ale capului este posibilă datorită orientării canalelor semicirculare în cele trei planuri ale spațiului (frontal, orizontal și sagital). Rotarea capului în unul din aceste planuri provoacă deplasarea endolimfei numai în canalele semicirculare din planul respectiv; este excitat organul cupular al unui canal și inhibat cel al canalului contralateral.

Acest model de stimulare-inhibare stă la baza informării centrilor asupra planului mișcării rotatorii (în funcție de planul în care se găsește peretea de canal stimulată) și sensului acției (în funcție de cupula stimulată și, respectiv, inhibată - dreapta sau stânga). Prin combinarea impulsurilor sosite de la cele trei perechi de canale semicirculare, centru nervos iau cunoștință, în orice moment, de mișcarea efectuată.

SEGMENTUL INTERMEDIAR

Potențialele de acțiune generate la nivelul receptorilor vestibulari sunt transmise de primul neuron senzitiv al căii vestibulare (aflat în ganglionul Scarpa) până la nuclei vestibulari bulbari, unde se află al doilea neuron al căii. De aici, stimulii vestibulari se distribuie în mai multe direcții: spre arhicerebel, responsabil de menținerea automată a echilibrului; spre formația reticulată a trunchiului cerebral și spre neuronii motori γ medulari, pentru reglarea tonusului muscular și a posturii corpului; spre nuclei motori ai nervilor oculari, care asigură fixarea ochilor în timpul mișcărilor rotatorii ale capului; spre talamus și de aici spre scoarta cerebrală, pentru a asigura senzația conștiință a echilibrului.

SEGMENTUL CORTICAL

Proiecția corticală a analizatorului vestibular este la nivelul peretelui superior al șantului Sylvius (lobul parietal), în vecinătatea ariilor acustice din girul temporal superior.

FIZIOLOGIA ANALIZATORULUI GUSTATIV

Gustul este un simț special, care permite selectarea hranei, evitarea alimentelor alterate sau caușnice, participând și la elaborarea unor reflexe secreteori digestive. Pentru a putea fi gustate, substanțele chimice din alimente trebuie să se dizolve în salivă ce scaldă receptorii gustativi. Receptorii gustativi sunt chemoreceptori ce interacționează specific cu substanțele sapide. Din acest motiv, gustul este considerat simț chimic.

SEGMENTUL PERIFERIC

Receptorii gustativi sunt situați în special în mugurii gustativi de pe suprafața limbii, dar și în mucoasa palatină, amigdaliană, epiglotică și chiar de la nivelul esofagului proximal.

Senzatia primară de gust. Identitatea substanțelor chimice specifice care excita receptorii pentru gust este încă incompletă. Totuși, studiile psihofiziologice și neurofiziologice au identificat cel puțin 13 posibili sau probabilii receptorii chimici în celulele gustative. Din punct de vedere practic, pentru analiza gustului, calitățile de percepție ale gustului au fost împărțite în patru categorii generale, numite senzații gustative primare. Acestea sunt acru, sărat, dulce, amar.

Gustul acru este dat de acizi; intensitatea senzației de acru este proporțională cu logaritmul concentrației ionilor de hidrogen. Cu alte cuvinte, cu cât este mai puternic un acid, cu atât mai intensă este senzația de acru.

Gustul sărat este dat de săruri ionizate. Calitatea gustului variază oarecum de la o sare la alta, deoarece formarea senzației de sărat necesită și alte senzații gustative pe lângă cea de sărat.

Gustul pentru dulce nu este determinat de o singură clasă de substanțe chimice. Unele se observă că cele mai multe dintre substanțele care determină senzația de dulce sunt de natură organică. Modificări ușoare în structura chimică, cum ar fi adăugarea unui simplu radical, pot aduce să schimbe gustul substanței din dulce în amar.

Gustul amar, ca și gustul dulce, nu este determinat de un singur tip de agent chimic, și în acest caz, substanțele care determină senzația de amar sunt aproape în întregime substanțe organice. Senzații gustative amare sunt produse, cu o mare probabilitate, de două clase de substanțe, și anume de substanțe organice cu lanț lung, care conțin azot și alcaloizi. Grupa alcaloizilor cuprinde o serie de medicamente utilizate în terapeutică: chinine, cafeina, stirolina și nicotina. Dacă gustul alimentului este intens amar, persoanele sau chiar animalele resping alimentul. Aceasta este, fără îndoială, o funcție protecțivă importantă, deoarece multe dintre toxinele letale din otrăvurile vegetale sunt alcaloizi și toate au un gust amar puternic.

Mugurele gustativ are un diametru în jur de 1/30 mm și o lungime în jur de 1/16 mm. Mugurele gustativ este compus din aproape 40 de celule epiteliale modificate, unele dintre ele fiind celule de sustinere, iar altele celule gustative. Celulele epiteliale din vecinătate, prin diviziuni mitotice, înlocuiesc în mod continuu celulele gustative; astfel, există celule gustative nene și altele mature. Acestea dim urmă se întind spre centrul mugurelui și, în curând, se vor rupe și dizolvă.

Celulele gustative situate mai spre suprafață se găsesc așezate în jurul unui por gustativ abă perceptibil. De la fiecare celulă pleacă numeroși microvilli sau peri gustativi; ei se îndrepăra spre suprafață externă a porului gustativ, pătrunzând în cavitatea bucală. Acești microvilli

reprezintă suprafața receptoare pentru gust. Printre celulele gustative se găsesc o rețea de fibre nervoase gustative care sunt stimulate de către celulele receptoare gustative.

Localizarea mugurilor gustativi în anumite zone speciale prezintă o importanță mare pentru formarea senzațiilor gustative primare. Gusturile sărat și dulce sunt percepute în principal la vârful limbii, gustul acru pe cele două părți laterale, iar gustul amar la baza limbii și pe palatul moale.

Cei mai mulți dintre muguri gustativi pot fi stimulați de doi, trei, poate patru sau chiar și de alți stimuli gustativi care nu intră în categoria celor primari. Însă, de obicei, predomină unul sau două dintre categoriile de gusturi descrise. La contactul dintre substanțele sapide și celeulele receptoare ale mugurelui gustativ se produce o depolarizare a acestora din urmă, cu apariția potentialului receptor.

Mecanismul producției acestei depolarizări se pare că este următorul: substanțele chimice se leagă de molecule proteice receptoare care pătrund în membrana microviliilor și deschid canale ionice; canalele ionice odată deschise permit pătrunderea ionilor de sodiu, care vor depolariza celula.

SEGMENTUL INTERMEDIAR

Semnalele gustative sunt transmise de la limbă și regiunea faringiană până în sistemul nervos central prin mai mulți nervi cranieni. Mai întâi, toate filetele nervoase gustative pătrund în tractul solitar al trunchiului cerebral, fac sinapsă cu al doilea neuron al căi în nucleii din tractul solitar. Cel de-al treilea neuron al căi este tot în thalamus, într-o zonă mică localizată puțin medial față de proiecțiile talamice ale regiunii faciale din sistemul senzitiv somatic.

SEGMENTUL CORTICAL

Axonii neuronilor talamici se proiectează în porțiunea inferioară a girusului postcentral din cortex, în apropierea ariei de proiecție senzitivă somatică a limbii.

În trunchiul cerebral se integreză reflexe gustative. Un număr mare de impulsuri este transmis în interiorul trunchiului cerebral însuși, de la nivelul tractului solitar către nuclei salivatori superiori și inferiori. De aici, impulsurile efectorii pleacă spre glandele salivare submandibulare, sublinguale și parotide, pentru a ajuta la controlul salivajiei în timpul ingestiei alimentelor.

PREFERINȚELE GUSTATIVE ȘI CONTROLUL DIETEI. Preferințele gustative înseamnă că un animal va alege anumite tipuri de alimente în defavoarea altora. El utilizează în mod automat aceste preferințe pentru a controla dieta pe care o consumă. În plus, preferințele sale gustative sunt de multe ori în acord cu necesitățile organismului pentru anumite substanțe specifice. De exemplu, animalele ierbivore, la care aportul natural de sare este scăzut, caută să lingă sare sau chiar zidăria caselor.

Fenomenul preferinței gustative este rezultatul unui mecanism localizat în sistemul nervos central și nu al unui mecanism din receptorii gustativi. Argumentul pentru această ipoteză îl constituie faptul că experiențe prealabile ale individului, plăcute sau neplăcute, joacă un rol major în stabilirea preferințelor gustative. De exemplu, dacă o persoană capătă indispoziție imediat după ce a consumat un anume tip de aliment, ea va dezvolta o preferință gustativă negativă pentru acel tip de aliment, tot timpul după aceea.

Simțul miroșului este, dintre toate simțurile noastre, cel mai puțin înțeles. Spre deosebire de animalele inferiore, la om acest simț este aproape rudimentar. La fel ca și simțul gustului, și miroșul este un simț chimic.

SEGMENTUL PERIFERIC

Receptorii analizatorului olfactiv se găsesc în mucoasa nazală, într-o zonă specială numită mucoasă olfactivă. Ea se întinde pe treimea superioară a fiecărei nări. Medial, ea se pliază în jos spre suprafața septului și lateral peste cornetul superior și suprafața superioară a cornetului mijlociu.

Celulele olfactive sunt celulele receptoare pentru senzația de miroș. Ele sunt celule nervoase bipolare care provin din sistemul nervos însuși. Polul dinspre mucoasă al celulelor olfactice formează un buton olfactiv prin care se proiectează 6 până la 12 peri sau cili olfactivi, către mucusul care căptușește suprafața internă a cavitații nazale. Acești cili sunt cei care reacționează la miroșurile din aer și apoi stimulează celulele olfactive. Membranele cililor conțin un număr mare de molecule proteice care pătrund prin membrană. De ele se leagă diferite substanțe mirosoibile. Aceste proteine se numesc proteine de legare a substanțelor mirosoibile.

În urma legării substanțelor odorizante de proteinele membranare, are loc depolarizarea celulelor receptoare, cu generarea potentialului receptor. Pentru a putea fi mirosoare, o substanță trebuie să fie volatilă și să ajungă în nări. În al doilea rând, trebuie să fie ușor solubilă în apă, astfel încât să treacă prin mucus și să atingă celulele olfactive. În al treilea rând, trebuie să fie ușor solubilă în lipide, deoarece se pare că constituenții lipidici ai membranei celulare resping substanțele mirosoibile și astfel le pot îndepărta de pe receptorii proteici.

Deși omul poate distinge miș de miroșuri diferențiate (3000-4000), există un număr de peste 50 de miroșuri printare sau fundamentale din a căror combinație, în proporții diferențiate, poate rezulta întreaga diversitate de senzații olfactive. Dintre acestea, s-a constatat că există doar 7 clase de agenți stimulanți olfactivi preferențiali care excitanță celulele olfactive: camfor, mosc, floral, mentolat, eteric, pătrunzător (usturoi), putrid.

SEGMENTUL INTERMEDIAR

Porțiunea olfactivă a creierului face parte dintr-o structură cea mai vechi, iar celelalte porțiuni ale creierului se dezvoltă în jurul acestei structuri olfactive inițiale. De fapt, porțiunea creierului care inițial deservea olfacția va face mai întâi parte din structurile de la baza creierului; la om, această zonă controlează emoțiile și alte aspecte ale comportamentului. Aceasta se numește sistemul limbic (vezi "Emisierele cerebrale").

Bulbul olfactiv, denumit și nervul cranian I, arată că un nerv, dar este o prelungire de țesut nervos de la baza creierului, are o excreștere bulbăre, bulbul olfactiv, care se întinde deasupra plăcii cribiforme (lama ciuruită a etmoidului) ce separă cavitatea craniată de porțiunea superioară a caviității nazale.

Placa cribiformă are o mulțime de orificii mici prin care trec un număr egal de nervi securi ce provin din membrana olfactivă și pătrund în bulbul olfactiv. Terminațiile axonice foarte scurte sfârșesc în structurile globulare din bulbul olfactiv, numite glomeruli.

Cercetări recente au arătat că glomerulii răspund la agenti miroitori differenți. De aceea, este posibil ca glomerulii olfactivi stimulați specific să fie cheia pentru analiza diferențială a odoriferei transmise sistemului nervos central.

SEGMENTUL CENTRAL

Tractul olfactiv intră în creier la jonctiunea dintre mezencefal și encefal. Aici, el se divide în două căi, una care trece medial în aria olfactivă medială și alta lateral, în aria olfactivă laterală. Aria olfactivă medială reprezintă un sistem foarte vechi, pe când cea laterală reprezintă poarta de intrare pentru sistemul olfactiv mai puțin vechi și pentru cel mai nou.

Sistemul olfactiv foarte vechi (arhcortexul olfactiv) este format dintr-un grup de nuclei situați în porțiunile bazale mijlocii ale creierului, situați anterior și superior de hipotalamus. Acest sistem este implicat în unele răspunsuri primitive legate de olfacție, cum sunt: lingearea buzelor, salivajie și alte răspunsuri alimentare legate de miroșul alimentelor sau căile emoționale primitive asociate cu miroșul (găsirea și recunoașterea partenerului sexual, recunoașterea eventualilor dușmani).

Sistemul olfactiv vechi (paleocortexul olfactiv) este reprezentat de aria olfactivă laterală, compusă, în principal, din cortexul prepiriform căruia îl adaugă porțiunea cortico-cală a nucleelor amigdaliene.

Din aceste zone semnalele merg către aproape toate teritoriile de la baza creierului, care sunt importante pentru a învăța pe baza experienței ceea ce place sau nu, legat de alimentație. De exemplu, zona olfactivă laterală și conexiunile sale multiple cu structurile creierului, care se ocupă de coordonarea comportamentului, determină aversiunea absolută a unei persoane față de acel aliment care îl-a provocat grecă și vărsături. Tot aici este sediul unor reflexe condiționate olfactive mai complicate.

O căre olfactivă (neocortexul olfactiv) mai nouă a fost descoperită în talamus; ea trece către nucleus talamic dorso-medial și apoi către cadranul postero-lateral al cortexului orbital-frontal. Se pare că acest sistem olfactiv mai recent filogenetic ajută la analiza conștiință a miroșului.

Glandele cu secreție internă sunt formate din epitelii secretorii, ale căror celule produc substanțe active, numite hormoni, pe care îi eliberează direct în sânge. Aceste glande nu prezintă canale excretoare.

Hormonii sunt substanțe chimice specifice, care acționează la distanță de locul sintezei și produc efecte caracteristice. Principalul rol al hormonilor constă în reglarea metabolismului celular. Se consideră glande endocrine turmătoarele organe: hipofiza, suprarenala, tiroida, paratiroidale, testicul, ovarul, pancreasul insular, timusul, epifiza și placenta (temporal). Există și alte organe care, în afară funcției lor principale, au și rol endocrin: glandele parotide secreta parotina, antrul piloric secreta gastrina, duodenul secreta 6-8 hormoni cu rol în reglarea activității secretorii și motorii a aparatului digestiv, rinichiiul secreta eritropoietina etc.

În ultima vreme a fost evidențiată activitatea secretoriei a unor neuroni hipotalamici și a altor organe nervoase, proces numit neurosecreție, care reprezintă tot o funcție endocrină. În lumina acestor date, sistemul endocrin este conceput ca un sistem anatomo-funcțional complex, coordonat de sistemul nervos, având rolul de a regla și coordona pe cale umorală activitatea diferitelor organe pe care le integreză în ansamblul funcțiilor organismului.

Hormonii sunt mesageri chimici de ordinul întâi. Ei sunt eliminate permanent în mediu intern, a cărei parte circulantă, sângele sau lîmpă fiind transportă spre toate celulele corpului. Aici, lumina acestor date, sistemul endocrin este conceput ca un sistem anatomo-funcțional complex, monofosfatul ciclic - AMP_C) care provoacă modificările metabolice și funktionale celulare. Alți hormoni (cei steroliți) pătrund în citoplasma celulei și în nucleu, unde interacționează cu materialul genetic, stimulând biosintезa proteinelor și enzimelor. Există o secreție endocrină bazală continuă și una ocasională, provocată de numeroși factori de mediu extern și intern.

În afara glandelor endocrine enumerate, individualizate anatomo-funcțional, există și sisteme endocrine difuze, aflate în diverse țesuturi și organe, capabile să secrete hormoni cu structură foarte diversă. Aceștia nu acționează neapărat la distanță de locul de producere și nu sunt transportați neapărat de sânge sau lîmpă, ei putând acționa local, asupra unor celule - înțintă vecine (secretie paracrină). Există, de asemenea, și posibilitatea sintezei unor substanțe de către o celulă, iar substanța respectivă să-și exercite acțiunea chiar asupra celulei care a produs-o (secretie autocrină). Unii hormoni pot funcționa ca neuromediatori sau neuromodulatori, eliberați în sinapsele din sistemul nervos central sau periferic.

SISTEMUL ENDOCRIN

HIPOFIZA

Este o glandă cu secreție internă, localizată la baza encefalului, înapoia chiasmei optice, în spina turcească. Hipofiza (glanda pituitară) are dimensiunile unui bob de fasole și formă ovală.

Cântărește 500 mg. Este alcătuită din trei lobi: anterior, mijlociu (intermediar) și posterior. Lobul anterior și cel mijlociu constituie adenohipofiza, iar lobul posterior neurohipofiza.

Adenohipofiza derivă, embriologic, din ectodermul gurii primitive, iar neurohipofiza se dezvoltă din podeaua ventriculului al III-lea, având, ca și hipotalamusul, origine nervoasă. Adenohipofiza conține celule cromofobe și cromofile. Acestea din urmă sunt de două feluri: acidofile și bazofile. Celulele secretorii formează parenchimul glandei. Ele sunt dispuse în cordonale epiteliale. Într-o rețea bogată de capilare și de fibre reticulinice care alcătuiesc împreună stroma conjunctivovasculară a glandei. Adenohipofiza mai conține și o rețea de fibre nervoase amielinice. Lobul anterior este partea cea mai dezvoltată a glandei: el reprezintă 75% din masa hipofizei, în timp ce lobul intermediar reprezintă numai 2%, fiind redus la o simplă lamă epitelială, aderentă de lobul posterior.

Lobul posterior este format dintr-o stromă conjunctivovasculară în ochiurile căreia se găsesc numeroase celule neuroglice transformate, unele tipuri celulare din adenohipofiză, precum și fibrele nervoase ale tractului hipotalamo-hipofizar. Celulele neurohipofizei sunt încărcate cu granule de neurosecreție hipotalamică.

Între hipofiză și hipotalamus sunt relații strânse atât anatomicice, cât și funcționale. Anatomic, hipofiza este legată de planșeul ventriculului al III-lea prin tija pituitară. Într-o eminență mediană a hipotalamusului și adenohipofiză există o legătură vasculară reprezentată de sistemul Fielding. Într-o hipotalamus anterior și neurohipofiză există tractul nervos hipotalamo-hipofizar format din axonii nuclei or hipotalamici supraoptic și paraventricular. Prin aceste legături vasculare și nervoase și prin producția de neurosecreție, hipotalamusul controlează și regleză secreția hipofizei, iar prin intermediul acestora coordonează activitatea întregului sistem endocrin. Controlul hipotalamic se realizează prin intermediul unor hormoni produsi în neuronii acestui organ, prin procesul de neurosecreție. Hipotalamusul este, în același timp, și glandă endocrină, și centru nervos de reglare a funcțiilor vegetative.

Hipotalamusul secrează trei feluri de hormoni: de inhibare a adenohipofizei, de stimulare a adenohipofizei și cei ce se depozitează în neurohipofiză (vezi, în continuare, cum se regleză secreției de hormoni hipofiziari).

ADENOHIPOFIZA

Este situată în partea anteroară, dar se întinde și posterior, înconjurând aproape complet neurohipofiza.

Sistemul port hipotalamo - hipofizar (fig. 98). Vasele portale, situate în lungul tijei pituitare, conectează plexul de capilar (provenind din arterele hipofizare superioare) de la nivelul eminenției mediane din hipotalamus cu un alt doilea plex de capilar sinusoidal din lobul anterior al hipofizei (comexiune vasculară crucială pentru accesul neurohormonilor hipotalamici la celulele lor sănătoase din

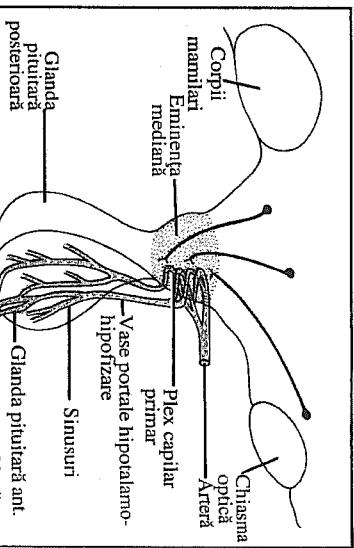


fig. 98. Sistemul port hipotalamo-hipofizar

hipofiza anteroioară). Hipofiza posedă inervatie vasomotoare, dar nu inervație reglatoare a secreției de hormoni. Din capilarele fenestrate ale adenohipofizei, sângele este drenat de venele hipofizare către sinusurile venoase durele.

Structura. 1. Celulele cromofile: a. celulele acidofile secrete hormonul somatotrop (STH) și prolactina (hormonul mamotrop = LTH); b. celulele bazofile secrete hormonii glanduloi (ACTH, TSH, FSH, LH, TSH); 2. Celulele cromofobe, cu semnificație funcțională disputată. Hormoni adenohipofizei sunt glandulotropi, având ca organe ţintă alte glande endocrine obținuți în stare pură, li s-a identificat structura și unii au fost chiar sintetizați.

Hormonul somatotrop (STH), denumit și hormon de creștere (GH), este secretat de celulele acidofile. STH stimulează creșterea, împreună cu insulină, hormonii tiroidieni și gonadali. STH determină o retentie de săruri de Ca, Na, K și P, precum și de substanțe azotate.

Acțiunea STH este de a stimula creșterea armătiosă a întregului organism. STH stimulează condogeneza la nivelul cartilajelor de creștere metafizare, determinând creșterea în lungime a oaselor. Majoritatea efectelor STH se exercită indirect, prin acțiunea unui sistem de factori de creștere numiți somatomedine. După pubertate, STH produce îngroșarea oaselor lungi și dezvoltarea oaselor late. Stimulează creșterea mușchilor și a viscerelor, cu excepția creierului.

Efectele metabolice ale STH asupra metabolismului glucidic și lipidic sunt antagonice în raport cu insulină, având efect diabetogen.

Pe metabolismul lipidic are efect cetogen prin stimularea eliberării acizilor grăsi liberi în sânge și prin stimularea oxidării lor hepatic, creșterea producției de corpi cetonici.

Pe metabolismul glucidic are efect hiperglycemicant, prin inhibarea transportului glucozei în celula musculară și adipoașă, stimularea gluconeogenezei și inhibarea glicolizei.

Hipersecreția acestui hormon are consecințe asupra dezvoltării somatice și consecințe metabolice. Consecințele somatice diferă. Dacă hipersecreția de STH a survenit înainte de pubertate, se produce gigantismul. Individul atinge talii de peste doi metri, prin creșterea exagerată în lungime a extremităților. Intelectul nu este afectat. După pubertate, se produce acromegalie, caracterizată prin creșterea exagerată a oaselor feței, a mandibulei, a oaselor late, în general, îngroșarea buzelor, creșterea viscerelor (înțimă, ficat, rinichi, limbă) și creșterea exagerată a măniilor și picioarelor. Consecințele metabolice ale hipersecreției de STH sunt mai exprimate la adult. Se produce o hiperglycemie permanentă, care determină epuierea celulelor β din pancreas, și se instalează diabetul zaharat hipofizar. Exagerarea catabolismului lipidic duce la creșterea concentrației corpiilor cetonici și acidoză metabolică. Hiposecreția produce, la copil, oprirea creșterii somatice, dar nu a celei neuropsihice. Boala se numește piticism (manism) hipofizar. Indivizii sunt de talie mică, 1,20 - 1,30 m, dar proporțional dezvoltăți și cu intelectul normal.

Reglarea secreției de STH. Feedback negativ: creșterea secreției STH inhibă celulele somatotrope adenohipofizare și structurile hipotalamice secretante de hormoni peptidi reglatori: STH - RH (somatotropin liberină) și stimulează celulele secretante de STH - IH (somatostatină). Vârful fiziological al ritmului nictemeral al STH se situează noaptea, în primele ore de somn profund.

Factori metabolicii:

- stimulatori - hipoglicemia, creșterea concentrației unor aminoacizi circulați, inanită;
- inhibitori - creșterea acizilor grași liberi circulați.

STH este un hormon activat de stress. Secretia STH este influențată de interacțiunea cu mediatori și hormoni: dopamina și noradrenalină stimulează, iar cortisolul inhibă secreția STH.

Prolactina, numit și hormonul mamotrop, este secretat de celulele acidofile. Nu se cunoaște acțiunea acestui hormon la bărbat. La femeie stimulează secreția lăcață a glandei mamare, sensibilizată de estrogeni și progesteron. Prolactina este un inhibitor al activității gonadotrope, fiind capabilă să prevină ovulația. Secretia de prolactina este inhibată de hipofiza prius prin hormonul PIH, care are rol esențial în reglarea secreției, chiar dacă se stipulează și un hormon eliberator. Dopamina asigură reglarea secreției de prolactină prin feedback negativ, în funcție de nivelul circulant al prolactinei.

GAP (Gonadoliberin Associated Peptide), ce se secreta împreună cu GnRH, este implicat în reglarea secreției prolactinei prin hormonii hipotalamici: acționează ca inhibitor de prolactină și stimulator al secreției de FSH și LH. Secretia de prolactină în afara sarcinii este stimulată de efortul fizic, stresul psihic și chirurgical, hipoglicemie, somn, în timpul sarcinii, secreția prolactinei crește gradat, atingând un vârf la naștere și revenind la nivelul de control după aproximativ 8 zile. Suptul determină creșterea temporară a secreției de prolactină. Este un polipeptid format din 39 aminoacizi și a fost preparat sintetic.

Acțiunea acestui hormon este de a stimula activitatea secretoriei a zonelor fasciculată și reticulată a glandei corticosuprarenale. Produce creșterea concentrației sanguine a glucocorticoizilor și hormonilor androgenitali. Asupra secreției de mineralocorticoizi, efectele ACTH sunt mai reduse. În afara acțiunii indirecte, ACTH stimulează direct melanogeneza și expansiunea pigmentului melanic în celulele pimentare (melanocite), producând pigmentarea pielii.

Hipersecreția de corticotropină produce atât efectele excesului de glucocorticoizi (exagerarea catabolismului proteic, hiperglycemie, obezitate), cât și efectele melanocito-stimulatoare, pigmentarea pielii (diabet bronzat). Aceste modificări se întâlnesc în boala Cushing, provocată de tumori ale celulelor bazofile.

Hiposecreția de ACTH produce efectele deficitului de glucocorticoizi (vezi corticosuprarenala). Secretia de ACTH este controlată de hipofiza prin CRH, hormon de eliberare a corticotropinei, și de glucocorticoizi, prin feedback negativ (vezi reglarea secreției CSR).

Hormonul tirotop (tireostimulina, TSH), secretat de celulele bazofile, stimulează sinteza și secreția de hormoni tiroideni. Efectele administrării TSH sunt indirecte, fiind mediate de tioxină și triiodotironină. TSH stimulează atât captarea iodiumului de către celulele foliculului tiroidian, cât și sinteza și eliberarea hormonilor iodați din molecula de tiroglobulină.

Hipersecreția de TSH duce la hiperthyroidism (ex. boala Basedow), iar hiposecreția duce la insuficiență tiroidiană. Secretia de TSH este reglată de hipotalamus și de nivelul tiroxinei sanguine. Hipotalamusul secretă un hormon de eliberare a tireostimulinei (TRH).

Hormonii gonadotropi (gonadostimulinele) controlează funcția gonadelor.

Hormonul foliculostimulant (FSH), este secretat de celulele bazofile. La bărbat stimulează dezvoltarea tubilor seminiferi și a spermatogenezei, iar la femeie determină creșterea și maturarea foliculului de Graaf și secreția de estrogeni.

Hormonul luteinizant (LH), este secretat de celulele bazofile. Acționează la bărbat prin stimularea secreției de androgeni de către celulele interstitiale ale testiculu lui. La femeie determină ovulația și apariția corpului galben, a căruia secreție de progesteron și estrogeni o stimulează. Hipotalamusul stimulează secreția de LH și FSH printre-un hormon de eliberare a gonadotropinei (LHRH).

Reglarea secreției de hormoni adenohipofiziari se face printre-un mecanism de autoreglare de tip feedback negativ.

Rolul cel mai important îl are hipotalamusul, ai căruia neuroni secreta o serie de oligopeptide, numiți hormoni de eliberare și de inhibare. El ajung pe calea axonilor până la în eminența mediană, unde, pe calea sistemului port hipotalamo-hipofizar, ajung la adenohipofiza. Pentru fiecare tip de hormon adenohipofizar, hipotalamusul secreta câte un factor specific de eliberare (RH = releasing hormone) sau de inhibare (IH = inhibiting hormone).

Cantitatea de RH eliberată de hipotalamus este în funcție de concentrația sanguină a hormonilor hipofizari sau ai glandelor periferice pe care hipofiza le stimulează.

Când concentrația acestor hormoni crește în sânge, are loc blocarea hormonilor de ai glandelor periferice scade, neurosecreția hipotalamică își inversează sensul. Din echilibrul acestor mecanisme rezultă o funcție normală a tuturor glandelor endocrine. În același timp, secreția hipotalamică este influențată direct, pe cale nervoasă, prin stimuli veniți de la sistemul limbic, sau reflex, prin stimuli veniți de la receptorii.

LOBUL INTERMEDIAR

Reprezintă 2% din masa hipofizei. Anatomic, face parte din adenohipofiza. El secreta un hormon de stimulare a pigmentogenezei numit hormon melanocito-stimulant (MSH), care are același precursor ca și ACTH-ul. Hipotalamusul secreta un hormon de inhibare a melanocistostimulinei.

LOBUL POSTERIOR (NEUROHIPOFIZA)

Ontogenetic, neurohipofiza se dezvoltă din planșul ventriculului al III-lea. Are conexuni cu hipotalamusul (fig. 99). Spre deosebire de lobul anterior, principala conexiune este de natură nervoasă: tractul hipotalamo-hipofizar, care de transport transaxonal a secrețiilor neuronilor cu soma în nucleul supraoptic și nucleul paraventricular.

Hormoni eliberați în circulație de către neurohipofiză sunt vasopresina și oxitocina. Ei sunt, de fapt, secreteți în hipotalamusul anterior (nucleii supraoptic - sursa primară de vasopresină și

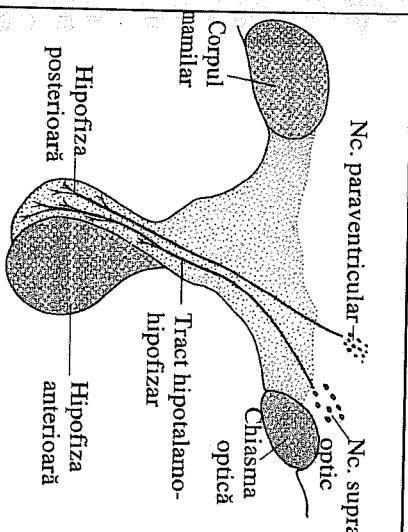


Fig. 99. Controlul hipotalamic
al hipofizei posterioare

paraventriculari - sursa principală de oxiocină). De aici, pe calea axonilor tractului hipotalamohipofizar, ajung în lobul posterior, unde se depozitează. Eliberarea în circulație a acestor hormoni se face sub influența hipotalamusului.

Hormonul antiidiuretic (ADH), denumit și **vasopresină**, este un peptid cu lanț scurt de aminoacizi (9). Acțiunea sa principală este creșterea absorbției facultative a apiei la nivelul tubilor distali și colectoari ai nefronului. În afară de reducerea și concentrarea urinei, ADH produce și reducerea secreției tuturor glandelor exocrine și, prin aceasta, contribuie la menținerea volumului lichidelor organismului și la reglarea pe termen lung a presiunii arteriale. În doze mari, ADH-ul produce vasoconstricție arterioară.

Hiposecretia acestui hormon determină pierderi mari de apă, în special prin urină, a cărei cantitate poate ajunge până la 20 litri / 24 ore. Boala se numește diabet insipid. Survine în lezuni ale hipotalamusului sau neurohipofizei.

Reglarea secreției de ADH. 1. Osmotică: creșterea presiunii osmotice a lichidelor extracelulare stimulează sinteza și secreția de ADH. Acest tip de reglare este un mecanism reflex de feedback negativ neuroendocrin, la care participă receptorii speciali (osmoreceptori) și nuclei hipotalamici. 2. Volemică: scăderea volumului determină creșterea secreției de ADH.

Oxitocina (ocitocina) este tot un hormon peptidic cu 9 aminoacizi. Acțiunile oxiocinei sunt: stimularea contracției musculaturii netede a uterului gravid, mai ales în preajma travalului, expulzia laptei din glanda mamă datorată contracției celulelor mioepiteliale care înconjoară alveolele.

Reglarea secreției de oxiocină o face hipotalamusul care primește stimuli excitatori de la organele genitale interne sau de la receptorii din tegumentele glandei mamare. În lipsa secreției de oxiocină, nașterea se produce dificil, iar alăptarea este imposibilă.

GLANDA SUPRARENALĂ

Este situată la polul superior al rinichilului, fiind format dintr-o regiune corticală și una medulară, diferențiate din punct de vedere embriologic, anatomic și funcțional.

Zona corticală este dispusă la periferie și o înconjură complet pe cea medulară. Epitelul secretor al corticalei este dispus în trei zone: zona glomerulară la periferie, zona fasciculată la mijloc și zona reticulată la interior, în contact cu medulara. Zona medulară este formată din celule mari, de formă ovală, ce prezintă granule de neurosecreție.

CORTICOSUPRARENALA

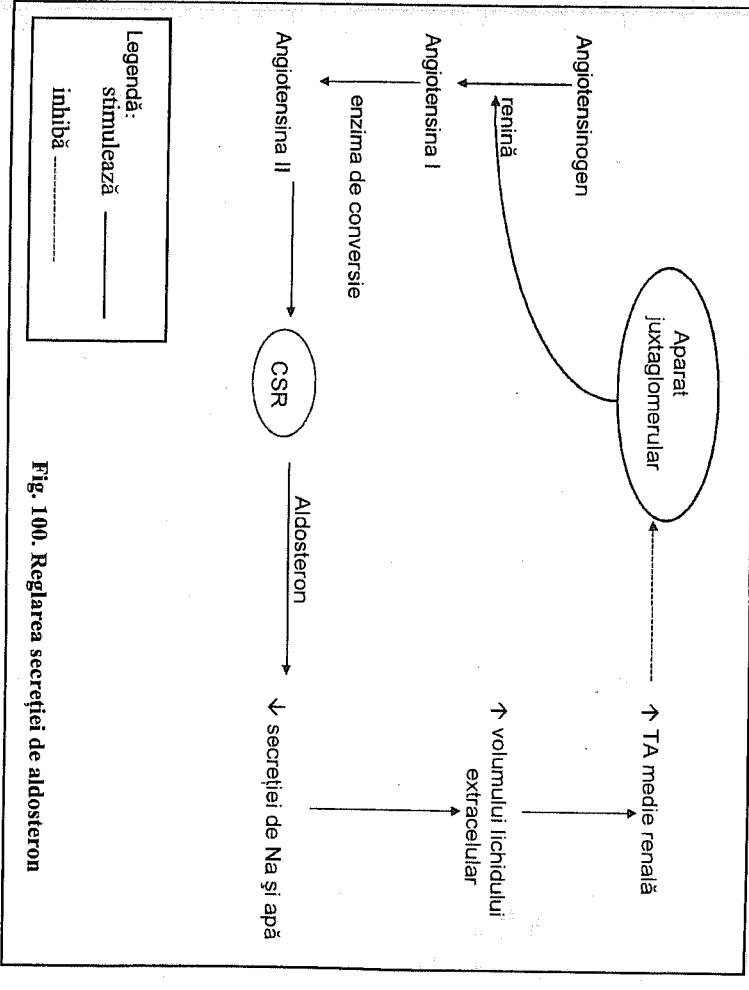
Hormonii secretăți de corticosuprarenala (CSR) sunt de natură lipdică. Ei au o structură steroidică (provin din colesterol).

Rolele hormonilor steroidi este vital. Îndepărțarea glandelor suprarenale duce la moartea vietuitoarelor în câteva zile. În funcție de acțiunea principală exercitată de acești hormoni, ei sunt împărțiti în trei grupe: mineralocorticoizi, gluocorticoizi și hormoni sexosteroizi.

Mineralocorticoizii, cu reprezentantul principal **aldosteronul**. Sunt secretati de zona glomerulară. Joacă rol în metabolismul sărurilor minereale, determinând reabsorbția Na^+ în rând în rinichi, de aparatul juxtaglomerular (vezi "Fiziologia aparatului excretor"), dar și excretarea K^+ sau H^+ pe care-i excretează la nivelul tubilor uriniferi contorzi distali și colectoari. Se produce potasurie și acidurie. Reabsorbția sodiu lui este însoțită de reabsorbția clorului. Reabsorbția apei este consecința gradențului osmotic creat de transportul NaCl. Aldosteronul, prin acțiunea sa de rezinare a Na^+ în organism, are rol în menținerea presiunii osmotice a mediului

intern al organismului și a volumului sanguin, precum și în echilibrul acidobazic. Celulele tîntă asemănătoare se află și în glandele sudoripare, salivare, colice.

Reglarea secreției de mineralocorticoizi se face prin mai multe mecanisme (fig. 100). Scăderea Na^+ sau creșterea K^+ din sânge, scăderea presiunii osmotice și scăderea volumului sanguin excita secreția de aldosteron, în timp ce creșterea acestora o inhibă. Un rol important îl are renina secretată de rinichi. Sub influența ei are loc transformarea angiotensinogenului în angiotensină care stimulează secreția de aldosteron. ACTH-ul stimulează și el 20% din secreția de aldosteron.



Sistemul renină - angiotensină. Renina este o enzimă proteolitică produsă în primul rând în rinichi, de aparatul juxtaglomerular (vezi "Fiziologia aparatului excretor"), dar și extrarenal (SNC, epifiză, hipofiză, micard, uter, placenta, lichid amniotic, lîmă). Renina renală și izozymenele de proveniență extrarenală circulă în plasmă într-un amestec care poate fi dozat și se exprimă ca activitate renină plasmatică. Substratul reninei este angiotensino-genul, din care, prin proteoliză, rezultă un decapeptid inactiv, angiotensina I. Sub acțiunea unei enzime de convesie tișulară, prezentă în special în plămân, rezultă, prin proteoliză, angiotensina II activă, cu următoarele efecte: stimulează forța de contractie a miocardului; vasoconstricție și creștere rezistenței periferice prin contractia musculaturii netede arteriolară; efect antinatriuretic și antidiuretic la nivel renal; stimulează celulele zonei glomerulosa din CSR, deci secreția de aldosteron; stimulează eliberarea de catecolamine.

Hipersecreția de aldosteron (boala Conn) duce la retenție masivă de sare și apă și determină edeme și hipertensiune. Hiposecreția se întâlnește în cazul insuficienței globale a CSR (boala Addison). La acești bolnavi are loc o pierdere de sare și apă, urmată de hipotensiune și adinamie (scădere capacitate de efort).

Glucocorticoizi, reprezentați în special de **cortizon** și **hidrocortizon** (cortisol), sunt secretati în zona fasciculată. Circulația în sânge legăți de proteinele plasmatice. O mică fracție liberă a cortisolului exercită efectele metabolice specifice.

Efecte specifice ale glucocorticoizilor asupra unor organe și țesuturi

Organ sau țesut	Efecte
Mușchi neted vascular	Rol permisiv pentru menținerea tonusului vasomotor simpatoadrenergic. Controlul permeabilității vasculare.
Sistem osos	Efect catabolizant prin diminuarea sintezei matricei organice și diminuarea absorbției intestinale a calciului.
Echilibru hidric	Pentru menținerea echilibrului hidric este necesară prezența acestor hormoni; probabil ei determină creșterea ratei filtrării glomerulare.
Organe hematopoietice și sistem imun	Reducerea numărului de eozinofile și bazofile circulante. Cresterea numărului de neutrofile, plachete, hematii. Cresterea stabilității membranelor izozomale. Scăderea numărului de limfocite circulante (limfopenie). Inhibarea eliberării de histamina. Inhibarea proliferării fibroblastelor.
Funcțiile superioare ale SNC	Prezența acestor hormoni este necesară pentru asigurarea integrității funcțiilor respective (scădere cantității de hormoni deteminanți, modificări EEG, alterarea personalității, modificări senzoriale).

Roluri fiziolegetice în metabolismul intermediar

Metabolism	Efecte
Protidic	Stimulează catabolismul în mușchii scheletici, țesutul conjunctiv și limfoid. Stimulează anabolismul în ficat.
Glucidic	Hiperglicemie prin gluconeogeneză, glicogenoliza hepatică, inhibitia consumului periferic de glucoză, cu menajarea cordului și a creierului. Efect antinsulinic.
Lipidic	Stimularea lipolizei. Creșterea concentrației acizilor grași liberi plasmatici. Stimularea cetogenezei.

Reglarea secreției de glucocorticoizi se face de către sistemul hipotalamo-hipofizar printr-un mecanism de feedback negativ. Sub influența CRH, hipofiza secrează mai mult ACTH, iar aceasta stimulează secreția de glucocorticoizi. Creșterea concentrației sanguine a cortisolului liber inhibă secreția de CRH, iar scăderea o stimulează (fig. 101). Secreția de glucocorticoizi prezintă ritm circadian ACTH-dependent, cu maxim de secreție dimineață.

Hipersecreția de glucocorticoizi determină sindromul Cushing în care predomină semnele dereglațiilor metabolismelor intermedii. Bolnavii prezintă obezitate, diabet și hipertensiune. Hiposecreția se întâlnește în boala Addison.

Hormoni sex steroidi sunt reprezentați de androgeni, asemănători celor secretați de testicul. Sunt produși mai ales în zona reticulară, au acțiune masculinizantă redusă față de cea a testosteronului.

Acțiunea lor fiziolitică se manifestă în timpul viații intrauterine și al pubertății, contribuind la apariția caracterelor sexuale secundare. În circulație, pot fi transformați în estrogeni.

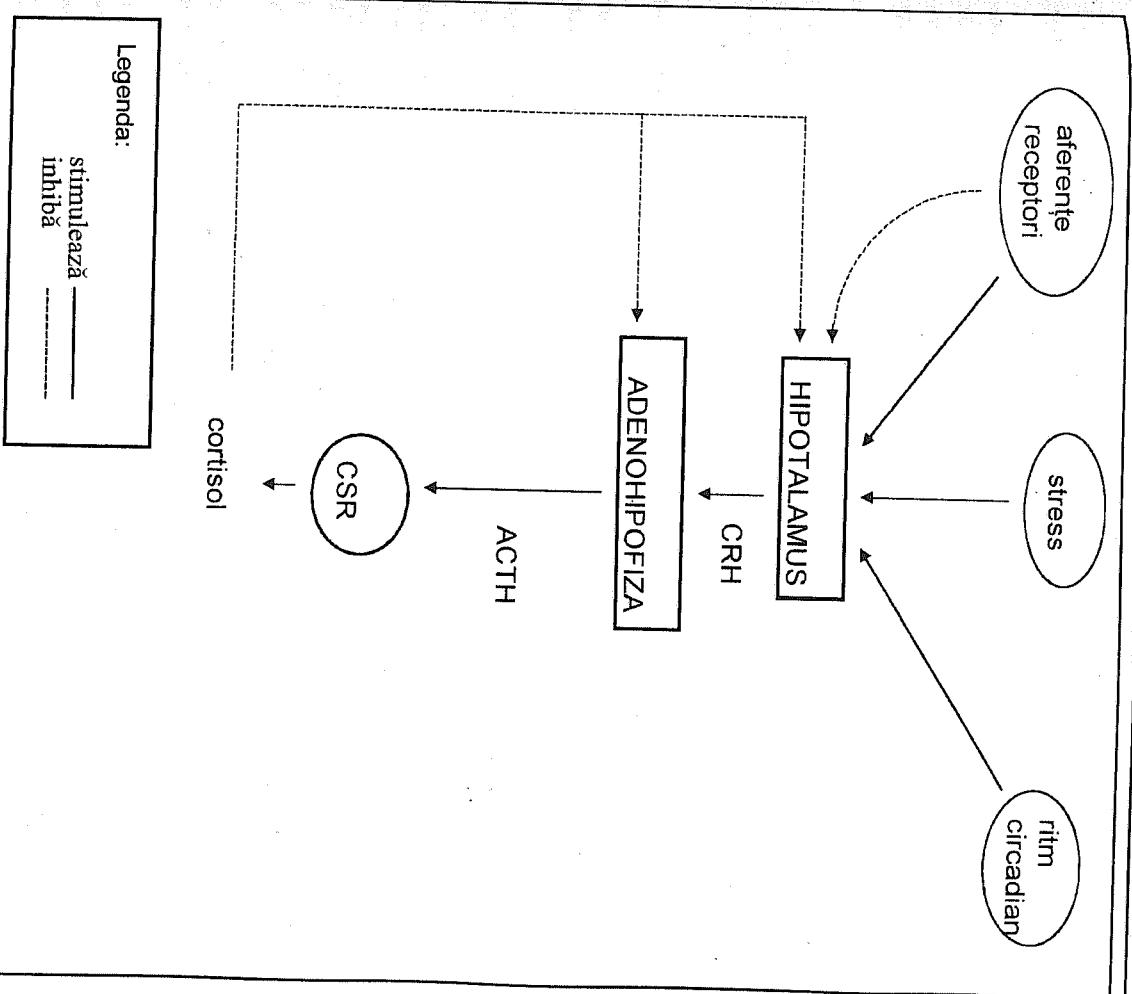


Fig. 101. Reglarea prin feedback negativ a secreției de cortisol

Hiposecreția acestor hormoni este compensată de secreția gonadelor. Hipersecreția are efecte masculinizante puternice.

Reglarea secreției hormonilor sex steroidi se face prin mecanisme hipotalamo-hipofizare. Rolul cel mai important îl joacă ACTH.

MEDULOSUPRARENALA

Reprezintă porțiunea medulară a glandelor suprarenale ce se dezvoltă din ectodermul creștelor ganglionare. Anatomic și funcțional, medulara glandei suprarenale este un ganglion simpanic ai căruia neuroni nu au prelungiri.

Hormoni secretați de medulară se numesc catecolamine. El sunt: adrenalina, în proporție de 80%, și noradrenalină, în proporție de 20%. Acțiunea acestor hormoni este identică cu efectele excitării sistemului nervos simpanic. De fapt, la terminațiile simpatice din țesuturi se eliberează aceleași catecolamine în proporție inversă. Noradrenalină și, în masură mai redusă, adrenalina sunt mediatori chimici ai sistemului nervos simpanic.

Principalele acțiuni ale acestor hormoni și mediatori chimici:

- Asupra aparatului cardiovascular - produc tachicardie, vasoconstricție și hipertensiune. Crește excitabilitatea inimii. Adrenalina dilată însă vasele musculare și le contractă pe cele din piele, mucoase și viscere. Noradrenalină are predominant acțiuni vasoconstrictoare.
- Asupra aparatului respirator - determină relaxarea musculaturii netede bronșice.
- Asupra tubului digestiv - determină relaxarea muscularului netede a peretilor și contracția sfincterelor. Inhibă majoritatea secrețiilor. Contractă capsula splinei.
- Asupra metabolismului glucidic și lipidic - produc glicogenoliza și hiperglicemie, mobilizarea grăsimilor din rezerve și catabolismul acizilor grași. Adrenalina are efecte predominant metabolic și energetic.
- Alte acțiuni - dilată pupila, contractă fibrele netede ale mușchilor erectori ai firului de păr. Produc alertă cortică, anxietate și frica. Stimulează sistemul reticular activator ascendent.

Regarea secreției medulosuprarenalei se face prin mecanisme neuromotorale. Rolul de stimulator îl are SN simpanic. Concentrația glucozei din sânge are și ea un rol de reglare. Scăderea glicemiei stimulează secreția de catecolamine, iar creșterea glicemiei o diminuă. Stressul și suprasolicitările stimulează, de asemenea, secreția medulosuprarenalei. În somn și condiții bazale secreția este scăzută. În efort fizic, la frig, în hipotensiune, emoții etc. se descarcă secreția MSR. Proporția hormonilor se poate schimba. În situații cu care individul este obișnuit crește noradrenalină, în situații neobișnuite crește adrenalina.

Hipofuncția medularei este compensată de activitatea sistemului nervos simpanic. Hipofuncția se întâlnește în tumorii ale medularei și se caracterizează prin crize de hipertensiune arterială. Atât secreția corticalei, cât și a medularei suprarenale sunt stimulate în condiții de stres (stări de încordare neuropsică, de emoții, traumatisme, frig sau căldură excesivă etc.). Acești hormoni au un rol important în reacția de adaptare a organismului în fața diferitelor agresii interne și externe.

TIROÏDA

Este cea mai mare glandă cu secreție internă a organismului. Poartă numele după cartilajul neperforat laringian în dreptul cărnia se află.

Tiroïda căntărește 30 g. Este localizată în fața anterioară a gâtului, într-o capsulă fibroasă (loja tiroidei). Glanda are doi lobi laterali uniți între ei prin istmul tiroidian. řesul secretor (parenchimul glandular) este format din celule epiteliale organizate în foliculi. Acești sunt

fomațiuni veziculooase continute în struna conjunctivo-vasculară a glandei. În interiorul foliculilor tiroizieni se află un material omogen, vâscos, numit coloid. Acesta conține tireoglobulină, forma de depozit a hormonilor tiroizieni. Tireoglobulină este o proteină sintetizată de celulele foliculare. Prin iodarea moleculelor de tirozină din strucura tireoglobulină, rezulta hormoni tiroizieni. În tiroïda în repaus, foliculii sunt dilatați, ca urmare a acumulării de tireoglobulină. În hiperactivitate, cavitatea foliculară se reduce prin eliberarea în circulație a hormonilor tiroizieni. În tiroizieni se găsesc celule speciale, numite celule parafoliculare sau celule "C", care secrează calcitonină.

Hormoni secretați de tiroïdă sunt derivăți iodați ai tirozinei. Dintre toți compușii cu iod de la nivelul coloidului, numai tiroxina și triiodotironina sunt considerati adevarati hormoni tiroizieni. Ei se află legați, la nivelul coloidului, de o proteină, tireoglobulină. Tiroxina conține patru atomi de iod în moleculă, iar triiodotironina trei. Sinteza hormonilor și eliberarea lor din coloid în sânge se face sub acțiunea TSH hipofizar.

Acțiunea hormonilor tiroizieni este foarte complexă. Ei influențează procesele energetice din organism, intensificând oxidațiile celulare, care cresc metabolismul bazal și consumul de energie. Pe de altă parte, au un rol deosebit în procesele morfogenetice, de creștere și diferențiere celulară și tisulară. Această acțiune se manifestă foarte pregnant la nivelul sistemului nervos. În lipsa tiroïdei, la batracieni, procesul de metamorfoză din nornmoloci în broaște nu mai are loc. Învers, dacă se adaugă în apa nornmolocilor cantități infinite de tiroxină, procesul de metamorfoză se grăbește și în câteva zile acestea se transformă în broaște pițice. În afară de efectul calorigen (glandă termogenetică), hormonii tiroizieni mai produc o creștere a metabolismului bazal (crește consumul de O_2).

Efectele hormonilor tiroizieni asupra metabolismului intermediar

Metabolism	Efecte
Glucidic	Stimulează absorția intestinală a glucozei, transportul intracelular al glucozei, glicoliza, gluconeogeneză, răspunsul insulinic.
Lipidic	Stimulează lipoliza, sinteza lipidelor în ficat, urmată de scădere a concentrării plasmatici a trigliceridelor, fosfolipidelor, colesterolului.
Protidic	Stimulează sinteza proteice. Stimulează catabolismul proteic, care, în lipsa unui aport alimentar echilibrat energetic, poate domina efectele anabolice, având ca rezultat un bilanț azotat negativ.

Efectele specifice pe sisteme și organe

Sistem sau organ	Efecte
Aparatul cardio - vascular	Crescerea forței și frecvenței contracțiilor cardiaice. Vasodilatație.
Mușchii scheletici	Crescerea tonusului, a forței de contracție și a promptitudinii răspunsului reflex de tip miotatic.
Respirația	Crescerea amplitudinii și frecvenței mișcărilor respiratorii.
Sistemul nervos	Stimulează diferențierea neuronală, dezvoltarea normală a sinapselor, mielinizarea. Activitatea psihică rămâne dependență de tiroïdă și la adult, a cărui viteză de idează și reactivitate se coreleză pozitiv cu funcția tiroidiană. Rolul stimulator se extinde și asupra sistemului nervos periferic somatic și vegetativ.

Hormonii tiroizieni intensifică oxidările metabolice în toate celulele, cu excepția uterului, testiculelor și creierului. În cazul insuficienței tiroiziene sau după extirparea glande, consumul de O_2 și metabolismul basal scad. Ele pot fi readus la valori normale prin administrarea de hormoni tiroizieni. Triiodotironina acționează mai rapid și mai puternic decât tioxina. Efectele maxime ale tioxinei apar la 2-3 săptămâni de la administrare.

La om, hipofuncția tiroizienuă duce la consecințe variabile în funcție de vârstă. Dacă survine la copilul mic, se produce o încetinire a dezvoltării somatice și psihice, care poate merge până la cretinism. Forma tipică de insuficiență tiroizienuă la adult se numește mixedem, producându-se doar o diminuare a atenției, memoriei și capacitatii de învățare. Indiferent de vârstă, procesele energetice sunt reduse, metabolismul basal este scăzut, iar tesuturile sunt îmbibate cu un edem mucos (mixxedem, pielea uscată, îngroșată, cădere părului, senzație de frig).

Hiperfuncția tiroizienuă se întâlnește în boala Basedow. Este caracterizată prin creșterea metabolismului basal cu peste 100%, protruzinarea globilor oculari (exoftalmie) și tulburări din partea principalelor funcții. La nivelul aparatului cardiovascular apar semnele unei hiperfuncții simpatice (tachicardie, hipertensiune), iar la nivelul tubului digestiv semnele unei hiperactivități parasimpatice (hipersecreție, accelerare motilității). Activarea sistemului nervos poate suferi modificări de la simplă nervozitate până la stări de insomnie și anxietate. Bolnavii, deși consumă multe alimente, pierd totuși din greutate, ca urmare a creșterii arderilor celulare. Pielea este caldă, umedă. O altă afecțiune a glandei tiroiziene, întâlnită mai frecvent în regiunile muntoase, este gușa endemică. Gușa este o creștere anatomică a glandei, în special a stromei conjunctive, însoțită de obicei de hipofuncție. Cauza gușei o reprezintă prezența în alimente și în apa de băut a unor substanțe chimice oxidante, numite substanțe gusogene.

ACTIONEA acestora se exercită în mod negativ, producând hipertrrofia glandei numai în regiunile sărace în iod. Administrarea iodului sub forma de tablete sau de sare de bucătărie iodată previne apariția gușei la locuitorii regiunilor endemice.

Școala românească de endocrinologie (C.I. Parhon și elevii săi) a adus mari contribuții la eradicarea gușei endemică. Explorarea funcției tiroiziene se poate face prin determinarea metabolismului bazal și prin utilizarea iodului radioactiv a căruia captare de către tiroiда crește în hiperfuncția și scade în hipofuncția glandei.

Reglarea secreției tiroiziene se face printr-un mecanism de feedback hipotalamo-hipofizo-tiroidian (fig. 102). Hipotalamusul secrează TRH care, ajuns prin sistemul port la adenohipofiza, determină eliberarea de TSH. Aceasta stimulează secreția de hormoni iodati. Creșterea concen- trării plasmatiche a hormonilor tiroizieni inhibă secreția hipotalamică a TRH și pe cale hipofizată de TSH. Mecanismul acestei regări este valabil pentru toate glandele endocrine controlate de hipofiza.

Calcitonina. La nivelul tiroizienei și paratiroidelor, au fost puse în evidență celule diferite de restul epiteliumului glandular, numite celule "C". Ele secrează un hormon hipocalcemiant (care ajută la fixarea Ca^{2+} în oase), numit calcitonina (vezi "Paratiroide").

PARATIROIDELE

Sunt patru glande mici, situate către două pe fața posterioară a lobilor tiroizieni, în afara capsulei acesteia. Epitelul secretor este reprezentat de două tipuri de celule dispuse în cordoane sau formând mici foliculi: celule principale ce secrează parathormonul și celulele parafoliculare, identice cu celulele "C" de la tiroiда. Acestea secrează calcitonina.

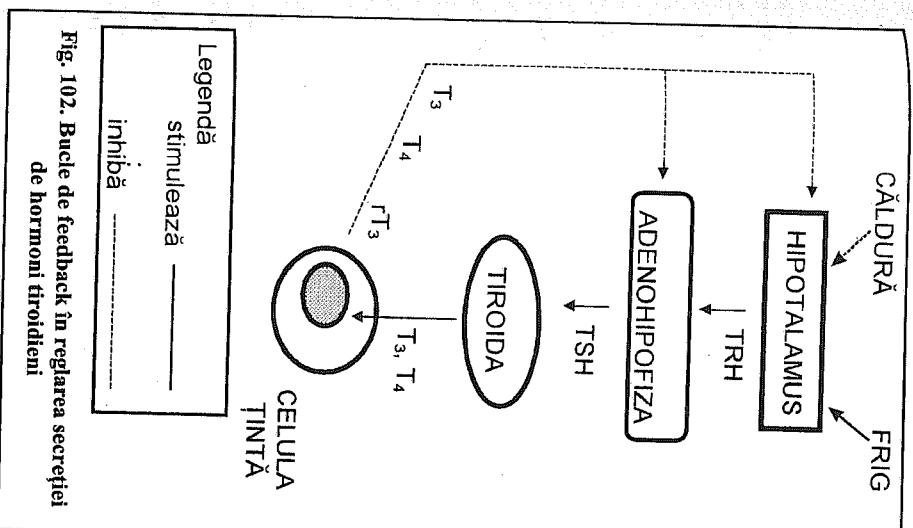


Fig. 102. Bucle de feedback în reglarea secreției de hormoni tiroizieni

- **Efecte la nivelul rinichiului:** determină hidroxiliarea 25-dihidroxicolecalciferolului în pozitia 1, rezultând formă activă a vitaminei D₃; stimulează reabsorbția tubulară a calciului în nefronul distal, rezultând hipocalciurie;
- inhibă reabsorbția tubulară a fosfaților anorganici, rezultând hiperfosfatemie; intensifică reabsorbția tubulară a ionilor de magneziu și hidrogen, dar inhibă reabsorbția sodiului, potasiului și a unor aminoacizi.

- **Efecte la nivelul tractul digestiv:** absorbe activ calciul, în funcție de conținutul dietei, efect indirect mediat de vitamina D₃.
- **Hipercalcemia și hipofosfatemia** sunt rezultatul efectelor conjugate ale PTH și interacțiune cu organele menționate.

- **Reglare:**
 - mechanismul principal: buclă de feedback negativ care coreleză direct celulele secretante de PTH cu nivelul circulant al calciului ionic. Hipercalcemia inhibă secreția de PTH și invers;

Parathormonul (PTH) este un polipeptid. Este activ asupra osului, rinichiului și tractului digestiv, fie prin efecte directe, fie prin efectele vitaminei D₃ a cărei secreție o controlează.

Efecte asupra sistemul osos:

- efecte rapide și imediate (în decurs de minute): crește permeabilitatea membranelor osteoclastelor și osteocitelor pentru calciu; creșterea calciului citosolic este urmată de expulzarea activă a calciului în spațiul extracellular, ceea ce duce la creșterea calcemiei;
- efecte lente și tardive (zile, săptămâni): activarea osteoclastelor; în efectul său de lungă durată, PTH stimulează atât osteogeneza, cât și osteoliza; echilibru proceselor de remaniere osoasă este însă deplasat în favoarea osteolizei;

- mechanisme asociate: a. feedback negativ exercitat de vitamina D₃ asupra celulelor paratiroidiene; b. feedback negativ exercitat de magneziul ionic circulant.

Hipomagniezemia inhibă secreția de PTH și invers.

În caz de hipersecreție (în tumori secretante) are loc rarefieră oaselor care pot prezenta fracturi spontane, iar calciul aflat în exces în sânge se depune în țesuturi sau formează calculi urinari.

Calcitonina (CT) este un polipeptid secretat de celulele C parafoliculare tiroïdiene. Stimulul declanșator al secreției de CT este hipercalcemia. Efectele sale se exercită la nivelul următoarelor trepte:

- osul: a. reducerea osteolizei osteocitare; b. stimularea osteoblastelor; c. inhibarea formării de osteoclaste noi;
- rinichil: efect minor de reducere a reabsorbției tubulare de calciu. Rezultatul global al efectelor CT este hipocalcemia.

Reglare: o buclă de feedback negativ corelează nivelul seric al calciului ionic cu activitatea celulelor secretoare de CT.

PANCREASUL ENDOCRIN

Pancreasul endocrin are rol de transductor neuroendocrin periferic și derivă embriologic din endodermit. Termenii **pancreas endocrin** și **pancreas exocrin** desemnază cele două funcții majore ale pancreasului și diferențele în calea de evacuare a produsilor de secreție.

Pancreasul endocrin este implicat în controlul metabolismelor intermediere ale glucidelor, lipidelor și proteinelor prin hormoni secretați și constă din insule de celule endocrine - insulele Langerhans. Acestea conțin mai multe tipuri de celule secrete: celulele A (20%), care secreta gluagon; celulele B (60 - 70%), dispuse în interiorul insuilelor și care secreta insulină; celulele D (10%), care secreta somatostatin, și celulele F, care secreta polipeptidul pancreatic.

Insulina. Este primul hormon descoperit de un cercetător român, Nicolae C. Paulescu, în 1921, pentru a căruia redescoperire a fost acordat premiul Nobel (Banting, McLeod, Best, 1922). Insulina este un hormon proteic, ce conține 51 de aminoacizi, fiind secretată sub forma unor precurzori prin a căror transformări successive rezultă insulina ce se depozitează la nivelul granulelor din celule B.

Efectele insulinei sunt initiate prin legarea de o proteină membranară receptoare care este activată. Principalele efecte ale stimулării cu insulină sunt:

- membranele celulelor musculare, adipocitelor și ale altor celule devin foarte permeabile pentru glucoză, ceea ce permite o pătrundere rapidă a glucozei în celule;
- creșterea permeabilității membranare pentru aminoacizi, K⁺, Mg și PO₄³⁻
- modificarea nivelului de activitate al multor enzime metabolice intracelulare (efect ce apare la 10 - 15 minute de la stimulare);
- formarea de noi proteine (efect ce apare la ore sau zile de la stimulare).

Asupra metabolismului electrolițiilor, insulina are următoarele efecte:

- scăderea concentrației plasmatiche a K⁺ prin stimularea transportului său în celulele musculare și hepatice;

- facilitarea transportului intracelular al magneziului și fosfatelor;
- efect antinatriuretic prin stimularea reabsorbției tubulare a Na⁺.

În concluzie, insulina este singurul hormon cu efect anabolizant pentru toate metabolismele intermedii și singurul hormon hipoglicemicant.

Reglarea secreției de insulină. Nivelul glicemiei este principalul reglator al secreției de insulină. La o valoare normală a glicemiei a jeun (dimineață, înainte de servirea micului dejun), rata de secreție a insulină este minimă. Dacă glicemia crește brusc la 200-300 mg% și se păstrează la acest nivel, secreția de insulină se va modifica și ea în sens creșător în două etape: a. în primele 3-5 minute valoarea insulină plasmatică va crește de aproape 10 ori datorită eliberării insulină preformată din insulele Langerhans; această insulină nu se poate menține și va scădea în următoarele 5-10 minute; b. după aproximativ 15 minute, secreția de insulină crește din nou și va atinge un platou în 2-3 ore, la o valoare mai mare decât precedenta; de acest efect este răspunzătoare atât insulină preformată, cât și cea nou secretată. Răspunsul insulină la administrarea de glucoză este mai mare dacă aceasta se face oral și nu intravenos. Acest lucru se datorează faptului că glucoza orală determină o creștere a insulină mediată neurală și, în plus, în perioadele digestive se eliberează hormoni gastro-intestinali care, la rândul lor, determină o creștere a secreției de insulină.

- Alți factori care controlează în mai mică măsură secreția de insulină sunt:
 - aminoacizi, dintre care cei mai puternici stimulatori sunt arginină, lizina, fenilalanina;
 - hormoni gastro-intestinali: gastrina, secretina, colecistokinina, GIP;
 - hormonii insulați: glucagonul stimulează secreția de insulină, în timp ce somato-statina o inhibă;
 - alți hormoni: STH, cortisolul, progesteronul și estrogenii cresc secreția de insulină;
 - adrenalina determină creșterea glicemiei ca răspuns la stres;
 - obezitatea se caracterizează prin hiperinsulinemie și rezistență la insulină, dar nivelul glicemiei și al glucagonului sunt normale;
 - ioni: atât potasiul, cât și calciul sunt necesari pentru răspunsul normal al insulină și al glucagonului la variațiile glicemiei.

Deficitul de insulină (diabetul zaharat). Este o boală metabolică complexă, caracterizată prin prezența valorilor crescute ale glicemiei la determinări repetitive. Principalele modificări ale homeostaziei în diabetul zaharat sunt: hiperglycemia, glicozuria, poltură, polidipsia, polifagia, acidoză și coma diabetică, dezechilibre electrolitice. Complicațiile majore ale acestei boli sunt infecțioase, precum și compromiterea morfofuncțională a unor țesuturi și organe de importanță vitală - sistem nervos, cardiovascular sau excretor.

Excesul de insulină se caracterizează prin hipoglicemie severă, care poate compromite dramatic funcția sistemului nervos.

Glicagonul, hormon proteic, alcătuit din 29 de aminoacizi, se secreta și el sub forma unor precurzori. Efectele sale se exercită asupra:

- metabolismului glucidic: a. stimulează glicogenoliza la nivel hepatic; b. stimulează gluconeogeneza hepatică, c. crește extragerea aminoacizilor din sânge de către hepatocite, făcându-i disponibili pentru conversia în glucoză;
- metabolismului lipidic: a. efect lipolitic și determină creșterea nivelului plasmatic al acizilor grasi și glicerolului; b. este esențial în cetogeneza datorită oxidării acizilor grasi;

- metabolismului proteic: a. efect proteolitic la nivel hepatic; b. efect antianabolic prin inhibarea sintezei proteice.
- În cantități foarte mari, glucagonul determină: a. creșterea forței de contracție a cordului; b. creșterea secreției bilare; c. inhibarea secreției gastrice.

Reglarea secreției de glucagon. Glicemia este cel mai important factor de control al secreției de glucagon, astfel că în hipoglicemie el este secretat în cantități mari și determină creșterea eliberării de glucoză hepatică, corecând nivelul glicemiei. Concentrații crescute de aminoacizi stimulează secreția de glucagon. Efortul fizic intens, ca și anumuri hormoni intestinali cresc secreția de glucagon. Insulina și acizii grași circulaționali inhibă eliberarea de glucagon.

GLANDA PINEALĂ (EPIFIZA)

Este situată între tuberculi cvadrigemeni superioiri și intră în compoziția epitalamusului. Anatomic și funcțional are conexiuni cu epitalamusul, împreună formând un sistem neurosecretor epifizal-metapofizal.

Structurile secretorii sunt reprezentate de cordoane celulare nervoglice (pinealocite), cu proprietate secretorie, și elemente nervoase (celule și prelungiri), înconjurate de o bogată rețea vasculară, conținând numeroase fibre simpatice.

Epifiza secretează indolamine (melatonina, cu acțiune frenatoare asupra funcției gonadelor) și hormoni peptidi (vasotocina, cu puternică acțiune antigonadotropă, mai ales anti LH). Excretele de epifiză au și efecte metabolice, atât în metabolismul lipidic, glucidic, proteic, cât și în cel mineral. Epifiza are legături strânse cu retina. Stimulii luminosi produc, prin intermediul nervilor simpatici, o reducere a secreției de melatonină. În întuneric, secreția de melatonină crește, rățâind funcția gonadelor. Există studii ce sugeraază un rol al epifizei în termoregulare. O serie de experimente indică anumite interrelații ale acestei glande cu suprarrenală, tiroidă și pancreasul.

GLANDELE SEXUALE

Testicul (gonada masculină) și ovarul (gonada feminină) sunt glande mixte exo- și endocrine.

TESTICULUL

Îndeplinește în organism două funcții.

Funcția spermatozogetică. Aceasta este funcția sa exocrină. Are loc la nivelul tubulelor seminifer, începând cu pubertatea. Procesul se desfășoară în mai multe etape de diviziune ecuațională și apoi reducțională, pornind de la celulele primordiale, spermatogonii, cu număr diploid de cromozomi, și ajungând la celulele maturi, gametei masculini, spermile, cu număr haploid de cromozomi. Spermile se înmagazinează în epididim și veziculele seminale. Sunt eliminati prin ejaculare. Spermatogeneza este stimulată de FSH.

Secreția internă. Celulele interstitiale testiculare Leydig secretează hormoni androgeni, al căror reprezentant principal este testosteronul. Testiculul secrează un procent redus de estrogeni.

Testosteronul este un hormon lipidic, cu structură steroidică. Acțiunea sa constă în stimularea creșterii organelor genitale masculine și apariția caracterelor sexuale secundare la bărbat: dezvoltarea scheletului și a mușchilor, modul de implantare a părului, vocea, repartitia topografică a grăsimii de rezervă. Testosteronul este un puternic anabolizant proteic. El are și efecte de menținere a tonusului epitelialui spermatozogenic.

Reglarea secreției de testosteron se face printr-un mecanism de feedback negativ, sub influența LH hipofizar. Hiposecreția acestui hormon duce la pubertate precoce, iar hiposecreția la infanticism genital.

OVARUL

Prezintă, ca și testicul, o dublă activitate.

Formarea foliculilor maturi și ovulația. Frecare ovarian conține la naștere câteva sute de mii de foliculi primordiali. Dintre acești, numai 300-400, câte unul pe lună, începând cu pubertatea și terminând cu menopauza, vor ajunge la maturitate. Procesul de creștere și maturare foliculară este ciclic. Ciclul ovarian este însorit de modificări la nivelul uterului, vaginului, glandelor mamare. Durata medie a unui ciclu genital la femeie este de 28 de zile și de aceea el se mai numește ciclu menstrual.

Schematic, distingem în cadrul ciclului ovarian două perioade:

- preovulatorie, care durează din ziua 1 până în ziua a 14-a a ciclului, postovulatorie, ce se întinde din ziua a 15-a până în prima zi a menstruației, după care ciclul se reia. În perioada preovulatorie au loc mitoze ecuaționale și reducționale la nivelul ovocitului. Acesta străbate mai multe etape, de la ovogonie cu număr diploid de cromozomi la ovul matur care are formă hapiloidă. Pe măsură ce ovulul se maturază, apare o cavitate la nivelul foliculului ovarian, care se umple cu lichid folicular. În ziua a 14-a, foliculul se rupe și ovulul este expulzat în cavitatea abdominală (ovulația), de unde este preluat de trompa uterină. După ovulație, foliculul ovarian se transformă în corp galben.

Crescerea și maturarea foliculului sunt stimulate de FSH. Ovulația și formarea corpului galben sunt stimilate de LH. Din motive incomplet înțelese, hipofiza anterioră secretează cantități mult crescute de LH pentru o perioadă de 1-2 zile, începând cu 24-48 de ore înainte de ovulație, fenomen însoțit și de un vârf preovulator mic al FSH. Cauza acestei creșteri bruscă a secreției de gonadotropine nu este cunoscută, dar câteva dintre cauzele posibile sunt:

- la acest moment al ciclului estrogenul are efect de feedback pozitiv pentru a stimula secreția pituitară a gonadotropinelor, fenomen aflat în contradicție cu efectul său normal de feedback negativ care intervine în restul ciclului lunar feminin;
- anumite celule foliculare încep să secrete progesteron în cantități mici, dar în creștere, cu aproximativ o zi înaintea vârfului preovulator al LH, și se presupune că acesta poate fi factorul care stimulează secreția excesivă de LH. Indiferent de cauză, fără acest vârf preovulator de LH, ovulația nu poate avea loc.

Secreția internă a ovarului. Peretele foliculului ovarian prezintă două tecni interne și externe. În perioada preovulatorie, celulele tecii interne secretează hormoni sexuali feminini - estrogenii. Secreția acestor hormoni este stimulată de FSH și LH. Acțiunea estrogenilor este de a stimula dezvoltarea organelor genitale feminine, a mucoasei uterine, a glandelor mamare, apariția și dezvoltarea caracterelor sexuale secundare la femeie, precum și comportamentul sexual feminin. În fază a doua a ciclului, rolul de secreție internă îl îndeplinește corpul galben. Aceasta secretează atât hormoni estrogeni, cât și

progesteron, un hormon care favorizează păstrarea sarcinii. Secreția corpului galben este stimulată de LH și prolactină. Corpul galben involucră după 10 zile și se transformă în corp alb. Dacă ovulul a fost fecundat, activitatea corpului galben se prelungescă cu încă trei luni. Progesteronul determină modificări histologice și secretorii la nivelul mucoasei uterine pe care o pregătește în vederea fixării oului (nidare). Dacă fecundata nu a avut loc, ovulul se elimină în ziua a 19-a, a 20-a a ciclului; secreția corpului galben scade brusc în ziua a 26-a. La nivelul mucoasei uterine se produc modificări vasculare următe de necroză și hemoragie, care determină pierderea de sânge menstrual. În timpul sarcinii, corticosuprarenala și placenta secrează, de asemenea, estro- geni și progesteron.

Regulația secreției ovariene se face la fel ca a altor glande periferice prin feedback negativ hipotalamo-hipofizo-ovarian.

TIMUSUL

Are un rol de glandă endocrină în prima parte a ontogeniei, până la pubertate. Este o glandă cu structură mixtă, de epiteliu secretor și organ limfatic. Are localizare retrosternală. La pubertate involvează, fără a dispărea complet. Se dezvoltă din ectoderm. În organism are mai multe funcții: rol de organ limfatic central, rol de glandă endocrină.

Deși nu au fost individualizați hormoni ca atare, se cunosc o serie de efecte ale extractelor de timus:

- acțiune de frânare a dezvoltării gonadelor;
- acțiune de stimulare a mineralizării osoase;
- efecte de frânare a mitozeelor.

Funcțiile timusului sunt puternic blocate de hormonii steroidi, care determină involuția acestui organ. Unitatea histologică a timusului este lobul timic format dintr-o rețea de celule reticulare între care se află timocite. Acestea sunt celule hematopoietice primordiale (stem), migrație din măduva hematogenă și transformate sub influența factorilor locali în celule limfocitoare de tip T. Timocitele "însământăză" și alte organe limfoidice (ganglionii limfatici, spina, amigdalele etc.).

CAVITATEA BUCALĂ

Este primul segment al tubului digestiv, fiind o cavitate virtuală, când gura este închisă și reală, când gura este deschisă. Cavitatea bucală este despărțită de arcadele alveolo-gingivo-dentare în două părți: vestibulul și cavitatea bucală propriu-zisă.

Vestibulul bucal este un spațiu în formă de potcoavă, limitat între arcade, pe de o parte, buze și obrajii, pe de altă parte. Vestibulul comunică cu cavitatea bucală propriu-zisă prin spațiile interdentare și prin spațiul retromolar.

În vestibulul superior se deschide canalul Stenon (canalul excretor al glandei parotide), în dreptul molarului II superior.

Cavitatea bucală propriu-zisă este delimitată înainte și pe laturi de arcadele alveolo-gingivo-dentare, în sus de bolta palatină, care o separă de fosetele nazale, în jos de planșeul bucal pe care se află corpul limbii și glanda sublinguală. Posterior, cavitatea bucală comunica cu faringele prin istmul gâtului, circumscris superior de vălvă palatină, pe margini de pilieri anteriori (arcurile anterioare), iar în jos de limbă.

Bolta palatină este formată în partea anteroioară de palatul dur. Scheletul osos al palatine ale osului maxilar, iar în treimea posterioară de lamele orizontale ale osului palatin. Vălvă palatină (palatul moale), continuă înapoi palatul dur și se prezintă ca o membrană muscularo-membranoasă mobilă, care are două fețe și două margini.

Una dintre fețe este anteroioră, concavă (bucală), acoperită de un epiteliu pluristratificat pavimentos moale (necheratinizat), cea de a doua față este posterioară, convexă (faringiană), acoperită de un epiteliu cilindric simplu. Dintre cele două margini, una este anteroioră și adera la palatul dur, cea de-a doua este liberă.

Marginea liberă prezintă central o proeminență, numită lueta (omușorul), iar lateral se prelungescă cu două arcuri (pilieri): unul anterior, prin care coboară mușchiul palato-faringian, posterior, prin care coboară mușchiul palatoglos, celălalt palatină, formajună cu rol în apărarea organismului împotriva infecțiilor.

Planșeul bucal este format din cei doi mușchi milohioiidi, întinși între linia milohioidiană a mandibulei și osul hioid. Sub mușchiul milohioidian se află mușchiul diafragmatic. Pe planșeul bucal se află glandele sublinguale și corpul limbii.

APARATUL DIGESTIV

Perejii cavității bucale sunt vascularizati de ramuri provenite din artera carotidă exterană. Sângele venos ajunge în vena jugulară internă. Limfaticele cavității bucale ajung în ganglionii cervicali situati în jurul venei jugulare interne. Inervația senzitivă este asigurată de ramuri din nervul trigemen.

LIMBA

Limba este un organ musculo-membranos mobil, care, pe lângă rol în masticarea și deglutition, mai are rol și în vorbirea articulată, în supt și ca organ de sănătate, datorită prezenței la nivelul limbii, a papilelor gustative. Limba prezintă un corp situat în cavitatea bucală și o rădăcină, spre faringe.

Rădăcina limbii este fixată de hioïd prin membrana hioglosiană și de baza epiglotei prin trei ligamente gloso-epiglottice. Între aceste ligamente, care ridică repluri, se află două adânciuri denumite valecule. Într copul și rădăcina limbii se află sănul terminal, anterior de care se dispun papilele caliciforme, sub forma literei "V" ("V"-ul lingual). Fața inferioară a corpului limbii este legată de mucoasa planșecului bucal prin fișul limbii. De o parte și de alta a fișului limbii se află o proeminență, numita caruncula sublinguală, în care se deschide canalul glandei submandibulare și canalul glandei sublinguale. Pe rădăcina limbii (fața ei posterioară) se află amigdala linguală.

În structura limbii se descriu un schelet osteofibros, mușchi striați și o mucoasă. Scheletul osteofibros este format din osul hioïd și două membrane fibroase: septul limbii și membrana hioglosiană întinsă de la hioïd spre limbă.

Mușchii limbii sunt: **intrinseci**, proprii limbii (m. transvers, m. vertical, m. lingual longitudinal superior și m. lingual longitudinal inferior, stâng și drept). Există și mușchi extrinseci (m. stilglos, hioglos, genioglos), cu un capăt prins pe oase sau mușchii palatoglos sau amigdaloglos, și cu celălalt pe palatul moale sau amigdala palatină.

La exterior, limba este acoperită de **mucoasa linguală**, care se continuă cu **mucoasa bucală**, având în structura sa un epitel pluristratificat, pavimentos, necheratinizat. Pe fața dorsală (superioară) a limbii și pe marginile ei se găsesc **papilele linguale**, care oferă limbii un aspect catifelat.

Papilele circumvalate (caliciforme) formează "V"-ul lingual cu deschiderea spre fața și sunt în număr de 7-11. Fiecare dintre aceste papile prezintă, în centru, o ridicătură centrală, înconjurată de un sănț circular în care se găsesc numeroși muguri gustativi. Lateral de sănț se află un cadru.

Papilele foliate sunt localizate de-a lungul porțiunilor posterioare ale marginilor limbii. Au formă unor foi de carte, prezintând 8-10 pliuri mucoase, dispuse perpendicular. Papilele fungiforme au formă asemănătoare unor ciuperci și sunt mai răspândite înaintea "V"-ului lingual.

Toate aceste trei categorii de papile au în structură muguri gustativi. Se mai descriu, la nivelul limbii, și papilele filiforme, formatuni conice, cu vârful ramificat. Ele sunt situate pe fața dorsală a limbii și pe marginile ei. Neavând muguri gustativi, au rol mecanic.

Vascularizarea limbii este asigurată de artera linguală. Sângele venos ajunge în vena jugulară internă. Limfaticele ajung în ganglionii submandibulari și cervicali. Inervația mușchilor limbii este asigurată de nervul hipoglos (mușchii intrinseci ai limbii) și de nervul glosofarinjian (mușchii extrinseci ai limbii), inervația senzorială

gustativă prin nervii VII (facial, corpul limbii), IX (glosofarinjian, rădăcina limbii), X (vag, baza rădăcinii limbii), iar inervația senzitivă (durere, tact, temperatură) de nervul V (trigemen) pentru corpul limbii, de nervul IX (glosofarinjian) pentru rădăcina limbii și vag pentru baza rădăcinii limbii și mucoasa valeculelor.

DINȚII

Dintii sunt organe dure ale aparatului masticator, având rol și în vorbirea articulată. La om există două dentiții, una temporară (dentiția de lapte), care numără 20 de dinți, și cea de-a doua, permanentă, 32 de dinți.

Formula dentară a dentiției temporare este:

$$\begin{array}{cccc} & \text{I}_2 & \text{C}_1 & \text{Pm}_2 \\ \text{I}_2 & \text{C}_1 & \text{Pm}_2 & \text{M}_3 \end{array}$$

Dentiția temporară începe să apară după 6-8 luni și este completă în jurul vîrstei de 2-3 ani. Dentitia permanentă apare între 6 și 13 ani, exceptând molarul III (măseaua de minte), care apare mai târziu (18-22 ani) sau de loc.

Toți dinții, indiferent de forma lor, prezintă coroană, col și rădăcină. Coroana, de culoare albă, depășește alveola dentară, fiind vizibilă în cavitatea bucală. Rădăcina este inclusă în alveola și poate fi unică, dublă sau triplă. Unică este la incisivi, canini și premolari, dublă sau triplă la molari. Colul este regiunea mai îngustă, situată între rădăcina și coroană. La nivelul colului se află inelul gingival (mijloc de fixare al dintelui).

În coroana dintelui se află camera pulpară, care, la nivelul rădăcinii, se continuă cu canalul dentar (canal radicular).

Cavitatea și canalul dentar conțin pulpa dintelui, care are în structura sa țesut conjunctiv, vase și nervi ce pătrund prin orificiul dentar de la vârful rădăcinii. În afara canerei pulpare și a canalului dentar, dintele este format dintr-un țesut calcificat, denumit dentină (ivoriu), de culoare albă.

La nivelul coroanei, dentina este dublată de un țesut dur, smalțul, iar la nivelul rădăcinii de cement. Smalțul este cea mai dură structură a dintelui și are în compozitia sa fosfat de calciu, de magneziu, floruri de Na și K. Cementul dur este de natură osoasă și face parte din mijloacele de susținere ale dintelui (paradonțiu). Structura cementului este asemănătoare cu a osului.

Vascularizarea dintilor este asigurată de arterele alveolare, ramuri din artera maxilară interna. Sângele venos ajunge în vena maxilară. Limfaticele dintilor ajung în final în ganglionii submandibulari și cervicali.

Inervația dintilor este asigurată de nervul trigemen (pentru dinți superiori n. maxilar, pentru dinți inferiori n. mandibular).

FARINGELLE

Este un conduct musculo-membranos, dispus de la baza craniului până în dreptul vertebral C₈, unde se continuă cu esofagul. Are formă unui jgheab deschis anterior, care se îngustează de sus în jos, cu lungimea de 15 cm.

Fâja posterioară a faringelui delimitază, împreună cu coloana vertebrală tapetată de mușchii prevertebrați, spațiul retrofaringian. Fețele laterale ale faringelui, la nivelul capului, vin în raport cu spațiul mandibulo-faringian cuprins între mandibula și faringe; iar la nivelul gâtului cu lobii lateralii ai glandei tiroide, cu artera carotidă comună, vena jugulară internă și nervul vag situat între cele două formațiuni vasculare.

Cavitatea faringelui este divizată în trei etaje.

Cavitatea faringelui

	Nasofaringele (rinofaringele)	Bucofaringele (orofaringele)	Laringofaringele
Peretele superior	Baza craniului. La acest nivel se află amigdala faringiană	Vâlul palatin.	Correspond planului orizontal care trece prin hioid și comunică cu bucofaringele
Peretele inferior	Vâlul palatin.	Plan orizontal dus prin osul hioid. Comunică cu laringofaringele.	Se continuă cu esofagul.
Pereții laterali	Prezintă orificiul trompei lui Eustachio, înconjurat de amigdala tubără.	Corespond celor două arcuri (anterior și posterior) ale vâlului palatin, între care se află amigdala palatină.	Corespond sănțurilor laringofaringiene.
Peretele anterior	Comunica cu fosete nazale prin două orificii, numite coane.	Comunica cu cavitatea bucală prin istmul gâtului.	Comunica cu laringele prin aditus laringis (intrarea în laring).
Peretele posterior	Corespunde coloanei vertebrale.	Corespunde coloanei vertebrale.	Corespunde coloanei vertebrale.

În structura faringelui se află o aponevroză intrafaringiană, mușchi și o mucoasă. La exterior este acoperit de adventitia faringelui formată din țesut conjunctiv lax.

Aponevroza intrafaringiană se găsește la nivelul pereților lateral și posterior ai faringelui și se inseră superior pe baza craniului; are o structură fibroasă și este rezistentă.

Mușchii faringelui sunt striați, grupați în mușchi constrictori și ridicatori.

Mușchii constrictori au fibre circulare și se acoperă unul pe celălalt (cel superior este acoperit de cel mijlociu, iar acesta de mușchil constrictor inferior); prin contracția lor micsorează diametrul antero-posterior și transversal al faringelui.

Mușchii ridicatori au fibre longitudinale și sunt reprezentate de mușchil stilo-faringian (are originea pe apofiza stiloidă a osului temporal) și palato-faringian, care coboără de la palat prin arcul posterior. Prin contracția lor ridică faringele în timpul degluțiiei.

La interior, faringele este căpățuit de o mucoasă care are în structura sa un epiteliu cilindric ciliat la nivelul rinoferingelui și un epiteliu pluristratificat pavimentos necheratinizat la nivelul bucofaringelui și laringofaringelui.

Esafagul. Faringele este acoperit de adventitia faringelui, care se continuă cu adventitia esofagului. Vascularizarea faringelui este realizată de ramuri din artida carotidă externă. Sângele venos este drenat în vena jugulară internă. Limfaticele ajung în ganglionii cervicali. Inervatația senzitivă și motorie este asigurată de nervul glosofaringian, dar și de nervul vag.

ESOFAGUL

Este un canal musculo-membranos prin care bolul alimentar trece din faringe spre stomac. Limita lui superioară corespunde verterebei C₆, iar cea inferioară orificiului cardia prin care esofagul se deschide în stomac. În traiectul său străbate regiunea cervicală, toracală, diafragmă și ajunge în abdomen, terminându-se în stomac. Esafagul descrie, în traiectul său, curbură, unele în plan sagital, altele în plan frontal. Lungimea sa este de 25 cm.

Raporturile esofagului. În regiunea cervicală vine în raport anterior cu trachea, posterior cu coloana vertebrală, iar lateral cu lobii lateralii ai glandei tiroide și cu mărunchiul vasculo-nervos al gâtului (artera carotidă comună, vena jugulară internă și nervul vag). În regiunea toracală, are raporturi diferențiate anterior. Deasupra verterebei T₄ (locul de bifurcare a tracheei în cele două bronhi) vine în raport cu trachea, iar sub T₄ cu pericardul. Lateral, esofagul toracic vine în raport cu plămâni, acoperiți de pleurele mediastinale, iar posterior cu coloana vertebrală. În abdomen vine în raport, la stânga, cu fundul stomacului, la dreapta și anterior cu ficatul, iar posterior cu aorta. În traiectul său, esofagul are raporturi cu aorta descendenta, care inițial e la stânga, iar în partea inferioară se aşează posterior de el.

- **Structura esofagului.** De la suprafață spre interior distingem patru straturi: în structura sa fesut conjunctivă care se continuă în sus cu adventitia faringelui. Are

• *Tunica musculară* este formată dintr-un strat de fibre longitudinale la exterior și un strat de fibre circulare la interior. În treimea superioară a esofagului, fibrele musculare sunt

striate, în timp ce în treimea inferioară fibrele striate sunt înlocuite de fibre netede.

• *Tunica submucoasă* este bine dezvoltată la nivelul esofagului și conține glande esofagiene de tip acinos, ce secretează mucus care ușurează înaintarea bolului alimentar.

• *Tunica mucosă* are culoare albicioasă și prezintă cute longitudinale care se sterg prin distensia esofagului, cauzată de trecerea boloului alimentar. Mucoasa esofagului are în structura sa un epiteliu pluristratificat pavimentos necheratinizat, specializat pentru funcția de transportor.

Arterele esofagului provin din arterele tiroidiene, aortă, arterele diafragmatice și artera gastrică stângă. Sâangele venos al esofagului abdominal se varsă în vena portă, a esofagului toracic în sistemul azygos, iar a esofagului cervical în vena jugulară. La nivelul esofagului abdominal există anastomoze foarte importante între sistemul port și cel cav superior și care sunt implicate în apariția varicelor esofagiene, în cadrul unui sindrom de hipertensiune portală. Limfaticele esofagului cervical ajung în ganglionii cervicali, ai esofagului toracic în ganglionii tracheo-bronхи și mediastinali posteriori, iar ai esofagului abdominal în ganglionii gastrici.

Nervii provin din simpatic și parasimpatic, formând un plex în stratul muscular și al celui în stratul submucos.

Stomacul se prezintă ca o porțiune dilatătă a tubului digestiv, fiind situat în etajul supravezecolic al cavității abdominale, între splină și ficat. În stare de umplere are 25 cm, iar gol 18 cm. Capacitatea lui este de 1300-1500 cm³. Stomacul are forma unui „J”, cu o porțiune verticală mai lungă și cu una orizontală mai scurtă. Descriem stomacul după fețe (anterioară, posterioară), două margini, denumite curbură (curbura mare la stânga, convexă, și mică, la dreapta, concavă) și două orificii (cardia și pilorul). Cele două fețe ale stomacului sunt acoperite de peritoneu, care, ajuns la nivelul curburilor, se reflectă pe organele vecine, formând ligamente.

De pe mica curbură, prin reflexia peritoneului, se formează micul epiploon (ligamentul gastro-duodeno-hepatice) care leagă mica curbură de fața inferioară a ficatului. De pe marea curbură, prin reflectarea peritoneului, se formează ligamentele: gastro-diafragmatic, care leagă marea curbură de diafragm, ligamentul gastro-splenic, între marea curbură și splină, și ligamentul gastro-colic, între marea curbură și colonul transvers, ce se leagă de marea epiploon.

Fata anterioră a stomacului prezintă o porțiune superioară, care corespunde peretelui toracic, și una inferioară, care corespunde peretelui abdominal. Porțiunea toracală vine în raport cu diafragma și cu coastele 5-9 din partea stângă. În porțiunea abdominală, fața anterioră a stomacului vine în raport cu lobul stâng al ficatului, iar mai lateral cu peretele muscular al abdomenului.

Fata posterioră a stomacului, prin intermediu unui diverticul al cavității peritoneale, numit bursa omentală, vine în raport cu rinichii stâng, suprarenala stângă, corpul și coada pancreasului, splina și artera splenice (pe marginea superioară a corpului pancreasului).

Curbura mare este convexă. La nivelul ei se află arcul vascular al marii curburii, format din artera gastro-epiploică dreaptă (din artera gastro-duodenală) și din artera gastro-epiploică stângă (ram din artera ileală), precum și ligamentele gastro-diafragmatic, gastro-frenic și gastro-colic.

Curbura mică este concavă. La nivelul ei se găsește arcul vascular al micii curburii format din artera gastrica stângă din trunchiul celiac și artera gastrica dreaptă, din artera hepatică proprie, cât și micul epiploon (ligamentul gastro-duodeno-hepatice) care leagă stomacul de ficat.

Orificiul cardia, prin care stomacul comunică cu esofagul, este pe flancul stâng al vertebei T₁₁. Orificiul pilor, prin care stomacul comunică cu duodenul, se află în dreptul flancului drept al vertebei L₁. Este prevăzut cu sfincterul piloric. Când stomacul este umplut, pilorul coboară și se deplasează spre dreapta. Sfincterul piloric are consistență dură la palpare.

Subîmpărțirea stomacului. Trecând un plan prin incizura gastrică situată la nivelul micii curbură, unde aceasta își schimbă direcția, împărtășim stomacul în două porțiuni: porțiunea verticală, situată deasupra planului, și porțiunea orizontală, sub acest plan. Porțiunea verticală, la rândul său, are două părți: fundul stomacului, care conține pușca cu aer a stomacului, și corpul stomacului.

Porțiunea orizontală are și ea o zonă mai dilatătă, care continuă corpul stomacului (antrul piloric), și alta care se continuă cu duodenul, denumită canal piloric.

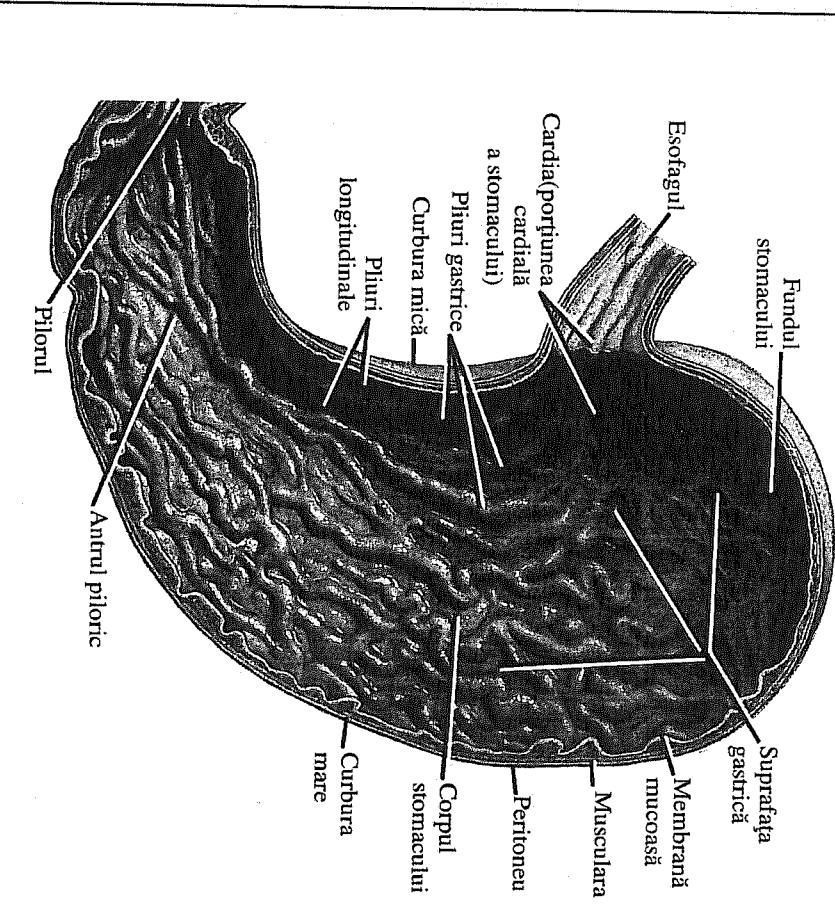


Fig. 103. Stomacul secționat, cu evidențierea mucoasei

La interior, stomacul prezintă numeroase pliuri ale mucoasei: unele longitudinale, alttele transversale sau oblice (fig. 103). Dintre cele longitudinale, două, situate în dreptul micii curburii, delimită canalul gastric prin care se scurg lichidele.

Vascularizarea stomacului este asigurată de toate cele trei ramuri ale trunchiului celiac: artera hepatică, gastrica stângă și splenica.

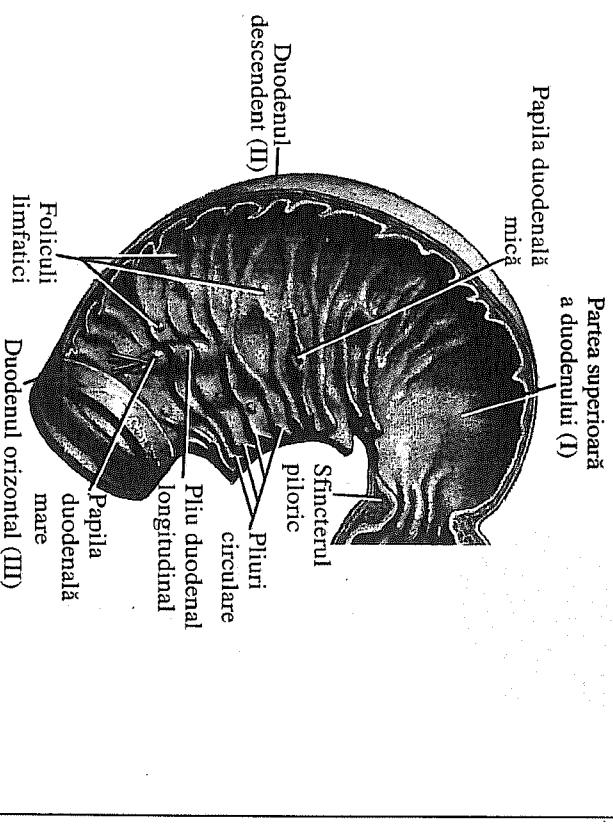
Artera splenica irigă marea curbură a stomacului prin artera gastro-epiploică stângă, care mai primește și rami din artera gastro-duodenală (artera gastro-epiploică dreaptă) provenită din artera hepatică comună. Artera gastrica stângă irigă mica curbură a stomacului împreună cu artera gastrica dreaptă din artera hepatică proprie. Sangele venos ajunge în vena portă. Inervarea stomacului este asigurată de plexul gastric, format din fibre simpatice și parasympatic. Provine din plexul celiac. Fibrele nervoase formează în peretele stomacului plexul mienteric și plexul submucos.

INTESTINUL SUBTIRE

Este porțiunea din tubul digestiv cuprinsă între stomac și intestinul gros. În funcție de mobilitatea sa, intestinul subtire are o prima porțiune fixă, numită duoden, și o a doua, mai lungă și mobilă, numită jejuno-ileon. Mobilitatea acestuia din urmă se datorează mezoenterului. Lungimea intestinului subtire este de 4-6 metri, iar calibru de 4 cm la nivelul duodenului și de 2-3 cm la nivelul jejuno-ileonului.

DUODENUL

Este prima porțiune a intestinului subtire și are formă de potcoavă (fig. 104), cu concurvarea în sus, în care se află capul pancreasului. Are o lungime de 25 cm. Începe la nivelul pilorului și se îndreaptă spre vezica biliară, unde cotește, devenind descendente. La acest cot se formează flexura duodenală superioară. Ajuns la polul inferior al rinichului drept, cotește din nou, formând flexura duodenală inferioară. În continuare, trece anterior de coloana vertebrală (L₄), vena cava inferioară și aortă, după care cotește a treia oară, devenind ascendent, și urcă pe flancul stâng al coloanei până la L₂, unde se termină la nivelul flexurii duodeno-jejunale. Datorită acestui traiect, i se descriu duodenului patru porțiuni: porțiunea superioară, între pilor și vezica biliară, vine în raport superior și anterior cu ficatul și vezicula biliară, posterior cu canalul coledoc și vena portă, iar inferior cu capul pancreasului;



JEJUNO-ILEONUL

Este porțiunea liberă (mobilă) a intestinului subtire și se întinde între flexura duodenală și orificiul ileo-cecal. Este legat de peretele posterior al abdomenului prin mezoenter, de unde și numele de intestin mezoenterial. Jejuno-ileonul descrie 14-16 flexuoziți în formă de "U", numite anse intestinale. Se distinge un grup superior stâng (ce aparține jejunului), format din anse orizontale suprapuse unele deasupra altora, și un grup inferior drept (ce aparține ileonului), format din anse verticale.

Jejuno-ileonul este legat de peretele posterior al abdomenului prin lung mezou peritoneal, numit mezoenter. Acesta prezintă două fețe: una dreaptă (anterioară), alta stângă (posterioră) și două margini: una liberă, spre intestin, și alta aderență, spre peretele posterior al abdomenului, numită rădăcina. Între cele două fețe ale mezoenterului se găsesc: artera mezoenterică superioară cu ramurile sale, vena mezoenterică superioară, vase limfatice și ganglionii limfatici mezoenterici, plexul nervor vegetativ mezoenteric și grăsimi.

Vascularizarea jejuno-ileonului este asigurată de ramuri care provin din artera mezoenterică superioară. Sângelul venos este colectat de vena mezoenterică superioară. Limfa este colectată în ganglionii mezoenterici superioiri, situați în rădăcina mezoenterului.

Inervația jejuno-ileonului este vegetativă, asigurată de plexul mezoenteric superior desprins din plexul celiac.

INTESTINUL GROS

Intestinul gros continuă jejuno-ileonul și se deschide la exterior prin orificiul anal. Lungimea sa este de 1,50 m, calibru lui diminuând de la cec spre anus (la origine are un calibr de 7 cm, iar terminal de 3 cm).

Fig. 104. Pilor, duoden I și II

- porțiunea descendente, între vezica biliară și polul inferior al rinichului drept, vine în raport anterior cu colonul transvers, posterior cu rinichul drept, medial cu capul pancreasului și lateral cu colonul ascendent;
- porțiunea transversă ține de la polul inferior al rinichului drept până la flancul stâng al coloanei vertebrale. Posterior vine în raport cu vena cava inferioară, coloana vertebrală și aorta, iar anterior cu mezoenterul și cu artera și vena mezoenterică superioară aflate între cele două fojte ale mezoenterului;
- porțiunea ascendentă continuă porțiunea precedență și sfărșește la flexura duodeno-jejună. Vine în raport medial cu aorta și lateral cu rinichul stâng.

În partea medială a porțiunii descendente se găsește plica longitudinală a duodenului, determinată de trecerea canalului coledoc prin peretele duodenal. În partea inferioară a acestei pliici se află papila duodenală mare, în care se deschide canalul coledoc, împreună cu canalul principal al pancreasului (canalul Wirsung). La 2-3 cm deasupra se află papila duodenală mică, în care se deschide canalul accesoriu al pancreasului (canalul Santorini).

Vascularizarea duodenului este dată de ramuri duodeno-pancreatice din artera gastroduodenală, ramură a arterei hepatici comune, și din artera mezoenterică superioară. Sângelul venos ajunge în vena portă. Limfaticele ajung în ganglionii hepatici și în ganglionii celiaci, situați în jurul trunchiului celiac.

Inervația asigurată de fibre simpatice și parasimpatice provine din plexul celiac.

Intestinul gros se deosebește de intestinul subțire prin mai multe caracteristici exterioare:

- este mai scurt, dar mai voluminos decât intestinul subțire;
- se dispune sub formă de cadru, de unde și numele de cadru colic;
- este parcurs de niște benzi musculare, numite teniile colonului, în număr de 3 la cec, colon ascendent, transvers și descendant, 2 la colonul sigmoid; dispar la rect;
- prezintă umflături, numite haustre, separate între ele prin sănțuri transverse care proeminentă în lumenul intestinului sub formă de plăci semiilunare ale colonului;
- prezintă ciucuri grăsoși de culoare gălbuiet, numiți apendicii epiploici, în jurul teniilor musculare.

Intestinul gros este subîmpărtit în cec, colon și rect. În rândul său, colonul prezintă mai multe segmente: colonul ascendent, transvers, descendant și sigmoid.

CECUL ȘI APENDICELE VERMIFORM

Cecul este prima porțiune a intestinului gros și are forma unui sac. Ocupă fosa iliacă dreaptă. Uneori, el poate avea o poziție înaltă, urcând spre ficat, alteleori, dimpotrivă, poate avea o poziție joasă, coborând în pelvis. Fața anteroară a cecului vine în raport cu peretele anterior al abdomenului, fața posterioară vine în raport cu fosa iliacă, mușchiul psoas-iliac și nervul femural, care trece la acest nivel.

Fața laterală este în raport, în jos, cu fosa iliacă, iar mai sus cu peretele lateral al abdomenului, fața medială vine în raport cu ansele intestinale. Pe această față se află orificiul ileocecal, prin care ileonul se deschide în cec; la nivelul acestui orificiu se află valvula ileo-cecală, cu rol de suprapă între intestinul subțire și gros. La 2-3 cm sub orificiul ileo-cecal se află un orificiu oval, numit orificiul apendiculu-cecal, prin care apendicele se deschide în cec. Își acest orificiu are o valvulă.

Apendicele vermicular este un segment rudimentar al intestinului gros, transformat în organ linfoïd. Are lungime de 7-8 cm și un calibră de 5-8 mm. Forma lui este a unui tub cilindric mai mult sau mai puțin flexos. Se deschide pe fața medială a cecului prin orificiul apendicul-cecal. Apendicele se dispune față de cec într-o manieră variabilă. De obicei, el este medial de cec, dar poate fi prececal, retrocecal, subcecal sau laterocecal.

Arterele cecului și apendicelui provin din artera mezenterică superioară (artera ileo-colică). Sângerele venos este colectat de vena mezenterică superioară. Limfaticele ajung în ganglionii mezenterici superiori și

inervarea vegetativă este asigurată de ramuri din plexul mezenteric și plexul submucos.

COLONUL

Începe la nivelul valvulei ileo-cecale și se termină în dreptul vertebral S₃. Din fosa iliacă dreaptă urcă spre fața viscerala a ficatului (colon ascendent), la acest nivel cotește formând flexura colică dreaptă, de la care începe colonul transvers care străbate transversal cavitatea abdominală până la nivelul spinelui. Ajuns la acest nivel, cotește din nou, formând flexura colică stângă, după care coboară spre fosa iliacă stângă (colon descendens). Ultima porțiune a colonului, în formă de "S", coboară în bazin (colonul sigmoid), unde, în dreptul vertebral S₃, se continuă cu rectul.

Colonul ascendent. Măsoară 8-15 cm lungime și înălțime de la fosa iliacă dreaptă până la flexura colică dreaptă. Posterior vine în raport cu peretele dorsal al cavității abdominale și cu rectul.

Anterior și medial vine în raport cu ansele intestinului subțire, iar anterior și lateral și cu peretele antero-lateral al abdomenului.

Colonul transvers. Are o direcție ușor oblică în sus spre stânga și măsoară 40-60 cm. Este cuprins între cele două flexuri ale colonului. Anterior vine în raport cu peretele ventral al abdomenului, posterior cu duodenul II (descendent), capul și corpul pancreasului. Datorită mezoilui său, colonul transvers separă cavitatea abdominală într-un etaj supra-mezocolic și un etaj infra-mezocolic. În sus vine în raport cu fața viscerală a ficatului, cu stomacul și cu spina, iar în jos cu ansele jejunoo-ileale.

Colonul descendens. Începe de la flexura colică stângă până la fosa iliacă stângă și are o lungime de 14 - 20 cm. Are aceleși raporturi ca și colonul ascendent, fiind mai profund situat față de acesta.

Colonul sigmoid. Începe de la fosa iliacă stângă până la S₃. În traiectul său descrie litera "S", de unde și numele. Măsoară 40-50 cm și prezintă două segmente, unul iliac și altul pelvin.

Segmentul iliac ocupă fosa iliacă și vine în raport posterior cu fosa iliacă, mușchiul ileopsoas și cu nervul femural. Anterior, medial și lateral este acoperit de anse intestinale. Segmentul pelvian vine în raport, în jos și înainte, cu vezica urinară la bărbat, iar la femeie cu uterul și anexele, posterior vine în raport cu ampula rectală, iar în sus cu ansele intestinului subțire.

Vascularizarea colonului este asigurată de artera mezenterică superioară (pentru colonul ascendent și jumătatea dreaptă a colonului transvers) și de către artera mezenterică inferioară (pentru jumătatea stângă din colonul transvers, colonul descendens și colonul sigmoid). Venele colonului sunt tributare venei porte. Limfaticele ajung în ganglionii mezenterici superiori și inferiori.

Inervarea vegetativă este asigurată de fibre vegetative din plexul mezenteric și plexul submucos. Fibrele nervoase pătrund în peretei colonului și formează plexul mienteric și plexul submucos.

RECTUL

Rectul începe la nivelul vertebral S₃ și sfârșește la nivelul orificiului anal. În traiectul său descrie o curbă cu concavitate înainte. Ajuns în dreptul cocicisului, își schimbă traiectul, descriind o curbă cu concavitatea posterior, străbate perineul și se îndreaptă spre orificiul anal.

Pelangi, aceste curbură în plan sagital, rectul mai prezintă și curbură în plan frontal, mai puțin evidente însă.

Rectul prezintă două segmente: unul superior, situat în cavitatea pelvică, mai dilatat, numit ampula rectală, și altul inferior, care străbate perineul, numit canal anal. Ampula rectală are 10-12 cm lungime și 5-6 cm calibră; canalul anal are 3 cm lungime și cam tot atât în calibră. Ampula rectală vine în raport posterior cu sacrul și cocicisul. Anterior, la bărbat, vine în raport cu vezica urinară prin fundul de sac rectovesical, iar la femeie cu corpul uterului prin fundul de sac rectouterin. Lateral vine în raport cu uterul și vasele hipogastrice situate pe peretei laterali ai pelvisului. Canalul anal străbate perineul și vine în raport anterior, la bărbat, cu uretra, iar la femeie cu vagina.

În interiorul ampulei rectale se află plăci transversale ale rectului (valvulele lui Houston). În interiorul canălului anal se află 6-10 plăci longitudinale (coloanele Morgagni). Bazele coloanelor Morgagni sunt unite prin valvulele anale. Între valvule și peretele canălului anal se delimitizează depresiuni denumite sinusuri anale. La nivelul lor, mucoasa este albăstruie, datorită plexusului venos hemorrhoidal.

Arterele rectului sunt în număr de trei: artera rectală superioară, ram din artera mezenterică inferioară, artera rectală medie, ram din artera iliacă internă, și artera rectală inferioară, prin intermediu venei mezenterice inferioare, iar din cele două treimi inferioare ajunge în vena iliaca internă și, prin intermediu acestia, în vena cava inferioră. Linfaticele rectului ajung în ganglionii mezenterici, în ganglionii iliaci și ganglionii inghinali.

Inervarea este asigurată de plexul rectal, provenit din plexul mezenteric și din plexul hipogastric. În porțiunea inferioară a rectului sosesc nervii rectali inferioiri, care sunt nervi somatici, înervând teritoriul de sub valvulele semilunare, cât și sfincterul extern al anusului.

STRUCTURA TUBULUI DIGESTIV SUBDIAFRAGMATIC

De la exterior spre interior, în structura tubului digestiv subdiafragmatic se întâlnesc următoarele tunici: seroasă (reprezentată de peritoneu), musculară, submucoasă și mucoasă.

STOMACUL

Peritoneul acoperă amândouă fețele stomacului și, ajuns la nivelul marginilor acestuia, se reflectă, formând ligamente. De pe marginea stângă (curbura mare) se formează ligamentele gastro-diafragmatic, gastro-splenic și gastro-colic. De pe marginea dreaptă (curbura mică) se formează ligamentul gastro-hepatic (micul epiploon), numit și esofago-gastro-duodenal hepatic.

Stratul muscular este format din fibre musculare netede, pe trei planuri:

- în plan superficial, fibre longitudinale;
- în plan mijlociu, fibre circulare;
- în plan profund, fibre oblice.

Fibrele circulare, prin îngrosarea lor, formează, în jurul orificiului piloric, sfincterul piloric. Muscatura stomacului prezintă contracții tonice și peristaltice. În stratul muscular se găsește plexul mienteric Auerbach.

Stratul submucos e format din țesut conjunctiv lax, în care găsim numeroase vase (sangvine și limfatice), nervi și plexul submucos Meissner.

Mucoasa gastrica este roșie, formată dintr-un epiteliu simplu cilindric și un corion care conține glande gastrice care, după situația lor, sunt: cardiale, fundice și pilorice. Glandele cardiale, puțin numeroase, sunt de tip tubulo-ramificat, producând mucus. Glandele fundice, cele mai numeroase, se găsesc la nivelul fundului și corpului stomacului și produc pepsinogen și HCl. Glandele pilorice sunt scurte, de tip tubulos simplu sau ramificat și secreță mucus și gastrină. În corion găsim și țesut limfoid.

DUODENUL

Peritoneul. Prima parte din porțiunea superioară a duodenului este învelită de peritoneu, în rest este extraperitoneal, fiind acoperit de seroasă numai pe fața anteroară. Posterior se află o fascie de coalescență, rezultată din alipirea peritoneului de peretele posterior al abdomenului (fascia Treitz).

Stratul muscular este format din fibre musculare netede dispuse în două straturi: unul exten, mai subțire, format din fibre longitudinale, și altul intern, mai gros, format din fibre circulare. În stratul muscular se găsește plexul mienteric Auerbach. Acțiunea celor două straturi

musculare se îmbină, astfel că în testinul subțire efectuează mișcări compuse, cum sunt cele peristaltice, segmentare și pendulare.

Stratul submucos este format din țesut conjunctiv lax și conține vase sanguine, limfatice, nervi, plexul submucos Meissner și foliculi limfoidi. În submucoasă întâlnim și glandele Brunner, caracteristice duodenului. Se găsesc, în special în duodenul I și II. Sunt glande tubulo-alveolare, ramificate, care au în structura lor celule mucoase.

Mucoasa duodenală are culoare cenușie-roșiatică în perioadele de repaus și devine roșie în timpul digestiei. Prezintă plăci circulare și vilozități intestinale. Plăcile circulare, numite și valvule conivente Kerkring, sunt cute transversale permanente. Lipsesc în prima parte a duodenului și în ileonul terminal. Vilozitățile intestinale se prezintă ca niște proeminențe cilindrice sau conice, întâlnite de-a lungul întregului intestin subțire (fig. 105).

Sunt în număr de 5 milioane, realizând o suprafață de 50 m². La suprafață au un epiteliu unistratificat în care predomină celulele cu platou striat. Sub epiteliu se află fibre musculare netede, care favorizează absorția. În centrul vilozității, într-o stromă de țesut conjunctiv, găsim o venulă, o rețea de capilare, o arteriolă și un vas limfatic central, vasul chilifer. Mucoasa în testinului subțire este reprezentată printr-un epiteliu de suprafață și prin glandele intestinale Lieberkühn, comună întrugului intestin. Corionul, situat sub epiteliu, este format din țesutul conjunctiv care conține numeroase limfocite, dispuse difuz sau grupate în foliculi limfatici solitari sau agregați (plăcile Payer) care sunt formați din mai mulți foliculi izolați, alăturați.

Epitelul de suprafață acoperă vilozitățile și la baza lor se îmfundă în corion formând glandele intestinale Lieberkühn. Epitelul de suprafață este un epiteliu unistratificat, format din celule cu platou striat (enterocite), din celule caliciforme (mucoase) și celule argentaține. Glandele Lieberkühn sunt tubuloase simple, situate în corion. În structura lor se disting mai multe tipuri de celule: celule cu platou striat, celule caliciforme, celule argentaține și celule Paneth, care sunt elemente secretorii specifice ale glandelor intestinale. Grupate în număr de 5 - 8 celule, celulele Paneth ocupă parte din profundă a glandei.

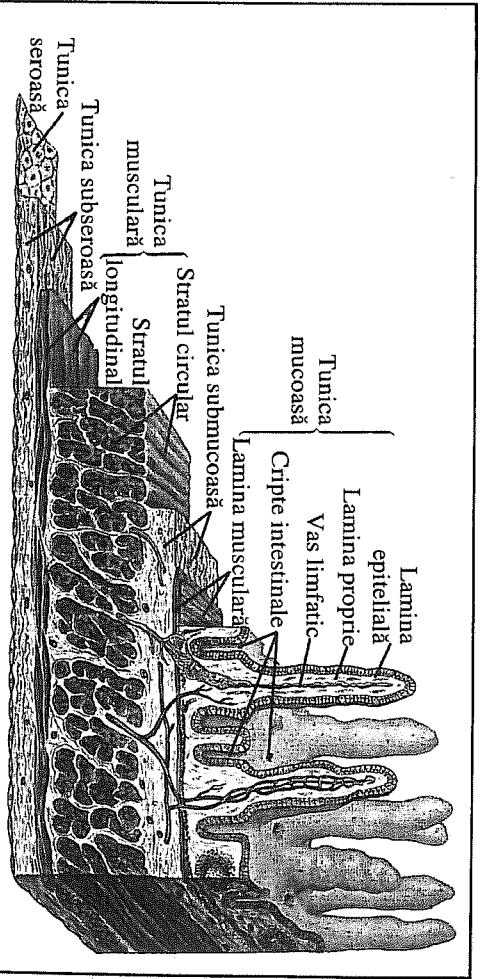


Fig. 105. Vilozități intestinale

JEJUNO-ILEONUL

Peritoneul. La nivelul jejuno-ileonului, peritoneul îl învelește complet și se continuă cu mezeenterul. Mezeenterul se fixează prin rădăcina sa la peretele posterior al abdomenului, de-a lungul unei linii obicei care pleacă de la flancul stâng al vertebrei L₂ și ajunge în fosa iliacă dreaptă.

Musculara jejuno-ileonului se asemănă cu musculara de la nivelul duodenului. Submucosa este formată din țesut conjunctiv lax și conține vase sanguvine, lîmfatice, nervi, plexul submucos Meissner și foliculi limfoidi.

Mucoasa jejuno-ileonului are o structură asemănătoare cu cea a duodenului.

COLONUL

Peritoneul. În 80% din cazuri, peritoneul învelește în întregime cecul. Uneori, peritoneul formează un mezou (mezoceec). Mai rar, cecul este acoperit numai anterior de peritoneu (cec retroperitoneal). La nivelul apendicelui, peritoneul îl învelește complet și apoi formează un mezoappendice care se fixează pe cec și ileon. La nivelul colonului ascendent și descendente, peritoneul învelește colonul numai anterior, posterior existând o fascie de coalescență, numită Toldt. Colonul ascendent și cel descendente sunt astfel retroperitoneale. La nivelul colonului transvers și sigmoid, peritoneul învelește colonul și se reflectă apoi pe peretele posterior al cavitații abdominale, formându-se astfel mezocolonul și, respectiv, mezsigmoidul, care conferă mobilitatea colonului transvers și sigmoid.

Stratul muscular este constituit din fibre musculare netede, longitudinale în stratul extern și circulare în stratul intern. Fibrele longitudinale sunt dispuse sub forma celor trei temii și colonul ascendent, transvers și descendente și numai sub forma a două temii (mezocolică, omentală și liberă) la nivelul colonului sigmoid. În stratul muscular există plexul mienteric Auerbach.

Stratul submucos este format din țesut conjunctiv lax și conține vase de sânge, lîmfatoze, plexul submucos Meissner și foliculi limfoidi.

Tunica mucoasă este formată dintr-un epiteliu de suprafață unistratificat, din aparat glandular și din corion. Nu are placi circulare și nici vilozități. Epitelul de suprafață este format din celule cu platou striat, caliciforme și argentafine. Aparatul glandular este reprezentat prin glăză Lieberkühn care sunt numeroase, adânci și lipsite de celule Paneth. Epitelul glandelor Lieberkühn este format din celule cu platou striat, caliciforme și argentafine. Corionul este format din țesut conjunctiv lax, bogat în infiltrati lîmfoidide (foliculi lîmfatici solitari). Formațiunile lîmfoidide sunt numeroase în mucoasa și submucoasa apendicelui.

RECTUL

Peritoneul acoperă numai jumătatea antero-superioră a ampulei rectale, apoi se reflectă la bărbat pe vezica urinară (fundul de sac recto-vezical), și la femei pe uter (fundul de sac recto-uterin). În rest, rectul este învelit de o adventiție formată din țesut conjunctiv lax.

Stratul muscular este format din fibre musculare netede, care se disting în: longitudinale - la exterior și circulare - la interior. Fibrele longitudinale nu coboară toate până la anus. Stratul circular se găsește profund și se întinde pe toată lungimea rectului. În jurul canalului anal, fibrele circulare formează sfincterul intern al anusului. În afara lui se află sfincterul extern al anusului, care are în structura sa fibre striate.

Stratul submucos este format din țesut conjunctiv lax și este foarte bogat în plexuri venoase a căror dilatare duce la formarea hemoroidelor.

Mucoasa este formată dintr-un epiteliu de suprafață, din glăză și corion. La nivelul ampulei rectale are un epiteliu simplu cilindric cu celule cu platou striat, celule caliciforme. La acest nivel se găsește și numeroase glăză Lieberkühn, formate aproape exclusiv din celule caliciforme care secrează mucus. Corionul este infiltrat de formațiuni lîmfoidide. În regiunea canalului anal, mucoasa are aceeași structură ca la nivelul ampulei. În mediu sub baza coloanelor anale (Morgagni), epitelul devine pavimentos, stratificat, necheratinizat. Limita dintre acest epiteliu și epitelul precedent este reprezentată de linia anorectală. Epitelul stratificat necheratinizat se continuă cu o piele modificată, pigmentată, lipsită de glăză și de fire de păr. Epitelul stratificat se cheratinizează treptat și corionul ia caracterile dermului.

GLANDELE ANEXE ALE TUBULUI DIGESTIV

GLANDELE SALIVARE

Glandele salivare secrează salivă care are rol în digestia bucală. Există două categorii de glande salivare:

- glande salivare mici, fără canal excretor, cum sunt:
 - glandele palatine, pe mucoasa palaturii;
 - glandele labiale, pe mucoasa buzelor;
 - glandele bucale, pe mucoasa obrajilor;
 - glandele lînguale, pe mucoasa lîmbii.
- glande salivare mari, situate în afara cavitații bucale; sunt perechi și își varsă produsul lor de secreție în cavitatea bucală, prin intermediul unor canale excretoare. Acestea sunt glandele parotide, submandibulare și sublinguale.

Glanda parotidă este cea mai voluminoasă glandă salivară. Se găsește sub conduitul auditiv extern (de unde și numele: *para* = lângă; *otis* = ureche) și înapoia ramurii mandibulei. Cântărește 20-30 g. Glanda parotidă este situată în loja parotidiană. Glanda este străbătută de ramurile nervului facial, de artera carotidă externă și de vena jugulară externă. Produsul de secreție se varsă prin canalul lui Stenon, în vestibulul superior, în dreptul molarului II. Lungimea canalului este de 5 cm, iar diametrul măsoara 4-5 mm, având aspectul unei vene goale. Glanda parotidă este o glandă tubuloacinoasă de tip seros. În constituția sa intră acini secretori și un sistem de canale excretoare. Acini secretă un lichid clar, care nu conține mu-

Artelele provin din carotida externă și dintr-o ramură a ei, artera temporală superficială. Sângelul venos este colectat de vena jugulară externă. Lîmfaticele ajung în ganglionii parotidieni, iar de aici în ganglionii cervicali.

Glanda are o dublă inervatie: simpatică și parasimpatică. Inervația secretorie este parasimpatică, reprezentată de fibre parasimpatice preganglionare plecate din nucleul salivator inferior, prin nervul glosofaringian. Aceste fibre fac sinapsă în ganglionul otic cu fibrele postganglionare, care ajung la glanda parotidă, determinându-i secreția.

Glanda submandibulară este intermedia, ca mărime, între glanda parotidă și glanda sublinguală. Cântărește 7-8 g. Se găsește sub planșeu bucal, pe fața internă a corpului mandibular, ocupând loja submandibulară.

De pe fața profundă a glandei pleacă canalul Warton, care are o lungime de 5 cm și se deschide în caruncula sublinguală. Glanda submandibulară este tubuloacinoasă seromucoasă. Secretia ei este seromuccoasă, intermediară între cea a parotidei și sublingualei. Este vascularizată de artera facială care trece pe la polul superior al glandei. Sângele venos este colectat de vena facială. Lîmfaticele se strâng în ganglionii submandibulari, care drenează în final în ganglionii cervicali. Glanda are o dublă inervație: simpatică și parasimpatică. Inervarea secretorie este parasimpatică, reprezentată de fibrele parasimpaticice preganglionare care provin din nucleul salivator superior. Aceste fibre pătrund în nervul facial și fac sinapsă, în ganglionul submandibular, cu fibrele postganglionare care ajung la glandă.

Glanda sublinguală este cea mai mică (3-5 g) dintre glandele salivare mari și se află deasupra diafragmei bucale. În structura glandei distingem o porțiune principală și 10-20 lobuli accesorii. Loja glandei sublinguale este delimitată superior de mucoasa regiunii sublinguale, inferior de mușchiul milohioidian, lateral de corpul mandibulei, iar medial de mușchii lumbii.

Glanda are un canal excretor principal, canalul Bartholin, și mai multe canale accesorii (canalele Rivinus). Canalul Bartholin se deschide în caruncula sublinguală. Canalele Rivinus se deschid fie în canalul Bartholin, fie direct în caruncula sublinguală sau chiar la nivelul mucoasei sublinguale.

Din punct de vedere structural, este o glandă tubuloacinoasă seromucoasă, în care predomina componenta mucoasă. Produce o salivă opalescentă, mucoasă.

Glanda sublinguală este vascularizată de ramuri din artera linguală. Sângele venos ajunge în vena linguală. Lîmfaticele drenează în ganglionii submandibulari și, de la acest nivel, în ganglionii cervicaли.

Inervația glandei sublinguale este asemănătoare inervației glandei submandibularare.

FICATUL

Este cea mai mare glandă anexă a tubului digestiv. Este situat în etajul supravezecolic, în partea dreaptă, sub diafragnă, deasupra colonului transvers și a mezocolonului, la dreapta stomacului. Are o consistență fermă și o culoare brună. La cadavrul sănătos este 1500 g, iar la individul viu se adaugă încă 800-1000 g cât cîntărește sângele depozitat în ficat. Are forma unui ovoid tăiat oblic, având 28 cm în sens transversal și 16 cm în sens antero-posterior. Ficatul are o față superioară, una inferioară, o margine inferioară și o margine posterioară, mai lată.

Fața superioară (diafragmatică) este divizată în doi lobi (stâng și drept) prin ligamentul faliform, întins de la fața superioară a ficatului la diafragnă (fig. 106). Lobul stâng e mai mic decât cel drept. Prin intermediul diafragmei, fața superioară vine în raport cu inima, învelită de pericard, și cu bazele celor doi plămâni, taperate de pleură.

Fața inferioară (viscerală) (fig. 107) este parcursă de trei sănțuri, dintre care două sunt sagitale (longitudinale), iar al treilea transvers. Sânțul transvers reprezintă hilul ficatului, locul de intrare și ieșire al elementelor pediculului hepatic (intră artera hepatică, vena portă, nervii hepatici, ies lîmfaticele și căile biliare). Sânțul sagital (longitudinal) stăng conține, în segmentul anterior, ligamentul rotund provenit prin obliterarea venei ombilicale, iar în segmentul posterior cordonul fibros Arantius, provenit din obliterarea ductului venos Arantius (care la rătăciune face legătura între vena ombilicală și vena cava inferioară).

Sânțul sagital (longitudinal) drept prezintă, în segmentul anterior, fosă cistică în care se găsește vezica biliară, iar în segmentul posterior vena cava inferioară.

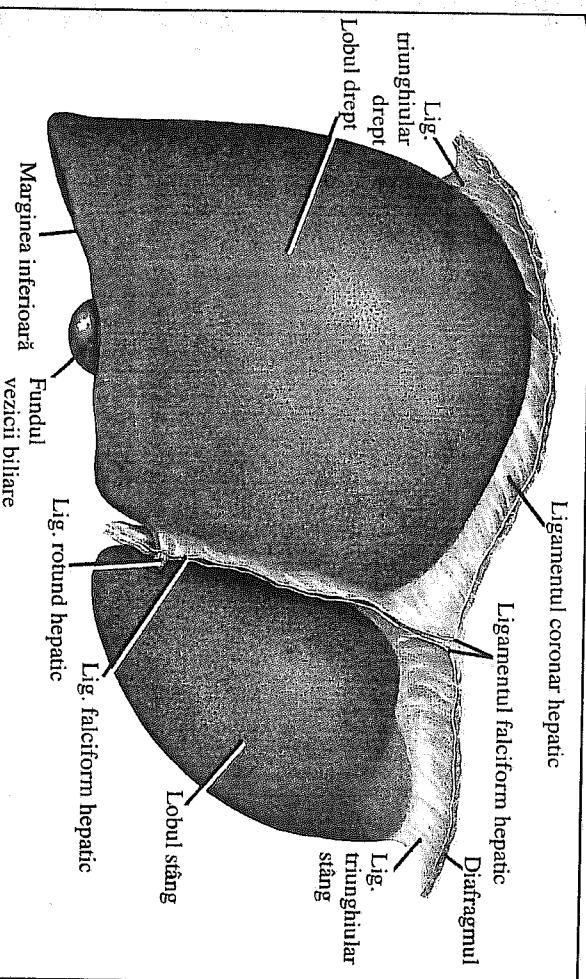


Fig. 106. Ficatul, vedere anterioară (față diafragmatică)

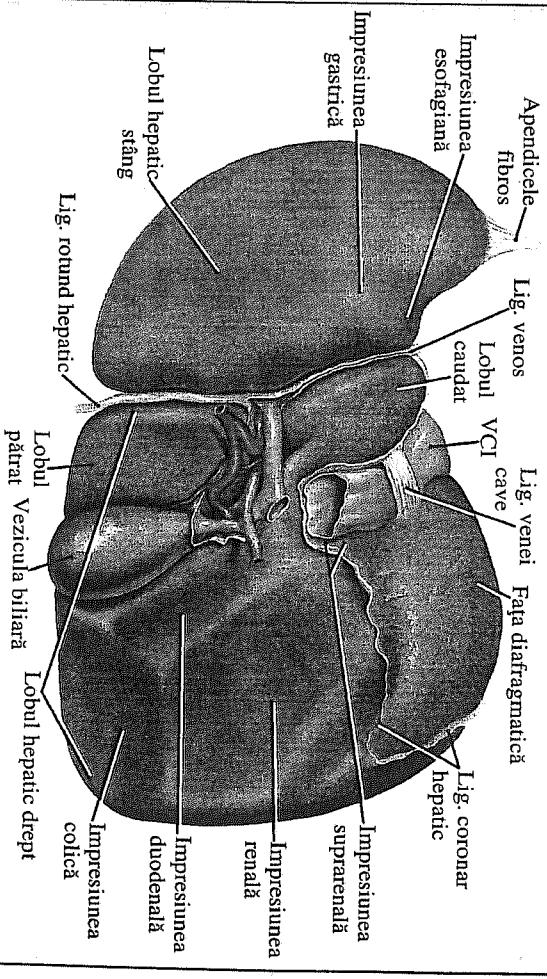


Fig. 107. Ficatul, vedere posterioră (față viscerale)

Cele trei sănături împart fata viscerala a ficatului în patru lobi:

- lobul stâng prezintă impresiunea gastrică (mare), iar înapoia acesteia impresiunea esofagiana (mică);
- lobul drept vine în raport cu o serie de organe care lasă mai multe impresuni și anume: impresiunea colică, lăsată de unghiu drept al colonului, impresiunea duodenală, lăsată de flexura superioară a duodenului, impresiunea suprarenală (glândă suprarenală dreaptă) și impresiunea renală (rinichiu drept);
- lobul pătrat, situat anterior de hil, prezintă impresiunea pilorică;

lobul caudat, situat posterior de hil, prezintă două procese: unul spre stânga, numit procesul papilar, și altul spre dreapta, procesul caudat.

Marginea inferioară este ascuțită. Prezintă două incizuri, una la stânga, incizura ligamentului rotund, cea de-a doua la dreapta, incizura cistică, ocupată de fundul vezicii biliare. Marginea posterioară apartine feței superioare a ficatului. Pe ea se află aria nudă a ficatului (pars afixa), care este lipsită de peritoneu și aderă intim la diafragmă prin tracturi conjunctive. Ea corespunde vertriebrelor $T_{12} - T_{11}$.

Structura ficatului. La exterior, ficatul este acoperit de peritoneul visceral. De pe fața superioară a ficatului, peritoneul se răstrâng pe diafragmă, formându-se astfel ligamentul faliform. De pe față inferioară se răstrâng pe stomac, formându-se micul epipoon (ligamentul gastro-duodeno-hepatic). Peritoneul de pe față superioară și inferioară a ficatului se răstrâng pe peretele posterior al caviștilor abdominale, formându-se astfel ligamentul coronar. La cele două extremități (stânga și dreapta), cele două fojte ale ligamentului coronar se apropiu unei de celalăță, formând ligamentele trunchiulare stâng și drept, care ajung la diafragmă.

Sub peritoneul visceral se află capsula fibroasă a ficatului (capsula Glisson). De pe față ei profundă pleacă septuri conjunctivo-vasculare, care pătrund în parenchimul hepatic. Între aceste septuri se delimitizează lobulii hepatici, care sunt unități anatomice și funcționale ale ficatului. Lobulii sunt vizibili cu ochiul liber și se prezintă ca niște granulații de mărimea unui bob de mei. Priviți în spațiu, au formă de piramidă cu 5-6 laturi.

La întâlnirea a trei lobuli există spațiul portal, care conține o arteră perilobulară (ramură a arterei hepatice), o venă perilobulară (ramură din vena portă), un canalicul biliar perilobular și vase limfatice, toate învelite într-o stromă conjunctivă dependență de capsula fibroasă a ficatului. Lobulul hepatic este format din celule hepatice (hepatocite), din capilare sinusoidale care provin din capilarizarea venei perilobulare, din vena centrolobulară spre care converg sinusoidele și din canaliculele bilare intralobulare.

Celulele hepatice sunt dispuse în spațiu sub forma unor plăci sau lame, formate dintr-un singur rând de celule. Între lame se delimitizează spații în care se găsesc capilare sinusoidale. În grosimea unei lame, între hepatocitele adiacente se formează canalicule bilare intralobulare. Celulele hepatice, hepatocitele, sunt relativ mari, de formă poliedrică și apar pe secțiune sub aspect poligonal. Fiicele hepatocit vine în contact cu capilarele sinusoidale (polul vascular) și cu canaliculul biliar intralobular (polul biliar). Celula hepatică poate să și verse secreția fie în canaliculele bilare (secreția exocrină), fie în sinusoidă (secreția endocrină).

Canaliculele bilare intralobulare nu au pereti proprii, peretii lor fiind reprezentati de însăși celulele hepatice. Spre periferia lobului capătă pereti proprii și iau numele de colangioli (canalicule Hering). Acestea converg către canaliculele bilare perilobulare din spațiul portal, care, la rândul lor, se deschid în canaliculele bilare interlobulare. Între peretii capilarelor

sinusoide și lamelele celulare hepatice există spații înguste, numite spațiile Disse, cu valoare de capilarare limfatice.

Vena perilobulară de la nivelul spațiului portal pătrunde în lobul hepatic și formează sinusoidul hepatic. În capilarale sinusoide se remarcă prezența unor celule stelare, celulele Kupffer, care aparțin sistemului reticulo-endotelial. Înainte de a forma sinusoidal, ramura perilobulară a venei porte prezintă un sfincter muscular, numit sfincter de intrare. Sinusoidele converg spre vena controlobulară, situată în centrul lobului.

Înainte de a se deschide în vena controlobulară, sinusoidul este prevăzut cu un sfincter de ieșire. Ramura perilobulară a arterei hepatice, după ce dă ramuri care vascularizează elementele spațiului portal, pătrunde și ea în lobul și se îndreapta spre sinusoidul hepatic, în care se termină. La locul de pătrundere în sinusoid există un sfincter muscular anterior. Sinusoidele lobului hepatic reprezintă, deci, locul de joncție al săngelui arterial, adus de artera hepatică, cu sângele portal, adus de vena portă. În ceea ce privește rolul sfincterelor menționate, ele realizează, pe de o parte, un sistem de a regla fluxul sanguin la nivelul ficatului, iar pe de alta de a egaliza presiunea săngelui, mai mare în sângelul arterial și mai mică în sângelul portal, necesară amestecului de sânge arterial cu cel portal.

Venele centrolobulare păresc lobul pe la baza lor și devin vene sublobulare (coletoare). Ele se unesc și formează venele hepatice (2-3), care sunt tributare venei cave inferioare.

Ele păresc ficatul la nivelul marginii posterioare.

Vascularizarea ficatului. Ficatul are o dublă vascularizare: nutritivă și funcțională. care aduce la ficat sânge încărcat cu O_2 . Artera hepatică urcă în pediculul hepatic și la nivelul hilului se divide într-o ramură dreaptă și una stângă. Ramura dreaptă se împarte în două ramuri segmentare: una pentru segmentul anterior al lobului drept, alta pentru segmentul posterior al lobului drept. Ramura stângă a arterei hepatice se împarte și ea în două ramuri segmentare, una pentru segmentul medial al lobului stâng, alta pentru segmentul lateral. Din arterele segmentare se desprind ramuri subsegmentare. Ultimile ramuri ale arterei hepatice sunt ramurile perilobulare din spațiul portal. Ele pătrund în lobul hepatic, terminându-se în sinusoidul hepatic.

Vascularizarea funcțională este realizată de vena portă, care începe prin capilare la nivelul tubului digestiv și sfârșește prin capilare la nivelul ficatului. Vena portă se formează înapoia colului pancreasului, din unirea venelor mezenterică superioară, splenica și mezenterică inferioară. Vena portă aduce la ficat sânge încărcat cu substanțe rezultate în urma absorbtiei intestinale. Ea urcă în pediculul hepatic și, ajunsă în hilul ficatului, se împarte, ca și artera hepatică, în două ramuri dreaptă și o ramură stângă. Ramura dreaptă se împarte în două ramuri segmentare: una pentru segmentul anterior, o două pentru segmentul posterior. Ramura stângă se împarte în două ramuri segmentare: una pentru segmentul medial, alta pentru segmentul lateral al lobului stâng. Ramurile segmentare dau, la rândul lor, ramuri subsegmentare. Ultimile ramificații ale venei portă sunt ramurile perilobulare de la nivelul spațiului portal. Acestea pătrund în lobul ficatului, unde se capilarizează formând sinusoidele hepatice. Sângelul venos al ficatului este colectat de 2-3 vene hepatice care ajung în ganglionii din hilul ficatului (ganglionii hilari) și de aici în ganglionii celiaci. Inervarea ficatului este asigurată de plexul hepatic format din fibre simpatice și parasimpatice. Plexul hepatic se desprinde din plexul celiac.

ajunge în duoden numai atunci când ajung aici produșii digestiei gastrice. Căile biliare prezintă două părți: una intrahepatice, alta extrahepatice.

Căile biliare intrahepatice sunt canaliculele bilare intralobulare, colangiolele (canalulele Hering), canaliculele perilobulare și interlobulare. Acestea din urmă formează două canale hepatice: stâng și drept.

Căile biliare extrahepatice cuprind un canal principal (canalul hepaticoledoc) și un aparat diverticular (format din vezica biliară și canalul cistic).

Canalul hepatic comun se formează din unirea, la nivelul hilului, a celor două canale hepatice, stâng și drept. Face parte din elementele pediculului hepatic. Are o lungime de 4-5 cm și un calibră de 5 mm. De la originea sa, coboară spre stânga și înapoi, fiind situat, cu celelalte elemente ale pediculului hepatic, între cele două foite ale epipoonului mic.

Canalul coledoc tine de la locul unde, în canalul hepatic comun, se deschide canalul cistic și până la papila mare de la nivelul duodenului II. În traectul său descrez un arc cu concuritatea spre dreapta. Trece inițial înapoia porțiunii superioare a duodenului și a capului pancreasului și, în final, străbate peretele porțiunii descendente a duodenului, în care se deschide. Are o lungime de 5-6 mm. Se deschide împreună cu canalul principal al pancreasului în ampula hepato-pancreatică (Vater), care proeminență în duodenul II sub forma papilei mari. La nivelul ampulei hepato-pancreatic se află un sfincter muscular, sfincterul Oddi.

Canalul cistic leagă calea biliară principală cu vezica biliară. El urcă spre vezica biliară, având o lungime de 3 cm și un calibră de 4 mm. Canalul cistic are rolul de a conduce bila în perioadele interdigestive spre vezica biliară.

Vezica biliară (colecistul) este un rezervor în care se depozitează bila în perioadele interdigestive și se concentrează prin absorția de apă și secreția de mucină de către epitelul vezicii biliare. Vezica biliară este situată pe fața viscerală a ficatului, ocupând segmentul anterior al sănțului sagital drept.

Vezica biliară are formă de pară, cu lungimea de 8-10 cm și lățimea de 4 cm. Capacitatea ei este de 50-60 cm³. Prezinta un fund, un corp și un col. Fundul vezicii reprezintă extremitatea anteroioră a vezicii și depășește marginea inferioară a ficatului. Corpul vezicii, a cărui față inferioară este acoperită de peritoneu, vine în raport superior cu ficatul, iar inferior cu colonul transvers. Uneori, vezica este învelită în întregime de peritoneu, care-i formează un mezon, mezocist, ce o leagă de fața viscerală a ficatului. În acest caz este mobila. Colul vezicii se continuă cu canalul cistic.

PANCREASUL

Este o glandă voluminoasă, anexată tubului digestiv, având atât o funcție exocrină, cât și una endocrină. Anterior este acoperit de peritoneu, fiind situat pe peretele profund al cavitații abdominale. Forma pancreasului este de ciocan, de "j" culcat sau de cărlig (fig. 108). Pancreasul este situat anterior de verterebrile T₁₂, L₁ și L₂, prezențând la acest nivel o concavitate care privesc spre coloana vertebrală. Are greutatea de 80-100 g, lungime de 15-20 cm și grosime de 2 cm. Pancreasul este un organ friabil, rupându-se ușor. I se descriu pancreasul un cap, un col, un corp și o coadă.

Capul pancreasului este porțiunea lățită a glandei, înconjurat de duoden. În partea inferioară prezintă procesul uncinal, pe dinaintea căruia trec artera și vena mezoenterică superioară. Posterior de capul pancreasului trec canala coledoc, iar anterior trec colonul transvers

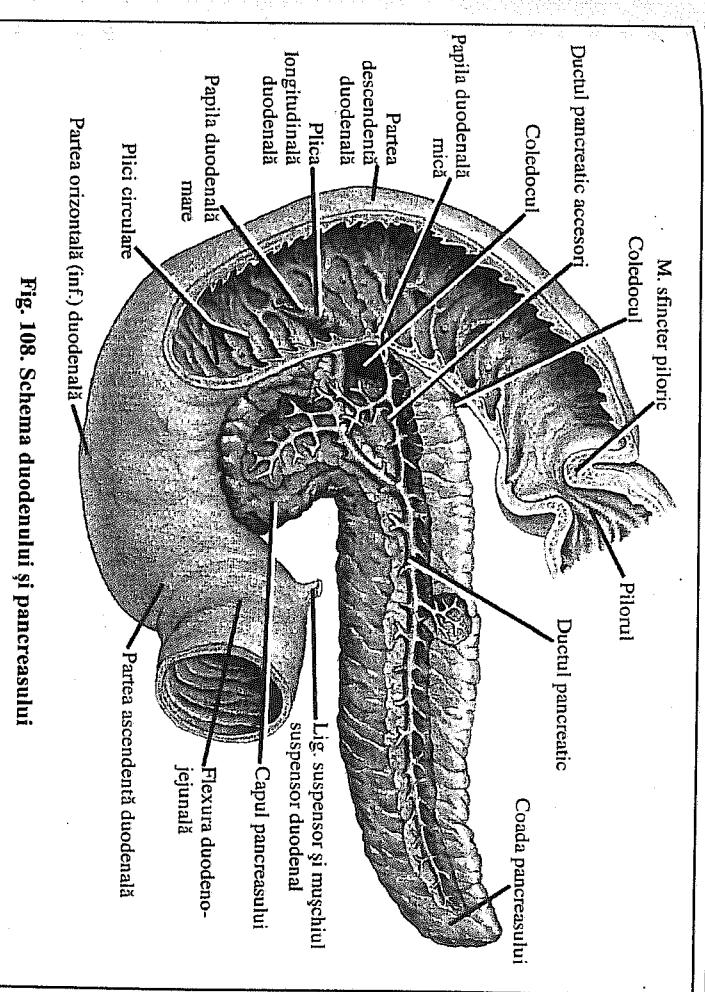


Fig. 108. Schema duodenului și pancreasului

și mezocolonul, fapt pentru care capul pancreasului prezintă un segment supra-mezocolic și altul inframezocolic. Circumferința capului este în raport cu duodenul. Raportul posterior al capului pancreasului cu canalul coledoc explică apariția ioterului mecanic în tumorii ale capului pancreasului. Colul pancreasului are raport posterior cu originea venei porte, dar și cu vena cava inferioară.

Corpul pancreasului are, pe secțiune, aspect triunghiular, prezintând trei fețe: fața anteroară, care vine în raport cu fața posterioară a stomacului, fața posterioară cu aorta, rinichiul stâng, glanda suprarenală stângă, artera și vena splenice, iar fața inferioară, cu colonul transvers și cu ansele intestinale.

Coda pancreasului se întrepră spre spina, de care este legată prin ligamentul spleno-pancreatic.

Structura pancreasului. La periferie, pancreasul este acoperit de o capsulă conjunctivă subțire, de la care pleacă, în interior, septuri conjunctivo-vasculare care separă lobulii pancreatici între ei.

Pancreasul exocrin, care reprezintă masa principală a glandei, este format din acini asemănători cu ai glandelor salivare (de unde și numele de glandă salivară a abdomenului). De la acini pleacă ducte colectoare interlobulare și interlobare care, prin confluate, formează ductele principale (Wirsung și accessor (Santorini). Ductul principal Wirsung străbate pancreasul de la coadă la cap și se deschide, împreună cu canalul coledoc, în ampula hepato-pancreatică (Vater).

Ductul pancreatic accessor Santorini îa naștere din ductul principal, la nivelul capului pancreasului, și se deschide în duodenul II, la nivelul papilei mici.

În jesutul exocrin. Constituie 1-3% din volumul glandei și sunt mai numeroase în coada pancreasului. Insulele Langerhans sunt formate din cordoane celulare, înconjurate de sinusoide. În structura cordoanelor celulare se descriu celule α , care secrete glucagonul, și celulele β , care secrete insulina. Celulele β sunt mai numeroase (80% din totalul celulelor endocrine).

Arterele pancreasului provin din artera hepatică, din artera splenica și din artera mezoenterică superioară. Arterele pancreatiche provenite din artera hepatică și artera mezoenterică superioară înțigă capul pancreasului, în timp ce corpul și coada primesc sânge prin arterele pancreatiche provenite din artera splenică. Venile pancreasului ajung în venă splenica și mezoenterică superioară (deci, în final, în venă portă).

Inervarea pancreasului provine din plexul celiac. Limfaicele ajung în ganglionii pancreatici și apoi în ganglionii celiaci.

FIZIOLOGIA APARATULUI DIGESTIV

Tractul gastro-intestinal asigură aportul continuu de apă, electrolitii și substanțe nutritive necesare organismului. În vederea realizării acestor funcții, este necesară: 1. deplasarea alimentelor prin tractul alimentar; 2. secreția succursilor digestive și digestia alimentelor; 3. absorbția produșilor de digestie, a apiei și a electrolițiilor; 4. circulația sanguelui prin segmentele tubului digestiv în vederea transportului substanțelor absorbite; 5. controlul acestor funcții prin intermediul sistemului nervos și endocrin.

Majoritatea substanțelor întâlnite în alimente au o structură chimică complexă, diferențiată de cea a constituenților organismului, și nu pot fi preluate ca atare din natură. Ele suferă, în prealabil, transformări mecanice, fizice și chimice. Totalitatea acestora reprezintă digestia alimentelor. Prin digestie, principiile alimentare sunt descompuse în molecule simple, fără specificitate biologică, iar acestea pot fi absorbite la nivelul mucoasei intestinale.

În tubul digestiv există enzime specifice pentru fiecare tip de substanță organică. Astfel, proteinele suferă acțiunea enzimelor proteolitice (proteaze), care le desfac până la aminoacizi. Glucidele cu moleculă mare sunt scindate de către enzimele amilolitice (glicolitice) până la stadiul de glucide simple. Lipidele sunt hidrolizate de către enzimele lipolitice (lipaze).

DIGESTIA BUCALĂ

La nivelul cavității bucale, cât și al altor organe digestive, există o activitate motorie și una secretorie. Activitatea motorie a cavității bucale constă din masticare și timpul bucal al deglutitionii.

Masticarea este un act reflex involuntar, ce se poate desfășura și sub control voluntar. Organele masticării sunt oasele maxilare, mandibulare și dinții (organe pasive), precum și mușchii masticatori ai limbii și ai obrajilor (organe active). Prin masticare, alimentele introduse în cavitatea bucală sunt tăiate și transformate în fragmente mai mici.

APARATUL DIGESTIV

Reflexul masticator

Este coordonat de centrii nervosi din trunchiul cerebral, care determină mișcările de ridicare și coborâre ale mandibulei. La deschiderea gurii, receptorii de mîndire din mușchii mandibulei inițiază contracția reflexă a mușchilor maseter, pterigoid medial și temporal, determinând închiderea cavității bucale. La închiderea gurii, alimentele, în contact cu receptorii bucali, determină contracția reflexă a mușchilor digastric și pterigoid lateral, ceea ce duce la deschiderea cavității bucale. La coborârea mandibulei, stimularea receptorilor de înțindere face ca întreg ciclul să se reia. Un rol special are limba, prin cărei contracție, relaxare și deplasare neîntreruptă alimentele sunt îndreptate spre suprafețele masticatorii ale dinților. Musculatura obrajilor contribuie și ea la realizarea actului masticării, mecanic și estetic.

Rolurile masticării: 1. Fragmentarea alimentelor, ceea ce determină: a. facilitarea deglutitionii; b. creșterea suprafeței de contact dintre alimente și enzimele digestive. 2. Amestecarea alimentelor cu produsul de secreție al glandelor salivare, ce are ca rezultat: a. inițierea procesului de digestie a amidonului sub acțiunea amilazei salivare; b. inițierea procesului de digestie a lipidelor sub acțiunea lipazei linguale; c. lubrificarea și înmuierarea bolului alimentar. 3. Asigurarea contactului cu receptorii gustativi și eliberarea substanțelor odorante care vor stimula receptorii olfactivi, această stimulare inițând secreția gastrică.

Activitatea secretorie a cavității bucale se datorăea glandelor salivare.

Saliva este secretată, în principal, de trei perechi de glande salivare: parotide (localizate lângă unghiu mandibulei; sunt cele mai mari și produc o secreție apoasă), sublinguale și submandibulare (ultimele două secretă o salivă ce conține o cantitate mai mare de proteine, deci secreția va fi mai vâscoasă). Glande mai mici există, practic, în toată cavitatea bucală, cele linguale secretează lipaza linguală.

Compoziția salivării. Zilnic se secretă 800-1500 ml salivă, soluție apoasă ce conține electrolitii și proteine. Concentrația electrolițiilor și osmolalitatea variază cu debitul secreției, dar, în general, comparativ cu plasma, saliva este hipotonica; conține concentrații mai mari de K^+ și HCO_3^- și mai mici de Na^+ și Cl^- . În salivă se găsesc două tipuri de proteine: 1. enzime: a amilaza salivară (trialină) și lipaza linguală; 2. mucina, glicoproteină ce lubrificază alimentele. Saliva mai conține substanțe bactericide (lizozim) și unii produși de catabolism (uree, acid uric); reprezintă și o cale de eliminare din organism a unor virusuri.

Controlul secreției salivare. Este în totalitate realizat prin reflexe ale sistemului nervos vegetativ. Activitatea parasimpatică stimulează celulele glandelor salivare să secrete o cantitate mare de saliva apoasă, cu conținut mare de electrolitii și redus de proteine. Activitatea simpatică stimulează glandele salivare să secrete un volum mic de salivă, ce conține mucus în cantitate mare. Reflexele salivare sunt declanșate de gândul la alimente, miroslul sau gustul lor. Metabolismul glandelor salivare și creșterea secretiilor lor sunt stimulate atunci când activitatea sistemului nervos vegetativ este crescută. Secreția salivară este influențată de activitatea unor hormoni: ADH, aldosteron.

Funcțiile salivei: 1. Protecția mucoasei bucale prin: răcirea alimentelor fierbinti, diluarea eventualului HCl sau bilei ce ar regurgita în cavitatea bucală, îndepărțarea unor bacterii. 2. Digestiv: saliva începe procesul de digestie al amidonului și al lipidelor. amilaza produce digestia chimică a amidonului preparat, astfel, în prezența ionilor de clor și a pH-ului intragastric scăzut. Lipaza linguală începe degradarea lipidelor, acționând atunci când aceasta se găsește în cavitatea bucală, stomac și portunuri superioare ale intestinului subțire. 3. Lubrificarea alimentelor ușurează deglutitionii; umectarea mucoasei bucale favorizează vorbirea.

4. Excreția unor substanțe endogene și exogene. 5. Elaborarea senzației gustative prin dizolvare substanțelor cu gust specific și suprafață receptivă a analizatorului gustativ.

Ca urmare a transformărilor din cavitatea bucală, alimentele sunt omogenizate, imbibate cu mucus și formează bolul alimentar.

Deglutiția cuprinde totalitatea activităților motorii ce asigură transportul bolului alimentar din cavitatea bucală în stomac. Este un act reflex ce se desfășoară în trei etape:

Timpul bucal (voluntar). În momentul în care alimentele sunt gata pentru a fi înghiate, ele sunt în mod voluntar împinsă în faringe datorită presiunii pe care o exercită limba prin mișcarea ei în sus și posterior asupra palatului moale. De acum încolo, procesul deglutiei devine în întregime, sau aproape, un act automat și, în mod obișnuit nu mai poate fi opri.

Impulsurile de la acest nivel ajung la trunchiul cerebral și inițiază o serie de contractii faringiene musculare automate, după cum urmează: a. Palatul moale este împins în sus, închizând coanele.

b. Plicile palato-faringiene de pe fiecare parte a faringesului sunt trase medial, apropiindu-se unele de celelalte, formând o deschizătură sagitală prin care alimentele trec în faringele posterior. c. Corzile vocale sunt puternic apropriate, iar laringele este împins în sus și anterior de către mușchii gâtului. Această acțiune, combinată cu prezența ligamentelor ce prevenă deplasarea în sus a epiglotiei, determină deplasarea posterioară a epiglotiei peste orificiul laringian. Ambele efecte previn pătrunderea alimentelor în trahee. d. Deplasarea superioară a laringelui mărește deschiderea esofagului. În același timp, cei 3-4 cm ai peretelui muscular al esofagului posterior (sfincter esofagian superior sau sfincter faringo-esofagian) se relaxeză, permitând astfel alimentelor să se deplaseze liber din faringele posterioare în esofagul superior. e. Concomitent cu ridicarea laringelui și relaxarea sfincterului faringo-esofagian are loc contracția întregului perete muscular faringian, începând cu porțiunea superioară a faringesului, contracție ce se propagă în jos ca o undă peristaltică rapidă, ce antrenează succesiv mușchii faringieni mijlocii și inferioiri, și, în continuare, esofagul, propulsând astfel alimentele în esofag. Într-un procesul durată 1-2 secunde. Etiopatogenele succeseive ale deglutiei sunt controlate automat, în ordine, de către arii neuronale distribuite în substanța reticulară bulbărie și porțiunea inferioară a punții. Aceste arii formează împreună centrul deglutiei. Centrul deglutiei inhibă specific centrul respirator bulbării durata deglutiei, oprind respirația în orice punct al ciclului respirator, permittând desfășurarea deglutiei.

Timpul esofagian. Esofagul are, în principal, rolul de a transporta alimentele din faringe în stomac, iar mișcările lui sunt organizate specific în vederea acestei funcții. În mod normal, esofagul prezintă două tipuri de mișcări peristaltice: peristaltism primar și peristaltism secundar. Peristaltismul primar este declanșat de deglutie și începe când alimentele trec din faringe în esofag; este coordonat vagal. Peristaltismul secundar se datorează prezenței alimentelor în esofag și continuă până când alimentele sunt propulsate în stomac; este coordonat de sistemul nervos enteric al esofagului.

Relaxarea receptoră a stomacului. Pe măsură ce undă peristaltică se deplasează spre stomac, o undă de relaxare, transmisă prin neuroni mientericii inhibitori, precede contracția. Într-un stomacl și, într-o măsură mai mică, chiar și duodenul se relaxează când această undă ajunge la nivelul esofagului inferior, pregătind astfel cavitățile respective pentru primirea alimentelor.

pe o portiune de 2-5 cm deasupra jonctionului cu stomacul, musculatura circulară esofagiană este îngroșată, funcționând ca un sfincter. Acest sfincter prezintă o contracție tonică și este relaxat prin relaxarea receptivă. Contracția acestui sfincter contribuie la prevenirea unui reflux gastroesofagian.

DIGESTIA GASTRICĂ

În stomac, alimentele suferă consecința activităților motorii și secretorii ale acestuia, care produc transformarea bolului alimentar într-o pastă omogenă, numită chim gastric.

Activitatea motorie a stomacului (motilitatea gastrică) realizează trei funcții de bază: 1. stocarea alimentelor ca urmare a relaxării receptorice; 2. amestecul alimentelor cu secrețiile gastrice; 3. evacuarea conținutului gastric în duoden.

Relaxarea receptivă. Când alimentele trec din esofag în stomac, activitatea fundusului gastric este inhibată, permitând depozitarea a 1-2 l de conținut. Acest proces are la bază reflexe vagovagale.

Peristaltismul. Contractiile peristaltice, inițiate la granița dintre fundusul și corpul gastric, se deplasează caudal, determinând propulsia alimentelor către pilor, și sunt produse prin modificări periodice ale potențialului membranei fibrelor musculare netede longitudinale; se numesc unde lente sau ritm electric de bază. Aceste unde sunt responsabile de frecvența și forța contractiilor gastrice. Forța contractiilor peristaltice este crescută de acetilocolină și gastrină.

Retropulsia. Cuprinde mișcările de du-te-vino ale chimului, determinate de propulsia puternică a conținutului gastric către sfincterul piloric închis. Are rol important în amestecul alimentelor cu secrețiile gastrice.

Evacuarea conținutului gastric apare atunci când particulele chimului sunt suficiente de mici pentru a străbate sfincterul piloric. De fiecare dată când chimul este împins spre sfincterul piloric, 2-7 ml chim trec în duoden. Lichidele trec mai repede decât solidele, proporțional cu presiunea intragastrică.

Reglarea evacuării conținutului gastric în duoden se face prin: 1. Reflexe locale: a. excitatorii, declanșate de expansiunea antrului piloric; b. inhibitorii, entero-gastrice, care incitănesc golirea gastrică astfel încât cantitatea de chim ce ajunge în duoden să nu depășească posibilitățile acestuia de prelucrare; sunt declansate de la nivel duodenal de mai multe categorii de stimuli (creșterea osmolalității, scăderea pH-ului, prezența unor produși ai digestiei proteice și lipide, distensia peretelui duodenal). 2. Acțiunea unor hormoni eliberati din stomac și intestinul subțire (de exemplu, gastrina, cu efect stimulator, colecistokinina și secretina, cu efecte inhibitorii).

Complexul motor migrator este o undă peristaltică ce începe în esofag și parcurge întreg tractul gastro-intestinal, la fiecare 60-90 minute, în timpul perioadei interdigestive, îndepărțează resturile de alimente din stomac.

Contractiile de foame apar atunci când stomacul este gol de mai multe ore. Sunt contracti peristaltice ritmice ale corpului stomacului. Sunt foarte intense la adultul tânăr, cu tonus gastrointestinal crescut; sunt amplificate de hipoglicemie. Activitatea secretorie a stomacului. Secrețiile gastrice continuă procesele digestive începute în cavitatea bucală; cantitatea secretată zilnic este de aproximativ 2 l.

Fazele secreției gastrice sunt următoarele:

1. **Faza cefalică** este declanșată de gândul, vederea, gustul sau mirosul mâncării. Este dependentă de integritatea fibrelor vagale ce inervează stomacul. Aproape jumătate din secrețiile gastrice care se produc în timpul unei mese sunt rezultatul stimулării vagale. Fibrele eferente vagale stimulează secreția de HCl din celulele parietale, de gastrină din celulele G și de peptid sinogen din celulele principale.

2. **Faza gastrică** se declanșează la intrarea alimentelor în stomac; acest fapt determină tamponarea acidității gastrice, crescând pH-ul gastric, și permite altor stimuli (de exemplu, vag, gastrină) să elibereze acid. Rata secreției gastrice în timpul acestei faze este mai redusă decât în timpul fazei cefalice, dar durează mai mult; astfel, cantitatea secretată în timpul celor două faze devine egală.

3. **Faza intestinală** începe odată cu intrarea chimicului în duoden; cantitativ, secreția este foarte redusă în timpul acestei faze. Mecanismul dominant implică gastrina (fig. 109).

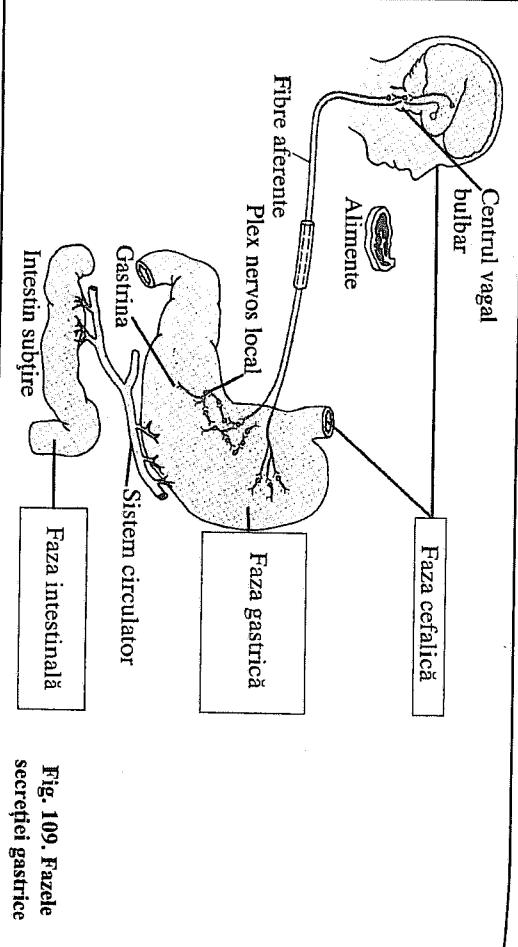


Fig. 109. Fazele secreției gastrice

Celulele secretorii gastrice se află la nivelul glandelor gastrice, situate în mucoasa gastrică. Există două tipuri de glande gastrice:

- Oxintice**, localizate la nivelul fundului și corpului gastric; conțin 3 tipuri de celule: pariale (oxintice) - secreția HCl și factor intrinsic (glicoproteină necesară pentru absorbția iileală a vitaminei B12); peptice (principale) - secreție pepsinogen, precursorul enzimei proteolitice pepsina; mucocase - secreție mucus.
- Pilorică**, localizate în regiunile antrală și pilorică. Conțin celule G (ce eliberează gastrină) și celule mucosae.

Principalele substanțe organice din secrețiile gastrice sunt enzimele și mucus, iar dintre cele anorganice HCl.

Secreția de HCl. HCl este necesar pentru digestia proteinelor, asigurarea unui pH optim pentru acțiunea pepsinei, activarea pepsinogenului, împiedicarea proliferării intragastrice a unor bacterii patogene. Mecanismul secreției de HCl cuprinde un proces în trei etape. Substanțe ce stimulează secreția de HCl sunt: acetilcolina, secreția și gastrina. Inhibarea secreției se datoră somatostatinei eliberate din neuroni ai sistemului nervos enteric.

Secreția de pepsinogen. Pepsina, forma activă a pepsinogenului, este o enzimă proteolitică, activă în mediu acid (pH optim 1,8-3,5), care începe procesul de digestie al proteinelor; la valori ale pH-ului mai mari de 5, activitatea sa proteolitică scade, devenind în scurt timp inactivă. Pepsinogenul este activat de contactul cu HCl sau cu pepsina anterior formată. Pepsina scindează proteinele în proteoze (albuminoze), peptone și polipeptide mari. Numai 20-30% din digestia totală a proteinelor are loc în stomac, ceea ce mai mare parte desfășurându-se în portiunea proximală a intestinului subțire. Pepsina este deosebit de importantă pentru capacitatea ei de a digera colagenul, acesta fiind puțin atacat de celelalte proteinaze digestive.

Labfermentul este secretat numai la copiii mici, în perioada de alăptare. Rolul său este de a coagula lăptele, pregăindu-l pentru digestia ulterioară. Sub acțiunea lui și în prezența Ca^{2+} , caseinogenul solubil se transformă în paracazeinat de calciu, insolubil. Lipaza gastrică este o enzimă lipopolitică, cu activitate slabă (o tributirază), hidrolizând numai lipidele ingerate sub formă de emulsie, pe care le separă în acizi grași și glicerina.

Mucina este o glicoproteină secretată de celulele mucoase; are rol în protecția mucoasei gastrice, atât mecanic, cât și chimic (față de acțiunea autodigestivă a HCl și a pepsinei).

Gelatinaza hidrolizează gelatină.

La nivel gastric are loc absorbția unor substanțe, de exemplu substanțe foarte solubile în lipide, etanol, apă și, în cantități extrem de mici, sodiu, potasiu, glucoză și aminoacizi.

DIGESTIA LA NIVELUL INTESTINULUI SUBȚIRE

Mișcările de la nivelul intestinului subțire sunt: contracții de amestec și contracții propulsive. Totuși, mișcările intestinului subțire determină, în proporții diferite, atât amestec, cât și propulsie.

Contrațile de amestec (contracții segmentare). Când o porțiune a intestinului subțire este destinsă de chin, întinderea peretilor intestinali determină apariția în lungul intestinului a unor contractii concentrice localizate, separate prin anumite intervale. Lățimea unui asemenea inel de contracție este de aproximativ 1 cm, astfel încât fiecare set de contracții determină segmentarea intestinului subțire, împărțindu-l în segmente spațiate. Când un set de contracții segmentare se relaxează, începe un nou set, dar aceste contracții apar în punctele situate la jumătatea distanței dintre contractiile precedente. Aceste contractii fragmentază chimul de 8-12 ori pe minut, în felul acesta determinând amestecarea progresivă a particulelor alimentare solide cu secrețiile din intestinul subțire. Frevența maximă a contracțiilor segmentare ale intestinului subțire este determinată de frecvența undelor lente din peretele intestinal (12 pe minut în duoden și jejun proximal, 8 - 9 în ileonul terminal).

Mișcările de propulsie. Chimul este propulsat la acest nivel de undele peristaltice, care apar în orice parte a intestinului subțire și se deplasează în direcție anală cu o viteză de 0,5-2 cm/secundă, mult mai rapid în intestinul proximal și mai lent în intestinul terminal. Totuși, ele sunt în mod normal foarte slabe și de obicei se sting după ce traversează 3-5 cm, astfel încât deplasarea chimicului se face cu aproximativ 1 cm/secundă, ceea ce însumând că timpul necesar chimicului pentru a trece de la pilor până la valva ileocecală este de 3-5 ore. Activitatea peristaltică a intestinului subțire crește postprandial, fapt determinat parțial de începerea pătunderii chimicului în duoden, dar și de reflexul gastroenteric care este inițiat de distensia stomacului și transmis în special prin plexul mienteric de la peretele stomacului la

cel al intestinului subțire. În afară de semnalurile nervoase, peristaltismul intestinal este stimulat de unii hormoni (gastrina, colecistokinina, insulină și serotonină) și inhibat de alții (secretina, glucagon).

Rolul valvei ileocecale este de a preveni refluxul conținutului colonului în intestin subțire. În plus, imediat deasupra valvei ileocecale, pe o lungime de către centimetri, peretele ileonului prezintă un strat muscular îngroșat, numit sfincter ileo-cecal. În mod normal, acesta se află într-o stare de contractie ușoară, întâiaziind evacuarea conținutului ileal în cec, exceptând perioadele imediat de după digestie, când reflexul gastroileal determină intensificarea peristaltismului în ileon. Gastrina crește contractiile ileale și relaxea sfincterul ileocecal. Acest mecanism determină prelungirea șederii chimului în ileon, facilitând absorția. Doar o cantitate de 1500 ml de chim se evacuează în cec zilnic.

Secreția pancreatică. Pancresul conține celule endocrine, exocrine și ductale. Celulele endocrine, grupate în insule, secretează direct în circulația sanguină insulină, glucagon, somatostatină și polipeptidul pancreatic. Celulele exocrine, organizate în acini, produc paru tipuri de enzime digestive: peptidaze, lipaze, amilaze și nucleaze, care sunt răspunzătoare de digestia proteinelor, respectiv a lipidelor, glucidelor și acizilor nucleici. În absența lor se dezvoltă sindrome de malabsorbție. Celulele ductale secretează zilnic 1200-1500 ml suc pancreatic ce conține o cantitate mare de HCO_3^- ; aceasta neutralizează aciditatea gastrică și regleză pH-ul în intestinul superior. Incapacitatea de a neutraliza aciditatea chimului la intrarea sa în intestin determină apariția ulcerelor duodenale.

Compoziția secreției pancreatică: 1. Electroliți: Na⁺ și K⁺ se găsesc în aceeași concentrație ca și în plasma; HCO₃⁻ se găsește în cantitate mult mai mare; sucul pancreatic conține, în cantități mici, și calciu, magnezu, zinc, sulfati. Secreția de HCO₃⁻ din celulele ductale se face printr-un mecanism ce implică cel puțin un transport activ. 2. Enzime: trei tipuri majore: amilaze, lipaze și proteaze. a. α amilaza pancreatică se secretează în forma sa activă; ea hidrolizează glicogen, amidon și alte glucide, cu excepția celulozei, până la stadiul de dizaharide; b. lipaze (lipaza, colesterol lipaza, fosfolipaza), secretate în forma lor activă. Enzimele ce hidrolizează esteri insolubili în apă necesită prezența sărurilor biliare, iar cele ce hidrolizează esteri solubili în apă nu; c. proteaze (tripsina și chimitripsina) se secrează în forma lor inactivă (tripsinogen și chimitripsină). Tripsinogenul este transformat în tripsină de către enterochinază sau de tripsina anterior formată (autocataliză). Chimitripsinogenul este transformat în forma lui activă de către tripsină; d. inhibitorul tripsinei este secretat de aceleasi celule și în același timp cu proenzimele protejează pancreasul de autodigestie.

Controlul secreției pancreatică. Secreția pancreatică cuprinde trei faze: 1. Cefalică: gândul, văzul, mirosul sau gustul alimentelor produc această fază. Vagul stimulează atât secreția acinară, cât și pe cea ductală. 2. Gastrică: stimulată prin distensie gastrică (efector-vagul) și prezența produșilor de digestie, mai ales aminoacizi și peptide (efector - gastrina). 3. Intestinală: stimulii majori ai secreției pancreaticice sunt hormonii colecistokinina (stimulează secreția pancreatică enzimatică) și secretina (stimulează secreția de bicarbonat), care sunt eliberați din celulele endocrine ale duodenului și jejunului în timpul acestei faze, ca răspuns la intrarea chimului în intestin subțire. Aminoacizi, acizi grași și monogliceridele sunt stimulii majori pentru secreția de colecistokinină; scăderea pH-ului intestinal este stimulul pentru eliberarea secretinei. Acetilcolina potențiază efectele ambilor hormoni (fig. 110).

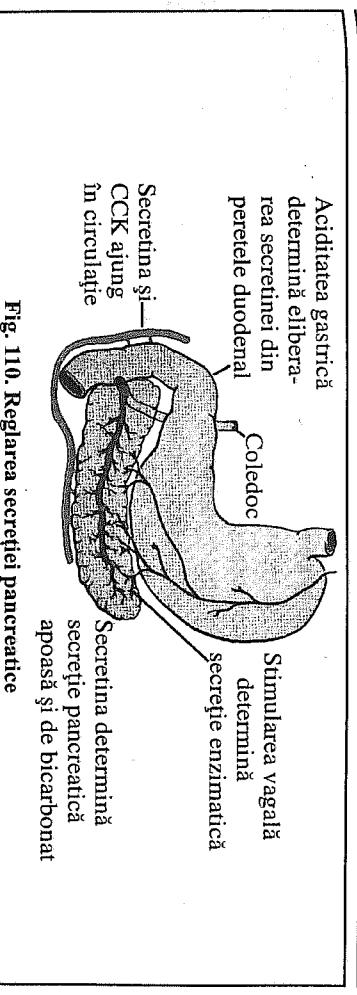


Fig. 110. Reglarea secreției pancreatică

Secreția biliară. Bila este necesară pentru digestia și absorbția lipidelor și pentru excreția unor substanțe insolubile în apă cum sunt colesterolul și bilirubina (fig. 111). Este formată de către hepatocite și celulele ductale ce mărginesc ductele biliare, în cantitate de 250-1100 mL/z. Este secretată continuu și depozitată în vezica biliară în timpul perioadelor interdigestive. Se eliberează în duoden în timpul perioadelor digestive numai după ce chimul a declanșat secreția de colecistokinină, care produce relaxarea sfincterului Oddi și contractia vezicii biliare.

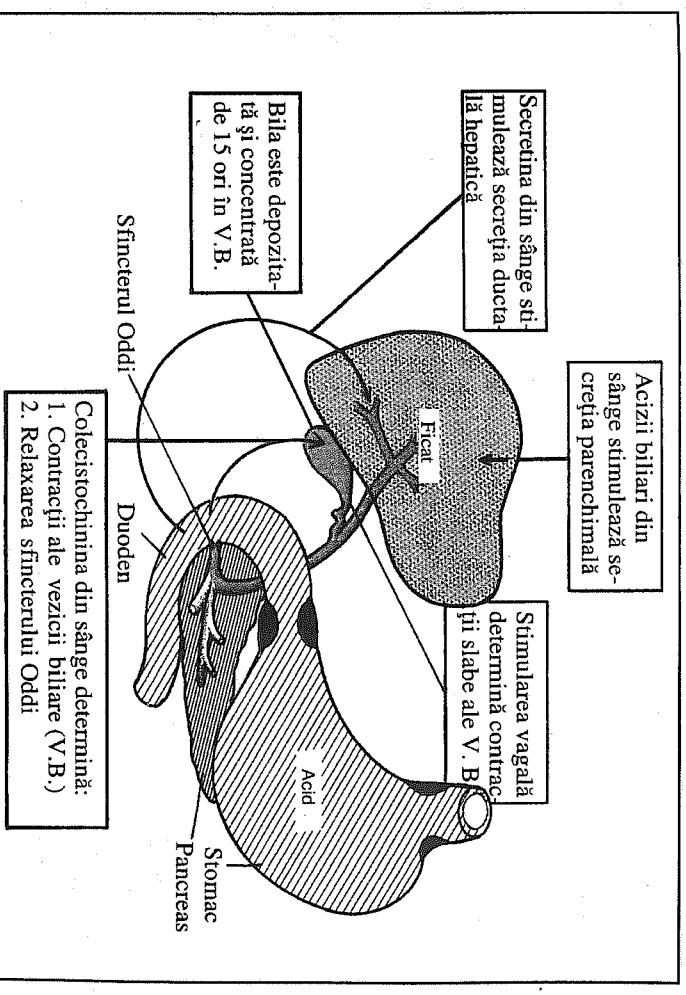


Fig. 111. Secreția hepatică și golirea vezicii biliare

Compoziția bilei. 1. Acizi biliari: a. primari - sunt sintetizați în hepatocite din colesterol și conjugati cu taurina și glicina, rezultând sărurile biliare secrete activ în canalicule biliare; deoarece ele nu sunt liposolubile, rămân în intestin până ajung la nivelul ileonului unde se reabsorb activ; b. secundari - se formează din cei primari sub acțiunea bacteriori intestinale. 2. Pigmenți biliari: bilirubina și biliverdina sunt metaboliti ai hemoglobinei ce sunt conjugatai în hepatocite și excretati biliar, conferind bilei culoarea sa galbenă. 3. Fosfolipidele intră în alcătuirea micelilor. 4. Colesterol. 5. Electroliți.

Circuitul enterohepatice. Este recircularea sărurilor biliare din intestinul subțire înapoi la ficat. Ajunse în ileonul terminal, 90-95% din sărurile biliare sunt reabsorbite activ în circulația portală, ficatul le extrage din sângele portal și le secreta din nou în bilă. Sărurile biliare restante sunt excretate în materiale fecale. Astfel, sărurile biliare pot recircula de 6-8 ori zilnic. Sărurile biliare au două roluri importante la nivelul tractului gastrointestinal: 1. de detergent asupra lipidelor din alimente, a căror tensiune superficială o reduc, permijând fragmentarea lor; 2. ajută la absorbția din tractul intestinal a acizilor grași, monogliceridelor, colesterolului și a altor lipide, prin formarea cu acestea a unor complexe numite miceli. În lipsa sărurilor biliare, în intestin se pierd, prin materialele fecale, 40% din lipidele ingăzate.

Depozitarea bilei la nivelul vezicii biliare. În perioadele interdigestive, bila se depozitează la nivelul vezicăi biliare, care are o capacitate de 20-60 ml. Datorită proceselor de reabsorbție ce au loc la nivelul mucoasei sale, în vezica biliară poate fi concentrată de 5 până la 20 de ori, ceea ce permite stocarea unor cantități mari (450 ml). Vezica biliară și evacuează conținutul în duoden ca răspuns mai ales la stimularea prin colecistokinina (eliberarea ei se face sub efectul prezentei în chim a produselor de degradare ai lipidelor). Stimularea vagală a vezicăi determină contracția ei și relaxarea sfincterului Oddi. În prezență unor cantități adecvate de lipide, vezica se golește complet în interval de o oră.

Controlul secreției biliare. Volumul secreției biliare și conținutul ei în săruri biliare se reglează separat. Partea biliară-independentă a secreției biliare se referă la cantitatea de apă și electrolizi secretată zilnic de ficat și care este stimulată de secretină. Partea biliară-dependentă a secreției se referă la cantitatea de săruri biliare secrete de ficat și care este direct proporțională cu cantitatea de săruri biliare reabsorbite de către hepatocite din circulația portală. Aceasta nu este sub control hormonal sau nervos direct. Colecistokinina determină creșterea debitului biliar indirect, prin stimularea eliberării de bilă din vezicula biliară.

Secreția intestinală subțire conțin: 1. Mucus, cu rol de protecție a mucoasei intestinale împotriva agresiunii HCl, secretat de glandele Brünner din duoden și de celule speciale, aflate în epitelial intestinal și în criptele Lieberkuhn. 2. Enzime asociate cu microvilliile celulelor epiteliale intestinale, care nu sunt secrete în lumenul intestinal: peptidaze, diżaharidaze (în număr de patru: maltaza, izomaltaza, zaharaza și lactaza) și lipază; ele își exercită rolurile în timpul procesului de absorbtie intestinală. 3. Apă și electrolizi secreteți de celulele epiteliale intestinale.

Reglarea secreției intestinalăi subțire se face, în principal, prin reflexe locale, inițiate de stimuli tactili sau iritanți, ceea mai mare parte a secreției este declanșată de prezența chimică a substanței cu căd volumul acestuia este mai mare, cu atât secreția intestinală va fi mai mare.

Absorbția intestinală se realizează prin mai multe mecanisme, în funcție de substanța absorbită.

Glucidele. Cele trei glucide majore ale dietei sunt dizaharidele - sucroza și lactoza - și polizaharidul amidon, fie sub formă de amilopectină, fie sub formă de amiloză. Celuloza, un

alt polizaharid vegetal, prezent în dietă în cantități mari, nu poate fi digerat, deoarece în tractul gastrointestinal uman nu există enzime care să o digere. Aportul de glucide este de 250-800 g/zi, care reprezintă 50-60% din dietă. Pentru a fi absorbite din tractul gastrointestinal, glucidele trebuie digerate până la stadiul de monozaharide. Digestia amidonului, începută în cavitatea bucală, sub acțiunea a amilazei salivare, are loc în cea mai mare parte în intestinul subțire, sub acțiunea α-amilazei pancreatică (care degradează glucidele până la stadiul de oligozaharide) și sub acțiunea dižaharidazelor (maltaza, sucraza, lactaza) de la nivelul marginii în perie a celulelor epiteliale intestinale (care transformă oligozaharidele în monozaharide).

Produsii finali ai digestiei glucidelor sunt: fructoza, glucoza și galactoza. Glucoza și galactoza se absorb printre-un mecanism comun, un sistem de transport activ Na+-dependent (cotransport). Fructoza se absorbe prin difuziune facilitată. După ce au fost absorbite în enterocite, monozaharidele sunt transportate prin membrana bazolaterală a acestora prin difuziune facilitată, apoi, difuzează din intersticiul intestinal în capilarele din vilozitățile intestinale. Absorbția glucidelor nu este reglată. Intestinul poate absorbi peste 5 kg sucrezoa zilnic.

Proteinele. Dieta proteină zilnică necesară unui adult este de 0,5-0,7 g/kg corp. Proteinile ajunse în intestin provin din două surse: endogenă (30-40 g/z), sunt proteine secretei și componente proteice ale celulelor descuramate) și exogenă (proteinele din dietă). Pentru a fi absorbite, proteinele trebuie transformate în polipeptide mici și aminoacizi.

S-au identificat mai multe sisteme de transport activ Na+-dependent pentru absorbtia tripeptidelor, dipeptidelor și a aminoacizilor. Există transporturi diferențiate pentru aminoacizi acizi, bazici și neutri. Pentru polipeptide există cel puțin două mecanisme diferențiate de transport. Tripeptidele și dipeptidele sunt absorbite în cantități mai mari decât aminoacizi. Odată ajunse în interiorul enterocitelor, peptidele se transformă în aminoacizi. Aceștia și peptidele restante sunt transportate prin membrana bazolaterală a enterocitelor prin difuziune facilitată sau simplă. Ele intră în capilarele din vilozitățile intestinale prin difuziune simplă. Practic, totă cantitatea de proteine din intestin este absorbită: orice proteină ce apare în scaun provine din detritusuri celulare sau din bacteriile din colon.

Lipidele. Aportul zilnic de lipide variază între 25 și 160 g. Spre deosebire de glucide și de proteine, lipidele se absorb din tractul gastro-intestinal prin difuziune pasivă. Pentru a putea fi absorbite, ele trebuie să devină solubile în apă. Pentru solubilizarea lipidelor sunt necesare sărurile biliare. Înainte de a fi digerate, lipidele trebuie emulsionate (transformate în picături cu diametru sub un micron) de către acizii biliari și lecitina.

Produsii digestiei lipide (monogliceride, colesterol) trebuie să formeze micelii cu sărurile biliare pentru a putea fi absorbiti. Miceliile sunt agregate sferice mici, cu diametrul de 5 nm, ce conțin 20-30 molecule de săruri biliare și lipide. Sărurile biliare se găsesc la exteriorul micelilor, iar parțile hidrofobe ale monogliceridelor și lipofostatidelor către interior; în mijloc se găsesc colesterolul și vitaminele liposolubile.

Miceliile se mișcă de-a lungul suprafeței microviliilor, permijând lipidelor din compozitia din micelii în momentul în care acestea vin în contact cu microvili. Factorul ce limitează absorbția lipidelor este migrarea micelilor din conținutul intestinal la suprafața microviliilor. Sărurile biliare, eliberate de lipidele asociate, sunt absorbite în ileonul terminal printre-un mecanism de transport activ Na+-dependent. În mod normal, toate lipidele ingăzate sunt absorbite. Lipidele prezente în scaun provin din flora intestinală.

Odată ajunse în enterocite, lipidele intră în reticulul endoplasmic neted, unde sunt reconstituite: 2-monogliceridele se combină cu acizii grași pentru a forma trigliceride; lipofosfatidele se combină cu acizii grași pentru a forma fosfolipide; colesterolul este esterificat. Lipidele se unesc apoi în chilomicroni cu diametrul de 1 nm, în interiorul reticulului endoplasmic neted. Aceștia sunt transportați în afara celulei prin exocitoză. În absența lor, β lipoproteinele, sintetizate de enterocit, acoperă suprafața chilomicronilor. În absența lor, exocitoza nu apare și enterocitele se încarcă cu lipide. După ce părăsește enterocitul, chilomicronii se unesc și formează picături lipide mari, cu diametrul de 50-500 nm, care ajung în vasele limfaticice. Aproape toate lipidele digerate sunt absorbite până la nivelul porțiunii mijlocii a jejunului, ceea ce mai mare parte a absorbtiei facându-se în duoden.

Apa și electroliți. În intestinul subțire, apa se absorbe pasiv, izosmotic, ca urmare a gradientului osmotic creat prin absorbtia elecrolițiilor și a substantelor nutritive.

Absorbția sodiului se face printre-un proces în două etape. Sodiu intră în enterocit în trei moduri: 1. prin sistemele de cotransport ale glucozei, aminoacizilor sau peptidelor; 2. prin cotransport $\text{Na}^+ - \text{Cl}^-$; 3. pasiv, conform gradientului său electrochimic. Din enterocit, Na^+ este transportat prin membrana bazolaterală printre-o ATP-ază $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ dependentă. Clorul urmează pasiv sodiul.

Vitaminele și mineralele. Vitaminele liposolubile (A, D, K, E) intră în alcătuirea miceliilor și se absorb împreună cu celelalte lipide în intestinul proximal. Vitaminele hidrosolubile se absorb prin transport facilitat sau prin sistem de transport activ / Na-dependent, proximal, în intestinul subțire. Calciul se absorbe cu ajutorul unui transportor legat de membrana celulară și activat de vitamina D. Fierul se absorbe în jejun și ileon. Fe^{2+} se absoarbe mai ușor decât Fe^{3+} . Vitamina C stimulează absorbtia fierului, care are loc printre-un mecanism în patru etape.

DIGESTIA LA NIVELUL INTESTINULUI GROS

Rolurile principale ale colonului sunt absorbția apelor și a elecrolițiilor (jumătatea proximală) și depozitarea materiilor fecale până la eliminarea lor (jumătatea distală). Datorită acestor roluri, mișcările de la nivelul colonului sunt lente. Mișcările de la nivelul colonului sunt de două tipuri: de amestec (hastratia) și propulsive (în masă).

Mișcările de amestec (hastratia). Într-o manieră similară cu a mișcărilor de segmentare ale intestinului subțire, la nivelul colonului apar contracții circulare mari. Concomitent, musculatura longitudinală a colonului, agregată în trei benzi longitudinale, denumite tenii, se contractă și ea. Aceste contractii combinante ale musculaturii circulare și longitudinale determină proiecția în afară a zonelor nestimulate ale peretelui colic, sub forma unor saci, denumiti haustre.

De obicei, aceste contractii, odată inițiate, ating maximum de intensitate în aproximativ 30 de secunde și dispar în următoarele 60 de secunde. De asemenea, când apar, ele se deplasă lent în direcție anală, în timpul perioadei lor de contracție, determinând o propulsie minoră a conținutului colic. După alte câteva minute, apar noi contractii hastrale în arii învecinate. În felul acesta, conținutul colic este progresiv împins spre colonul sigmoid. În cursul acestor progresii, tot materialul fecal este expus gradat la suprafața colonului, iar substanțele dizolvate și apa sunt progresiv absorbite. Astfel, din cei 1500 ml de chim, doar 80-200 ml se pierd prin fecale.

În intestinul subțire pot fi cu greu observate în colon. În schimb, propulsia rezultă în principal prin contractii hastrale în direcție anală, deja discutate, și mișcări în masă.

În colonul transvers și sigmoid, mișcările în masă au îndeobști rol propulsiv. Aceste mișcări apar de obicei de câteva ori pe zi, cele mai numeroase durează aproximativ 15 minute în prima oră de la micul dejun. O mișcare în masă este un tip de peristaltism modificat, caracterizat prin următoarea secvență de evenimente: în primul rând, apare un inel constrictiv într-un punct destins sau iritat al colonului, de cele mai multe ori în colonul transvers, apoi, rapid, 20 cm sau mai mult din colonul distal față de acest punct se contractă în bloc, asemănător unei mase unice, forțând materiile fecale conținute în acel segment să se deplaseze în josul colonului.

Forta acestor contractii se dezvoltă progresiv timp de aproximativ 30 secunde, iar relaxarea se produce în următoarele 2-3 minute, după care pot apărea alte contractii de acest gen tot mai distal față de cele precedente, deplasându-se în continuare de-a lungul colonului.

Toate aceste serii de mișcări în masă durează între 10 minute și o jumătate de oră. Dacă defecarea nu apare în acest timp, un nou set de mișcări în masă nu apare decât după o jumătate de zi sau chiar în ziua următoare.

Apariția mișcărilor în masă imediat postprandial este facilitată de reflexele gastrocolic și duodenocolic. Aceste reflexe sunt provocate de distensia stomacului și a duodenului. După secționarea nervilor extrinseci, aceste reflexe se produc, dar cu o intensitate foarte slabă, probabil datorită faptului că stimulii reflecși conduși prin nervii extrinseci ai sistemului nervos autonom determină cea mai mare parte a intensității reflexelor gastrocolic și duodenocolic.

Iritarea colonului poate, de asemenea, iniția mișcări intense în masă. De exemplu, când o persoană prezintă o stare ulcerosașă a colonului (colita ulcerosașă), aceasta are frecvent mișcări în masă ce persistă aproape tot timpul. De asemenea, mișcările în masă pot fi inițiate și prin stimularea intensă a sistemului nervos parasympatic.

Absorbția și secreția la nivelul colonului. Colonul nu poate absorbi mai mult de 2-3 litri de apă pe zi. Colonul absoarbe cea mai mare parte a sodiului și clorului care nu au fost absorbite în intestinul subțire. Potasiul este secretat de către colon. Aceste procese sunt controlate de către aldosteron.

Există trei surse de gaz intestinal: înghițit, format sub acțiunea bacteriilor în ileon și colon și difuzat din torrentul sanguin. La nivelul colonului se produc zilnic 7-10 l de gaze, mai ales prin degradarea produselor de digestie ce au ajuns la acest nivel. Componentele principale sunt: CO_2 , CH_4 , H_2 , N_2 . Cu excepția N_2 , celelalte pot difuza prin mucoasa colonului, astfel încât volumul eliminat este de 600 ml/ză.

Defecarea reprezintă procesul de eliminare a materiilor fecale din intestin. Unele mișcări în masă propulsează fecalele în rect, inițind dorința de defecare. Ulterior se produce contracția musculaturii netede a colonului distal și a rectului, propulsând fecalele în canalul anal. Urmează relaxarea sfincterelor anale intern și extern (ultimul conținând fibre musculare striate aflate sub control voluntar).

Evacuarea fecalelor este favorizată suplimentar de creșterea presiunii intraabdominale prin contractia diafragmului și a mușchilor abdominali. Defecarea implică deci activitatea reflexă, dar și voluntară. În mod normal, defecarea este inițiată de reflexe de defecare. Unul dintre aceste reflexe este un reflex intrinsec, mediat prin sistemul nervos local, enteric. Când materiile fecale

dilată rectul se declanșează reflexul rectosfincterian (realizat de plexul mîneric) prin care se relaxează sfincterul anal intern, se contractă sfincterul anal extern și este declanșată senzația iminență de defecare. Totuși, reflexul întrinsec al defecării este foarte slab, pentru a fi eficient, el trebuie întărit printr-un reflex parasympatic de defecare ce implica segmentele sacrale ale măduvei spinării.

Când sunt stimulate terminațiile nervoase de la nivelul rectului, sunt transmise semnale spre măduva spinării și, de aici, prin fibre eferente parasympatic apartinând nervilor pelvi, pornesc comenzi contractile spre colonul descendente, sigmoid, rect și anus, închizându-se astfel reflexul. Aceste semnale parasympatic cresc intensitatea undelor peristaltice și relaxează sfincterul anal intern, astfel convertind defecarea intrinsecă dintr-o mișcare slabă inefficientă într-un act motor puternic.

Semnalele aferente ce pătrund în măduva spinării inițiază și alte efecte: inspir profund închiderea glotei, contracția mușchilor abdominali, determinând în același timp și coborârea planșeului pelvin pentru a ajuta la expulzarea fecalelor. Prevenirea sau permisiunea defecării se face prin stimuli voluntari de control (trimiti pe calea nervilor ruginosi) care determină contracția respectiv dilatarea sfincterului anal extern. Dacă defecarea nu se produce, sfincterul anal intern se închide, iar rectul se relaxează pentru a păstra materialele fecale.

APARATUL RESPIRATOR

ANATOMIA APARATULUI RESPIRATOR

Aparatul respirator cuprinde căile respiratorii și plămânii. Căile respiratorii sunt reprezentate de cavitatea nazală, faringe, laringe, traheea și bronhi.

CĂILE RESPIRATORII

CAVITATEA NAZALĂ

Este primul segment al căilor respiratorii. Septul nazal desparte cavitatea nazală în două cavități simetrice (fose nazale), cu direcție antero-posterioră, sub baza craniului și deasupra cavității bucale. Comunică cu exteriorul prin orificiile narare și cu rinofaringele prin coane. Anterior, fosile nazale sunt protejate de piramida nazală. Piramida nazală este o proeminență situată pe linia mediană a feței, cu rol de a proteja fosile nazale; totodată a dobândit și un rol estetic.

Vârful piramidei este situat sub osul frontal și se numește rădăcina nasului. Baza prezintă orificiile narare. Cele două fețe laterale sunt unite anterior, formând dorsum nasi, care se termină inferior prin lobul nazal. În structura piramidei nazale distingem un schelet osteo-cartilaginos, format din oasele nazale și porțiunea frontală a osului maxilar în partea superioară a piramidei nazale, cât și din cartilajele laterale și cartilajele alare în partea inferioară a piramidei. Pe acest schelet se prind mușchii pieloși care, prin acțiunea lor, măresc sau micșorează orificiile narare. La exterior se află pielea.

Fosile nazale sunt două conducte situate înapoi piramidei nazale, de la orificiile narare până la coane. Distingem fosile nazale un segment anterior, numit vestibul, și un segment posterior, fosile nazale propriu-zise. Vestibulul nazal este oblic în sus și înapoi și este tapetăt de piele care conține glande sebacee și foliculi pilosi (primul filtru în calea aerului inspirat). Fosile nazale propriu-zise au patru perechi.

La interior, fosile nazale sunt acoperite de mucoasa nazală, care are o structură deosebită în partea superioară față de rest. În regiunea olfectorie a mucoasei, situată deasupra cornetului superior și în dreptul lamei ciuruite a etmoidului, sunt celule senzoriale și celule de susținere. Celulele senzoriale sunt neuroni bipolari. De la polul lor apical pleacă o dendrită scurtă, grosă și terminată printr-un buton olfactiv care are circa 10-20 cili. De la polul bazal al neuronilor bipolari pleacă axonul. Mai mulți axoni se înțâmpană închinză pentru a forma nervii olfactivi (10-20) care străbat orificiile lamei ciuruite a etmoidului și ajung în bulbul olfactiv.

Regiunea respiratorie a mucoasei este mult mai întinsă, are o bogată vascularizare și o culoare roșietică. Ea acoperă toți peretele cavității nazale, cu excepția celui superior, unde se află mucoasa olfactivă. Este alcătuită dintr-un epiteliu cilindric ciliat. Mucoasa respiratorie are glande tubulo-acinoase.

Perejii foselor nazale propriu-zise

Peretele superior	Peretele inferior	Peretele intern (septal)	Peretele lateral
Este format din osul din apofizele nazal, lama curuită a etmoidului și corpul osului palatin și lama orizontală a osului palatin acoperit de mucoasă.	Este alcătuit din apofizele palaține ale osului maxilar și lama orizontală a osului palatin, masa laterală a jumătății mucoasei.	Este reprezentat de septul nazal, cu 3 porțiuni: posterioară (osoașă), mijlocie (cartilaginoasă) și anterioră (membranoasă). Porțiunile osoasă și membranoasă sunt separate de lama perpendiculară a etmoidului și inferior de vomer. Porțiunea cartilaginoasă este separată de cartilajul septal.	Este mai complex. În esență este alcătuit din osul maxilar peste care, dinapoi înainte, sunt suprapuse osul palatin, masa laterală a etmoidului, cornetele superioare și mijlociu, iar anterior fața medială a osului lacrimal. Pe peretele lateral al cavitații nazale se găsesc niște proeminențe, cornetele (superior, mijlociu și inferior). Cornetul inferior este os independent. Fiecare cornet cu peretele lateral, delimită niște adâncituri numite meaturi (superior, mijlociu și inferior).

În oasele vecine foselor nazale sunt sinusurile paranasale, cavități pneumaticice, cu rol de cutie de rezonanță și de a menține o temperatură constantă. Mucoasa lor se continuă cu mucoasa foselor nazale. Sinusurile paranasale sunt perechi (frontale, maxilar, sfenoide).

În labirintul etmoidal sunt săpate semicelulele din oasele vecine, formează celulele etmoidale. Există celule etmoidale posterioare, care se deschid în meatus superior, și celule etmoidale anterioare, în meatus mijlociu. Sinusul sfеноidal se deschide în recessul sfено-етmoidal de la nivelul peretei superioare a foselor nazale. Sinurile frontale și maxilar se deschid în meatus mijlociu. În meatus inferior se deschide canalul nazolacrimal.

Vascularizarea foselor nazale este asigurată de rami din artera oftalmică (arterele etmoidale anterioare) și din artera maxilară (artera sfenopalatină). Venele ajung, în final, în vena jugulară internă.

Inervația mucoasei este asigurată de rami din nervul trigemen.

Limfaticele ajung în ganglionii retrofaringieni și parotidi, iar de aici în ganglionii cervicali.

FARINGELE

Vezi prezentarea anatomiei faringelui în capitolul consacrat aparatul digestiv.

LARINGELE

Este un organ cu dublă funcție: conduct aero-vector și organ al fonării.

Laringele are o formă de piramidă triunghiulară trunchiată cu baza în sus. Baza comună cu laringo-faringele printr-un orificiu, numit aditus laringis, care, anterior este delimitat de epiglotă, posterior de cartilajele aritenoidiene și lateral de replurile epiglotico-aritenoidiene, întinse între epiglotă și cartilajele aritenoidiene.

În grosimea acestor placi se află cartilajele cuneiforme. Vârful laringelui se continuă în jos cu traheea.

și de arcul cricoidului. Între cartilajul tiroid și arcul cricoidului se află mușchiul și ligamentul tirocricoidian. Deasupra celor două lame ale cartilajului tiroid se află membrana tirohoidiană care ajunge la osul hioïdieni.

Fetele antero-laterale ale laringelui vin în raport cu glanda tiroïdă și cu mușchii infratirohoidieni.

Fața posterioară a laringelui proeminenă în faringe și este formată din cele două cartilaje aritenoidiene și din pecetea cartilajului cricoid. De o parte și de alta sunt două șanțuri, șanțurile pîriforme. Marginea anteroară (mârul lui Adam) este reprezentată de muchia unde cele două lame laterale ale cartilajului tiroid se unesc. Este mai proeminenta la bărbați. Vine în raport cu jumătatea glandei tiroide.

Marginile posterioare ale laringelui sunt reprezentate de marginile posterioare ale cartilajului tiroidian (fig. 112) și vin în raport cu artera carotida comună, vagul și vena jugulară internă.

Structura laringelui. Laringele este format din cartilaje legate între ele prin ligamente și articulații. Asupra cartilajelor acționează mușchii laringelui (striati). La interior este tapetă de o mucoasă, sub care se găsesc o submucoasă.

Cartilajele laringelui. Se disting: cartilaje nepercechi (cartilajul tiroid, epiglota și cartilajul cricoid) și perechi (aritenoide, corniculate, cuneiforme și cartilajele sesamoide). Toate

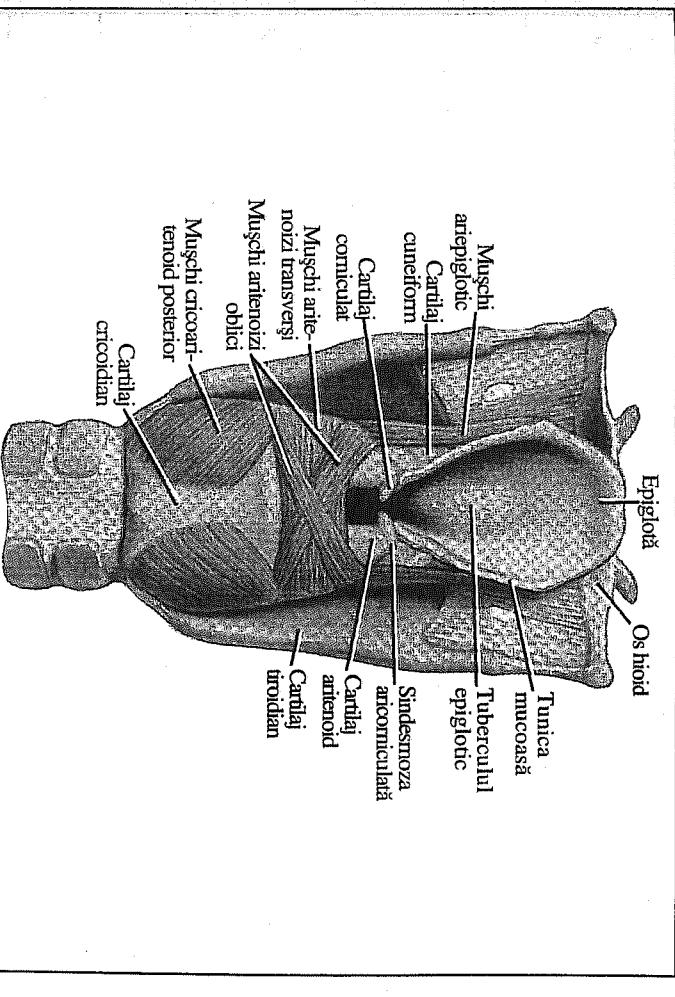


Fig. 112. Laringele, vedere anterioară

Cartilajele laringelui

	Formă	Situație	Descriere
Cartilajul tiroid	De carte deschisă posterior, fiind format din două lame unite pe linia mediană la nivelul mărului lui Adam.	În partea anteroară a laringelui, sub hioid, deasupra arcului cricoidului, întâintea epiglotei.	Fața anteroioară a lamelor laterale prezintă o creastă pe care se inseră mușchii sternotiroiidian și tirohioidian. Fața posterioară privește spre interiorul laringelui și este în raport cu epiglota. Pe marginea superioară se află incizura tiroidiană, lateral de care se prende membrana tirohioidiană. Marginea inferioară privește spre arcul cricoidului și oferă inserție mușchiului și ligamentului tirocricoidian. Marginile posterioare se prelungesc în sus cu coamele superioare și în jos cu coamele inferioare, care se articulează cu cartilajul cricoid (articulația tirocricoidiană).
Cartilajul epiglotic	De frunză cu petiolul în jos.	Înapoia cartilajului tiroid pe care îl depășește în sus.	De la baza epiglotei pleacă, spre rădâcina limbii, ligamentele glosoepiglottice care ridică plicile glosoepiglottice. Tot de la bază pleacă, spre hioid, ligamentul hioepiglotic. Vârful epiglotei este legat de cartilajul tiroid prin ligamentul tiroepiglotic.
Cartilajul cricoid	De inel cu pecetea aşezată posterior.	În partea posterioară a laringelui, deasupra lamei cartilajului cricoid.	Lama (pecetea) cartilajului cricoid prezintă două suprafețe articulare superioare pentru baza aritenoidelor și două suprafețe inferioare pentru coamele inferioare ale cartilajului tiroid. Arcul cricoidului este situat anterior.
Cartilajele aritenoide	De piramidă triunghiulară, cu baza în jos.		Prezintă trei fețe: față laterală are o creastă numită creastă arcuată, față medială privește spre interiorul laringelui, față posterioară care participă la formarea feței posterioare a laringelui. Baza cartilajului aritenoid se articulează cu lama cartilajului cricoid și prezintă două procese: unul muscular (posterior), pe care se prind mușchii cricoaritenoidieni (lateral și posterior) și unul anterior (vocal), pe care se prinde plica vocală.
Cartilajele corniculante			
Cartilajele cuneiforme			
Cartilajele sesamoïde			

Mușchii laringelui se împart în intrinseci și extrinseci. Cei extrinseci se inseră cu un capăt pe laringe, iar cu celălalt pe organele vecine (sternotiroiidian, tirohioidian și constrictor inferior al faringelui, care se inseră pe creasta oblică a cartilajului tiroid). Mușchii intrinseci au ambele capete inserate pe cartilajii ale laringelui. Unii sunt constrictori ai glotei, apropiind plicile vocale (mușchii cricoaritenoidian lateral, mușchii interaritenoidian), alții sunt dilatorii ai glotei, depărtând plicile vocale (cricoaritenoidian posterior), iar alții sunt tensori ai plicilor vocale (mușchiul vocal, situat în plica vocală, și mușchiul tirocricoidian, care realizează mișcarea de balans între a cartilajului tiroid) (fig. 113).

Tunica mucoasă căptușește cavitatea laringelui și se continuă în sus cu mucoasa faringei, iar în jos cu cea a trachei. Este formată din epiteliu și corion. Epitelul, exceptând plicile vocale, este cilindric ciliat. La nivelul plicilor vocale este pluristratificat pavimentos. Tunica mucoasă conține glande care secreta mucus. În corion se găsește țesut limfoid care este bogat la nivelul ventricuilor laringieni.

Submucosa este formată din țesut conjunctiv lax. De plici cu direcție antero-posteroară, cele două superioare sunt plici vestibulare, iar cele două inferioare plicile vocale. Între cele două plici vestibulare se delimitează rima laringelui.

Aspectul interior al laringelui. Pe peretii lateralai ai laringelui se află două perechi de plici cu direcție antero-posteroară, cele două superioare sunt plici vestibulare, iar cele două inferioare plicile vocale. Între cele două plici vestibulare se delimită rima laringelui.

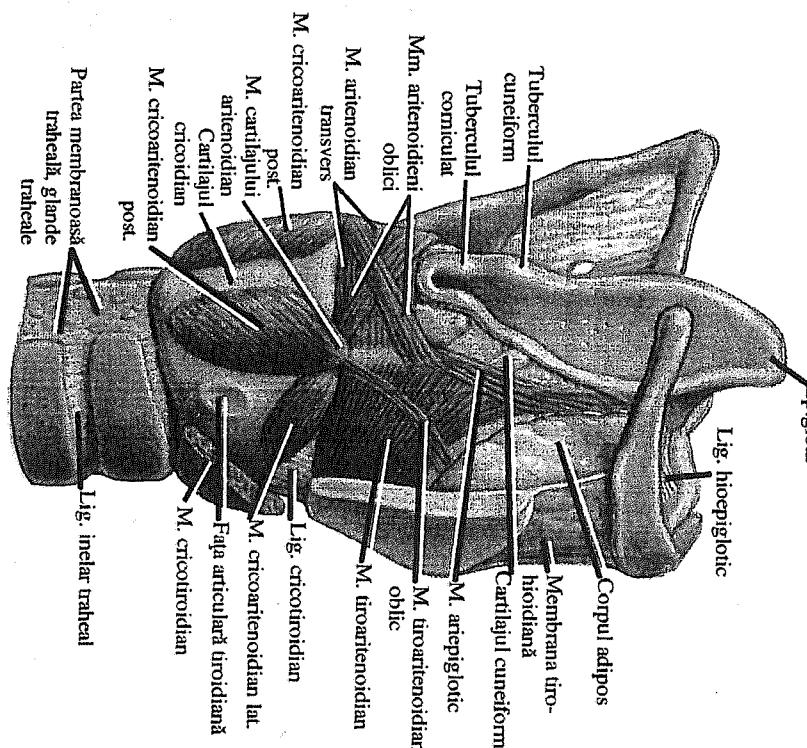


Fig. 113. Laringel, vedere laterală

vestibulară, iar între cele două plăci vocale rima glottică. Rima glottică este divizată într-o parte anteroioară, numită intermembranosa, limitată între cele două cartilagii aritenoide. Între plăcile vestibulare și vocale, de fiecare parte, se află vestibulul laringian care, prin aditus laringis, comunică cu laringo-faringele, iar sub plăcile vocale se află cavitatea infraglotică, ce comunică cu trahaea.

Vascularizarea laringelui este asigurată de artera laringiană superioară (din carotida externă) și artera laringiană inferioară (din artera subclavie). Sângelul venos ajunge în vena jugulară internă. Lîmfaticele laringelui ajung în ganglionii cervicali.

Inervatia laringelui este asigurată de nervul laringian superior și inferior, ramuri din nervul vag. Nervul laringian inferior inervează mușchii intrinseci ai laringelui, exceptând mușchiul tirocricoidian. Nervul laringian superior inervează mucoasa laringelui și mușchii tirocricoidian.

TRAHEEA

Traheea este un organ sub formă de tub care continuă laringele și se întinde de la vertebra cervicală C₆ până la vertebra toracală T₄, unde se împarte în cele două bronhi. Are o lungime de 10-12 cm și un calibră de 1,6-2 cm. Prezintă un segment cervical și unul toracal. În segmentul cervical vine în raport posterior cu esofagul, anterior cu istmul glandei tiroide, cu mușchii infrahioidiene și pielea. Lateral vine în raport cu artera carotidă comună, vena jugulară internă, nervul vag și lobii lateralii ai glandei tiroide. Porțiunea toracică este situată în mediastinul superior. Posterior vine în raport cu esofagul, anterior cu arcul aortei și cu ramurile desprinse din el, cu timusul și cu sternul, iar lateral cu plămâni, acoperiți de pleura mediastinală.

În structura traheei se distinge un schelet fibrocartilaginos, format din 15-20 de inele cartilaginoase incomplete posterior. Cartilajele sunt unite între ele prin ligamente fibroelastice. În partea posterioară, unde inelele sunt incomplete, există fibre colagene, elastice și fibre musculare netede (mușchiul traheal).

La exterior se află o adventiție formată din țesut conjunctiv, iar la interior trahaea este acoperită de o mucoasă cu epiteliu cilindric ciliat. Tunica mucoasă este bogată în glande.

Vascularizarea traheei este dată de ramuri din arterele tirodiane, la nivelul gâtului, și din arterele bronșice, la nivelul toracelui. Venele, în porțiunea cervicală, se varsă în vena jugulară internă, iar în porțiunea toracală în venele azygos.

Lîmfaticele ajung în ganglionii cervicali pentru segmentul cervical și în ganglionii tracheobronșici și mediastinali pentru segmentul toracal.

Inervatia este asigurată de fibre simpatice din simpaticul cervical și toracal și fibre parasimpatice din vag.

BRONHILE

La nivelul vertebrăi T₄, trahaea se împarte în cele două bronhi principale (dreaptă și stângă). Aceste bronhi pătrund în plămân prin hil, unde se ramifică intrapulmonar, formând arborele bronșic (fig. 114). Între cele două bronhi există o serie de deosebiri. Bronchia dreaptă este aproape verticală, ca stângă aproape orizontală. Cea stângă este mai lungă (5 cm) față de cea dreaptă (2,5 cm), în schimb bronchia dreaptă, are un calibră mai mare (1,5 cm) față de cea stângă (1 cm). Bronchia stângă este înconjurată de crosa aortei, ca dreaptă de crosa marii vene azygos.

PLĂMÂNI

Structura bronhiilor principale este asemănătoare traheei, bronhiile principale fiind formate din inele cartilaginoase incomplete posterior (9-11 la stângă, 5-7 la dreapta). Vascularizarea arterială este asigurată de arterele bronșice. Sângelul venos este colectat de venele bronșice care îl duc în sistemul azygos. Limfa ajunge în ganglionii tracheobronșici și ganglionii mediastinali.

Inervatia vegetativă provine din plexul bronhopulmonar.

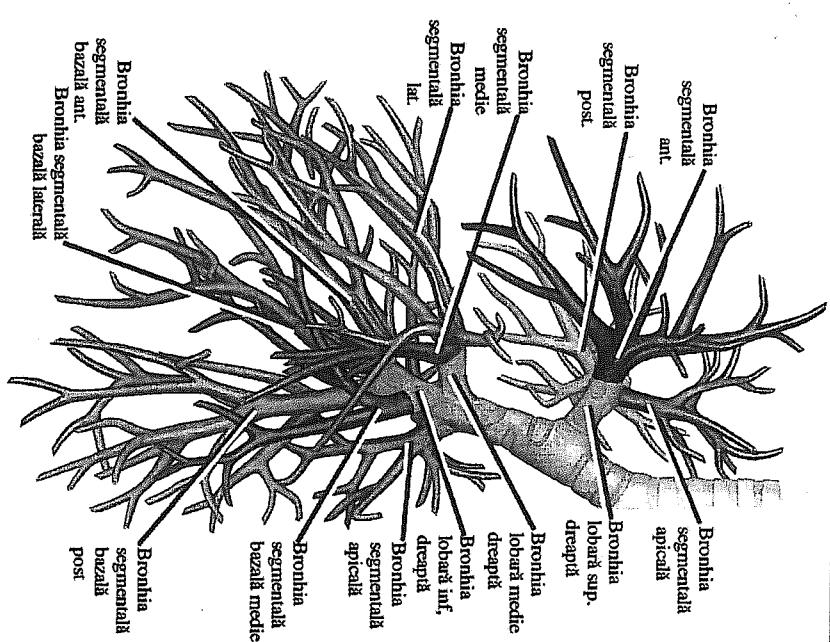


Fig. 114. Arborele bronșic, plămânul drept

Plămâni sunt principalele organe ale respirației. Sunt doi plămâni (stâng și drept), situați în cavitatea toracică, fiecare fiind acoperit de pleura viscerală. Plămâni au forma unei jumătăți de con. Culoarea lor variază cu vîrstă; la fat este roșu-brun, la copil gri-rozie, la adult cenușiu mai mult sau mai puțin închis. Greutatea plămânilor este de 700 g pentru plămânul drept și 600 g pentru cel stâng.

Capacitatea totală a plămânilor este de 5000 cm³ aer. Consistența plămânilor este elastică, buretoasă. Diametrul vertical este de 22 cm, antero-posterior la bază de

18-20 cm, iar transversal la bază de 9-10 cm (la plămânu drept diametrul vertical este mai mic decât la stângul).

Fata externă a plămânilor este convexă și vine în raport cu coastele. Pe această fază se găsesc sănțuri adânci, numite scizuri, care împart plămâni în lobi. Pe fata externă a plămânilui drept se găsesc două scizuri, una oblică (principală) și una orizontală (secundară) care începe la mijlocul scizurii oblice. Aceste două scizuri împart plămânu drept în trei lobi (superior, mijlociu și inferior). Pe fata externă a plămânilui stâng se găsește o singură scizură (scizura oblică) care împarte plămânu stâng în doi lobi (superior și inferior).

Fața internă este plană și vine în raport cu organele din mediastin. Pe această fază, mai aproape de marginica posterioră a plămânilor, se află hilul pulmonar, pe unde intră sau ies din plămân vasele, nervii și bronchia principală. La plămânu stâng (fig. 115), anterior de hil se află impresiunea cardiacă lăsată de ventricul stâng și impresiunea lăsată de aorta descendenta. La plămânu drept (fig. 116), anterior de hil se află impresiunea cardiacă, mai mică decât cea stângă, lăsată de atriu drept, cît și impresiunile lăsate de vena cavă superioară (deasupra impresiunii cardiace) și de vena cava inferioară (sub impresiunea cardiacă). Deasupra hilului se află impresiunea lăsată de crosa marii veneazygos, iar posterior de hil se află impresiunea marii veneazygos.

Baza plămânilor este concavă și vine în raport cu diafragme. Prin intermediul diafragmei, la dreapta vine în raport cu fata superioră a ficatului, iar la stânga cu fundul stomacului și cu spina. Vârful plămânilui depășește în sus prima coastă și vine în raport cu organele de la baza

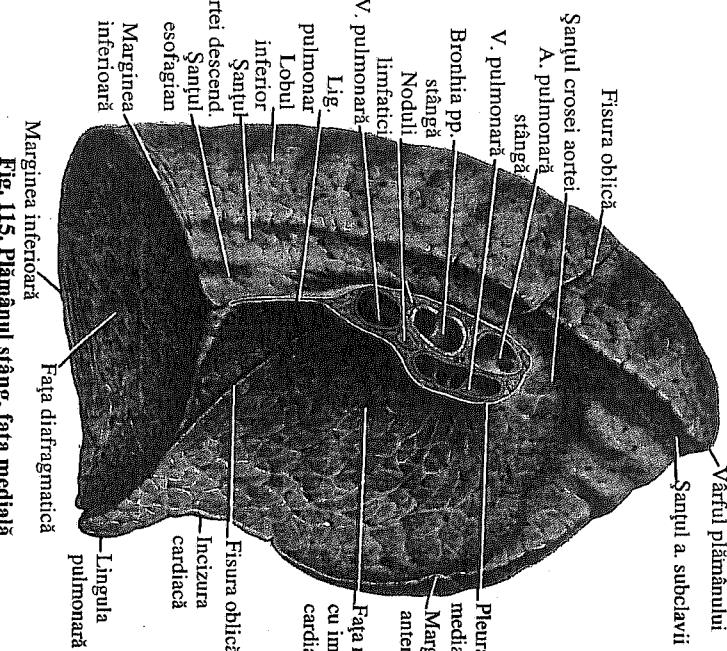


Fig. 115. Plămânu stâng, față medială

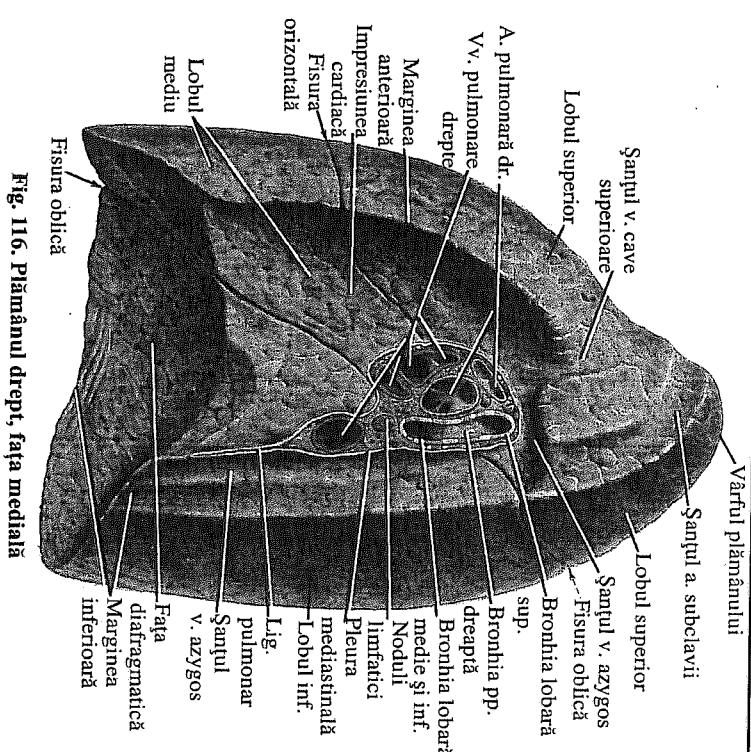


Fig. 116. Plămânu drept, față medială

gâtului. Marginica anterioară, ascuțită, este situată înapoia sternului și acoperită de recessul costomedianal, iar cea posterioară, rotunjită, este în raport cu coloana vertebrală și extremitatea posterioară a coasteelor.

STRUCTURA PLĂMÂNILOR

Plămâni sunt constituuiți din: arboarele bronșic, lobuli, (formatiuni piramidale, situate la nivelul ultimelor ramificații ale arborelui bronșic), ramificațiile vaselor pulmonare și bronșice, nervi și limfatici, toate cuprinse în țesut conjunctiv.

Arboarele bronșic. Bronchia principală, pătrunzând în plămân prin hil, se împarte întrapulmonar la dreapta în trei bronhi lobare (superioară, mijlocie și inferioară), iar la stânga în două bronhi lobare (superioară și inferioară).

Bronhiile lobare se divid apoi în bronhi segmentare care asigură aerata segmentelor bronhopulmonare (unități anatomicice și patologice ale plămânilor). Ele au limite, aeratie, vascularizare și patologie proprii. Plămânu drept are 10 segmente, iar cel stâng 9, lipsind segmentul medio-bazal (fig. 117, 118).

Bronhiile segmentare se divid în bronhole lobulare care deservesc lobul pulmonar, unități morfológice ale plămânilui, de formă piramidală, cu baza spre periferia plămânilui și vârful la hil. Bronhole lobulare, la rândul lor, se ramifică în bronhole respiratorii de la care pleacă ductele alveolare terminate prin săculeți alveolari. Peretii săculețiilor alveolari sunt compartenitați în alveole pulmonare.

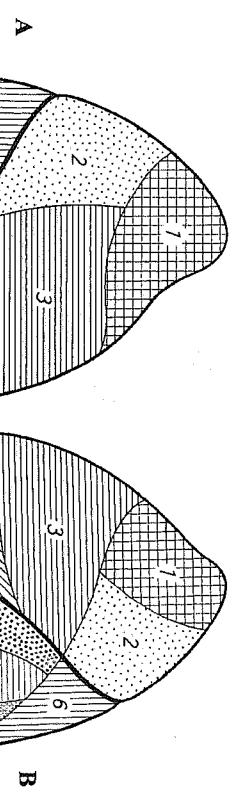


Fig. 117. Segmentația plămânilor drept și stâng, aspect lateral

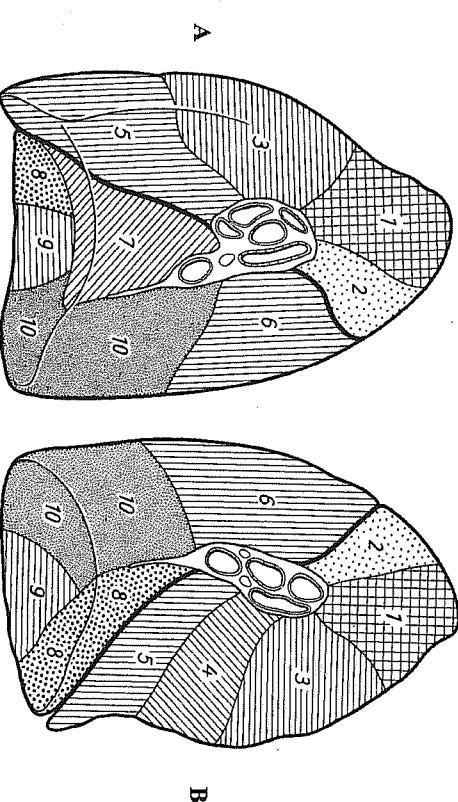


Fig. 118. Segmentația plămânilor drept și stâng, aspect medial

- A. Plămânul drept: lobul superior – 1. sg. apical, 2. sg. posterior, 3. sg. anterior; lobul medial – 4. sg. lateral, 5. sg. medial; lobul inferior – 6. sg. apical (superior); 7. sg. medio-bazal, 8. sg. bazal anterior, 9. sg. bazal lateral, 10. sg. bazal posterior.
- B. Plămânul stâng: lobul superior – 1. sg. apical, 2. sg. posterior, 3. sg. anterior, 4. sg. lingular superior, 5. sg. lingular inferior; lobul inferior – 6. sg. apical (superior), 8. sg. bazal anterior, 9. sg. bazal lateral, 10. sg. bazal posterior

Bronhiile respiratorii, împreună cu formațiunile derive din ele (ducte alveolare, săculeți alveolari și alveole pulmonare) formează acinii pulmonari. Aciul este unitatea morfologică a plămânilui.

Structura arborelui bronșic se modifică și ea. Bronhiile lobare au structură asenătoare fragmentat (însule de cartilaj), în schimb bronhiile lobulare și respiratorii pierd complet scheletul cartilaginos. Bronhiile lobulare și respiratorii au un perete fibroelastic, pe care sunt dispuse fibre musculare netede, cu dispoziție circulară. În perejii ductelor alveolare întâlnim numai membrana fibroelastică acoperită de epiteliu.

Alveolele pulmonare au formă unui săculeț mic, cu perete extrem de subțire, adaptat schimburilor gazoase. Pe o membrană fibroelastice există un epiteliu alveolar cu dublă funcție:

fagocitară și respiratorie. Există circa 75-100 milioane de alveole, însumând o suprafață de 80-120 m².

În jurul alveolelor se găsește o bogată rețea de capilare perialveolare, care împreună cu peretii alveolelor formează bariera alveo-capilară, în căre structură menționăm epitelium alveolar, membrana bazală fibro-elastică a alveolelor, membrana bazală a capilarului și endotelul capilar. La nivelul acestei bariere au loc schimburile de gaze dintre alveole și sânge.

VASCULARIZAȚIA PLĂMÂNIILOR

Plămâni au o dublă vascularizare: nutritivă și funcțională.

Vascularizarea nutritivă este asigurată de arterele bronșice, ramuri ale arterei toracale, care aduc la plămân sânge cu oxigen pentru arterele bronșice, parenchimul pulmonar și peretiile plămânilor pulmonare, deoarece acestea din urmă conțin sânge cu CO₂. Arterele bronșice intră în ratori, unde se termină în rețea capilară, de la care pornesc venele bronșice ce duc sângele cu CO₂ în sistemul venelorazygos, acesta terminându-se în vena cava superioară. Vascularizarea nutritivă a plămânilui face parte din marea circulație, care își are originea în ventriculul drept. Trunchiul pulmonar aduce la plămân sânge încărcat cu CO₂. După un scurt traiect se împarte în artera pulmonară dreaptă și stângă, patrunzând fiecare în plămân respectiv, prin hil. În plămân, arterele pulmonare se divid în ramuri ce însotesc ramificațiile arborelui bronșic până în jurul alveolelor, unde formează rețea capilară perialveolară. La acest nivel, sângelul cedează CO₂ și primește O₂. De la rețea capilară pornesc venele pulmonare (câte două pentru fiecare plămân). Ele ies din plămân prin hil și se duc spre atriu stâng.

Lîmfa plămânilui este colectată de ganglionii din hilul plămânilui.

Inervatia plămânilor provine din plexul bronhopulmonar. Fibrele parasimpatic determină mină bronchoconstricție și secreția glandelor din mucoasa bronșică, iar cele simpatice determină bronhdilatație.

PLEURA

Fiecare plămân este învelit de o seroasă numita pleură. Pleura prezintă o foță parietală, care căptușește peretii toracelui, și o foță viscerală, care acoperă plămânul patrunzând și în scizuri. Cele două foțe se continuă una cu cealaltă la nivelul pediculului pulmonar și al ligamentului pulmonar, care este o formațiune conjunctivă de formă triunghiulară, având vîrful la pedicul pulmonar și baza la nivelul diafragmei. Între cele două foțe există o cavitate virtuală,

cavitatea pleurală, în care se află o lana fină de lichid pleural. În cavitatea pleurală există o ușoară presiune negativă care obligă cele două foite să stea lipite una de cealaltă. Cele două foite ale pleurei se continuă una cu celalată la nivelul hilului.

Cavitatea pleurală

Devine reală când între cele două foite ale pleurei se acumulează sângere (hemotorax), lichid (hidrotorax) aer (pneumotorax), pufoi (potorax), lîmfă (chilotorax). Pleura parietală prezintă trei părți: portiunea costală, în raport cu coastele, portiunea diafragmatică, în raport cu diafragmul, și portiunea mediastinală, spre mediastin. Când pleura parietală trece de pe un perete pe altul formează recesuri. Când trece de pe coaste pe mediastin, ocolind vârful pulmonului, se formează recesul numit dormul pleural când trece de pe diafragm, ocolind baza plămânilui, se formează recesul costo-diafragmatic, iar când trece de pe coaste pe mediastin, ocolind marginea anterioară a plămânilui, se formează recesul costo-mediastinal.

MEDIASTINUL

Este spațiu cuprins între fetele mediale ale celor doi plămâni, acoperiți de pleurele mediastinale. Anterior ajunge până la stern, posterior până la coloana vertebrală, inferior până la diafragma, iar superior comunică larg cu baza gâtului prin apertura superioară a toracelui.

În mediastinul superior se găsesc:

- ramurile crosezi aortei, cele două vene brahocefalice, nervii vagi, nervii frenici, timusul, trachea, esofagul, lanțul simpanic toracic, ultima parte a canalului toracic;
- în mediastinul inferior se găsesc cordul cu vasele mari care își au originea sau se termină la acest nivel, cât și nervii frenici, iar pe un plan posterior esofagul, nervii vagi, simpaticul toracal, canalul toracic, sistemul azygos și aorta descendenta.

FIZIOLOGIA APARATULUI RESPIRATOR

Din punct de vedere funcțional, respirația poate fi împărțită în patru etape: 1. ventilația pulmonară, adică deplasarea aerului în ambele sensuri între alveolele pulmonare și atmosferă; 2. difuziunea O_2 și CO_2 , între alveolele pulmonare și sânge; 3. transportul O_2 și CO_2 , prin sânge și lichidele organismului către și de la celule; 4. reglarea respirației.

VENTILAȚIA PULMONARĂ

Dimensiunile plămânilor pot varia, prin distensie și retracție, în două moduri: prin mișcările de ridicare și coborâre ale diafragmului, care alungesc și surtează cavitatea toracică, și prin ridicarea și coborârea coasteelor, care determină creșterea și descreșterea diametru lui antero-posterior al caviatii toracice. Respirația normală, de repaus, se realizează aproape în întregime prin mișcările din prima categorie, adică în urma mișcărilor diafragmului.

În timpul inspirației, contracția diafragmului trage în jos suprafața inferioară a plămânilor. Apoi, în timpul expirației liniștite, diafragmul se relaxează, iar retracția elastică a plămânilor, a peretelui toracic și structurile abdominale comprimă plămânilii. Deoarece forțele toraco-pulmonare sunt insuficiente, producerea expirației forțată necesită o forță suplimentară, obținută prin contracția mușchilor abdominali, care împinge conținutul abdominal către diafragm.

A doua cale de expansionare a plămânilor o reprezintă ridicarea grilajului costal. În poziția de repaus, acesta este coborât, permijând sternului să se apropie de coloana vertebrală; când grilajul costal se ridică, acesta protejează înainte sternul, care se îndepărtează de coloana vertebrală, ceea ce mărește diametrul antero-posterior cu aproximativ 20% în inspirația maximă față de expirație. Mușchii care determină ridicarea grilajului costal se denumesc mușchii inspiratori și sunt, în special, mușchii gâtului. Mușchii care determină coborârea grilajului costal sunt mușchii expiatori, cum sunt, de exemplu, mușchii drepti abdominali.

Dacă nu există nici o forță care să-l mențină plin cu aer, plămâni, care are o structură elastică, se desumflă ca un balon. Între plămâni și peretii cutiei toracice nu există nici un punct de atracare, ei fiind fixați doar prin hil la nivelul mediastinului. Astfel, plămâni plutește în cavitatea toracică înconjurat de un strat subțire de lichid pleural, care reduce frecările generate de mișcările sale în această cavitate. Mai mult, pomparea continuă a acestui lichid în canalele limfatice menține o ușoară succiune între suprafața pleurei viscerale și cea a pleurei parietale. Astfel, suprafața plămânilor este atașată permanent de fața internă a cutiei toracice. Când aceasta se expandează și revine apoi la poziția inițială, plămâni urmăzează aceste mișcări, care, în plus, sunt mult ușurate de suprafețele pleurale bine lubrificate.

Presiunea pleurală este presiunea din spațiul înălțat cuprins între pleura visceră și ceea parietală. În mod normal, există o succiune permanentă a lichidului din acest spațiu, ceea ce duce la o mică presiune negativă la acest nivel (adică mai mică decât valoarea celei atmosferice). Presiunea pleurală normală la începutul inspirației este de aproximativ -5 cm H_2O . Aceasta este nivelul de presiune necesar pentru a menține plămânii desfinsă în timpul repausului. Apoi, în timpul inspirației normale, expansiunea cutiei toracice trage suprafața plămânilor cu o forță mai mare, astfel încât creează o presiune negativă intrapleurală de -7,5 cm H_2O .

Presiunea alveolară este presiunea din interiorul alveolelor pulmonare. În repaus, când glota este deschisă, aerul nu circulă între plămâni și atmosferă; în acest moment presiunea în orice parte a arborului respirator este egală cu presiunea atmosferică, considerată 0 cm H_2O . Pentru a permite pătrunderea aerului în plămâni în timpul inspirației, presiunea în alveole trebuie să scadă sub presiunea atmosferică, în timpul unei inspirații normale devine -1 cm H_2O . Această presiune negativă ușoară este suficientă pentru ca, în cele 2 secunde necesare inspirației, în plămâni să patrundă aproximativ 500 ml aer. Variatii opuse apar în timpul expirației: presiunea alveolară crește la aproximativ +1 cm H_2O , ceea ce forțează 500 ml aer să iasă din plămâni în 2-3 secunde, cât durează expirația.

Compliancea pulmonară este dată de măsură cu care plămâni cresc în volum pentru fiecare unitate de creștere a presiunii transpulmonare (presiunea pleurală minus presiunea alveolară). Complianța totală pulmonară normală la adult este de 200 ml/cm H_2O .

Prin înregistrarea diagramei complianței pulmonare, alcătuiră din curba complianței inspiratorii și a celei expiratorii, se observă aspectul diferit al celor două curbe, iar aspectul particular al diagramei se datorează forțelor elastice pulmonare. Acestea pot fi împărțite în două grupe: forțele elastice ale țesutului pulmonar însuși și forțele elastice produse de tensiunea superficială a lichidului care căpătușește la interior peretii alveolari și alte spații aeriene pulmonare.

Pișmâni conțin cantități mari de colagen și elastină. Fibrele de elastină sunt înținse la volume pulmonare mici și medii, iar cele de collagen previn supradistensia la volume pulmonare mari. Forțele elastice determinante de tensiunea superficială sunt mult mai complexe, reprezentând 2/3 din totalul forțelor elastice în pișmâni normali; în plus, forța elastică determinată de tensiunea superficială se modifică foarte mult atunci când surfactantul nu este prezent în lichidul alveolar. Forțele de tensiune superficială se manifestă la interfața dintre două stări de agregare diferite (de exemplu, lichid și gaz). Aceste forțe au tendința de a micșora suprafața de contact. Suprafața internă a alveolelor este acoperită de un strat subțire de lichid, iar în alveole există aer, deci și aici vor apărea forțe de tensiune superficială, care determină micșorarea suprafeței de contact; ca urmare, aerul alveolar are tendința de a ieși din alveole, iar acestea tind să colaboreze. Deoarece acest fenomen apare în toate spațiile aeriene pulmonare, efectul net este o forță rezultată a întregului pișmân, denumită forță de tensiune superficială. Surfactantul este un agent activ de suprafață, adică atunci când se răspândește pe toată suprafața unui lichid îl reduce acestuia tensiunea superficială. Surfactantul este secretat de celulele epiteliale alveolare de tip II și este un amestec complex de fosfolipide, proteine și ioni. Asfel, pentru alveolele cu raza de 100 μ și căptușite cu surfactant pulmonar normal, valoarea presiunii determinată de tensiunea superficială este de 4 cm H₂O, iar aceeași presiune fără surfactant este de 18 cm H₂O. Alte roluri ale surfactantului: 1. creșterea razei alveolare, ceea ce determină creșterea complianței pulmonare și scăderea lucrului mecanic al respirației; 2. scăderea filtrării la nivelul capilarilor pulmonare.

Complianța întregului sistem pulmonar (pișmâni și cutia toracică) este diferită de cea a plămânilor izolați, fiind de 110 ml aer/cm H₂O.

Lucrul mecanic al respirației. În respirația normală de repaus, contracția musculaturii inspiratorii are loc în inspir, în timp ce expirul este în întregime un proces pasiv, determinat de reculul elastic al plămânilor și structurilor elastice ale cutiei toracice. Ca urmare, mușchii respiratori efectuează lucru mecanic doar pentru a produce inspirul. Acest lucru mecanic poate fi împărțit în trei fracțiuni diferite: 1. cea necesară pentru expansiunea plămânilor împotriva proprietăilor lor forțe elastice, numită travaliu compliant sau lucru mecanic elastic; 2. cea necesară pentru depășirea vâscozității pulmonare și a structurilor peretelui toracic, numită lucru mecanic al rezistenței tisulare; 3. cea necesară pentru depășirea rezistenței opuse de către aeriene la trecerea aerului spre interiorul plămânilor, numită lucru mecanic al rezistenței căilor aeriene.

Energia necesară în respirație. În timpul respirației normale de repaus, doar 3 - 5% din energia cheltuită de organism este cerută de necesitățile energetice ale proceselor ventilatorii pulmonare. În schimb, în timpul unui efort fizic intens, necesarul de energie poate crește de până la 50 de ori față de repaus.

VOLUME SI CAPACITĂȚI PULMONARE

O metodă simplă pentru studiul ventilației pulmonare este înregistrarea volumului aerului deplasat spre interiorul și, respectiv, exteriorul plămânilor (fig. 119), procedeu numit spirometrie (datorită denumirii aparatului utilizat, spironometru).

Există patru volume pulmonare diferite, care, adunate, totalizează volumul maxim pe care îl poate atinge expansiunea pulmonară. Semnificația acestor volume este următoarea:

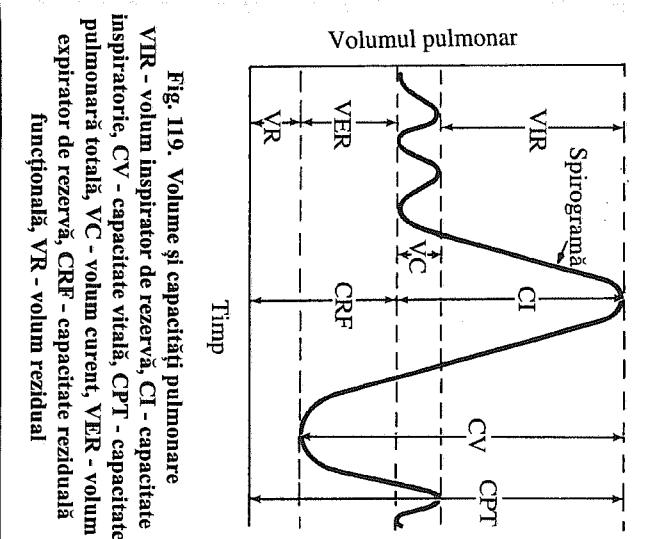


Fig. 119. Volume și capacitați pulmonare
VIR - volum inspirator de rezervă, CI - capacitate inspiratorie, CV - capacitate vitală, CPT - capacitate pulmonară totală, VC - volum curent, VER - volum expirator de rezervă, CRF - capacitate reziduală funcțională, VR - volum rezidual

• **Capacitațiile pulmonare** sunt sume de două sau mai multe volume pulmonare.

- **Capacitatea inspiratorie**, egală cu suma dintre volumul curent și volumul inspirator de rezervă, reprezintă cantitatea de aer pe care o persoană o poate respira pornind de la nivelul expirator normal până la distenția maximă a plămânilor (3500 ml).

- **Capacitatea reziduală funcțională**, egală cu suma dintre volumul expirator de rezervă și volumul rezidual, reprezintă cantitatea de aer ce rămâne în plămâni la sfârșitul unei expirații normale (2300 ml).

- **Capacitatea vitală**, egală cu suma dintre volumul inspirator de rezervă, volumul curent și volumul expirator de rezervă, reprezintă volumul maxim de aer pe care o persoană îl poate scoate din plămâni după o inspirație maximă (4600 ml).

- **Capacitatea pulmonară totală**, egală cu capacitatea vitală plus volumul rezidual, reprezintă volumul maxim până la care pot fi expandați plămâni prin efort inspirator maxim (5300 ml).

Toate volumele și capacitațiile pulmonare sunt cu 20-25% mai mici la femei decât la bărbați; de asemenea, ele sunt mai mari la atleți și mai mici la persoanele astenice.

Cu excepția volumului rezidual, celelalte volume pulmonare se măsoară spironometric. Pentru măsurarea volumului rezidual, ca și a capacitațiilor care îl includ se utilizează alte metode de măsurare: metoda diluției sau tehnică plethysmografică.

Volumul respirator pe minut este cantitatea totală de aer deplasată în arborele respirator în fiecare minut și este egal cu produsul dintre volumul curent și frecvența respiratorie (volum curent - 500 ml; frecvența respiratorie - 12 respirații / min), fiind egal cu 6 l/min. În diferite condiții fiziolești și patologice, aceste valori se pot modifica foarte mult.

Ventilația alveolară este volumul de aer care ajunge în zona alveolară a tractului respirator în fiecare minut și participă la schimbările de gaze respiratorii. Valoarea sa medie este de 4,5-5 l/min, deci numai o parte din volumul respirator pe minut, restul reprezintă ventilația spațiului mort (aer care umple căile aeriene până la bronhiile terminale). Ventilația alveolară este unul dintre factorii majori care determină presiunile parțiale ale oxigenului și dioxidului de carbon în alveole.

DIFUZIUNEA

După ventilația alveolară urmărează o nouă etapă a procesului respirator; aceasta este difuziunea oxigenului din alveole în săngele capilar și difuziunea în sens invers a dioxidului de carbon.

Toate gazele implicate în fiziologia respirației sunt molecule simple, libere să se miște unele printre altele, proces deunut difuziune. Afirmarea este valabilă și pentru gazele dizolvate în lichidele și țesuturile organismului.

Pentru ca difuziunea să poată avea loc este necesară o sursă de energie. Aceasta rezultă din însăși cinetica moleculelor. Se știe că toate moleculele întregii materii se află într-o continuă mișcare, ce nu încetează decât la temperatura zero absolut. Moleculele libere, neatâzate unele de altele, se deplasează în linie dreaptă cu o viteză foarte mare, până ce se lovesc de o altă molecule. Apoi ele se resping reciproc. Înțând alte direcții de mișcare pe care le păstrează până la o nouă coliziune. În acest mod, moleculele se mișcă rapid unele printre altele.

Cauza presiunii este impactul constant al moleculelor cu o suprafață, în timpul mișcării alveolelor este proporțională, în orice moment, cu suma forțelor de impact dintre moleculele gazului și aceste suprafețe.

În fiziologia respirației avem de-a face cu un amestec gazoas, conținând mai ales oxigen, azot și dioxid de carbon. Rata difuziunii acestora va fi direct proporțională cu presiunea exercitată de către fiecare gaz în parte, denumită presiunea parțială a gazelor.

Gazele dizolvate în apă sau în țesuturi dezvoltă, de asemenea, presiuni, deoarece moleculele acestora se mișcă dezordonat, posedând energie cinetică la fel ca și în stare gazoasă. Immediat ce aerul a pătruns în căile respiratorii, apa de la suprafața acestora se evaporă, umezindu-l. Presiunea exercitată de către moleculele de apă spre a se desprinde de suprafață apei se numește presiunea vaporilor de apă. La temperatură normală a corpului, 37°C , valoarea presiunii vaporilor de apă este de 47 mm Hg.

Concentrația gazelor în aerul alveolar este foarte diferită de cea din aerul atmosferic. Există câteva cauze ale acestor diferențe. Mai întâi, cu fiecare respirație, aerul alveolar este înlocuit doar parțial cu aer atmosferic. În al doilea rând, din aerul alveolar este extras permanent oxigenul și primindu-se permanent dioxid de carbon din săngele pulmonar. În al treilea rând, aerul atmosferic uscat care pătrunde în căile respiratorii este umedizat înainte de a ajunge la alveole.

Capacitatea reziduală funcțională este de 2500 ml. Cu fiecare respirație pătrund în alveole 350 ml aer proaspăt și același volum de aer este expirat. Rezultă că numai o șepțime din volumul de aer alveolar este reînmoot cu fiecare respirație. În cazul unei ventilații alveolare normale sunt necesare 17 secunde pentru a reînmota jumătate din volumul de aer alveolar. Aerisirea lentă a aerului alveolar este foarte importantă pentru prevenirea schimbărilor brusă ale concentrației sangvine a gazelor.

Unitatea respiratorie este alcătuită dintr-o bronhiolă respiratorie, ducturi alveolare, având un diametru de aproximativ 0,2 mm. Pereti alveolelor sunt extrem de subțiri, iar între ei se află o rețea de capilare bogat anastomozate între ele. Datorită acestor plexuri capilare extrem de extinse, schimbul de gaze dintre aerul alveolar și săngele capilar devine posibil și are loc prin membranele tuturor porțiunilor terminale ale plămănilor. Aceste membrane sunt denumite generic membrane respiratorii sau membrane pulmonare.

Membrana respiratorie este alcătuită din: 1. endotelul capilar; 2. interstițiul pulmonar; 3. epitelul alveolar; 4. surfactant. Grosimea sa medie este de $0,6 \mu$, puțind atinge, în anumite locuri, $0,2 \mu$. Suprafața sa este de $50-100 \text{ m}^2$ (fig. 120).

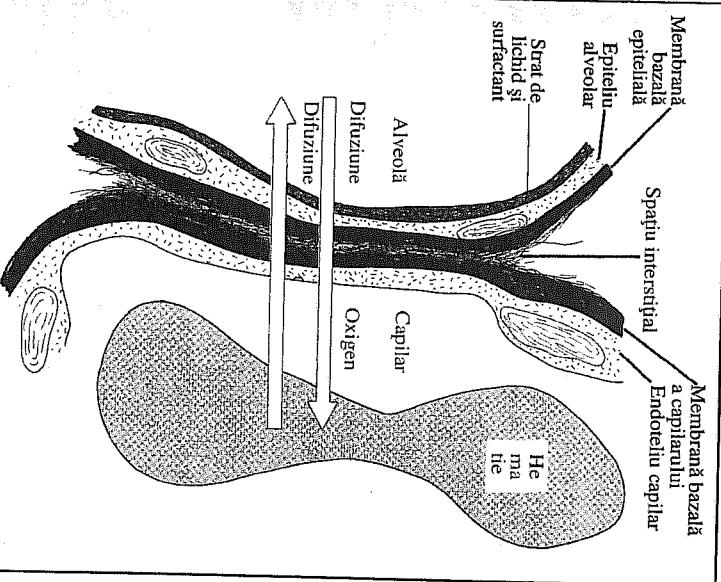


Fig. 120. Ultrastructura membranei respiratorii

Factorii care influențează rata difuziunii gazelor prin membrana respiratorie sunt:

1. presiunea parțială a gazului în alveolă;
2. presiunea parțială a gazului în capilar pulmonar,
3. coeficientul de difuziune al gazului (este specific pentru fiecare tip de molecule și este proporțional cu solubilitatea gazului în membrană, invers proporțional cu rădăcina pătrată a greutății moleculare a gazului și direct proporțional cu temperatura absoluță);
4. capacitatea de difuziune prin membrana respiratorie este aproape aceeași cu rata difuziunii în apă;
4. dimensiunile membranei respiratorii (invers proporțional cu grosimea și direct proporțional cu suprafața sa).

Capacitatea de difuziune a membranei respiratorii este volumul unui gaz care difuzează prin membrană în fiecare minut, la o diferență de presiune de un mm Hg. Toți factorii care afectează difuziunea prin membrana respiratorie pot afecta și capacitatea de difuziune.

Capacitatea de difuziune pentru oxigen la adultul sănătos,

21 ml/min/mm Hg.

În timpul eforturilor fizice sau în alte condiții care măresc mult debitul sanguin pulmonar și ventilația alveolară, capacitatea de difuziune pentru oxigen, la adultul sănătos, poate crește la o valoare maximă de 65 ml/min/mm Hg. Această creștere se datorizează mai ales deschiderii suplimentare de capilare pulmonare, care erau închise în stare de repaus, crescând

astfel suprafata de schimb. Astfel, în timpul efortului fizic, oxigenarea sângelui crește nu numai ca urmare a creșterii ventilației, ci și datorită creșterii capacității membranei respiratorii de a transfera oxigenul în sânge.

Capacitatea de difuziune pentru dioxidul de carbon se estimează înălând cont de faptul că pentru acest gaz coefficientul de difuziune este de 20 de ori mai mare ca al oxigenului; astfel, la adultul sănătos, în repaus, capacitatea de difuziune este de 400-450 ml/min/mm Hg și de 1200-1300 ml/min/mm Hg, în condiții de efort fizic.

Factorii care influențează capacitatea de difuziune a plămânilor în de proprietățile sistemului pulmonar (componentul membrana respiratorie) și de rata de reacție a gazelor cu hemoglobina (componentul sânge, reprezentat de timpul de reacție și de cantitatea de hemoglobină). Fiecare dintre acești factori reprezintă o rezistență la transferul gazelor.

Echilibrarea. Difuziunea oxigenului se face din aerul alveolar spre săngel din capilarele pulmonare, deoarece presiunea parțială a O₂ în aerul alveolar este de 100 mm Hg, iar în săngel ce intră în capilarele pulmonare este de 40 mm Hg. După ce traversează membrana respiratorie, moleculele de O₂ se dizolvă în plasma, ceea ce duce la creșterea presiunii parțiale a O₂ în plasma; consecutiv, O₂ difuzează în hemati, unde se combină cu hemoglobina. În mod normal, egalarea presiunilor parțiale, alveolară și sanguină, ale O₂ se face în 0,25 secunde. Hematia petrece, în medie, 0,75 secunde în capilarul pulmonar; dacă echilibrarea apare în 0,25 secunde, rămâne un interval de 0,50 secunde, numit margine de siguranță, și care asigură o preluare adecvată a O₂ în timpul unor perioade de stres (efort fizic, expunere la altitudini mari etc.).

Difuziunea CO₂ se face din săngel din capilarele pulmonare spre alveole, deoarece presiunea parțială a CO₂ în săngel din capilarele pulmonare este de 46 mm Hg, iar în aerul alveolar de 40 mm Hg. Deși gradientul de difuziune al CO₂ este de doar o zecime din cel al O₂, CO₂ difuzează de 20 de ori mai repede decât O₂, deoarece este de 25 de ori mai solubil în lichidele organismului decât O₂. În mod normal, egalarea presiunilor parțiale, alveolară și sanguină, ale CO₂ se face în 0,25 secunde.

TRANSPORTUL GAZELOR

Transportul O₂. După ce difuzează prin membrana respiratorie, oxigenul se dizolvă în plasma din capilarele pulmonare; din plasma, O₂ difuzează în eritrocite, unde se combină reversibil cu ionii de fier din structura hemoglobinei, transformând deoxihemoglobina în oxihemoglobina. Fiecare gram de hemoglobină se poate combina cu maximum 1,34 ml O₂; în mod normal, există 12-15 g hemoglobină/dl sânge. Astfel, sângele arterial transportă 20 ml O₂/dl, din care 98,5% este transportat de hemoglobină, iar 1,5% dizolvat în plasma. Fiecare molecule de hemoglobină se poate combina cu maximun 4 molecule de O₂, situație în care saturarea hemoglobinei cu O₂ este de 100%. Cantitatea de O₂, ce se combină cu hemoglobina depinde de presiunea parțială a O₂, astă cum se observă și din curba de asociere (disociere) a hemoglobinei cu oxigenul, care nu este liniară, ci are aspect de S italic. (fig. 121). Afinitatea hemoglobinei peatru O₂ este invers proporțională cu P₅₀ (care reprezintă presiunea parțială a O₂ la care saturarea hemoglobinei cu O₂ este de 50%). Valoarea normală a lui P₅₀ în săngel arterial este de 27 mm Hg. Hemoglobina este o enzima alosterică ce interacționează cu O₂; de aceea, afinitatea ei pentru O₂ poate fi modificată de diferiți liganzi. Astfel, scăderea pH-ului, creșterea temperaturii, a presiunii parțiale a CO₂ și a concentrației de 2,3 DPG determină scăderea afinității hemoglobinei

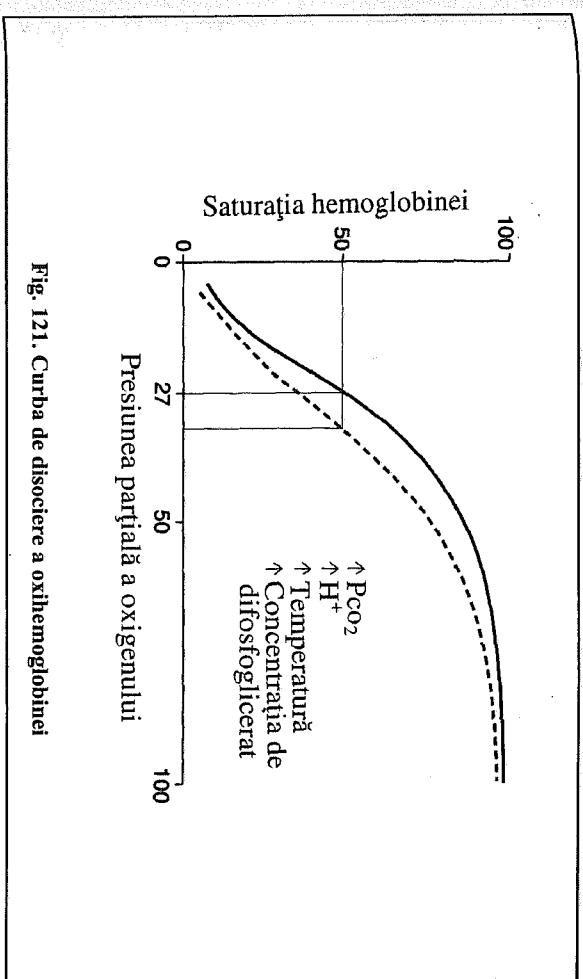


Fig. 121. Curba de disociere a oxihemoglobinei

pentru O₂, ilustrată prin scăderea valorii lui P₅₀. Variatiile în sens invers ale acestor parametri determină creșterea afinității hemoglobinei pentru O₂.

La nivelul țesuturilor, presiunea parțială a O₂ este de 40 mm Hg, iar O₂ va difuza din plasma în interstitiu și de aici în celule. Are loc scăderea rapidă a presiunii parțiale a O₂ plasmatic, fapt ce determină disocierea oxihemoglobinei, hemoglobina rămnând saturată în proporție de 50-70%.

Fiecare 100 ml sânge eliberează la țesuturi, în repaus, câte 7 ml O₂. Acesta este coefficientul de utilizare a O₂.

În timpul efortului fizic, acest coefficient poate crește la 12%. Prin cedarea O₂ la țesuturi, o parte din oxihemoglobină devine hemoglobină redusă, care imprimă săngelui venos culoarea roșu-violaceu caracteristică.

Transportul CO₂. CO₂ este rezultatul final al proceselor oxidative tisulare. El difuzează din celule în capilare, determinând creșterea presiunii sale parțiale în săngel venos cu 5 - 6 mm Hg față de săngelul arterial.

CO₂ este transportat prin sânge sub mai multe forme: 1. dizolvat fizic în plasma (5%); 2. sub formă de carbaminohemoglobină, ce rezultă prin combinarea CO₂ cu grupările NH₂ terminale din lanturile proteice ale hemoglobinei (5%); 3. sub formă de bicarbonat plasmatic (90%), obținut prin fenomenul de membrană Hamburger sau fenomenul migrării clorului, care are loc la nivelul eritrocitelor (CO₂ intră în eritrocit, unde, în prezența anhidrazei carbonice, reacționează rapid cu apa, formând acid carbonic; acesta disociază în ion de hidrogen și ion bicarbonat, cel din urmă difuzând în plasma; ionul de hidrogen este neutralizat de hemoglobina redusă.

Deoarece ionul bicarbonat este încărcat negativ, iar membrana eritrocitului este relativ impermeabilă pentru cationi, ieșirea ionului bicarbonat din celulă determină o scădere a numărului de sarcini electrice negative în interiorul celulei; pentru neutralizarea acestui efect, ionul de clor difuzează din plasma în eritrocit (fig. 122).

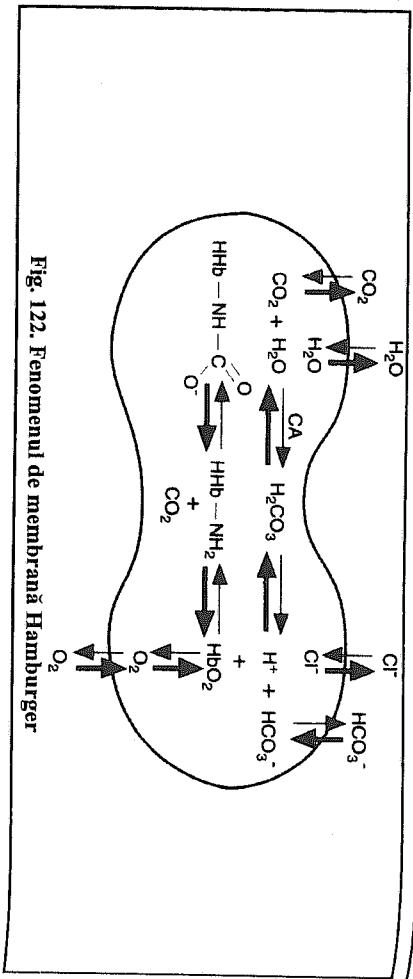


Fig. 122. Fenomenul de membrană Hamburger

REGLAREA RESPIRAȚIEI

MECANISMELE SISTEMULUI NERVOUS CENTRAL

Mușchii respiratori sunt mușchi scheletici și, ca urmare, pentru a se contracta au nevoie de stimuli electrici transmiși de la nivelul sistemului nervos central. Acești stimuli sunt transmiși prin intermediul nervilor somatice. Mușchii inspirator cel mai important, diafragm, este inervat prin fibre motorii ale nervilor frenici, care își au originea în regiunea cervicală a măduvei spinării. Impulsurile ajung la nivelul nervilor frenici pe căi voluntare sau involuntare ale SNC. Această dualitate a căii de conducere permite controlul voluntar al respirației în timpul unor activități cum sunt: vorbitul, cântatul, înnotul, alături de controlul involuntar, care permite oamenilor să respire automata, fără efort conștient.

Centrul bulbar. Rитmul de bază, involuntar, automat al respirației este generat în bulbul răbdian, dar sursa exactă și mecanismul de generație rămân necunoscute. Respirația spontană are loc atât timp cât bulbul răbdian și măduva spinării sunt intacte. Bilateral, în bulb, există două grupuri de neuroni care generează ritmul de bază: grupul respirator dorsal (GRD) și grupul respirator ventral (GRV). Activitatea nervoasă din alte zone ale SNC (puncte, talamus, SRAA, cortex cerebral) și aferențele nervilor vag, glosofaringian și ale nervilor somatici influențează activitatea GRD și a GRV. GRD se află bilateral în bulb, localizat în nucleul tractului solitar. Neuronii acestui grup sunt neuroni inspiratori (descarcă impulsuri în timpul inspirației). Sunt considerați generatorii ritmului primar al inspirației, deoarece activitatea lor crește gradat în timpul inspirului; activitatea lor electrică a fost asemănătoare cu o rampă, deoarece ea prezintă un crescendo în timpul inspirului, după care dispare rapid. Astfel, în respirația normală, semnalul începe foarte slab și crește uniform, în timp de 2 secunde, luând aspectul unei pante ascendentе (rampe). El încheiează brusc pentru următoarele 3 secunde și apoi se reia un alt ciclu; acest model se repetă permanent. Avantajul unui astfel de semnal este că el determină o creștere uniformă a volumului plămânilor în timpul inspirației.

Aferențele la GRD sunt în primul rând de la nervii vag și glosofaringian, care aduc informații de la chemoreceptori periferici și de la receptorii mecanici din plămâni. Activitatea GRD este stimulată de scăderea presiunii parțiale a O_2 , de creșterea presiunii parțiale a CO_2 , de scăderea pH-ului, de creșterea activității la nivelul SRAA. Activitatea GRD este inhibată de destinderea plămânilor, prin impulsuri primite de la receptorii de întindere din plămâni.

Eferențele de la GRD merg la motoneuronii intercostali și la nervul frenic contralateral, precum și la GRV. GRV este localizat la 5 mm anterior și lateral de GRD. Neuronii acestui grup rămân aproape total inactivi în timpul respirației normale liniștite. Prin urmare, respirația normală de repaus este controlată numai de semnale inspiratorii repetitive din GRD, transmise în principal către diafragm, iar expirația rezultă din reculul elastic al cutiei toracice și al plămânilor. Când semnalele pentru creșterea ventilației pulmonare devin mai mari decât normal, semnalele respiratorii se îndreaptă dinspre mecanismul oscilator de bază al GRD către GRV. În consecință, doar în această situație GRV își aduce contribuția la coordonarea respirației. Stimularea electrică a unor neuroni din GRV determină inspirația, în timp ce stimularea altora determină expirația. Deçi, acești neuroni contribuie atât la inspirație, cât și la expirație. În plus, ei sunt implicați în elaborarea unor semnale expiratorii puținice către mușchii abdominali în timpul expirației forțate (astfel, această are operează ca un mecanism de suprastimulare, când sunt necesare nivele înalte ale ventilației pulmonare).

Centrii pontini sunt arii ale trunchiului cerebral ce modifică activitatea centrilor bulbari respiratori.

Centrul apneusic se găsește în zona caudală a punctii, dar nu a fost identificat ca entitate neuronală. Eferențele de la acest centru determină creșterea duratei inspirației, micșorând frecvența respiratorie; rezultatul este un inspir mai adânc și mai prelungit. În mod normal, centru apneusic este inhibat de impulsuri transmise prin nervul vag și de activitatea centrului pneumotaxic. Vagotomia bilaterală și distrugerea centrului pneumotaxic determină perioade prelungite de inspir (apneusis).

Centrul pneumotaxic, localizat dorsal, în puntea superioară, transmite continuu impulsuri către aria inspiratorie. Efectul principal al acestora este de a controla punctul de întrerupere al pantei inspiratorii, determinând astfel durata inspirului (limitează inspirația). În plus, acțiunea sa este un efect secundar de creștere a frecvenței respirației, deoarece limitarea inspirației scurtează și expirația, deci și întreaga perioadă a ciclului respirator. Astfel, un semnal pneumotaxic puternic poate crește frecvența respiratorie până la 30-40 respirații pe minut. (fig. 123).

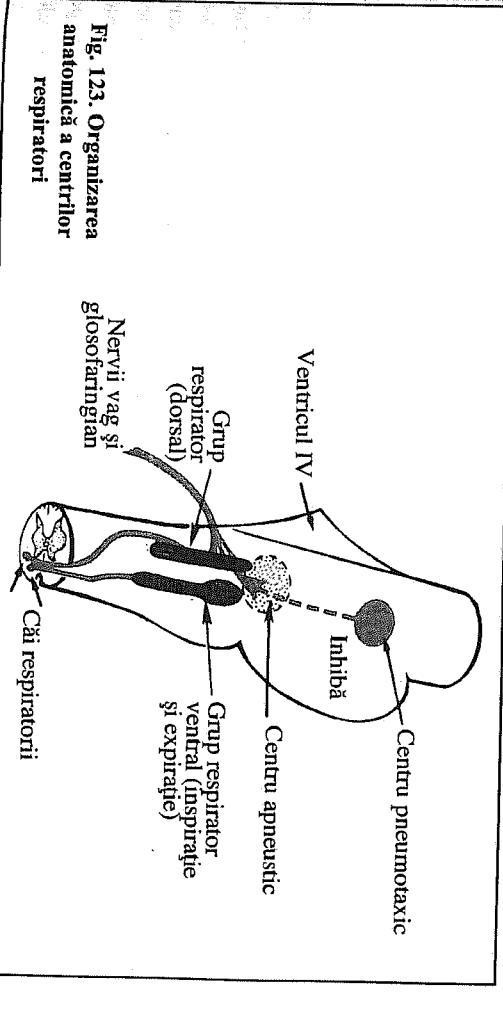


Fig. 123. Organizarea anatomică a centrilor respiratori

Chemoreceptorii centrali (aria chemosenzitivă a centrului respirator) sunt localizați bilateral și se întind până la mai puțin de 1 mm de suprafața ventrală a bulbului rahidian.

Sunt sensibili la concentrația ionilor de hidrogen din lichidul cefalorahidian (LCR) și din lichidul intersticial. Ioni nu pot traversa bariera hematencefalică; CO_2 poate traversa această barieră, apoi se hidratează rezultând H_2CO_3 , care dissociază în H^+ și HCO_3^- , ceea ce modifică concentrația H^+ în LCR și țesutul cerebral. Creșterea concentrației CO_2 (H^+) în LCR determină chemoreceptorii periferici să stimuleze respirația. Astfel, CO_2 sanguin are un efect foarte mic de stimulare directă asupra acestor chemoreceptori, în schimb, efectul său indirect, prin H^+ , este remarcabil. Aproximativ 85% din controlul basal al respirației prin mecanism chimic se realizează prin efectul stimulator al CO_2 (H^+) asupra chemoreceptorilor centrali. Restul de 15% se realizează cu ajutorul chemoreceptorilor periferici (fig. 124).

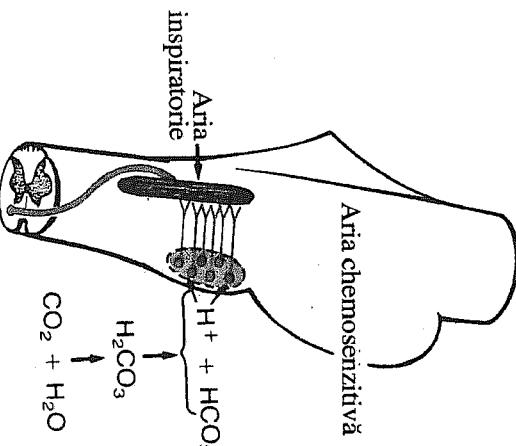


Fig. 124. Aria chemosenzitivă a centrului respirator

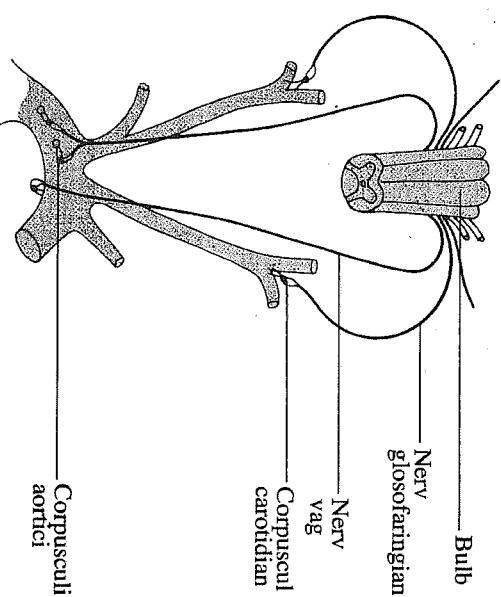


Fig. 125. Sistemul chemoreceptor periferic

La reglarea respirației contribuie și alte tipuri de receptori.

- Receptori activați prin întindere sunt localizați în căile aeriene mici și sunt stimulați de distensia plămânilor; stimularea lor inițiază reflexul Hering-Breuer, reflex ce stopează inspirul prin trimiterea de impulsuri ce inhibă centrii respiratori pontini și bulbari, via nervul vag.
- Receptori activați de substanțe iritante sunt localizați în căile aeriene mari, fiind stimulați de fum, gaze toxice, particule din aerul inspirat. Sunt declanșate astfel reflexele de tuse, bronhoconstricție, secreție de mucus și apnee (oprirea respirației).
- Receptori J sunt localizați în interstitiul pulmonar la nivelul capilarelor pulmonare și sunt stimulați de distensia vaselor pulmonare; ei inițiază reflexe ce determină respirație rapidă și superficială.
- Receptori de la nivelul cutiei toracice pot detecta forța generată de contractia mușchilor respiratori. Informațiile de la acești receptori participă la apariția senzației de dispneu (dificultate în respirație).

Chemoreceptorii periferici se găsesc în afara SNC, la nivelul corpilor aortici și carotideni. Ei sunt stimulați de scăderea presiunii parțiale a O_2 , creșterea presiunii parțiale a CO_2 și scăderea pH-ului în sângele arterial. Chemoreceptorii periferici sunt singurii din organism care detectează modificarea presiunii parțiale a O_2 în lichidele organismului. Sunt stimulați de scăderea presiunii parțiale a oxigenului în sângele arterial sub 60-80 mm Hg. Impulsurile aferente de la acești receptori sunt transmise sistemului nervos central prin nervii vag (de la corpuri aortici) și glosofaringian (de la corpuri carotideni), consecința stimulării lor fiind creșterea frecvenței și amplitudinii respirațiilor. Creșterea presiunii parțiale a CO_2 stimulează chemoreceptorii periferici, dar efectul ei major se realizează la nivelul chemoreceptorilor centrali. Scăderea pH-ului stimulează, de asemenea, acești chemoreceptori (fig. 125).

APARATUL CARDIOVASCULAR

ANATOMIA APARATULUI CARDIOVASCULAR

INIMA

Inima este organul central al aparatului cardiovascular. Este situată în mediastin și are forma unei piramide triunghiulare sau a unui con turtit, culcat pe diafragmă. Axul inimii este oblic dirijat în jos, la stânga și înainte, astfel că 1/3 din inimă este situată la dreapta și 2/3 la stânga planului mediosagital al corpului. Greutatea inimii este de 250-300 g, iar volumul este asemănător pumnului drept. Prezintă o față convexă, sternocostală, și o față plană, diafragmatică (fig. 126).

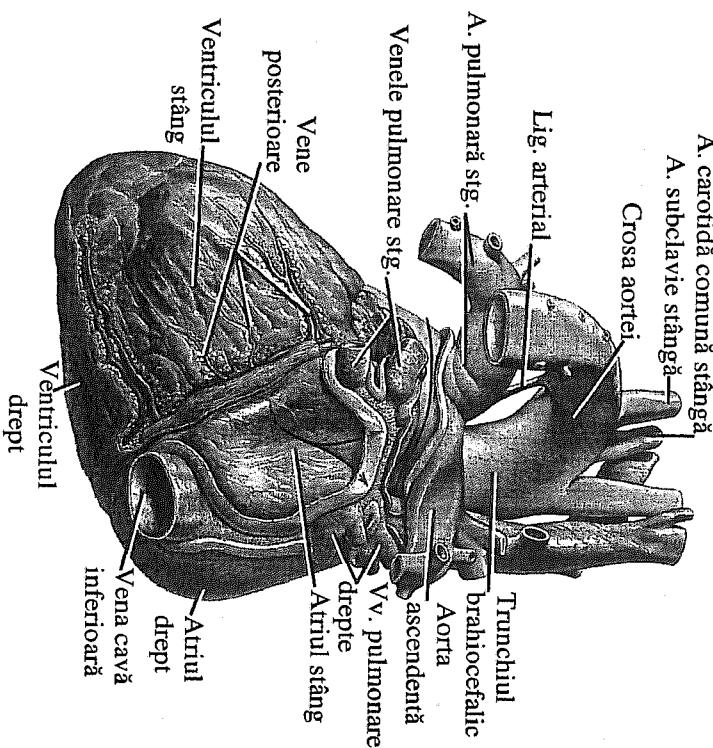


Fig. 126. Cordul, față diafragmatică

Cele două fețe se unesc printre o margine mai ascuțită, marginea dreaptă. Marginea stângă, rotunjită, se prezintă ca o adevarată față, față pulmonară. Vârful inimii, orientat în jos și spre stânga, este situat în spațiul 5 intercostal stâng, unde acest spațiu este intersectat de linia medioclaviculară stânga. Baza inimii privește înapoia și la dreapta; de la nivelul ei pleacă arterele mari ale inimii (aorta și trunchiul pulmonar) și sosesc venele mari (cele două vene cave și cele patru vene pulmonare). La baza inimii se află atrile, iar spre vîrf ventriculii.

Pe față sternocostală, între cele două ventricule se află șanțul interventricular posterior. Între atrii și ventricule se găsesc șanțurile coronar stâng și, respectiv, drept. În aceste patru șanțuri se găsesc arterele și venele inimii.

CAVITĂȚILE INIMII

Atrile au formă aproxiimativ cubică, capacitate mai mică decât a ventriculilor, peretii mai subțiri și prezintă câte o prelungire, numite urechiușe. La nivelul atriului drept se găsesc cinci orificii: orificiul venei cave superioare, orificiul venei cave inferioare, prevăzut cu valvula Eustachio, orificiul sinusului coronar, prevăzut cu valvula Thebesius, orificiul urechiușei drepte și orificiul atrioventricular drept, prevăzut cu valvula tricuspidă (fig. 127); aceasta din urmă proeminentă ca o pâlnie în ventricul.

La nivelul atriului drept se disting două porțiuni: una, între cele două vene cave, numită porțiunea sinusală (care la începutul dezvoltării este o cană distincță de atrii, dar foarte timid purin este încorporată în atriu drept); cea de-a doua porțiune este atriu drept propriu-zis, care prezintă o musculatură specială (mușchii pectinați).

Între porțiunea sinusală și atriuul propriu-zis se află creasta terminală de la care pornesc mușchii pectinați.

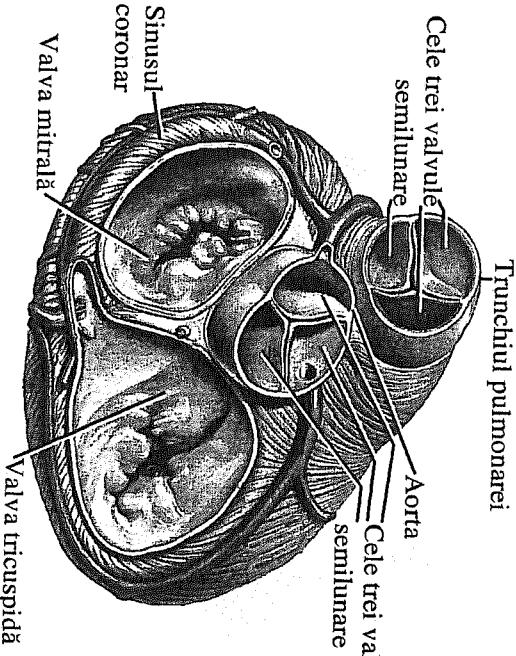


Fig. 127. Vasele mari de la baza cordului și planul orificial al cordului

La nivelul atriușei stângi și orificiul atrioventricular prevăzut cu valvula bicuspidă. Cele două atrii sunt separate prin septul interatrial. La nivelul acestuia, în viață intrauterină există orificiul Botallo, prin care cele două atrii comunică între ele. După naștere, acest orificiu se închide prin apariția fosetă ovală, înconjurată de un relief muscular numit limbul fosetă ovală (Vieussens).

Dacă orificiul Botallo persistă după naștere, apare maladie albastră, datorită anestecării săngelui arterial cu cel venos. Indivizii au tegumentele alături, datorită neoxigenării sanguului arterial.

Ventriculele au o formă piramidală triunghiulară, cu baza spre orificiul atrioventricular. Pereții lor nu sunt netezi, ci prezintă pe fața internă niște trabecule cărnoase. Trabeculele sunt de trei categorii (fig. 128, 129):

- de ordinul I - mușchii papili, de formă conică, prin baza lor aderând de peretei ventriculilor, iar vârful oferind inserție cordajelor tendinoase care se prind pe valvulele atrioventriculare. Cordajele tendinoase împiedcă împingerea valvulelor spre atrii în timpul sistolei ventriculare. Există trei mușchi papili în ventriculul drept și numai doi în ventricul stâng.
- de ordinul II - care se inseră prin ambele capete pe pereții ventriculari;

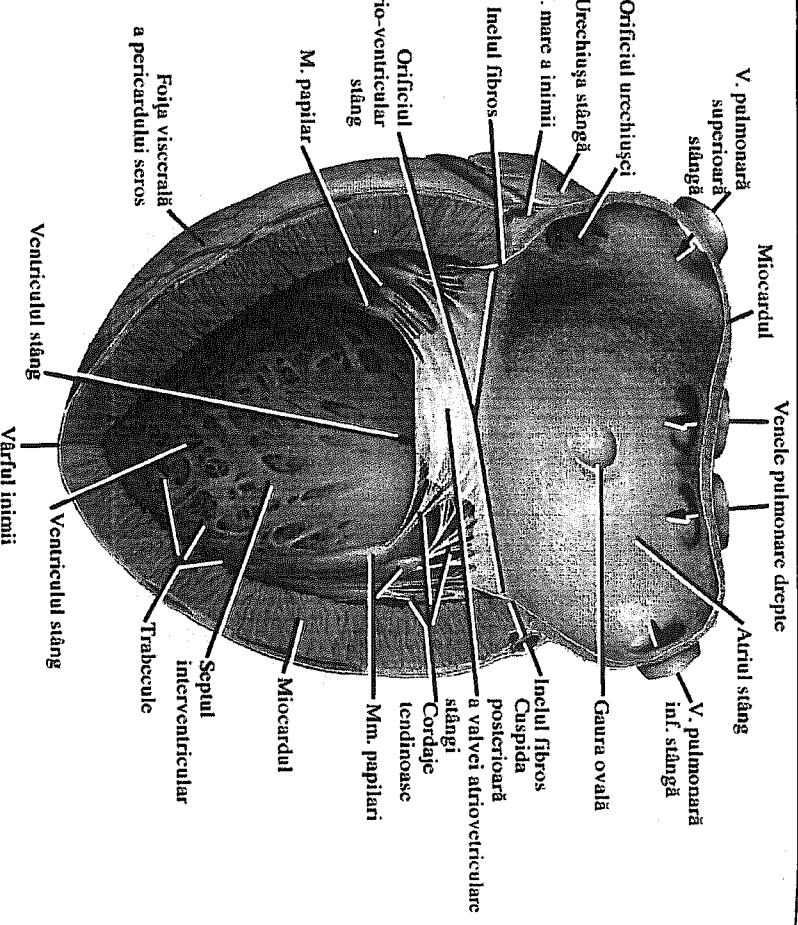


Fig. 128. Hemicordul drept (deschis)

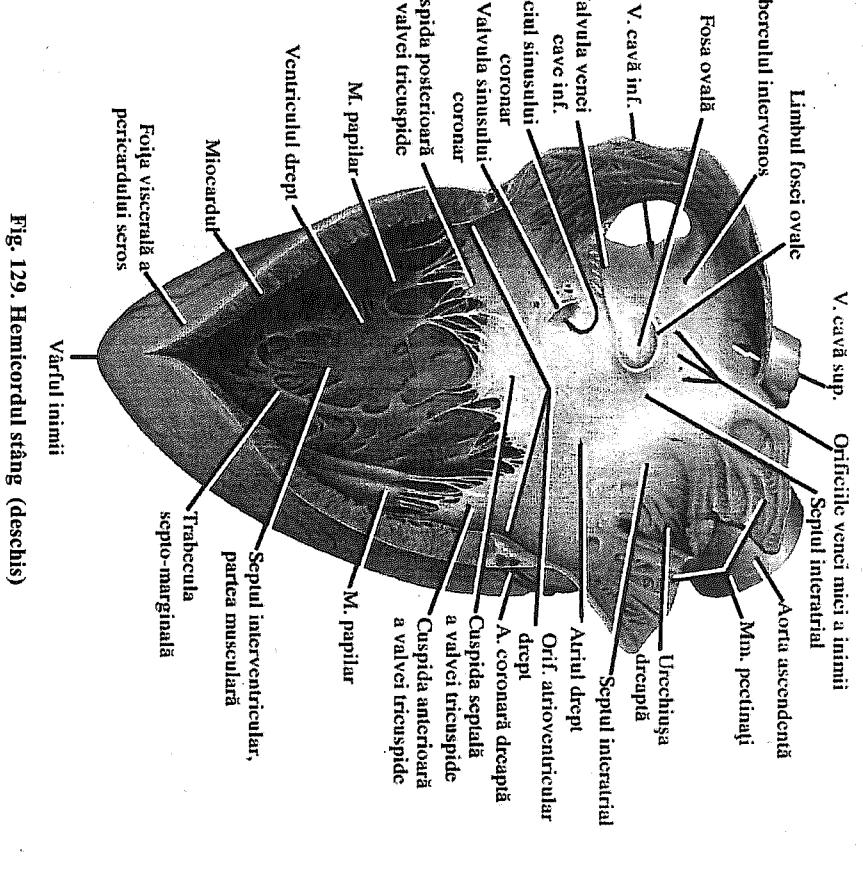


Fig. 129. Hemicordul stâng (deschis)

- de ordinul III - care aderă pe totă întinderea lor de pereții ventriculari, făcând relief în interiorul ventriculilor.

La baza ventriculilor se află orificiile atrioventriculare (drept și stâng), fiecare prevăzut cu valvula atrioventriculară respectivă, cât și orificiile arteriale prin care ventricul stâng comunică cu aorta, iar cel drept cu trunchiul pulmonar. Fiecare orificiu arterial este prevăzut cu trei valvule semilunare sau sigmoide, care au aspect de cub de rândunica cu concavitatea superior. În jurul orificiilor atrioventriculare și arteriale există inele fibroase.

Cele două ventricule sunt separate prin septul interventricular care este în parte membranoasă, mai mică, este îndreptată spre atrii.

STRUCTURA INIMII

Din punct de vedere structural, inima este alcăută din trei tunici care, de la exterior spre interior, sunt: epicardul, miocardul și endocardul.

Epicardul este foia viscerală a pericardului seros și acoperă complet exteriorul inimii.

Miocardul cuprinde miocardul adult, contractii (de execuție) și miocardul embrionar, de comandă (fesutul nodal). Miocardul adult este un mușchi striat din punct de vedere morfologic, dar are proprietățile mușchitului neted din punct de vedere funcțional (contractii automate și involuntare); el formează mușchi separați pentru atrii, care sunt mai subțiri și cu fibre circulare, și mușchi separați pentru ventricule, mai groși și cu fibre obicei spirale.

Mușchii atriori și ventriculilor se inseră pe încrengătura membranoasă a septului interventricular. Către acestea se adaugă mușchii atrioventriculare și arteriale, cât și pe porțiunea membranoasă a septului interventricular. Toate acestea formătoare alcătuiesc scheletul fibros al inimii.

Musculatura atriori este complet separată de musculatura ventriculilor, legătura anatomica și funcțională fiind realizată de fesutul embrionar, alcătuit dintr-o musculatură specifică, prin aranjamentul nerregulat al miofibriilor care trec de la o celulă la alta, formând rețele, și prin abundența sarcoplasmei, bogată în glicogen.

Fesutul nodal cuprinde:

- nodulul sinoatrial Keith-Flack, în atriu drept, în vecinătatea vârșării venei cave superioare;
- nodulul atrioventricular Aschoff-Tawara, situat deasupra orificiului atrioventricular drept;
- fasciculul atrioventricular Hiss, care pleacă din nodulul atrioventricular și se găsește la nivelul porțiunii membranoase a septului interventricular. Deasupra porțiunii musculare a septului interventricular, fasciculul atrioventricular se împarte în două ramuri, una stângă și alta dreaptă, care coboară în ventriculul respectiv. Cele două ramuri se ramifică formând rețea subendocardică Purkinje.

Endocardul. Încăperile inimii sunt căpătuite de o fojă endotelială numită endocard. El trece fără înterupere de la atrii spre ventricule, acoperind și valvulele, cordajele tendinoase și mușchii papili. Endocardul de la nivelul atriori se continuă cu intima venelor, iar la nivel ventriculilor cu intima arterelor. Endocardul inimii drepte este independent de endocardul inimii stângi.

VASCULARIZAREA ȘI INERVAREA INIMII

Inima este irrigată de cele două artere coronare (stângă și dreaptă), cu originea în aorta ascendență. Coronara stângă, după un traiect scurt, se împarte în două ramuri: una, numită interventriculară anteroară, coboară în șanțul interventricular anterior, cealaltă, artera circumflexă, străbate șanțul coronar stâng.

Artera coronară dreaptă se angajează în șanțul coronar drept și apoi coboară prin șanțul interventricular posterior. Din arterele coronare se desprind ramuri colaterale, care sunt de tip terminal, irigând anumite teritorii din miocard și neanastomozându-se cu ramurile colaterale vecine. Dacă una din aceste colaterale se obstruează printre-un spasm prelungit sau printre-un tromb (embolus), teritoriul respectiv nu mai primește substanțe nutritive și O_2 , se necrozează și apare infarctul.

Sângele venos al inimii este colectat de vene, și anume: vena mare a inimii, care urcă prin șanțul interventricular anterior, vena mijlocie a inimii, care urcă prin șanțul interventricular posterior, și vena mică a inimii, care străbate șanțul coronar drept. Sângele colectat de aceste vene ajunge, în final, în colectorul venos principal al inimii, sinusul coronar, care se află în șanțul atrioventricular stâng. Sinusul coronar se deschide în atriu drept printre-un orificiu prevăzut cu valvula Thebesius.

Limfa inimii ajunge în ganglionii tracheobronșici și mediastinali, după ce a făcut stație în ganglionii intermediari (descrisi de Fr. Rainer). Dintre acești ganglioni, unul se găsește pe fața anteroară a aortei ascendentă.

Inervatia extrinsecă a inimii este asigurată de nervii cardiaci, proveniți din vag și simpatic. Din vag se desprind nervii cardiaci (superiori și inferiori), cît și nervii cardiaci toracali. Nervii cardiaci simpatici sunt în număr de trei. Cel superior provine din ganglionul cervical superior, cel mijlociu provine din ganglionul cervical mijlociu, cel inferior din ganglionul stelat.

Nervii cardiaci simpatici și parasimpatici se împartesc formând plexul cardiac, situat sub crosa aortei. În centrul acestui plex se află ganglionul descris de Wriesberg.

PERICARDUL

La exterior, inima este cuprinsă într-un sac fibros numit pericard. Pericardul fibros are forma unui trunchi de con cu bază la diafragmă și vîrful la nivelul vaselor mari de la baza inimii. Fetele laterale vin în raport cu fața mediastinală a plămănilor, fața anteroară cu sternul și coastele, iar fața posterioară cu organele din mediastinul posterior. El este fixat de organele vecine prin ligamente (ligamentele sterno-pericardice îl fixează de stern, ligamentele vertebro-pericardice îl fixează de vertebrele toracale, iar ligamentele diafragmatico-pericardice de diafragm).

La interiorul pericardului fibros se află pericardul seros, format din două fojă: una internă, epicardul, care căpătusește suprafața externă a miocardului, și una externă, parietală, care tapetează suprafața interioară a pericardului fibros. Cele două fojă ale pericardului seros se află cavitatea pericardică virtuală, ce conține o larmă fină de lichid pericadic.

ARBORELE VASCULAR

Arboarele vascular este format din artere, vase prin care săngele încărcat cu O_2 și substanțe nutritive circulă dincolo de inimă spre fesuturi și organe, capilare, vase cu calibru foarte mic, interpuse între artere și vene, la nivelul căror se fac schimbările între sânge și diferențiale fesuturi, și din vene, prin care săngele încărcat cu CO_2 este readus la inimă.

Artelele și venele au în structura peretelui lor trei tunici suprapuse, care de la exterior spre interior sunt: adventitia, media și intima. Calibrul arterelor scade de la inimă spre periferie, cele mai mici fiind arteriole, care se continuă cu capilare.

STRUCTURA ARTERELOR ȘI VENELOR

Adventitia este formată din fesut conjunctiv, cu fibre de colagen și elastice. În structura arterelor, ca și la vene, există vase mici de sânge care hrănesc peretele vascular (vasa vasorum) și care patrund în tunica medie. În arterele se găsesc și fibre nervoase vegetative, cu rol vasomotor.

Tunica mijlocie (media) are structură diferită, în funcție de calibrul arterelor. La arterele mari, numite artere de tip elastic, media este formată din lame elastice cu dispoziție concentrică, rare fibre musculare netede și țesut conjunctiv. În arterele mijlocii și mici, numite artere de tip muscular, media este groasă și conține numeroase fibre musculare netede, printre care sunt dispuse fibre colagene și elastice.

turtite, așezate pe o membrană bazală. Intima se continuă cu endocardul ventriculilor. La artere, între aceste trei tunici se află două membrane elastice, membrana elastică internă, care separă intima de media, și membrana elastică externă, care separă media de adventitia.

Peretele venelor, al căror calibru crește de la periferie spre intima, are în structura sa același trei tunici ca și la artere, cu câteva deosebiri: cele trei tunici nu sunt bine delimitate, deoarece lipsește cele două membrane elastice; tunica mijlocie a venelor este mai subțire, comparativ cu cea a arterelor, țesutul muscular neted al venelor fiind mai redus; adventitia este mai groasă. Intima de la nivelul venelor mari (venele cave) se continuă cu endocardul atrior. În venele situate sub nivelul cordului, unde săngele circulă în sens opus gravitației, endotelul acoperă din loc în loc valvule în formă de cub de rândunică, care au rolul de a fragmenta și direcționa coloana de sânge.

STRUCTURA CAPILARELOR

Sunt vase de calibru mic ($4\text{-}12 \mu$), răspândite în toate țesuturile și organele. În structura lor distingem la exterior un periteliu, apoi o membrană bazală, iar la interior un endoteliu, care este format dintr-un singur rând de celule turtite. Membrana bazală este bogată în mucopolizaharide și în fibre de reticulină. Peritelul este format din țesut conjunctiv cu fibre colagene și de reticulină, în care se găsesc și fibre nervoase vegetative.

În fiecare glandă endocrine există capilare de tip special, numite sinusoide; ele au calibru mai mare ($10\text{-}30 \mu$), peretele fiind din loc în loc, ceea ce favorizează schimbările, nu au periteliu și au un lumen neregulat, prezentând dilatari și strâmtorări.

MAREA ȘI MICA CIRCULAȚIE

În alcătuirea arborelui vascular se află două teritorii de circulație: circulația mare (sistemică) și circulația mică (pulmonară).

Circulația mică

Circulația pulmonară începe în ventriculul drept, prin trunchiul arterei pulmonare, care transportă spre plămân sânge cu CO_2 .

Trunchiul pulmonar se împarte în cele două artere pulmonare care duc săngele cu CO_2 spre rețeaua capilară perialveolară unde-l cedează alveolelor care-l elimină prin expiratie. Sângelul cu O_2 este colectat de venele pulmonare, câte două pentru fiecare plămân. Cele patru vene pulmonare sfârșesc în atriu stâng.

Circulația mare

Circulația sistemică începe în ventriculul stâng, prin artera aortă care transportă sângele cu O_2 și substanțe nutritive spre țesuturi și organe. De la nivelul acestora, săngele încărcat cu CO_2 este preluat de cele două vene cave care-l duc în atriu drept.

SISTEMUL AORTIC

Este format din artera aortă și din ramurile ei, care irigă toate țesuturile și organele corpului omenește (fig. 130, 131).

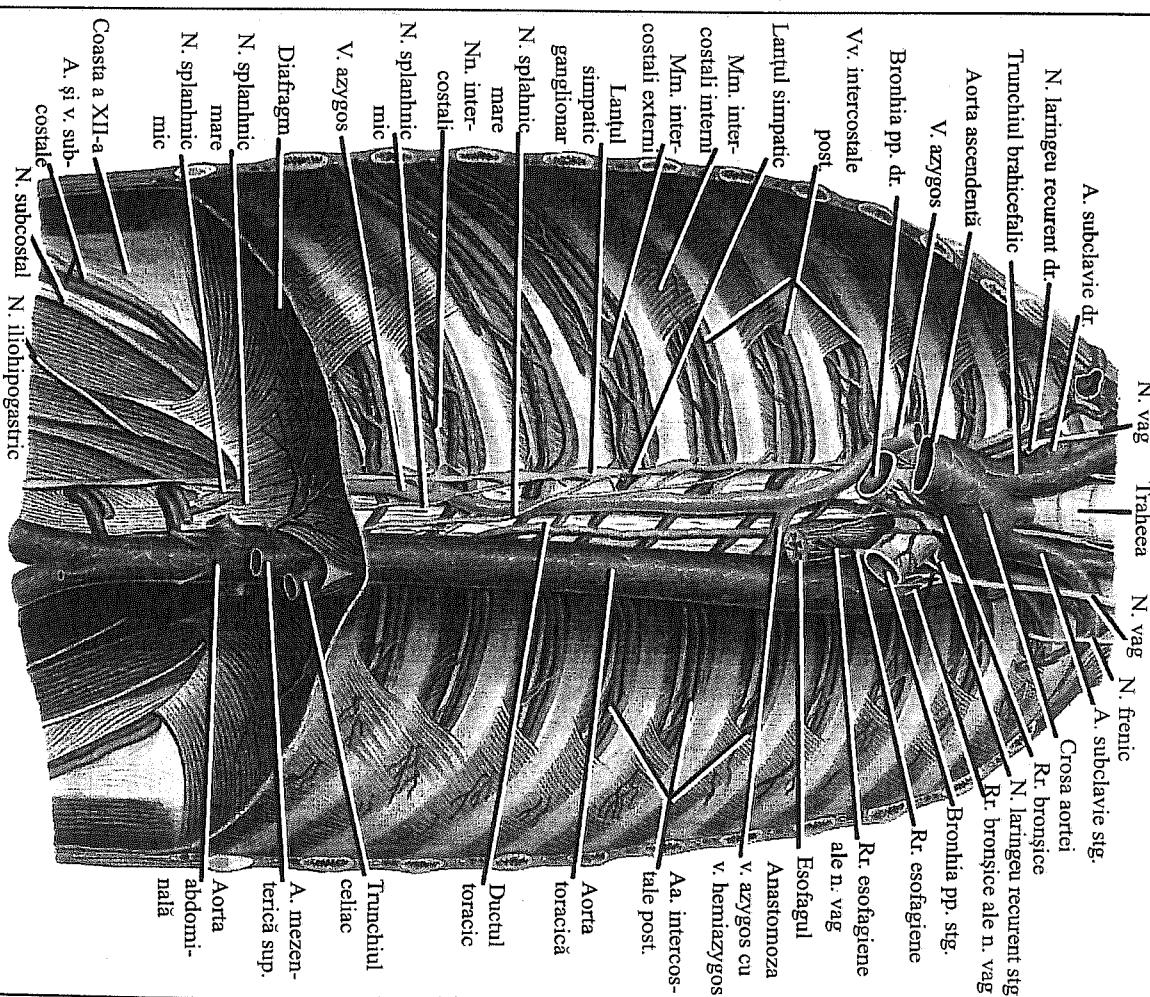


Fig. 130. Aorta toracică și abdominală.

Nervii și vasele spațiilor intercostale posterioare și medastinului posterior

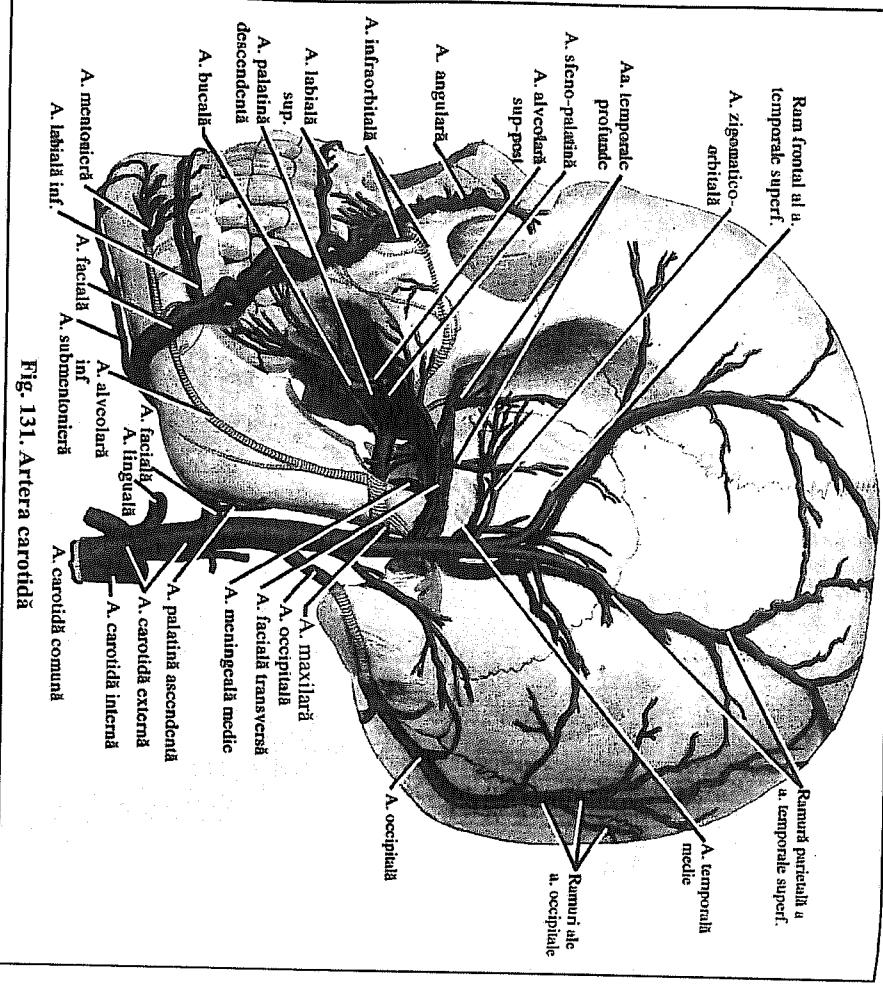


Fig. 131. Artera carotidă

Sistemul arterial - continuare

Artera	Ramuri
Carotida internă	Pătrunde în craniu, străbate canalul carotic din sfârșita temporalului. Participă la vascularizarea encefalului și a orbitei. Înainte de a se împărți în ramurile sale terminale, dă o colaterală importantă - artera oftalmică; aceasta pătrunde în orbită, vascularizând ochiul și anexele lui. Ramurile colaterale sunt: artera cerebrală anterioară, artera cerebrală medie și artera comunicantă posterioară care leagă carotida internă de artera cerebrală posterioară, provenită din trunchiul arterei bazilare.
Artera subclavie dreaptă și stângă	Au mai multe ramuri colaterale, din care menționăm: artera vertebrală, artera tiroidiană inferioară, artera intercostală suprenă (care furnizează primele două intercostale posterioare) și artera toracică internă, care furnizează arterele intercostale anterioare. Artera vertebrală pătrunde în craniu, se unește cu opusa sa și formează trunchiul arterei bazilare; aceasta se împarte în cele două artere bazilare se desprind și ramuri pentru cerebel și trunchiul cerebral.
Artera axilară	Continuă artera subclavie și, prin ramurile ei, vascularizează pereteii axilei. Se continuă cu artera humerală care merge de-a lungul bratului.
Artera brahială radială și ulnară	Continuă artera axilară până la plica cotului. Dă următoarele ramuri: artera radială, artera ulnară.
Artera radială și ulnară	La nivelul labei mânii formează cele două arcade palmară: superficială, profunda, care dau ramuri pentru palmă și degete (arterele digitale comune și proprii).
Arta descendentă	Continuă arcul arterei și are un segment toracal și unul abdominal. Ambele porțiuni ale arterei descendente dau ramuri parietale și ramuri viscereale.
Arta descendenta	Ramuri parietale: arterele intercostale posterioare (de la a 3-a până la a 12-a) și arterele diafragmatice superioare pentru diafragnă. Ramurile viscereale sunt: arterele bronșice, arterele pericardice și arterele esofagiene.
Arta descendenta toracică	Ramuri parietale: arterele diafragmatice inferioare și arterele lombare.
Arta abdominală	Ramuri viscereale: 1. Trunchiul celiac, care, după un scurt traiect, se împarte în artera hepatică, artera gastrică stângă și artera splenică. Artera gastrică stângă merge pe marginea curbură a stomacului, artera splenica îngălățea curbură a stomacului, splina, corpul și coada pancreasului. Artera hepatică îngălățea curbură a stomacului, se desprinde artera gastro-duodenală, care îngălățea curbură a stomacului, duodenul și capul pancreasului. Tot din artera hepatică se desprinde și artera gastrică dreaptă, care participă la vascularizarea micii curbură a stomacului. 2. Artera mezenterică superioră - îngălățea duodenul, jejunulo-ilieonul, cecul, apendicele, colonul ascendent și 1/2 dreaptă a colonului transvers. 3. Artera suprarenală stângă și dreaptă - îngălățea glanda suprarenală respectiv. 4. Artera renală dreaptă și stângă - îngălățea testiculele și, respectiv, ovariele. 6. Artera mezenterică inferioară - îngălățea colonul sigmoid și 1/3 superioară a rectului, prin artera rectală superioară (ramură a arterei mezenterice inferioare). La nivelul vertebrei L ₅ , artera descendenta se împarte în cele două ramuri terminale ale sale: artera iliaca comună stângă și dreaptă.
Carotida externă, care vascularizează față și gâtul și stângă	Are ramuri colaterale: artera tiroidiană superioară, artera linguală, artera facială, artera faringiană ascendentă, artera auriculară posterioară, artera occipitală, cât și ramuri terminale: artera temporală superficială, artera maxilară internă.

Sistemul arterial - continuare

Artera	Ramuri
Artera iliocă comună	Se împarte în artera iliocă externă și iliocă internă (artera hipogastrică).
Artera iliocă internă	Irigă perete și viscerele din pelvis. Ramuri parietale: artera sacrală laterală, artera ileolumbară, artera fesieră superioră, artera fesieră inferioară și artera obturatorie. Ramuri viscrale: a) comună la bărbat și femeie: artera vezicală inferioară, artera rectală medie și arteră rușinoasă internă, din care se desprind arteră rectală inferioară, căt și ramuri pentru organele genitale; b) diferite la femeie și bărbat: la femeie: artera uterină și vaginală; la bărbat: artera prostatică și veziculodiferentială (pentru canalul deferent și vezicula seminală); c) cu comportare specială - artera ombilicală, care este permeabilă la făt. După naștere se obliterază și furnizează, din prima ei porțiune, artera vezicală superioară (pentru vezica urinară).
Artera iliocă externă	Părăsește pelvisul și ajunge la coapsă. Artera femurală, care continuă artera iliocă externă.
Artera femurală	Artera poplitee, care continuă artera femurală.
Artera poplitee	Arteră tibială anteroioră, arteră tibială posterioară.
Artera tibială anteroioră	Formează arcada dorsală a piciorului.
Artera tibială posterioară	Plantara internă, plantara extenuă. Acestea se unesc și formează arcada plantară, din care se desprind arterele digitale comune și proprii.

SISTEMUL VENOS

Sistemul venos al marii circulații este reprezentat de două vene mari: vena cava superioră și vena cava inferioară.

Vena cava superioară. Stârge săngele venos de la creier, cap și gât, prin venele jugulare interne, de la membrele superioare, prin venele subclaviculare, și de la torace (spațiile intercostale, esofag, bronhi, pericard și diafragm), prin sistemul azygos (fig. 132).

De fiecare parte, prin unirea venei jugulare interne cu vena subclavie ia naștere vena brahiocefalică stângă și dreaptă, iar prin fusinarea acestora se formează vena cava superioră. Vena brahiocefalică dreaptă este mai aproape de verticală, în timp ce vena brahiocefalică stângă este mai mult orizontală.

Vena jugulară internă se formează în interiorul craniului, colectând săngele venos al sinusurilor (vase situate în grosimea sepcurilor durei mater encefalice).

Dintre sinusurile durei mater, menționăm:

- sinusul sagital superior, situat în dreptul suturii sagitale la locul de unire al celor două oase parietale;
- sinusul sagital inferior, situat deasupra corpului calos;
- sinusul transvers, situat pe fața endocraniană a scurmei osului occipital;
- sinusul cavernos, situat pe fața laterală a corpului osului sfenoid.

Sinusurile venoase se pun în legătură cu venele extracraniene prin niște vene mici, numite emisare venoase, care străbat o serie de orificii mici de la nivelul craniului (emisare occipital, mastoidian, parietal, sfenoidean).

APARATUL CARDIOVASCULAR

Vena subclavie continuă vena axilară care strâng săngele venos de la nivelul membrelor superioare. Sâangele venos al membrelor superioare este colectat de două sisteme venoase, unul profund și unul superficial.

Venele profunde poartă aceeași denumire cu arterele care le însoțesc. De regulă, arterele mari și mijlocii (digitale, radiale, ulnare, brahiale) sunt însoțite de câte două vene, iar arterele mari (artera axilară, artera femurală) numai de o singură venă.

Venele superficiale (subcutanate) se găsesc imediat sub piele și se pot vedea cu ochiul liber prin transparentă, datorită colorației albastre. Ele nu însoțesc arterele și se varsă în vene profunde. La nivelul lor se fac injecții venoase. Dintre venele superficiale menționăm vena cefalică (merge pe față externă a brațului și se termină în vena axilară) și vena bazilică (merge

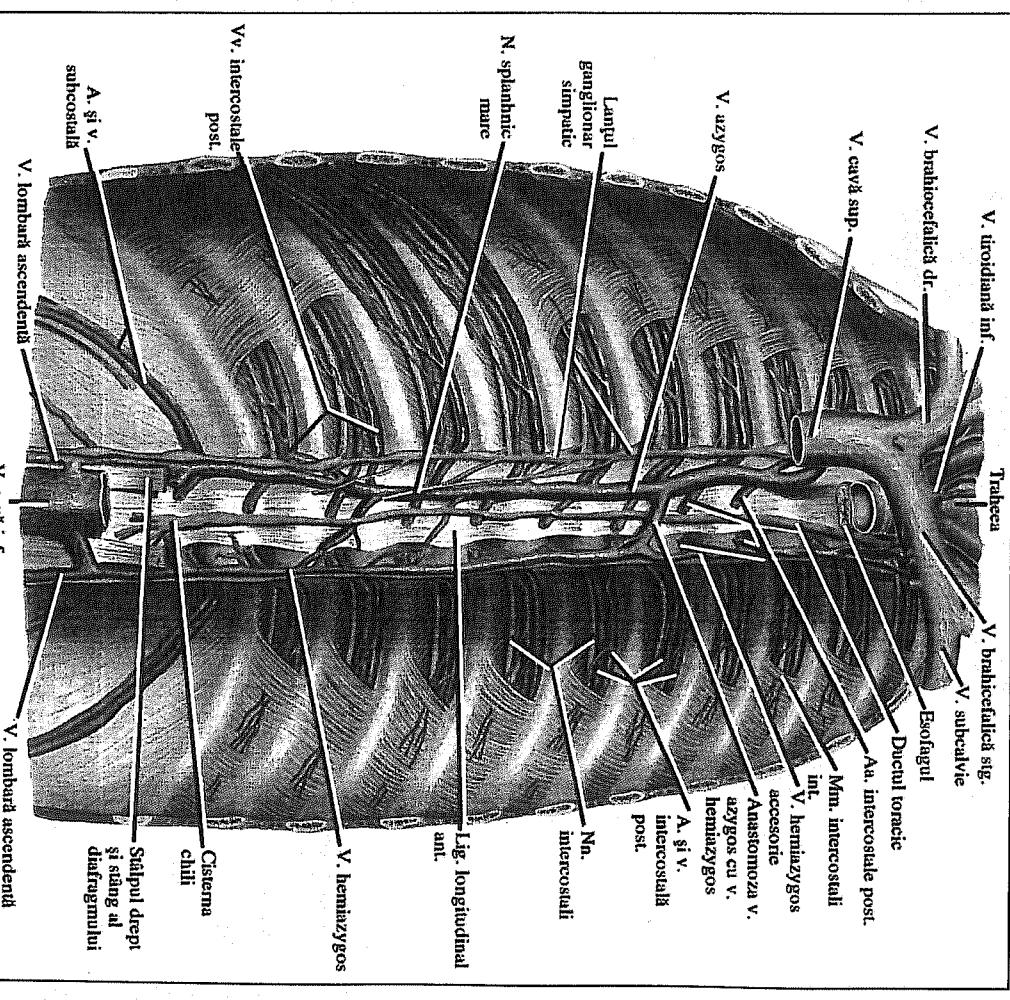


Fig. 132. Sistemul venos azygos

pe față internă a brățului și se termină într-o din cele două vene brahiale). În vena cavă superioară se termină sistemul venelorazygos, format din marea venaazygos, situată la dreapta coloanei vertebrale, și mică venaazygos, situată la stânga coloanei vertebrale. Mică venaazygos se deschide în marea venaazygos, la nivelul vertebrorii T₇. În sistemulazygos se termină venele intercostale, diafragmatice superioare, bronșice, pericardice și esofagiene.

Înainte de a se termina în vena cavăsuperioară, marea venaazygos descrie o crosă care încalcă pediculul pulmonar drept (crosa mării veneazygos).

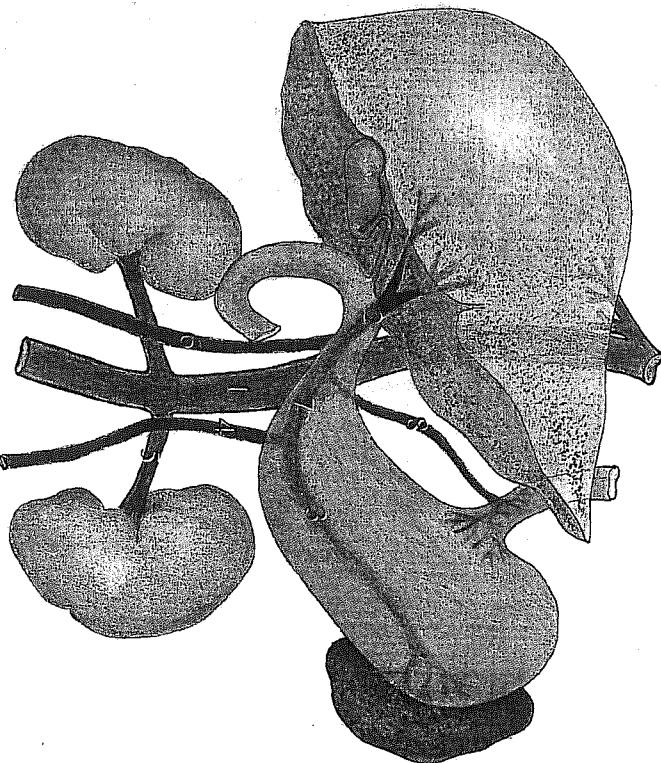


Fig. 133. Principalele vene abdominale. 1-vena cavă inferioară, 2-vena portă, 3-vena lienă, 4-vena mezoenterică inferioară, 5-vena renală stângă, 6-vena mezenterică superioară, 7-trunchi splenomezenteric, 8-vena gastrică stângă

Vena cavăinferioară. Adună săngele venos de la membrele inferioare, de la pereții și viscerele din bazin, de la rinichi, suprarenale, testicule (respectiv ovare), de la perețile posterioare al abdomenului (venele lombare), cât și de la ficat (venele hepatice). Vena cavăinferioară (fig. 133) se formează prin unirea venei iliace comune stângi cu cea dreaptă. La rândul ei, fiecare vena iliocă comună este formată prin unirea venei iliace externe cu vena iliocă internă. Vena iliocă internă colectează săngele de la pereții și viscerele din bazin. Ca și la artera otonimă, și în cazul venei iliace interne distingem vene parietale (vena sacralăinferioară, vena ileolumbară, vena fesierăsuperioră, vena fesierăinferioră și vena obturatorie) și vene viscerele care sunt comune la bărbat și la femeie (vena vezicală, rectalămedie și vena rușinoasăinternă) și diferite, la bărbat (vena prostatică, vena veziculodiferențială) și la femeie (vena uterină și vena vaginală).

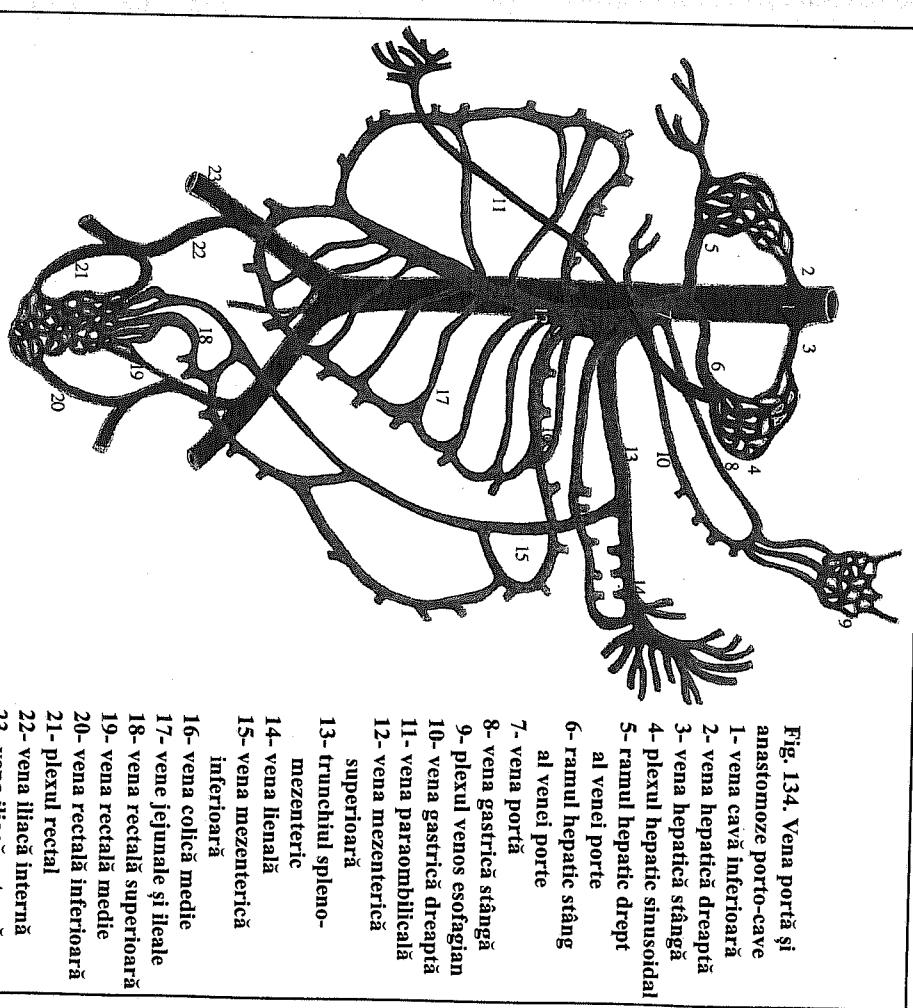


Fig. 134. Vena portă și anastomoze porto-cave

1-vena cavăinferioară

2-vena hepatica dreaptă

3-vena hepatica stângă

4-plexus hepatic sinusoidal

5-ramul hepatic drept

al venei porte

6-ramul hepatic stâng

al venei porte

7-vena portă

8-vena gastrică stângă

9-plexul venos esofagian

10-vena gastrică dreaptă

11-vena paraombilicală

12-vena mezoenterică

superioară

13-trunchiul spleno-

mezenteric

14-vena lienă

15-vena mezoenterică

inferioară

16-vena colică medie

17-vene jejunale și ileale

18-vena rectalăsuperioră

19-vena rectalămedie

20-vena rectalăinferioară

21-plexul rectal

22-vena iliocăinternă

23-vena iliocăexternă

Vena iliocăexternăcontinuăvena femurală care strânge sangele venos de la nivelul membrului inferior. Ca și la membrul superior, se disting vene superficiale și vene profunde (cu același caracter), dar cu mențiunea că la membrul inferior există două vene unice, vena poplite și vena femurală, celelalte sunt câte două vene pentru artera omomimă: câte două digitale, tibiale, fibulare.

Dintre venele superficiale ale membrului inferior notăm vena safenă mare, care urcă pe fața internă a gambei și capsei și se termină în vena femurală, descrinând la acest nivel o crosă, și vena safenămică, ce urcă pe fața postero-laterală a gambei și se termină în vena poplite. Vena cavăinferioară, formată prin unirea celor două vene iliace comune, urcă la dreapta coloanei vertebrale, străbate diafragmul și se termină în atriuł drept printr-un orificiu prevăzut cu valvula lui Eustachio. În traectul ei abdominal, ea primește afluenți: venele renale, suprarenale, testiculare (respectiv, ovariane), lombare, diafragmatice inferioare și hepatice (2-3).

O vena aparte a mării circulații este vena portă (fig. 134), care începe prin capilare în peretii tubului digestiv subdiafragmatic și sfărșește prin capilare în ficat (sinusoide hepatic).

Vena portă transportă spre ficat sănge încărcat cu substanțe nutritive rezultate în urma absorbtiei intestinale. Ea se formează în apela colului pancreasului, din unirea venei mezenterice superioare cu trunchiul mezentero-splenic, rezultat din unirea venei mezenterice inferioare cu vena splenica.

Vena mezenterică superioară strânge săngele de la jejun-oileon (prin venele jejuno-oileale), cec, apendice, prin vena ileocolică, colon ascendent și jumătatea dreaptă a colonului transvers, prin vena colică dreaptă.

Vena mezenterică inferioară strânge săngele de la jumătatea stângă a colonului transvers, de la colonul descendente, prin vena colică stângă, de la colonul sigmoid, prin venele sigmoidiene, și de la treimea superioară a rectului, prin vena rectală superioară. Vena splenica strânge săngele de la splină, pancreas și marea curbură a stomacului.

Vena portă prezintă anastomoze atât cu vena cavă superioară, cât și cu vena cavă inferioară. Anastomoza cu vena cavă superioară are loc la nivelul esofagului. Sângele venos al esofagului abdominal ajunge în vena portă, iar cel al esofagului toracal în sistemulazygos, tributar venei cave superioare. Anastomoza cu vena cavă inferioară are loc la nivelul rectului. Sângele din treimea superioară a rectului ajunge în vena mezenterică inferioară, deci în vena portă, iar din cele două treimi inferioare ajunge în vena iliacă internă, deci în vena cavă inferioară. Aunci când apar obstacole în circulația săngelui prin vena portă spre ficat, săngele din vena portă este deviat spre localul celor două anastomoze porto-cave și constatăm dilatația venelor esofagului (varice) și ale rectului (hemoroizi).

SISTEMUL LIMFATIC

Prin sistemul limfatic circulă limfa, care face parte din mediul intern al organismului și care, în final, ajunge în circulația venoasă. Limfa, ca și lichidul interstitijal, are o compozitie asemănătoare cu a plasmei sanguine, cu meniuina existenței unui procent mai mic de proteine față de plasma sanguină.

Sistemul limfatic se deosebește de sistemul circulator sanguin prin două caractere: este adaptat la funcția de drenare a țesuturilor, din care cauză capilarele sale formează rețele terminale, spre deosebire de capilarele sanguine care ocupă o poziție intermediară între sistemul arterial și cel venos. Pe lângă aceasta, capilarele limfatici sunt mai sinuoase și foarte neregulate;

- peretei vaselor limfaticice sunt mai subiri decât cei ai vaselor sanguine.

Sistemul limfatic începe cu capilarele limfaticice, care au capătul de origine în "fund de sac". Ele depășesc, ca diametru, capilarele sanguine, prezentând pe traiectul lor strâmtorări și dilatări (calibru neuniform).

Au aceeași structură ca și capilarele sanguine, celulele endoteliale fiind mai turtite. Capilarele limfaticice sunt foarte răspândite, ele găsindu-se în toate organele și țesuturile.

Prin confluență capilarelor limfaticice se formează vase limfaticice care sunt prevăzute la interior cu valvule semilunare ce înlesnesc circulația limfei.

Peretiții vaselor limfaticice au o structură asemănătoare venelor, prezentând, ca și acestea din urmă, cele trei tunici care sunt mai subțiri, și, ca și la vene, nu sunt net delimitate între ele (fig. 135). Pe traseul vaselor limfaticice și, mai ales, la locul unor confluence ale acestora, se găsesc o serie de formațiuni caracteristice, numite ganglionii limfatici, prin care limfa trceș în mod obligatoriu.

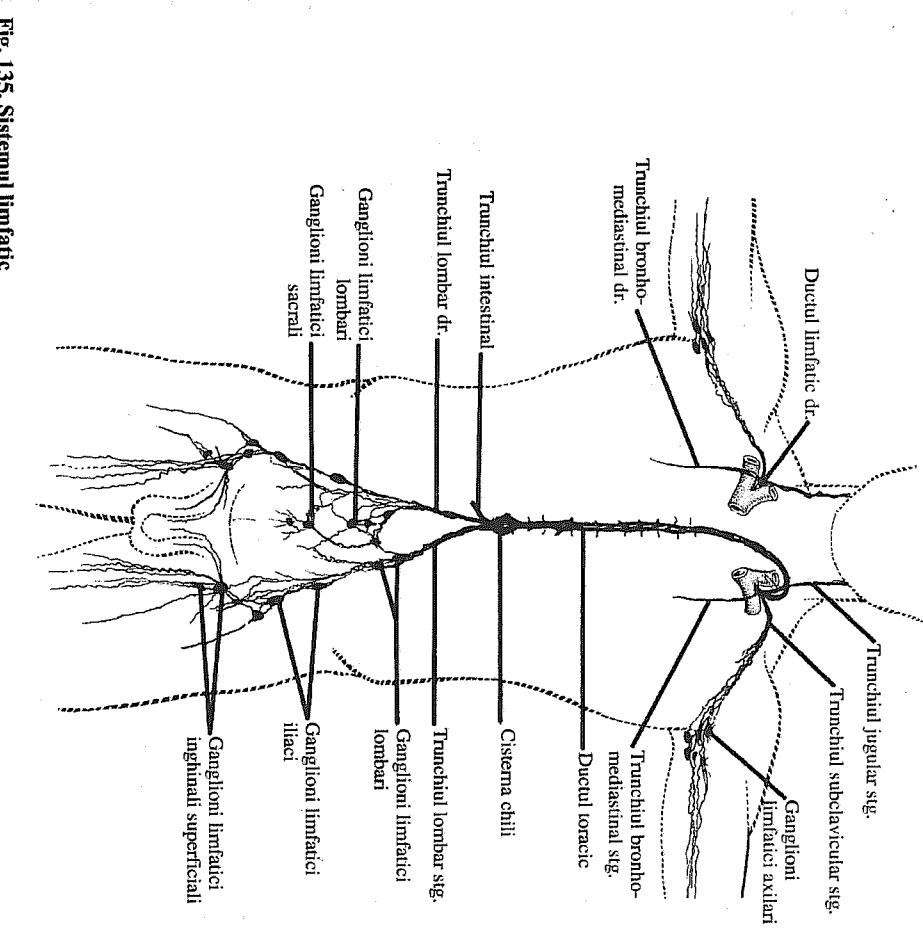


Fig. 135. Sistemul limfatic

Ganglionii limfatici au forme variate, cu dimensiuni medii de 2-5 mm, putând ajunge și la 1-2 cm. În mod normal au o consistență relativ moale, dar când sunt inflamați se măresc, devin duri și durerosi și palpare (hipertrofie ganglionară).

În general, ganglionii sunt grupați în grupe ganglionare. Există însă și ganglionii solitari (ganglionul epitrohilean, situat în vecinătatea epicondilului medial al humerusului).

Principalele grupe ganglionare sunt:

- ganglionii cervicali, situați la gât, în jurul venei jugulare interne; acești ganglionii adună paratiroidieni, submandibulari, submentali); ei strâng limfa extremității céfalice;
- ganglionii axiliari, situați la baza membrului superior, în axilă, colectează limfa de la torace, glanda mamă și membrul superior;

- ganglionii inghinali, situati la baza membrului inferior; colectează limfă membrului inferior, de asemenea, limfa de la organele genitale externe, căi și de la peretele anterior al abdomenului;
 - ganglionii iliaci, situati de-a lungul vaselor iliace comune, colectează limfa de la peretii și organele din pelvis;
 - ganglionii mediastinali, situati în mediastin, colectează limfa de la perejii toracelui și de la organele din torace;
 - ganglionii celiaci, situati între mica curbură a stomacului și fața inferioară a ficatului, colectează limfa de la ficat, stomac, spina, duoden și pancreas;
 - ganglionii lombo-aortici, situati în regiunea lombară în jurul aortei, strâng limfa de la rinichi, uretere și glandele suprarenale;
 - ganglionii mezenterici superioiri, situati în vecinătatea vaselor mezenterice superioare, strâng limfa de la jejun-oileon, cec, colon ascendent și jumătatea dreaptă a colonului transvers;
 - ganglionii mezenterici inferioiri, situati în jurul vaselor mezenterice inferioare, colectează limfa de la jumătatea stângă a colonului transvers, colonul descendente, sigmoid și partea superioară a rectului.
- Structura ganglionilor.** La exterior, ganglionii sunt înveliți într-o capsulă fibroasă, din care pătrund spre interior septuri conjunctivo-vasculare ce delimitizează o serie de loji în care este cuprins parenchimul glandular, care are o zonă corticală și una medulară.
- În corticală, unde septurile sunt mai rare, se află foliculi limfatici, formați din aglomerări de limfocite. În medulară, țesutul limfoid se dispune sub formă de cordoane foliculare, anastomozate între ele.
- Atât în medulară, cât și în corticală se află o serie de spații numite sinusuri, în care se deschid vasele limfaticice aferente ale ganglionilor. Aceste vase pătrund în ganglion, străbătând capsula fibroasă de la periferia acestuia.
- Vasele limfaticice eferente ies din ganglion prin hilul acestuia, prin care pătrund și vasele nutritive ale ganglionului. Ganglionii limfatici realizează mai multe funcții: produc limfocite și monocite, formează anticorpi, au rol în circulația limfei, opresc pătrunderea unor substanțe străine (la persoanele tatuate, ganglionii regionali sunt colorați deoarece au reținut substanța cu care s-a facut tatuajul), au rol de barieră în întinderea infecțiilor (în cazul unor infecții, ganglionii regionali sunt hipertrofiati).
- Limfa colectată din diferențele țesuturi și organe, după ce a străbătut ganglionii regionali unde s-a îmbogățit cu limfocite și monocite, circulă prin vasele eferente ale ganglionilor, spre trunchiurile limfaticice mari. Aceste trunchiuri limfaticice mari sunt:
 - trunchiul jugular (stâng și drept), care colectează limfa de la cap și gât;
 - trunchiul subclavicular (stâng și drept), care colectează limfa de la membrul superior, peetele anterior al toracelui și de la glanda mamă;
 - trunchiul bronho-mediastinal (stâng și drept), care colectează limfa de la pereții și viscerele din torace;
 - trunchiul lombar (stâng și drept), care colectează limfa membrului inferior, de la perejii și viscerele din pelvis;
 - trunchiul intestinal (unic), care colectează limfa de la ganglionii mezenterici superioiri și inferioiri.
 Toate aceste trunchiuri ajung, în final, în cele două colectoare limfaticice mari: canalul toracic și vena limfatică dreaptă.

Canalul toracic. Este cel mai mare colector limfatic și începe printr-o dilatație numită cisternă chyli (cisterna Pecquet), situată înaintea vertebrrei L₂. Urcă anterior de colana vertebrală, înapoiă aortei, străbate diafragma și pătrunde în torace, unde, inițial, este situat în mediastinul posterior. Ajuns la nivelul verterei T₄, se îndreaptă spre stânga și înainte pentru a se deschide în unghiuvenos, format din unirea venei jugulare interne din stânga cu vena subclaviculară stângă (unghiu Pirgoff). În ultima sa porțiune se află în mediastinul superior. Canalul toracic are o lungime de 25-30 cm și un calibru de 2-3 mm, fiind prevăzut cu valvule la interior. Canalul toracic strâng limfă din 1/4 inferioară stângă și dreaptă și din 1/4 superioară stângă, primind ca afuenti trunchiurile lombare (stâng și drept), trunchiul intestinal și trunchurile jugular, subclavicular și bronhomediastinal din partea jugulară internă din dreapta cu vena subclaviculară dreaptă.

Vena limfatică dreaptă. Are o lungime de 1-2 cm și colectează trunchiurile jugular, subclavicular și bronhomediastinal din partea dreaptă. Se deschide în locul de unire dintre vena jugulară internă din dreapta cu vena subclaviculară dreaptă.

SPLINA

Este un organ abdominal intraperitoneal, neperete, care aparține sistemului circulator. Ea formează limfocite (este organ limfopoetic), distrug hematite bătrâne, intervine în metabolismul fierului și este un organ de depozit sangvin (200-300 g sânge) pe care-l trimite în circulație în caz de nevoie (hemoragii, efort fizic).

Splina ocupă loja splenică, cuprinsă între colonul transvers și diafragm, la stânga loiei gastrice. Are o culoare brun-roșcată și o greutate de 180-200 g. Forma splinei este adesea conținută cu cea a bobului de cafea. Splinei își descriu trei fețe, trei margini, un vârf și o bază. Fețele splinei sunt: diafragmatică, în raport cu diafragma, gastrică, în raport cu fața posterioară a stomacului (accastă față conține și hilul splinei) și renală, în raport cu fața anteroară a rinichilui stâng. Vârful este îndreptat în sus și înapoi, spre colana vertebrală, baza este situată în vecinătatea colonului transvers. La nivelul bazei se observă impresiunea colică a splinei. Dintre marginile splinei, cea anteroară este crenelată.

Structura splinei. Splina este învelită, la exterior, de peritoneu, care, continuându-se pe organele vecine, formează două ligamente care leagă splina de pancreas (ligamentul pancreatico-splenic) și de marea curbură a stomacului (ligamentul gastro-splenic). Sub peritoneu se află capsula splinei, care conține fibre de colagen, elastice și fibre musculare netede ce se contractă sub acțiunea adrenalinei.

De pe față profundă a capsulei se detasează septuri, de-a lungul căror pătrund în splină vasele și nervii splinei.

Parenchimul splenic are în structură sa pulpa albă și pulpa roșie. Pulpa albă a splinei este formată din țesut limfatic dens, dispus în jurul sistemului arterial. Acest țesut limfatic este dispus, pe de o parte, sub formă de tecă limfoide perivasculare, iar pe de altă parte se structurează sub formă unor noduli, numiți corpusculi lui Malpighi (foliculi splenici). Tecile limfoide periaortale sunt formate din limfocitele mici, limfocitele T. Structura nodulilor splenici este asemănătoare cu cea a structurilor similare din ganglionii limfatici.

Spre deosebire de foliculii din ganglionul limfatic, nodulii splenici sunt situati în jurul unei artere, localizate fie central, fie periferic.

Pulpa roșie se prezintă ca fiind formată dintr-un sistem lacunar, reprezentat prin sinusurile venoase, și dintr-un sistem de cordoane, cordoanele lui Biiroth sau cordoanele splenice.

Cordoanele lui Biiroth sunt situate în spațiile dintre două sinusuri adiacente și sunt formate din: limfocite, plasmocite, macrofage, numeroase hemati, cât și neutrofile.

Vascularizarea arterială a splinei este realizată de artera splenică, ram din trunchiul celiac. Ea ajunge la splină, mergând de-a lungul marginii superioare a corpului și cozii pancreasului.

Sângelul venos este colectat în vena splenica. Aceasta participă la formarea venei porte. Limfocitele splinei sunt colectate în ganglionii pancreatico-lienali. Inervarea splinei este asigurată de plexul splenic, care provine din plexul celiac și ajunge la splină de-a lungul arterei splenice.

FIZIOLOGIA APARATULUI CARDIOVASCULAR

Aparatul cardiovascular asigură circulația săngelui și a lumenii în organism. Prin aceasta se îndeplinește două funcții majore:

- distribuirea substanțelor nutritive și a oxigenului tuturor celulelor din organism;
- colectarea produșiilor tisulari de catabolism pentru a fi excretati.

Forța motrice a acestui sistem este inimă, arterele reprezentă conducte de distribuție, venele sunt rezervoare de sânge, asigurând întoarcerea acestuia la inimă, iar microcirculația (arteriole, metarteriole, capilare, venule) constituie teritoriul vascular la nivelul căruia au loc schimbările de substanțe și gaze.

Ventriculul stâng al inimii pompează sângele prin vasele sanguine arteriale ale circulației sistemică către capilarele tisulare (marea circulație). Sângele se întoarce la inimă, în atriu său drept, pe calea venoasă sistemică, fiind pompat apoi, de către ventriculul drept, în plămân, de unde se întoarce la cord, și anume în atriu stâng (mica circulație). Acest fapt este posibil datorită celei mai importante funcții a inimii: aceea de pompă.

FIZIOLOGIA INIMII

INIMA CA POMPĂ

Rolul fundamental al inimii este acela de a pompa sânge. Ea poate fi considerată ca fiind alcătuită din două bompe dispuse în serie (pompa stângă și cea dreapă), conectate prin circulațiile pulmonară și sistemică. Încărcarea partii a inimii este echivalată cu două seturi de valve care, în mod normal, impun deplasarea fluxului sanguin într-un singur sens.

Valvele atrio-ventriculare (mitrală și tricuspidă), care separă atriiile de ventricule, se deschid în timpul diastolei pentru a permite săngelui să umple ventriculele. Aceste valve se închid în timpul sistolei, interzicând trecerea săngelui înapoi în atrii.

Valvele semilunare (aortică și pulmonară) se deschid în timpul sistolei pentru a permite expulzia săngelui în artere și se închid în diastola, împiedicând revenirea săngelui în venitcule.

Ventriculul drept are pereții mai subțiri și pompează în circulația pulmonară volume relativ mari de sânge, la presiuni relativ mici. Ventriculul stâng are pereții mult mai groși, deoarece trebuie să pompeze împotriva presiunilor mari existente în circulația sistemică. În consecință, lucrul mecanic al ventriculului stâng este mai mare decât al celui drept, fapt ce explică afectarea mai frecventă a ventriculului stâng de diferite procese patologice.

Activitatea de pompă a inimii se poate aprecia cu ajutorul unui parametru, denumit debitul cardiac, care reprezintă volumul de sânge expulzat de fiecare bătăie (volum - bătăie) înmulțit cu frecvența cardiacă. Volumul bătătiei al fiecarui ventricul este, în medie, de 70 ml, iar frecvența cardiacă normală este de 70-75 bătăi/min, astfel, debitul cardiac de repaus este de aproximativ 5 litri pe minut. Frecvența cardiacă este sub control nervos. Activitatea sistemului nervos simpatic determină creșterea frecvenței cardice, în timp ce activitatea parasimpatică (vagală) o scade. Volumul - bătăie variază cu forța contracției ventriculare, presiunea arterială și volumul de sânge aflat în ventricul la sfârșitul diastolei. În eforturi fizice intense, frecvența cardiacă poate crește până la 200 bătăi pe minut, iar volumul - bătăie până la 150 ml, determinând o creștere a debitului cardiac de la 5 la 30 litri, deci de 6 ori. În somn, debitul cardiac scade; în febră, sarcină și la altitudine crește.

Funcția de pompă a inimii se realizează cu ajutorul miocardului cardiac (excitatilitatea, automatismul, conductibilitatea și contractilitatea).

STRUCTURA ȘI PROPRIETĂȚILE FUNDAMENTALE ALE MIOCARDULUI

Mușchiul cardiac (miocardul) este alcătuit din celule cardice distințe, conectate electric între ele prin joncțiuni gap. Depolarizarea unei celule cardice este transmisă celulelor adiacente prin aceste joncțiuni, ceea ce transformă miocardul într-un sincitiu funcțional. De fapt, inima funcționează ca două sincitii: unul atrial și unul ventricular, izolate din punct de vedere electric. În mod normal, există o singură conexiune funcțională electrică între atrii și ventricule: nodul atrio-ventricular și continuarea sa, fasciculul His.

Musculatura cardiacă este alcătuită din două tipuri de celule musculare:

- celule care inițiază și conduc impulsul;
- celule care, pe lângă conducerea impulsului, răspund la stimuli prin contracție; acestea reprezintă miocardul de lucru.

Evident, ambele tipuri de celule sunt excitabile, dar, contrar situației întâlnite la mușchiul striat, excitarea este generată în interiorul organului însuși (în celulele de tip I); acest fapt constituie autoritmicitatea sau automatismul inimii.

Excitatilitatea reprezintă proprietatea celulei musculare cardice de a răspunde la stimuli printr-un potențial de acțiune. Unele manifestări ale excitabilității (pragul de excitabilitate, legea "tot sau nimic") sunt comune cu ale altor celule excitable (musculare netede sau striate, glandulare sau nervoase). Inima prezintă particularitatea de a fi excitată numai în faza de relaxare (diastolă) și inexcitată în faza de contracție (sistolă). Aceasta reprezintă legea inexcitatibilității periodice a inimii. În timpul sistolei, inima se află în perioada refractară absolvută; oricărt de puternic ar fi stimulul, ei rămână fără efect. Această particularitate a excitabilității miocardice prezintă o mare importanță pentru conservarea funcției de pompă ritmică. Stimulii cu frecvență mare nu pot tetaniza inima prin sumarea contractiilor. Explicația stării refractare a inimii rezidă din forma particulară a potențialului de acțiune al fibrei miocardice.

Potențialul de repaus al membranei. Celulele miocardice mențin o diferență de potențial de -60 -90 mV de o parte și de alta a membranei lor celulare, interiorul celulei fiind negativ, comparativ cu exteriorul. Acest potențial este generat datorită permeabilității membranei diferite pentru diferiți ioni și datorită diferențelor de concentrație ionică dintre exteriorul și interiorul celulei.

Potențialul prag. Celulele excitatibile se depolarizează rapid dacă potențialul de membrană atinge un nivel critic, numit potențial prag. Odată acesta atins, depolarizarea este spontană. Această proprietate se numește legea "tot sau nimic".

Potențialul de acțiune cardiac se referă la modificările potențialului de membrană ce apar după ce celula a primit un stimул adekvat. După forma și viteză de conducere ale potențialului de acțiune, celulele miocardice se împart în două grupe: fibre lente și fibre rapide.

Fibrele lente sunt prezente în mod normal doar în nodurile sino-atrial și atrio-ventricular, cu un potențial de repaus variind între -50 și -70 mV. Ele prezintă în membrana lor celulără așa-numitele canale ionice lente, iar viteză de conducere a potențialului de acțiune este de 0,02-0,1 m/s.

Fibrele lente prezintă perioadă refractară absolută (definită mai sus) și perioadă refracță relativă, ce durează câteva milisecunde și în care un stimул trebuie să fie mai puternic decât normal pentru a declanșa potențialul de acțiune.

Celulele miocardice normale atriale și ventriculare, precum și celulele ţesutului specializat de conducere al inimii sunt fibre rapide. Potențialul lor membranar de repaus este cuprins între -80 și -90 mV. Ele prezintă în membrană canale ionice de sodiu, iar durata potențialului de acțiune variază, ceea mai lungă fiind cea a fibrelor Purkinje și fasciculului His. Acest fapt asigură protecția împotriva unor aritmii.

Vitezele de conducere ale potențialului de acțiune variază de la 0,3-1 m/s în celulele miocardice la 4 m/s în fibrele Purkinje. Această viteză mare de conducere asigură depolarizarea aproape instantanea a întregului miocard, ceea ce îmbunătățește eficiența contracției miocardice.

Fazele potențialului de acțiune sunt în număr de 5, fiecare fiind determinată de evenimente bine stabilite.

Automatismul reprezintă proprietatea inimii de a se autoexcița. Aceasta nu este specific inimii. Scăsă din corp, inima continuă să bată. În lipsa influențelor extrinseci nervoase, vegetative și umorale, inima își continuă activitatea ritmică timp de ore sau zile, dacă este irigață cu un lichid nutritiv special. Automatismul este generat în anumiti centri ce au în alcătuirea lor celule ce inițiază și conduc impulsurile. În mod normal, în inimă există trei centri de automatism cardiac.

Nodul sino-atrial. La acest nivel (fig. 136), frecvența descărcărilor este mai rapidă, de 70 - 80 pe minut, și, din această cauză, inima bate, în mod normal, în ritm sinusul.

Nodul atrio-ventricular (nodulua atrio-ventriculară). La acest nivel, frecvența descărcărilor este de 40 potențiale de acțiune/minut. De aceea, acest centru nu se poate manifesta în mod normal, deși el funcționează permanent și în paralel cu nodul sino-atrial. Dacă centralul sinusul este scos din funcțiune, comanda inimii este preluată de nodul atrio-ventricular, care imprimă ritmul nodal sau jonctional.

Fasciculul His și rețeaua Purkinje. Aici, frecvența de descărcare este de 25 impulsuri pe minut. Acest centru poate comanda inima numai în cazul întreruperii conducerii atrio-ventriculare (bloc atrio-ventricular de gradul III), imprimând ritmul idioventricular.

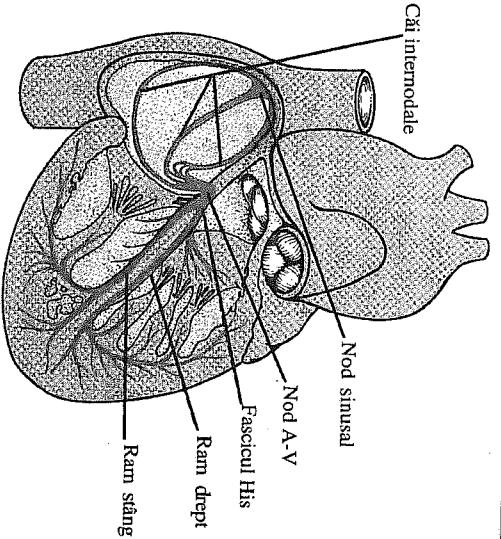


Fig. 136. Nodul sinusual, căile internodale atriale, nodul atrio-ventricular și sistemul His - Purkinje

Acești centri funcționează după regulă stratificării ierarhice, adică cel cu frecvență cea mai mare și impune ritmul. Prin rătirea frecvenței se constată fenomenul de abdicare, iar prin creșterea frecvenței apare fenomenul de uzurpare.

Ritmul funcțional al centrului de comandă poate fi modificat sub acțiunea unor factori externi. Căldura, excitarea sistemului nervos simpatetic, adrenalina accelerază ritmul inimii (tachicardie), în timp ce răcirea nodului sinusul, excitarea parasimpaticului și acetilolina rănesc bătăile cardiaice (bradicardie). De asemenea, automatismul este influențat și de concentrațiile plasmatiche ale ionilor de sodiu, potasiu și calciu.

Genza automatismului cardiac. În cord există celule capabile să și autoregleze valoarea potențialului de membrană (celule autoexcitabile), aceasta datorindu-se capacitatea lor de depolarizare lenea diastolică. Depolarizarea lenea diastolică este posibilă datorită proprietăților speciale ale canalilor ionice existente în membrana lor celulară.

Conductibilitatea reprezintă proprietatea miocardului de a propaga excitația la toate fibrele sale; după cum am văzut, viteză de conducere însă difere. Din momentul descărcării nodului sinusul și până la completa invadare a atrilor și ventriculelor de către stimul trec 0,22 s. Mai întâi, stimulul se propagă de la nodul sinusul la atrii, pe care le activează în 0,1 s, provocând sistola atrială. Urmează o întârziere de 0,04 s, corespunzătoare propagării mai lente a stimulului prin nodul atrio-ventricular. Această întârziere se datorează conducerii extrem de lentă a impulsului prin nodul atrio-ventricular (0,02-0,05 m/s) și asigură timpul necesar pentru apariția contractiei atriale, care crește umplerea ventriculařă, mai ales în cazul frecvențelor cardiac rapide. De asemenea, această viteză lenta de conducere, asociată cu perioada refractară lungă a celulelor nodului atrio-ventricular, limitează numărul de impulsuri ce poate fi condus prin nodul atrio-ventricular spre ventricul la aprox. 180 bătă/min. Astfel, ventriculi sunt protejati de o stimulare prea frecventă, care poate reduce eficiența pompei cardiaice. Există situații patologice în care impulsul atrial poate fi complet blocat la acest nivel.

În continuare, undă de depolarizare se propagă de la atrii la ventricule prin fascicul His, ramurile sale și rețeaua Purkinje, invadând întregul miocard, de la endocard spre epicard, în 0,08 s. Ca urmare se produce sistola ventriculară.

Deoarece singura legătură între atrii și ventricule o reprezintă nodul atrio-ventricular și fascicul His, orice leziune la aceste nișe poate provoca grave tulburări de conducere atrio-ventriculară, numite blocuri. Aceste blocuri pot fi parțiale (grad I și II) sau totale (grad III). Uneori este blocată conducerea doar pe una din ramurile fascicului His (bloc de ram stâng sau drept).

Contractilitatea reprezintă proprietatea miocardului de a dezvolta tensiune între capetele fibrelor sale. Astfel, în cavitatile inimii se generează presiune, iar ca urmare a scurătării fibrelor miocardice are loc expulzia săngelui. Geneza tensiunii și viteza de scurcare sunt manifestările fundamentale ale contractilității. Forța de contracție este proporțională cu grosimea peretilor inimii; mai redusă la atrii și mai puternică la ventricule, mai mare la ventriculul stâng fata de cel drept. Contractiile inimii se numesc sistole, iar relaxările diastole.

Cuplarea excitării cu contracția. Este denumirea utilizată pentru a defini evenimentele ce conectează depolarizarea membranei celulare cu contracția fibrelor musculare.

În structura celulelor miocardice există miofibrii înconjurate de reticul sarcoplasmatic. Reticulul sarcoplasmatic prezintă terminații dilatacate (cisterne) care se află în imediată vecinătate a membranei celulare și a tubilor T. Reticulul sarcoplasmatic conține cantități mari de calciu ionizat.

Tubii T sunt prelungiri ale membranei celulare în interiorul celulei și, de aceea, ei conduc potențialul de acțune în interiorul celulei. Eliberarea calciului din reticulul sarcoplasmatic este declanșată de ionii de calciu și nu de depolarizarea membranei. Calciul extracelular, responsabil de eliberarea calciului din reticulul sarcoplasmatic, intră în celulă în timpul fazei de platou a potențialului de acțune.

Miofibriile sunt alcătuite din filamente groase (miozinice) și subțiri (actinice). Cele subțiri mai conțin și complexul tropomicină și tropomiozină. Sarcomerele sunt unitățile contractile ale miofibrelor.

Mecanismul de contractie. Concentrația calciului citosolic este foarte scăzută între contractii. Fiecare contractie este precedată de un potențial de acțune care depolarizează membrana celulară și tubii T. În urma cuplării excitării cu contracția are loc creșterea concentrației intracitosolice a calciului de 10 ori. La concentrații mari de calciu are loc formarea legăturilor dintre actină și miozină. Creșterea numărului de punți acto-miozinice determină creșterea forței de contractie. Ionii de calciu sunt expulzați din citosol pentru a se realiza fază de relaxare. În esență ei, contracția reprezinta un proces de transformare energetică, de traducere a energiei chimice în energie mecanică. Energia chimică este asigurată de moleculele de ATP ale căror legături fosfatice, macroergice se destacă:

$$\text{ATP} = \text{ADP} + \text{P} + \text{energie}.$$

Refacerea moleculei de ATP se realizează pe baza energiei rezultante din descompunerea fosforereatinei (PC): $\text{PC} + \text{ADP} = \text{ATP} + \text{C}$. La rândul ei, fosforeatina se refac pe seama energiei eliberate în urma reacțiilor de glicoliza și, în general, a reacțiilor de oxidoreducere pe care le suferă principiile alimentare (acizi grași, acidul lactic, aminoacizi, corpii cetonici) la nivelul ciclului Krebs și al lanțului respirator celular. Deoarece inima nu poate face datorie de oxigen, ca mușchii scheletici, miocardul necesita un aport mare de oxigen, care este asigurat printr-un debit de irrigare coronariană foarte crescut.

Efectul Frank-Starling (Legea Starling a inimii). Unul dintre factorii ce controlează forța contractiei cardiace este lungimea inițială (sau presarcina) fibrei musculare. Variatii ale lungimii fibrei musculare modifica numărul de legături ce se poate realiza între filamentele de actină și miozină, prin schimbarea gradului lor de suprapunere. În cordul normal, presarcina depinde de volumul de sânge aflat în ventricule imediat înaintea începerii contractiei. Crescerea acestui volum determină alungirea fibrelor cardiaice, care, până într-un anumit punct, favorizează formarea mai multor puncti acto-miozinice, permijând inimii să dezvolte o forță mai mare de contractie. Astfel, o presarcină crescută produce o contractie mai puternică și un volum mai mare de sânge va fi pompat de către inimă. Explicația acceptată pentru aceasta relație între lungime și forță de contractie, este activarea lungime dependență, prin care creșterea sensibilității la calcu este factorul major ce explică această creștere a forței de contractie, pe măsură ce lungimea inițială a sarcomerului crește.

La nivel molecular, se presupune că o creștere a lungimii sensibilizează tropolina C la acțiunea calciului citosolic.

CICLUL CARDIAC

Un ciclu sau o revoluție cardiacă este format dintr-o sistola și o diastolă. Datorită întârzierii propagării stimулului prin nodul atrio-ventricular, există un asincronism între sistola atrialor și cea a ventriculelor: sistola atrială precede cu 0,10 s pe cea a ventriculelor. Durata unui ciclu cardiac este invers proporțională cu frecvența. La un ritm de 75 băți pe minut, ciclul cardiac durează 0,8 s. El începe cu sistola atrială ce durează 0,10 s. Ventriculele se afă la sfârșitul diastolei, sună aproape pline cu sânge, iar sistola atrială definitivată acastă umplere, ea asigurând 15 - 20% din umplerea ventriculară. În timpul sistolei atriale are loc o creștere a presiunii din atrii. Sângele nu poate reflua spre venele mari datorită contractiei fibrelor musculare din jurul orificiilor de vărsare a venelor în atrii. Singura cale deschisă o reprezintă orificiile atrio-ventriculare. Sistola atrială este urmată de diastola atrială, care durează 0,70 s. La începutul acesteia are loc sistola ventriculară, care durează 0,30 s și se desfășoară în două faze.

Faza de contractie izovolumetrică începe în momentul închiderii valvelor atrio-ventriculare și se termină în momentul deschiderii valvelor semilunare. În acest interval de timp ventriculul se contractă ca o cavitate închisă, asupra unui lichid incompresibil, fapt care duce la o creștere foarte rapidă a presiunii intracavitare. În momentul când presiunea ventriculară depășeste pe cea din artere, valvele semilunare se deschid și are loc ejectiona săngelui.

Faza de ejectionă începe cu deschiderea valvelor semilunare și se termină în momentul închiderii acestora. La început are loc o ejectione rapidă (aproximativ 2/3 din debitul sistolic este expulzat în prima treime a sistolei), urmată de o ejectione lentă. Expulzia săngelui din ventriculul drept începe înaintea celei din ventriculul stâng și continuă și după ce aceasta a luat sfârșit. Deoarece ambele ventriculi expulzează în medie același volum de sânge, viteza de expulzie din ventriculul drept este mai mică decât cea din ventriculul stâng. Volumul de sânge ejectat în timpul unei sistole este de 70-75 ml în stare de repaus și poate crește până la 150-200 ml în eforturile fizice intense. După sistola urmărează diastola ventriculară, ce durează 0,50 s. Datorită relaxării miocardului, presiunea intracavitară scade rapid. Când presiunea din ventricule devine inferioară celei din arterele mari, are loc închiderea valvelor semilunare care impiedică refluxarea sângelui în ventricule. Pentru scurt timp, ventriculele devin cavități închise (diastola izovolumetrică).

În acest timp, presiunea intraventriculară continuă să scadă până la valori inferioare celei din atrii, permijând deschiderea valvelor atrio-ventriculare. În acest moment începe umplerea cu sânge a ventriculelor (faza de umplere este și ea diferențiată în faza de umplere rapidă și cea de umplere lentă). Urmează o perioadă de 0,40 s, numită **diasistolă generală**, în care atrile și ventriculele se află în stare de relaxare. La sfârșitul acestei faze are loc sistola atrială a ciclului cardiac următor.

Ierarhul mecanic al inimii reprezintă travaliul efectuat de pompă cardiacă în timpul sistolei ventriculare. El se calculează înmulțind volumul sistolic (75 ml) cu presiunea arterială medie (100 mmHg). Valoarea travaliului este de 100 g/sistola la ventriculul stâng și 20 g la ventriculul drept. Calculat pe 24 de ore, pentru întreaga inimă el reprezintă 10 000 kg.

MANIFESTĂRI CE ÎNSOTESC CICLUL CARDIAC

În timpul activității sale, cordul produce o serie de manifestări electrice, mecanice și acustice.

Manifestările electrice reprezintă însumarea vectorială a biocurentilor de depolarizare și repolarizare miocardică. Înregistrarea grafică a acestora reprezintă electrocardiograma, metodă foarte larg folosită în clinică pentru cercetarea activității inimii.

Manifestările mecanice sunt reprezentate de șocul apexian și pulsul arterial. Șocul arterial este o expansiune sistolică a peretelui arterelor, provocată de variațiile ritmice ale presiunii apexiană reprezentă o expansiune sistolică a peretelui toracelui în dreptul vârfului inimii. Pulsul este mai lung, de tonalitate joasă și mai intens. El este produs de închiderea valvelor atrio-ventriculare și vibrația miocardului la începutul sistolei ventriculare. Zgomotul II, diastolic, este mai scurt, mai acut și mai puțin intens. Este produs, la începutul diastolei ventriculare, de închiderea valvelor semilunare. În intervalele dintre zgomote se interpun pauze de liniste.

FIZIOLOGIA CIRCULAȚIEI SÂNGELUI

Cu studiul circulației săngelui se ocupă hemodinamica. Sângelul se deplasează în circuit închis și într-un singur sens. De la ventriculul stâng până la atriu drept, sângelul străbate marea circulație (circulația sistemică), iar de la ventriculul drept până la atriu stâng parcurge mica circulație (circulația pulmonară).

Mica și mareea circulație sunt dispuse în serie. De aceea, volumul de sânge pompat de ventriculul stâng, într-un minut, în mareea circulație este egal cu cel pompat de ventriculul drept în mica circulație.

Legile generale ale hidrodinamicii sunt aplicabile și la hemodinamică.

CIRCULAȚIA ARTERIALĂ

Arterele sunt vase prin care săngele ieșe din inimă.

Arterele elastice

Structură. Aorta și ramurile ei mari (carotidele, iliacele și arterele axilare) prezintă o tunica medie bogată în elastină și cu doar câteva celule musculare netede. Această structură le

face distensibile, astfel încât prelungirea volumelor de sânge expulzate de inimă determină doar creșteri moderate ale presiunii la nivelul lor.

Proprietăți: complianta (arterele elastice servesc ca rezervoire), distensibilitatea, elasticitatea.

Elasticitatea este proprietatea arterelor mari de a se lăsa destins cînd crește presiunea săngelui și de a reveni la calibrul inițial când presiunea a scăzut la valori mai mici. În timpul sistolei ventriculare, în artere este pompat un volum de 75 ml sânge peste cel conținut în aceste vase. Fiind incomprimabil, surplusul de sânge ar putea provoca o creștere uriașă a presiunii arteriale, ducând la ruptura vaselor. Datorită elasticității, undă de soc sistolică este amortizată. Are loc înmagazinarea unei părți a energiei sistolice, sub formă de energie elastică a perejilor arteriai. Această energie este retrocedată coloanei de sânge, în timpul diastolei. În felul acesta, arterele mari suferă o diastolă elastică în timpul sistolei ventriculare și o sistolă elastică în timpul diastolei ventriculare. Prin aceste variații pasive ale calibrului vaselor mari se produce transformarea ejecliei sacadate a săngelui din inimă în curgere continuă, a acestuia prin artere.

Arterele musculare

Sunt cele mai numeroase artere din organism.

Structură: tunica medie conține un număr crescut de fibre musculare netede, al căror număr scade pe măsură ce ne depărtăm de cord. Servesc drept canale de distribuție către diferitele organe.

Suprafața totală de secțiune a arborelui circulator crește marcat pe măsură ce avansăm spre periferie. Deoarece aceeași cantitate de sânge traversează fiecare tip de vase în unitatea de timp, viteză de curgere va fi invers proporțională cu suprafața de secțiune.

Arteriole

Structură: un strat foarte gros de celule musculare netede constituie media, iar lumenul are un diametru foarte mic. Arteriolele își pot modifica marcat diametrul lumenului prin contractă/relaxarea mușchilor netezii din peretele lor (contractilitate). Acest fapt permite un control fin al distribuției debitului cardiac către diferite organe și țesuturi.

Tonusul muscularii netede depinde de activitatea nervilor simpatici, de presiunea arterială, de concentrația locală a unor metaboliti și de mulți alți mediatori.

Autoreglarea este mecanismul care permite organelor și țesuturilor să-și ajusteze rezistența vasculară și să-și mențină un debit sangvin constant, în ciuda variațiilor presiunii arteriale. Este foarte bine reprezentat la nivelul rinichilor, creierului, inimii, mușchilor scheletici și mezeenterului. Există mai multe teorii ce încearcă să explică acest mecanism.

Teoria metabolică sugerează că o creștere a presiunii arteriale determină creșterea locală a debitului sanguin, ceea ce duce la îndepărțarea din zona respectivă a substanțelor vasodilatatoare; consecutiv, are loc creșterea rezistenței vasculare și, astfel, debitul sanguin local revine la normal. S-a sugerat implicarea următoarelor substanțe vasodilatatoare: CO_2 , H^+ , adenozina, prostaglandinele, ionii fosfat sau scăderea concentrației de O_2 . Totuși, autoreglarea nu poate fi explicată în toate circumstanțele prin modificări ale concentrării acestor substanțe.

Teoria miogenică arată că mușchiul neted vascular se contractă atunci când este stimulat prin întindere, ceea ce se întâmplă când presiunea arterială crește conform legii Laplace, în funcție de debit și raza vasului. Astfel, creșterea presiunii arteriale determină creșterea tensiunii

parietale, înținând întinderea fibrelor musculare netede vasculare; ca răspuns, apare contractia acestor fibre și revenirea tensiunii parietale la nivele de control. Scăderea diametrului lumenului vascular determină creșterea rezistenței vasculare, urmată de scăderea debitului sanguin.

Hiperemia reactivă este un fenomen ce se instalează consecutiv ochuziei unei artere pe o perioadă limitată de timp. După disparitia ochuziei, debitul sanguin local este mult mai mare decât nivelul său de control pentru o perioadă variabilă de timp. Mecanismul implicat este metabolic.

PRESUNEA ARTERIALĂ

Sângelul circulă în vase sub o anumită presiune, care depășește presiunea atmosferică cu 130 mm Hg în timpul sistolei ventriculare stângi (presiune arterială maximă sau sistolică) și cu 80 mm Hg în timpul diastolei (presiune arterială minimă sau diastolică). Între aceste valori se situează presiunea arterială medie, de 100 mm Hg. Aceasta nu reprezintă media aritmetică a celorlalte două, ci se calculează după o formulă specială. Presiunea sângelui se poate măsura direct, introducând în lumenul arterei un cateter, aflat în legătură cu un manometru. În practica medicală curentă, la om, presiunea sângelui se apreciază indirect, prin măsurarea tensiunii arteriale. Aceasta se determină măsurând contrapresiunea necesară de a fi aplicată la exteriorul arterei pentru a egala presiunea sângelui din interior.

Factorii determinanți ai presiunii arteriale. Cauza principală a presiunii sângelui este activitatea de pompă a inimii, care realizează debitul cardiac. Un alt factor important îl reprezintă rezistența periferică pe care o întâmpină sângele la curgerea sa prin vase. Conform legii Poiseuille, rezistența este invers proporțională cu puterea a 4-a a razei vasului și cu π^4 direct proporțională cu vâscozitatea sângelui și lungimea vasului. Cea mai mare rezistență se întâlnește la nivelul arterioelor. Străbătând teritoriul cu rezistențe crescute, sângele pierde mult din energia sa, fapt ce se constată din căderile de presiune sangvină înainte dircolo de aceste arterii. Sângelul intră în arteriole cu o presiune de 90 mm Hg și le părăsește cu o presiune de 30 mm Hg.

Presiunea de intrare în capilare este de 30 mm Hg și de ieșire de 10 mm Hg. Rezistența la curgere se datorează frecării dintre straturile paralele de lichid circulant, fenomen ce poartă numele de vâscozitate. Datorită vâscozității, straturile de sânge aflate în centru vasului curg mult mai repede decât cele din apropierea peretelui. Cu cât vasul este mai îngust și mai lung, cu atât rezistența pe care o opune curgerii sângelui este mai mare. Volumul sanguin circulant, volemia, este alt factor determinant al presiunii sângelui. Volemia variază concordant cu variația lichidelor extracelulare (LEC). În scăderi ale volumului LEC, scade și volemia și se produce o scădere a presiunii arteriale (hipotensiune); în creșteri ale LEC, crește volemia și se produce o creștere a presiunii arteriale (hipertensiune).

Presiunea sângelui mai depinde și de elasticitatea arterelor, care scade cu vîrstă, determinând la bătrâni creșteri ale presiunii sanguine. Între debitul circulant, presiunea sângelui și rezistența la curgere există relații matematice. Debitul este direct proporțional cu presiunea și invers proporțional cu rezistența: $D = PR$.

Viteza sângelui în artere, ca și presiunea, scade pe măsură ce ne depărtăm de inimă. În aeră, viteza este de 500 mm/s, iar în capilar de 0,5 mm/s, deci de o mie de ori mai redusă. Aceasta se datorează creșterii suprafeței de secțiune a teritoriului capilar de o mie de ori față de cea a aortei.

Hipertensiunea arterială reprezintă creșterea presiunii arteriale sistolice și/sau diastolice peste 140 mm Hg, respectiv 90 mmHg. Hipertensiunea determină creșterea lucrului cardiac și poate duce la afectarea vaselor sanguine și a altor organe, mai ales a rinichilor, cordului și ochilor. Cauza HTA poate fi necunoscută sau secundară altor boli.

PULSUL ARTERIAL

Reprezintă o expansiune sistolică a peretelui arterei datorită creșterii bruse a presiunii sângelui. El se percepă comprinând o arteră superficială pe un plan dur (osos), de exemplu artera radială. Viteza de propagare a undei pulsatile este de 10 ori mai mare decât viteza sângelui. Prin palparea pulsului obținem informații privind volumul sistolic, frecvența cardiacă și ritmul inimii. Înregistrarea grafică a pulsului se numește stigmogramă. Ea ne dă informații despre artere și despre modul de golire a ventriculului stâng.

MICROCIRCULAȚIA

Cuprinde toate vasele cu diametru sub 100 μ și include: metaarteriole, arteriole, capilare și venule postcapilare. Schimbările de substanțe dintre LEC și sistemul vascular au loc la nivelul capilarilor și al venulelor postcapilare (fig. 137).

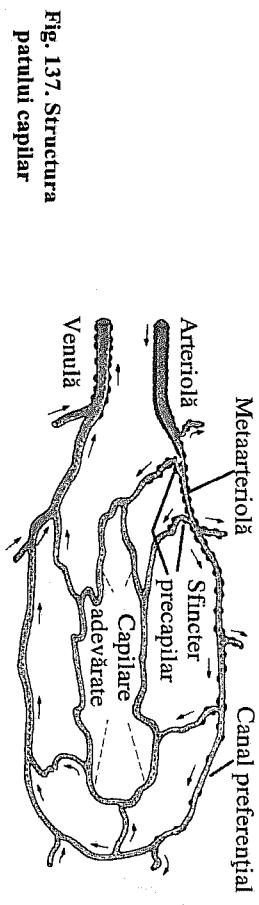


Fig. 137. Structura patului capilar

Microcirculația este o rețea de vase fine ce distribuie sânge fiecarei celule din organism.

Capilarele se formează direct din arteriole sau din metaarteriole. La locul de origine al multor capilare există sfințierul precapilar (constituții din fibre musculare netede). Nu toate capilarele unui țesut sunt funcționale în același timp. În condiții bazale, 1%-10% din capilare sunt funcționale. În timpul unor activități metabolice intense, mult mai multe capilare devin funcționale, ceea ce crește aportul de oxigen și substanțe nutritive la țesuturi. Deschiderea și închiderea acestor vase și modificările consecutive în debitul sanguin constituie vasomotoricitatea capilarelor.

Microcirculația este locul unde se realizează schimbările între sânge și lichidele interstțiale, care, la rândul lor, se echilibrează cu conținutul celulelor. La acest nivel, suprafața totală de secțiune este de 0,4-0,5 m^2 , ceea ce determină o viteză de circulație a sângeului de 0,3-0,4 mm/s în capilar, dar aceasta poate varia mult mai mult (0-1 mm/s) ținând cont de vasomotoricitatea acestui sector. Microcirculația asigură o suprafață de schimb totală de aproximativ 700 m^2 între sistemul circulator și compartimentul interstțial.

Schimbările ce se realizază la acest nivel sunt posibile datorită permeabilității capilare, aceasta fiind cea de-a doua proprietate a capilarilor, alături de vasomotoricitate.

Permeabilitatea este proprietatea capilarilor de a permite transferul de apă și substanțe dizolvate, prin endotelul lor. Această proprietate se datorează structurii particulare a peretelui capilar, ai cărui pori pot fi străbătuți de toți componentii plasmăi, cu excepția proteinelor. Legile

care guvernează schimburile capilar - țesut sunt legi fizice, ale difuziunii, osmozei și filtrării. O parte din schimburi se fac și prin pinocitoză.

Difuziunea este principalul mecanism de schimb la nivelul microcirculației și este caracterizată de rata de difuziune care depinde de solubilitatea substanciei respective în țesuturi, de temperatură și de suprafața de schimb disponibilă, precum și de mărimea moleculelor și de distanța la care se realizează.

Filtrarea. Existența unei diferențe de presiune hidrostatică de o parte și de alta a endotelului capilar determină filtrarea apei și a solvătilor din capilare în țesuturi. Prezența moleculelor mari (proteine, mai ales albumină) în sânge exercită o forță (presiunea oncoficită) care contracara rezistența filtrării. Balanța filtrare - reabsorbție a apei și a solvătilor depinde de diferența dintre presiunile hidrostatică din capilar, care favorizează filtrarea apei spre țesuturi, și presiunea oncoficită a proteinelor plasmatic (25 mmHg), care se opune filtrării, determinând rezorbția apei. Filtrarea apei este ajutată și de presiunea oncoficită a proteinelor din lichidul intercelular, cu valoare de 5 mm Hg. La capătul arterial, suma presiunilor favorabile filtrării este de 35 mmHg (presiunea hidrostatică 30 mmHg + presiunea oncoficită tisulară 5 mmHg) și depășește cu 10 mm Hg presiunea opozantă a proteinelor plasmatic. Din acest motiv, apa iese din capilar în țesut, antrenând cu ea și substanțele nutritive dizolvate. La capătul venos al capilarului, fenomenele se produc în sens invers: apare o presiune de rezorbție de 9 mm Hg, care determină reintarea apei în capilar și, o dată cu ea, și a produsilor de catabolism celular. Într-ela activitate metabolică celulără depinde de buna desfășurare a acestui schimb neconvenit. În fiecare minut, membrana capilară este traversată, în ambele sensuri, de un important volum de apă. Peretele capilar poate fi străbătut și de leucocite.

Crescerea presiunii sanguvine în vasele microcirculației și scăderea concentrației proteinelor plasmatic determină filtrarea unei mai mari cantități de lichid din capilare; acumularea de lichid în exces în țesuturi se numește edem.

Deplasarea gazelor respiratorii se face în sensul dictat de diferențele de presiuni parțiale. Oxigenul difuzează din săngele capilar, unde presiunea sa parțială este de 100 mm Hg, spre țesuturi, unde aceasta este de 40 mm Hg. Dioxidul de carbon difuzează de la presiunea tisulară de 46 mm Hg spre capilar, unde presiunea sa parțială este de 40 mm Hg.

CIRCULAȚIA VENOASĂ

Venele sunt vase prin care săngele se întoarce la inimă. Volumul venos este de trei ori mai mare decât cel arterial, deci în teritoriul venos se află circa 75% din volumul sanguin. Presiunea săngelui în vene este foarte joasă: 10 mmHg la originea sistemului venos și zero mm Hg la vărsarea venelor cave în atriu drept. Deoarece suprafața de secțiune a venelor cave este mai mică decât a capilarelor, viteză de circulație a săngelui crește de la periferie (0,5 mm/s) spre inimă, atingând valoarea de 100 mm/s în cele două vene cave.

Proprietățile venelor. Datorită structurii peretilor lor, ce conțin cantități mici de țesut elastic și muscular neted, venele prezintă distensibilitate și contractilitate.

Distensibilitatea este proprietatea venelor de a-și mări pasiv calibrul sub acțiunea pre-sunii săngelui. Prin distensie, capacitatea sistemului venos crește, venele purtând în magazina volume sporite de sânge. Deosebit de distensibile sunt venele hepatice, splenice și subcutanate, care îndeplinește rol de rezervoire de sânge.

Contractilitatea este proprietatea venelor de a-și varia în mod activ calibrul prin contractiția sau relaxarea mușchilor netezii din peretele lor. Prin contractiția venelor are loc

mobilizarea săngelui din organele de rezervă și deplasarea lui către inimă, ceea ce determină creșterea debitului cardiac.

FACTORII CARE DETERMINĂ ÎNTOARCEREA SÂNGELUI LA INIMĂ

Cauza principală a întoarcerii săngelui la inimă este înșăși activitatea de pompă cardiacă a acesteia. Inima creează și menține permanent o diferență de presiune între aortă (100 mm Hg) și atriu drept (zero mmHg). Deși presiunea săngelui scade mult la trecerea prin arteriole și capilare, mai rămâne o forță de împingere de 10 mm Hg ce se manifestă la începutul sistemului venos. Înțima funcționează simultan ca o pompă aspiro-respingătoare. Ea respinge sânge spre aortă, în timpul sistolei ventriculare, și, concomitent, aspiră săngele din venele cave în atriu drept. Aspirația atrială dreaptă se datorază creșterii bruse a capacității atriuui, ca urmare a deplasării în jos a planșecului atrio-ventricular, în timpul fazei de ejectione a sistolei ventriculare.

Aspirația toracică reprezintă un factor ajutător care contribuie la menținerea unor valori scăzute ale presiunii în venele mari din cavitatea toracică. Ea se manifestă mai ales în inspir.

Presă abdominală reprezintă presiunea pozitivă din cavitatea abdominală care împinge săngele spre inimă. În inspir, datorită coborârii diafragmului, efectul de presă este accentuat. **Pompa musculară.** În timpul contractiilor musculare, venele profunde sunt golite de sânge, iar în perioadele de relaxare dintre două contractii ele aspiră săngele din venele superioare. Refluxul sanguin este împiedicat de prezența valvulelor (la nivelul venelor membrelor inferioare).

Gravitația are efect negativ asupra întoarcerii săngelui din venele membrelor inferioare. Ea favorizează cungerea săngelui din venele situate deasupra atriuului drept, la nivelul gambelor presiunea hidrostatică fiind de 100 mmHg, când persoana stă în picioare, nemîncată, ea scade la 20-25 mm Hg în timpul mersului.

Masajul pulsatil efectuat de artere asupra venelor omonime, aflate împreună în același pachet vascular, are efect favorabil deasupra întoarcerii venoase.

Întoarcerea săngelui la inimă are o mare importanță pentru reglarea debitului cardiac, deoarece o inimă sănătoasă pompează, conform legii inimii, atât sânge cât primește prin influx venos.

PRESIUNEA VENOASĂ CENTRALĂ

Deoarece săngele din venele sistemicice este condus spre atriu drept, presiunea de la acest nivel este denumită presiune venoasă centrală. Valoarea ei normală este de 0 mm Hg, adică egală cu presiunea atmosferică. Este reglată de echilibrul dintre capacitatea cordului de a pompa sângele din ventriculul drept și de tendința săngelui de a se deplasa din venele periferice spre atriu drept.

REGLAREA VENOASĂ A CIRCULAȚIEI SANGVINE

Sistemul nervos controlează în special funcțiile globale, ca, de exemplu, redistribuția sanguină în diverse teritorii ale organismului, creșterea activității pompei cardice, și asigură controlul rapid al presiunii arteriale. Sistemul nervos controlează circulația exclusiv prin intermediul sistemului nervos vegetativ, mai ales prin sistemul nervos simpatic; sistemul nervos parasimpatic este important în reglarea funcțiilor cordului.

Toate vasele sanguine, cu excepția capilarelor, sfințierelor precapilare și a majorității metaarteriolelor, sunt inervate simpatice. Inervația arterelor mici și a arteriolelor face ca stimularea simpatică să crească rezistența acestora, astfel modificându-se debitul sanguin prin țesuturi. Înervația vaselor mari, în special a venelor, face posibil ca stimularea simpatică să modifice volumul vascular și volumul sistemului circulator periferic. Alături de fibrele nervoase simpatice vasculare, o parte din fibrele simpatice merg la inimă; stimularea lor determină o creștere importantă a activității cordului, crescând frecvența și forța contracției cardiace. Singurul efect important al sistemului parasympatic asupra circulației este controlul frecvenței cardiace (stimularea vagală determină scăderea frecvenței cardiace).

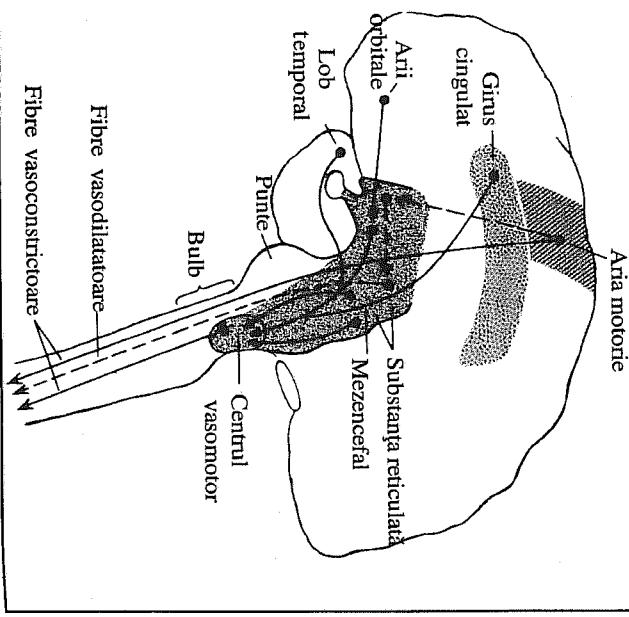
Sistemul vasoconstrictor simpatic și controlul lui de către SNC

Nervii simpatici conțin un număr foarte mare de fibre vasoconstrictoare și doar puține fibre vasodilatatoare. Fibrele vasoconstrictoare sunt distribuite tuturor segmentelor aparatului circulator, fiind mai mare în unele țesuturi (rinichi, intestin, splina și piele).

Centrul vasomotor și controlul lui de către sistemul vasoconstrictor (fig. 138).

În substantă reticulată bulbă și în treimea caudală pontină, bilateral, se află centrul vasmotor. Acest centru transmite impulsuri eferente prin măduva spinări și, de aici, prin fibre simpatice vasoconstrictoare, la aproape toate vasele sanguine. Există câteva zone importante la nivelul acestui centru:

1. Aria vasoconstrictoare, C-1, localizată în părțile anterolaterale ale bulbului, superior, bilateral. Neuronii acestor arii secrează noradrenalină; fibrele lor sunt distribuite în măduva spinării, excitând neuronii vasoconstrictori ai sistemului nervos simpatic.
2. Aria vasodilatatoare, A-1, localizată în părțile anterolaterale ale jumătății inferioare bulbare, bilateral; fibrele neuronale se proiectează cranial spre aria vasoconstrictoare, inhibând activitatea vasoconstrictoare a acesteia și producând vasodilatație.



Ele mențin o stare de vasoconstricție parțială, numită tonus vasomotor. 3. Aria senzitivă, A-2, localizată în tractul solitar în părțile posterolaterale bulbare și ale punții inferioare, bilateral. Neuronii acestor arii primește semnale nervoase senzitive, în special de la nervul vag și glosofarigian, emițând, la rândul lor, semnale nervoase ce controlează activitatea arterilor vasoconstrictoare și vasodilatatoare, determinând un control reflex al multor funcții circulatorii. În condiții normale, aria vasoconstrictoare a centrului vasomotor transmite continuu semnale către fibrele nervoase vasoconstrictoare simpatice, determinând o descărcare continuă și lentă de impulsuri a acestor fibre, cu o rată de 0,5-2 impulsuri/secundă. Aceste descărcări continui reprezintă tonusul simpatic vasoconstrictor.

Controlul efectuat de către centrul vasomotor asupra activității cardiace. Centrul vasomotor controlează, în același timp, gradul contracției vasculare și activitatea cordului. Portiunile laterale ale centrului vasomotor transmit, prin intermediul fibrelor nervoase simpatice, impulsuri excitatorii cordului, crescând frecvența și contractilitatea cardiacă. Portiunile mediale, situate în apropierea nucleului dorsal al vagului, transmit cordului, prin nervii vagi, impulsuri care determină scăderea frecvenței cardiace. În acest mod, centrul vasomotor poate fi să crească, fie să descrească activitatea cordului, aceasta crescând de obicei concomitent cu vasoconstricția periferică și scăzând concomitent cu inhibiția vasoconstricției.

Controlul exercitat de către centrii nervosi superioi asupra centrului vasomotor.

Un număr mare de arii din substanta reticulată pontină, mezencefalică și diencefalică pot să stimuleze sau să inhibe centrul vasomotor. În general, portiunile laterale și superioare ale substantei reticulare determină stimularea centrului vasomotor, în timp ce portiunile inferioare și mediale determină inhibiția acestuia. Hipotalamusul joacă un rol special în controlul sistemului vasoconstrictor, deoarece poate exercita efecte stimulatorii sau inhibitorii puternice asupra lui. Regiunile posterolaterale ale hipotalamusului determină în special excitație, în timp ce regiunile anterioare pot determina fie o ușoară excitație, fie inhibiție, în funcție de zona stimulată a hipotalamusului anterior. Hipotalamusul asigură integrarea activității cardiovasculare cu alte activități vegetative, precum: termoregulația, digestia, funcțiile sexuale. Stresul emoțional influențează, de asemenea, frecvența cardiacă și presiunea arterială.

Diferite regiuni ale cortexlui cerebral pot excita sau inhiba centrul vasomotor. Stimularea cortexlui motor excita centrul vasomotor ca urmare a impulsurilor transmise spre hipotalamus și, de aici, spre centrul vasomotor. Astfel, arii corticale întinse pot influența profund funcția aparatului cardiovascular.

Controlul presiunii arteriale se face prin mecanisme ce acționează rapid, pe termen mediu și pe termen lung.

Rolul sistemului nervos în controlul rapid al presiunii arteriale

Sistemul de control al baroreceptorilor arteriali, reflexe baroreceptoare. Baroreceptozi sunt terminațiuni nervoase ramificate localizate în sinusul carotidian (la bifurcația arterelor carotide) și în arcul aortic. Sună stimulați de distensia pereților vasculari; impulsurile nervoase ce rezultă sunt transmise sistemului nervos central pe calea nervilor glosofarigian și vag și de aici spre nucleul tractului solitar bulbar, apărând semnale nervoase secundare ce inhibă centrul vasoconstrictor bulbar și excita centrul vagal. Efectele sunt următoarele:

- vasodilatație venoasă și arteriolară la nivelul sistemului circulator periferic;
- scăderea frecvenței cardiace și a forței de contracție a cordului.

Fig. 138. Teritoriile cerebrale

cu rohuri importante

în reglarea circulației

(Limitile interupte reprezintă căile inhibitorii)

Astfel, stimularea baroreceptorilor prin presiunile arteriale crescute determină scăderea reflexă a presiunii arteriale datorită scăderii rezistenței vasculare periferice și debitiului cardiac. Răspunsul baroreceptorilor la modificările presiunii apar la valori ale acesteia de peste 60 mm Hg și este maxim la 180 mm Hg, fiind extrem de rapid. El are rol și în menținerea constantă a presiunii arteriale la modificările poziției corpului. Nu au importanță în reglarea pe termen lung a presiunii arteriale deoarece se adaptează, după un anumit interval de timp, la valorile presionale mari (fenomen de resetare).

Chemoreceptořii carotidieni și aortici sunt celule chemosenzitive, sensibile la scăderea O_2 , la excesul de CO_2 , sau al ionilor H^+ . El sunt localizați la nivelul unor organe mici de 1-2 mm: doi corpi carotidieni și mai mulți corpi aortici. Semnalele nervoase de la chemoreceptořii ajung la centrul vasoconstrictor pe calea nervilor IX și X, care loc stimularea acestuia, urmată de creșterea presiunii arteriale. Acest reflex nu este un sistem puternic de control al presiunii arteriale atunci când aceasta variază în limite normale, deoarece chemoreceptořii nu sunt puternic stimulați decât la valori ale presiunii arteriale sub 80 mmHg; devine important însă la presiuni scăzute.

Reflexele atriale și cele de la nivelul arterei pulmonare. Atrii, cat și arterele pulmonare prezintă în peretii lor receptori de întindere similari cu baroreceptořii din arterele mari ale circulației sistemică, denumiți receptori pentru presiune joasă. Aceștia au rol important în minimalizarea efectelor modificărilor de volum asupra presiunii arteriale.

Răspunsul la ischemie al SNC, controlul presiunii arteriale de către centrul vasoconstrictor ca răspuns la scăderea fluxului sanguin cerebral. Atunci când fluxul de sânge la centrul vasoconstrictor din trunchiul cerebral inferior scade suficient de mult pentru a produce un deficit nutrițional, adică ischémie cerebrală, neuronii centrului vasoconstrictor răspund direct la acțiunea acesteia, devenind puternic stimulați. Când are loc un astfel de fenomen, presiunea arterială sistemică crește la nivelul maxim la care pompa cardiacă poate face față. Creșterea presiunii arteriale ca răspuns la ischémia cerebrală este cunoscută ca răspunsul SNC la ischémie.

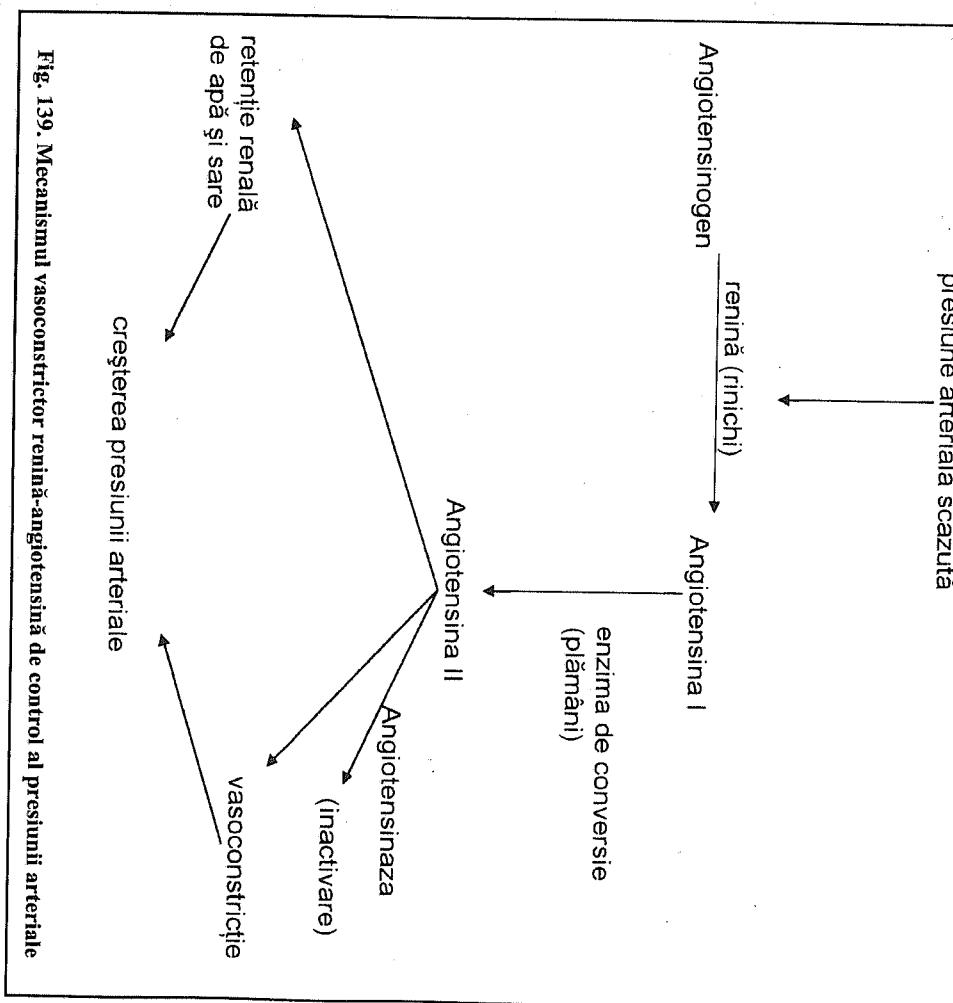
Mecanismele de reglare pe termen mediu a presiunii arteriale

Există mai multe mecanisme de control al presiunii arteriale ce intervin semnificativ doar la câteva minute după o modificare acută a presiunii arteriale. Acestea sunt: mecanismul vasoconstrictor renină - angiotensină; relaxarea vaselor sanguine; transferul bidirectional de lichid prin peretele capilar în și din spatele arborale circulator pentru reajustarea volumului sanguin în funcție de nevoi.

Aceste trei mecanisme devin operațive total în aproximativ 30 minute până la câteva ore. Efectul lor poate dura, dacă este necesar, câteva zile. Concomitent, mecanismele nervoase se epuizează și devin din ce în ce mai puțin eficiente (fig. 139).

Mecanismele de reglare pe termen lung a presiunii arteriale

Implică participarea renală. Mecanismul de control rinichi - volum sanguin (lichide extracelulare) necesită câteva ore pentru a deveni evident. El dezvoltă un mecanism de control feedback cu o eficiență și putere infinită. Acest mecanism poate restabili în întregime presiunea arterială la acel nivel presenal care să asigure o excreție renală de apă și sodiu normală. Există mai mulți factori care pot influența activitatea acestui mecanism. Unul dintre ei este aldosteronul, iar un altul implică interacțiunea dintre sistemul renină - angiotensină - aldosteron și mecanismul rinichi - lichidele extracelulare (fig. 140).



CIRCULAȚIA LIMFATICĂ

Limfa este parteua mediului intern care circulă în vasele limfaticice. Circulația are loc dinspre capilarele limfaticice din țesuturi spre marile ducturi limfaticice care deversă limfa în confluenții venosi de la baza gâtului. Circulația limfatică reprezintă o cale derivată de întoarcere spre inimă a apei extravazate din capilarele sanguine.

Formarea limfei. În fiecare minut se filtrează, la nivelul capilarilor arteriale, 16 ml apă. Din acest volum, 15 ml se resorb în sânge, la nivelul capatului venos al capilarilor. Volumul de apă restant în ţesuturi nu stagnă, ci la calea capilarilor limfaticice. Debitul limfatic mediu este în jur de 1500 ml/ză, însă poate varia mult în funcție de factorii hemodinamici locali.

Compoziția limfei. La înœput, limfa are aceeași compozitie cu a LEC și cu a plasmei (de care se deosebesc prin conținutul mai sărac în proteine). După trecerea prin ganglionii limfatici, limfa se îmbogățește cu elemente celulare și cu proteine. Compoziția limfei variază

- Legendă:**
- linie continuă = creșterea parametrului
 - linie înterrupță = scădereea parametrului
 - ECA = Enzima de Conversie a Angiotensinei
 - PNA = Peptidul Natriuretic Atrial
 - RFG = Rata Filtrării Glomerulare

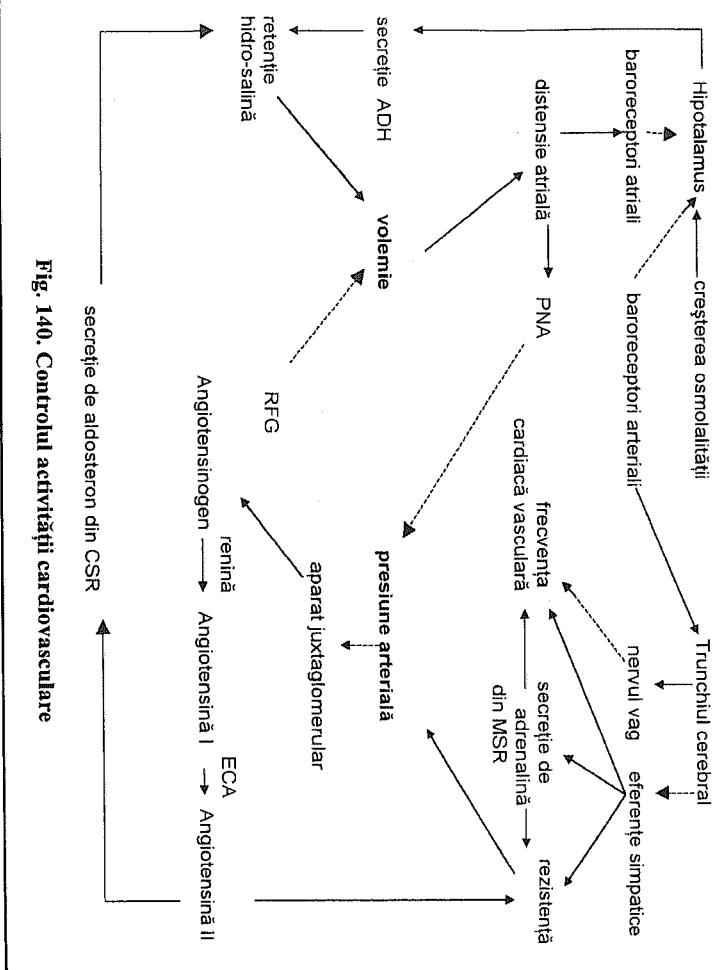


Fig. 140. Controlul activității cardiovasculare

în funcție de teritoriul drenat: lîmfa provenită din intestinul subțire este mai bogată în lipide, ceea ce îi conferă un aspect lăptos; lîmfa provenită din ficat este bogată în proteine și enzime, iar cea din glandele endocrine conține hormoni.

Circulația lîmfei se face cu viteză foarte mică. Forțele motrice care determină menținerea lîmfei sunt extrinseci și intrinseci. Cele extrinseci sunt presiunile tisulare și factorii ce favorizează întoarcerea venoasă. Cele intrinseci sunt reprezentate de contractiile ritmice ale vaselor lîmfatice mari. Aceste contracții, a căror amplitudine este proporțională cu debitul lîmfatic, creează o presiune de menținere. Sensul de scurgere este asigurat de prezența valvelor lîmfatice.

Rolurile sistemului lîmfatic sunt următoarele:

- constituie o cale auxiliară de întoarcere a lichidului extracelular în sistemul venos;
- blocajul căilor lîmfatice duce la apariția edemelor;

TERITORII SPECIALE ALE CIRCUITIEI SANGVINE

Circulația coronară. Inima este irrigată de arterele coronare, dreapta și stîngă. Debitul sanguin coronarian reprezintă aproximativ 5% din debitul cardiac de repaus. Este important de înțeles că, în timpul sistolei ventriculare, tensiunea intraparietală miocardică crește și produce o compresie a vaselor din teritoriul coronarian, ceea ce mărește rezistența la fluxul sanguin. De aceea, debitul coronarian în vasele coronare stângi este maxim în timpul perioadei de relaxare izovolumetrică, valorile presiunii arteriale fiind încă mari, iar miocardul relaxat.

Circulația cerebrală. Arterele principale ce irigă creierul sunt cele carotide. Întreruperea fluxului sanguin cerebral doar pentru 5-10 s provoacă pierderea conștiinței, iar oprirea circulației pentru 3-4 minute determină alterări irreversibile ale țesutului cerebral.

SOSCUL

Este acea stare patologică caracterizată printr-un flux sanguin inadecvat către organele vitale, cum ar fi: inimă, creierul, ficatul, rinichii, tractul gastrointestinal.

- Cauzele sale sunt multiple și, în funcție de acestea, soscul poate fi:
 - primar (sincopa sau leșinul), provocat de dilatație arteriolara și/sau scădereea frecvenței cardiaice;
 - hipovolemic, determinat de un volum sanguin circulant scăzut;
 - cardiogen, determinat de o funcționare inadecvată a inimii;
 - septic, provocat de infectii grave.

APARATUL EXCRETOR

ANATOMIA APARATULUI EXCRETOR

RINICHIUL

Rinichiile sunt așezate profund în cavitatea abdominală, simetric de o parte și de alta a coloanei vertebrale, în regiunea lombară. Ei se protecțează de la nivelul ultimelor două verterebrate toracale (T_{11} , T_{12}), până la vertebra a treia lombară, rinchiul drept fiind situat ceva mai jos, cu aproximativ o jumătate de vertebră față de cel stâng, din cauza prezenței ficatului în partea dreaptă.

Rinichii ocupă o lojă proprie, loja renală, delimitată de o fascie fibroasă, fascia renală, care prezintă o porțiune prerenală, care învelește rinichi. În afara loiei se găsește un alt strat de grăsime, grăsimea pararenală, mai groasă posterior. Atât grăsimea prerenală cât și cea pararenală au rol protector împotriva traumatismelor din regiunea lombară.

Rinichii au o formă asemănătoare cu cea a unui bob de fasole, de culoare brun-roșcată, lungime de aproximativ 12 cm, lățime de 6 cm și grosime de 3 cm; greutatea medie a fiecărui rinichi este în jur de 120 g.

Rinichiul i se descriu două fețe, două margini și doi poli.

Fetele rinichiului sunt una anterioară și alta posterioară. Fața anterioară este convexă și are raporturi diferențiate în dreapta și în stânga. În dreapta, fața anterioară vine în raport cu ficatul, cu duodenul (portiunea descendenta) și cu colonul ascendent, cu unghiuil colic drept și cu ansele intestinale, în timp ce în stânga vine în raport cu splina (fața renală), stomacul (fața posterioară), cu coada pancreasului, cu colonul descendant, cu unghiuil colic stâng, iar în partea inferioară cu ansele intestinale.

Fața posterioară este tot convexă și are raporturi cu peretele posterior al cavității abdominale, format de mușchii psoas și pătratul lombar. Vine în raport și cu nervii iliocighinal și iliohipogastric.

Marginile sunt una externă și alta internă. Marginea externă este convexă, iar cea internă este concavă numai în porțiunea mijlocie, ceea ce corespunde hilului renal, adică locului de intrare și ieșire a elementelor vasculo-nervoase, și bazinetului.

Poli rinichiului sunt unul superior și altul inferior. Polul superior vine în raport cu glanda suprarenală.

STRUCTURA RINICHIULUI

Rinichiul este alcătuit din două părți: capsula renală și țesutul sau parenchimul renal.

Capsula renală se prezintă sub forma unui înveliș fibro-elastic, care acoperă toată suprafața rinichiului și care aderă la parenchimul subiacent.

Parenchimul renal este alcătuit din două zone: o zonă centrală, numită medulară, o zonă periferică, numită corticală (fig. 141).

Medulăra prezintă, pe secțiune, niște formajuni de aspect triunghiular, numite piramidele lui Malpighi. În număr de 7 până la 14, ele sunt orientate cu baza spre periferie, către corticală, și cu vâful spre centru, către hilul renal. Vârfurile acestor piramide sunt rotunjite și poartă numele de papile renale. Suprafața fiecarei papile renale este perforată de un număr variabil de orificii (15-20) care alcătuiesc aria ciuruită (aria cribrosa). Prin aceste orificii se scurge urina prin tubii colectori Bellini în calicele renale mici. Suprafața piramidelor renale are aspect striat, determinat de tubii colectori Bellini și de arterele drepte adevărate care străbat piramidele Malpighi în tot lungul lor, de la bază la vârf. Fiecare piramida Malpighi are, între piramide se găsesc coloanele Bertin, care sunt prelungiri ale corticaliei în medulară.

Corticula prezintă pe secțiune formajuni de aspect triunghiular, numite piramide Ferrein, în număr de 300-500 pentru fiecare piramidă Malpighi. Aceste piramide Ferrein sunt orientate invers decât piramidele malpighiene, adică cu baza spre centru, la baza piramidelor Malpighi, și cu vârful spre periferie, fără să atingă capsula renală. Fiecare piramidă Ferrein are semnificația unui lob renal și reprezintă prelungiri ale medularei în corticală. Între piramidele Ferrein se află așa-numitul labirint, în care se găsesc corpusculii renali, vase sanguine și tubi uriniferi în direcții variate.

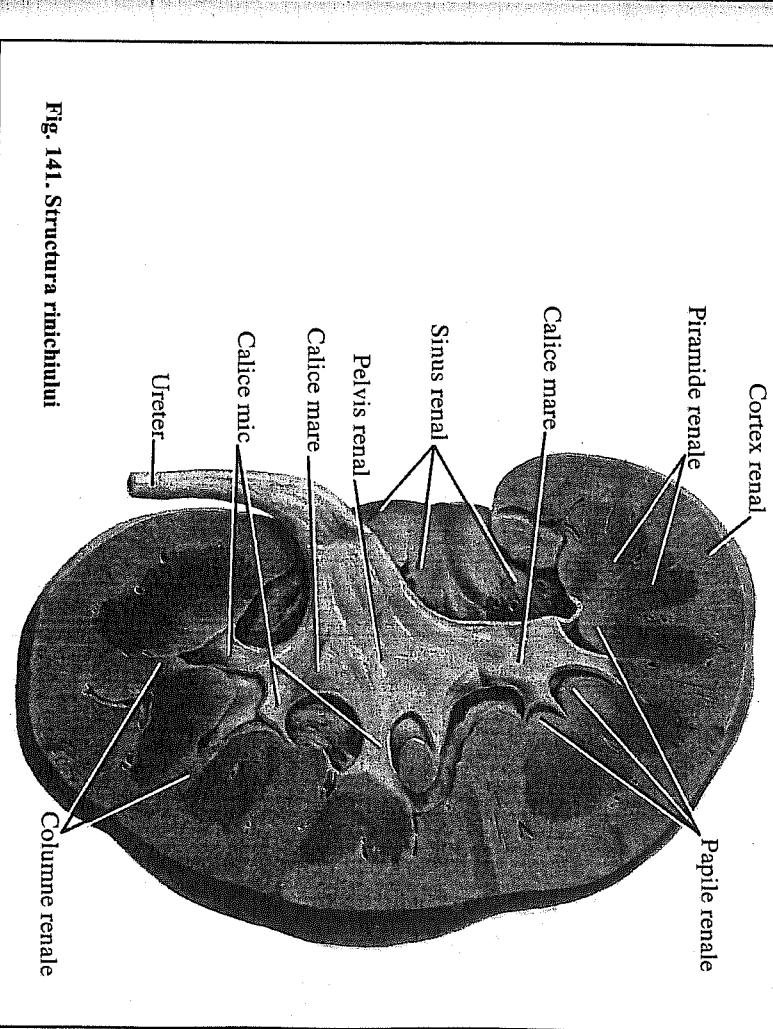


Fig. 141. Structura rinichiului

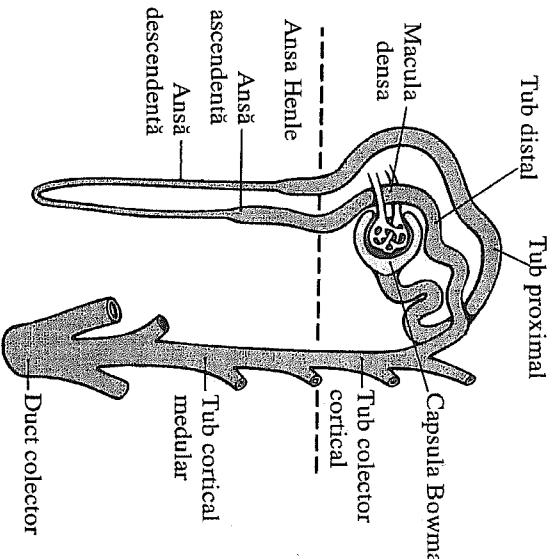


Fig. 142. Nefronul (schema)

Nefronul reprezintă unitatea anatomică și funcțională a rinichilui (fig. 142). Numărul nefronilor este mare, mai mult de un milion pentru fiecare rinichi. În alcătuirea unui nefron intră două părți: capsula Bowman și un sistem tubular.

Capsula Bowman reprezintă porțiunea inițială a nefronului. Ea este situată în corticală și are forma unei cupe cu pereti dubli, prezentând doi poli:

- un pol vascular, prin care intră în capsulă arterola afferentă care se capilarizează formând un ghem de capilare, numit glomerul renal Malpighi, și prin care ieșe din capsulă arterola eferentă;
- un pol urinar, situat în partea opusă celui vascular.

Foia internă a capsulei Bowman este formată din celule turrite și se mulează intim pe ghenui de capilare al glomerulu lui renal Malpighi. Foia externă a capsulei se continuă cu tubul contort proximal. Capsula Bowman, împreună cu glomerul renal, formează corpusculul renal Malpighi.

Sistemul tubular, situat în continuarea capsulei Bowman, este alcătuit din mai multe segmente, care, în totalitate, măsoară 3-4 cm. Astfel sunt:

- tubul contort proximal, cu o lungime de 15 mm, este un tub încolăcit, situat în corticală, în imediata apropiere a capsulei Bowman. Prezintă în structura sa un epiteliu simplu cubic cu marginile în perie, care reprezintă substratul morfologic al unei intense activități de reabsorbție;
- ansa Henle, situată în continuarea tubului contort proximal, este formată din două ramuri:
 - a. un ram descendente, mai subțire, care trece din corticală în medulară, unde face o buclă numită ansă proprie-zisă;
 - b. un ram ascendent, mai gros, care se reîntoarce din medulară în corticală; (funcțional, ansa Henle participă la procesul de concentrație și diluție).

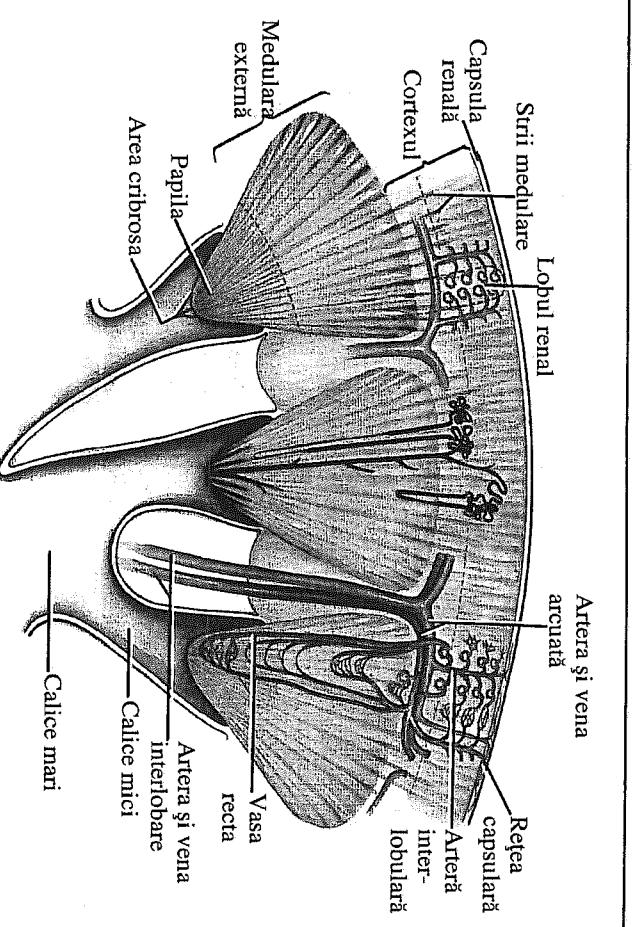


Fig. 143. Schema sistemului vascular intrarenal

- tubul contort distal, un tub răscut, situat în corticală, în continuarea ansiei Henle. Tubul contort distal este format din două porțiuni: o porțiune dreaptă și o porțiune contortă (înțortocheată). Limita dintre cele două porțiuni ale tubului contort distal este marcată de prezența unei structuri de tip particular, numită macula densa, care face parte din aparatul juxtaglomerular. La exterior, această limită corespunde punctului de contact dintre segmentul distal și corpulcul renal de care aparține. Contactul se face la nivelul prolului vascular al corpusculului. Aparatul juxtaglomerular are rolul de a regla activitatea rinichilor și de a secreta renina și enzimoproteină.
- Mai mulți tubi contorți distali se varsă într-un tub colector Bellini, care nu face parte din nefron. Într-un tub colector Bellini drenază între 5000-6000 tubi contorți distali. Tubul colector Bellini trece din corticală în medulară, străbătând piramidele Malpighi de la bază până la vârf, unde se varsă în calicele renale mici prin orificiile de pe suprafața papilelor renale. Într-un sistemul tubular al rinichilor are o lungime de 60-80 km și o suprafață totală de circa 5 m².

Vascularizarea rinichilului este asigurată de artera renală, ramură viscerală din aorta abdominală. Artera renală pătrunde în rinichi prin hilul renal și dă la acest nivel ramuri preperitoneale (2-4), care trec înaintea bazinetului și ramuri retropielice (de obicei una), care trec înaintea bazinetului. De aici pornesc arterele interlobare (fig. 143) care merg printre piramidele renale Malpighi, în coloanele Bertin. Ajunse la baza piramidelor Malpighi, arterele interlobare devin artere arcuante și merg la limita dintre medulară și corticală. Au un caracter terminal, adică nu se anastomozează între ele.

care vascularizează corticală până la capsula renală.

Tot de la acest nivel porneșc în medulară arterele drepte adevărate sau "în ploie", care vascularizează piramidele Malpighi de la bază până la vârf, de-a lungul tubilor colectori Bellini. Din artere interlobulare se desprind arteriolele aferente care intră în capsula Bowman prin polul vascular, unde se capilarizează și formează glomerul renal Malpighi, din care ia naștere apoi arteriola eferentă, mai subțire decât cea aferentă. Aceasta ieșe din capsula Bowman tot prin polul vascular, după care se recapilarizează în peretii tubului urinifer.

Sângelul venos este colectat de capilare dispuse la periferie, sub capsula renală, numite venele interlobulare, venele arcuate, venele interlobare, care se varsă în venele pre- și retroperitoneale, iar acestea în vena renală. În vena renală stângă se varsă și vena testiculară la bărbat sau ovariană la femeie. Venele renale se deschid în vena cavă inferioară.

Linfa rinichiului este colectată de vase limfatice care merg cu venele și care o drenază în ganglionii aortici.

Rinchiul are o inervatie vegetativă simpatică și parasimpatică. Inervatia vegetativă a rinichilor provine din plexul celiac, mezoenteric superior și aortico-renal, care conțin fibre din lanțul simpatetic (nervii splanchnici) și fibre vagale mai puțin numeroase. Cea mai mare parte a fibrelor nervoase abordăază rinchiul sub forma plexusului renal ce se alătură arterei renale și ramurilor ei. Nervii au o acțiune vasomotorie, reglând debitul sanguin al rinichiului.

CĂILE DE ELIMINARE A URINEI

Cările urinare sunt unele intrarenale și altele extrarenale. Cele intrarenale sunt reprezentate de calicele renale mici, calicele renale mari și o parte din bazine. Cările extrarenale cuprind partea dinspre vârf a bazinetului, ureterul, vezica urinară și uretra.

Calicele renale mici sunt situate la vârful piramidelor Malpighi. Numărul lor este de 7 - 14. Ele se unesc în trei calice renale mari, superior, mijlociu și inferior. La rândul lor, calicele renale mari se unesc și formează bazinetul.

Bazinetul sau pelvisul renal este un conduct mai dilatat, a căruia poziune bazală este situată în rinichi și aparține căilor urinare intrarenale. Partea dinspre vârf este situată în afara rinichiului și aparține căilor urinare extrarenale.

Bazinetul prezintă o față anteroară, o față posterioară și două margini: una superioară și alta inferioară, care converg de la bază la vârf. Baza este îndreptată în sus și în afară și la nivelul ei se găsesc calicele renale mari. Vârful bazinetului este situat în jos și înaintru și se continuă cu ureterul.

Ureterul este un organ tubular, lung de 25-30 cm, care se întinde oblic în jos și spre medial de la vârful bazinetului până la vezica urinară. Este un organ primitiv retroperitoneal care prezintă două poziuni:

- o poziune abdominală, care ține de la vârful bazinetului și până la strâmtarea superioară a bazinetului;
- o poziune pelviană, care ține de la strâmtarea superioară a bazinului până la vezica urinară.

Raporturile ureterului diferă în cele două porțiuni ale lui. În porțiunea abdominală prezintă două segmente, unul superior sau lombar, care ține de la bazin până la creasta iliacă, și altul inferior sau iiliac, de la creasta iliacă până la strâmtarea superioară a bazinului.

În segmentul abdominal, ureterul este situat anterior de mușchiul psoas și este încrucisat anterior de vasele testiculare la bărbat și ovariană la femeie. Lateral, are în dreapta colonul ascendent, iar în stânga pe cel descendente. Medial de ureter se găsește, în dreapta, lanțul simpatic drept și vena cava inferioară, iar în stânga lanțul simpatic stâng și aorta abdominală.

În segmentul iilic, ureterul încruțează vasele iliacale și este încrucisat în dreapta de mezoenter, iar în stânga de mezosigmoid.

În porțiunea pelviană, la bărbat, vine în raport anterior cu canalul deferent și veziculele seminale, iar la femeie cu artera uterina.

Ureterul are un pierete alcătuit din trei tunici:

- una externă, fibroasă, numită și adventică;
- una mijlocie, musculară, cu fibre musculare netede (longitudinale la exterior, circulare la mijloc și din nou longitudinale la interior);
- una internă, mucoasă, care căpătușește lumenul ureterului. Mucoasa ureterului are un epiteliu de tranziție impermeabil (uroteliu).

Vascularizarea ureterului este asigurată de arterele ureterale, care, în porțiunea superioară, vin din artera renală, iar în cea inferioară din arterele vezicale.

Sângelul venos este colectat de venele ureterale satelite arterelor. Inervatia este vegetativă, simpatica și parasimpatica. Ea vine din plexul renal, pentru porțiunea superioară, și din cel hipogastric, pentru porțiunea inferioară a ureterului.

VEZICA URINARĂ

Este un organ musculo-cavitar, fiind porțiunea cea mai dilatătă a căilor urinare. Ea acumulează urină, care se elimină în mod continuu prin uretere, și o evacuează în mod discontinuu, ritmic, de 4-6 ori în 24 de ore, prin actul micuțunii. Vezica urinară este așezată în pelvis, pe care îl depășește în sus atunci când este plină. La adult are o formă globuloasă, prezentând două fețe, două margini, o bază și un vârf orientat în sus. Fețele sunt una anterioară și alta posterioară. Fața anterioară se găsește în apropierea simfizei pubiene. Între fața anterioară vezicală și simfiza pubiană se delimită un spatiu prevezical. Fața posterioară are raporturi diferențiale la bărbat și la femeie. La bărbat vine în raport cu rectul, de care este despărțită prin peritoneu, care formează atici fundul de sac retrovezical sau Douglas. La femeie, vezica urinară vine în raport posterior cu uterul, între cele două peritoneul formând fundul de sac vezico-uterin. Marginile vezicii urinare sunt una dreaptă și alta stângă.

Baza (fundul vezicii) este situată în jos și se întinde până la fundul de sac recto-vezical la bărbat sau până la fundul de sac vezico-uterin la femeie. Baza vezicii vine în raport cu prostata, cu veziculele seminale și canalele deferente la bărbat, iar la femeie, cu vaginul și colul uterin. Peretele vezicii urinare este alcătuit din trei tunici:

- o tunica externă, seroasă, reprezentată de peritoneu, care acoperă vezica numai pe fața ei posterioară și superioară, în rest fiind înconjurată de un strat de țesut conjunctiv lax;
- o tunica mijlocie, musculară, alcătuită din trei straturi de fibre musculare netede, un strat superficial longitudinal, unul mijlociu cu fibre circulare și altul profund cu fibre longitudinale;
- o tunica internă, mucoasă, care căpătușește suprafața internă a vezicii urinare și este cutată.

rezicii este netedă (nu are cufe) și anume o zonă triunghiulară, numită trigon vezical, delimitat între orificile ureterale și cel uretral.

Vascularizarea vezicii urinare este asigurată de arterele vezicale, din artera iliacă internă, și de vezicală superioară, din partea permeabilă a arterei omoplaticale. Sângele venos este colectat de venele vezicale satelite ale arterelor. Ele conduc săngele venos în vena iliacă internă și în plexul vezical cu originea în plexul hipogastric.

JURETRA

Uretra este un conduct care, la bărbat, are o lungime medie de 14-16 cm, iar la femeie, de 4-5 cm. Reprezintă segmentul evacuator al aparatului urinar prin care urina este eliminată din vezica urinara în timpul micșorării.

La bărbat este un organ comun atât aparatului urinar, cât și celui genital, servind pentru micșorare și pentru ejaculare, și are un lumen mai îngust. Uretra prezintă trei segmente:

- uretra prostatică, având pe peretele ei posterior o proeminență centrală, numită colicul seminal, la nivelul căruia se deschid canalele ejaculatorie și canalele prostate. Sub vezică, la nivelul ureterei prostate, se află sfincterul intern, cu fibre musculare netede și cu contracție involuntară;
- uretra membranoasă traversază perineul și prezintă un sfincter extern cu fibre musculare striate și contracție voluntară;
- uretra peniană prezintă glandele uretrale și se deschide în vîrful glandului prin meațul urinar.

În femeie, uretra este un organ care servește numai pentru eliminarea urinei din vezica urinara și are un lumen mai larg. Uretra la femeie prezintă două segmente:

- un segment pelvin, situat în pelvis, anterior de rect și în poia vagină;
- un segment perineal, care străbate perineul și se deschide în vulvă.

Ea are un orificiu interior, la nivelul vezicii urinare, și altul exterior, în vestibulul vaginal, fiind prevăzută cu un sfincter extern striat (voluntar).

FIZIOLOGIA APARATULUI EXCRETOR

Rinichii au două funcții majore:

- De a excrea cea mai mare parte a produșilor finali de metabolism ai organismului.
- De a controla concentrațiile majorării constituenților organismului, ei contribuind astfel la menținerea homeostaziei și a echilibrului acidobazic al organismului.

- Alături de acestea, rinichii mai au următoarele roluri:
- formarea și eliberarea reninei;

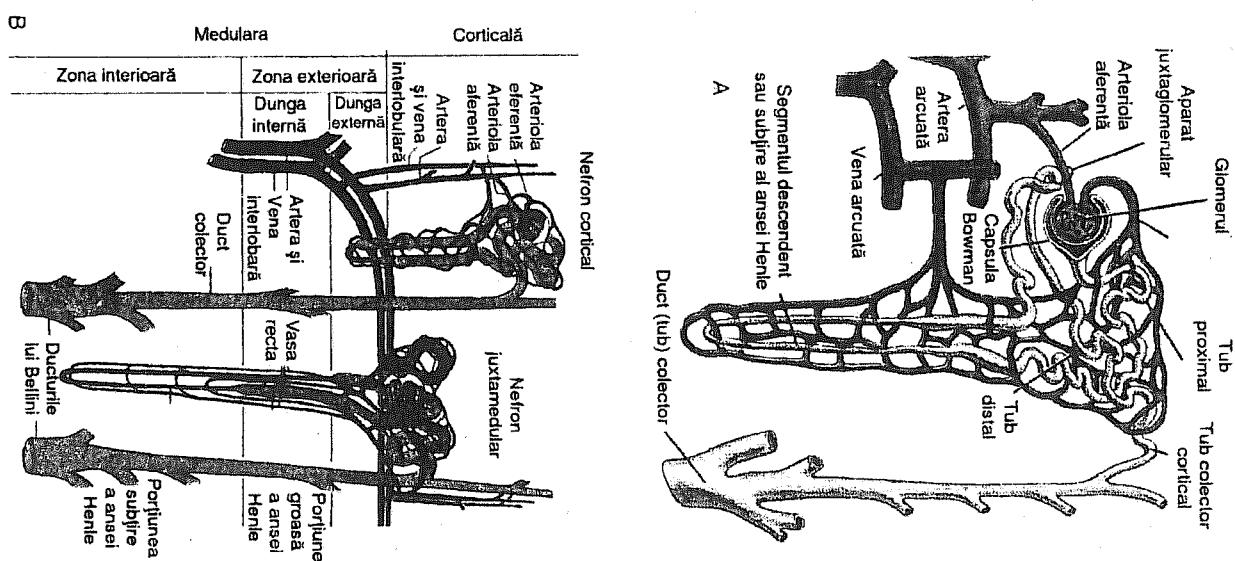


Fig. 144. Nefronul
Diferențele dintre cele două tipuri de nefroni:
A - nefron glomerular; B - nefron juxamedular

- formarea și eliberarea eritropoietinei;
 - activarea vitaminei D₃ și gluconeogenezei (în anumite situații).
- Cei doi rinichi conțin împreună 2 milioane de nefroni, fiecare nefron fiind apt să producă urină. Unitatea funcțională a rinichului, nefronul, este alcătuită din glomerul, ce are asociate arteriole aferente și eferente, și din tub renal (fig. 144).

Glomerul este alcătuit din capsula Bowman și 20-40 anse capilare, adăpostite de aceasta.

Tubul renal începe cu capsula Bowman și se continuă cu tubul proximal; acesta este urmat de ansa Henle (alcătuită dintr-o porțiune descendenta subțire și o porțiune ascendentă prevăzută cu două segmente, unul subțire și unul gros), tubul distal, tubul colector cortical și tubul colector medular (sau tub colector). Mai multe tuburi colectoare confluază, formând tuburi colectoare din ce în ce mai mari, care se vor deschide la nivelul pelvisului renal prin vîrful papilelor renale. Papilele sunt proeminente conice ale medularei, care proeminentă în calicele renale și care sunt recesuri ale pelvisului renal. În fiecare rinichi sunt aproximativ 250 tuburi colectoare mari, fiecare adunând urina de la aproximativ 4000 de nefroni (fig. 145).

Tipuri de nefroni. 1. *Corticali*, reprezentând 85% din numărul total de nefroni, au glomerul situat în cortex renal (porțiunea externă a rinichului) și au ansa Henle scurtă ce ajunge doar în stratul exterior al medularei renale (porțiunea interioară a rinichului). 2. *Juxamedulari* - au glomerul situat la joncțiunea dintre

corticală și medulară, având anse Henle lungi, ce coboară adânc în medulară, uneori ajungând la nivelul papilelor renale. Ei sunt extrem de importanți în mecanismul con-tracurent, prin care rinichii produce urina concentrată.

În jurul întregului sistem tubular al rinichului există o rețea bogată de capillare, numită **rețea capilară peritubulară**. Aceasta rețea primește sânge din arteriolele eferente, sănge care a trecut deja prin glomerul. Cea mai mare parte a rețelei de capilare peritubulare se găsește în cor-texul renal de-a lungul tubilor proximali, tubilor distali și tubilor colectori corticali. Din portiunile mai profunde ale

acestei rețele se desprind ramuri capilare lungi, care formează anse, numite **vasa recta**, ce intră adânc în medulară, însă din ansele Henle până la papilele renale. Apoi, ca și ansele Henle, se reîntorc în cortex și se varsă în venele corticale.

Debitul sanguin renal este de aproximativ 1200 ml/min (420 ml/100 g țesut/min). În condiții bazale, debitul sanguin renal reprezintă 20% din debitul cardiac de repaus.

Există două patru capilare asociale nefronului: glomerul și capilarele peritubulare. Patul capilar glomerular primește sânge din arteriola eferentă, iar din această rețea capilară săngele ajunge în patul capilar peritubular, prin arteriola eferentă, care opune o rezistență considerabilă fluxului de sânge. Prin urmare, patul capilar glomerular este un pat capilar de înaltă presiune, în timp ce capilarele peritubulare sunt un pat capilar de joasă presiune. Datorită presiunii ridicate din glomerul, acesta funcționează într-un mod similar cu capătul arterial al capilarilor tisulari, lichidul filtrând în permanență din glomerul în capsula Bowman. Pe de altă parte, presiunea scăzută din capilarele peritubulare face ca acestea să funcționeze în același mod ca și capătul venos al capilarelor tisulari, lichidul fiind absorbit continuu în capilar. Un segment particular al sistemului capilar peritubular îl reprezintă **vasa recta**, care are un rol deosebit în procesul de concentrare a urinei. Doar un mic procent din debitul sanguin renal curge prin **vasa recta** (1-2%).

Presiunile în circulația renală. În arterele arcuate, presiunea săngelui este de aproximativ 100 mm Hg, iar în venele ce drenază săngele este, în final, de 8 mm Hg. Zonele principale de rezistență sunt: arterele renale mici, arteriola eferentă și arteriola eferentă. La nivelul glomerulului, presiunea este de aproximativ 60 mm Hg, iar în capilarele peritubulare 13 mm Hg (fig. 146). Formarea urinei finale este rezultatul următoarelor procese: filtrarea glomerulară, reabsorbția și secreția tubulară.

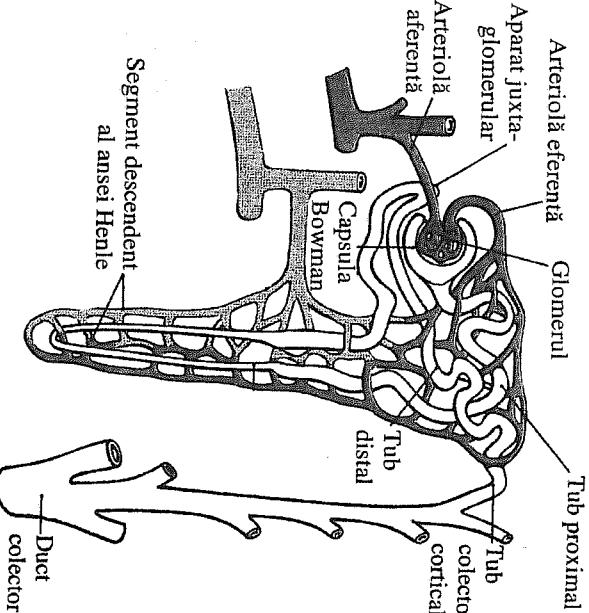


Fig. 145. Nefronul funcțional

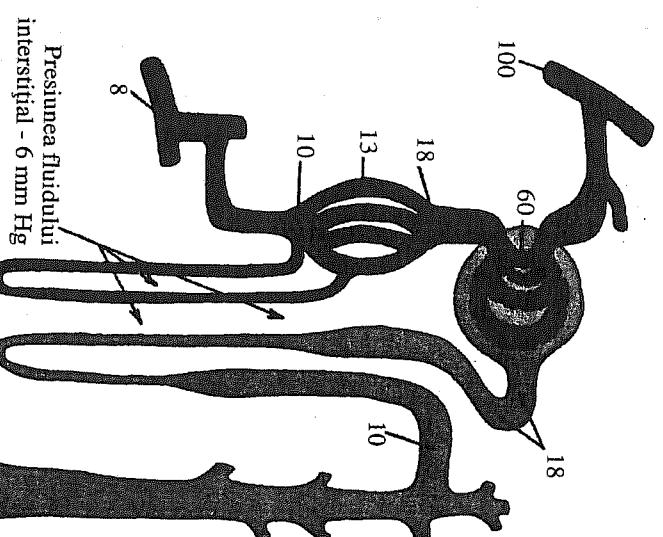


Fig. 146. Valorile aproximative ale presiunilor în diferitele puncte ale vaselor și tubilor nefronilor și în lichidul intersticial (în mm Hg)

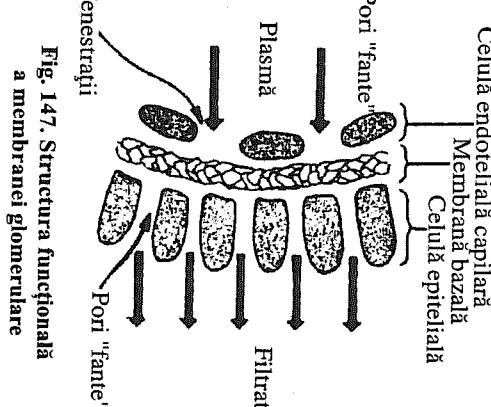


Fig. 147. Structura funcțională a membranei glomerulare

Compoziția filtratului glomerular. Filtratul glomerular are aproape aceeași compozitie ca și lichidul care filtrează în intersticiu la capătul arterial al capilarilor. Nu are deloc eritrocite și conține cam 0,03% proteine. Se consideră că, practic, filtratul glomerular este o plasma care nu conține proteine în cantități semnificative.

Debitul filtrării glomerulare. Cantitatea de filtrat glomerular care se formează într-un minut prin toți nefronii ambilor rinichi se numește debitul filtrării glomerulare. Normal, acesta este de aproximativ 125 ml/min (zilnic, 180 l). Peste 99% din filtrat este reabsorbit în mod normal în tubii uriniferi, restul treceând în urină.

FILTRATUL GLOMERULAR ȘI LICHIDUL CARE FILTREAZĂ PRIN GLOMERUL ÎN CAPSULA BOWMAN Glomerul în capsula Bowman este numit filtrat glomerular; iar membrana capilarilor glomerulare este numită membrană glomerulară și are câteva particularități, fiind alcătuită din câteva straturi importante:

- endotelul capilar;
- membrana bazală;
- un strat de celule epiteliale (fig. 147).

În poftida numărului de straturi, permeabilitatea membranei glomerulare este de 100 - 500 ori mai mare decât a capilarilor obișnuite. În același timp, ea are o selectivitate foarte mare în privința dimensiunii moleculelor ce trec prin ea: substanțele cu masa moleculară de 69 000 filtrază la fel de ușor ca apa, dar din proteinele cu masa moleculară de 69 000 filtrază doar 0,5%; din acest motiv, practic, putem considera că membrana glomerulară este aproape impermeabilă pentru proteinele plasmatic, dar are o permeabilitate foarte mare pentru toate celelalte substanțe dizolvate în plasma normală.

Conținutul filtratului glomerular. Filtratul glomerular are aproape aceeași compozitie ca și lichidul care filtrează în intersticiu la capătul arterial al capilarilor. Nu are deloc eritrocite și conține cam 0,03% proteine. Se consideră că, practic, filtratul glomerular este o plasma care nu conține proteine în cantități semnificative.

Debitul filtrării glomerulare. Cantitatea de filtrat glomerular care se formează într-un minut prin toți nefronii ambilor rinichi se numește debitul filtrării glomerulare. Normal, acesta este de aproximativ 125 ml/min (zilnic, 180 l). Peste 99% din filtrat este reabsorbit în mod normal în tubii uriniferi, restul treceând în urină.

lar. Dacă debitul plasmatic prin ambele riichi este de 650 ml /min, iar debitul normal al filtrării glomerulare este de 125 ml/min, atunci fracția de filtrare este de aproximativ 20%.

Dinamica filtrării prin membrana glomerulară. Forțele care realizează filtrarea la nivelul glomerulu în capsula Bowman sunt: 1. Presiunea din capilarele glomerulare (valoarea sa medie este de 60 mm Hg), care determină filtrarea. 2. Presiunea din capsula Bowman, în exteriorul capilarelor, care se opune filtrării (aproximativ 18 mm Hg). 3. Presiunea coloidosmotică a proteinelor plasmatic din capilare, care se opune filtrării (decrezând cu 20% din plasma din capilate filtrarea în capsula Bowman, concentrația proteinelor crește cu 20% pe măsură ce sângele curge de la capătul arterial la cel venos al capilarului glomerular, în mod normal, presiunea coloid-osmotică este de 28 mm Hg la intrarea în capilarele glomerulare, crește la 36 mm Hg la ieșirea din aceste capilare, iar presiunea coloid-osmotică medie este de 32 mm Hg).

4. Presiunea efectivă de filtrare este de 60 mm Hg - 18 mmHg - 32 mm Hg = 10 mm Hg.

Factorii care influențează filtrarea glomerulară. 1. Creșterea debitului sanguin la nivel renal determină creșterea debitului filtrării glomerulare, deoarece are loc creșterea presiunii din capilarele glomerulare, cât și scăderea presiunii coloid-osmotice medii (prin mărirea cantității de plasma ce intră în glomerul, filtrarea lichidului din plasmă va produce o creștere mică a concentrației proteinelor și a presiunii coloid-osmotice). 2. Conștricția arteriolei aferente scade debitul sanguin prin glomerul și, de asemenea, și presiunea glomerulară; ambele efecte scad debitul filtrării. Invers, dilatarea arteriolei aferente crește debitul filtrării glomerulare.

3. Conștricția arteriolei eferente crează un baraj la ieșirea săngelui din glomerul. Ca urmare, presiunea glomerulară va crește, ducând la o mărire a debitului filtrării glomerulare. Totuși, în același timp, scade fluxul sanguin, iar dacă conștricția arteriolei eferente este moderată sau mare, plasma va rămâne un timp mai îndelungat în glomerul și cantități suplimentare de lichid se vor filtra din capilare. Aceasta va duce la o creștere excesivă a presiunii coloid-osmotice, ceea ce va determina o scădere paradoxală a debitului filtrării glomerulare, în pofida presiunii

mărite de către scăderea parabolă a debitului sanguin renal. În ceea mai mare parte, debitul sanguin renal și cel al filtrării glomerulare sunt reglate împreună prin mecanismul locale de control prin feedback, cu ajutorul cărora aceste debite sunt menținute la nivele constante, adică sunt "autoreglate".

Debitul filtrării glomerulare rămâne în mod normal constant, având variații foarte mici, chiar și în cazul unor variații ale presiunii arteriale sistemic mari (de la 75 mm Hg la 160 mm Hg). Acest efect este numit autoreglarea debitului filtrării glomerulare și este foarte important pentru asigurarea eliminărilor prin urină a substanțelor nefolositoare și reabsorbția celor necesare.

Precizia cu care trebuie să se autoregleze debitul filtrării glomerulare face necesară existența unui sistem foarte eficient care să controleze debitul filtrării. Fiecare nefron este prevăzut cu două mecanisme speciale de feedback de la tubul distal la arteriolele periglomerulare: 1. un mecanism de feedback vasodilatator al arteriolei aferente; 2. un mecanism de feedback vasoconstrictor al arteriolei eferente. Combinarea celor două este numită feedback tubulo-glomerular și este posibilă cu ajutorul complexului juxtaglomerular.

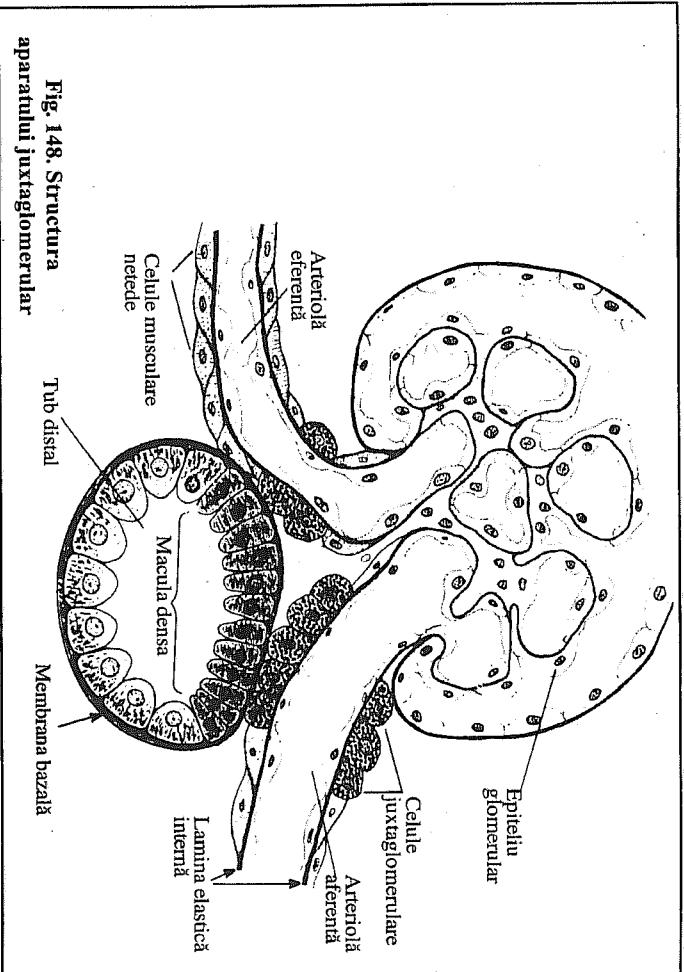


Fig. 148. Structura aparatului juxtaglomerular

Complexul juxtaglomerular. Portiunea initială a tubului distal, imediat după capătul segmentului îngroșat al portiunii ascendente a ansei Henle, trece în unghiul dintre arteriolele aferentă și eferentă, practic învecinându-se cu cele două arteriole (fig. 148). Mai mult, celulele epiteliale ale tubilor care vin în contact cu arteriolele sunt mult mai dense decât celelalte celule tubulare și sunt denumite macula densa. Celulele maculei densa par a secreta anumite substanțe în arteriole, deoarece aparatul Golgi, organul secretor intracelular, este plasat spre arteriole și nu spre lumenul tubular, așa cum este la celelalte celule epiteliale tubulare. Celulele musculare netede din peretele arteriolei aferente și eferente sunt mai umflate și, acolo unde vin în contact cu macula densa, conțin granule. Aceste celule sunt numite celule juxtaglomerulare, iar granulele sunt alcătuite în special din renina inactivă. Întregul complex format de macula densa și celulele juxtaglomerulare se numește complex juxtaglomerular.

Structura anatomică a aparatului juxtaglomerular sugerează că lichidul din tubul distal joacă un rol important în controlul funcției nefronului, furnizând semnale feedback atât arteriolei aferente, cât și celei eferente.

Mecanismul de feedback vasodilatator al arteriolei aferente. Un debit redus al fluxului tubular produce reabsorbția exagerată a ionilor de sodiu și clor în porțiunea ascendentă a ansei Henle și astfel scade concentrația acestor ioni la nivelul maculei densa, ceea ce inițiază un semnal dilatator al arteriolei aferente, având ca punct de plecare macula densa. Ca urmare, va crește debitul sanguin prin glomerul, ceea ce va reduce debitul filtrării glomerulare la nivelul optim.

Astfel, se institue un mecanism tipic de feedback negativ care controlează debitul filtrării glomerulare. Prin acest mecanism se realizează, în același timp, și autoreglarea fluxului sanguin renal.

Mecanismul de feedback vasoconstrictor al arteriolei eferente. O concentrație redusă a ionilor de sodiu și clor la nivelul maculei densa determină eliberarea de renină activă de către celulele glomerulare, iar aceasta, în rândul ei, determină formarea angiotensinei, care va produce vasoconstricția, în special a arteriolei eferente, decareea ea este mult mai sensibilă la acțiunea angiotensinei II decât arteriola afferentă. Astfel se institue un alt mecanism de feedback negativ care intervine în menținerea constantă a debitului de filtrare.

Influența presiunii arteriale asupra debitului urinar (fenomenul de diureză presională). Scăderea presiunii arteriale medii de la valoarea normală de aproximativ 100 mm Hg la 50 mm Hg determină oprirea completă a debitului urinar, în timp ce dublarea valorii normale a presiunii arteriale medii determină creșterea de 7 până la 8 ori a debitului urinar. Orice creștere a filtrării glomerulare determină automat creșterea debitului urinar, din moment ce reabsorbția tubulară nu crește în mod obligatoriu atunci când crește presiunea arterială. Acest efect pronunțat al presiunii arteriale asupra debitului urinar este numit "diureză presională".

Efectul stimulării simpaticului asupra debitului sanguin renal și al filtrării glomerulare. Nervii simpatici inervează atât arteriola afferentă, cât și pe cea eferentă, precum și parțial tubuli uriniferi. Stimularea simpatică moderată sau ușoară are efect redus asupra debitului sanguin renal și al filtrării glomerulare, probabil pentru că mecanismele de autoregolare sunt mai eficiente decât stimularea nervoasă. Stimularea simpatică puternică, bruscă, poate produce o vasoconstricție puternică a arteriolelor renale, astfel încât debitul urinar să scadă până la zero pentru câteva minute, efect ce poate fi contracarat de creșterea presiunii arteriale.

REABSORBȚIA ȘI SECRETIA TUBULARĂ

Filtratul glomerular străbate diferențele portiuni ale tubilor uriniferi și pe tot acest parcurs substanțele sunt absorbite sau secrete selectiv de către epitelul tubular, iar lichidul care rezultă în urma acestor procese intră în pelvisul renal sub formă de urină finală.

Reabsorbția tubulară. Majoritatea compușilor urinai primari sunt substanțe utile. Ele sunt recuperate prin reabsorbție. Celulele tubilor uriniferi sunt adaptate morfologic și biochimic pentru a realiza această funcție. Morfologic, nefrocitele au la polul apical numeroși microvili care cresc considerabil suprafața activă, iar la polul bazal au numeroase mitocondrii care fabrică ATP necesar procesului de absorbtie. Biochimic, membranele celulelor tubulare conțin pompe metabolice care participă la transportul activ.

În raport cu energia utilizată pentru reabsorbția substanțelor de deosebesc transportul activ și transportul pasiv.

Transportul pasiv se face în virtutea unor legi fizice, ale difuziunii (în gradient chimic electric sau electrochimic) și osmozei, precum și a diferențelor de presiuni hidrostatice. Acest transport nu necesită energie și nu este limitat de o capacitate maximă de transport a nefrociului. Prin acest mecanism se reabsoarbe apa (în gradient osmotic), ureea (în gradient chimic) și o parte din Na și Cl (în gradient electric și electrochimic).

Transportul activ se datoră ză travaliului metabolic al nefrociului. Se face cu consum de energie și oxigen (consum de ATP) și împotriva gradiențelor de concentrație sau electrice. Forța pompelor metabolice este limitată de capacitatea lor maximă de a transporta o substanță pe unitatea de timp (Tmax). De exemplu, toți cei două milioane de nefroni ai ambilor rinichi nu pot reabsoarbi activ mai mult de 350 mg glucoză pe minut. În mod normal se filtrează 125 mg glucoză în fiecare minut, deci există o capacitate suficientă de reabsorbție pentru a preveni glucozuria. La diabetici, crescând glicemia, crește și cantitatea glucozel filtrate, capacitatea de transport maxim a glucozei este depășită și apare glucozuria. O altă caracteristică a transportului

activ este caracterul selectiv. Celula consumă energie numai pentru recuperarea substanțelor utile, lăsând catabolitii în urină. Există numeroase mecanisme celulare specifice de transport activ care funcționează în raport cu debitul de filtrare a substanței reabsorbite și cu necesitățile organismului. Prin transport activ se reabsorb glucoza, aminoacizii, unele vitamine, polipeptidele, precum și majoritatea sărurilor minerale (Na^+ , K^+ , Cl^- , HCO_3^- , fosfați, sulfati, urați etc.).

Reabsorbția apei. Toate segmentele nefronului pot reabsorbi apă, dar în proporții diferite. Cea mai importantă reabsorbție are loc în două porțiuni:

1. La nivelul tubului contort proximal are loc absorbția a 80% din apă filtrată. Aceasta este o reabsorbție obligatorie, apă fiind atrasă osmotично din tub în interstitiu ca turmare a reabsorbției sărurilor, glucozei și a altor compuși utili.
2. La nivelul tubului contort distal și, mai ales, al tubilor colectori are loc absorbția a 15% din apă filtrată. Aceasta este o reabsorbție facultativă. În lipsa ADH, reabsorbția facultativă nu se produce, eliminându-se un volum de 20-25 l urină dihidrată în 24 de ore. În prezența ADH, această reabsorbție se produce și, ca urmare, în 24 ore se elimină 1,8 l urină concentrată. În restul nefronului se reabsoarbe 4% din apă, în urina definitivă eliminându-se numai 1% din apă filtrată. Reabsorbția facultativă permite adaptarea volumului diurezei la starea de hidratare a organismului. În acest segment al nefronului intervin mecanismele de reglare a diurezei și a eliminărilor de Na^+ și K^+ .

Secretia tubulară.

Principala modalitate de curățire a plasmelor de catabolitii azotată neutrizabile este filtrarea. Secretia tubulară completează funcția de eliminare a unor substanțe acidice sau toxice, precum și a unor medicamente. Prin secreție, rinichii intervin și în reglarea concentrației plasmatici a unor constituienți obisnuși (K^+ , acid uric, creatinină). Mecanismele secretei sunt la fel cu cele de reabsorbție: active și pasive. Sensul transportului este inversat; din interstitiul peritubular înspre interiorul tubului. Procesele de secreție pot avea loc pe toată lungimea nefronului.

Secretia de H^+ . Mecanismul este activ, iar sediul principal este tubul contort proximal. Secretând ionii de hidrogen, rinichii participă la reglarea echilibrului acido-bazic. În acidoze, pH-ul urinar poate să scadă până la 4,5, iar în alcăză poate crește până la 7,5. Secreția de protoni poate avea loc și în restul nefronului. Astfel, la nivelul tubului contort distal există mecanisme de transport prin schimb ionic, ce reabsorb Na^+ și secrete K^+ sau H^+ , în funcție de pH-ul mediului intern. Acest mecanism este activat de aldosteron.

Secretia de K^+ are loc mai ales în tubul contort distal, prin mecanisme active (schimb ionic) și pasive. Prin secreție de potasiu, rinichii asigură menținerea normală a potasemiei.

Secreția de NH_3 . La nivelul celulei tubulare proximale se află o enzimă (glutaminaza) care desface glutamina în amoniac și acid glutanic. Amoniacul este eliminat în urină, iar acidul glutanic este reabsorbit în sânge. În afară de efectul antitoxic, amoniogeneza renală reprezintă și o modalitate de excreție suplimentară de protoni, fără o acidificare suplimentară a urinei. Surplusul de protoni eliminati se leagă de NH_3 , rezultând ionul amoniu, care se elimină împreună cu clorul, sub formă de clorură de amoniu.

Conceptul de "clearance plasmatică" este folosit pentru a exprima capacitatea rinichulu lui de a epura plasma de diferite substanțe. Clearance-ul plasmatic al oricărei substanțe poate fi calculat după formula: Clearance plasmatic (ml/min) = [Debit urinar (ml/min) x Concentrație urinară (mg/ml)] / Concentrația plasmatică (mg/ml).

Mecanismul de excreție a excesului de apă: excreția unei urini diluate. Ură dintre cele mai importante funcții ale rinichii este controlul osmolalității lichidelor organismului. Când osmolalitatea scade prea mult sau lichidele devin prea diluate, mecanismele nervoase și umorale determină excreția în exces a apei de către rinichi. Aceasta înseamnă eliminarea unei urini foarte diluate, astfel eliminându-se mari cantități de apă din organism, cu revenirea la normal a osmolalității mediuului intern. Invers, când osmolalitatea lichidelor organismului crește, rinichii secretă solviți în exces, astfel readucând osmolalitatea lichidelor organismului la normal, excetând în același timp o urină concentrată.

Semnalul care informează rinichii asupra necesității excreției unei urini diluate sau concentrate este ADH.

Mecanismul renal de excreție a urinei diluate. Filtratul glomerular are aceeași osmolalitate cu a plasmei, de aproximativ 300 mosm/l. Pentru a excreta excesul de apă este necesară diluarea filtratului, pe măsură ce acesta trece prin tubi, prin reabsorbția mai intensă a solvițiilor și mai puțin a apei. Segmentele distale ale sistemului tubular au în structura lor epitelii aproape impermeabile pentru apă atunci când rinichii secretă urină diluată.

Partea ascendentă a ansei Henle și segmentul de diluție al tubului distal sunt permanent total impermeabile pentru apă, în timp ce porțiunea terminală a tubului distal, porțiunile corticale ale tubilor colectori și restul tubilor colectori devin complet impermeabile la apă numai în absența ADH în lichidele circulante. Reabsorbția solvițiilor în aceste segmente distale ale sistemului tubular este intensă și activă. În porțiunea groasă, a segmentului ascendent al ansei Henle are loc reabsorbția extrem de intensă a ionilor de sodiu, potasiu, clor, iar osmolalitatea lichidului tubular la ieșirea din această porțiune scade la 100 mosm/l, prin reabsorbția celei mai mari părți a solvițiilor și rămânerea apei în tubi. Apoi, pe măsură ce lichidul curge mai departe prin tubi, reabsorbția suplimentară a unor solviți, în special ioni de sodiu, determină diluția și mai mare a lichidului tubular, osmolalitatea lui scăzând până la 65-50 mosm/l la ieșirea din tubul colector în calicele mici. Lipsa reabsorbției apei în tubii distali apare numai în absența ADH.

Mecanismul de excreție a excesului de solviți: mecanismul de contracurent pentru excreția unei urini concentrate. Pentru concentrarea urinei, rinichii prezintă un mecanism complex, numit mecanismul de contracurent. Acesta depinde de dispoziția anatomică specială a anselor Henle și a vasa rectă în medulară. O cincime până la o treime din nefroni pătrund adânc în medulară și apoi se reîntorc în corticală. În paralel cu aceste anse Henle sunt și ansele capilare peritubulare, numite vasa rectă.

Primul pas pentru excreția unei urini concentrate este acela de a crea o presiune osmotică foarte mare în lichidul intersticial medular. La acest nivel, osmolalitatea lichidului este mai mare decât a plasmei și cu atât mai mare cu cât coborâm mai adânc în medulară (până la 1400 la nivelul vârfului papilelor reale). Cauza principală a acestei osmolalități crescute este transportul activ în interstiu al ionilor de sodiu și al altor ioni din porțiunea groasă a segmentului ascendent al ansei Henle și din tubul colector. Sodiu și ionii săi asociati se concentrază în lichidul interstacial și sunt transportați în medulară profundă de către fluxul sanguin descendant din ansele descendente ale vasa rectă și prin difuziune spre porțiunea subțire descendentă a ansei Henle. Sub acțiunea ADH, porțiunea terminală a tubului distal, a tubului colector cortical și a tubului colector medular devin permeabile pentru apă, în contrast cu starea lor normală de impermeabilitate aproape absolută la apă. Pe măsură ce lichidul din tubi traversează aceste

porțiuni, apă trece prin osmoză în lichidul cu concentrație extrem de mare din interstițiu medular. Această pierdere de apă determină concentrarea lichidului tubular, astfel că, atunci când ajunge în pelvisul renal, urina are o concentrație de circa 1200 mosm/l, aproape egală cu concentrația solvițiilor din interstițiu medularare din vecinătatea papilei renale.

Fluxul sanguin prin interstițiu renal, fără un sistem vascular medular corespunzător, ar îndepărta rapid excesul de solviți din medulara renală, împiedicând creșterea osmolalității. Într-adevăr, fluxul sanguin medular are două caracteristici importante pentru menținerea unei concentrații ridicate a solvițiilor în lichidul interstițial medular: este foarte redus, fiind de doar 1-2 % din debitul sanguin renal total; vasa rectă funcționează ca un mecanism de schimb prin contracurent care diminuă spălarea solvițiilor din medulară (un mecanism de schimb prin contracurent de lichid este unul în care lichidul curge printr-un tub lung, foarte permeabil, în formă de U, având cele două ramuri ale tubului foarte apropiate, astfel încât lichidul și solviții trec cu ușurință dintr-un ram în celălalt. Deoarece lichidul și solviții celor doi curenti paraleli străbat membrana capilară extrem de rapid, este posibilă menținerea unor concentrații foarte mari ale solvițiilor la vârful ansei în condițiile unei îndepărări reduse a solvițiilor din interstițiu).

Pe măsură ce săngele curge pe ramura descendenta a anselor capilare peritubulare, cloșimburii de apă și de sare determină creșterea progresivă a osmolalității săngelui capilar până la concentrația maximă din vârful ansei vasa rectă, de 1200 mosm/l. Apoi, pe măsură ce săngele se întoarce pe ramura ascendentă a capilarului, aproape tot excesul de sare și uree difuzează în lichidul interstacial, datorită permeabilității mari a membranelor capilare, în timp ce apă trece în sânge. De aceea, când săngele ieșe din medulara, osmolalitatea sa este doar cu puțin mai mare decât cea pe care a avut-o când a intrat în vasa rectă. Deci, săngele care trece prin vasa rectă îndepărtează doar o mică parte din solviți medulari (fig. 149, 150).

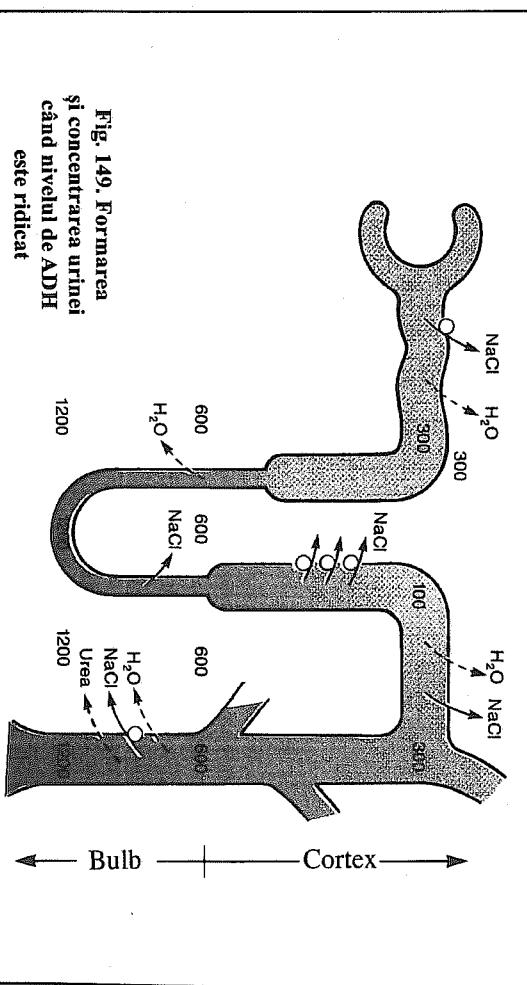


Fig. 149. Formarea și concentrarea urinei când nivelul de ADH este ridicat

Vasa recta
mOsm/l
Interstijul medular
mOsm/l

Fig. 150. Mecanismul de contracurent în vasa recta

Micțiunea este procesul de golire a vezicii urinare atunci când este plină. În esență, vezica urinară se umple progresiv, până ce tensiunea intraparietală atinge o anumită valoare prag, moment în care se declanșează un reflex nervos, numit reflex "de micțiune", care fie determină micțiunea, fie, dacă nu este posibil, produce o dorință conștientă de a urina.

Anatomia funcțională și conexiunile nervoase ale vezicii urinare. Vezica urinară este formată din două părți: corpul, care este o cavitate cu pereti alcătuiri din musculatură netedă, formată din părți: corpul, care este mai mare parte a vezicii, în care se acumulează urina, și colul, care este o prelungire sub formă de pâlnie a corpului, continuându-se în jos cu uretra. Mușchiul neted vezical este cunoscut sub numele de detrusor. Fibrele sale musculare se orientează în toate direcțiile și, atunci când se contractă, poate crește presiunea intravezicală până la 40-60 mmHg. Un potențial de acționare se poate răspândi în întregul detrusor și determină contracția sincronizată a întregii vezice urinare.

Pe peretele posterior al vezicii urinare, imediat deasupra colului vezical, intră cele două uretere. La locul de intrare al ureterelor, acestea trec oblic prin detrusor și apoi încă 1-2 cm pe sub mucoasa vezicală, înainte de a se deschide în vezica urinară.

Mușchiul colului vezical este denumit adeseori și sfincter intern. Tonusul său natural împiedică în mod normal pătrunderea urinei la nivelul colului vezical și al uretri posterior, oprind astfel golirea vezicii înainte ca presiunea să atingă pragul critic. Uretra posterioară străbate diafragma urogenitală, care conține un strat muscular numit sfincterul extern al vezicii urinare. Acest mușchi este un mușchi scheletic, controlat voluntar, spre deosebire de sfincterul intern, care este în întregime mușchi neted. Sfincterul extern este controlat de către sistemul nervos și poate preveni micțiunea, chiar și atunci când controlul involuntar tinde să o inițieze.

Inervația vezicii urinare. Inervația principală a vezicii urinare (fig. 151) provine de la nervii pelvici, care transmit impulsuri de la nădăvă spinării, prin intermediul plexului sacrat, în special de la nivelul segmentelor $S_2 - S_5$, medulare. Nervii pelvici sunt nervi mici, conținând atât fibre senzitive, cât și fibre motorii. Fibrele senzitive sesizează în special gradul de tensionare al

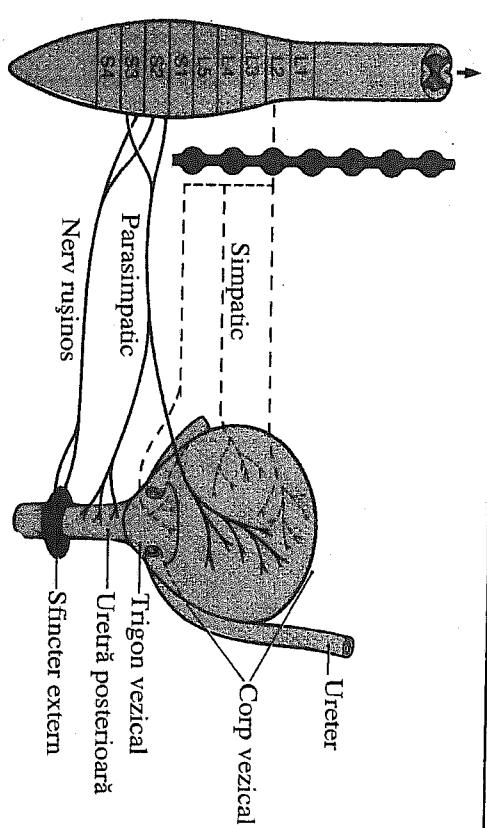


Fig. 151. Vezica urinară și inervarea ei

peretelui vezical. Semnalele de întindere de la uretra posterioară sunt deosebit de intense și sunt responsabile de inițierea reflexelor care determină golirea vezicii urinare.

Fibrele motorii din nervii pelvici sunt fibre parasympatic. Acestea se termină în ganglionii din peretele vezical. Apoi, detrusorul este inervat de fibre nervoase postganglionare scurte. În afară de nervii pelvici mai există fibrele motorii către musculatura scheletică, transmise pe calea nervilor rușinoși până la nivelul sfincterului vezical extern. Aceste fibre somatice inervează și controlează voluntar mușchul striat al sfincterului extern.

TRANSPORTUL URINEI PRIN URETERE

Uretele sunt mici tuburi musculare netede care încep în pelvisul fiecărui rinichi și coboară până la vezica urinară. Pe măsură ce urina colectează în pelvis, presiunea din pelvis crește și inițiază o contracție peristaltică ce se răspândește de-a lungul ureterului până la vezica urinară. Unda peristaltică poate deplasa urina împotriva unui obstacol cu o presiune de până la 50-100 mmHg. Transmisarea undei peristaltice se produce probabil datorită unui potențial de acțiune care se pronagă de-a lungul mușchiului neted sinciptial al peretelui ureteral. Stimularea parasympatică poate crește, iar stimularea simpatică poate scădea frecvența undelor peristaltice și, probabil, poate afecta și intensitatea contracției.

În porțiunea inferioară, ureterul penetreză oblic vezica urinară. Ureterul trece câțiva centimetri sub epitelul vezical, astfel că presiunea intravezicală comprimă ureterul, prevenind refluxul urinei în timpul micțiunii, când presiunea din vezica urinară crește foarte mult.

TONUSUL INTRAPARIETAL VEZICAL ȘI CISTOMETROGRAMA ÎN IMPUL UMPLERII VEZICALE

Cistometrograma arată variațiile presiunii intravezicale pe măsură ce aceasta se umple cu urină. Când în vezică s-au adunat 30-50 ml de urină, presiunea crește la 5-10 cm apă. Acumularea în vezica urinară a 200-300 ml urină determină o creștere de numai câțiva centimetri apă a presiunii intravezicale; acest nivel aproape constant al presiunii este rezultatul tonusului

intrinsec al peretelui vezical. Dacă volumul de urină depășește 300-400 ml, presiunea crește foarte mult și rapid.

REFLEXUL DE MICȚIUNE

Pe măsură ce vezica urinară se umple, încep să apară multiple contracții de micțiune suprapuse peste tonusul de fond. Acestea sunt rezultatul unui reflex de distensie, inițiat de preșoreceptorii din peretele vezical, în special de receptorii din uretra posteroioră, stimulați atunci când vezica se umple cu urină la presiuni intravezicale mari.

Stimuliile de la acești receptori sunt conduși, pe căile aferente ale nervilor pelvici, până la segmentele sacrate medullare și de aici, pe calea eferentă a fibrelor parasimpaticice din cadrul acelorasi nervi, înapoi la vezica. Reflexul de micțiune odată inițiat se autoamplifică.

Așteaz, contractia initială a vezicii crește deschiderea de impulsuri de la receptorii vezicali și ai uretrei posterioare, ceea ce va duce la accentuarea contractiei reflex, acest ciclu repetându-se până când detrusorul ajunge la o contracție puternică. Apoi, după câteva secunde sau chiar un minut, reflexul începe să se stingă, ciclul reflex se întrerupe și detrusorul se relaxeză.

Dacă reflexul de micțiune declanșat nu reușește să golăească vezica urinară, elementele nervoase ale acestui reflex rămân inhibate timp de câteva minute sau uneori o oră sau chiar mai mult înainte ca un alt reflex să fie inițiat. Totuși, pe măsură ce vezica se umple cu urină, reflexele de micțiune se produc din ce în ce mai des și sunt din ce în ce mai intense, până ce apare un alt reflex care este transmis pe calea nervilor rușinoși până la sfincterul vezical extern pentru a-1 inhiba. Dacă această inhibiție este mai puternică decât comanda voluntară constictoare venită de la scoarta cerebrală, se va declanșa micțiunea. Dacă nu, micțiunea nu se va produce până când umplerea vezicii urinare este suficientă pentru a declanșa un reflex mai puternic.

Reflexul de micțiune este un reflex controlat în întregime de măduva spinării, dar poate fi stimulat sau inhibat de centrii nervozi superioiri din trunchiul cerebral și din cortexul cerebral.

OVARUL

APARATUL GENITAL FEMININ

Situat în cavitatea pelviană, este un organpare, cu funcție mixtă, exocrină, producând ovulele, și endocrină, secretând doi hormoni: foliculina și lutеina (progesteronul). Are forma unui ovoid turtit, de 6-8 g, cu diametrul mare de 3-5 cm. Prezintă două fețe, două margini și două extremități. Fața laterală se află pe peretele lateral al cavitații pelvine, în fossa ovariana, fața medială este acoperită de pavilionul trompei. Marginea anterioară dă inserție mezoovarului (plică peritoneală), care unește ovarul cu ligamentul lat al uterului, aici se găsește hilul ovarian, ce conține elemente vasculare și nervoase. Marginea posterioară (liberă) este mai groasă. Extremitatea superioară (tubară) dă inserție ligamentului suspensor al ovarului și celui tubo-ovarian, iar extremitatea inferioară (uterină) dă inserție ligamentului propriu al ovarului (ligamentul utero-ovarian) (fig. 152).

Structură. Ovarul este acoperit la suprafață de un epiteliu simplu, sub care se găsește un înveliș conjunctiv numit albuginea ovarului, care se continuă fară delimitare netă cu stroma corticalei acestuia. În interior se află parenchimul glandular, cu cele două zone caracteristice: medulară și corticală.

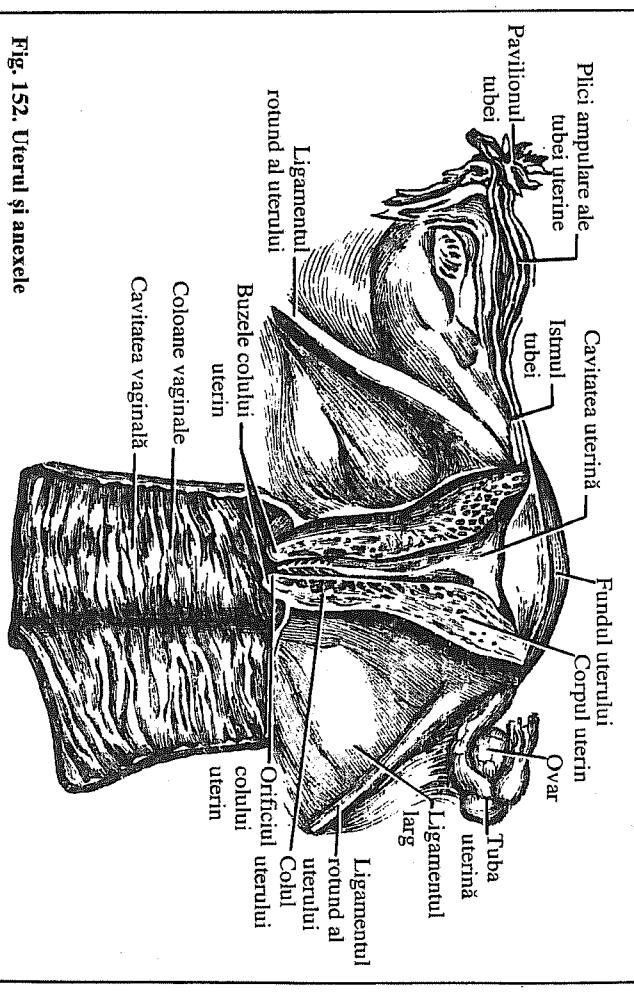


Fig. 152. Uterul și anexele

Zona medulară este formată din țesut conjunctiv lax, în care se găsesc elemente vasculare sanguvine și linfofite, căt și fibre nervoase vegetative.

Zona corticală conține elemente cu valoare funcțională: foliculii ovarianî în diferite faze evolutive (fig. 153).

Folicul primordial (primar) reprezintă forma inițială, cu aspectul unor corpusculi sferoidal plini, alcătuți dintr-o celulă mare, sferică, situată central (ovocit I), iar periferic dintr-un strat de celule mici (celule folliculare). Maturizarea foliculilor începe la pubertate și tine până la menopauză, fiind sub controlul FSH (hormon foliculostimulator) secretat de lobul anterior al hipofizei. În ambele ovare există circa 400 000 foliculi, din care se maturizează 300-400 (unul lunar); restul involuează.

Epieteliul folicular proliferă; devine pluristratificat (constituind membrana granuloasă); acest stadiu reprezintă foliculii secundari (evolutivi). Între celulele granuloase se formează o cavitate ce se umple cu lichid folicular.

Ovocul, înconjurat de membrana pellucida (groasă, rezistentă, cu rol trofic), este situat la periferia foliculuui, fiind atașat de membrana granuloasă.

În același timp, la periferia foliculuui secundar plin, apoi cavită, se constituie, pe seama stromei corticalei ovarului, cele două tecii caracteristice foliculuui: internă și externă.

Teaca internă, cu funcție endocrină, secreta estrogenii sub influența hormonului luteinizingant antehipofizar (LH), ceea ce determină activitatea ovarei – estrogenii, produsi de celulele tecii interne.

Majoritatea foliculilor secundari cavitari involuează și, în mod obișnuit în fiecare lună, începând cu apariția ciclului și până la menopauză, unul devine folicul matur.

Folicul matur, terțiar sau veziculos (de Graaf), constituie stadiul de dezvoltare completă a foliculuui și este cel mai voluminos. Este format din: teaca externă, teaca internă și



Fig. 153. Ovarul la mamifere

APARATUL GENITAL
membrana granuloasă. Foliculul conține cavitatea foliculară (cu lichid folicular), delimitată de membrana granuloasă.

Ovocul, localizat periferic, se află într-o porțiune îngroșată a membranei granuloase (cumulus prolier). Celulele foliculare din imediata apropiere a ovocului se disperă radial și formează corona radiată, care va însoții ovocul expulzat în decursul evoluției, asigurându-i nutriția. Ovocul din folicul matur, inițial de ordinul I (diploid), suferă înainte de ovulație prima diviziune de maturare și devine ovocul II (haploid), formă sub care este expulzat în timpul ovulației.

După eliminarea ovocului, folicul ovarian matur se transformă în corp galben, care ia naștere prin transformarea celulelor foliculare în celule endocrine ce secretează progesteron.

- corpul galben periodic, care se formează în fiecare lună în perioada de fertilitate a femeii (de la pubertate până la menopauză); are o existență de circa 10 zile (din a 16-a zi a ciclului până în ziua a 26-a);
- corpul galben de sarcină, care se formează în cazul când ovulul a fost fecundat; el funcționează în primele trei luni de sarcină.

Corpul alb reprezintă cicatricea care înlocuiește corpul galben involuat (periodic sau de sarcină).

Vascularizarea ovarului este asigurată de artera ovariană, ramură a arterei abdominale, și de o ramură ovariană din artera uterină. Venele sunt reprezentate de vena ovariană dreaptă, care se varsă în vena cavă inferioară, și de vena ovariană stângă, care se deschide în vena renală stângă. O parte din sângerele venos al ovarului ajunge în vena uterină. Limfaticele conduc limfa în ganglionii iliaci și lombari.

Inervatia este asigurată de nervi din plexurile vegetative aortice și hipogastric.

CALEA GENITALĂ

TROMPELE UTERINE

Trompele uterine (tubele uterine) sunt conducte musculo-membranoase care se întind de la ovare până la uterus, cu care comunică prin orificii numite ostii uterine. Extremitatea laterală prezintă ostiul abdominal ce se deschide în cavitatea abdominală. Au o lungime de 7-12 cm și se impart în patru porțiuni: intrauterină (lungă de 1 cm, situată în peretele uterin) și istmul trompei (3-4 cm, se întinde de la marginea laterală a uterului până la polul inferior al ovarului); ampula tubei (7-8 cm, mai dilatătă, se întinde de la polul inferior la polul superior al ovarului); infundibulum (2 cm, de forma unei pâlnii cu perejii prevăzută cu frânjuri numite fimbrii, cu rol în captarea ovulului expulzat de către folicul matur). Această parte se aplică pe fața medială a ovarului. Tubele sunt situate la marginea superioară a ligamentului lat al uterului, de care sunt legate prin mezosalpinge.

Structura anatomică. La exterior, sub seroasa peritoneală (care formează și un mezou), tuba prezintă o tunică adventitială, conjunctivă, sub care se găsește tunica musculară, formată din fibre netede, pe două straturi – longitudinală, la exterior, și altul intern, circular. Prin mișcări peristaltice asigură transportul ovulului spre cavitatea uterina. În interior se află submucoasa și mucoasa, puternic cutată și prevăzută cu celule ciliate și neciliate ce ușurează trecerea spermatozoizilor și a ovulului în trompă.

Vascularizarea este asigurată de rami din artera ovariană și uterină. Venele sunt omonime arterelor. Limfa este drenată spre ganglionii iliaci și lombari.

Inervația vegetativă provine din plexurile ovarian și hipogastric.

UTERUL

Este situat în cavitatea pelviană, între vezica urinară și rect; este un organ muscular, cavitar și impar.

Formă și raporturi. Uterul este interpus între trompele uterine și vagin; fixat prin ligamentele late, uterosacrale, și chinga mușchilor ridicători anali. Are formă de pară, cu extremitatea mare orientată superior și ușor turbit antero-posterior. Prezintă trei porțiuni: corpul uterului, la extremitatea superioară, de formă triunghiulară, a cărui bază se numește fundul uterului; istmul uterului este porțiunea intermedie între corp și colul uterin. Corpul are două fețe: anterioară (vezicală) și posterioară (rectală). Pe marginile lui se află arterele uterine. Colul se continuă cu segmentul următor al aparatului genital feminin, vagina, în care proeminență. Din cauza inserției vaginei pe col, colul are două porțiuni: una supravaginală, în raport cu vezica urinară anterior, cu rectul posterior, cu arterele uterine laterale, și una intravaginală, în raport cu pereții vaginei. Corpul uterului este învelit de peritoneu, care, în părțile laterale, formează ligamentele late ale uterului. Ligamentele late unesc marginile laterale ale corpului uterului cu pereții lateralai ai cavității pelviene.

Structură. Uterul este alcătuit din trei tunici: tunica seroasă (perimetru), formată din peritoneul uterin, care aderă puternic în regiunea fundului și corpului; tunica musculară (miometru) este formată din fibre musculare netede, stratul cel mai dezvoltat al uterului. Acestea sunt dispuse în trei straturi: intern – format din fibre radiare spirale; mijlociu – din fascicule musculare cu dispoziție plexiformă, gros, care conține în ochiurile rețelei vase sanguine provenite din artera uterină, extern – format din fascicule longitudinale, oblice și circulare.

Tunica mucosă (endometru) căpătușește cavitatea uterină, având o structură diferențiată în funcție de vârstă și de ciclul ovarian.

Mucoasa uterină, formată dintr-un epitel cilindric, este bogată în glande tubuloase ce pătrund până în miometru. Endometrul are o evoluție ciclică lunată și în timpul săngerării menstruale se elimină în cea mai mare parte (pătura superficială), ca în ciclul următor să se refacă din epitelul fundului glandelor uterine, care nu se elimină.

În interiorul uterului se găsește cavitatea uterină, turita în sens antero-posterior; ocupă atât corpul, cât și colul, comunicând în jos cu vagina prin orificiul uterin exterior, iar sus-lateral cu cele două trompe.

Cavitatea uterului este divizată printre strangulare situate la nivelul istmului în două compartimente: cavitarea corpului, mai mare, și canalul cervical, situat la nivelul colului uterin. Cavitarea corpului are trei orificii: două laterale, foarte înguste, ce corespund deschiderii tubelor, și orificiu inferior, ce conduce în canalul cervical. Canalul cervical, de aspect fuziform, prezintă orificiul intern, ce conduce în cavitarea uterină; orificiul extern este chiar ostiul uterin și se deschide în vagina.

Vascularizarea este asigurată de arterele uterine, ramuri din artera iliaca internă. Din acestea se desprind colaterale care irrigă vagina, trompele uterine și ovarele. Venele uterine se deschid în vena iliaca internă. Limfaticele conduc limfa spre ganglionii lombari, iliaci și inghinali.

Inervația este asigurată de plexul uterin provenit din plexul hipogastric.

VAGINA

Este un conduct musculo-conjunctiv, lung de 7-9 cm, median și impar, care prin extremitatea superioară se inseră pe colul uterin, iar prin cea inferioară (orificiu vaginal) se deschide în vestibulul vaginal, spațiu delimitat de cele două labii mici. Membrana himenială închide incomplet orificiul vaginal.

Vagina prezintă un perete posterior în raport cu rectul și cu fundul de sac Douglas, unde peritoneul este în contact cu peretele vaginal și un perete anterior, care vine în raport cu fundul vezicii urinare și cu uretra. În părțile laterale vagina aderă de marginea medială a mușchilor ridicători anali.

Structura. Peretele vaginal este alcătuit din: adventice, la exterior, formată din țesut conjunctiv; tunica musculară cuprinde fibre circulare netede la interior și longitudinale la exterior; tunica mucosă este formată dintr-un epiteliu pavimentos stratificat, care, macroscopic, prezintă numeroase cute transversale (rugae vaginales), iar pe linia mediană a celor doi pereți, în axul lung al vaginei, se află câte o creastă longitudinală (columnae rugarum).

Spre batranete, aceste cute se sterg. Mucoasa nu are glande, epitelul vaginei fiind acoperit de mucusul secretat de glandele colului uterin și de secreția glandelor Bartholin.

Vascularizarea este asigurată de artera vaginală, căt și de ramuri vaginale ce provin din artera uterină, artera rectală mijlocie, artera vezicală inferioară și artera rușinoasă internă. Venele alcătuiesc plexul utero-vaginal ce se deschide în vena iliacă internă, iar limfaicele conduc limfa în ganglionii iliaci și inghinali.

Inervația este dată de plexul vegetativ perivaginal, format din ramuri ale plexului hipogastric.

ORGANELE GENITALE EXTERNE

VULVA

Are formă unei fante, alungită în sens sagital și mărginită lateral de către două repliuri cutanate, labiile mari și mici.

Labiile mari sunt două repliuri cutanate (7-9 cm lungime) cu două fețe, ambele acoperite de tegument, cea laterală prevăzută cu păr și glande sebacee mari. Se unesc anterior, spre simfiza pubiană, prin comisura anterioară a labiilor, situată pe un relief median, acoperit de păr, numit muntele lui Venus, iar posterior se unesc prin comisura posteroară, la cățiva centimetri anterior de anus.

Labiile mici sunt două cute simetrice, situate medial de labiile mari și despărțite de ele prin sănțul interlabial. Spatiul mărginit de labiile mici, pe linia mediană, se numește vestibul vaginal, la care deosebim două zone: anterioară (deschiderea orificiului exterior al uretrei) și posterioară (orificiu vaginal, care lateral prezintă deschiderile canalelor vulvo-vaginale Bartholin, ce uneștează intrarea în vagin). Anterior, labiile mici se dedublează fiecare în două repliuri: unul trece anterior de clitoris (organ erectil, impar, omologat cu penisul) și se unește cu cel de partea opusă, formând prepupul clitorisului, iar celălalt trece posterior de clitoris și formează cu cel de partea opusă frâul clitoridian.

Organele erectile ale vulvei sunt: clitorisul și bulbii vestibulari (două organe analoge corpului cavernos al uretrei la bărbat, situată la baza labiilor mari). Ca și penisul, clitorisul prezintă gland, corp și rădăcina atașată de ramurile ischio-pubiene. Clitorisul are o lungime de 5-6 cm.

Vascularizarea este asigurată de ramuri ale arterei rușinoase interne; venele se deschid în vena iliaca internă, iar limfaticele drenază lîmpa în ganglionii inghinali superficiali.

Inervatia organelor genitale externe este somatică și vegetativă, ceea somatică este dată de nervul rușinos intern și nervul ilio-inghinal, iar cea vegetativă de plexul hipogastric.

MAMELA

Este formată din glandă mamara și diferite părți moi (țesut conjunctiv, adipos) care o înconjoară. Este o glandă pereche, anexă a aparatului genital feminin, situată pe peretele toracic anterior, în intervalul dintre coastele III-VII, de origine cutanată (ectodermală).

Mamela este vascularizată de arterele intercostale (II-IV), cat și de artera toracică internă, ramură din artera subclavie.

Venele mamelei sunt colectate de vena toracică internă. Limfaticele ajung în ganglionii axiali. Inervatia mamelei este asigurată de nervii intercostali (II-IV).

Glandele mamară, deși prezente la ambele sexe, au dimensiuni și semnificări morfo-funcționale complete deosebite. La bărbat, glandele reprezintă organe rudimentare, cu o structură puțin complexă.

La femeia adultă, însă, glandele mamară au o structură complexă, hormono-dependență, având o deosebită importanță biologică și patologică. Ele asigură secreția de lapte, alimentul esențial al nou-născutului, și sunt, de asemenea, sediul a numeroase procese patologice, dintre care cancerul sunt cele mai importante.

Fiecare glandă mamara este formată dintr-un număr de 10-25 lobi glandulari separați prin tesut conjunctiv în care, în timpul pubertății, s-a depozitat țesut adipos. Fiecare lob glandular este o glandă tubulo-acinoasă ramificată.

Canalele acestor glande sunt colectate de ducte mai mari, numite canale galactofore, care se deschid la nivelul mameonului. În structura canalelor galactofore se găsesc celule mioepiteliale, care se contractă sub acțiunea oxytocinei, favorizând ejectiona laptei.

APARATUL GENITAL MASCULIN

TESTICULUL

Testiculul (organ pereche) este glandă genitală masculină ce îndeplinește două funcții:

- spermatogeneza, formarea celulelor sexuale (spermii), ce se desfășoară la nivelul tubilor seminiferi contorți;
- funcția endocrină, prin care celulele interstitiale Leydig ale parenchimului testicular secretă hormoni androgeni (testosteronul), ce determină maturizarea organelor sexuale și stimulează evoluția caracterelor sexuale secundare masculine.

Initial, testiculii se formează în regiunea lombată, apoi, începând din luna a 3-a, coboară prin canalul inghinal în bursele scrotale. Coborârea testiculului în bursele scrotale este determinată de temperatura mai coborâtă din burse (36,5°), temperatură la care procesul de

spermatogenereză să poată desfășura în condiții optime. În caz că testiculii nu coboară în bursele scrotale, vorbim de ectopie testiculară, care poate fi unu sau bilaterală. În testiculul ectopic nu are loc procesul de spermatogenereză. Testicul are o greutate de aproximativ 25 g și este un organ pereche, având formă unui ovoid tutrit transversal, situat în bursa scrotală, la nivelul perineului anterior. De fiecare testicul este anexat un organ alungit, epididimul, care reprezintă primul segment extratesticular al conductelor seminale. Epididimul are lungimea de 5-6 cm, forma unei vîngule, așezat pe extremitatea superioară și marginea posterioară a testiculului, până la polul inferior al acestuia. Distingem epididimul un cap mai voluminos, situat la polul superior al testiculului. Conține canalul epididimal, care se continuă cu canalul deferent (fig. 154). Testicul este învelit la suprafață de o membrană conjunctivă de culoare albă-sidefie, numită albugine, rezistență și inextensibilă, înănd în tensiune parenchimul testicular (rol în progresiunea spermilor de-a lungul epididimului și canalului deferent). La marginea postero-superioră a testiculului,

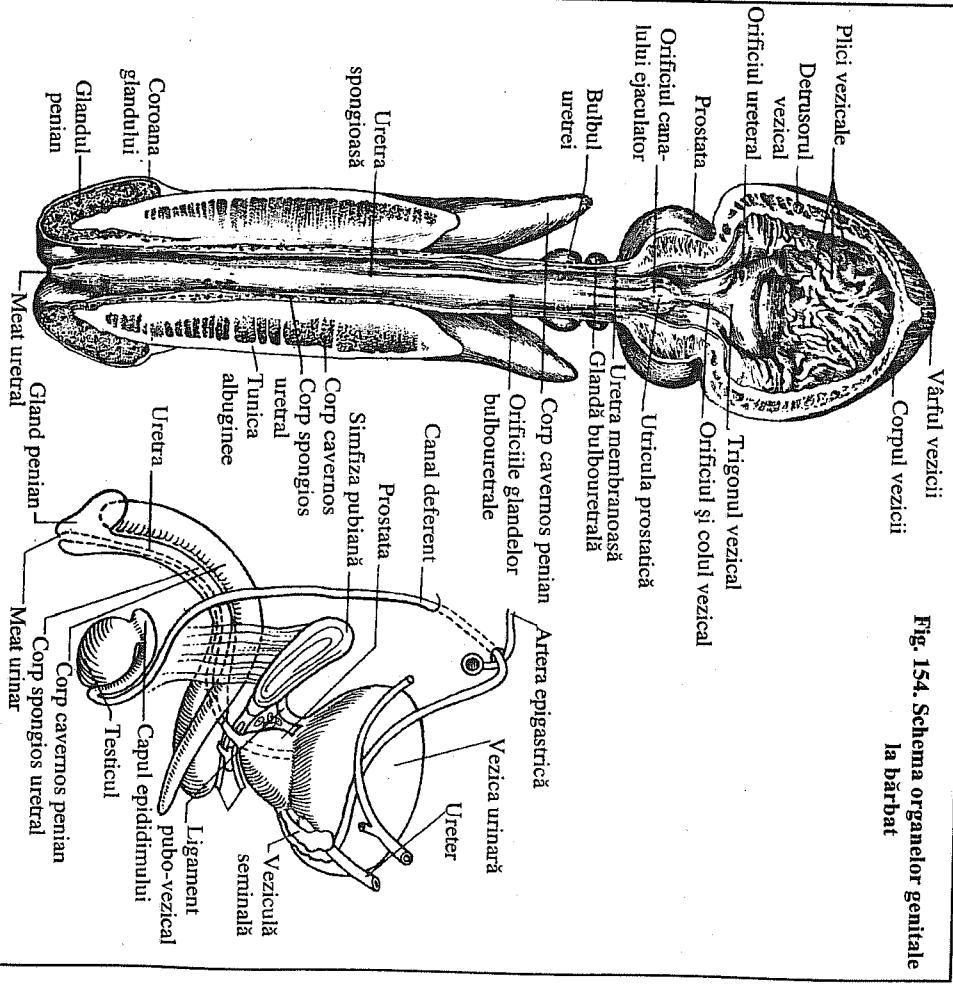


Fig. 154. Schema organelor genitale la bărbat

albuginea prezintă o îngroșare de formă piramidală, numită mediastinul testiculu lui. De la mediastin pleacă radii septuri conjunctive ce străbat parenchimul, delimitând lobulii testiculu lui (care conțin parenchimul glandei), de formă piramidală, cu vârful spre mediastin. Lobulii testiculu li, spermatici, sunt în număr de 250-300 pentru fiecare testicul; sunt formați din 2-3 tubi subțiri sinuoși, încolăciți, numiți tubi seminiferi contorți (400-800 într-un testicul), în care se desfășoară spermatogeneza, și din țesut conjunctiv interstitiial (celulele Leydig), situat între tubi seminiferi contorți, cu rol în secreția endocrină a testiculu lui. Tubii seminiferi contorți încep printr-o extremitate liberă în fundul de sac la baza piramidelor. În structura lor intră o membrană bazală și un epiteliu stratificat cu celulele seminale, care prin spermatogeneza formează spermii, și cu celule cu rol trofic și de susținere, celulele Sertoli.

La vîrful fiecăruia lobul, în apropiere de mediastin, tubii seminiferi contorți iau un tracăt rectiliniu și devin tubi drepti (primul segment al căilor spermatici), pătrund în mediastin, unde confluează, constituind o rețea anastomozată, numită rețeaua testiculară (rete testis), care reprezintă al doilea segment al căilor spermatici. Din această rețea se desprind 10-15 canale eferente care trec din mediastin în capul epididimului și se deschid într-un canal unic, canalul epididimului și se este foarte încolăci și are o lungime de 4-6 m). El alcătuiește corpul și coada epididimului și se continuă cu canalul deferent. Epitelul canalelor eferente și al canalului epididimare secretă un lichid ce intră în compoziția spermiei.

Vascularizarea testiculu lui și epididimului este asigurată de: artera testiculară, ramură din aorta abdominală, și din artera diferențială, ramură din artera iliacă internă. Venele formează

plexul pampiniform, din care rezultă vena testiculară, care se varsă în vena cavă inferioară la dreapta, în timp ce vena testiculară stângă se deschide în vena renală homolaterală.

Inervarea este asigurată de plexul testicular, provenit din cel aortic, și de plexul diferențial, cu originea în plexul hipogastric.

CONDUCTELE SPERMATICE

Căile spermatici sunt conducte de eliminare a spermilor și lichidului spermatic. Ele

sunt intratesticulare și extratesticulare.

Căile intratesticulare sunt reprezentate de tubii seminiferi drepti și rețeaua testiculară, constituind primele două segmente ale căilor spermatici.

Căile extratesticulare sunt: canalele eferente, canalul epididimare, canalul deferent, ejaculator și uretra. Canalul deferent continuă canalul epididimare și are o lungime de 50 cm, pleacă de la coada epididimului, terminându-se la baza prostatei, prin porțiunea ampulară (mai dilatată), care se unește cu ductul excretor al veziculei seminale, formând ductul ejaculator care străbate prostată și se deschide în uretra prostatică, la nivelul coliculului seminal. Distingem canalului deferent o porțiune epididimo-testiculară, situată în bursele scrotale, o porțiune inghinală, când străbate canalul inghinal, și o porțiune pelviană situată în pelvis. Porțiunea pelviană se termină cu particula ampulară a canalului deferent.

Structura anatomică. Canalul deferent este format dintr-o tunică conjunctivă exterană, o tunică musculară cu trei straturi de fibre netede (circulare, longitudinală la mijloc și din nou circulare la interior) și dintr-o tunică internă, mucoasa (epiteliu prismatic).

Este un organ pește, situat deasupra prostatei, între vezica urinară și rect, lateral de ampulele deferentiale. Are rol secretor, produsul adăugându-se lichidului seminal.

Vezicula seminală are formă ovoidală, lungă de 4-5 cm și lată de 2 cm. Ea este un tub înortochiat, cu multe sinuozități unite prin tracturi fibroase, dându-i un aspect vezicular (alveolar).

În interior, cavitatea veziculei seminale este neregulată, cu lumenul compartmentat în mai multe diverticule, formate de plăci ale mucoasei și care comunică unele cu altele. Peretele veziculei este format dintr-o tunică conjunctivă externă, o tunică musculară (strat longitudinal la exterior și circular la interior) și o mucoasă epitelială, cubică, cu celule secrete.

Vascularizarea este asigurată de artera diferențială, artera vezicală inferioară și artera rectală mijlocie; venele formează plexul seminal care se deschide în plexul vezico-prostacic. Limfaticele merg spre ganglionii iliaci.

Inervarea este dată de ramuri ale plexului hipogastric.

PROSTATA

Este un organ glandular (funcție exocrină), impar, situat în jurul porțiunii initiale a uretri, produsul de secreție participând la formarea spermiei. Este localizată în cavitatea pelviană, în loja prostatică, cuprinsă între vezica urinară (superior), rect (posterior), perineu (inferior) și simfiza pubiană (anterior).

Uretra străbate prostata vertical (aproape de față anterioară), iar cele două canale ejaculatoare străbat oblic, dinapoi-maintin, deschizându-se în uretra prostatică. Are formă unui con turbit, cu vârful îndreptat în jos și înainte, și i se descriu: o bază, vârful, față anterioară și față posterioară.

Structură. Prostata este alcătuire dintr-o stromă conjunctivo-musculară și un parenchim glandular, predominant. Stroma formează la exterior o capsulă conjunctivo-musculară groasă, care trimit sprievneuri septuri conjunctiv-musculo-elastice, împărțind parenchimul glandular în lobuli. Un lobul corespunde unei glande prostatice. Lobulii glandulari (20-30) se deschid printr-un număr mai mic de orificii în uretra prostatică. Substanța glandulară (parenchimul) este formată din glandele periuretrale, mici, mucoase, situate în țesutul din jurul uretrei, și glandele prostatice propriu-zise (30-50), de tip tubulo-alveolar, lungi și puternic ramificați. Prostata secretează un lichid lăctescen, care se adaugă spermiei cu miros caracteristic și reacție ușor alcalină, favorizând mobilitatea spermilor.

Vascularizarea este asigurată de ramuri ale arterei prostatice, cât și ale arterei vezicale inferioare și arterei rectale mijlocie; venele se deschid în plexul vezico-prostacic tributar venei iliacă interne. Limfaticele ajung la ganglionii iliaci.

Inervarea aparține plexului hipogastric.

GLANDELE BULBO-URETRALE

Sunt două formațiuni glandulare ovoidale, de dimensiunile unui sămbure de cireașă, situate de o parte și de alta a bulbului uretral. Se deschid, prin două canale, în uretra spongiosă. Secretă un lichid clar, vâscos, asemănător cu cel prostatic, care se adaugă lichidului spermatic.

ORGANELE GENITALE EXTERNE

PENISUL

Organ genital și urinar, este situat deasupra scrotului, înaintea simfizei pubiene. Prezintă o porțiune perineală, rădăcina penisului și o porțiune liberă, corpul penisului, care, la extremitatea sa anteroară, se termină cu o parte mai voluminoasă, numită gland. Rădăcina este fixată, prin cei doi corpi cavernosi, de ramurile ischio-pubiene ale coxalului, iar corpul este fixat de simfiza pubiana prin ligamente fibroase, unul superior și altul inferior.

Corpul penisului are formă cilindrică, ușor turtit, prezintând o față superioară (dorsum penis) și una inferioară, uretrală.

Glândul cu baza sa încingeoară circumferința corpului, depășindu-l ca o coroană, la acest nivel existând sănțul balano-prepuțial. La vârful său, orientat spre fața uretrală, se află orificiul extem al uretrei.

Învelișul tegumentar al penisului se continuă, la nivelul glandului, cu prepuțul, un manșon cutanat care se termină în fund de sac. Spațiul dintre prepuț și gland conține glandele prepuțiale care secrează smegma.

Structură. Penisul este format dintr-un aparat erectil și învelișuri. Organele erectile sunt formațiuni fibro-musculare areolate, fiind reprezentate de doi corpi cavernosi și un corp spongios, și care, umplute cu sânge, determină erecția. Cei doi corpi cavernosi au formă cilindrică și formează cea mai mare parte a penisului, ocupând fața dorsală, laturile și, parțial, fața uretrală. Extremitățile lor posterioare se inseră pe ramurile osoase ischio-pubiene.

Corpii cavernosi se unesc pe linia mediana, prin intermediul unui sept conjunctiv, iar extremitățile anterioare vin în contact cu fața posterioară a glandului, print-o lamă conjunctivă. Sunt acoperiți de un înveliș fibros, foarte rezistent, numit tunica albuginea, de la care pornesc septuri conjunctive care separă un sistem cavernos ce conține țesutul erectil vascular.

Corpus spongiosum este o formațiune unică ce intră în alcătuirea penisului, ocupând spațiul median dintre corpii cavernosi. Este format din țesut cavernos și învelește uretra care-l străbate de la un capăt la altul. Extremitatea sa posterioară începe print-o porțiune mai dilatătă – bulbul uretral, iar cea anterioară se continuă cu glandul. La exterior, corpul spongios este învelit de o tunică albuginee, iar țesutul său spongios este format din caverne ce corespund lacunelor venoase.

Invelișurile penisului. Penisul este învelit de piele, care se continuă cu pielea scrotului și a regiunii pubiene. Sub aceasta se găsește o lamă musculară subțire care formează dartosul penian.

În interior se află o tunică conjunctivă laxă, în care se află vase superficiale, iar mai profund fascia penisului, continuare a fasciei superficiale a abdomenului care învelește corpii spongios și cavernosi.

Vascularizarea este asigurată de ramuri din artera rușinoasă internă; venele se deschid în vena rușinoasă internă și de aici în vena iliacă internă. Lîmfaticele sunt superficiale, tributare ganglionilor inghinali, și profunde, tributare ganglionilor iliaci.

Inervația învelișurilor este dată de nervul rușinos și de ramuri genitale ale plexului hipogastric, lombar, iar a organelor erectile de ramuri simpaticice și parasimpaticice ale plexului hipogastric, cu rol dilatator.

SCROTUL (BURSELE SCROTALE)

Formează parte organelor genitale externe în care sunt localizate testiculele. Este un sac median, situat sub penis, format din mai multe tunici concentrice, care se continuă cu planurile peretelui anterior al abdomenului și cu învelișurile penisului. La exterior apare ca o pușcă curanată, situată în partea inferioară a peretelui abdominal, având pe față antero-inferioară un sănț longitudinal median, corespunzător rafei lui scrotal, care separă cele două burse scrotale.

În structura scrotului intră următoarele tunici, care corespund straturilor peretelui abdominal: pielea – prelungirea tegumentului abdominal, cu numeroase cute transversale, peri, glande sebacee și sudoriare; tunica dartos, lamă musculară formată din fibre musculare netede, ce ia parte la formarea peretelui dintre bursele testiculare; fascia spermatică exterană, ce provine din aponevroza mușchiului oblic extern; fascia cremasterică ce conține fibre din aponevroza mușchiului oblic intern și a mușchiului transvers abdominal; mușchiul cremaster conține fibre care provin din mușchiul oblic intern și mușchiul transvers abdominal; fascia spermatică internă, care continuă fascia transversală a peretelui abdominal; tunica vaginală este seroasă și acoperă testicul și epididimul. Ea prezintă o fojă viscerală și una parietală. Aceste fojte delimităză cavitatea vaginală.

Arterele care vascularizează scrotul sunt: arterele rușinoase externe (din artera femurală) și ramuri scrotale (din artera rușinoasă internă). Sangele venos este drenat prin venele rușinoase externe în vena femurală și prin venele rușinoase interne în vena hipogastrică.

Inervația este asigurată de ramuri ale plexului lombar.

METABOLISMUL INTERMEDIAR AL GLUCIDEILOR

METABOLISMUL

Organismul este un sistem deschis care face schimb de substanță și energie cu mediu exterior. Acest schimb permanent reprezintă metabolismul.

Metabolismul începe o dată cu ingestia alimentelor și sfârșește cu excreția produsilor neutilizabili. El se desfășoară în trei etape: digestivă, celulară și excretorie. Legătura dintre aceste etape o asigură săngele și circulația acestuia.

În etapa digestivă, sub acțiunea unor fermenti specifici, are loc fragmentarea hidrolitică a macromoleculelor organice din alimente și transformarea lor în molecule simple, fără specifice, absorbabile (glucoza, acizi grasi, glicerina, aminoacizi).

În etapa celulară, principiile alimentare suferă numeroase transformări. Totalitatea transformărilor biochimice care au loc la nivel celular reprezintă metabolismul intermediar. Deçi, metabolismul intermediar reprezintă schimbul de substanță și energie dintre celulă și mediul intern. Reacțiile metabolice din celule sunt de două feluri: reacții anabolice, de sinteză a unor constituenți cellulari sau de rezervă, și reacții catabolice, de scindare a substanțelor până la produși finali neutilizabili (apă, dioxid de carbon, substanțe azotate simple).

Prin reacții anabolice are loc reînmuirea permanentă a structurilor celulare uzate, sunt sintetizate o serie de substanțe active (enzime, hormoni), este asigurată creșterea și înmulțirea celulelor, precum și încărcarea lor cu material nutritiv de rezervă.

Reacțiile catabolice generează energie. Ele se desfășoară în două faze successive. Într-o primă fază are loc metabolizarea incompletă, pe căi specifice, a substanțelor nutritive, până la stadiul de acetil coenzima A și acid oxaloacetic, produși intermediari comuni glucidelor, lipidelor și proteinelor. În această fază se eliberează o cantitate redusă de energie. În faza a doua are loc metabolizarea completă a produșilor intermediari.

Această fază este comună tuturor substanțelor nutritive. Ea constă din reacții de oxidoreducere prin care se eliberează peste 90% din energia chimică a moleculelor. O parte din aceste reacții se desfășoară ciclic, în cadrul ciclului acidului citric sau ciclul lui Krebs, iar o altă parte are loc la nivelul lanțului sau catenei respiratorii celulare. Toate aceste reacții constau, în esență, din "arderea" alimentelor în prezența oxigenului. Oxidarea lor poate avea loc și în bombă calorimetrică, obținându-se aceeași produși finali și aceeași cantitate de energie.

În organism, energia se eliberează treptat, în etape successive, și nu se transformă toată în căldură, ci o parte se depozitează. Ciclul Krebs și catena respiratorie au sediul în mitocondrii, unde se desfășoară respirația celulară.

Reacțiile anabolice necesită energie, iar cele catabolice eliberează energie. Din această cauză ele se desfășoară cuplat.

Energia chimică nu poate fi utilizată direct: mai întii, ea este înmagazinată sub formă de compuși chimici macroergici, al căror reprezentant principal este acidul adenoziintrifosforic (ATP). Depozitarea energiei sub formă de legături fosfatmacroergice reprezintă 40% din energia chimică liberată prin procesele de oxidare metabolică. Restul se pierde sub formă de căldură. Totalitatea schimburilor energetice organism - mediu reprezintă metabolismul energetic.

Glucidele sunt substanțe organice alcătuite din C, O și H. Se mai numesc hidrați de carbon, deoarece conțin oxigen și hidrogen în aceleasi proporții ca apa. În natură se întâlnesc glucide cu moleculă simplă - monozaharidele și disaharidele - sau cu moleculă complexă - polizaharidele. Reprezentanții principali ai monozaharidelor sunt pentozile (riboza, dezoxiriboză) și mai ales hexozele (glucoza, fructoza și galactoza). Polizaharidele sunt polimeri ai glucozei. La plante există celuloza și amidonul, iar la animale glicogenul.

ROLUL FIZIOLOGIC AL GLUCIDEILOR

Ca orice principiu alimentar, glucidele îndeplinesc trei categorii de roluri:

- Rol energetic. Prin oxidarea până la dioxid de carbon și apă a unui gram de glucoză se eliberează 4,1 Kcal.
- Rol plastic. Glucidele participă la construcția unor structuri celulare și intercelulare.

• Rol funcțional. O serie de glucide intră în moleculă unor compuși biochimici, cu mare valoare biologică. Astfel, riboza și dezoxiriboză fac parte din structura acizilor nucleici. Moleculele macroergice de ATP conțin riboza, iar heparina, un anticoagulant natural, conține glucoză.

CĂILE METABOLICE ALE GLUCIDEILOR

Glucidele se absorb sub formă de monozaharide (pentoză și, în special, hexoză). Principialul glucid metabolizat în organism este glucoza. După absorbtie, aceasta ajunge, prin circulația portală, în ficat, iar de aici trece în circulația generală, de unde este preluată de toate celulele corpului. Concentrația glucozei în sânge (glicemie) are valoare constantă de 100 mg la 100 ml plasmă. După mese, această concentrație crește puțin (hiperglicemie postprandială).

Glucoza este utilizată, în primul rând, ca material energetic. Glucidele reprezintă o sursă energetică foarte convenabilă pentru organism, deoarece ele sunt catabolizate integral până la dioxid de carbon și apă, substanțe netoxice, pe care organismul le poate elimina ușor. Catabolismul glucozei mai prezintă avantajul că, în faza metabolizării incomplete, dintr-o moleculea de glucoză poate fi generata o molecule de acid citric, substanță cheie a ciclului Krebs. La nivelul fiecărei celule, glucidele suferă reacții metabolice similare: catabolizare până la CO₂ și H₂O, polimerizare sub formă de glicogen, transformare în lipide. Aceste reacții prezintă o amplitudine deosebită la nivelul ficatului, al țesutului muscular și adipos, organe cu rol important în metabolismul hidratilor de carbon.

Catabolismul glucozei (glicoliza) are loc în două etape. Prima etapă se mai numește glicoliza anaerobă, deoarece poate avea loc și în absența oxigenului. Ea corespunde etapei metabolismării incomplete a glucozei. Glicoliza începe cu fosforilarea glucozei și formarea esterului glucoză-6-fosfat, reacție catalizată de glucokinază. Urmează un șir de transformări chimice prin care, în final, din fiecare molecule de glucoză rezultă două molecule de acid piruvic. În absența oxigenului, acesta este hidrogenat la acid lactic, produsul final al glicolizei anaerobe. Dacă celula nu primește oxigen, acidul lactic se acumulează, provoacă acidoză și blocarea glicolizei. În prezența O₂, acidul piruvic este transformat în acetil coenzima A (Acetil-CoA) și acid oxaloacetic, metabolici intermediari, indispensabili pentru faza următoare a degradării glucozei.

Etapa a doua, numită **glicoliză aerobă**, corespunde fazei metabolizării complete a glucozei și nu se poate desfășura în absența oxigenului. Este formată din ciclul lui Krebs și lanțul respirator celular ce reprezintă căi comune de oxidare a tuturor principiilor alimentare.

Ciclul lui Krebs începe cu formarea acidului citric, în urma condensării acetyl-CoA cu acidul oxalo-acetic. Acidul citric este degradat enzimatic în reacții successive, în cursul cărora au loc decarboxilări și dehidrogenări ce duc, în final, la regenerarea moleculei de acid oxalo-acetic. Aceasta, împreună cu o nouă molecule de acetyl-CoA, refac acidul citric și ciclul se reia. În urma decarboxilărilor rezultă CO₂, care difuzează în afara celulei și este transportat de sânge spre plămâni, pentru a fi eliminat. Reacțiile de dehidrogenare a compușilor ciclului Krebs sunt rezultatul acțiunii unor enzime oxido-reducătoare numite dehidrogenaze. Prin intermediul dehidrogenazelor, atomii de hidrogen sunt transportați pe lanțul respirator celular.

Acesta, în afară de dehidrogenaze, conține enzime respiratorii celulare, bogate în fier, numite citocromi. Citocromii preiau numai electronul de pe atomul de hidrogen, eliberând H⁺ în mediul celular. La capătul lanțului de citocromi, perechi de electroni sunt trecute pe atomul de oxigen care se încarcă cu două valențe negative. Ultimul act al acestui proces este unirea oxigenului cu hidrogenul și sinteza moleculei de apă. Apa este produsul final al reacțiilor de oxido-reducere celulară. În timpul acestor reacții oxidative, se elibereză cantități mari de energie pentru a forma ATP, proces numit fosforilare oxidativă.

Sediul glicolizei anaerobe este citoplasma, iar al celei aerobe îl constituie mitocondriile.

Bilantul energetic al glicolizei. Prin degradarea completă, pînă la CO₂ și H₂O, a unui mol gram de glucoză (180 g) se eliberează 680 kilocalorii, din care circa 300 (deci 45%) se depozitează sub formă de moli de ATP, iar 380 se pierd sub formă de căldură. În faza anaerobă se eliberează numai 50 kcalorii (cu formare de 2 moli ATP); restul energiei este generată în faza aerobă (cu formare de 38 moli ATP). O molecułă de ATP conține două legături fosfat macroergice, a 8 kcal fiecare. Moleculele de acid lactic conțin încă o cantitate de energie chimică. Acidul lactic generat în faza anaerobă este transportat de sânge la ficat, unde, în prezența oxigenului, are loc reconverțirea sa în acid piuvic.

O cincime din acesta este oxidat până la dioxid de carbon și apă în ciclul lui Krebs și catena respiratorie, iar restul de patru cincimi este utilizat pentru resinteza glucozei. Numărul relativ mare al reacțiilor care duc la degradarea substantelor alimentare este necesar pentru eliberarea treptată a energiei lor chimice.

Gluconeogenеза. Reacțiile de degradare a glucozei din faza anaerobă se pot desfășura și în sens invers, dinspre metabolismul intermediar ai glicolizei înapoi la glucoză. Aceasta reprezintă glucogeneza. Dacă metabolismul intermediar respectiv provin din precursori neglucidici (lipide sau proteine), procesul de sinteză a glucozei se numește neoglucogeneză sau gluconeogenезă.

Gluconeogenеза prezintă o mare importanță pentru organism, în special pentru țesutul nervos care este mare consumator de glucoză. În lipsa glucidelor alimentare sau în stări de inaniție, organismul produce glucoză din cetoacizi (rezultat din dezaminarea aminoacicilor) și din glicerolul lipidelor.

Principalele organe în care are loc gluconeogenеза sunt ficatul și rinichii. Acest proces este stimulat de hormoni glucocorticoizi, tiroidieni și de glucagon, fiind inhibat de insulină.

În afară de această, glucoza mai poate fi catabolizată pe calea ciclului oxidativ al fosfogluconatului, din care, în afară de energie, rezultă și o serie de substanțe donatoare de ioni de hidrogen necesari tuturor proceselor anabolice celulare.

Glicogenogenеза. Toate celulele corpului pot sintetiza glicogen, prin polimerizarea glucozei. Organele specializate în acest proces sunt ficatul și mușchiul. Ficatul conține 150 g glicogen, iar mușchii 350 g. Aceasta este forma de depozit a glucozei. Sinteza glicogenului începe tot cu o reacție de fosforilare și formarea de ester glucozo-1-fosfat, care este transformat în uridin-disfosfat glucoză, iar sub acțiunea unor glicogen-sintetaze are loc glicogenogenеза. Ficatul poate produce glicogen și din fructoză și galactoză, pe care le convertește, în prealabil, în glucoză. Sinteza hepatică de glicogen crește în timpul absorbiției glucidelor din intestin, iar în celelalte ţesuturi în timpul hiperglycemicilor postprandiale. Glicogenogenеза este stimulată de insulină și de parasimpatic.

Glicogenoliza. Când glicemia crește, procesul de glicogenogenезă se intensifică, iar când glicemia scade, glicogenogenезă încetează și se produce depolimerizarea glicogenului. Prin glicogenoliza, fiecare celulă poate folosi propriile ei rezerve glucoză. Cu excepția celulei hepatice și a celei musculare, rezervele celulare de glicogen sunt reduse, încât majoritatea celulelor trăiesc pe seama glucozei sanguine. Un rol esențial în constanța glicemiei îl are ficatul, care, prin glicogenoliza, asigură atât necesarul de glucoză pentru propriile celule, cât și pentru restul corpului. Aceasta se explică în felul următor: glicogenoliza este inițiată enzimatic de fosforilaze active. Sub acțiunea lor, din macromolecula de glicogen se desprind molecule de glucozo-1-fosfat. Acestea pot fi recapătate în glicogen când glicemia este normală. În hipoglicemie, esterul glucozo-1-fosfat este transformat în ester glucozo-6-fosfat, iar acesta, sub acțiunea unei fosfataze hepatice, este hidrolizat în acid fosforic și glucoză careiese din hepatocit și trece în sânge. Mușchiul nu are această fosfatază și nu poate furniza glucoză mediului intern. Activarea fosforilazelor hepatice se face sub acțiunea glucagonului, a adrenalinei și sub acțiunea sistemului nervos simpatic.

Lipogeneza. Glucidele pot fi convertiți în grăsimi și depuse astfel sub formă de rezerve lipide în țesuturi. Când aportul de glucide este excesiv, capacitatea celulelor de a se încărcă cu obesiță. În mod normal, sinteza de trigliceride și depunerea lor ca rezerve nu poate avea loc în lipsa glucozei. Fenomenul se datoră faptului că trigliceridele nu se pot rezintăra din glicerol și acizi grași, ci din alfa-glicero-fosfat (un metabolit intermediu al glicolizei anaerobe) și acizi grasi (glucoză poate fi convertită și în acizi grasi, prin intermediul acetyl-CoA). Lipogeneza din gluicide se intensifică sub acțiunea insulinei, care favorizează pătrunderea glucozei în celule.

REGLAREA METABOLISMULUI GLUCIDIC

Utilizarea celulară a glucozei este reglată prin mecanisme locale și generale.

Mecanismele locale sunt reacții de autoreglare prin feedback biochimic. Creșterea concentrației de ADP intensifică glicoliza, iar creșterea concentrației de ATP o frenă.

Mecanismele generale de reglare sunt mult mai complexe. Ele se realizează direct de concentrarea glucozei și de gradul ei de utilizare de către neuronii hipotalamici. Orice creștere a glicemiei pune în acțiune, prin feedback negativ, mecanisme hipoglicemiante, care

determină scăderea glicemiei, iar orice scădere a glicemiei punte în acțiune mecanisme de feedback negativ, cu efect hiperglicemicant (care cresc glicemia).

Hipoglicemie se produce sub acțiunea insulinei, epifizei și a parasympaticului. Efectul hipoglicemicant este produsă de glucagon, adrenalină, glucocorticoizi, hormonul somatotrop, tiroxina și sistemul nervos simpatic. Alimentația exagerată cu glucide are efect similar.

Reglarea metabolismului glucidic se face în concordanță cu reglarea celorlalte metabolisme intermediere. Rol important are ficatul, care, în caz de hiperglicemie, captează glucoza și o fixează sub formă de glicogen sau lipide, iar în caz de hipoglicemie alimentează mediul intern cu glucoză prin glicogenoliză și gluconeogeneze.

Nivelul glicemiei reflectă echilibrul dinamic dintre consumul tisular de glucoză (cu efect hipoglicemicant) și eliberarea glucozei din ficat (cu efect hiperglicemicant).

La aceste două procese permanente se adaugă creșteri intermitente ale glicemiei legate de mese - hiperglicemia postprandială. În timpul hiperglicemiei postprandiale, ficatul depune glucoza sub formă polimerizată - glicogenogenеза. Depozitarea glucozei sub formă de glicogen are loc și în celulele musculare. Deosebirea dintre depozitele hepatic și cele din mușchi constă în faptul că glucoza eliberată prin glicogenoliză hepatică poate difuza din hepatocit în mediu intern, contribuind la menținerea glicemiei, putând fi deci utilizată de oricare țesut (în special cel nervos), în timp ce glucoza rezultată din glicogenoliza musculară nu poate părași miocicul, ci folosește ca sursă de energie exclusiv pentru mușchii respectiv. Orice intensificare a glicogenolizei hepatică duce la hiperglicemie, iar a celei musculare nu. De aici rolul deosebit al ficatului în homeostazia glicemică. El funcționează ca un comutator cu dublu sens. Permite intrarea glucozei și depozitarea ei în timpul hiperglicemiei postprandiale și permite mobilizarea rezervelor glucidice și ieșirea glucozei în sânge când organismul este amenințat de hipoglicemie. Acest rol al ficatului este dovedit și prin dozarea glucozei postprandial din vena portă, concomitent cu venele suprahepaticе. În vena portă, concentrația glucozei poate atinge 3-4 g/l în 1 litru, iar în venele suprahepaticе este de 1,5 g/l, demonstrând fixarea ei la nivel hepatic.

TULBURĂRIILE METABOLISMULUI GLUCIDIC

Utilizarea glucozei la nivel celular depinde de insulină. Diminuarea sau absența secretiei insulinice provoacă boala diabet zaharat, caracterizată prin scăderea depozitelor celulare de glicogen și lipide, hiperglicemie și glucozurie (eliminarea glucozei prin urină). Hiposecreția de insulină provoacă o exagerare a depozitării glucidelor în rezerve, o intensificare a glicolizei, însosită de scădere marcată a concentrației glucozei sangvine (hipoglicemie). Deoarece testul nervos utilizează preferențial glucoza drept combustibil, iar neuronii nu au rezerve mari de glicogen, hipoglicemia afectează, în special, funcțiile sistemului nervos, provocând severe tulburări vegetative și de reglare a funcțiilor (transpirații, hipotensiune arterială), precum și de constipație (leșin, comă hipoglicemică).

METABOLISMUL INTERMEDIAR AL LIPIDELOLOR

Lipidele sunt substanțe organice alcătuite, ca și glucidele, din C, O și H, dar, spre deosebire de acestea, conțin mult hidrogen și puțin oxigen. Unele lipide pot contine și fosfor. Din punct de vedere chimic, lipidele sunt esteri ai acizilor grasi cu alcoolii superioiri. Acizii grasi înfălniți mai frecvent sunt acidul palmitic (16 atomi de carbon) și acidul oleic (18 atomi de

carbon). Alcoolul cel mai frecvent este glicerolul. Lipidele sunt o clasă heterogenă de substanțe insolubile în apă, solubile în solventi organici. Principalele lipide din organism sunt trigliceride, colesterolul și fosfolipide. Sursele de lipide pot fi atât de origine animală, cât și vegetală.

ROLUL FIZIOLOGIC AL LIPIDELOLOR

Rol energetic. Datorită abundenței atomilor de hidrogen din molecula lor, lipidele degajă prin ardere o mare cantitate de căldură. Un gram de lipid catabolizat până la dioxid de carbon și apă eliberează 9,3 kcal. Organismul folosește în egală măsură lipidele și glucoidele ca material energetic. Metabolizarea lipidelor este dependentă de a glucidelor. O altă caracteristică a rolului energetic al lipidelor este posibilitatea stocării energiei sub formă de rezerve lipidice, în cantități însemnante. Catabolismul exagerat al lipidelor prezintă inconveniențul generările în exces a corpilor cetonici, săsescul nervos nu catabolizează lipide, ci numai gluicide. Cel mai important rol energetic îl au trigliceridele.

Teaca de mielină a nerilor este foarte bogată în lipide și exemplele pot continua. Cel mai impor-

tant rol plastic îl au fosfolipide.

Rol funcțional. Lipidele de natură sterolică (colesterolul) reprezintă precursori ai acizilor biliari și ai hormonilor corticosuprarenalieni și sexuali. Unii acizi grasi nesaturati (linolic, linoleic și arachidonic) nu pot fi sintetizați în organism; ei se numesc acizi grasi esențiali și reprezintă vitamina F. Lipidele se depun subcutanat și în jurul organelor interne, îndeplinind rol protector mecanic. Stratul subcutanat lipidic mai are rol de izolator termic, iar abundența colesterolului în stratul cornos al epidermului îl face impermeabil la apă.

CĂILE METABOLICE ALE LIPIDELOLOR

Lipidele se absorb sub formă de acizi grasi, monogliceride, glicerol, colesterol și fosfolipide. Primul act al metabolismului lipidic are loc chiar în enterocit, care resorbțează trigliceridele din α -glicerofosfat și acizi grasi.

Al doilea act al metabolismului intermediar lipidic are loc mai ales la nivelul adipocitelor și al hepatocitelor. Principalele transformări suferite de lipide în organism sunt: 1. depunere ca rezerve, adipogenă (lipogeneză); 2. lipoliză (catabolizare); 3. cetogeneză; 4. gluconeogeneză (transformare în gluicide).

Lipogeneza. Sinteza lipidelor de rezervă are loc în ficat și țesutul adipos. Principala formă de depozit este reprezentată trigliceridele. Pentru sinteza acestora este nevoie de acizi grasi și alfa glicerofosfat. Acizii grasi provin din alimente sau sunt produși din gluicide ori unii aminoacizi. Într-grăsimile neutre plasmatic și cele de rezervă există un schimb permanent ce asigură constanța lipemiei. Când lipemia crește, are loc depunerea excesului de grăsimi ca rezerve tisulare, iar când scade sunt mobilizate rezervele lipidice. Lipogeneza este condiționată de apportul glucidic. Când se consumă hidrocarbonate în cantități mari, excesul de glucoză este transformat în lipide de rezervă și are loc îngrășarea. În lipsa glucozei, lipogeneza încețează, iar organismul consumă din rezervele lipidele proprii.

Lipoliza. Mobilizarea rezervelor lipide se datorează unor lipaze tisulare activate de adrenalină, glucagon, tiroxină și sistemul simpatic. Sub acțiunea lipazelor are loc hidroliza trigliceridelor în acizi grasi și glicerol. Aceștia trec în sânge și sunt utilizati de toate țesuturile, cu excepția țesutului nervos. Catabolismul gliceroului are loc pe calea glicolizei, iar catabolismul acizilor grasi pe calea beta-oxidării sau spiralei Lynden.

Beta-oxidarea corespunde etapei metabolizării incomplete a acizilor grași și constă din fragmentarea succesiivă a acestora în molecule de acetil CoA, cu eliberare de energie. Acetatul activ este degradat în continuare, pe calea comună, oxidativă, a ciclului Krebs și catenei respiratorii, pînă la dioxid de carbon și apă, cu eliberarea unei mari cantități de energie. Din catabolismul unui mol de acid stearic rezultă circa 2500 Kcal, din care 1200 se înmagazinează în 146 moli ATP. Energia eliberată de acizi grași depinde de lungimea lanțului acestora. Atât sinteza, cât și degradarea acizilor grași are loc la nivelul mitocondriilor.

Cetogeneza. O particularitate a catabolismului lipidic este geneza corpielor cetonici (acidul acetil-acetic, acetona și acidul β -OH butiric etc.), substanțe acide cu efect toxic în concentrație mare. În mod normal, corpii cetonici se află în concentrație redusă și îndeplineșc roluri metabolice la nivel celular. Pot fi degradati prin cetoliză până la dioxid de carbon, apă și energie, proces mai puțin intens la nivelul ficatului, dar prezent în toate celulele corpului. Cetogeneza se intensifică proporțional cu catabolismul acizilor grași. În diabet sau în inanție, utilizarea excesivă a acizilor grași duce la creșterea corpiilor cetonici în sânge. Are loc acidificarea mediului intern (ceto-acidoza).

Gluconeogeneza. Așa cum s-a arătat la metabolismul intermediar al glucidelor, celula hepatică și cea adiposă pot sănătiza glucoză din glicerolul lipidelor, folosind energia rezultată din catabolismul acizilor grași.

REGLAREA METABOLISMULUI INTERMEDIAR LIPIDIC

Se face prin mecanisme neuro-hormonale complexe, care regleză și metabolismul intermediar glucidic. Acest lucru este explicabil date fiind numeroasele intersecții ale acestor două metabolisme. Factorul principal care dinamizează metabolismul lipidic și glucidic este reprezentat de nevoile energetice ale organismului.

Că și glicemii, valoarea lipemiei se menține constantă în jurul a 700 mg la 100 ml plasmă, ceea ce înseamnă 7 g lipide la litru (vezi compoziția plasmei). Valoarea lipemiei depinde și ea de echilibru și se stabilește între consumul tisular lipidic (în special musculatura) și depozitele de grăsimi (fiecare, dar mai ales țesutul adipos). Spre deosebire de depozitele de glicogen, care reprezintă maximum 500 g pentru un organism adult, depozitele de lipide sunt de ordinul kilogramelor sau al zecilor de kilograme. Înălțând seama de puterea calorică a glucidelor, se obțin 2000 kcal, ceea ce acoperă necesarul minim energetic pe numai 24 ore. Prin oxidarea completă a 10 kg lipide se obțin 90 000 kcal, asigurând energie necesară pe timp de 45 zile.

Mecanismele de depozitare a lipidelor în rezervele adipose depind de activarea unei enzime, lipoprotein-lipaza, care desface lipooproteinele circulante și permite depozitarea tisulară a lipidelor sub formă de trigliceride. Mobilizarea lipidelor din țesutul adipos se face sub acțiunea triglicerid-lipazei, care hidrolizează grăsimile, elibérând acizi grași ce vor lua calea sangvină. Hormoni anabolizanți (insulina, h. sexuală) favorizează depunerea de rezerve de grăsimi, iar hormoni catabolizanți (somatotropul, glucocorticoizi, h. tiroidieni, glucagonul și catecolaminele) au acțiune adipokinetică. Un rol important în regarea echilibrului lipemic îl joacă centrii hipotalamici ai foamei și satietății, precum și sistemul limbic, formațiuni care conlucră unitar la reglarea actelor de comportament alimentar, asigurând echilibrul dintre indigestia de alimente și cheilotiile energetice ale organismului. Deregarea homeostaziei lipide se poate produce fie printr-o exagerare a adipogenezei, fie a adipolizei. Exagerarea adipogenezei, obezitatea, are drept cauza hiperalimentația și sedentarismul. Exagerarea adipolizei, pierderea în greutate până la casexie, are în primul rând cauze endocrine.

Deficitul de anabolizanți lipidici și excesul de h. catabolizanți (în special hipertiroidia) duc la însemnate pierderi în greutate.

Ateroscleroza este o boală a arterelor mari și medii, în care, pe față internă a peretilor arteriaj, se dezvoltă plăci de aterom, care conțin inițial colesterol, și evoluează spre structură mult mai complexă. Apariția acestor lezuni determină scăderea elasticității peretilor arteriaj, cu consecințe foarte importante pentru funcționarea sistemului cardiovascular. Factorul cel mai important, ce determină ateroscleroza, este creșterea concentrației plasmatică a colesterolului, aflat în plasmă sub o anumită formă (de lipoproteine cu densitate mică). Cea mai importantă măsură de prevenire a acestei boli este o dietă cu conținut redus de lipide (lipide nesaturate, cu conținut mic de colesterol). Alți factori, care determină apariția aterosclerozei, sunt: diabetul zaharat, hipotiroidismul și fumatul.

METABOLISMUL INTERMEDIAR AL PROTEINELOR

Proteinele sunt substanțe organice formate din carbon, oxigen, hidrogen și azot; unele mai conțin fosfor și sulf. Unitățile elementare de construcție a proteinelor sunt aminoacizii (carne, pește, ouă, lactate) sau vegetală (pâine, fructe, legume). La nivelul tubului digestiv, proteinele sunt hidrolizate, sub acțiunea enzimelor proteolitice, până la aminoacizi, formă sub care se absorb la nivelul intestinului subțire.

ROLUL FIZIOLOGIC AL PROTEINELOR

Rol energetic. Proteinele pot fi utilizate ca surșă energetică. Organismul apelează la energia aminoacizilor numai în condiții particulare, când nu are sau nu poate utiliza glucoza. Prin arderea unui gram de proteine în bombă calorimetrică rezultă 5,3 kcal, dar în organism se obțin numai 4,1 kcal. Această diferență se explică prin incompleta metabolizare a proteinelor în organism.

Astfel, ureea, acidul uric, creatinina și alți produși finali ai catabolismului proteic mai conțin în molecula lor o importantă cantitate de energie, care nu poate fi utilizată. Un alt inconvenit al folosirii proteinelor în scopuri energetic este reprezentat de efectul toxic al unor produși intermediari ai catabolismului proteic (amoniac, indol, fenol, corpi cetonici).

Rol plastic. Proteinele sunt substanțe plastice prin excelență. Toate structurile vii conțin din abundență proteine. Viața însăși nu poate avea loc în lipsa acestora.

Rol funcțional. Proteinele și aminoacizii care provin din ele îndeplineșc numeroase roluri funcționale:

- Rol de enzime. Toate enzimele sunt proteine și toate reacțiile metabolice sunt enzimatic.
- Rol de pigmenti respiratori ai săngelui (hemoglobina) și ai țesuturilor (citocromii).
- Rol de anticorpi - gammaglobulinele plasmaticce.
- Rol în coagularea sângelui - factorii plasmatici ai coagulației.
- Rol în generația presiunii coloid-osmotice, importantă în formarea urinei și în schimburile capilar - țesut.

- Rol în contractia musculară - proteinele contractile.

• Rol de sisteme tampon în reglarea echilibrului acidobazic.

• Rol de precursori ai ciclului Krebs. Unii aminoacizi (acidul glutamic, acidul aspartic, alanina etc.) pot intra direct în ciclul Krebs, asigurând astfel energogeneză celulară.

• Rol de precursorsi ai aminelor biogene. Prin decarboxilarea unor aminoacizi rezultă amine biogene cu activitate biologică mare: din histidină rezultă histamina, iar din triptofan serotonina.

CĂILE METABOLICE ALE AMINOACIZILOR

După absorbție, aminoacizii ajung, pe cale portală, în ficat, iar de aici în circulația sanguină generală. Aminoacidemia este de 50 mg la 100 ml plasmă în ficat, ca și în restul organelor, aminoacizii pot urma două căi metabolic:

- Calea sintezei de proteine și a altor substanțe.

• Calea degradării catabolice. Fiecare celulă își sintetizează proteinele proprii. Pe această bază este asigurată reînnoirea permanentă a componentelor celulare, repararea structurilor uzate, creșterea și diviziunea celulară, stocarea de informații sub formă de memorie etc.

Unele celule (hepatice, glandulare) au proprietatea de a produce și proteine pentru "export". Fiecare sintetizează proteinele plasmatic, glandele exocrine proteinele enzimatic, iar cele endocrine proteine-hormoni. Zilnic, în organism se reînnoiesc 500 g proteine, ceea ce înseamnă că, după circa 100 zile, toate proteinele sunt noi.

Sediul cellular al sintezei proteice sunt reticulul citoplasmatic rugos și ribozomii. Tiparul (matricea) după care este sintetizată proteina are o mare specificitate. El este elaborat la nivelul nucleului printre un proces de transcripție a informației genetice de pe molecule de ADN pe cea de ARN - mesager.

Fiecare proteină se produce după modelul adus în citoplasma de către ARN mesager. Ordinea în care se vor lega aminoacizii în lanțul viitoarei proteine este prescrisă sub forma codului genetic. Poziția fiecărui aminoacid se află cifrata la nivelul moleculei de ARN mesager, sub formă unui număr de trei nucleotide - triplete. În citoplasma se mai află molecule specifice de ARN solubil care "recunosc", leagă și transportă diferenți aminoacizi. ARN solubil, purtător al unui anumit aminoacid, "recunoaște" codul de pe lanțul de ARN mesager și se dispune la locul corespunzător în felul acesta, prin alinierea într-o succesiune strict determinată a moleculelor de ARN solubil, rezultă alinierea într-o secvență precisă a aminoacizilor purtați de acestia. Sub acțiunea unor enzime, aminoacizii vecini se unesc prin legături peptidice și, când lanțul este complet, molecula proteică nou formată este eliberată. Datorită acestui mecanism de sinteză, potrivit codului genetic, macromoleculele proteice au personalitate biochimică, prezintă un mare grad de specificitate. Pătrunderea în organism a unor proteine strâns determinată riposta aparatului imun al gazdei, care "recunoaște" molecula străină (non self) și determină sinteza de anticorpi specifici, care neutralizează sau distrug agentul străin.

Biosinteza proteică, fiind un proces anabolic, folosește energia provenită din hidratarea ATP. În afară de participarea la sinteza proteică, unii aminoacizi pot fi utilizati ca precurzori ai glucidelor (gluconeogeneza). Aminoacizii care pot fi transformați în glucoză se numesc glucoformatori (acidul glutamic, acidul aspartic, alanina etc.). Aceștia, mai întâi sunt introdusi în ciclul Krebs, unde sunt transformați în acid oxaloacetic, de la care, prin inversarea

reacțiilor glicolizei, este resintetizată glucoza. Ficatul și rinichii sunt sedii de gluconeogenează. Din 100 g proteine pot rezulta 60 g glucoza. Toți hormonii care cresc catabolismul proteic stimulează gluconeogeneza (tiroxina, glucocorticoizi).

Unii aminoacizi sunt precursorsi ai hormonilor medulosuprarenali și tirodieni (fanilalanina).

Lipogenезa din proteine reprezintă o altă cale de utilizare a aminoacizilor. Inițial, aminoacizii sunt degradați până la stadiul de α cetoacizi și corpi cetonici (aminoacizi cetogeni).

Corpii cetonici pot fi catabolizați până la dioxid de carbon, apă și energie sau pot fi transformați în acizi grasi. Din unii aminoacizi, ficatul sintetizează creatina, care leagă macro-ergic acidul fosforic trecând în creatinofosfat (CF). Această substanță se depune în cantitate mare la nivelul fibrei musculare și al țesutului nervos, asigurând, prin descompunere ei, energia necesară refacerei moleculelor de ATP. Din două molecule de creatină rezultă creatinina, produs final al metabolismului creatinei, eliminat urinar.

Catabolismlul proteic. Degradarea proteinelor se face în două etape. O prima etapă este descompunerea hidrolitică a macromoleculei proteice în aminoacizi compnenți. Aceste reacții au loc în tubul digestiv și în interiorul oricărei celule. Hidroliza digestivă a proteinelor este opera enzimelor proteolitice locale, iar hidroliza proteică celulară este realizată de proteaze tișulare conjuinate în lizozomi.

Aminoacizii rezultați întră în fondul metabolic comun al aminoacizilor. A doua etapă a degradării proteinei constă în catabolismlu aminoacizilor. Ca și în cazul glucozei sau al acizilor grăsi, catabolismlu aminoacizilor începe cu o fază de degradare pe căi specifice și continuă cu faza finală de degradare pe cale oxidativă, comună tuturor substanțelor nutritive. Catabolismlu specific al aminoacizilor constă din trei tipuri de reacții: dezaminarea oxidativă, decarboxilarea și transaminarea.

Dezaminarea constă din descompunerea aminoacidului în amoniac și α cetoacid. Amoniacul este o substanță foarte toxică. El ajunge pe cale sanguină la ficat, unde este transformat în uree, substanță neteroxică. Ureogeneza reprezintă o funcție antitoxica a ficatului. Zilnic sunt produse 10-20 g uree care se elimină prin urină. Creierul are un mecanism suplimentar de protecție. Amoniacul, rezultat din catabolismlu aminoacizilor din neuroni, este legat de acidul glutamic care se transformă în glutamină, substanță neteroxică, ce transportă amoniacul până la rinichi. În tubul contort distal, glutamină este desfăcuță în amoniac, care este secretat în urină, și acid glutamic, care se reintroduce la creier, asigurând transportul unor noi molecule de amoniac. α cetoacidul poate fi catabolizat prin ciclul Krebs până la CO₂, apă și energie sau poate luceala gluconeogenezei, a lipogenezei sau a rezintezei unui nou aminoacid.

Decarboxilarea constă din îndepărțarea moleculei de CO₂ și transformarea aminoacizilor în amine biogene. Unele amine au rol de mediatori chimici (histamina, serotonina). Decarboxilarea aminoacizilor are loc și în intestinul gros, sub acțiunea unor enzime ale florei de putrefacție.

Transaminarea constă din transferul unei grupări NH₃ de la un aminoacid sau de la glutamină pe un α cetocid, cu sinteza unui nou aminoacid. Peste jumătate din aminoacizi din corp pot fi sintetizați de către celule în acest mod. Reacțiile sunt catalizate de enzime numite transaminaze. Unii aminoacizi (triptofanul, arginina, histidina și fenilalanina etc.) nu au în organism o cetoacidul precursor. Neputând fi sintetizați prin transaminare, ei trebuie ingerați cu alimentele și de aceea se numesc aminoacizi esențiali. Etapa finală a catabolismlui aminoacizilor se produce în ciclul Krebs și catena respiratorie. Aminoacizi pătrund în ciclul Krebs

sub formă de acid o- cetoglutарат, acid oxaloacetic sau acid piruvic. Unii aminoacizi, cu nucle hexagonal, pentagonal sau heterociclic (tryptofan și fenilalanina), nu pot fi oxidati complet.

Partea ciclică din molecula lor generează cataboliți toxici, cum sunt indolu (din tryptofan) sau fenolul (din fenilalanină). Aceste substanțe sunt neutralizate de ficat sau rinichi prin procese de conjugare cu sulful și cu glicocolul și eliminate apoi în urină.

REGLAREA METABOLISMULUI INTERMEDIAR PROTEIC

Biosinteza proteinelor celulare este guvernată de legi genetice și are un înalt grad de autonomie. Catabolismul proteic este, de asemenea, reglat la nivelul celular prin mecanisme de feedback enzimatic. Factorii de reglare supracelulari, la nivelul întregului organism, sunt reprezentati de sistemul nervos vegetativ, cu centru în hipotalamus, și de sistemul endocrin.

Reglarea nervoasă asigură menținerea echilibrului dintre procesele anabolice și catabolice. Stimularea hipotalamusului posterior intensifică procesele oxidative, catabolice, iar a celui anterior anabolismul proteic.

Reglarea umorală se realizează sub influența hormonilor anabolizanți și catabolizanți. Efect anabolizant proteic au hormonul somatotrop, aldosteronul, insulină și hormonii sexuali. Efect catabolizant proteic au corticotropina, hormonii glucocorticoizi și hormonii tiroieni în cantitate crescută.

Efectul catabolizant nu trebuie interpretat în sens exclusiv destructiv. Sub acțiunea hormonilor catabolizanți crește fondul metabolic al aminoacizilor. Aceasta permite atât transformarea proteinelor în alte substanțe, cât și resinteza de proteine din excesul de aminoacizi.

Procesele anabolice și catabolice se află într-un echilibru dinamic. În copilărie, anabolismul proteic este foarte intens, asigurând creșterea și dezvoltarea organismului. La bătrâni, procesele anabolice, de refacere a uzurilor celulare, diminuă. Reacțiile catabolice generatoare de energie sunt intense și în copilărie, în special a glucidelor și lipidelor. La bătrâni se intensifică și catabolismul proteic. Datorită interrelațiilor metabolice la nivel celular, reglarea metabolismului proteic este corelată cu reglarea metabolismului lipidic și glucidic.

METABOLISMUL ENERGETIC

Conservarea structurilor și perfecționarea lor, refacerea uzurilor necesită multă energie pe care sistemele vîi o preiau din mediul înconjurător, sub formă de legături chimice ale macromoleculor, și o redau mediului sub formă de căldură.

Metabolismul energetic studiază geneza și utilizarea energiei chimice a substanțelor alimentare. Energia este eliberată la nivelul celulelor (în special în mitocondrii) prin reacții de oxidare a lipidelor și glucidelor, uneori și a proteinelor. Această energie este înmagazinată mai întâi sub formă unor noi legături chimice, bogate în energie (legături fosfat macroergice de ATP și CP). Fiecare celulă folosește ATP ca sursă primară de energie, pentru îndeplinirea funcțiilor sale caracteristice. Celulele acționează ca adevarăți transformatori ai energiei chimice a substanțelor în energie mecanică, electrică, calorică, osmotică.

DETERMINAREA METABOLISMULUI ENERGETIC

Deoarece toate transformările energetice din orice sistem duc, în final, la apariția de energie calorică, schimburile energetice organism - mediu pot fi evaluate prin calorimetrie și exprimate în calorii. Metodele calorimetrice pot fi directe și indirecte.

Calorimetria directă constă din măsurarea căldurii degajate de un organism viu într-un interval de timp. Se folosesc camere calorimetrice. Producția calorică a organismului este evaluată cu ajutorul unor sisteme termoelectrice.

Calorimetria indirectă. Se bazează pe faptul că toată producția calorică a organismului provine din reacții de oxidare. În organism, ca și în bombă calorimetrică, alimentele sunt "arse" în prezența oxigenului care se consumă. În organism, arderea sunt mult mai lente, au loc în etape succesiive, iar energia se eliberează treptat. Prin determinarea consumului de oxigen într-un interval de timp se poate calcula calorigena corespunzătoare. Trebuie să cunoaștem puterea caloritică (echivalentul caloric) a oxigenului și volumul de oxigen consumat de organism. Știind că un litru de oxigen, prin oxidarea alimentelor, eliberează 4,83 kcal, se obține prin calcul calorigena. Cifra de 4,83 reprezintă valoarea medie a coeficientului, deoarece un litru de oxigen generează mai multă căldură când oxidează glucide și mai puțină când arde lipide sau proteine. Explicația rezidă în proporția mai mare a oxigenului în moleculea glucidelor față de a celorlalte alimente. Pentru a calcula mai exact, este necesară cunoașterea substratului alimentar "ars" în momentul determinării consumului de oxigen. Acest lucru se poate afla prin determinarea coeficientului respirator, care reprezintă raportul dintre volumul de CO₂ degajat și de O₂ consumat în unitatea de timp. Valoarea variază între 0,7, atunci când în organism s-a ars exclusiv lipide, 1 când s-au ars exclusiv glucide și 0,8 pentru proteine.

METABOLISMUL ENERGETIC DE BAZĂ (METABOLISMUL BAZAL)

Fiecare organism prezintă două feluri de cheftuieli energetice: cheftuieli fixe, minime, necesare menținerii funcțiilor vitale (respirație, circulație, activitatea sistemului nervos). și cheftuieli variabile, în funcție de activitatea musculară, digestivă sau termoregulatorie. Primele reprezintă metabolismul bazal, iar ultimele metabolismul energetic variabil.

Metabolismul bazal se determină în anumite condiții speciale:

- Repaus fizic și psihic.
- Repaus digestiv de 12 ore și post proteic de 24 ore. Ingestia de proteine crește metabolismul bazal cu 30%, fenomen denumit acțiunea dinamică specifică a proteinelor (ADS).
- Repaus termoregulator. Determinarea se face la o temperatură ambientă de confort, astfel ca organismul să nu facă efort nici împotriva căldurii și nici a frigului.
- State de veghe. Metoda de determinare este calorimetrică indirectă. Consumul caloric obținut se exprimă în kcal pe 24 ore (valoarea medie normală este de 1500 kcal) sau în kcal pe m² de suprafață corporală și pe oră (valoarea normală este de 40 kcal). Valorile obținute se compară cu valorile ideal standard pentru indivizii de același sex, vârstă, înălțime și greutate și se exprimă în procente față de aceste valori.
- Normal, metabolismul bazal al unui individ nu trebuie să varieze cu mai mult de +15% și mai puțin de -10% față de valoarea standard.

Metabolismul bazal variază în funcție de numeroși factori fiziolegici: vârstă - este mai mare la tineri; sex - este mai mare la bărbați; felul de viață - este mai mare la sportivi și la cei ce muncesc fizic; zona climatică - este mai mare în zonele reci față de cele tropicale. Variază și în stări patologice, fiind crescut în hipertiroïdism, în hiperfuncția hipofizei și a medulosuprarenalei, și scăzut în hipofuncție tiroidiană, precum și la vegetarieni.

METABOLISMUL ENERGETIC VARIABIL

Cheftuielile energetice ale organismului pot crește în cursul eforturilor fizice de 10-20 ori față de cele bazale. Munca fizică necesită multă energie, care trebuie acoperită prin consum sporit de alimente energeticice. În raport cu gradul efortului fizic prestat, cheftuielile energetice se clasifică în cinci categorii:

- Cheftuieli energetice de repaus - reprezintă consumul de calorii necesar termoreglării, digestiei și activității intelectuale; este de 2500 Kcal/24 ore.
- Cheftuieli energetice din efortul fizic ușor - munca de birou, dactilografie, desenul; reprezintă 3000 kcal/24 ore.
- Cheftuieli energetice din efortul fizic mediu - croitorii, cizmari, șoferi de autoturisme; este de 3500 kcal/24 ore.
- Cheftuieli energetice în efortul fizic greu - șoferi pe basculante, tractoriști, dulgheri; reprezintă 4000 - 4500 kcal/24 ore.
- Cheftuieli energetice în efortul fizic foarte greu - munca minierilor, a siderurgiștilor, cositorul manual. Este de 5000 kcal/24 ore.

TERMOREGLAREA

Animalele cu temperatură corporulă constantă, indiferent de variațiile temperaturii exterioare, se numesc homeoterme. Homeotermia se menține datorită unor mecanisme de reglare care asigură un echilibru permanent pentru producerea căldurii (termogeneza) și pierderea ei (termoliză).

Acest echilibru este deplasat într-o parte sau alta, în funcție de temperatura ambientă. Când organismul homeoterm se află în mediu rece, are loc o intensificare a termogenezei și o reducere a termolizei. În condițiile unui mediu cald, ponderea celor două procese se inversează.

MECANISMELE TERMOGENEZEI

La baza termogenezei sunt reacțiile catabolice, de oxido-reducere celulară. Termogeneza este proporțională cu consumul de oxigen. Uzinele termice ale celulei sunt mitocondriile. Toți hormonii care stimulează consumul de oxigen cresc termogeneza. Tiroïda este considerată glandă termogenetică a organismului. Activitatea ei crește iarna și diminuă vara, este mai intensă la populațiile din zonele temperate și reci și mai redusă la cele din zonele tropicale.

Hormoni medulosuprarenali și sistemul nervos simpatic au, de asemenea, rol termogenetic. Când nevoia de căldură este mare, la procesul de termogeneză participă și mușchi scheletici, prin fisonul termic.

Încălzirea corpului este rezultatul termogenezei din fiecare celulă. Cei mai mari producători de căldură sunt ficatul și inima, în condiții de repaus, și mușchii scheletici, prin fison sau activitate voluntară.

MECANISMELE TERMOLIZEI

Pierdereea de căldură se bazează mai ales pe mecanisme fizice, de schimb termic între organism și mediul. Transferul de energie calorică dinspre organism spre corpurile din jur are loc prin patru mecanisme:

- Iradierea reprezintă pierdereea de căldură sub formă de raze infraroșii pe care le emite organismul.
- Conducția reprezintă pierdereea de căldură prin contact direct între suprafața corpului și obiectele din jur.
- Convecția reprezintă pierdereea de căldură prin încălzirea moleculelor de gaz sau lichid ce se deplasează pe suprafața corpului.
- Evaporarea reprezintă vaporizarea sudorii de la suprafața corpului, prin care se pot pierde importante cantități de căldură.

Ponderea diferitelor mecanisme termolitice variază în funcție de temperatura ambientă. Când aerul și obiectele din jurul nostru au o temperatură inferioară temperaturii medii cutanate ($30^{\circ}C$), termoliza se realizează prin iradiere, conducție, convecție. Când temperatura exterioară este mai mare decât temperatura medie cutanată, aceste trei modalități termolitice devin ineficiente și chiar dăunătoare, transformându-se în mecanisme de suprafăcătare. Singurul mecanism termolitic eficient rămâne evaporarea sudorii. Cantitatea de sudorii ce se pierde în cursul expunerii în mediu hipertermic poate crește de la valori normale de 1,5 l la 12 l în 24 ore.

MECANISMELE TERMOREGLĂRII

Temperatura corporului este reglată, aproape în întregime, prin mecanism nervoase de control prin feedback și aproape toate funcționează prin intermediul unui centru al termoreglării localizat în hipotalamus. Însă, pentru ca aceste mecanisme să poată funcționa, este necesară existența unor detectori pentru temperatură. Unii dintre acești receptori sunt descriși în continuare.

Receptori termici. Probabil cei mai importanți receptori termici sunt neuroni specializați sensibili la cald din aria preoptică din hipotalamus. Cea mai mare parte a acestor neuroni își cresc descărcările de impulsuri, pe măsură ce temperatura crește, și și scad rata descărcărilor pe măsură ce temperatura scade. Căjuva dintre ei, însă, funcționează exact invers. Pe lângă aceștia, există și alți receptori termosensibili, care sunt: 1. termoreceptori din piele - receptori atât pentru cald cât și pentru rece -, dar cei pentru rece sunt de patru până la zece ori mai numeroși decât cei pentru cald; ei transmit impulsuri nervoase către măduva spinări și de aici către regiunea hipotalamică; 2. receptori din măduva spinări, din abdomen și, posibil, din alte structuri interne, ce transmit semnale mai ales pentru rece, către sistemul nervos central. Semnalele de la receptorii periferici sunt transmise hipotalamusului posterior unde sunt integrate cu semnalele receptoare de la aria preoptică pentru a produce semnalele finale pentru controlul termogenezei și al termolizei. De aceea, se vorbește în general despre mecanismul global hipotalamic de control al temperaturii ca fiind reprezentat de termostatul hipotalamic.

Supraîncălzirea aniei preoptice crește rata pierderilor de căldură din organism prin două moduri principale: 1. stimularea glandelor sudoripare pentru a produce pierdere de căldură prin evaporare; 2. prin inhibarea centrilor simpatici din hipotalamusul posterior, care va determina vasoconstricție.

În condiții de mediu reci sunt stimulați și centri foamei, care determină o ingestie suplimentară de material energetic; în mediu hipertermic, ingestia de alimente diminuă, ca urmare a stimулării centrului sajietării. La unele animale, care nu transpiră (câini), termoliza se realizează mai ales prin intensificarea respirației (polipne termică), iar la altele (șobolanii) răcirea corpului se realizează prin evaporarea salivei secretată în exces și depusă de animal pe suprafața blâniu.

VITAMINELE

Vitaminele sunt substanțe organice indispensabile metabolismului celular. Nu pot fi sintetizate în organismul uman. Sunt active în cantități infime, jucând rol de biocatalizatori (alături de enzime și hormoni) în reglarea proceselor metabolic.

Vitaminele sunt ingerate fie ca atare, fie sub formă inactivă de provitamine.

Principalele vitamine din rată alimentară a omului sunt redatate în tabelele următoare.

Vitamine hidrosolubile

Denumire	Surse în natură	Rol fiziologic	Boli consecutive carentei
Vitamina B1 (tiamina, aneurina)	tăărăie djojdje ouă, ficat	- coenzima decarboxilazelor - beri-beri - paralizii - spasme	
Vitamina B2 (riboflavina)	tăărăie djojdje ouă, ficat	- coenzima unor dehidrogenaze - rol în oxidoreducerea celuloară	
Vitamina B6 (piridoxina, adermina)	tăărăie djojdje ouă, ficat	- coenzima transaminazelor	
Vitamina PP (antipelagoasă, nicotinamida)	carnă, ouă, fișat, lăptă	- coenzima unor dehidrogenaze - rol în oxidarea biologică	
Vitamina B12 (anti-anemică, cobalamina)	ficat, rinichi, spină	- stimulează hematopoieză și biosinteză proteică	
Vitamina C (acid ascobic, antiscorbutică)	legume și fructe proaspete, ouă, lăptă, ficat	- stimulează procese de oxidoreducere celulară - crește rezistența la infecții - crește capacitatea de efort fizic	
		- protejează endotelul vaselor	

Vitamine liposolubile

Denumire	Provitamină	Surse în natură	Rol fiziologic	Boli consecutive carentei
Vitamina D (antirachitică)	- dehidrocolesterol activat	- uleuri vegetale, grăsimi animale, morcovii, ouă, ficat	- reglarea metabolismului fosfo-calcic	- la copii, rahițism - la adult, osteomalacie
	în piele sub acțiunea razelor UV	- retinol: lăptă, ouă, ficat	- favorizează mineralizarea osoasă	- scorbut
	- colecalciferol, activat în ficat și în rinichi sub acțiunea PTH	- caroten: legume, fructe.	- crește absorția intestinală de calciu	- hemoragii cutanate și mucoase
Vitamina E (tocoferoi, vitamina K (antihe-moragică)		- uleiuri vegetale, grăsimi animale, morcovii, ouă, fișat, lăptă, ouă, legume, fructe, germe de semințe	- asigură buna funcționare a aparatului genital	- anemie
		- leguminoase verzi (K1)	- participă la sinteza hepatică a unor factori plasmatici ai coagулării	
		- sintetizată de flora de fermentație (K2)		
Vitamina F (acizi grași esențiali)		- uleiuri, grăsimi	- reglarea funcției sexuale, protecția epitelială	
Vitamina A (axerofitol, retinol)	- caroten, activat în ficat și intestin	- uleiuri vegetale, grăsimi animale, morcovii, ouă, ficat	- pigment vizual (rocopsină)	- leziuni cutanate și mucoase
		- semine ale pelagrei	- nictalopie, tulburări digestive	- tulburări sexuale
		- anemie megaloblastică	- retinol: lăptă, ouă, ficat	- tulburări de adaptare la întuneric
			- caroten: legume, fructe	- xerofalmie, uscarea și ulcerarea corniei (keratomala-

Cuprins

Cuvânt înainte / 5			
CELULA <i>(Cezar Th. Niculescu, Radu Cărmaciu, Carmen Sălăvăstru, Cristian Niță)</i>			
Generalitate / 7			
Structura celulei / 7			
Membrana celulară / 7			
Citoplasma / 7			
Sângel / 33			
Proprietățile săngelui / 33			
Nevroglia / 32			
Componentele săngelui / 35			
Elementele figurate ale săngelui / 35			
Celulele sexuale / 10			
Ovulul / 10			
Spermia / 11			
Spermatogeneza / 12			
Ovogeneza / 12			
Proprietățile celulei / 13			
Excitatilitatea / 13			
• Biofizica excitării / 14			
• Parametrii excitabilității / 16			
Contractilitatea / 17			
Activitatea secretorie / 17			
TESUTURILE <i>(Cezar Th. Niculescu, Radu Cărmaciu, Carmen Sălăvăstru, Cristian Niță)</i>			
Clasificarea tesuturilor / 18			
Tesutul epitelial / 19			
Epitelii de acoperire / 20			
Epitelii glandulare / 21			
Epitelii senzoriale (senzitive) / 23			
Tesutul conjunctiv / 23			
Tesuturi conjunctive moi / 24			
Tesutul conjunctiv semidur / 25			
Tesutul osos / 26			
Tesutul muscular / 27			
Tesutul muscular neted / 27			
Tesutul muscular striat / 28			
Tesutul muscular striat de tip cardiac (miocardul) / 30			
FIZIOLOGIA SISTEMULUI OSOS / 81 <i>(Radu Cărmaciu, Carmen Sălăvăstru)</i>			
Compoziția chimică a oaselor / 82			
Metabolismul osului / 82			
Osteogeneză și osteoliza – Remodelarea osului / 84			
ANATOMIA SISTEMULUI MUSCULAR / 85 <i>(Cezar Th. Niculescu, Bogdan Voiculescu)</i>			
Structura mușchilului / 85			
Principalele grupe de mușchi somatici / 86			
Mușchii capului / 86			
Mușchii gâtului / 88			
Mușchii trunchiului / 90			
Mușchii membrelor / 95			
• Mușchii membrulu superior / 95			
• Mușchii membrulu inferior / 102			
Hemostaza / 42			
• Timpul vascular-plachetar (hemostaza primară) / 42			
Excitatilitatea / 42			
• Timpul plasmatic – coagularea săngelui / 42			
• Timpul trombodinamic al hemostazei / 44			
Funcția de apărare a săngelui / 45			
Alte funcții ale săngelui / 45			
Grupurile sanguine – Transfuzia / 46			
• Sistemul OAB / 46			
• Sistemul Rh / 47			
APARATUL LOCOMOTOR <i>(Cezar Th. Niculescu, Bogdan Voiculescu)</i>			
ANATOMIA SISTEMULUI OSOS / 48			
Structura osului / 48			
Dezvoltarea și creșterea oaselor / 49			
Scheletul capului / 50			
Scheletul trunchiului / 59			
Coloana vertebrală / 60			
Scheletul toracelui / 65			
Scheletul membrelor / 65			
Tesutul conjunctiv / 23			
Tesuturi conjunctive moi / 24			
Tesutul conjunctiv semidur / 25			
Tesutul osos / 26			
Tesutul muscular / 27			
Tesutul muscular neted / 27			
Tesutul muscular striat / 28			
Tesutul muscular striat de tip cardiac (miocardul) / 30			
FIZIOLOGIA NEURONULUI <i>(Radu Cărmaciu, Cătălina Ciormei)</i>			
Fiziologia neuronului / 130			
Fiziologia neuronului / 130			
FIZIOLOGIA SISTEMULUI SPINĂRII / 134 <i>(Radu Cărmaciu, Bogdan Voiculescu)</i>			
Configurația externă / 134			
Așezare, raporturi / 134			
Aspectul exterior al măduvei / 134			
Menigele spinale / 134			
Structura măduvei spinării / 135			
Neuronul / 30			
• Organizarea structurală a neuronului / 31			
Sângel / 32			
Proprietățile săngelui / 33			
Componentele săngelui / 35			
• Elementele figurate ale săngelui / 35			
Citoplasma / 7			
Nucleul / 9			
Ovulul / 10			
Spermia / 11			
Spermatogeneza / 12			
Ovogeneza / 12			
Proprietățile celulei / 13			
Excitatilitatea / 13			
• Biofizica excitării / 14			
• Parametrii excitabilității / 16			
Contractilitatea / 17			
Activitatea secretorie / 17			
SISTEMUL NERVOS <i>(Cezar Th. Niculescu, Bogdan Voiculescu)</i>			
Noțiuni generale / 123			
Mecanisme generale de reglare / 123			
Compartimentele funcționale ale sistemului nervos / 125			
Reflexul / 126			
Creierul ca un calculator electronic / 129			
Fiziologia trunchiului cerebral / 161			
(Radu Cărmaciu, Cătălina Ciormei)			
Reflexele trunchiului cerebral / 161			
• Clasificarea nerilor cranieni / 157			
Nervii cranieni / 156			
Structura trunchiului cerebral / 154			
Fiziologia trunchiului cerebral / 161			
cerebral / 162			
Formația reticulară / 165			
• Funcțiile specifice / 165			
• Funcțiile nespecifice / 165			

• Alte conexiuni ale formaciei reticulare a trunchiului cerebral / 167	Functiile paleocortexului / 199
Anatomia cerebelului / 168	• Funcția olfactivă / 199
(Bogdan Voiculescu, Cezar Th. Niculescu)	• Actele de comportament instinctiv / 199
Structura cerebelului / 169	• Stările afective, emoțiile, sentimentele, pasunile / 200
Aferențele cerebelului / 171	Bazele fiziolești ale activității nervoase superioare / 200
Eferențele cerebelului / 172	• Reflexele condiționate / 200
Structura cerebelului / 172	• Procesele nervoase fundamentale / 201
(Radu Cârmaci, Cătălina Ciormă)	• Veghea și somnul / 202
Anatomia diencéfalonului / 173	Activități cerebrale cognitive / 204
(Bogdan Voiculescu, Cezar Th. Niculescu)	• Învățarea / 204
Talamusul / 174	• Memoria / 205
Metalalamusul / 175	Activități cerebrale volitive / 206
Hipotalamusul / 176	Activități cerebrale afective / 208
Subtilamusul / 177	ANATOMIA SISTEMULUI NERVOUS
Fiziologia diencéfalonului / 178	VEGETATIV / 208
(Radu Cârmaci, Cătălina Ciormă)	(Cezar Th. Niculescu, Bogdan Voiculescu)
Talamusul / 178	Centri nervosi vegetativi și legătura lor cu efectoare / 208
Hipotalamusul / 179	Centrii sistemului nervos vegetativ / 209
Anatomia emisferelor cerebrale / 181	Căile sistemului nervos vegetativ / 209
(Cezar Th. Niculescu, Bogdan Voiculescu)	Locul sinapsei între fibra preganglionară / 209
Fetele emisferelor cerebrale / 182	nără și fibra postganglionară / 210
• Față supero-laterală / 182	Mediatorii chimici / 210
• Față mediață / 183	Plexurile vegetative / 210
• Față bazală / 183	Plexuri vegetative la nivelul extremitații cefalice / 211
Structura emisferelor cerebrale / 184	Plexuri vegetative în torace / 211
• Corpuri striati / 184	Plexuri vegetative din cavitatea abdomino-pelvină / 212
• Scoarța cerebrală / 185	Segmentul periferic / 235
• Substanță albă a emisferelor cerebrale / 187	Segmentul intermediar / 236
Locații corticale / 188	Segmentul cortical / 236
Sistemul limbic / 192	Fiziologia analizatorului interocepțiv / 238
• Calea olfactivă / 192	Segmentul periferic / 238
• Substanță perforată anterioră / 192	Segmentul intermediar / 238
• Corpul amigdalian / 192	Segmentul cortical / 238
• Stria terminală / 192	Fiziologia analizatorului propriocepțiv / 238
• Aria septală / 192	Funcția somestezică / 240
Fiziologia semisferelor cerebrale / 193	Fiziologia analizatorului vizual / 241
(Radu Cârmaci, Cătălina Ciormă)	Procesele fotochimice din retină / 244
Generalități / 193	Segmentul cortical / 238
Funcțiile neocortexului / 193	Fiziologia analizatorului proprioreceptiv / 238
• Funcțiile senzitive / 193	Funcția somestezică / 240
• Funcțiile asociative / 194	Fiziologia analizatorului vizual / 241
• Funcțiile motone / 197	Procesele fotochimice din retină / 244

Functiile paleocortexului / 199	Pielea / 217
• Funcția olfactivă / 199	• Epiderm / 217
• Actele de comportament instinctiv / 199	• Dermul / 217
• Stările afective, emoțiile, sentimentele, pasunile / 200	• Hipodermul / 218
Bazele fiziolești ale activității nervoase superioare / 200	• Finul de păr / 218
• Reflexele condiționate / 200	Unguile / 218
• Procesele nervoase fundamentale / 201	Glandele sudoripare / 218
• Veghea și somnul / 202	Glandele mamare / 219
Activități cerebrale cognitive / 204	Receptorii cutanăți / 219
• Învățarea / 204	Analizatorul kinestezic / 220
• Memoria / 205	Analizatorul gustativ / 222
Activități cerebrale volitive / 206	Analizatorul vizual / 222
Activități cerebrale afective / 208	Anecele ochiului / 226
ANATOMIA SISTEMULUI NERVOUS	Calea optică / 226
VEGETATIV / 208	Analizatorul acustico-vestibular / 226
(Cezar Th. Niculescu, Bogdan Voiculescu)	Receptorii vestibulari / 231
Centri nervosi vegetativi și legătura lor cu efectoare / 208	Segmentele intermedier și central / 232
Centrii sistemului nervos vegetativ / 209	FIZIOLOGIA ANALIZATORILOR / 232
Căile sistemului nervos vegetativ / 209	(Cătălina Ciormă)
Locul sinapsei între fibra preganglionară / 209	Generalități / 232
nără și fibra postganglionară / 210	Mecanismul receptiei excitantilor / 232
Mediatorii chimici / 210	Transmiserea informației de la receptor la centru nervos / 233
Plexurile vegetative / 210	Proiecția corticală a excitărilor reciprocate la periferie / 234
Plexuri vegetative la nivelul extremitații cefalice / 211	Clasificarea analizatorilor / 235
Plexuri vegetative în torace / 211	Analizatori somestezici / 235
Plexuri vegetative din cavitatea abdomino-pelvină / 212	Organele de simț / 235
Segmentul periferic / 235	Fiziologia analizatorului exterocepțiv / 235
Segmentul intermediar / 236	Segmentul periferic / 235
Segmentul cortical / 236	Segmentul intermediar / 236
Fiziologia analizatorului interocepțiv / 238	Segmentul cortical / 236
Segmentul periferic / 238	Fiziologia analizatorului propriocepțiv / 238
Segmentul intermediar / 238	Funcția somestezică / 240
Segmentul cortical / 238	Fiziologia analizatorului vizual / 241
Fiziologia analizatorului propriocepțiv / 238	Procesele fotochimice din retină / 244
DIGESTIV / 277	Segmentul cortical / 238
ANATOMIA APARATULUI	Fiziologia analizatorului proprioreceptiv / 238
DIGESTIV / 277	Funcția somestezică / 240
(Cezar Th. Niculescu, Bogdan Voiculescu)	Fiziologia analizatorului vizual / 241
Cavitatea bucală / 277	Procesele fotochimice din retină / 244
Limbă / 278	Segmentul cortical / 238
Dintii / 279	Faringele / 280
Faringele / 280	Esofagul / 281
Esofagul / 281	Stomacul / 282
Stomacul / 282	Intestinul subțire / 284
Intestinul subțire / 284	Duodenul / 284
Duodenul / 284	Jejunuo-ileonul / 285
Jejunuo-ileonul / 285	Intestinul gros / 285
Intestinul gros / 285	Cecul și apendicele veriform / 286

Pielea / 217	Mecanismul receptiei auditive / 250
• Epiderm / 217	Fiziologia analizatorului vestibular / 253
• Dermul / 217	Segmentul periferic / 253
• Hipodermul / 218	Segmentul intermediar / 254
• Finul de păr / 218	Segmentul cortical / 254
Unguile / 218	Segmentul periferic / 255
Glandele sudoripare / 218	Segmentul intermediar / 256
Glandele mamare / 219	Segmentul periferic / 257
Receptorii cutanăți / 219	Segmentul intermediar / 257
Analizatorul kinestezic / 220	Segmentul central / 258
Analizatorul gustativ / 222	SISTEMUL ENDOCRIN
Analizatorul vizual / 222	(Radu Cârmaci, Carmen Sălăvăstru)
Anecele ochiului / 226	Hipofiza / 259
Calea optică / 226	Adenohipofiza / 259
Analizatorul acustico-vestibular / 226	Lobul intermedier / 263
Receptorii vestibulari / 231	Glanda suprarenală / 264
Segmentele intermedier și central / 232	Corticosuprarenala / 264
Fiziologia analizatorilor / 232	Medulosuprarenala / 268
(Cătălina Ciormă)	Tiroïda / 268
Generalități / 232	Paratiroidele / 270
Mecanismul receptiei excitantilor / 232	Pancreasul endocrin / 272
Transmiserea informației de la receptor la centru nervos / 233	Glanda pineală (epifiza) / 274
Proiecția corticală a excitărilor reciprocate la periferie / 234	Testiculul / 274
Clasificarea analizatorilor / 235	Ovarul / 275
Analizatori somestezici / 235	Timusul / 276
Organele de simț / 235	
Fiziologia analizatorului exterocepțiv / 235	
Segmentul periferic / 235	
Segmentul intermediar / 236	
Segmentul cortical / 236	
Fiziologia analizatorului propriocepțiv / 238	
Segmentul periferic / 238	
Segmentul intermediar / 238	
Segmentul cortical / 238	
Fiziologia analizatorului vizual / 241	
Procesele fotochimice din retină / 244	
Segmentul cortical / 238	
Fiziologia analizatorului propriocepțiv / 238	
Funcția somestezică / 240	
Fiziologia analizatorului vizual / 241	
Procesele fotochimice din retină / 244	
Segmentul cortical / 238	
Dintii / 279	
Faringele / 280	
Esofagul / 281	
Stomacul / 282	
Intestinul subțire / 284	
Duodenul / 284	
Jejunuo-ileonul / 285	
Intestinul gros / 285	
Cecul și apendicele veriform / 286	

Colonul / 286	APARATUL CARDIOVASCULAR
Rectul / 287	ANATOMIA APARATULUI
Structura tubului digestiv	CARDIOVASCULAR / 334
subdiafragmatic / 288	(Cezar Th. Niculescu, Cristian Nijă)
Stomacul / 288	Inimă / 334
Duodenul / 288	Cavitațile inimii / 335
Jejuno-ileonul / 290	Structura inimii / 337
Colonul / 290	Vascularizarea și inervarea inimii / 338
Rectul / 290	Pericardul / 339
Glandele anexe ale tubului digestiv / 291	Arboarele vascular / 339
Glandele salivare / 291	Structura arterelor și venelor / 339
Ficatul / 292	Structura capilarelor / 340
Pancreasul / 296	Marea și mică circulație / 340
DIGESTIV / 298	• Circulația mică / 340
(Carmen Sălăvăstru)	Sistemul aortic / 340
Digestia bucală / 298	Sistemul venos / 344
Digestia gastrică / 301	<u>Sistemul limfatic</u> / 348
Digestia la nivelul intestinului subțire / 303	Spina / 351
Digestia la nivelul intestinului gros / 308	FIZIOLOGIA APARATULUI
APARATUL RESPIRATOR	CARDIOVASCULAR / 352
ANATOMIA APARATULUI	(Radu Cârmaci, Carmen Sălăvăstru)
RESPIRATOR / 311	Inimă ca pompă / 352
(Cezar Th. Niculescu, Bogdan Voiculescu)	Structura și proprietățile fundamentale ale miocardului / 353
Căile respiratorii / 311	Ciclul cardiac / 357
Cavitatea nazală / 311	Manifestări ce însoțesc ciclul cardiac / 358
Faringele / 312	Fiziologia circulației sângelui / 358
Laringele / 312	Circulația arterială / 358
Traheea / 316	• Arterele elastice / 358
Bronhiile / 316	• Arterele musculare / 359
Plămâni / 317	• Arteriole / 359
Structura plămânilor / 319	Fiziologia circulației sângelui / 358
Vascularizația plămânilor / 321	Reflexul de mictiune / 388
Pleura / 321	APARATUL GENITAL
Mediastinul / 322	(Cristian Nijă, Cezar Th. Niculescu)
FIZIOLOGIA APARATULUI	APARATUL GENITAL FEMININ / 389
RESPIRATOR / 322	Ovarul / 389
(Radu Cârmaci, Carmen Sălăvăstru)	Calea genitală / 391
Ventilația pulmonară / 322	Trompele uterine / 391
Volume și capacitate pulmonare / 324	Uterul / 392
Difuziunea / 326	Vagina / 393
Transportul gazelor / 328	Organele genitale externe / 393
Reglarea respirației / 330	Vulva / 393
Mecanismele sistemului nervos central / 330	Mamea / 394

- Mecanismele de reglare pe termen mediu
- a presiunii arteriale / 366

• Mecanismele de reglare pe termen lung

a presiunii arteriale / 366

Circulația limfatică / 367

Teritorii speciale ale circulației

sangvine / 369

Șocul / 369

Penisul / 398

Scrotul (pursele scrotale) / 399

APARATUL GENITAL MASCULIN / 394

Testicul / 394

Conductele spermaticice / 396

Glandele anexe / 397

Veicula seminală / 397

Glandele bulbulo-uretrale / 397

Prostata / 397

Glandele anexe / 397

Organile genitale externe / 398

Penisul / 398

Scrotul (pursele scrotale) / 399

APARATUL EXCRETOR

ANATOMIA APARATULUI

EXCRETOR / 370

(Cezar Th. Niculescu, Cristian Nijă)

Rinichul / 370

Structura rinichului / 370

Căile de eliminare a urinei / 374

Vezica urinară / 375

Uretra / 376

404

Metabolismul intermediar al lipidelor / 404

Roli fiziologici al lipidelor / 405

Căile metabolice ale lipidelor / 405

Reglarea metabolismului intermediar

lipidic / 406

Metabolismul intermediar al proteinelor / 407

Roli fiziologici al proteinelor / 407

Căile metabolice ale aminoacizilor / 408

Reglarea metabolismului intermediar

proteinic / 410

Metabolismul energetic / 410

Determinarea metabolismului

energetic / 411

Metabolismul energetic de bază

(metabolismul bazal) / 411

Metabolismul energetic variabil / 412

Termoreglarea / 412

Mecanismele termogenezei / 412

Mecanismele termolizei / 413

Mecanismele termoreglării / 413

Bibliografie selectivă / 416

• Sistemul vasoconstrictor sinaptic și

controlul lui de către SNC / 364

• Rolul sistemului nervos în controlul rapid

al presiunii arteriale / 365