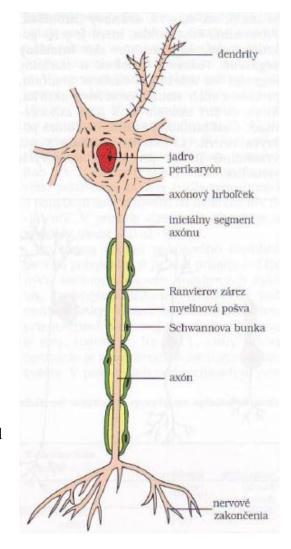
UPJŠ FYZIOLÓGIA ŽIVOČÍCHOV

vypracované otázky 2015

(Javorka, Trojan, prezentácie, prednášky)

1. a) Neurón ako základná a funkčná jednotka nervového systému.

- popísal v roku 1835 Purkyně
- pojem zahŕňa telo nervovej bunky (perikaryón) ohraničené plazmatickou membránou, vrátane výbežkov bunky – nervových vláken
- 4 132 um, tvar je guľovitý/oválny/pyramídový/plochý, v CNS umiestnený v sivej hmote
- je to vysoko špecializovaná bunka, dokáže prijať určité formy signálu, odpovedať na ne a viesť ich
- s ostatnými neurónmi, receptormi alebo efektormi vytvára špecifické funkčné kontakty synapsie
- telo bunky obsahuje neuroplazmu a tá obsahuje jadro a jadierko, mnoho mitochondrií, ribozómov
- a granulárne endoplazmatické retikulum; pomer jednotlivých zložiek závisí od špecifickej funkcie neurónu výhožky: dondrity prijímajú signély receptívny sagment neuróny je jeh vise sú kratěje a behete sa
- výbežky: dendrity prijímajú signály, receptívny segment neurónu, je ich viac, sú kratšie a bohato sa vetvia, na povrchu sú dendritické tŕne, zvyčajne dĺžka do 1 mm
 axóny/neurity vedie vzruch smerom z tela neurónu, v CNS stavovcov vystupuje väčšinou
 - z tela neurónu, ďalšími dôležitými funkciami je transport niektorých látok do distálnych častí axónu – telodendrií, transport je závislý na systéme mikrotubulov, dĺžka až 1 m
- axón odstupuje z tela bunky v axónovom hrbolci, ktorý má spolu s iniciálnym segmentom axónu rozhodujúci význam pre vznik vzruchu
- axoléma je časť bunkovej membrány pokrývajúca neurit
- axóny sú vždy obalené Schwannovou pošvou, ktorú tvoria
 Schwannove bunky; väčšina axónov je obalená aj myelínovou pošvou lamelami myelínu, ktorá vzniká rotáciou
 Schwannových buniek, výnimkou je začiatok axónu a terminálne vetvenie
- Ranvierove zárezy sú jediným miestom kde sa môžu vetviť axóny, pravidelne rozmiestnené 0,3 – 1,5 mm, tvoria na vlákne internódiá
- rýchlosť vedenia vzruchu je priamoúmerná dĺžke internódií
- v CNS sa myelinizujú vlákna podobným mechanizmom rotáciou výbežkov oligodendrocytov, ktoré sa transformujú na myelín
- počet dendritických tŕňov je variabilný a líši sa v závislosti od vzdialenosti od tela bunky, základnou funkciou je modulácia postsynaptického potenciálu pri prechode zo synapsie na dendrit
- morfológia: unipolárne (tyčinky, čapíky), pseudounipolárne (aferentné neuróny), bipolárne a multipolárne (spinálne motoneuróny) neuróny

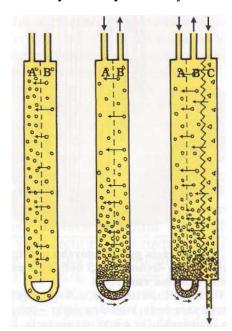


b) Fyziológia vylučovania – tvorba hypertonického moča, acidifikácia moča.

- hypertonický moč sa tvorí v descendentnom ramienky Henleyho kľučky, ktoré je priepustné pre vodu a nachádza sa v hypertonickom interstíciu
- osmolarita moču sa v Henleyho kľučke postupne zvyšuje, voda prechádza do interstícia, maximálna je na vrchole kľučky
- ascendentné ramienko je nepriepustné pre vodu a málo priepustné aj pre ostatné látky nachádza sa tam ale aktívna Na⁺-Cl⁻ pumpa, ktorá prečerpáva ióny do interstíca, čím znižuje osmolaritu moču za vzniku

hypotonického moču, pre K je voľne prestupná; v interstíciu je vytvorený koncentračný gradient, ktorý stúpa smeroom do drene, tzn. ku vrcholu kľučky

- **biologický protiprúdový multiplikačný systém:** Henleyho kľučky + zberné kanáliky: je príčinou zmien osmolality tekutiny v Henleyho kľučkách; nemám šancu to vysvetliť:

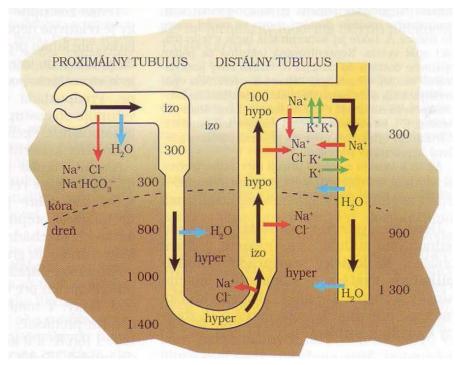


Princíp tohto systému možno demonštrovať na fyzikálnom modeli (obr. 11. 20) s dvoma trubicami A a B, ktoré sú od seba oddelené semipermeabilnou membránou, schopnou prenášať rozpustenú látku jedným smerom. Obidve trubice spája na vrchole kapilára. Ak tekutina neprúdi, činnosťou membrány sa zvyšuje koncentrácia látky rovnomerne v celej trubici A. Ak tekutina prúdi, dostáva sa na začiatok ramena B koncentrovanejší roztok, ako bol pôvodný. Látka, ktorá sa

dostala na začiatok ramena B, sa v dôsledku koncentračného rozdielu dostáva znovu vo väčšej miere do trubice A, takže jej koncentrácia bude v tejto trubici opäť vyššia. Koncentrovaná tekutina sa potom opätovne dostáva do ramena B, vzniká nový koncentračný rozdiel, v časti A sa celková koncentrácia opäť zvyšuje, a tak sa to neustále opakuje. Maximálna koncentrácia sa dosahuje v mieste komunikácie obidvoch ramien, t. j. na vrchole systému v spojovacej kapiláre. Z trubice B vyteká pri takomto průdení tekutiny zriedený hypotonický roztok.

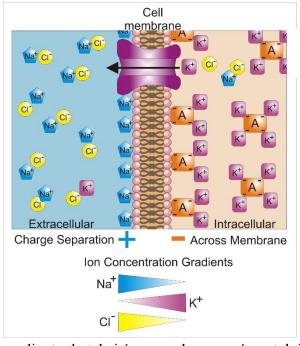
Ak sa k tomuto systému pripojí ešte ďalšia trubica C, oddelená membránou, ktorá prepúšťa vodu, počas prietoku sa roztok skoncentruje aj v tejto trubici.

- dĺžka Henleyho kľučky u jednotlivých zvierat súvisí so schopnosťou koncentrovať moč a šetriť tak vodou napr. u púštnych cicavcov sú oveľa dlhšie (u človeka 17 mm)
- acidifikácia moču: v proximálnych aj distálnych tubuloch a v zberných kanálikoch prebieha sekrécia H⁺ iónov
- H^+ sa vylučuje z buniek proximálnych tubulov do tubulárnej tekutiny aktívnym transportom protónovou pumpou alebo výmenou za Na^+
- Na-K-ATP-áza transportuje Na⁺ z tubulárnych buniek do intersticiálnej tekutiny, čím sa znižuje intracelulárny obsah Na, čo vyvoláva vstup Na⁺ do buniek spojený s vylučovaním H⁺
- H⁺ pochádza z intracelulárnej difúzie kyseliny uhličitej H₂CO₃, ktorá vzniká za účasti karbonátdehydratázy
- → inhibítory tohto enzýmu znižujú vylučovanie H+ do moču
- v proximálnych tubuloch sa H⁺ využívajú na spätnú resorpciu HCO₃- (hydrogénuhličitanových) iónov,
 v distálnych tubuloch sa vylučujú v definitívnom moči
- **limitujúce pH:** minimálna hodnota pH moču, pri ktorej ešte nie je prekročený maximálny gradient, proti ktorému bunky dokážu transportovať protóny, = pH 4,5; pri pH 4,5 je koncentrácia H+ v moči 1000x vyšia ako koncentrácia H+ v plazme
- existujú 3 reakcie, ktorými sa odstraňujú voľné protóny: HCO_3 \rightarrow CO_2 + H_2O , HPO_4 ²⁻ \rightarrow H_2PO_4 ²⁻, NH_3 \rightarrow NH_4



2. a) Iónový mechanizmus vzniku pokojového membránoveho potenciálu.

- je to jedna z charakteristických vlastností živočíšnych buniek, je výsledkom potenciálového rozdielu medzi vonkajším a vnútorným prostredím bunky, prebytok aniónov v cytoplazme a katiónov v extracelulárnom prostredí
- hodnota kolíše v závislosti od typu bunky od -50 mV do -90 mV → pokojový potenciál nervovej bunky → -70 mV
- podstatou vzniku je prítomnosť fixných aniónov bielkovín, NK, hydrogénuhličitanov a pod. v cytoplazme a špecifická selektívna priepustnosť bunkovej membrány pre malé ióny K⁺, Na⁺, Cl⁻, ktorých koncentrácia je v extracelulárnom prostredí mnohonásobne vyššia (10x Na⁺, 15x Cl⁻, 30x K⁺)
- negatívne náboje intracelulárnych bielkovín vytvárajú elektrický gradient pre katióny K+ do vnútra bunky, a pretože priepustnosť draslíkových iónov je 25x vyššia ako sodíkových, Na ióny sa do bunky tak ľahko nedostávajú, koncentrácia Na je preto vyššia extracelulárne a koncentrácia K intracelulárne; na tvorbe pokojového potenciálu sa preto podieľajú hlavne K ióny
- hodnota pokojového potenciálu je ale o cca 20 mV nižšia ($E_K = -88$ mV), môže za to difúzia iónov Na v smere koncentračného i elektrického gradientu (z vonku dnu), ktorá je ale limitovaná množstvom otvorených Na-kanálov



- Vznik elektrickej dvojvrstvy na membráne: Vo vnútri draslík prevažuje, kým mimo bunku je draslíka výrazne menej. Membrána je dobre prechodná pre draslík, lebo sú tam kanály, z toho vyplýva, draslík sa snaží presunúť zvnútra von v dôsledku koncentračného rozdielu, lenže keď to robí, vznikne nadbytok kladných iónov na vonkajšej strane membrány a vznikne elektrické pole, ktoré kladné ióny vťahuje naspäť
- koncentrácie Na a K ostávajú na obidvoch stranách konštantné, spôsobuje to činnosť **Na**⁺**-K**⁺**-ATPázy**, ktorá aktívne prečerpáva 3 Na⁺ von a 2 K⁺ do bunky → tým že prečerpáva rozdielne počty je elektrogénna, na tvorbe potenciálu sa ale zúčastňuje len 4-5 mV
- **Nerstova rovnica**: udáva rovnovážny potenciál pre daný ión, teda elektrický potenciálový rozdiel medzi stranami membrány potrebný na vyrovnanie iónového koncentračného

gradientu do takej úrovne, aby sa pasívny tok iónov cez membránu rovnal nule

$$E = \frac{R * T}{z * F} * ln \frac{[C]_e}{[C]_i}$$

E – rovnovážny potenciál, R – univ. plynová konštanta 8314,4, T – absolútna teplota v K (pri 37 °C = 310,15 K), z – valencia (podľa oxidačného čísla), F – Faradayova konštanta (9,64846*10⁴), [C]e/[C]i – koncentrácia daného iónu extra- a intracelulárne

- pre vznik pokojového potenciálu je dôležitá aj vodivosť membrány, ktorá je priamo úmerná priepustnosti membrány, vypočítame ju **Goldmanovou rovnicou**, ktorá je zložitá
- okrem Na, K a Cl sa do tvorby potenciálu výrazne nepodieľajú žiadne iné ióny

b) Zloženie a funkcie krvi.

- zloženie krvi: rozlišujeme krvné elementy a krvnú plazmu
- pomer medzi krvinkami a plazmou = **hematokrit** (u mužov: 0,44 +/- 0,05, u žien: 0,39 +/- 0,04) je to vlastne objemové percento, ktoré vyjadruje koľko krvniniek je v objeme krvi
 - krvné elementy: erytrocyty, leukocyty, trombocyty, amébocyty (ploskavce), énocyty (hmyz)

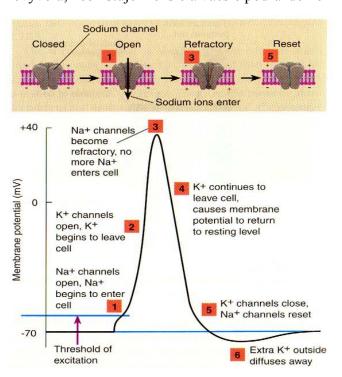
- **krvná plazma:** tekutá zložka (extracelulárna tekutina), anorganické zložky (Na⁺, K⁺, Ca²⁺, P_i, Cl⁻, HCO₃⁻ – zabezpečujú osmotickú hodnotu a pH plazmy), organické zložky (bielkoviny – albumíny/globulíny/fibrinogén, glukóza + produkty metabolizmu glukózy ako laktát/citrát/pyruvát, tuky - lipoproteíny, nebielkovinový dusík – močovina/kreatín) – podrobne v otázke o krvnej plazme → voda 90-92 %, proteíny 6-8 %, zvyšok 0,5-1 %

- funkcie krvi:

- nutričná funkcia: prívod kyslíka a živín k bunkám
- odvod odpadových produktov metabolizmu buniek do vylučovacích orgánov (pľúca CO₂, obličky)
- transport hormónov a iných účinných látok na miesto ich pôsobenia
- rozvod tepla a vyrovnávanie teplotných rozdielov v organizme, účasť na termoregulácii
- účasť na obranných mechanizmoch organizmu (špecifická a nešpecifická imunita) napr. biele krvinky
- účasť na **regulácii homeostázy** (izohydria stálosť pH , ozoosmia osmotická hodnota , izoiónia
- pomer iónov)
- **fylogenéza**: hydrolymfa (Echinodermata), hemolymfa (Insecta, Mollusca), krv (Annelida, Cephalopoda, Chordata)

3.a) Vznik a šírenie akčného potenciálu nervovým vláknom.

- akčný potenciál: náhla krátkotrvajúca zmena polarity membrány axónu (depolarizácia) v dôsledku prudkej
 zmeny priepustnosti membrány pre ióny Na⁺, má hodnotu -55 mV
- uskutočňuje sa prostredníctvom sodíkových kanálov
- vznik akčného potenciálu sa riadi zákonom "všetko alebo nič" podnet bud podráždenie vyvolá alebo nevyvolá, neexistuje menšie a väčšie podráždenie



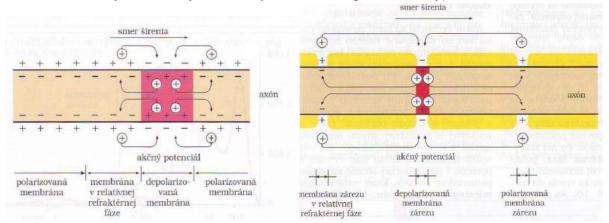
- mechanizmus:

- 1. pôsobenie podnetu spôsobí otvorenie sodíkových kanálov a membránový potenciál presiahne prahový potenciál, -55 mV
- 2. depolarizačné sily prekonajú repolarizačné tendencie, čím sa prudko zvyšuje rchlosť depolarizácie membrány a nastáva prekmitnutie izoelektrickej úrovne zo zápornej na kladnú
- 3. zmena pokračuje po hodnotu +40 mV
- 4. začína prebiehať repolarizácia (zatváranie Na kanálov) a návrat k pôvodnej hodnote pokojového potenciálu hrotový potenciál, trvanie 0,5-2 ms
- 4.,5. dochádza ku hyperpolarizácii, potenciál je nižší ako pokojový a vracia sa na pôvodnú pokojovú hladinu
- **zmeny dráždivosti počas vzruchu:** zmeny polarizácie membrány menia jej dráždivosť, teda pohotovosť k vzniku akčného potenciálu
 - absolútna refraktérna fáza: v období

prechodu vzruchu nervovým vláknom je jeho membrána nedráždivá → aplikácia akokoľvek silného podnetu nevyvolá odpoveď, trvá približne počas hrotového potenciálu (0,5-2 ms)

- **relatívna refraktérna fáza:** nasleduje po absolútnej RF, na začiatku fázy vyvolá odpoveď len podnet silnejší ako prahový, neskôr sa dráždivosť obnovuje, trvá >10 ms

- refraktérna fáza je dôleitý mechanizmus ktorý zabraňuje trvalej excitácii membrán
- vedenie vzruchu: šíri sa po membráne konštntnou rýchlosťou bez dekrementu (tzn. zachováva si svoju pôvodnú amplitúdu a tvar); V mieste vzniku depolarizácie sa na malom úseku otočí polarita membrány (vnútro kladné, vonku záporné), susedný úsek je opačný, ale pretože vnútro predstavuje vodivé prostredie, vzniknú miestne prúdy tie spôsobujú elektrotonickú depolarizáciu susedných oblastí
 - vzruch sa vedie len dopredu → vďaka refraktérnej fáze
 - rýchlosť závisí od: hrúbky vlákna, hrúbky myelínovej pošvy, spôsobu vedenia
- vzruch sa môže šíriť **postupne** (nemyelinizované vlákna) alebo **skokovito** (saltatoricky, myelinizované vlákna): rozdiel spočíva v prítomnosti izolačnej myelínovej vrstvy a Ranvierových zárezov v nej miestne prúdy teda vznikajú len medzi Ranvierovými zárezmi, ktoré obsahujú 2k 12k/um² membrány Na-kanálov a nachádzajú sa každé 1-2 mm, vzruch teda preskakuje po Ranvierových zárezoch a nešíri sa plynule v celom axóne ako u nemyelinizovaných nervových vláknach (pozri obrázky)



 výhody saltatórického šírenia akčného potenciálu: rýchlosť až 120 m/s, zníženie nárokov na ATP, nie je nutné zvyšovať priemer vlákna

b) Fyziológia vylučovania – glomerulárne funkcie. Meranie glomerulárnej filtrácie.

- glomerulus: zložitá sústava kapilár, mezangiálnych a epitelových buniek, má 200 um a guľovitý tvar, jedna prívodná a jedna odvodná cieva (arteriola)
- glomerulárna filtrácia (GFR): filtrácia plazmy pretekajúcej kapilárami glomerulov za vzniku glomerulárneho filtrátu primárneho moču
- hnacími silami GFR je vysoký tlak krvi v kapilárach I. rádu (40-50 % systémového tlaku, 50-60 mmHg, resp. 6,67-8 kPa), nízky onkotický tlak krvnej plazmy (zabezpečovaný bielkovinami krvnej plazmy, 2,67-3,33 kPa, 20-25 mmHg), nízky hydrostatický tlak v Bowmanovom puzdre (1,33-2,67 kPa, 10-20 mmHg); výsledný efektívny filtračný tlak sa teda pohybuje okolo 10-20 mmHg
- GFR teda ovplyvňujú najmä tlak a prietok krvi kvalita glomerulárneho filtra a plochou filtrácie
- glomerulárny filter pozostáva z endotelu kapiláry, bazálnej membrány Bowmanovho puzdra a epiteliálnej vrstvy Bowmanovho puzdra (obsahuje podocyty s prstovitými výbežkami, ktoré upravujú veľkosť pórov), povrch pórov je záporne nabitý (ľahší prechod katiónov, ťažký prechod bielkovín), mezangium sa nachádza medzi bazálnou membránou a endotelom, jeho bunky sú schopné kontrakcie, fagocytózy a sekrécie výrazne sa podieľa na regulácii
- vzorec na výpočet efektívneho filtračného tlaku, ktorý pôsobí na kapiláry glomerula:
- $\mathbf{P}_{ef} = \mathbf{TK} (\mathbf{P}_{onk} + \mathbf{P}_{hydrost})$ [efektívny filtračný tlak = filtračný tlak krvi (onkotický tlak krvnej plazmy + hydrostatický tlak Bowmanovho puzdra)]
- pre činnosť obličiek je dôležité aktuálne množstvo plazmy pretekajúcej cez renálnu cirkuláciu (normálne 1200-1500 ml/min. krvi, resp. 700 ml/min. plazmy) z ktorého sa vytvorí glomerulárny filtrát = primárny moč (120-125 ml/min. muži, 110 ženy)

- do primárneho moču voľne prechádzajú látky do 4 nm (molek hm do 70 000), molekuly nad 8 nm (nad 90 000) sa vôbec nefiltrujú, molekuly v intervale 4-8 nm (70 000 90 000) závisí od tvaru molekuly
- u zdravého človeka sa do moču bežne dostáva albumín (najmenšia plazmatická bielkovina), takmer všetka sa resorbuje v proximálnom tubule, fyziologicky vylučuje človek max 20 mg/24h; proteinúria = zvýšené hodnoty bielkovín
- GFR: *znížená* u novorodencov, v noci, počas spánku, v staršom veku, pri fyzickej námahe, zmene polohy tela, bolesti, šoku, nedostatočnej činnosti srdca; *zvýšená* počas gravidity, popoludní, pri strave bohatej na mäso/proteíny
- **filtračná frakcia:** pomer medzi množstvom vytvoreného glomerulárnym ultrafiltrátom a množstvom krvnej plazmy pretekajúcej obličkami vyjadrený v %; fyziologicky 15-20 %
- meranie glomerulárnej filtrácie: meranm hodnoty clearence (c) [klírens] látka, ktorá sa úplne filtruje, neresorbuje sa a nevylučuje sa do tubulu → dá sa vypočítať objem krvi, ktorý sa očistil od danej látky:

$$GF = \frac{U * V}{P}$$

(GF-glomerulárna filtrácia, U-koncentrácia látky v moči, V-objem moču za 1 min., P-koncentrácia látky v plazme) pre inulín <math>C=GF, pri spätnej resorpcii C < GF, pri tubulárnej sekrécii C > GF

látka používaná na meranie sa nesmie viazať na plazmatické proteíny, musí byť inertná, voľne filtrovateľná
 a netoxická – polysacharid inulín podávaný infúziou, endogénny kreatinín (relatávne stála koncentrácia,
 častejšie sa používa na vyšetrenie)

4. a) Prenos nervového vzruchu cez synapsy: druhy synapsií, následnosť dejov pri prenose chemickou synapsou, princíp priestorovej a časovej sumácie.

- **synapsa:** funkčné prepojenie membrány dvoch buniek, z ktorých je aspoň jedna nervová s vysoko špecializovanou morfologickou štruktúrou

- podľa charakteru prenosu signálu:

chemické: prenos vzruchu sa zabezpečuje vylučovaním neuromediátorov (neurotransmiterov) na nervových zakončeniach

elektrické: priamy prechod depolarizácie na postsynaptickú membránu po hexagonálnych bielkovinových kanáloch

- podľa účinku: (vplyv mediátora na receptor spôsobí...)

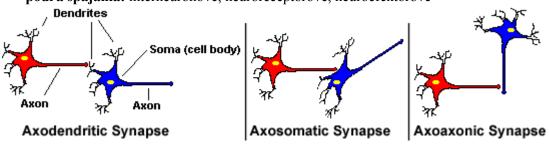
excitačné: tok Na iónov cez postsynaptickú membránu vyvoláva depolarizáciu **inhibičné:** tok iónov K/Cl spôsobuje hyperpolarizáciu postsynaptickej membrány

- podľa spôsobu pripojenia:

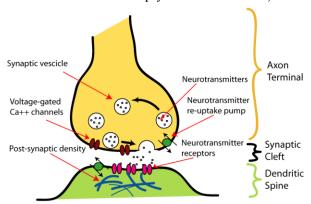
axodendritické: axón sa pripája na dendrit

axosomatické: na telo bunky axoaxónové: na axón

- podľa spájania: interneurónové, neuroreceptorové, neuroefektorové



- chemická synapsa: skladá sa z presynaptickej a postsynaptickej časti a synaptickej štrbiny
 - mechanizmus:
 - 1. extracelulárne v synaptickej štrbine je vysoká koncentrácia Ca²+ iónov, ked akčný potenciál dosiahne presynaptickú membránu, depolarizáciou sa otvoria Ca²+ kanály a ióny prejdú do presynaptického zakončenia
 - 2. Ca²⁺ aktivujú kontraktilné bielkoviny *stenín* a *neurín*, na ktorých sú naviazané vezikuly obsahujúce neurotransmiter
 - 3. vezikuly sa presunú k presynaptickej membráne, kde nastáva fúzia membrán a mediátor sa uvoľní do synaptickej štrbiny exocytózou
 - 4. mediátor difunduje ku postsynaptickej membráne, kde sa naväzujú na receptory
 - → receptory sú dvojaké:
 - **viazané s iónovými kanálmi:** väzba mediátora spôsobí zmenu konformácie receptora, ktorá je priamou príčinou otvorenia/zatvorenia iónového kanála (excitačné otvárajú Na, inhibičné K/Cl)
 - neviazané s iónovými kanálmi: po väzbe s mediátorom sa spúšťa kaskáda enzýmových procesov (G-proteín
 → cAMP → ovplyvňovanie kanálov)



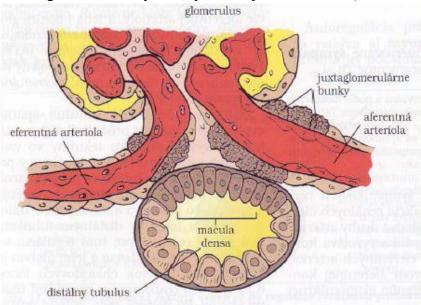
- priestorová sumácia postsynaptických potenciálov: nastáva pri súčasnej akivácii väčšieho počtu synáps na jednom postsynaptickom neuróne, Na dráždivej membráne dochádza k sčítavaniu, pokiaľ sú vzruchy málo časovo posunuté. Na membráne vznikajú excitačné a inhibičné impulzy. Ak príde jeden impulz, tak sa sčíta alebo odčíta v závislosti či ide o excitáciu a inhibíciu. Pri sčítaní dôjde k prekročeniu prahovej hodnoty a vznikne akčný potenciál
- **časová sumácia postsynaptických potenciálov:** sa uplatňuje, ak opakovaná stimulácia synapsy vyvoláva vznik

nového postsynaptického potenciálu skôr, ako zanikol predchádzajúci postsynaptický potenciál; impulzy môžu prichádzať po tej istej vstupnej bráne, cez tú istú synapsu. Ak je frekvencia dostatočne veľká, tak účinok dobehne predchádzajúci impulz a sčíta sa

b) Hormonálne riadenie činnosti obličiek.

- **hypoxia:** pri poklese saturácie krvi kyslíkom pod 50 %, zvyšuje tlak v glomerule, pretože vyvoláva vazokonstrikciu eferentných arteriol → zvyšuje GFR
- **katecholamíny:** vyvolávajú vazokonstrikciu interlobulárnych artérií a aferentných arteriol, znižuje sa tak tlak krvi v glomerule → znižuje GFR
- adenozín: vazokonstrikcia aferentnej arterioly → znižuje GFR
- **tubuloglomerulárna rovnováha:** každý tubulus spätne opvlyvňuje činnosť príslušného glomerulu, pri zvýšení prietoku ascendentným ramienkom Henleyho kľučky sa znižuje GFR, receptor sa nachádza v *macula densa*, ktorá monitoruje prietok Cl⁻
- **systém renín-angiotenzín-aldosterón (RAAS):** kľúčovým produktom je *renín* (produkt juxtaglomerulárnych buniek), renín pôsobí po vyplavení do krvi na *angiotenzinogén* prítomný ako α₂-globulín (produkt pečene), ktorý sa štiepi na *angiotenzín I*, ktorý sa pod vplyvom enzýmu konvertujúceho angiotenzín (*ACE*) mení po prechode pľúcami na aktívny *angiotenzín II*, ktorý naplno reguluje sekréciu *aldosterónu*
- **účinky angiotenzínov**: *AII*: zvyšuje krvný tlak, silná vazokonstrikčná látka, pôsobí na eferentné cievy → zvyšuje GFR, zvyšuje aktivitu sympatika, pôsobí na kôru nadobličiek a reguluje sekréciu aldosterónu, má dipsogénny účinok (pocit smädu a nedostatku soli)
- aldosterón: produkt kôry nadobličiek, pôsobí na distálne tubuly a zvyšuje resorpciu Na⁺ iónov a vody, čo je spojené s uvoľňovaním K⁺ a H⁺ → zabezpečuje množstvo kolujúcej tekutiny a koncentráciu Na⁺ v plazme

- **účinky RAAS:** vazokonstrikcia, zvýšenie činnosti srdca, retenciou Na a vody, obmedzenie vylučovania tekutiny a zvýšenie jej prijímu → zvýšenie objemu cirkulujúcej tekutiny
- **aktivita RAAS:** nastáva pri hypotenzii, hypovolémii (znížený objem krvi, spôsobenej krvácaním, dehydratácia, zlyhanie srdca, cirhóza pečene), hyponatrémia (nízka hladina Na, spôsobenej depléciou Na)
- tvorba a sekrécia renínu: riadené chemoreceptormi (zníženie Cl⁻ a Na⁺ stimuluje) a baroreceptormi (pokles tlaku krvi v aferentných arteriolách stimuluje)
- zvýšená tvorba renínu má teda za následok viac angiotenzínu II v krvi (pozor! negatívna spätná väzba čím viac angiotenzínu sa vytvorí, tým menej sa tvorí renínu)



- GFR: *znížená* u novorodencov, v noci, počas spánku, v staršom veku, pri fyzickej námahe, zmene polohy tela, bolesti, šoku, nedostatočnej činnosti srdca; *zvýšená* počas gravidity, popoludní, pri strave bohatej na mäso/proteíny
- za normálnych podmienok sa výrazne mení len tlak krvi, permeabillita glomerulárneho filtra, filtračná plocha, obsah plazmatických biekovín a hydrostatický tlak v Bowmanovom puzdre sa menia len veľmi málo; tlak krvi tak pôsobí na steny glomerulárnych kapilár a reguluje tak GFR
- d'alšími spôsobmi regulácie sú:

autoregulačné mechanizmy – myogénna autoregulácia (autoregulácia krvného toku glomerulom) a hromadenie glomerulárneho filtrátu (zvyšuje sa tak hydrostatický tlak Bowmanovho puzdra), *nervová regulácia* – sympatikus znižuje GFR, parasympatikus zvyšuje GFR

5. a) Neuromediátory: chemizmus, výskyt, mechanizmus prenosu vzruchu.

- látky, ktoré sprostredkúvajú chemický prenos nervových informácií v synapsách; výsledký efekt je ale podmienený typom postsynaptického receptora
- podľa chemického zloženia:
 - acetylcholín: nikotínový a muskarínový typ
 - monoamíny/amíny: katecholamíny (noradrenalín, adrenalín, dopamín), serotonín, histamín
 - **AMK:** excitačné (glutamát, kys. asparágová), inhibičné (glycín, kys. γ-aminomaslová GABA)
 - neuropeptidy/polypeptidy: ADH, oxytocín, CCK, endorfiny, enkefalín
 - **neuromodulátory:** 60 druhov, modulujú synaptický prenos regulovaním množstva uvoľňovaného prenášača
- podľa účinku:
 - excitačné: acetylcholín, dopamín, serotonín
 - inhibičné: GABA, glycín
- **acetylcholín** (**ACH**): najrozšírenejší prenášač, výskyt v sympatických a parasympatických gangliách, nervovo-svalových platničkách významná úloha v autonómnom nervovom systéme (ANS), syntetizuje sa z cholínu a acetyl-coA, viaže sa na receptory nikotínového alebo muskarínového typu
 - blokátory (antagonisty): D-tubocarin (curare) kompetitívna blokáda ACH receptorov, bungarotoxín
 - ireverzibilná väzba na receptory, botulotoxín blokuje uvoľňovanie ACH, organofosfáty blokátory
 ACH-esterázy (ktorá hydrolyzuje ACH)

- *agonisty:* physostigmin (eserín) anticholinesteráza, muskarín a pilokarpín aktivujú ACH receptory muskarínového typu, nikotín a lobelín aktivujú ACH receptory motorických platničiek a vegetatívnych ganglií
- **noradrenalín:** výskyt na postgangliových zakončeniach sympatika, v retikulárnej formácii a hypotalame, 2 druhy adrenergických receptorov α a β, vzniká z fenylalanínu a tyrozínu
 - *inaktivácia*: v synaptickej štrbine enzymaticky metyláciou cez COMT (katechol-O-metyltransferáza), nešpecificky cez MAO (monoaminooxidázy), kokaín blokuje aktívny reuptake noradrenalínu
- dopamín: bežne v CNS bazálne gangliá, substantia nigra, limbický systém
- **serotonín (5-hydroxytryptamín, 5-HT):** výskyt v plexus myentericus tráviaceho traktu, hypotalame, epifýze a retikulárnej formácii, syntetizuje sa z tryptofánu
 - inaktivácia: dekarboxylácia
 - inhibícia: LSD, psilocybín
- glycín: inhibičný mediátor, výskyt v mieche a mozgovom kmeni, antagonistom je strychín a tetanotoxín
- **GABA:** najrozšírenejší inhibičný mediátor v CNS, receptory GABA_A \rightarrow Cl⁻ kanál, GABA_B \rightarrow G-proteín otvára K⁺ kanál, blokuje ho pikrotoxín
- (netuším čo to je) Schéma cholinergovej synapsy:
 - Dôležitý koenzým A a cholín
 - Syntéza prebieha pomocou acetylcholín syntetázy,
- Acetylcholín a cholín sa zhlukujú do vezikúl, nastane väzba na acetylcholínový receptor a to vyvolá prechod sodíka do vnútra bunky. V synaptickej štrbine je acetylcholínesteráza štiepi vezikuly a cholín sa vracia späť

b) Erytrocyty a krvné doštičky. Erytropoéza a trombopoéza.

- ERYTROCYTY:

- funkcia: transport krvných plynov (O₂ a CO₂)
- vzhľad: bikonkávne disky povrch väčší ako guľa s rovnakým objemom, piškótovitý prierez, u cicavcov bez jadra, u iných stavovcov s jadrom;
- **membrána Er** má špecifickú štruktúru, keďže odoláva vonkajšiemu tlaku (vnútro je mierne hypotonické, teda erytrocyty sú stále mierne nafučané) a aby nepraskli, membrána je spevnená sieťou poprepájaných bielkovín *spektrín* a *aktín*
- fyziologická anizocytóza: rozdelenie podľa veľkosti: normocyty, mikrocyty, makrocyty
- **poikilocytóza:** prítomnosť tvarovo rozdielnych erytrocytov (napr kosáčikovitá anémia genetické ochorenie)
- **zánik erytrocytov**: životnosť Er je cca 120 dní, prebieha v slezine (mení sa štruktúra membrány, makrofágmi sú fagocytované, alebo apopticky eryptóza), Fe sa rozkladom hému uvoľňuje a spätnej transportuje do kostnej drene, po odšitepení Fe vzniká linerány tetrapyrol zelený pigment biliverdín
- **hemoglobín:** základná zložka Er, úlohou je transport krvných plynov a udržiavanie stálosti pH krvi, Fe²⁺ sa kovalentne viaže na histidín v globulíne
 - **obsah hemoglobínu v krvi:** muži: 135 170 g/l, ženy: 120 160 g/l → v 5 l krvi 600-850 g
 - **skladá sa** z hému (nebielkovinová zložka, 4 pyrolové jadrá tvoria porfyrín, Fe²⁺ v strede, 4 % molekuly) a globínu (bielkovinová zložka, viacero typov, 96 % molekuly); porfyrínové jadrá sú v molekule hemoglobínu 4 → 4 Fe²⁺ schopné naviazať kyslík
 - typy hemoglobínu:

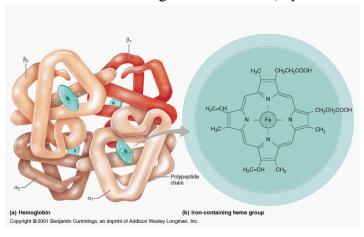
```
hemoglobín A (HbA) – adultný, 2 \alpha a 2 \beta reťazce hemoglobín E (HbE) – embryonálny, niekoľko typov hemoglobín F (HbF) – fetálny, medzi 10. a 32. týždňom vnútromaternicového vývinu, 2 \alpha a 2 \gamma
```

hemoglobín S (HbS) – patologický typ, podmieňuje kosáčikovitú anémiu – výhoda voči malárii

- deriváty hemoglobínu:
 - fyziologické:
 - 1. **oxygenovaný** hemoglobín (oxyhemoglobín) (1-4 kyslíky)
 - 2. **deoxygenovaný** hemoglobín (deoxyhemoglobín)
 - 3. **karbaminohemoglobín** po väzbe CO₂ , ale CO₂ sa viaže na aminoskupiny bielkovinovej časti

- nefyziologické:

- 1. **karboxyhemoglobín** po väzbe CO
- 2. **methemoglobín** oxidáciou Fe na trojmocné, aj fyziologicky (spätná redukcia methemoglobín reduktázou, kys. askorbovou a glutatiónom)



- ERYTROPOÉZA: totipotentná bunka v kostnej dreni → pluripotentná bunka hemocytoblast → 1. bunka erytroidného radu: proerytroblast → bazofilný normoblast: je menší a už obsahuje hemoglobín → polychrómny normoblast → ortochrómny normoblast: acidofilná cytoplazma → retikulocyty: vznikajú po vypudení jadra, zvyšky RNA tvoria jemnú sieťovinu po zafarbení, po 2-3 dňoch smerujú do krvi a po 2 dňoch cirkulácie dozrievajú → erytrocyty
- viac ako 15 retikulocytov na 1000 erytrocytov

v cirkulácii svedčí o zvýšenej erytropoéze

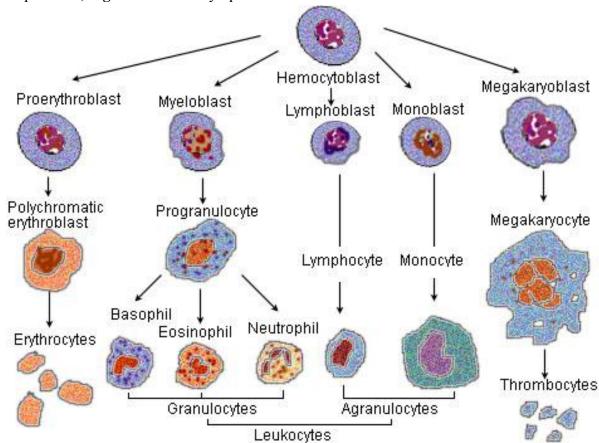
- **podmienky erytropoézy:** prísun Fe (pochádza z rozpadnutých hémových molekúl, ako trojmocné sa viaže na transferín, buď sa zabuduje do hemoglobínu alebo sa uloží do zásoby ako ferritín), AMK, Cu, Co → vit.B12, kys. listová
- riadenie hematopoézy:
 - vlastné krvotvorné riadiace faktory (CSF): regulujú celoživotnú obnovu kmeňových buniek v kostnej dreni a proliferáciu jednotlivých zárodočných buniek
 - cytokiníny: stimulujú krvotvorbu pri stresových situáciách
 - d'alšie rastové faktory: tvorené krvnými elementami a aj mezenchýmovými bunkami
 - **faktory inhibujúce proliferáciu krviniek:** hemoregulačné peptidy, kyslé izoferitíny, TGF-b, interferóny, TNF-a (*tumor necrosis factor*) a ďalšie
- **riadenie erytropoézy:** najdôležitejší humorálny regulátor je **erytropoetín** glykoproteín, syntetizuje sa v obličkách a pečeni, účinkuje na progenitorové kmeňové bunky, stimulje premenu erytroblastov, podporuje syntézu hemoglobínu
- sekrécia sa riadi negatívnou spätnou väzbou: pri tkanivovej hypoxii (poklesu tlaku kyslíka v tkanivách) sa zvyšuje tvorba erytropoetínu → zvyšuje tvorba erytrocytov → zvyšuje obsah kyslíka v tkanivách → znižuje tvorba erytropoetínu
 - ďalšie humorálne faktory: kortikoidy, tyreoidálne hormóny, rastový hormón → zvyšujú vylučovanie, androgény stimulujú vylučovanie EP, estrogény inhibujú (to je dôvod prečo muži majú viac erytrocytov)
 - nervová regulácia : stimulácia nuiektorých oblastí hypo talamu zvyšuje tvorbu erytrocytov (cez EP), lézie týchto oblastí znižujú tvorbu Er

- TROMBOCYTY:

- bezjadrové elementy, životnosť 10 dní, počet: 150-350*10⁹ na liter krvi, tretina je v zásobe v slezine, staré

sa odstraňujú fagocytózou, trombocytóza (svalová práca, výšková hypoxia, pri stratách krvi, pri dehydratácii relatívna)/trombocytopénia

- obsahujú **rastový faktor PDGF** vplýva na hojenie rán, stimuluje delenie buniek pri tvorbe jazvy
- membrána trombocytu: receptory pre stimulujúce a inhibujúce faktory, imunologická špecifita, adhézia a agregácia doštičiek
 - **funkcie**: proces hemostázy, nevyhnutné pre rast buniek spojív (hojenie rán), účasť na zápalových procesoch (leukocyty produkujú PAF doštičky aktivujúci faktor, v α-granulách trombocytov je faktor permeablity zvyšuje priepustnosť krvnej cievy)
- TROMBOCYTOPOÉZA: prekurzorom je **megakaryocyt** v kostnej dreni, doštičky sa z neho tvoria odlupovaním, **regulácia** trombocytopoetínom



6. a) Receptory: všeobecné rozdelenie, zákonitosti reakcie na podnety.

- **receptor:** voľné nervové zakončenia aferentných neurónov, alebo tvarovo a funkčne špecializované bunky zachytávajce podnety, najperiférnejšia časť senzorických systémov, funkciou je premena energie podnetu na vzruchovú aktivitu kódovanie vlastností podnetu
- receptory sú vysoko špecializované na adekvátny podnet sú maximálne citlivé, na neadekvátne len nepatrne
- podnet: zmena vo vonkajšom alebo vnútornom prostredí, ktorá dráždi príslušný receptor a depolarizuje ho
- senzorická modalita/modalita podnetu: subjektívna zložka spojená s príjmom podnetu vzniknutá v CNS
- pocity a vnemy (je rozdiel medzi horúcou šálkou kávy v rukách a prstoch v horúcej káve)
- podľa charakteru adekvátneho podnetu:
 - mechanoreceptory: dotyk, tlak, napínanie; patria tu receptory dotyku, polohy a pohybu tela
 - termoreceptory: receptory tepla a chladu
 - **chemoreceptory:** chuťové a čuchové, osmoreceptory, glukoreceptory detekcia koncentrácií chem. látok
 - fotoreceptory: zrakové

- nocireceptory: algoreceptory, bolesť podnety môžu byť mechanické, teplotné alebo chemické
 podľa miesta pôvodu podnetov:
 - **exteroreceptory:** kontaktné receptory, telereceptory (dištančné čidlá)
- interoreceptory: proprioreceptory, vlastné interoreceptory, receptory vestibulárneho aparátu
 prahy citlivosti:
 - intenzitný prah: závislý od charakteru podnetu a stavu receptora
 - **absolútny prah:** najmenšie množstvo energie najúčinnejšieho adekvátneho podnetu pri optimálnych podmienkach vnímania
 - relatívny pocitový prah: schopnosť rozlíšiť zmenu podnetu, súčasný alebo následný Weberov koeficient
 - **rozlišovací pocitový prah:** ak na receptor pôsobia súčasne dva podnety rovnakej modality, ktoré sa od seba líšia
- **receptorový potenciál:** vzniká v zmyslovej bunke pri pôsobení podnetu, má charakter depolarizácie alebo hyperpolarizácie; má tri zložky dynamickú, statickú a off-efekt (aj po skončení podnetu odpoveď ešte nejaký čas trvá)
 - Weberov-Fechnerov zákon: $\psi = \mathbf{k} \cdot \log(\Delta \phi/\phi)$
 - Stevensova funkcia: $P = k (I I_0)^n$
- adaptácia receptora na podnet: postupné slabnutie odopvede receptora na dlhotrvajúci podnet
 - -rýchlo sa adaptujúce receptory (fázické): čuch, hmat
 - -pomaly sa adaptujúce receptory (tonické): bolesť, tlak krvi, pľúcne mechanoreceptory
 - **neadaptilné receptory:** bolesti (bolo v knihe tak)

b) Fyziológia vylučovania – tubulárna resorpcia a sekrécia.

- základné typy tubulárnych funkcií/vylučovania:

A – GFR (inulín),

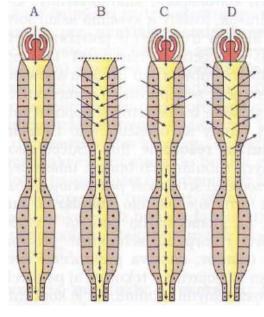
B – tubulárnou exkréciou (amoniak),

C – GFR a tubulárnou exkréciou

(kys. para_amino_hipurová),

D – GFR a tubulárna resorbcia

- základnou funkciou tubulov je spätná resorpcia, zodpovedá za reabsorpciu 99 % vody a väčšiny iónov, je čiastoče selektívna (zvyšuje sa tak koncentrácia odpadových látok), aktívny aj pasívny mechanizmus
- tubulárna sekrécia zodpovedá za reguláciu koncentrácie K⁺, H⁺ a HCO₃⁻ a vylučovanie drog z organizmu, je to vždy aktívny proces
- definitívny moč u človeka obsahuje, okrem látok nachádzajúcich sa aj v glomerulárnom filtráte (primárnom moči), tzn. NaCl, NaHCO₃, glukóza, AMK atd., aj ďalšie pridané látky, ktoré sa
- v glomerulárnom filtráte nachádzajú len vo veľmi malom množstve, resp. vôbec nenachádzajú
- **PROXIMÁLNE TUBULY:** 80 % nefrónu, izoosmotická tekutina látky vo filtráte majú rovnakú koncentráciu ako plazma
- **resorpcia**: 80 % vody obligátna pasívna resoprcia na základe osmotického gradientu tvoreného aktívnym transportom rozpustených látok, aktívny transport: glukóza symportom s Na⁺, AMK, kys. askorbová, kreatín, K⁺, fosfáty, Ca²⁺ (regulované parathormónom)
- energetická náročnosť aktívneho transportu spôsobuje obmedzenú resoprčnú schopnosť súčet maxím všetkých tubulárnych buniek udáva celkovú resorpčnú schopnosť proximálnych tubulov tubulárna masa; pri prekročení hranice sa látka objavuje v tekutine aj po prechode proximálnymi tubulmi



- resorpcia glukózy: symport s Na⁺; energeticky dôležitá glukóza je reabsorbovaná, no pri privysokej koncentrácii sa nachádza aj v moči (štandard v krvi 5 mmol/l); renálny/minimálny prah pre glukózu koncentrácia v plazme pri ktorej sa začína objavovať aj v moči 10-12 mmol/l, tubulárna masa resorpcie pre glukózu (TmG) u mužov 375 mg/min., ženy 300 mg/l, glykémia 18-19 mmol/l
- sekrécia (exkrécia): cudzorodé látky kys. para_amino_hipurová, penicilín, farbivá, sulfónamidy,
 H⁺ → acidifikácia moču
- látka sa vylučuje do proximálnych tubulov ak je jej koncentrácia v tekutine za proximálnymi tubulmi
 v Henleyho kľučke presahuje koncentráciu v glomerulárnom filtráte
- DISTÁLNE TUBULY: obsah sa zahusťuje prechodom cez hypertonické interstícium
- **reabsorpcia:** 19 % vody, fakultatívna podľa stavu a potreby organizmu, miesto regulácie Na⁺ aldosterón a vody ADH (zvyšuje priepustnosť stien pre vodu, bez neho sú prakticky nepriepustné)
 - **sekrécia**: H⁺ pôsobením karbonátdehydratázy

7. a) Mechanizmy udržiavania acidobázickej rovnováhy v organizme.

- **homeostáza:** izohydria, stále zloženie vnútorného prostredia; produkty metabolizmu majú väčšinou kyslý charakter, prebytočné H+ organizmus odstraňuje dvoma typmi regulačných mechanizmov:
- **1. chemické tlmivé (nárazníkové, pufrovacie) systémy:** neutralizujú kyseliny alebo zásady endogénneho alebo exogénneho pôvodu a význam pre okamžitú reguláciu pH, voľný H+ viažu vo forme slabej kyseliny, ktoré je málo disociovaná a tak sa konc. H+ udržuje realtívne stála, roztoky slabých kyselín a ich solí so silnou zásadou alebo slabých zásad a ich solí so silnou kyselinou
 - podľa chemického zloženia:
 - hydrogénuhličitanové: tlmivá kapacita 24 mmol/l, najdôležitejší pufor
 - tvorí ho HCO₃⁻ : H₂CO₃ v pomere 20 : 1
 - -pH = pK(H₂CO₃) + NaHCO₃/H₂CO₃
 - **nehydrogénuhličitanové**: *bielkovinový* 15 mmol/l (bielkoviny ako amfolyty), *hemoglobínový* 7 mmol/l (väzbou kyslíka sa H+ uvoľňuje a naopak), *fosfátový* 2 mmol/l (najdôležitejší v intracelulárnom priestore, regulácia pH moču)
 - **podľa miesta pôsobenia: intracelulárne a extracelulárne**: tie isté 4 systémy, iný pomer účinnosti, spolu kapacita 48 mmol/l
- **2. fyziologické (respiračné, renálne) regulačné mechanizmy:** pri väčšom zaťažení acidobazickej rovnováhy
- **respiračné:** 98 % kyslých metabolitov je vo forme CO₂ − 600 g, ktorý sa v roztoku hydratuje na H₂CO₃ → zdroj H⁺, vylučuje sa vydychovaním, čím sa reguluje koncentrácia kys. uhličitej v tele (vyjadrené ako parciálny tlak CO₂ pCO₂), v arteriálnej krvi je pCO₂ 5,32 kPa
 - mechanizmus hydrogénuhličitanového iónu: CO₂ sa dostáva do Er, kde sa zlučuje za vzniku H₂CO₃ → disociuje, voľný H⁺ sa viaže na hemoglobín, z ktorého sa uvoľní O₂ → deoxyhemoglobín viaže viac CO₂, čím postupne smerom krvi ku srdcu zvyšuje jej tlmivú kapacitu → v pľúcach HCO₃- reaguje s H⁺, ktorý sa uvoľnil z hemoglobínu kvôli okysličeniu → rozpadá sa na CO₂ a H₂O → CO₂ sa vydýchne
 - mechanizmus karbaminohemoglobínu: CO₂ sa naviaže na −NH₂ skupinu globulínových častí hemoglobínu → karbaminohemoglobín → v pľúcach sa uvoľní ako CO₂ a vydýchne
- **renálne:** udržiava sa tak definitívna rovnováha vylúčením/zadržaním H⁺ obličkami, schopné kompenzovať zmeny pH, umožňujú vylučovanie neprchyvých kyselín (sírová, fosforečná, dusičná), H⁺ sa v tubuloch vymieňa za dôležité minerály, princíp: vyločovanie vodíkových iónov a zadržiavanie HCO₃⁻
 - reabsorpcia filtrovaného HCO₃⁻ iónu: ak je koncentrácia bikarbonátu v krvi nízka, všetok HCO₃⁻ sa reabsorbuje moč sa acidifikuje, renálny prah pre HCO₃⁻ je 26-28 mmol/l, pri prekročení sa moč alkalizuje

- vylučovanie titrovateľných kyselín: H⁺ v tubuloch je pufrovaný fosfátovým pufrom,
- amóniový tlmivý systém: amoniak NH₃ a amóniový katión NH₄⁺

- hodnoty pH:

intracelulárna tekutina → 6,8-7,4 (udržiava sa zložitejšie kvôli metabolickým dejom v bunkách) intersticiálna tekutina → = pH krvi

krv \rightarrow 7,36-7,44 (7,4), menej ako 7,36 acidémia, viac ako 7,44 bazémia zlučiteľné so životom \rightarrow 7,0-7,8

b) Mechanoreceptory a termoreceptory.

- spolu patria pod exteroreceptívne zmysly
- **mechanoreceptívna (taktilná) citlivosť:** receptory reagujú na dotyk, deformáciu tlakom alebo posuny tkaniva kože oproti spodine
- kožné mechanoreceptory:
 - voľné nervové zakončenia: v pokožke, tlak a dotyk
 - **Meissnerove telieska:** lokalizované na rozhraní pokožky a kože hlavne na neochlpených častiach kože, reagujú na ľahké dotyky a jemné pohyby, do 80 Hz
 - **Paciniho telieska:** lokalizované v hlbšom podkožnom tkanive (ruky, nohy, penis, klitoris, uretra, prsia, šľachy, kĺbové väzy), 30-800 Hz
 - **Ruffiniho telieska:** lokalizované v hlbších vrstvách kože, málo adaptilné na rozdiel od MT a PT → informujú CNS o pretrvávajúcich dotykoch a hrubších deformáciách tlakom
 - **Merkelove disky:** majú prstovité výbežky a spájajú sa do hmatových diskov, citlivé na postranný a kolmý tlak, končeky prstov
 - vlasové doštičky: v epiderme nervové zakončenia obtáčajú koreň vlasu, registrujú jeho pohyb, veľmi adaptibilné
- napr. tu patria aj **vlásenkové bunky v Cortiho orgáne** vnútorného ucha priame receptory, sluchových podnetov, aktivita je spôsobená ochýbaním cílií na jednu stranu; **bočná čiara** rýb; **senzily exoskeletu** článkonožcov; **svrbenie**
- **termoreceptívna citlivosť:** extrémy chladu alebo tepla človek vníma ako bolesť, škála medzi tým ako chlad/teplo
 - **chladové receptory:** generujú vzruchy pri 10-35 °C, max. pri 25 °C (teploty pokožky), lokalizované blízko povrchu
 - receptory tepla: generujú vzruchy pri 30-50 °C, max. pri 43 °C
 - pocit bolesti vzniká pri teplotách pod 10 °C a nad 45 °C
- nešpecifické termoreceptory: receptory bolesti, Merkelove a Pacciniho telieska
- chemické podnety vyvolávajúce pocit chladu: metanol, acetylcholín, CO₂
- najcitlivejší termorecepčný orgán: jamkový orgán štrkáča (+/- 0,002 st. C)

8. a) Vnímanie bolesti (nocicepcia).

BOLESŤ (senzácia pociťovaná pri podráždení nocireceptorov)	somatická	povrchová (pokožka) hĺbková (šľachy, kĺby)	rýchla (prvá) pomalá (druhá)
	viscerálna (útrobná)		

- **rýchla bolesť:** ostrá, ľahko lokalizovateľná, rýchlo nastupuje pichnutie špendlíkom, prenášaná A-vláknami
- pomalá bolesť: tupá, ťažko lokalizovateľná, nastupuje pomaly, C-vlákna

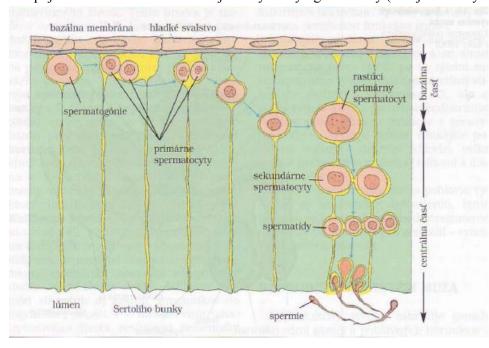
- hĺbková bolesť: cez nociceptory v šľachách, svaloch a kĺboch, nepresne lokalizovaná, vegetatívne reakcie
- **viscerálna bolesť:** z vnútorných orgánov, nepresne lokalizovaná, nevoľnosť, vystrelovanie bolesti do oblastí inervovaných rovnakým miechovým segmentom
- **nocireceptory:** voľné nervové zakončenia v koži, perioste, stenách tepien, kĺboch a dura mater, v hlbších tkanivách je receptorov menej, reagujú len na silné podnety
- **mediátory bolesti:** bradykinín, histamín, serotonín, substancia P (ako Pain)
- **reflexný oblúk:** signál je vedený zo zakončení (prsty rúk) cez zadné miechové korene do zadných miechových rohov, sivej hmoty a pokračuje ďalej do mozgu
- senzitizácia: zvýšenie citlivosti nociceptorov pri poškodení tkaniva (prostaglandíny, leukotriény)
- zmena v pociťovaní bolesti:
- hypoalgézia: privieranie bolesti útlm prenosu senzorickej informácie do mozgu zapríčinený súčasným dráždením dotykových alebo tlakových receptorov (napr. masírovanie) funguje na podobnom princípe ako sčítanie a odčítanie vĺn vo fyzike; ďalej existuje centrálny analgetický systém (napr. pri veľkom sústredení vojak na bojisku, dieťa na ihrisku) a endogénny opiátový systém (enkefalíny a β-endorfiny)
 - hyperalgézia: napr. zapálená koža po opaľovaní bolesť vyvolá aj obyčajný dotyk
- orgány bez receptorov: mozog, pľúca, pečeň, slezina

b) Fyziológia rozmnožovania – samčí pohlavný systém.

- Reprodukčný systém zahŕňa gonády ako zdroj gamét a pohlavných hormónov a prídavné orgány, zložené zo sytému kanálikov a žliaz zabezpečujúcich skladovanie a transport spermií.
- semenníky (testes), nadsemenníky (epididymis) uložené v miešku (scrotum), semenovody (ductus deferentes), semenné mechúriky (vesiculae seminales) predstojnica (prostata), glandulae bulourethrales a penis.

Semenníky

- skladajú sa z množstva stočených kanálikov tvorených bazálnou membránou (bm), na ktorú naliehajú bunky hladkej svaloviny a zvnútra Sertoliho bunky (siahajú od bm až po lumen)
- v spojivovom tkanive sa nachádzajú cievy a Leydigove bunky (zdroj steroidných hormónov)



- semenovodné kanáliky obsahujúce tekutinu a spermie sa zbiehajú do nadsemenníka
- v kanálikoch semenníkov prebieha spermiogenéza :
- spermatogónie uložené na bm medzi Sertoliho bunkami sa pri dozrievaní postupne presúvajú smerom k lumenu, do ktorého sa dostávajú len zrelé spermie
- Sertoliho bunky zabezpečujú pre dozrievajúce spermie, tvoria bariéru oddeľujúcu dozrievajúce spermatogónie od hormonálnych a chemických vplyvov, stimulujú spermiogenézu a produkujú luminálnu tekutinu, fagocytujú defektné spermie
- sú pod stimulačným vlyvom testosterónu a FSH, pričom samy produkujú inhibín, tlmiaci sekréciu FSH
- Leydigove bunk vylučujú testostrón
- semenníky sú uložené v scrote, pretože spermiogenéza potrebuje teplotu o 2-3°C nižšiu ako je teplota v brušnej dutine

- keď sa spermie ocitnú v lumene semenovodných tubulov, presúvajú sa do nadsemenníka a semenovodu, ktoré slúžia ako rezervoár
- pasáž cez nadsemenníky trvá cca 2 týždne, spermie nadobúdajú pohyblivosť, strácajú cytoplazmu

Ejakulácia a orgazmus

- -transport spermií do vagíny umožňuje erekcia penisu pri podráždení pomocou parasympatika sa arterioly rozširujú a vény sťahujú
- v relaxácii corpus cavernosum má zásadnu úlohu vyplavenie oxidu dusnatého, vazodilatačného mediátora z nervových zakončení a endotelu ciev počas sexuálnej stimulácie, ktorého pôsobením sa zvyšuje obsah cGMP v bunkách
- výsledkom je nahromadenie krvi v corpora cavernosa (Viagra cielene inhibuje degradáciu cGMP)
- -pred **ejakuláciou**, ktorá je už pod kontrolou sympatika, sa pridáva k obsahu ductus deferens aj alkalický sekrét prostaty, ktorý zabezpečuje prežitie spermií v kyslom prostredí vagíny
- posledná zložka ejakulátu pochádza zo semenných vačkov, obsahuje fruktózu ako zdroj E pre spermie a prostaglandíny, ktoré môžu ovplyvňovať motolitu ženských pohlavných orgánov
- postupne sa kontrahuje hladké svalstvo v jednotlivých častiach, čím sa spermie dostanú až do urethry
- pri ejakulácii sa spodina močového mechúra uzatvára sfinktrom, takže do neho ejakulát nemôže prenikať a ani moč sa nedostane do močovej rúry
- v ďalšej fáze sa kontrakciami hladkého svalstva urethry a priečne pruhovaného svalstva na báze penisu sa ejakulát
 (2-6ml) vypudí z ureethry
- ejakulácia sa spája s pocitovým vyvrcholením- orgazmom

Endokrinná regulácia

- epizodicky, cca každé 2 hodiny (od puberty už len počas spánku) je vylučovaný hypotalamový peptid **gonadoliberín GnRH**, ktorý stimuluje sekréciu hypofýzových FSH a LH
- hormón stimulujúci folikuly FSH- účinkuje na Sertoliho bunky, stimuluje spermiogenézu, Sertoliho bunkami vylučovaný hormón inhibín je negatívnou spätnou väzbou na brzdenie FSH
- luteinizačný hormón LH- pôsobí na Leydigove bunky v kt. stimuluje sekréciu testosterónu
- testosterón inhibuje sekréciu gonadoliberínu a LH, v samotných semenníkom parakrinnne podporuje spermiogenézu (neprítomnosť má za dôsledok sterilitu)- podporuje aj vývin a fungovanie akcesórnych orgánov, aj rozvoj druhotných pohlavných znakov

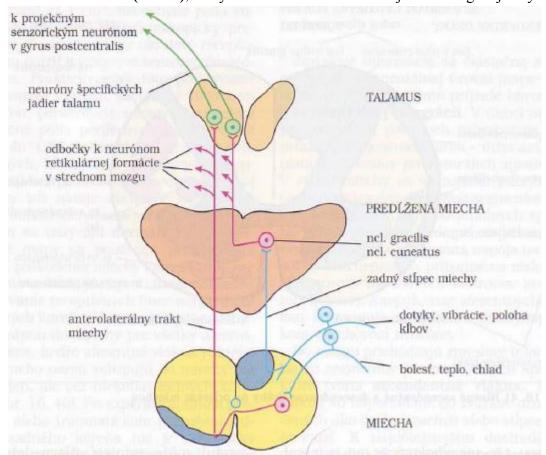
9. a) Dostredivé vedenie vzruchov v NS.

- senzorické/aferentné/dostredivé dráhy slúžia na vedenie nervových vzruchov z receptorov do CNS
- medzi najdôležitejšie dostredivé dráhy patrí *anterolaterálny trakt* (zložený z tractus spinothalamicus anterior a lateralis), *zadný stĺpec miechy* (zložený z fasciculus cuneatus a gracilis) a *spinocerebrálny trakt* (tractus spinocerebellaris anterior a posterior)
- I. Priama spinotalamická dráha (tr. spinothalamicus)
 - 1. vedúce do mozgovej kôry
 - a) anterolaterálny systém: vzruchy z termoreceptorov, nociceptorov (*laterálny systém vedenia bolesti*)
 - b) zadnopovrazcový systém: dotyk, tlak, proprioceptory
 - 2. vedúce do kôry mozočka systém spinocerebellárnych dráh
- II. Nepriama spinotalamická dráha (tr. spinoreticulothalamicus, tr. spinobulbothalamicus): fylogeneticke strašie, vedú difúznu, ťažko znášateľnú bolesť (viscerálna, hĺbková). Aferentácie do jadier hypotalamu a limbického systému.

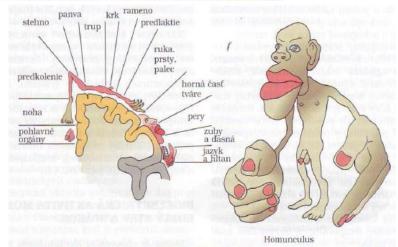
- senzorická dráha:

- Neurón I rádu (modré) má telo v spinálnych gangliách, tvorí spinálny reťazec, a tam sa nachádzajú pseudounipolárne neuróny, ich neurit sa delí a jedna vetva ide na perifériu a druhá do miechy, kde sa axón otáča o 90 stupňov a ide vzostupným smerom a prepája sa v predlženej mieche na neurón II rádu

- Neurón II rádu (ružové), tu docháza k prekríženiu dráh a axóny končia v jadrách thalamu. Odtiaľ pokračuje neurón III rádu
- Neurón III radu (zelené), ktorý končí v somatosenzorickej časti mozgovej kôry.



- Senzorický a motorický homunkulus – nachádza sa pri centrálnej brázde, pred gyrus praecentralis tam je motorické centrum – riadenie pohybov a za centrálnou brázdou je senzorická kôra kde je centrum všetkých vnemov. Existuje somatotropické usporiadanie. Homunkulus = človiečik – zobrazenie časti človeka formou deformácie na somatosenzorickej časti mozgovej kôry. Je aj motorický homunkulus – centrá pre svalstvo.



b) Fyziológia rozmnožovania – samičí pohlavný systém.

Reprodukčný systém ženy sa skladá z vonkajších - vulvva (mons pubis, labia majora et minora, vestibulum vaginae a vestibulárne žľazy) a vnútorných pohlavných orgánov - vaječníky (ovaria), vajíčkovody (tubae uterinae), maternica (uterus) a pošva (vagina).

Vaječníky

- párové orgány, sú zdrojom vajíčok, ktoré dozrievajú v mesačných cykloch a uvoľňujú sa z nich
- už počas intrauterinného života (od 3. mesiaca) sa mitózou a meiózou tvoria v ováriách vajíčka ich meiotické delenie je pozastavené do puberty, nové vajíčka už nevznikajú
- pri narodení je vo vaječníkoch cca 2 milióny primárnych oocytov v primordiálnych folikulov, do puberty ich ostáva asi 400 000 a zvyšné zanikajú
- počas reprodukčného obdobia ženy (menarché) dozrieva asi 400 folikulov, ostatné degenerujú

Hormóny vaječníkov

Estrogény - steroidné hormóny, prekurzorom je estradiol

- účinky sa prejavujú najmä zmenami na maternici a sliznici pošvy počas cyklu, pôsobia na rast a diferenciáciu prsníkovej žľazy, celkovo anabolický účinok (slabší ako androgény) a ovplyvňujú rozvoj druhotných pohlavných znakov
- nízke koncentrácie inhibujú syntézu FSH a LH v hypofýze, vysoké koncentrácie stimulujú hypotalamovú sekréciu gonadoliberínu a zosiľňujú sekrečnú odpoveď FSH a LH

<u>Progesterón</u> - zvyšuje sekréciu endometriálnych žliaz, znižuje kornifiikáciu pošvového epitelu a stimuluje rast prsníkovej žľazy

- vysoká koncentrácia inhibuje sekréciu gonadoliberínu, pôsobí natriuerticky

Inhibín - inhibuje hypofýzovú sekréciu FSH

Aktivín - stimuluje hypofýzovú sekréciu FSH

Menštruačný cyklus

- zahŕňa cyklické zmeny prebiehajúce vo vaječníkoch sprevádzajúce hormonálnymi zmenami a aj zmenami na sliznici maternice a pošvy

Ovariálny cyklus

- oocyt v primoridálnom folikule obklopujú granulózové bunky priliehajúce na bm
- v primárnom folikule už tvoria niekoľko vrstiev a okolo vajíčka sa z mukopolysacharidov vytvára zona pellucida
- z vonkajšej strany na bm priliehajú tekálne bunky
- vnútorná strana granulózových buniek stále prilieha na zona pellucida a svojimi výbežkami, ktoré ňou prenikajú vyživuje vajíčko
- granulózové bunky produkujú čoraz viac antrálnej tekutiny vypĺňa folikul
- oocyt sa napokoj pripája k stene folikulu výbežkom z granulózových buniek a vzniká Graafov folikul
- do antrálnej tekutiny sa dostávajú steroidné hormóny, inhibín, LH a FSH
- počas **folikulárnej fázy** sa v niekoľkých folikuloch začína zväčšovať antrum a na 5-7 deň sa vyčleňuje jeden dominantný z nich Graafov folikul, ktorý má dospieť k ovulácii
- depolymerizáciou mukopolysacharidov sa v antrálnej dutine zvyšuje osmotický tlak, do antra vstupuje tekutina a folikul nadobúda veľkosť 1-2 cm
- cumulus oophorus sa zužuje, bm priliehajúca k stene folikula sa natrávi a vajíčko sa spolu s antrálnou tekutinou uvoľňuje na 14. deň cyklu do peritoneálnej dutiny
- vajíčko je zachytené fimbriami vajíčkovodu, cez ktorý putuje ďalej do maternice
- počas **luteálnej fázy** sa zo zvyšku folikulu vytvára endokrinné tkanivo **žlté teliesko** (corpus luteum), tvorené predovšetkým granulóznych buniek, ktoré tesne pred ovuláciou hypertrofovali a v ich tkanive sa objavili tukové kapôčky
- ak nenastalo oplodnenie, do 14 dní corpus luteum zaniká, bunky nekrotizujú a vzniká jazva po žltom teliesku nazývaná corpus albicans

PRIMORDIÁLNY GRAAFOV FOLIKUL PRIMÁRNY PRIMÁRNY theca FOLIKUL FOLIKUL FOLIKUL externa interna bazálna cumulus membrána bazálna oophorus membrána tekálne bazálna granulózové bunky membrána bunky bazálna prekurzory granulózo antrálna tekutina zona pellucida zona atretický folikul oocyt ovulácia albicans zárodočný luteum

Hormonálne zmeny počas cyklu

<u>Estrogény</u> - vylučované vo folikulárnej fáze granulózovýrní bunkami, po ovulácii ich secernuje corpus luteum

Progesterón - tiež produkovaný folikulárnymi bunkami (v menšom množstve)

- po ovulácii je žlté teliesko predovšetkým zdrojom progesterónu
- corpus luteum d'alej secernuje proteohormón relaxín
- folikulárne bunky produkujú inhibín

- folikulárna fáza ovariálneho cyklu sa začína menštruačným krvácaním
- na začiatku folikulárnej fázy je v krvi nízka koncentrácia FSH i LH mierny prechodný vzostup FSH je sledovaný postupným zvyšovaním koncentrácie estradiolu a inhibínu, produkovaných folikulárnymi bunkami dominantného folikulu
- to má za následok prechodný pokles koncentrácie FSH
- vysoká koncentrácia estrogénov spúšťa sekréciu hypotalamového luliberínu a spolu s ním stimuluje vyplavenie hypofýzového LH
- mierne sa zvyšuje i koncentrácia progesterónu.
- v tomto období prebieha ovulácia a koncentrácia gonadotropínov opäť klesne
- po ovulácii mnohonásobne stúpa koncentrácia progesterónu produkovaného žltým telieskom, v ktorom sa v tejto fáze zvýši aj tvorba estrogénov
- ak sa oplodnenie neuskutoční, žlté teliesko degeneruje a koncentrácie estrogénov a progesterónu v krvi dramaticky klesajú
- hormonálne zmeny sa spájajú so zmenami na sliznici maternice a pošvy, ktoré pripravujú organizmus na počatie a nidáciu zárodku → sliznica maternice (endometrium) pôsobením estrogénov vo folikulárnej fáze proliferuje, endometrium niekoľkonásobne zhrubne a cievy sa predĺžia.
- po ovulácii prechádza endometrium pôsobením progesterónu do sekrečnej fázy- proliferácia sa zastavuje, endometriálne žľazy zvyšujú sekréciu, sliznica akumuluje glykogén, stáva sa edematóznou a je pripravená prijať zárodok
- ak oplodnenie nenastalo, v dôsledku hormonálnych zmien dochádza k spazmu špirálovitých artérií, povrchové vrstvy nekrotizujú, odlupujú sa a začína sa menštruačné krvácanie → v pošve sa počas cyklu účinkom estrogénov zvyšuje počet epitelových vrstiev, ktoré v priebehu ovulácie kornifikujú.
- pôsobením progesterónu sa v luteálnej fáze zvyšuje telesná teplota

Gravidita

- začína **oplodnením**, vajíčko je schopné oplodnenia 10-15 hodín, vajíčkovodom putuje asi 4 dni, spermie sú schopné fertilizácie asi 48 hodín po kopulácii
- -vzniká zygota pripravená na mitotické delenie, už počas presunu vajíčkovodom
- keď sa dostane do maternice, vytvorí **blastocystu**, po 7 dňoch sa zanorí do sliznice maternice z ktorej čerpá živiny cez **trofoblast**
- v prvých 2 mesiacoch sa nazýva embryo
- v mieste kde nalieha na sliznicu vzniká **placenta**, vonkajčia časť **chorión** prerastá do endometria pomocou klkov s hojnými kapilárami
- bunky trofoblastu produkujú **choriogonadotropín**, zabezpečí perzistenciu žltého telieska aby nezaniklo
- pokles od 3. mesiaca, zvyšuje sa ale produkcia estrogénov a progesterónu
- estrogény podporujú rast svalovej hmoty maternice, progesterón inhibuje motolitu uteru a zabraňuje predčasnému vypudeniu plodu, zároveň je pozastavené dozrievanie ďalších folikulov
- placentárny laktogén sa podobá rastovému hormónu, podporuje pozitívnu proteínovú bilanciu, mobilizuje tuky ako energetický zdroj a udržuje vyššiu glykémiu

Laktácia zabezpečuje tvorbu mlieka a teda aj predaj živín potomkovi.

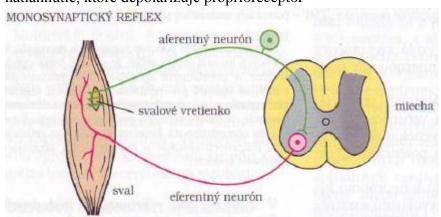
- materské mlieko je zdrojom živín, vitamínov, imunoglobulínov, enzýmov aj opiátov
- -dojčenie počas dráždenia bradavky pri dojčení sa reflexne zvyšuje sekrécia oxytocínu aj prolaktínu

10. a) Rozpínací reflex. Recipročná inervácia.

- podľa počtu zúčastnených neurónov delíme relfexy na monosynaptické a polysynaptické (somatické a vegetatívne)
- rozpínací reflex: najjednoduchší reflex, myotatický, monosynaptický v celej dráhe je len jedna synapsia, resp. dve nervové bunky, napr. patelárny reflex:
 - **1. aferentný neurón**: receptormi sú svalové vretienka (prprioreceptory) pozostávajú zo špecializovaných svalových vláken, ktoré sú tenšie a slabšie a v strednej časti majú nekontrahovateľnú časť (spojivové tkanivo), celé to vretienko je uzavreté do spojivového

puzdra a v strede je anerospinálne nervové zakončenie, ktoré špirálovito obtáča svalové vretienko

- **2. miecha:** aferentný neurón vedie vzruch z proprioreceptora priamo do miechy
- **3. eferentný neurón:** α-motoneurón, vedie odpoveď z miechy rovno do príslušného svalu, kde spôsobí kontrakciu
- pri patelárnom reflexe poklepnutie kladivkom na šľachu svalu (pod jabĺčkom) spôsobí jeho pasívne natiahnutie, ktoré depolarizuje proprioreceptor



- recipročná inervácia: zabraňuje vyvolaniu myotatického reflexu u antagonistu svalu (flexor vs. extenzor); pri každom pohybe je nutná dokonalá súhra medzi jednotlivými svalovými skupinami pri kontrakcii angonistov nesmie dôjsť zároveň ku kontrakcii antagonistov; tento princíp sa uplatňuje pri skríženom rozpínacom reflexe
- **skrížený rozpínací reflex:** kontrakcia ohýbačov jednej končatiny vyvolá kontrakciu napínačov párovej končatiny (význam pri udržaní rovnováhy, chôdze)

b) Leukocyty: rozdelenie, funkcie. Leukopoéza.

- pravé bunky s jadrom a organelami, majú aktívny metabolizmus, hlavnou funkciou je obrana organizmu voči cudzorodým látkam, v ľudskom tele za normálnych podmienok 4-9*10⁹ na liter krvi
 - *zvýšené množstvo* **leukocytóza** (pri infekciách, intoxikáciách, malígnych nádoroch, počas gravidity), pri fyzickej aktivite **distribučná leukocytóza** (pri strese, hypoxii, silných emóciách)
 - *znížené množstvo* **leukopénia** (v chladnom prostredí, pri hladovaní, patologicky pri útlme kostnej drene, po ožiarení ionizujúcim žiarením)
- rozdelenie podľa prítomnosti granúl v cytoplazme:

majú granuly?	ako sú farbiteľné?	veľkosť (µm)	%	farba	jadro	životnosť
GRANULO CYTY	neutrofily	10-12	56-64	fialové jemné granuly	segment (viacero), tyčka (mladý)	4-8 hod cirkulácia, 4-5 dní tkanivo
(segmentované jadro –	eozinofily	13-14	1-3	jasnoružové granuly	2 segmenty	N/A
polymorfonukle árne)	bazofily	8-10	0,5	tmavofialové granuly	2 segmenty, jadro nevidno jasne	N/A
AGRANULO CYTY	lymfocyty	6-9 (12-15)	24-40	tmavé jadro, modrá plazma	nedelené, veľké	mesiace až roky
(nedelené jadro - mononukleárne)	monocyty	12-20	3-8	fialové jadro, modrá plazma	obličkovité, nedelené, fľakaté	10-20 hod cirkulácia, meciace-roky tkanivo

- Hynkovo číslo u **neutrofilov** počet segmentov na 100 buniek (220-270)
- neutrofily u obojživelníky-plazy-vtáky heterofilné granulocyty
- **eosinofília** (pri parazitárnych a alergických ochoreniach), **eozinopénia** (pri ťažkých infekčných ochoreniach, pri brušnom týfuse, po kortikoidoch)

- granuly **bazofilov** obsahujú transmiter histamín a heparín (znižuje zrážanlivosť krvi), uvoľňujú PAF faktor aktivujúci trombocyty
- bazofily v tkanivách sa nazývajú **žírne bunky mastocyty**
- lymfocyty majú 3 populácie:
 - **B-lymfocyty:** protilátková humorálna imunita, dozrievajú v kostnej dreni
 - **T-lymfocyty:** špecifická bunková imunitná odpoveď, dozrievajú v týmuse
 - **NK-bunky:** 5-10 % lymfocytov, natural killers, veľké obličkovité jadro, význam pri obrane voči nádorovým bunkám a intracelulárnym patogénom
- **lymfocytóza** (čierny kašeľ, hepatitída, tuberkulóza), **lymfopénia** (po cytostatikách, kortikoidoch, ioniz. žiarení)
- monocyty po prechode do tkanív makrofágy, zvýšenie počtu (monocytóza) pri TBC
- vlastnosti leukocytov:
 - schopnosť diapedézy (prenikanie cez steny kapilár)
 - amébovitý pohyb (granulocyty a monocyty) v cytoplazme majú aktín a myozín kontraktilné bielkoviny
 - **chemotaxia** (chemotaktický účinok: bakt. toxíny, rozpadové produkty tkanív, atď.) pohyb v smere zdroja látok
 - **pril'navost'** k povrchom (tigmotaxia)
 - schopnosť fagocytózy
- funkcie Le z hľadiska fagocytózy:
 - mikrofágy: neutrofily, eozinofily → 5-10 častíc/neutrofil
 - makrofágy: monocyty (mononukleárny fagocytárny systém)
- **sekrečná funkcia:** účasť na na regulácii hemokoagulácie a fibrinolýzy (bazofily: heparín a antikoagulačnými vlastnosťami, eozionofily plasminogén, prekurzor plazmínu)
- LEUKOPOÉZA:
- **granulocyty:** v dospelosti v kostnej dreni z **myeloblastu** → promyelocyt → myelocyt → metamyelocyt → granulocyt, v procese zrenia sa bunky zmenšujú a cytoplazma stráca bazofiliu, jadro sa segmentuje
- **monocyty:** myeloblast \rightarrow promonocyt \rightarrow monocyt, po prechode do tkaniva \rightarrow makrofágy \rightarrow ďalšia diferenciácia podľa miesta funkcie
 - lymfocyty T a B: spoločný pôvod, zrenie sa uskutočňuje v rôznych orgánoch:
 - **B** vo Fabriciovej burze u vtákov odtiaľ názov B-lymfocyt, u človeka je to kostná dreň; sa v tkanivách premieňajú na plazmatické bunky (tvorba špecifických protilátok látková imunita)
 - **T** do týmusu, z predtymocytov vznikajú tymocyty a nakoniec zrelé T lymfocyty, s krvou sa dostávajú do sleziny a lymfatických uzlín
- regulácia leukopoézy:
 - **granulopoetín (GM-CSF):** najvýznamnejší regulačný faktor, produkujú fibroblasty, endotelové bunky, T-lymfocyty; stimuluje proliferáciu a diferenciáciu granulocytov a monocytov; pozitívna spätná väzba
 - GM-CSF na druhej strane podporuje tvorbu prostaglandínov v makrofágoch, ktoré inhibujú proliferáciu
 - rastové faktory stimulujúce granulocyty (G-CSF) a makrofágy (M-CSF): stimulujú tvorbu granulocytov a makrofágov
 - **nešpecificky**: bakteriálne endotoxíny stimulujú tvorbu rastových faktorov

11. a) Regulácia svalového tónusu γ- systémom. Golgiho reflex.

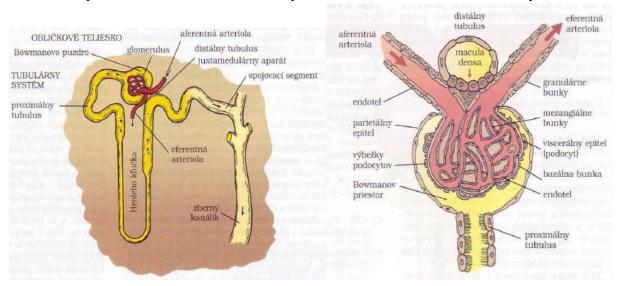
- γ-slučka: podráždenie propriorececptora cez natiahnutie intrafuzálnych svalov z obidvoch strán receptora, ktoré sú inervované γ-motoneurónmi
- **mechanizmus:** signál ide z miechy cez gama-motoneurón do intrafúznych svalov vo svalovom vretienku, svaly sa napnú a podráždia proprioreceptor, ten vyšle signál dostredivým/aferentným neurónom do miechy, odkiaľ alfa-motoneurón vyšle signál do svalu a podráždi ho
- **význam:** nedochádza ku ochabnutiu svalu počas kontrakciu, dôležitá najmä pri pomalých a presných pohyboch, pri udržiavaní polohy tela, pomáha korigovať silu svalových kontrakcií v prípade, že nebola správne odhadnutá (zdvíhanie kufra s menšou/väčšou hmotnosťou ako očakávanou)
- riadenie vôľového pohybu: súčasne alfa a gama systémom
- Golgiho reflex: ktorý je sprostredkovaný cez Golgiho šľachové orgány (receptory), ktoré sú v úponových častiach svalov, úlohou je zabrániť prílišnému napätiu svalov, aby sa neroztrhol dôležitý je inhibičný interneurón (na alfa motoneurón). Samotný reflex pomáha udržiavať napätie svalu, keď je sval trvalo kontrahovaný, tak aktivita alfa motoneurónov klesá a tým sa sval ochabuje, ale sú menej dráždené receptory. Udržuje aktivitu alfa-motoneurónu pri dlhodobom dráždení.

b) Fyziologická anatómia obličiek. nefrón ako základná funkčná jednotka vylučovacieho systému.

- obličky sú párový orgán s exkrečnou, resorpčnou, homeostatickou a endokrinnou funkciou; základnou morfologickou a funkčnou jednotkou je nefrón, sp oložené retriperitoneálne
- **nefrón**: stočený kanálik s dĺžkou 35-40 mm → skladá sa z glomerulu + Bowmanovho vačku = Malpighiho teliesko, proximálneho tubulu, Henleyho kľučky a distálneho tubulu
- plocha všetkých nefrónov v tele je 5-7 m2, v každej obličke u človeka je 1-1,3 mil. nefrónov
- začína sa Malpighiho obličkovým telieskom s Bowmanovým puzdrom a glomerulom
- glomeruly a tubuly sú v kôre obličiek, zostupné aj vzostupné ramienka Henleyho kľučky a dreňové časti zberného kanálika sú uložené v dreni
- podľa polohy glomerulu môžeme rozdeliť nefróny na kôrové (superficiálne) a juxtamedulárne
- glomeruly **kôrových nefrónov** sú v centrálnej časti kôry, Henleyho kľučky sú krátke a z arteriol vzniká kapilárna sieť, ktorá prináša kyslík a dôležité energetické látky tubulárnym bunkám, slúži aj na návrat resorbovanej vody a látok
- glomeruly **juxtamedulárnych nefrónov** sú lokalizované v hraničnej časti kôry blízko drene, glomeruly sú väčšie, Henleyho kľučky sú dlhšie a zasahujú hlboko do drene, z arteriol vzniká vasa recta
- **Malpighiho/obličkové teliesko:** corpusculum renis, 200-300 um, Bowmanovo puzdro s dvoma listami, medzi ktoré sa filtruje primárny moč z krvi kapilár glomerula; prívodná cieva je oveľa hrubšia ako odvodná, to zvyšuje tlak v glomerule
- **glomerulus:** zložitá sústava kapilár, mezangiálnych a epitelových buniek, 200 um, do každého glomerula 1 prívodná cieva vas afferens a 1 odvodná cieva vas efferens →sú to arterioly, tzn. môžu aktívne meniť svoj priemer; vnútri glomerula sú medzi arteriolami kapiláry I. rádu tvoriace anastomozujúce klbko kľučiek
- **vasa recta**: vzniká z vasa efferentia juxtamedulárnych glomerulov, ktoré zostupujú do drene, formujú kapilárnu sieť okolo zberných kanálikov a ascendentných ramienok Henleyho kľučiek; prechádza nimi len 0,7 % krvi renálneho prietoku, vyživuje ale dreň obličiek a je nástrojom koncentrovania a zrieďovania moču
- **zberné kanáliky:** tekutina v zbernom kanáliku sa postupne koncentruje (prechodom cez hypotonické interstícium) a na konci kanálika sa nachádza už definitívny moč, ADH podmieňuje priepustnosť kanálikov pre vodu, ovplyvňuje tak osmolaritu a objem moču

- obličková panvička

- obličkami preteká 20-25 % minútového objemu srdca → 1300 ml/min./2 obličky



12. a) Funkcie retikulárnej formácie.

- anatomicky: gangliové bunky rozptýlené medzi nervovými vláknami v medulle, moste, stredno mozrgu a hypotalame až subtalame
- miestom prepojenia vzostupných a zostupných dráh, veľká miera konvergencie (prepojenie informácií z receptorov a rôznych oblastí CNS)
- je nevyhnutná pre riadenie vedomých i nevedomých dejov, automatická tvorba vzruchov v bunkách RF,
 citlivosť na chemické podnety (pO₂, pCO₂, pH, hormóny, farmaká), koordinácia somatických a
 autonómnych funkcií pri riadení obehového, dýchacieho a tráviaceho systému

- funkčné delenie RF:

- 1. zostupný systém RF: pôsobí primárne na činnosť miechy cez tr. reticulospinalis
 - a) facilitačná oblasť: v dorsolaterálnej časti predĺženej miechy, mostu, mesencephala až do diencephala, zvyšuje dráždivosť miešnych somatických reflexov, zvyšuje tonus antigravitačného svalstva, kým činnosť flexorov tlmí (recipročný útlm na úrovni RF)
 - b) inhibičná oblasť: vo ventromediálnej časti predĺženej miechy tlmí miešne reflexy a reflexný tonus extenzorov
- 2. vzostupný systém RF (ARAS ascending reticular activating system): nešpecifický aktivizujúci účinok na mozgovú kôru. Je nevyhnutný na udržanie bdelosti, poškodenie ARAS = kóma, riadenie rytmu spánku a bdelosti

b)Princíp homeostázy. Regulačné mechanizmy udržiavania stálosti vnútorného prostredia.

- **homeostáza:** izohydria, stále zloženie vnútorného prostredia; produkty metabolizmu majú väčšinou kyslý charakter, prebytočné H+ organizmus odstraňuje dvoma typmi regulačných mechanizmov:
- 1. chemické tlmivé (nárazníkové, pufrovacie) systémy: neutralizujú kyseliny alebo zásady endogénneho alebo exogénneho pôvodu a význam pre okamžitú reguláciu pH, voľný H+ viažu vo forme slabej kyseliny, ktoré je málo disociovaná a tak sa konc. H+ udržuje realtívne stála, roztoky slabých kyselín a ich solí so silnou zásadou alebo slabých zásad a ich solí so silnou kyselinou
 - podľa chemického zloženia:
 - hydrogénuhličitanové: tlmivá kapacita 24 mmol/l, najdôležitejší pufor
 - tvorí ho HCO₃⁻ : H₂CO₃ v pomere 20 : 1

- -pH = pK(H₂CO₃) + NaHCO₃/H₂CO₃
- **nehydrogénuhličitanové**: *bielkovinový* 15 mmol/l (bielkoviny ako amfolyty), *hemoglobínový* 7 mmol/l (väzbou kyslíka sa H+ uvoľňuje a naopak), *fosfátový* 2 mmol/l (najdôležitejší v intracelulárnom priestore, regulácia pH moču)
- **podľa miesta pôsobenia: intracelulárne a extracelulárne**: tie isté 4 systémy, iný pomer účinnosti, spolu kapacita 48 mmol/l
- **2. fyziologické (respiračné, renálne) regulačné mechanizmy:** pri väčšom zaťažení acidobazickej rovnováhy
- **respiračné:** 98 % kyslých metabolitov je vo forme CO₂ − 600 g, ktorý sa v roztoku hydratuje na H₂CO₃ → zdroj H⁺, vylučuje sa vydychovaním, čím sa reguluje koncentrácia kys. uhličitej v tele (vyjadrené ako parciálny tlak CO₂ pCO₂), v arteriálnej krvi je pCO₂ 5,32 kPa
 - mechanizmus hydrogénuhličitanového iónu: CO_2 sa dostáva do Er, kde sa zlučuje za vzniku $H_2CO_3 \rightarrow$ disociuje, voľný H^+ sa viaže na hemoglobín, z ktorého sa uvoľní $O_2 \rightarrow$ deoxyhemoglobín viaže viac CO_2 , čím postupne smerom krvi ku srdcu zvyšuje jej tlmivú kapacitu \rightarrow v pľúcach HCO_3^- reaguje s H^+ , ktorý sa uvoľnil z hemoglobínu kvôli okysličeniu \rightarrow rozpadá sa na CO_2 a $H_2O \rightarrow CO_2$ sa vydýchne
 - mechanizmus karbaminohemoglobínu: CO₂ sa naviaže na −NH₂ skupinu globulínových častí hemoglobínu → karbaminohemoglobín → v pľúcach sa uvoľní ako CO₂ a vydýchne
- **renálne:** udržiava sa tak definitívna rovnováha vylúčením/zadržaním H⁺ obličkami, schopné kompenzovať zmeny pH, umožňujú vylučovanie neprchyvých kyselín (sírová, fosforečná, dusičná), H⁺ sa v tubuloch vymieňa za dôležité minerály, princíp: vyločovanie vodíkových iónov a zadržiavanie HCO₃⁻
 - reabsorpcia filtrovaného HCO₃- iónu: ak je koncentrácia bikarbonátu v krvi nízka, všetok HCO₃- sa reabsorbuje moč sa acidifikuje, renálny prah pre HCO₃- je 26-28 mmol/l, pri prekročení sa moč alkalizuje
 - vylučovanie titrovateľ ných kyselín: H⁺ v tubuloch je pufrovaný fosfátovým pufrom,
 - amóniový tlmivý systém: amoniak NH₃ a amóniový katión NH₄⁺

- hodnoty pH:

intracelulárna tekutina → 6,8-7,4 (udržiava sa zložitejšie kvôli metabolickým dejom v bunkách) intersticiálna tekutina → = pH krvi

krv \rightarrow 7,36-7,44 (7,4), menej ako 7,36 acidémia, viac ako 7,44 bazémia zlučiteľné so životom \rightarrow 7,0-7,8

13. a) Riadenie somatických funkcií mozočkom.

- v CNS existuje 5 "súprav" pohybových centier 1 spinálne a 4 supraspinálne (mozgový kmeň, bazálne gangliá, mozoček a mozgová kôra); paralelné zapojenie mozočka (na rozdiel od ostatných zapojených sériovo nad sebou) naznačuje jeho hlavnú koordinačnú funkciu
- **mozoček/cerebellum:** dôležité integračné a koordinačné centrum mimovoľovej hybnosti a úmyselných pohybov; integruje informácie z mozgovej kôry, bazálnych ganglií, z RF, zo statokinetického čidla a proprio- a exteroreceptorov
 - sivá hmota je na povrchu, biela centrálna: strom života arbor vitae
 - má 3 základné časti: v strede je vermis, spája časti mozočka
 - *vestibulárny lalok (Vestibulocerebellum, archecerebellum)* je fylogeneticky najstarší, zabezpečuje: rovnováha, pohyby očí, zaisťuje vzpriamovacie reflexy
 - *cerebrálny lalok (Cerebrocerebellum, neocerebellum)* zabezpečuje programovanie pohybov (napr. hod lopty na kôš smer, sila, postoj tela...), jemná koordinácia pohybov

- *spinálny lalok (Spinocerebellum, paleocerebellum)* porovnáva plán pohybu s jeho realizáciou, má informácie aj z proprioreceptorov aj z mozgovej kôry
- mozoček funguje len počas pohybu tela ak je telo v pokoji a nevykonáva pohyby, mozoček nie je potrebný
- kôra mozočka sa skladá z 3 vrstiev: molekulárna, vrstva Purkyněho buniek a granulárna vrstva
- **Purkyněho bunky:** mohutným dendritickým stromom, ktorý je orientovaný kolmo na list mozočka a axón týchto buniek je jediným výstupom z mozočkovej kôry a končí v mozočkoých jadrách, ktoré sú v bielej hmote
- **granulárne bunky:** ktorých axóny smerujú k povrchu kôry a axón sa delí na tvar písmena "T" a tvoria synapsy s dentritmi Purkyneho buniek a Golgiho buniek
- košíčkové bunky: vysielajú axón, ktorý obkolesuje košíčkovým spôsobom telá Purkyneho buniek
- Golgiho bunky: v granulárnej vrstve
- machovité vlákna a šplhavé vlákna: vstup informácií, dostávajú informácie z rôznych receptorov. Majú inhibičné spojenia s granulárnymi bunkami
- ataxia: ťažká porucha koordinácie svalov, napr. opilecká chôdza, intenčný tremor: trasenie pred začatím pohybu, hyotonus: nízke napätie svalov

b) Zloženie a funkcie krvi.

- zloženie krvi: rozlišujeme krvné elementy a krvnú plazmu
- pomer medzi krvinkami a plazmou = **hematokrit** (u mužov: 0,44 +/- 0,05, u žien: 0,39 +/- 0,04) je to vlastne objemové percento, ktoré vyjadruje koľko krvniniek je v objeme krvi
 - krvné elementy: erytrocyty, leukocyty, trombocyty, amébocyty (ploskavce), énocyty (hmyz)
 - **krvná plazma:** tekutá zložka (extracelulárna tekutina), anorganické zložky (Na⁺, K⁺, Ca²⁺, P_i, Cl⁻, HCO₃⁻ zabezpečujú osmotickú hodnotu a pH plazmy), organické zložky (bielkoviny albumíny/globulíny/fibrinogén, glukóza + produkty metabolizmu glukózy ako laktát/citrát/pyruvát, tuky lipoproteíny, nebielkovinový dusík močovina/kreatín) podrobne v otázke o krvnej plazme → voda 90-92 %, proteíny 6-8 %, zvyšok 0,5-1 %

- funkcie krvi:

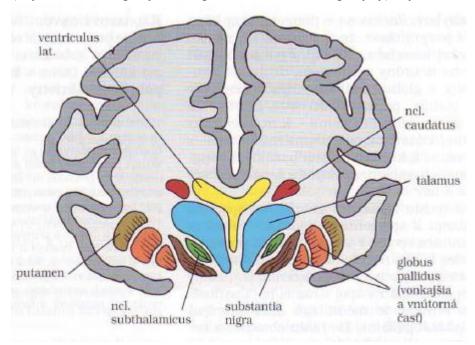
- nutričná funkcia: prívod kyslíka a živín k bunkám
- odvod odpadových produktov metabolizmu buniek do vylučovacích orgánov (pľúca CO₂, obličky)
- transport hormónov a iných účinných látok na miesto ich pôsobenia
- rozvod tepla a vyrovnávanie teplotných rozdielov v organizme, účasť na termoregulácii
- účasť na obranných mechanizmoch organizmu (špecifická a nešpecifická imunita) napr. biele krvinky
- účasť na regulácii homeostázy (izohydria stálosť pH , ozoosmia osmotická hodnota , izoiónia
 pomer iónov)
- **fylogenéza**: hydrolymfa (Echinodermata), hemolymfa (Insecta, Mollusca), krv (Annelida, Cephalopoda, Chordata)

14. a) Riadenie somatických funkcií na úrovni bazálnych ganglií.

- v CNS existuje 5 "súprav" pohybových centier 1 spinálne a 4 supraspinálne (mozgový kmeň, bazálne gangliá, mozoček a mozgová kôra); paralelné zapojenie mozočka (na rozdiel od ostatných zapojených sériovo nad sebou) naznačuje jeho hlavnú koordinačnú funkciu
- bazálne gangliá: v mozgu v hemisférach, ponorené do bielej hmoty sú to jadrá sivej hmoty uložené hlbšie v hemisférach, vyznačujú sa vysokou úrovňou metabolizmu náročného na kyslík a vysokým obsahoom medi v substantia nigra

zoznam bazálnych ganglií + zaužívané pomenovania:				
	nucleus caudatus striatum			
nucleus lentiformis	putamen	Siricium		
	globus pallidus (ext. et int.)			
	nucleus subthalamus			
	substantia nigra			

- putamen je súčasťou oboch celkov, patrí tu aj claustrum nie vždy je považované za bazálne ganglium, podľa fyziologických funkcií tu patrí aj nucl. amigdale
- majú úzke prepojenia s mozgovou kôrou a talamom, najvýraznejšie a najvýznamnejšie pre riadenie vôľových pohybov sú putamenový a kaudatový obvod
- sú tu 3 systémy neurónov: dopaminergné, cholinergné a GABA-ergné
- u nižsších stavovcov sú najvyšším motorickým centrom
- **funkcia:** riadenie zložitých vzťahov medzi podráždením a útlmom, pôsobia celkovo tlmivo na kôrové i podkôrové motorické centrá, aktivujú inhibičnú oblasť RF
- **poruchy činnosti:** akčný tremor, syndróm "olovenej ruky", syndróm "kamennej tváre", Parkinsonova choroba (degenerácia dopaminergných neurónov v *substancia nigra*. Prejavy : pomalosť pohybov *bradykinézia*, neschopnosť iniciácie *akinézia*, zvýšený svalový tonus *rigidita*), Huttingtonova chorea (zvýšená aktivita pohybov, nepravidelné a kŕčovté pohyby), Sydenhamova chorea



b) Erytrocyty a krvné doštičky. Erytropoéza a trombopoéza.

- ERYTROCYTY:

- funkcia: transport krvných plynov (O₂ a CO₂)
- **vzhľad:** bikonkávne disky povrch väčší ako guľa s rovnakým objemom, piškótovitý prierez, u cicavcov bez jadra, u iných stavovcov s jadrom;
- **membrána Er** má špecifickú štruktúru, keďže odoláva vonkajšiemu tlaku (vnútro je mierne hypotonické, teda erytrocyty sú stále mierne nafučané) a aby nepraskli, membrána je spevnená sieťou poprepájaných bielkovín *spektrín* a *aktín*
- fyziologická anizocytóza: rozdelenie podľa veľkosti: normocyty, mikrocyty, makrocyty
- poikilocytóza: prítomnosť tvarovo rozdielnych erytrocytov (napr kosáčikovitá anémia genetické ochorenie)

- **zánik erytrocytov**: životnosť Er je cca 120 dní, prebieha v slezine (mení sa štruktúra membrány, makrofágmi sú fagocytované, alebo apopticky eryptóza), Fe sa rozkladom hému uvoľňuje a spätnej transportuje do kostnej drene, po odšitepení Fe vzniká linerány tetrapyrol zelený pigment biliverdín
- **hemoglobín:** základná zložka Er, úlohou je transport krvných plynov a udržiavanie stálosti pH krvi, Fe²⁺ sa kovalentne viaže na histidín v globulíne
 - **obsah hemoglobínu v krvi:** muži: 135 170 g/l, ženy: 120 160 g/l → v 5 l krvi 600-850 g
 - **skladá sa** z hému (nebielkovinová zložka, 4 pyrolové jadrá tvoria porfyrín, Fe²⁺ v strede, 4 % molekuly) a globínu (bielkovinová zložka, viacero typov, 96 % molekuly); porfyrínové jadrá sú v molekule hemoglobínu 4 → 4 Fe²⁺ schopné naviazať kyslík
 - typy hemoglobínu:

hemoglobín A (HbA) – adultný, 2 α a 2 β reťazce

hemoglobín E (HbE) – embryonálny, niekoľko typov

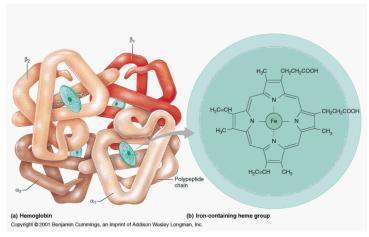
 $\textit{hemoglobín} \; \textit{F} \; \textit{(HbF)} - \text{fetálny, medzi } 10.$ a 32. týždňom vnútromaternicového vývinu, 2 α a 2

γ

hemoglobín S (HbS) – patologický typ, podmieňuje kosáčikovitú anémiu – výhoda voči malárii

- deriváty hemoglobínu:

- fyziologické:
 - 1. **oxygenovaný** hemoglobín (oxyhemoglobín) (1-4 kyslíky)
 - 2. **deoxygenovaný** hemoglobín (deoxyhemoglobín)
 - 3. **karbaminohemoglobín** po väzbe CO_2 , ale CO_2 sa viaže na aminoskupiny bielkovinovej časti
- nefyziologické:
 - 1. **karboxyhemoglobín** po väzbe CO
 - 2. **methemoglobín** oxidáciou Fe na trojmocné, aj fyziologicky (spätná redukcia methemoglobín reduktázou, kys. askorbovou a glutatiónom)



- ERYTROPOÉZA: totipotentná bunka v kostnej dreni → pluripotentná bunka hemocytoblast → 1. bunka erytroidného radu: proerytroblast → bazofilný normoblast: je menší a už obsahuje hemoglobín → polychrómny normoblast → ortochrómny normoblast: acidofilná cytoplazma → retikulocyty: vznikajú po vypudení jadra, zvyšky RNA tvoria jemnú sieťovinu po zafarbení, po 2-3 dňoch smerujú do krvi a po 2 dňoch cirkulácie dozrievajú → erytrocyty
- viac ako 15 retikulocytov na 1000 erytrocytov

v cirkulácii svedčí o zvýšenej erytropoéze

- **podmienky erytropoézy:** prísun Fe (pochádza z rozpadnutých hémových molekúl, ako trojmocné sa viaže na transferín, buď sa zabuduje do hemoglobínu alebo sa uloží do zásoby ako ferritín), AMK, Cu, Co → vit.B12, kys. listová
- riadenie hematopoézy:
 - vlastné krvotvorné riadiace faktory (CSF): regulujú celoživotnú obnovu kmeňových buniek v kostnej dreni a proliferáciu jednotlivých zárodočných buniek
 - cytokiníny: stimulujú krvotvorbu pri stresových situáciách
 - d'alšie rastové faktory: tvorené krvnými elementami a aj mezenchýmovými bunkami
 - **faktory inhibujúce proliferáciu krviniek:** hemoregulačné peptidy, kyslé izoferitíny, TGF-b, interferóny, TNF-a (*tumor necrosis factor*) a ďalšie

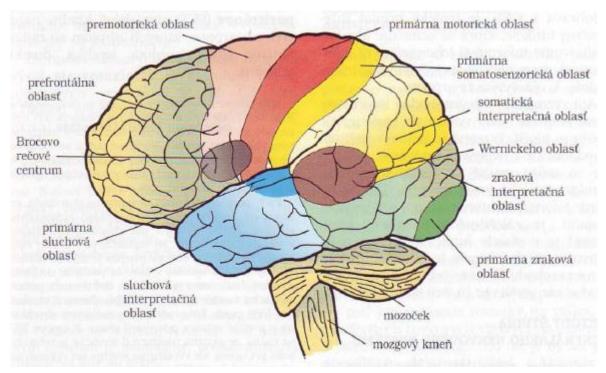
- **riadenie erytropoézy:** najdôležitejší humorálny regulátor je **erytropoetín** glykoproteín, syntetizuje sa v obličkách a pečeni, účinkuje na progenitorové kmeňové bunky, stimulje premenu erytroblastov, podporuje syntézu hemoglobínu
- sekrécia sa riadi negatívnou spätnou väzbou: pri tkanivovej hypoxii (poklesu tlaku kyslíka v tkanivách) sa zvyšuje tvorba erytropoetínu → zvyšuje tvorba erytrocytov → zvyšuje obsah kyslíka v tkanivách → znižuje tvorba erytropoetínu
 - ďalšie humorálne faktory: kortikoidy, tyreoidálne hormóny, rastový hormón → zvyšujú vylučovanie, androgény stimulujú vylučovanie EP, estrogény inhibujú (to je dôvod prečo muži majú viac erytrocytov)
 - nervová regulácia : stimulácia nuiektorých oblastí hypo talamu zvyšuje tvorbu erytrocytov (cez EP), lézie týchto oblastí znižujú tvorbu Er

- TROMBOCYTY:

- bezjadrové elementy, životnosť 10 dní, počet: 150-350*10⁹ na liter krvi, tretina je v zásobe v slezine, staré sa odstraňujú fagocytózou, trombocytóza (svalová práca, výšková hypoxia, pri stratách krvi, pri dehydratácii relatívna)/trombocytopénia
- obsahujú **rastový faktor PDGF** vplýva na hojenie rán, stimuluje delenie buniek pri tvorbe jazvy
- membrána trombocytu: receptory pre stimulujúce a inhibujúce faktory, imunologická špecifita, adhézia a agregácia doštičiek
 - **funkcie**: proces hemostázy, nevyhnutné pre rast buniek spojív (hojenie rán), účasť na zápalových procesoch (leukocyty produkujú PAF doštičky aktivujúci faktor, v α-granulách trombocytov je faktor permeablity zvyšuje priepustnosť krvnej cievy)
- TROMBOCYTOPOÉZA: prekurzorom je **megakaryocyt** v kostnej dreni, doštičky sa z neho tvoria odlupovaním, **regulácia** trombocytopoetínom

15. a) Funkčná architektúra mozgovej kôry.

- horizontálne plošné členenie Brodmanova mapa: vznikla na základe rozdielov v cyto- a myeloarchitektúre jednotlivých polí mozgovej kôry
 - jednotlivé oblasti sa ale prikrývajú, môžu sa do istej miery nahrádzať a prepojenie ich dráh je veľmi rozsiahle a počas života sa môže upravovať
 - máme ich asi 46 sú to označenia povrchu mozgu, tieto oblasti sa nekryjú s funkčnými centrami, slúžia skôr na orientáciu
- z funkčného hľadiska delíme mozgovú kôru na:
 - senzorické oblasti: zmyslový, vstupný aferentné neuróny z periférie, sietnice a sluchu
- motorické oblasti: pohybový, výstupný efektory, eferentné neuróny pre výkonné orgány (svaly, žľazy)
- **asociačné oblasti:** nedajú sa zaradiť medzi senzorické alebo výkonné a významne sa podieľajú na asociačných a integračných procesoch CNS veľký počet vzájomne zložito poprepájaných malých neurónov
- senzorické a efektorové oblasti v niektorých prípadoch tvoria funkčný celok senzorimotorická kôra
 prefrontálna oblasť: predný pól rontálneho laloku mozgovej kôry, oblasťou prechádzajú informácie
- prefrontálna oblasť: predný pól rontálneho laloku mozgovej kôry, oblasťou prechádzajú informácie
 z amygdaly a smerujú do limbických štruktúr → oblasť má význam pre správanie sa jedinca
- pri poškodení dochádza u človeka ku poruchám správania v spoločnosti, rozvratu osobnosti a zmenám intelektu
- **temporálna oblasť:** zapojená do procesu učenia a pamäte, Brocovo motorické rečové centrum, Wernickovo senzorické rečové centrum, diferenciačné centrum vzťah ku rozlišovaniu jednotlivých slov



b) Skupinové vlastnosti krvi.

- krvné skupiny určujeme na základe zhlukovania neznámych červených krviniek, ktoré sú nositeľmi aglutinogénov, známymi aglutinínmi krvnej plazmy alebo séra
- aglutinogén- antigén- ktorákoľvek látka, ktorý po vniknutí do vnútorného prostredia organizmu vyvolá tvorbu protilátok
- protilátka je molekula syntetizovaná plazmatickými bunkami na určitý antigénny podnet
- najdôležitejšie systémy pri určovaní krvnej skupiny sú systémy AB0 a Rh faktor
- organizmus s určitým antigénom na svojich erytrocytoch nikdy nemá v plazme prítomné príslušné protilátky, ale len protilátky k ostatným antigénom → antigény sa nestretnú so svojou protilátkou a nedochádza tak ku aglutinácii krvi
- aglutiníny sú prirodzené protilátky, nevznikli v dôsledku imunizácie organizmu
- na základe systému AB0 môžeme rozdeliť ľudskú populáciu do štyroch skupín A, B, AB, 0
- Rh systém obsahuje 6 základných antigénov : D, C, E, d, c, e. Ústredným antigénom tohto systému je D
- erytrocyty, ktoré tento antigén obsahujú na svojej membráne sa označujú Rh-pozitívne a tie, ktoré ho neobsahujú ako Rh-negatívne → na rozdiel od systému AB0, v krvi Rh-negatívnych osôb sa nenachádzajú prirodzené anti-D protilátky, tie sa môžu vytvoriť po transfúzii Rh-pozitívnej krvi alebo po opakovanom otehotnení Rh-negatívnej matky Rh-pozitívnym plodom
- najčastejšia krvná skupina v Slovenskej populácii je A (42%), potom skupina 0 (38%), B (13%) a AB (7%).

Známe antiséra	Neznáme vyšetrované erytrocyty
anti-A	-
anti-B	+
anti-AB	+
anti-D	+

Poznáme 33 ďalších krvných systémov- MNS, P, Kell, Lewis, Duffy, Kidd, Knops, Diego. Ich antigény sa vyskytujú v krvi spolu s antigénmi AB0 a D – krv je teda presnejšie opísaná. Diego pozitívnu krv majú iba niektoré skupiny obyvateľov Východnej Ázie a americkí Indiáni. Duffy negatívna krv je čiastočne imúnna voči malárii. Fisherov systém upresňuje pomerne zložitý Rh faktor, ktorý môže byť zapríčinený výskytom jedného z troch génov C/c, D/d a E/e na chromozóme 1. Ďalšie systémy krvných typov nie sú významné pri transfúziách krvi, ale majú význam pri forenznej analýze, napríklad pri určovaní páchateľov trestných činov.

Dedičnosť krvných skupín je autozómová (ABO na 9. chromozóme, Rh na 1. chromozóme). Krvné skupiny sa dedia po oboch rodičoch. Typ krvi je určený jediným génom s tromi alelami: i, IA a IB. Alela IA zodpovedá typu A, IB zodpovedá typu B a i zodpovedá typu 0. IA a IB sú dominantné nad i, takže ľudia s

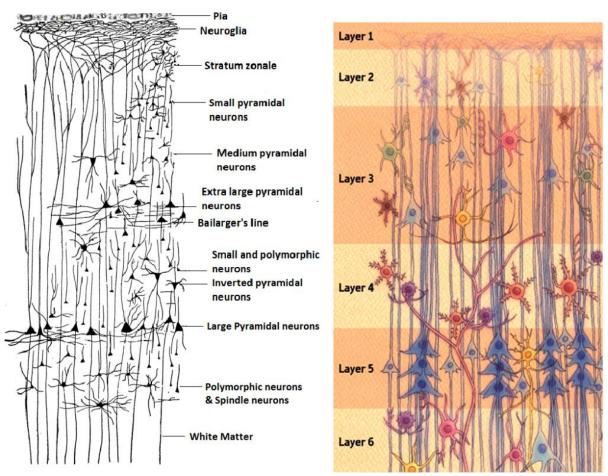
alelami ii majú typ 0, ľudia s alelami IAIA alebo IAi majú typ A a ľudia s alelami IBIB alebo IBi majú typ B. Ľudia s alelami IAIB majú oba fenotypy, pretože A a B sú kodominantné. Preto je pre rodiča s krvným typom AB prakticky nemožné mať dieťa s typom 0 (ale nie je to priamym dôkazom, že dieťa nie je jeho). Je však možné, aby rodičia s krvnými skupinami A a B mali dieťa s krvnou skupinou 0.

Rh faktor je určený dvoma alelami, D a d. Ide o úplnú dominanciu, teda dominantne homozygotný jedinec s DD a heterozygot Dd bude Rh-pozitívny a len recesívny homozygot dd bude Rh-negatívny.

16. a) Riadenie motoriky mozgovou kôrou. Priama a nepriama kortikospinálna dráha

- v CNS existuje 5 "súprav" pohybových centier 1 spinálne a 4 supraspinálne (mozgový kmeň, bazálne gangliá, mozoček a mozgová kôra); paralelné zapojenie mozočka (na rozdiel od ostatných zapojených sériovo nad sebou) naznačuje jeho hlavnú koordinačnú funkciu
- celkové delenie:
 - 1. **Archipallium** (**allocortex**): riadenie autonómnych funkcií a niektorých asociačných funkcií (emócie, pamäť)
 - 2. **Neopallium (isocortex**): riadenie somatických funkcií, miesto vedomej, subjektívnej analýzy senzorických vstupov
- **cortex:** molekulárna vrstva, vonkajšia granlárna vrstva (pyramidálne bunky), vonkajšia pyramidálna vrstva, vnútorná granulárna vrstva, vnútorná pyramidálna vrstva (najväčšie pyramidálne bunky, z ich axónov sa tvoria pyramidálne dráhy, ktoré vedú do miechy bez prerušenia), multiformná vrstva

Histological Structrure of the Cerebral Cortex



- postupnosť aktivít nervových štruktúr pri realizácii vôľového pohybu: na úvod je myšlienka vykonať pohyb, najprv ide cez asociačné centrá, mozoček, bazálne gangliá, motorická kôra (vydanie pohybu) a mozoček (samotná realizácia pohybu pomocou čiastkových dejov):

- 1. Rozhodnutie o vykonaní pohybu a voľba stratégie : aktivácia *lobus prefrontalis*. Súčasne frontálna kôra dostáva informácie z asociačných centier v parietálnej kôre (analýza polohy tela a končatín v priestore. Je aktivovaný okruh cez bazálne gangliá. **Fáza "Pripravit' sa !"**
- 2. Plán fyzickej realizácie pohybu : aktivácia premotorickej a sekundárnej motorickej oblasti. **Fáza** "Pozor!"
- 3. Vydanie povelu na realizáciu pohybu : aktivácia primárnej motorickej kôry. Fáza "Štart!"

- kortikospinálne dráhy:

- **priama pyramidálna:** začína v Becových bunkách primárnej motorickej kôry → prechádza pomedzi bazálne gangliá cez interné septum (jeho poškodenie/trombóza spôsobuje ochrnutie) → mozgový kmeň → predĺžená miecha 90 % vlákien sa prekrižuje a pokračuje v tr. corticospinalis lateralis, 10 % pokračuje priamo v tr. corticospinalis anterior
 - úlohou je rýchly prenos nervových vzruchov k eferentným neurónom, pričom je dôležitá rýchlosť a nie presnosť pohybu
- nepriama extrapyramidálna: multisynaptická, prepája sa v jadrách mozgového kmeňa, napr. nucleus rubrum → rubrospinálna dráha, dráhy sú fylogeneticky staršie a vedú vzruchy pomalšie (kvôli synapsiám), ale sú lepšie ovplyvniteľné v jadrách môžu byť impulzy zosilnené/zoslabené
 - prepája sa aj s γ-motoneurónami dôležitá funkcia pre presnosť vykonávaných pohybov

b) Plazmatické bielkoviny a ich funkcie.

- krvná plazma obsahuje 6-8 % bielkovín, v dospelosti 60-80 g/l: albumíny, globulín a fibrinogén

albumíny: 35-50 g/l
globulíny: 25 g/l
fibrinogén: 1,5-3,5 g/l

- **albumínovo-globulínový kvocient:** fyziologicky 1,8, zmena kvocientu je diagnostickým znakom (problémy s obličkami alebo zápalové procesy)

- funkcie:

- **udržiavanie objemu plazmy:** bielkoviny nevedia prechádzať mimo intravaskulárneho priestoru udržiava sa tak stály onkotický tlak 3,3-4 kPa (25-30 mmHg), pri poklese tlaku vzniká edém (opuch, nadbytok tekutiny sa akumuluje extravaskulárne), najväčším dielom prispievajú albumíny
- účasť na procesoch zrážania krvi: patrí medzi ne väčšina faktorov zrážania krvi
- **transportná funkcia:** *albumín* → bilirubín, mastné kyseliny, lieky; *globulín*→ železo (transferín), meď (ceruloplazmín); hormóny naviazané na bielkoviny sú takto chránené pred vylúčením obličkami, vápnik
- účasť na imunitných reakciách organizmu: imunoglobulíny → protilátky krvných systémov, chladové aglutiníny
- význam pri udržiavaní izohydrie/acidobázickej rovnováhy: bielkoviny sú amfolyty podľa postredia prijímajú alebo uvoľňujú H⁺, pri pH 7,4 (mierne zásadité pH) sa správajú ako slabé kyseliny, pri poklese pH (okysľovaní) viažu H⁺ čím ju robia zásaditejšou
- zdroj energie: počas hladovania ako posledný zdroj energie
- **elektroforetický aparát:** používa sa na oddelenie bielkovín krvnej plazmy → milion obkecov ale je to klasická elektroforéza v agarózovom gély

17. a) Štruktúra a funkcie sympatika.

- thorakulumbálna časť autonómneho systému, eferentná
- skladá sa z dvoch neurónov:
 - 1. pregangliový neurón je uložený v mozgovom kmeni alebo v mieche, axóny tvoria pregangliové vlákno
 - 2. postgangliový neurón : uložený v autonómnych gangliu alebo v stene inervovaného orgánu
- pregangliové vlákna sympatika sa začínajú v neurónoch laterálneho rohu miechy všetkých torakálnych a prvých dvoch lumbálnych segmentov → axóny opúšťajú miechu cez predné korene ako spinálne nervy → po krátkej vzdialenosti vstupujú do paravertebrálnych ganglií, gangliá sú po oboch stranách chrbtice a spolu tvoria truncus sympaticus → v gangliu sa nervy sympatika delia, časť tvorí synapsie s neurónmi ganglia, časť vstupuje do ganglia nad ním, časť do ganglia pod ním a časť smeruje do periférnych preverterálnych ganglií a vytvárajú synapsie tam → axóny gangliových neurónov inervujú viscerálne efektory (výnimku tvoria vlákna smerujúce do nadobličiek, ktoré prechádzajú gangliami bez synapsií)
- neuróny ANS podľa mediátora sa delia na:
 - **1. cholinergné neuróny**: všetky pregangliové neruróny sympatiku a parasympatiku + všetky postgangliové neuróny parasympatiku + niektoré postgangliové neuróny sympatiku (inervácia potných žliaz, hladkej svaloviny ciev kostrových svalov (*vazodilatačné vlákna*)
 - 2. adrenergné neuróny: ostatné sympatické postgangliové neuróny
- **funkcia:** uplatňuje sa pri príprave organizmu na namáhavé/núdzové situácie spojené s rizikom útok alebo útek
- Na jednej strane máme parasympatikus a na druhej sympatikus. Oba systémy účinkujú približne antagonisticky. V oblasti **oka** sú autonómne nervy z parasympatiku. Gangliá sú posunuté smerom ku cieľovým orgánom, sú v hlavovej časti tela. Parasympatikus spôsobí zúženie zrenice, sympatikus opačne. Účinky oboch systémov majú logiku. Sympatikus pripraví organizmus na psychickú a fyzickú záťaž (orgány potrebné pre zvládnutie reakcie na stresový podnet). Parasympatikus je keď organizmus je v kľudovom stave. Vtedy parasympatikus stimuluje (trávenie, vylučovanie). **Slinné žľazy**: oba systémy stimulujú. Parasympatikus pôsobí hlavne na príušnú slinnú žľazu, ktorá tvorí veľké množstvo riedkych slín. Sympatikus najmä podjazyčnú a podčeľustnú žľazu, ktoré tvoria hustejšie sliny. Potom je to účinok na **hladké svaly dýchacích ciest**. Parasympatikus spôsobí bronochokonstrikciu sťahovanie ciest. Sympatikus pôsobí relaxačne, cesty sa rozširujú. Pôsobenie na **srdce** je intenzívne. Sympatikus sa zbieha z viacerých segmentov. Sympatikus zvýši frekvenciu a silu srdečného sťahu, zvyšuje minútový výdaj srdca. Parasympatikus zasahuje z vetiev blúdivého nervu a tento spomaľuje srdcový rytmus. **Tráviaca sústava**: parasympatikus zvyšuje motalitu žalúdka, tenké črevo perilstatika a vylučovanie pankreatických enzýmov. Sympatikus vylučovanie žlče. **Vylučovacia sústava** parasympatikus: tvorba moču v obličkách, sympatikus vylučovanie mužských hormónov + erekcia + naplnenie corpus cavernosa.

b) Mechanizmy hemostázy.

- zastavenie krvácania
- fázy:

1. vazokonstrikcia

- stimulom je poranenie cievy, okamžitá reakcia hladkých svalových buniek cievnej steny (lokálne), u väčších ciev ide o reflexnú vazokonstrikciu riadenú sympatikom, ďalej sú to humorálne faktory vylučované trombocytmi (serotonín, adrenalín)

2. akumulácia trombocytov

- niekoľko sekúnd po poškodení vzniká primárna hemostatická zátka z akumulovaných trombocytov,
 podnetom je kontakt trombocytov s poškodeným endotelom
- proces akumulácie:

- **adhézia:** po odhalení subendotelových štruktúr sa dostávajú do kontaktu s *kolagénom* a "lepia" sa na poškodený úsek, glykoproteínové receptory trombocytov interagujú s receptormi kolagénu, väzbu uľahčuje *ADP* a *von Willebrandov faktor*
- **zmena tvaru a uvoľňovanie aktívnych látok:** po nalepení nadobúdajú sférický tvar, zväčšujú povrch a vytvárajú výbežky ku endotelu → uľahčuje kontakt so susednými trombocytmi, *aktín* a *myozín*, následne uvoľňujú aktívne látky z granúl (serotonín, PDGF) → spomaľujú tok krvi
- agregácia: nastáva po adhézii prvej vrstvy trombocytov, stimulátormi je ADP, trombín, tromboxán a vápnik → nahromadené trombocyty sa spájajú fibrinogénom za vzniku agregačných komplexov

3. hemokoagulácia

- zrážanie krvi, súbor reakcií pri ktorých nastáva premena rozpustného plazmatického fibrinogénu na nerozpustný **fibrín,** prokoagulanciá urýchľujú, antikoagulanciá spomaľujú
- 3 čiastkové procesy:
 - **vytvorenie aktivátora trombínu:** tvorí sa dvomi cestami, v obidvoch prípadoch majú faktory zrážania, ktoré sa kaskádovito aktivujú (syntetizujú sa v pečeni a je treba vit.K), po poranení sa začínajú súčasne oba mechanizmy, vonkajšia cesta zráža za 15 s, vnútorná až po niekoľkých minútach
 - *vonkajšia cesta:* začína poškodením cievy \rightarrow z poškodených tkanív sa uvoľňuje tkanivový faktor III tromboplastín \rightarrow ten tvorí komplex s faktorom VII \rightarrow za prítomnosti Ca²⁺ aktivuje faktor X \rightarrow faktor Xa (a ako aktivovaný) + tkanivové fosfolipidy + faktor V \rightarrow tvoria komplex aktivátor protrombínu
 - *vnútorná cesta:* začína kontaktom krvi s kolagénom → po kontakte s kolagénom (alebo všeobecne zmáčavým povrchom, napr sklom) sa faktor XII aktivuje, z rombocytov sa uvoľňujú fosfolipidy a doštičkový faktor 3 → faktor XIIa aktivuje faktor XI → XIa aktivuje IX → IXa + VIIIa + doštičkové fosfolipidy aktivujú X → faktor Xa + V + fosfolipidy → tvoria komplex aktivátor protrombínu (no idea z kade sa nabral VIIIa faktor)
 - premena protrombínu na trombín: aktivátor protrombínu za prítomnosti dostatočného množstva
 Ca²⁺ mení protrombín na trombín
 - premena fibrinogénu na fibrín: trombín odstraňuje z fibrinogénu 4 peptidy a vytvára tak monomér fibrínu, ktorý má prirodzenú polymerizačnú schopnosť, pre stabilizáciu začiatku polymerizácie je dôležitý faktor XIIIa (plazmatický globulín) → vzniká pevná fibrínová sieť zachytávajúca krvinky a plazmu tvorba koagula sekundárnej hemostatickej zátky → nasleduje retrakcia koagula, priblíženie jeho okrajov činnosťou doštičiek, čím sa vytláča zo zátky sérum (plazma ale bez fibrinogénu)

4. aktivácia fibrinolýzy

- po zastavení krvácania nastáva štiepenie fibrínu na degradačné produkty za pomoci fibrinolytického systému
 4 zložky:
 - plazminogén: v plazme, po aktivácii sa mení na plazmín
 - plazmín: fibrinolyzín, proteolytický enzým, rozkladá fibrínu, protrombín a faktory V, VIII a XII
 - **aktivátory plazminogénu:** plazmatické aktivátory (trombín, kalikreín, kininogén), tkanivový aktivátor a exogénne aktivátory (streptokináza produkovaná streptokokmi, urokináza vylučovaná obličkami)
 - inhibítory plazmínu: regulujú fibrinolýzu, inaktivuje ho

- protizrážavé faktory (anikoagulanciá)

- 1. endotelové povrchové faktory
- neporušený cievny endotel (nezmáčavý povrch)
- *glykokalyx* vrstvička mukopolysacharidov na vnútornom povrchu endotelu (odpudzuje faktory zrážania a trombocyty)
- trombomodulín (viaže trombín, čím spomaľuje zrážanie)

- 2. malé množstvá trombínu sa neustále odstraňujú pečeňou
- 3. kontinuálny tok krvi
- 4. antitrombín III (syntéza v pečeni)
- 5. heparín (mukopolysacharid produkovaný mastocytmi a uvoľňovaný bazofilnými leukocytmi do krvi; účinnosť heparínu s zvyšuje v komplexe s antitrombínom

18. a) Autonómne ústredia v CNS.

- nachádzajú sa v mieche (segmentálna organizácia), v mozgovom kmeni, hypotalame a mozgovej kôre
- ústredia v mozgovom kmeni:
 - 1. ústredia pre príjem a spracovanie potravy (sací reflex, slinenie, prehltávanie, sekrécia žalúdočnej a pankreatickej šťavy, zvracanie)
 - 2. centrum pre reguláciu glykémie (glukoreceptory)
 - 3. zrakové reflexy (stredný mozog)
 - 4. vitálne centrá v RF mostu (dýchacie centrum, kardiovaskulárne centrum)
- ústredia v hypotalame:
 - **1. termoregulačné centrum**: udržiavanie stálej telesnej teploty podchladenie: vzostup tonusu svalstva, tras, zúženie kožných ciev, sekrécia adrenalínu v nadobličkách
 - 2. centrum strachu a agresie: súčasť limbického systému
 - **3. riadenie sexuálneho správania**: lézie v prednom hypotalame vedú k poklesu pohlavného záujmu u oboch pohlaví, pohlavné hormóny podnecujú aktivitu týchto centier
 - **4. príjem potravy**: nucl. ventromedialis tzv.centrum sýtosti, nucl. lateteralis centrum hladu
 - **5. príjem vody** : reaguje na vzostup osmotického tlaku (osmoreceptory) a na dráždenie volumoreceptorov v cievach
- **ústredia v mozgovej kôre:** allokortex je súčasťou limbického systému vznikajú zložité kortikoviscerálne vzťahy (narušenie: hypertenzia, žalúdočné vredy, atď.) *psychosomatické ochorenia*

b) Fyziológia krvného obehu – časti cievneho systému a ich funkcie.

- krvný obeh je systém, ktorý vedie krv zo srdca do tkanív a späť do srdca; delí sa na veľký (systémový) a malý (pľúcny)
- oddiely cievneho systému u človeka:
 - **distribučný** systém (tepny-artérie, tepničky arterioly)
 - **difúzny** systém (kapiláry artereriózne a venózne)
 - **zberný** systém (žily –vény, žilky venuli)
- **funkcia artérií:** hlavný určovatelia krvného tlaku, určujú prietok krvi jednotlivými orgánmi, najviac prispievajú ku vznikku periférneho odporu (60 %)
- funkcia kapilár: výmena živín a plynov medzi krvou a tkanivami, priemerná šírka: 6 um, dĺžka: 1 mm, celková dĺžka kapilár v tele človeka: 42 tis. km, len 40 % objemu arteriol -> zníženie rýchlosti prietoku krvi, rôzna priepustnosť steny kapilár v rôznych orgánoch (najmenej: mozog, najviac: pečeň)
- transport látok cez steny kapilár: veľké proteíny neprechádzajú, menšie aktívnym transportom cez endotelové bunky. Malé molekuly cez štrbiny medzi bunkami, plyny priamo difundujú. Prepojenie medzi vénami a arteriami: Prítomné sú tu metaarterioly obsahujú svalovinu a tam sú prekapilárne sfintre, ktoré zastavujú prietok krvi do týchto kapilár napríklad pri pôsobení chladu.
- funkcie žíl: kontrakcia svlastva vo venulách zvyšuje kapilárny tlak, objemový rezervoár krvi (60 % krvi), kladú malý odpor pri návrat krvi do srdca, reflexnou kontakciou priesvitu stály *venózny návrat*, sú inervované sympatikom (zvýšený návrat po vyplavení noradrenalínu), mechanizmy zvyšujúce venózny

návrat: svalová pumpa (spočíva v tom, že v končatinách veľké žily sú medzi svalmi a ked sa svaly kontrahujú, žila sa stlačí), respiračná pumpa

- **krvný obeh cicavcov:** krv okysličená zo srdca prúdi cez aortu, ktorá sa delí , krv ide do mozgu a celého tela odtiaľ sa zbiera odkysličená krv do žily, ktorá vstupuje do srdca. Do srdca idú vény zo srdca artérie.
- malý obeh (nízkotlakový): Pľúcna krv 4 pľúcne žili do ľavej predsiene a potom ľavej komory a potom do tela. Samotné srdce má nejaké časti, napr. koronárny systém zásobovanie svaloviny srdca. Sú dve: ľavá a pravá dostávajú krv s odstupujúcej aorty. Vény odvádzajú odkysličenú krv do PP najčastejšie. Na rozdiel od iných orgánov medzi jednotlivými cievami neexistujú anastomózy = prepojenia, ktoré umožňujú aby sa pri upchaní cievy dostala krv k tomu miestu inou cestou. V srdci sú chlopne. Z predsiene do komôr a z komôr do artérie. Medzi PP a PK trojcípa chlopňa, medzi ĽK a ĽP dvojcípa chlopňa. Chlopne sú fixované pomocou šliach a papilárnych svalov a otvárajú/zatvárajú sa pasívne na základe rozdielu tlakov v predsieni a komore.
- prierez srdcovým svalom: srdce má tri vrtstvy: endokard, myokard a epikard + osrdcovník = perikard. Najvnútornejšia vrstva je vystlaná zvnútra hladkou vrstvou endotelu, ktorá zabezpečuje malé trenie a bráni zrážaniu krvi. Potom je to spojivové tkanivo a najhrubší je pracovný myokard, ktoré je tvorený kardiomyocytmi. A Sú tam aj bunky prevodového systému vzruchov. Epikard je tenší, skladá sa z endotelu a je tu spojivové tkanivo. Perikard je blana, ktorá uzatvára srdce, chráni ho mechanicky a znižuje trenie. Srdcový sval je špeciálny druh svaloviny má priečnu pruhovanosť, ale má onú stavbu, lebo bunky vytvárajú syncýtium bunky sú poprepájané cez interkalárne disky, ktoré prenášajú silu kontrakcie z bunky na bunku.

19. a) Asociačné funkcie CNS (fázy spánku a bdelosti, metódy registrácie aktivity CNS).

- asociačné centrá zaberajú najväčšiu časť mozgovej kôry, riadenie rytmu spánok a bdelosť, pamäť, učenie, vedomie, logické myslenie, emócie
- [- **asociačné polia frontálnych lalokov:** vyššie nervové a intelektuálne procesy plánovanie správania, komplexné riešenie problémov
- **asociačné polia parietálnych lalokov:** interpretácia senzorických informácií prispievajúcich k porozumeniu reči a voľbe slov, rozpoznávanie predmetov, uvedomovanie si vlastných častí tela
- **asociačné polia temporálnych lalokov:** uchovanie komplexných zmyslových skúseností, pamäť vizuálnych scén, hudobné a iné senzorické zážitky
- asociačné polia okcipitálnych lalokov: analýza komplexných zrakových signálov, rozpoznávanie tvárí]
- fázy spánku a bdelosti: pre udržanie rytmu je dôležité prostredie závisí od zmien v podnetovom poli (psy s preťatými zrakovými, sluchovými a čuchovými dráhami spali 23,5 h/deň)
- **bdenie**: stav organizmu, ktorý dovoľuje dynamický kontakt s okolím a vyberať z množstva senzorických podnetov podľa ich závažnosti; rozhodujúcu úlohu majú neuróny talamu a RF; počas bdelého stavu funguje *retikulárny aktivačný systém (RAS)*, ktorý "preddepolarizuje" neuróny, tým pádom sú rýchlejšie depolarizované a prenos vzruchov je tak rýchlejší
- **spánok:** opak bdelosti, reverzibilné oslabenie/strata kontaktu s okolím, nastáva pokles dráždivosti kôrových neurónov na senzorické podnety hĺbku spánku môžeme exaktne určiť podľa intenzity podnetu, ktorý ho preruší
- spánok môže navodiť absencia podnetov (v noci nie sú zrakové podnety 80 % všetkých podnetov
 + sluchové + v ležiacej polohe ani proprioreceptívne) alebo vyradenie serotonínu, ktorý blokuje RAS
- **fázy spánku:** celý cyklus trvá 90 min. (3-5 za noc)

ortodoxný NREM:

fáza A - driemanie pod zaspaním, dominuje alfa-rytmus fáza B - po zaspaní, alfa rytmus je nahradený theta rytmami

- fáza C ľahký spánok, spánkové vretienka a K-komplexy
- fáza D mierne hlboký spánok, delta vlny (3,0-3,5 Hz)
- *fáza E* hlboký spánok, pomalé delta vlny (0,7 1,2 Hz)

paradoxný REM:

REM - rýchle pohyby očných gulí, atonia, EEG ako pri hlbokom spánku, sny, iba u stavovcov

- pri dlhodobom vylúčení REM spánku nastáva problém so sústredením, podráždenosť a agresivita → pri deprivácii REM spánku zvýšenie podielu počas ďalšieho spánku, REM slúži zrejme ako mechanizmus psychickej regenerácie
- biologický význam spánku: nie je celkom objasnený, má význam najmä pre CNS pri spánkovej deprivácii zhoršenie schopnosti pamäte a učenia

Ukazovateľ	Spánok NREM	Spánok REM
EEG	δ-rytmus	β-rytmus
Frekvencia dýchania	nižšia a pravidelná	zvýšená a nepravidelná
Frekvencia systol	nižšia a pravidelná	zvýšená a nepravidelná
Tonus kostrových svalov	nízky	vymiznutý
Pohyby očných bulbov	bez pohybov	rýchle
Hĺbka spánku	menšia	väčšia
Metabolizmus mozgu	nízky	zvýšený až o 20 %
Prietok krvi	nezmenený	výrazne zvýšený
Podiel na celkovom trvaní spánku – u dospelých – u novorodencov – u nedonosených detí	80 % 50 % 20 %	20 % 50 % 80 %
Následky deprivácie	telesná vyčerpanosť	úzkosť, neistota, agresivita
Časová kompenzácia deprivácie	neúplná	úplná
Sny	zriedkavé a s myšlienkovým obsahom	takmer pravidelné a so zmyslovým obsahom

- **metódy registrácie aktivity CNS:** Meranie sumárnej aktivity mozgových neurónov **EEG = elektroencefalograf** krivky sú sumačné pre niekoľko 100k neurónov
 - objav: Hans Berger (1929)
 - rozsah: frekvencií : 1 50 Hz, amplitúdy: 10 100 uV (závisí od miesta snímania)
 - pri snímaní priamo z povrchu mozgu (elektrokortikogram) amplitúda je 10 x vyššia
- vymiznutie EEG: mozgová smrť človek je ireverzibilne mŕtvy, aj keby sa podarilo obnoviť základné vegetatívne funkcie (dýchanie)

- encefalogram:

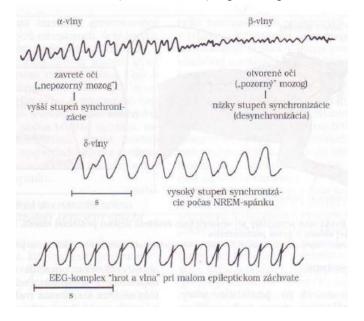
- **synchronizovaný záznam:** neuróny sú v rovnakej fáze depolarizácie/hyperpolarizácie, napr počas ortodoxného spánku, nízka frekvencia vĺn a vyššia amplitúda
- desynchronizovaný záznam: neuróny sú v rôznej fáze, pri miernej prevahe jedného alebo druhého stavu získame vysokú frekvenciu ale nízku amplitúdu, napr bdelý stav
- podľa frekvencie a amplitúdy:
 - α-rytmus: bioelektrická aktivita nesústredeného bdelého mozgu, 8-13 Hz, 10-50 uV
 - β-rytmus: bdelý sústredený človek, 14-25 Hz, 5-10 uV

- θ-rytmus: téta, malé deti, frustrovaný dospelý, 4-7 Hz, >50 uV
- δ-rytmus: ortodoxný spánok, 3,5 Hz, 200 uV
- praktický význam: monitorovanie anestézie, rozhodujúce kritérium smrti
- iné metódy pre meranie aktivity regiónov mozgu:

PET (pozitrónová emisná tomografia)

MRI (magnetické rezonančné zobrazovanie)

fNMR (funkčné MRI) – priamo počas činnosti



b) Artérie. Regulácia krvného tlaku.

- sú súčasťou distribučného cievneho systému spolu s arteriolami
- stavba artérií:

tunica intima - vnútro je vystlané endotelom – zabezpečuje nezmáčanlivý povrch

- t. media tvorená elastínom, kolagénom a hladkosvalovými bunkami
- t. externa chráni cievu mechanicky
- sú vyživované vasa vasorum
- v smere od aorty po arterioly sa podiel elastickej zložky zmenšuje a podiel svalovej zložky zväčšuje (v kapilárach už svalovina kvôli difúzii vôbec nie je)
- **funkcia artérií:** hlavný určovatelia krvného tlaku, určujú prietok krvi jednotlivými orgánmi, najviac prispievajú ku vznikku periférneho odporu (60 %)
- arteriálny krvný tlak: P = Q * R (Q prietok krvi, R prúdový odpor v orgáne)
 - Elastický odpor závisí od elastických vlastností stien artérií
 - meradlo: poddajnosť (compliance) steny cievy
 - pri systole komory: 2/3 krvi zostáva v rozšírenej artérii, 1/3 sa posunie ďalej
 - rozdiel medzi systolickým a diastolickým tlakom tlakový pulz
 - priemerný art. tlak : TKP = DT + 1/3(ST DT) ST- systola, DT-diastola
- **fyziologické zmeny krvného tlaku:** Systola a diastola, Inspírium a expírium, Poloha tela (v ortostáze sa DTK zvyšuje a STK znižuje), Teplota (vystavenie chladu zvyšuje TK), Vplyv emócií a duševnej práce, Cirkadiánny rytmus, Vplyv veku a pohlavia
- regulácia tlaku krvi: zo vzorca vyplýva, že rozhodujúcim parametrom pre zmeny tlaku krvi je priemer cievy
 - 1. miestna regulácia (autoregulácia) nezávislá na nervových a hormonálnych vplyvoch
 - aktívna hyperémia : zvýšenie prekrvenia orgánu pri zvýšení rýchlosti metabolizmu (napr. sval pri práci), rozšírením ciev

- **autoregulácia tlaku**: udržanie prietoku krvi rozšírením ciev pri poklese arteriálneho tlaku alebo upchatí niektorých prívodných artérií
- reaktívna hyperémia : reakcia na uvoľnenie cievy po jej úplnom upchatí
- 2. vonkajšie faktory riadenia: baroreceptorové reflexy
 - **sympatické nervy** vylúčenie noradrenalínu na postgangliových zakončeniach (areceptory, vazokonstrikcia)
 - **hormóny** adrenalín spôsobuje vazokonstrikciu pri väzbe na a-receptory (väzba na b-receptory vazodilatácia ,napr. svaly, srdce)
 - angiotenzín II : vazokonstricia arteriol a aktivácia sympatiku
 - vazopresín (ADH): vazokonstrikcia a zvýšenie resorpcie vody v obličkách
 - **enzýmová regulácia**: žľazy zvyšujú svoje prekrvenie (enzým kalikreín štiepi kininogén na bradykinin)
- v endoteli kapilár:
 - **NO** oxid dusný (starší názov: EDRF): po difúzii do hladkej svalovinu indukuje jej relaxáciu, v endotele artérií aj pri tzv. viskózny ťah (ang. shear stress)
 - prostaglandín I2: ako odpoveď na deformáciu a hypoxiu
 - prostaglandín E2 (PGE2) : uvoľnenie hladkých svalov (napr. v obličkách)
 - endotelíny : v nízkych konc. vazodilatácia, vysoké konc. vazokonstrikcia
- dalšie vazoaktívne látky: histamín, kiníny (bradykinín), sérotonín
 (celá regulácia netuším podľa čoho rozdelené, v knihe Javorka s. 168-186 úplne ináč podelené, toto z poznámok)

20. a) Asociačné funkcie CNS (mechanizmy pamäte a učenia).

Pamäť a učenie sú vyššie nervové funkcie, ktoré sa viažu na mozgovú kôru. Vzájomne úzko súvisia, pretože pamäť je základným predpokladom učenia a učením sa pamäť trénuje a zdokonaľuje. Prijímanie, uchovávanie a reprodukcia informácií sú nevyhnutné pre adaptáciu k prostrediu. U človeka – len 1% informácií vstupujúcich do mozgu sa uchová v dlhodobej pamäti

PAMÄŤ možno definovať ako ukladanie (uchovávanie, tezauráciu) informácií do "depozitu" (banky údajov), z ktorého sa v prípade potreby môžu vybrať a použiť.

Druhy pamäte na základe dĺžky udržania informácie, teda z časového hľadiska:

- 1. senzorická pamäť len zlomky sekundy, okamžite sa zabúda, aktivizácia mozgovej kôry
- 2. primárna pamäť (krátkodobá) niekoľko sekúnd až minút, maximálne pár hodín
 - filter bezvýznamných informácií, ak sa presúvajú do dlhodobej pamäte nazýva sa to proces konsolidácie
- 3. sekundárna pamäť (dlhodobá) uchováva sa aj po závažných poraneniach mozgu, pokiaľ nie sú priamo poškodené štruktúry, ktoré sa pokladajú za jej centrá, nebýva poškodená elektrošokmi ani otrasom mozgu predpokladá sa, že uchovanie pamäťovej stopy môže mať biochemickú podstatu

Druhy pamäte podľa typu informácie:

- 1. topografická pamäť priestorová
- 2. "Fotoblesková" pamäť zapamätanie okolností spojených s významnou udalosťou
- 3. Deklaratívna pamäť vyžaduje vedomé vybavovanie uložených informácií (tiež explicitná pamäť)
- a) semantická pamäť zapamätávanie abstraktných bez kontextu
- b) epizodická pamäť uchovávanie informácií v kontexte s inými zážitkami, emóciami a pod. Patrí tu aj autobiografická pamäť (udalosti vlastného života)
- c) vizuálna pamäť (vytváranie mentálnych obrazov na základe zrakového vnímania)

4. Procedurálna (implicitná) pamäť - učenie sa motorickým zručnostiam

Poruchy pamäte:

- 1.anterográdna amnézia neschopnosť niesť informáciu do sekundárnej pamäte (po ischémii mozgu)
- 2. retrográdna amnézia neschopnosť spomenúť si na udalosti pred poškodením mozgu

Neurálne mechanizmy pamäte:

- 1. fáza časovo-priestorovo špecifický reverberačný okruh (dynamický engram)
- 2. fáza štrukturálne zmeny na synapsách (štrukturálny engram)

UČENIE možno z fyziologického hľadiska definovať ako zvýšenie pravdepodobnosti správnej odpovede na nejaký podnet na základe skúseností a cieľavedomej výchovy (tréningu).

Formy učenia:

- 1. Klasické podmieňovanie tvorba podmienených reflexov na základe spájania pôvodne indiferentných podnetov s vrodenými nepodmienenými podnetmi tzv. pavlovovské reflexy
- podmienený podnet je pôvodne indiferentný podnet, ale tým, že opakovane predchádzal nejakému nepodmienenému podnetu, sa stal jeho signálom- podmienený reflex je v podstate výsledkom tohto tréningu- sústavného spájania podmieneného a nepodmieneného podnetu
- ak sa reflex neposilňuje (opakované spojenia PP a NP) vyhasínanie reflexu
- ak pôsobí iný vonkajší podnet vonkajší útlm
- ak pôsobí len PP bez NP vnútorný útlm
- 2. Operačné podmieňovanie je spojený s aktívnou činnosťou zvieraťa (hladná mačka aktívne hľadá potravu) vykonáva exploračnú aktivitu k učeniu dochádza na základe skúseností Skinnerov box

b) Funkcie kapilár. Vény a lymfatický systém.

Funkcie kapilár - výmena živín a plynov medzi krvou a tkanivami

- priemer 5-9 μm, jednotlivé pretláčanie erytrocytov, dĺžka: 1 mm
- celková dĺžka kapilár v tele človeka: 42 tis. km
- len 40 % objemu arteriol -> zníženie rýchlosti prietoku krvi
- rôzna priepustnosť steny kapilár v rôznych orgánoch (najmenej: mozog, najviac: pečeň)

Funkcie žíl - kontrakcia svlastva vo venulách zvyšuje kapilárny tlak

- objemový rezervoár krvi (60 % krvi)
- kladú malý odpor pri návrate krvi do srdca
- reflexnou kontrakciou priesvitu stály venózny návrat
- sú inervované sympatikom (zvýšený návrat po vyplavení noradrenalínu)
- mechanizmy zvyšujúce venózny návrat: svalová pumpa (spočíva v tom, že v končatinách veľké žily sú medzi svalmi a ked sa svaly kontrahujú, žila sa stlačí), respiračná pumpa

Lymfatický systém sa skladá zo sústavy lymfatických ciev, uzlín a orgánov (týmus, slezina, tonzily). Jeho základnou úlohou je transport tekutín a látok z medzibunkového prostredia organizmu do krvného obehu, čím sa zúčastňuje na udržiavaní dynamickej rovnováhy tkanivových tekutín v organizme. Dôležitou úlohou je aj účasť na imunologických reakciách organizmu proti cudzorodým látkam pomocou imunokompetentných lymfocytov. T-lymfocyty, diferencované v týmuse, sú zodpovedné za bunkovú imunitu (zničenie baktérií, vírusov, odvrhnutie transplantovaných buniek), B-lymfocyty, ktoré pochádzajú z lymfatických tkanív niektorých orgánov (kostná dreň), reagujú po opätovnom styku s príslušným antigénom formou látkovej imunity. Tvoria protilátky imunoglobulíny, ktoré ničia alebo poškodzujú antigén.

<u>Lymfatické cievy</u> zabezpečujú transport vysokomolekulových látok ako napr. bielkovín, ktoré za fyziologických podmienok do krvných vlásočníc prenikať nemôžu, takisto z intersticiálneho priestoru odvádzajú baktérie, toxíny a alergény.

- začínajú voľne z intersticiálneho priestoru ako INICIÁLNE LYMFATICKÉ CIEVY prakticky vo všetkých orgánoch a tkanivách (okrem epitelov kože a slizníc, bielku, rohovky, sklovci a šošovky oka, CNS alebo placenty), kde vytvárajú husté siete tvorené kapilárami z jednej vrstvy endotelových buniek
- z týchto sietí sa formujú ZBERNÉ LYMFATICKÉ CIEVY s dobre vyvinutým chlopňovým systémom, v ich priebehu sú zalčenené početné lymfatické uzliny
- spojením vuacerých zberných lymfatických ciev vznikajú LYMFATICKÉ KMENE a ich spojením HLAVNÉ LYMFATICKÉ KMENE (*ductus thoracicus*), ktoré ústia do venózneho systému

<u>Lymfatické uzliny</u> majú oválny tvar a veľkosť do 30 mm, v kôrovej vrstve sú reakčné centrá, kde dospievajú lymfocyty a menia sa na menej diferencované bunky produkujúce protilátky. Fungujú aj ako ochranný biologický filter zachytávajúci cudzorodé častice prinášané lymfou.

<u>Lymfa</u> je tekutina, ktorej zdrojom je ultrafiltrán vznikajúci na základe diferencie efektívnych filtračných a onkotických tlakov na kapilárnej membráne – pomer kapilárnej filtrácie a resorpcie nie je v rovnováhe, dene zostáva v interstíciu približne 2 l tekutín, ktoré sú lymfatickým prúdením odnášané.

- -kapilárna membrána je extrémne permeabilná, prenikanie tekutín cez štrbiny, medzibunkové priechody a neselektívne medzibunkové otvory je teda jednoduchý
- prúdenie zabezpečuje iniciálny tkanivový tlak zvyšujúci sa pri hromadení tekutiny v intersticiáli, pravidelné rytmické kontrakcie zberných a väčších lymfatických ciev ale aj prídavné mechanizmy akými sú činnosť srdca, dýchacie pohyby hrudníka a pľúc, črevná peristaltika či kontrakcie svalov

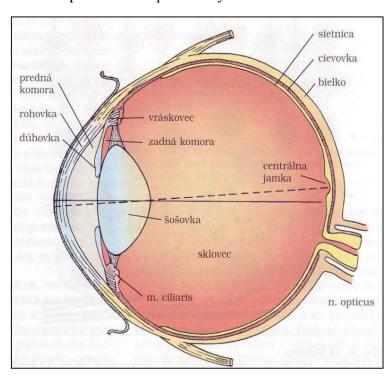
21. a) Fyziológia zraku. Stavba oka, geometrická optika oka.

<u>Význam zraku</u> - umožňuje vstup viac než 80 % informácií z okolia

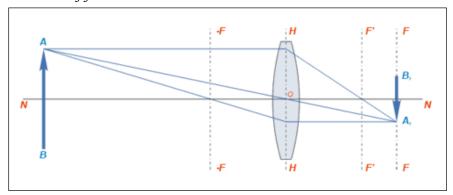
- axóny gangliových buniek sietnice tvoria 60 % všetkých aferentných vláken CNS
- v ontogenéze sietnica ako vychlípenina mozgu, zrakový nerv je vpodstate nerv. dráha
- spracovanie zrakových informácií sa deje paralelne, okamžite (akustické len sukcesívne)
- fyzikálny princíp vzniku obrazu: obraz sa premieta ako prevrátený

Fyziologická anatómia oka- tri vrstvy:

- **bielko** (sclera), ktoré vpredu vybieha do rohovky (cornea) – slúži na mechanickú ochranu oka (bielkoviny skleroproteíny), je priesvitná
- cievovka (chorioidea), ktorá vyživuje oko
- v prednej časti vráskovec so svalom m. cilliaris a vlákna na ktorých je zavesená šošovka zakrivovanie alebo splošťovanie, za šošovkou sklovec a pred šošovkou okrúhla platnička dúhovka (iris) so stredovým otvorom nazývaným zrenica, ktorý ovplyvňuje množstvo prepúšťaného svetla na šošovku
- rohovka & dúhovka predná očná komora, dúhovka & šošovka - zadná očná komora → pri patologickom zvýšení tlaku komorovej vody vzniká zelený zákal (glaucoma)



- sietnica (retina) tvorí vnútornú výstelku oka tvorená tyčinkami a čapíkmi – miesto v kt. neuróny opúšťajú oko sa nazýva slepá škyrna, miesto najostrejšieho videnia kde je nahromadené veľké množstvo čapíkov v centrálnej jamke žltá škvrna



Zobrazenie predmetu šošovkou

- lúč rovnomerný s osou sa láme do F' obrazového ohniska
- lúč prechádzajúci stredom šošovky sa neláme
- lúč prechádzajúci cez F predmetové ohnisko sa láme a pokračuje rovnobežne s osou
- výsledkom je obraz prevrátený a zmenšený!

Akomodácia oka na blízko 1. zakrivenie šošovky

- 2. zbiehanie (konvergencia) očných osí
- 3. rozširovanie zrenice (mydriasis)

Refrakčné chyby oka

- a) Krátkozrakosť (myopia) obraz vzdialených predmetov vzniká pred sietnicou, šošovka až príliš láme svetlo, vzdialenosť od šošovky po sietnicu je príliš veľká; korigujeme rozptylami, mínusové dioptrie
- b) Ďalekozrakosť (hypermetropia) obraz vzniká za sietnicou, šošovka sa zakrivuje málo; korigujeme spojkami; plusové dioptrie; ak šošovka vekom stráca pružnosť, vzniká táto starecká presbyopia- starecká ďalekozrakosť.

b) Fyziologická anatómia dýchacích ciest a pľúc.

Dýchanie ako súbor procesov pri výmene dýchacích a krvných plynov rozdeľujeme na vonkajšie a vnútorné. Pri vonkajšom dýchaní ide o výmenu plynov medzi vonkajším prostredím a pľúcami, pri vnútornom dýchaní prebieha výmena medzi krvou, intersticiálnou tekutinou a bunkami. Vonkajšie dýchanie zahrnuje tri deje, ktoré prebiehajú v zdravých pľúcach simultánne a nepretržite - ventiláciu, distribúciu a difúziu. Tieto procesy majú význam len vtedy, keď na ne nadväzuje adekvátna perfúzia pľúc.

Ventilácia je cyklický proces vdychu (inspirium)a výdychu (exspirium), pri ktorom sa vzduch z atmosféry (zmiešaný so vzduchom v dýchacích cestách) dostáva do alveol a takmer ten istý objem vzduchu ochudobnený o kyslík (0_2) a obohatený o oxid uhličitý $(C0_2)$ prechádza z alveol do atmosféry.

Morfológia dýchacích ciest - vzduch vstupuje do dýchacieho systému:

- hornými dýchacími cestami, ku ktorým patrí nosová dutina, nosohltan a hrtan
- nosová dutina (cavum nasi) je rozčlenená konchami, čím sa zabezpečuje účelné morfologické usporiadanie a lepšie plnenie všetkých funkcií nosa
- nazofarynx a orofarynx, bohato inervované a prekrvené, sú dôležitými križovatkami dýchacieho a tráviaceho systému

- hrtan (larynx) je orgán s bohatou inerváciou, ktorý obsahuje množstvo špecializovaných drobných svalov, slúžiacich najmä na ochranu a obranu dýchacích ciest a pľúc, má veľký význam pre komunikáciu, pretože je schopný produkovať zvuky a u človeka hlas
- dolné dýchacie cesty sa začínajú priedušnicou (trachea), ktorá sa rozvetvuje na priedušky (bronchi) dve hlavné, päť sekundárnych a osemnásť terciárnych. Terciárne priedušky sa dichotomicky rozvetvujú, t. j. z každej materskej vetvy vznikajú ďalšie dve dcérske vetvy priedušničky (bronchioli), ktoré zásobujú vzduchom základné jednotky pľúcneho tkaniva- pľúcne lalôčiky
- centrálny intralobulárny bronchiolus sa postupne rozdeľuje na niekoľko menších priedušničiek (bronchioli terminales), ktoré už nemajú chrupkavú výstuž ani hlienové žliazky v s liznici, len na začiatku sa v ich stene ešte nachádzajú pohárikovité bunky
- terminálne bronchioly sa ďalej rozvetvujú na menšie vetvičky (1- 3) s priemerom do 0,3 mm (bronchioli respiratorii), ktoré vyúsťujú do mechúrikovitých kanálikov (ductuli alveolares), mechúrikovitých vrecúšok (sacculi alveolares) a napokon do pľúcnych mechúrikov (alveoli pulmonis)
- * konduktívne zóny vedú vzduch vo vetvení dolných dýchacích ciest a respiračné zóny zabezpečujú mechanizmus dáchania bronchioly

Anatomickou respiračnou jednotkou je pľúcny acinus, ktorý sa začína respiračným bronchiolom

- acinus sa skladá z mechúrikovitých kanálikov (ductuli alveolares), vrecúšok (sacculi alveolares) a mechúrikov (alveoli pulmoris)
- v pľúcach sa nachádza 300-400 miliónov alveol, každá s priemerom okolo 0,25 mm (celková plocha vnútorného povrchu alveol u dospelého človeka je zhruba 80 m₂)
- výmena plynov sa uskutočňuje cez difúznu plochu veľkosti cca 70 m₂
- epitel alveoly sa skladá zo súvislej vrstvy tenkých membránových buniek, ktoré sa označujú ako pneumocyty
 I. typu (95% povrchu alveoly), zvyšný povrch alveoly pokrývajú granulované pneumocyty
 II. typu.

22. a) Fyziológia zraku . Molekulárny mechanizmus vzniku zrakového vnemu na sietnici ,farebné videnie.

Sietnica nesie svetlocitlivé nervové elementy oka - tyčinky a čapíky, ktoré obsahujú zrakové pigmenty chemicky sa meniace pôsobením dopadajúceho svetla

- tyčinky slúžia na ČB videnie a čapíky na farebné, sú menej citlivé ako tyčinky dlhšie vlnové dĺžky
- človek má 3 druhy čapíkov a 3 druhy čapíkových fotopigmentov cyanolab, chlorolab, erytrolab
- základným zrakovým pigmentom v ľudskom oku je RODOPSÍN zlúčenina bielkovín opsínu a retinenu/ retinalu (derivát vitamínu A)
- pôsobením svetla zrakový pigment bledne, ruší sa väzba medzi opsínom a retinalom ide o konformačnú zmenu 11-cis-retinalu na all-trans-retinal mení sa aj tvar molekuly, v priehlbinke najprv a potom sa nezmestí ten all retinal, vyklopí sa a vyštiepi sa opsín
- účinkom vitamínu A sa dopĺňa retinal a vytvára pôvodný zrakový pigment (pri nedostatku šeroslepota)
- rozpad pôvodného pigmentu vyvoláva v tyčinkách a čapíkoch nervovú aktivitu, tzv. generátorový potenciál,
 ktorév konečnom dôsledku podnecuje vznik akčných potenicálov v gangliových bunkách

Zraková dráha - axóny gangliových buniek opúšťajú sietnicu v mieste označovanom ako slepá škvrna vytvárajúc zrakový nerv, zraková dráha je vlastne centrálnou dráhou, ktorá smeruje od oka až do primárneho zrakového centra nachádzajúceho sa v záhlavnom laloku

- zrakové pole má nazálnu časť (vlákna z nazálnych častí sietnice sa križujú v chiasma fasciculorum opticorum) a temporálnu časť (vlákna z temporálnych polovíc sietnice sa nekrížia) → teda na pravej zrakovej dráhe sú vlákna z temporálnej polovice sietnice pravého oka a nazálnej polovice ľavého oka

Farebné videnie

- trichromátová teória 3 druhy svetlocitlivých buniek, cyanolab pre modrú fabu, chlorolab pre zelenú farbu a erytrolab pre červenú farbu každá základná farba má svou komplementárnu farbu, ak ich zmierame navzájom vznikne biela- zmiešanie základných farieb farebné videnie
- teória antagonistisckých farieb vysvetľuje to, čo nevysvetľuje predchádzajúca, teda kontrasty

protanopia - neschopnosť rozlišovať červenú

deuteranopia - neschopnosť rozlišovať zelenú farbu (mýlia si červenú so zelenou - vidia ako žltú)

tritanopia - neschopnosť rozlišovať modrú farbu (mýlia si modrú so žltou)

b) Fyziologická anatómia srdca. Prevodný systém a fázy činnosti srdca. Záznam EKG.

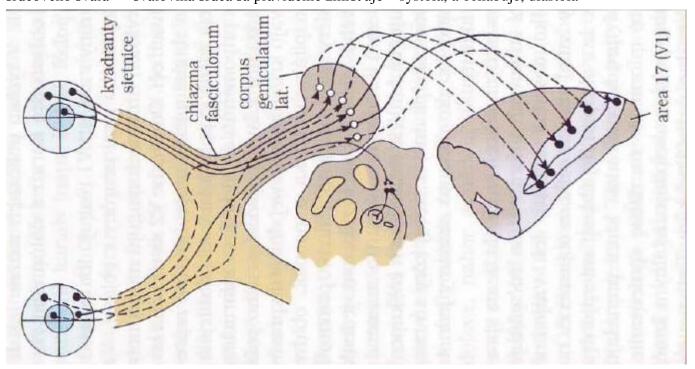
Srdce sa skladá z pravej a ľavej časti, ktoré vpodstate tvoria dve oddelené pumpy skladajúce sa z predsiene a komory, navzájom oddelených chlopňami (dvojcípa v ľavej časti a trojcípa v pravej časti)

- srdcový sval je priečne pruhovaný a má typické myofibrily, ktoré obsahujú aktínové a myozínové filamenty
- narozdiel od kostrového svalu je syncýcium pretínajú ho priečne prúžky nazývané interkalárne disky oddeľujúce jednotlivé srdcové svalové bunky
- ak sa jedna takáto bunka dostane do stavu excitácie, akčný potenciál sa šíri postupne na ďalšie
- medzi základné fyziologické vlastnosti srdcového svalu patria :

<u>excitabilita</u> (dráždivosť) - schopnosť myocyu excitovať sa dostatočne silným podnetom, čiže možnosť srdca reagovať kontrakciou na podnety, srdce reaguje už aj na prahové podnety maximálnou kontrakciou (všetko alebo nič)

<u>kontraktilita</u> - schopnosť reagovať na podnet kontrakciou - mechanickou aktivitou srdca <u>vodivosť</u> - vzruch sa prenáša na všetky ostatné bunky syncýcia, do ostatných oddielov srdca <u>automacia a rytmickosť</u> - schopnosť srdca vytvárať vzruchy automaticky a v pravidelnom rytme aj po vybratí z organizmu

Prevodný systém srdca slúži na tvorbu rytmických impulzov, ktoré vyvolávajú rytmické kontrakcie srdcového svalu → svalovina srdca sa pravidelne zmršťuje – systola, a ochabuje, diastola



- tieto kontrakcie umožňujú pumpovanie krvi do malého aj veľkého obehu (čerpadlo poháňané elektrinou, pričom túto elektrinu si srdce samo vyrába)
- niektoré svalové bunky (kardiomyocyty) majú schopnosť generovať elektrické napätie. Tieto bunky v srdci vytvárajú tzv. prevodný systém srdca, ktorého súčasťami sú:

<u>Sínusový úzol</u> - nachádza sa v stene pravej predsiene - vytvára elektrické vzruchy, ktoré sa šíria dráhami do ľavej predsiene (interatriálnym zväzkom) a troma zväzkami k predsieňovo - komorovému (atrioventrikulárnemu) uzlu.

Atrioventrikulárny uzol - predsieňovo-komorový uzol - umožňuje prenos vzruchu z predsiení na komory

 vodivý systém je organizovaný tak, aby srdcové impulzy neprichádzali z predsiení do komôr príliš rýchlo, toto oneskorenie umožní vyprádznenie predsiení komôr ešte predtým než začne komorová kontrakcia

<u>Hissov zväzok</u> - vychádza z atrioventrikulárneho uzla, podieľa sa na vedení vzruchov do komôr a rozdeľuje sa na pravé a ľavé Tawarove ramienko

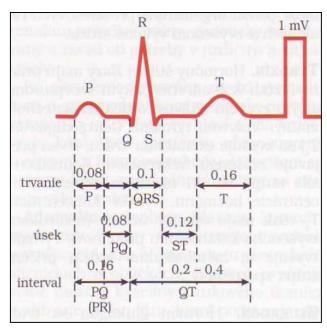
<u>Purkyňove vlákna</u> – koncové vetvičky prevodného systému, rýchly, takmer okamžitý prenos impulzu do celého komorového systému

Sínusový uzol tvorí za normálnych podmienok vzruchy najrýchlejšie a depolarizácia sa z neho šíri do ďalších oblastí skôr, než sa vzruchy vznikajúce v nižších oblastiach môžu spontánne vybit - je prirodzeným udávateľom rytmu - pacemakerom - a určuje frekvenciu srdca

Srdcový cyklus začína spontánnou generáciou akčného potenciálu v sínusovom uzle a prechádza rýchlo cez obe predsiene do atrioventrikulárneho uzla - oneskorenie komôr oproti predsieňam viac než o 0,1 s.

- počas periódy relaxácie DIASTOLA sa srdce plní krvou a počas periódy kontrakcie SYSTOLA sa zmršťuje
- predsiene majú funkciu predpumpy 75% krvi pretečie priamo do komory následkom tlakového gradientu z veľkých žíl, zvyšných 25% je vtlačených pomocou kontrakcie predsiení
- komory majú funkciu ako čerpadlá počas komorovej systoly sa v predsieňach hromadí veľké množstvo krvi, keď systola skončí komorový tlak poklesne a okamžite sa otvoria atrioventrikulárne chlopne, čo spôsobí rýchly prítok krvi fáza rýchleho plnenia komôr (1/3 diastoly komôr), neskôr nasleduje fáza pomalého plnenia komôry (2/3 diastoly komôr) a počas 3/3 diastoly komôr priteká posledných 25% predsieňovej krvi kvôli systole predsiení
- pri kontrakcii komôr dochádza k uzatvoreniu atrioventrikulárnych chlopní a tlak zároveň otvára aortálnu a pulmonárnu chlopňu fáza kontrakcie kedy sa svalovina komôr už kontrahuje ale samotné komory sa ešte nevyprázdňujú sa nazýva **fáza izovolumickej/izometrickej kontrakcie**
- keď tlak v ľavej komore presiahne hodnoty diastolického tlaku v aorte a v. pulmonalis , otvárajú sa polmesiačikovité chlopne a nastáva **fáza ejekcie**
- na konci systoly sa komorový sval náhle uvoľní a vnútrokomorový tlak klesá a tlak krvi z artérií zatvára polmesiačikovité chlopne, komorový sval relaxuje a nastáva **fáza izovolumickej/izometrickej reaxácie**, následne sa atrioventrikulárne chlopne znova otvárajú a začína sa nový cyklus

- **EKG** je záznam napäťových zmien počas srdcového cyklu
- pri prechode srdcových impulzov srdcom sa šíri elektrické napätie aj do tkaniva, ktoré obklopuje srdce, a časť impulzov prechádza až na povrch tela, kde môžu byť snímané elektródami zvody z hrudníka aj končatín
- normálny elektrokardiogram sa skladá z P-vlny, QRS komplexu (tri separátne výkyvy: Q-vlna, R-kmit a S-vlna) a T-vlny
- P-vlna: depolarizácia predsiení pred kontrakciou
- **QRS-komplex**: depolarizácia komory pred kontrakciou
- T-vlna: potenciály, ktoré vznikajú počas zotavovania sa komory zo stavu depolarizácie - repolarizačná vlna



23. a) Fyziológia sluchu . Fyziologická akustika.

Miesto kde sa nachádzajú receptory sluchového aj rovnovážneho zmyslu sa nazýva vnútorné ucho - tvarovo i funkčne vytvárajú spoločný typ bunky - vláskovú bunku, kt. nájdeme v Cortiho orgáne

- -vláskové bunky sú upevnené na bazilárnej membráne, v strednej časti majú určitý počet vláskov ktoré sa ľahko ohýbajú aj na ne pôsobia bočné sily (vlnenie tekutiny) laterálnym pohybom vláskov sa dráždi receptor a vzniká receptorový potenciál
- zvuková vlna prichádzajúca vo forme vibrácií z oválneho okienka rozvlní tekutinu v trubici (scala vestibuli)
- keďže je scala vestibuli krytá poddajnou Reissnerovou membránou, rozvlní aj tú a následne aj membránu bazilárnu → týmto spôsobom vlna postupuje slimákom ďalej- nazývame ju postupná vlna
- horné konce riasiniek vláskových buniek sú prichytené krycej blane membrana tectoria
- posun bazilárnej membrány oproti membrana tectora, ktorá svoju polohu nemení, zapríčiňuje vychýlenie stereocílií vláskových buniek, pričom depolarizujú a vzniká receptorový potenciál
- zachytená zmyslová informácia sa prenáša na aferentné nervové vlákno tak, že v tesnej blízkosti sluchových receptorov sú receptívne terminýly neurónov Cortiho ganglia mechanickou energii na energii elektrickou

Intenzita zvuku sa v receptoroch kóduje ako amplitúda receptorového potenciálu a v dostredivých vláknach ako frekvencia akčných potenciálov

- vyjadruje sa v decibeloch (dB), pričom 1 bel = $IO \cdot Iog I/I_p (I_P prahová intenzita zvukového podnetu)$
- vzťah medzi akustickým tlakom, ktorý je rozhodujúci pre rozkmitávanie bubienka, a intenzitou zvukového podnetu je daný: I= p² / c. h (p- efektívny akustický tlak, c- rýchlosť šírenia zvuku, h- hustota prostredia)

https://www.youtube.com/watch?v=PeTriGTENoc velice sympatikuš

b) Nervové a hormonálne ovplyvnenie srdcovej činnosti.

Nervové vplyvy zahŕňajú vplyv sympatika a parasympatika → vplyvom sympatika sa môže výkon srdca (množstvo krvi prepumpovanej za minútu) zvýšiť až o 100%, naopak vplyvom parasympatika sa môže činnosť srdca až dočasne úplne zastaviť.

- parasympatikové vlákna ústia okolo sínusového a atrioventrikulárneho uzla, menej v svalovine predsiení a najmenej v svalovine komôr
- sympatikové vlákna ústia vo všetkých častiach srdca, najmä myokarde

- účinky: <u>chromotropný účinok</u> - zrýchlenie/spomalenie činnosti srdca – cez sinatriálny uzol <u>dromotropný účinok</u> - zrýchlenie/spomalenie prenosu vzruchov ionotropný účinok - zväčšenie/zmenšenie sily kontrakcie srdcového svalu

Hormonálne vplyvy zahŕňajú humorálnu moduláciu činnosti srdca.

- katecholamíny uvoľňované z drene nadobličky pri stresových podnetoch (adrenalín, noradrenalín)
- <u>adrenalín</u> spôsobuje dilatáciu koronárnych ciev, uvoľňuje MK z tukového tkaniva, aktivuje fosforylázu a glykogenézu čím sa zvyšuje obsah cukru v krvi
- noradrenalín má konstrikčný účinok na cievy, výrazný vplyv na zvýšenie systolického tlaku
- $\underline{\text{tyroxin}}$ zvyšuje citlivosť srdca na katecholamíny, zvyšuje sa dráždivosť srdca zvýšená frekvencia, stúpa spotreba O_2
- glukagón má vo vyšších dávkach pozitívny ionotropný účinok, nezvyšuje však dráždivosť, inak nič moc

24. a) Stavba a funkcia ucha. Mechanizmus rozlíšenia frekvencie zvuku.

Orgánom sluchového zmyslu je ucho zložené z vonkajšieho, stredného a vnútorného ucha. Vonkajšie a stredné ucho sú pomocnými orgánmi, ktoré zachytávajú alebo tlmia adekvátne sluchové podnety, t.j. zvukové vlny, ktorá sa šíria vzduchom, prípadne vodou.

Vonkajšie ucho sa skladá z ušnice a vonkajšieho zvukovodu dlhého asi 2,5 cm.

- v zvukovode sa nachádzajú početné mazové žľazy produkujúce cerumen (maz), ktorý spolu s chĺpkami chráni zvukovod pred vniknutím väčších teliesok, napr. hmyzu
- ušnica pomáha sústreďovať zvukové vlny aby mohli ako tlaková sila pôsobiť na bubienok

Stredné ucho sa skladá s bubienka a sluchových kostičiek kladivka (malleus), nákovky (incus) a strmienka (stapes) umiestnených v bubienkovej dutine, tvoriac pákovú sústavu prenášajúcu vibrácie do vnút. ucha

- kladivko je ligamentom pripojené k bubienku a strmienok k oválnemu okienku, kde svojim pohybom rozkmitáva perilymfu
- bubienok vibruje s veľkou amplitúdou rozkmitu a malou silou, oválne okienko sa naopak rozkmitáva pri malej amplitúde ale väčšom tlaku nadmerné vibrácie môžu spôsobiť poškodenie stredného aj vnút. ucha
- redukciu vibračných tlakov majú na starosti 2 malé svaly, napínač bubienkovej blany a strmienkový sval,
 ktoré kontrahujú reflexne pri silných pretrvávajúcich zvukoch a zvyšujú tuhosť bubienka aj strmienka hovoríme o bubienkovom reflexe
- bubienková dutina cez Eustachovu trubicu komunikuje s hltanom vyrovnávanie tlaku, otvára sa pri zívaní, hltaní, žuvaní alebo kýchaní
- v strednom uchu dochádza k vzdušnému prenosu zvukov

Vnútorné ucho je miesto kde sa nachádzajú už konkrétne receptory sluchu aj rovnovážneho zmyslu.

- komplikovaný systém dutín a kanálikov v spánkovej kosti, ktoré navzájom komunikujú a vytvárajú bludisko
- slimák (cochlea), predsieň (vestibulum) a tri polkruhové kanály (ductus semicirculares)
- podľa štruktúry možno rozdeliť labyrint na kostený a blanitý priestor medzi nimi vypĺňa perilymfa, no
 v blanitom labyrinte sa už nachádza endolymfa
- vestibulum sa nachádza medzi slimákom a polkruhovými kanálikmi, kanáliky sú výlučne na rovnováhu
- slimák zabezpečuje zvukový prevod vnútorného ucha keby sme ho rozvinuli, videli by sme že sa skladá z trubice scala vestibuli začínajúcej v oválnom okienku , ktorá sa v mieste helicotrémy stáča do protismeru vytvárajúc scala tympani , obe vyplnené perilymfou, a medzi nimi sa nachádza scala media vyplnená endolymfou
- scala tympanii je od scala media oddelená tuhou bazilárnou membránou ktorá je oporou vláskových buniek.... atď predošlá otázka ☺

Rozlišovanie tónu- teória putujúcej vlny- Pri rozkmitaní oválneho okienka kmity pokračujú ďalej, rozkmitá sa perilymfa a obe membrány. Kmit ide ku Helikotréme (otvor v slimákovi) postupne. Bazálna membrána nemá všade rovnaké vlastnosti, ale pri Helikotréme sa rozširuje, takže vlna, ktorá postupuje vlastne tým že sa menia vlastnosti membrány (aj hrúbka) – rýchlosť postupu vlny sa spomaľuje a v určitom mieste sa vlny dobehujú a vznikne maximum a vlnenie ustane. V mieste vzniku maxima tam je dráždených najviac vlásenkových buniek a vzniká rozlišovanie výšky tónu. Čím vyšší tón, tým bližšie ku oválnemu okienku vzniká maximum. Sila zvuku závisí od amplitúdy.

- pri vysokých frekvenciách sa vlna začína malou amplitúdou, maximum dosahuje na tom mieste bazilárnej membrány, ktoré rezonuje s frekvenciou zvuku, vlna potom klesá
- pri stredných frekvenciách sa maximálna amplitúda dosahuje cca v polovici bazilárnej membrány
- pri nízkych frekvenciách putuje vlna cez celý slimák a trvá nakdlšhei
- -zmyslové informácie o výške zvukov sú teda v zásade priestorové informácie zo sluchových receptorov lokalizovaných na odlišných miestach v Cortiho orgáne

b) Ventilácia pľúc.

Ventilácia pľúc zahŕňa nádych (inspírium) a výdych (expírium)

- pľúca sú uložené v hrudnej dutine, ktorej vnútornú stenu pokrýva pohrudnica (pleura parietalis) ktorá prechádza na vonkajšom povrchu pľúc do popľúcnice (pleura pulmonalis) medzi nimi 5μm interpleurálny priestor vyplnený tekutinou (povrchové napätie bráni oddeleniu pleúr + kĺzanie)
- pľúca majú neustálu snahu sťahovať sa, pričom vytvárajú retrakčnú silu, priliehanie pleur však zabraňuje spľasnutiu

Elastické vlastnosti pľúc vyplývajú z elastických vlastností samotného pľúcneho tkaniva (obsahujúceho vlákna kolagénu a elastínu) a povrchového napätia pľúcnych alveol (sila uplatňovaná na rozhraní fázy vzduchu a vrstvičkou kvapaliny na vnútornom povrchu alveol, teda plocha povrchu kvapaliny sa snaží byť čo najmenšia)

Elastické vlastnosti hrudníka sú dané pružnosťou jednotlivých štruktúr, medzirebrových iných svalov...

- na jednej strane sa snažia pľúca zaujať čo najmenší objem (relaxované 2l) a stiahnuť sa, no na druhej strane hrudník má tendenciu zaujať čo najväčší objem (relaxovaný 4l súdkovitý tvar)
- objem **funkčnej reziduálnej kapacity**(vzduch ktorý ostáva v pľúcach po výdychu) medzi týmito hodnotami
- pľúcny retrakčný tlak je mierou pružných vlastností pľúc

Pneumothorax nastáva ak je narušená hermetickosť interpleurálneho priestoru a dostane sa medzi ne vzduchobe pleury sa od seba oddeľujú, uvoľňujú sa sily vytvárané elastickými štruktúrami pľúc aj hrudníka a pľúca na príslušnej strane kolabujú

- pri vonkajšom pneumothoraxe vniká vzduch hrudníkovou stenou (otvorený / uzavrený pneumothorax, uzavrieť sa môže spontánne alebo odborným zásahom)
- * osobitý typ je ventilový pneumothorax, komunikácia v hrudníkovej stene umožňuje nasávanie vzduchu do interpleurálneho priestoru, ale nemôže ho vytlačiť von
- pri vnútornom pneumothoraxe vzniká komunikácia medzi interpleurálnym priesotorm a atmosférou cez alveoly a dýchacie cest

Dýchacie svaly umožňujú zmeny objemu hrudníka a pľuc.

Inspiračné dýchacie svaly- zväčšovanie hrudníka, nádych, je aktívny dej

- hlavným inspiračným svalom je **bránica**, ktorá pri nádychu klesá nadol a pôsobí ako piest, čím rozširuje objem hrudníkovej dutiny
- vonkajšie medzirebrové svaly + pomocné

Exspiračné dýchacie svaly- za pokojných podmienok je výdych dej pasívny, bránica a vonkajšie medzirebrové svaly sa uvoľňujú

hlavnými exspiračnými svalmi sú vnútorné medzirebrové svaly + pomocné

Pľúcne objemy

Vt = dychový objem, objem vzduchu vdýchnutý spontánne, bez úsilia do pľúc, 500 ml

ERV = objem vzduchu, kt. može byť usilovne vydýchnutý po normálnom výdychu

RV = reziduál.objem, 1200 ml, objem vzduchu, kt. zostáva v pľúcach po maxim.usilovnom výdychu – preto

: zloženie alveolárneho vzduchu pri vdychu a výdychu málo kolísa

FRC = ERV + RV, funkčná reziduálna kapacita

Ve = minutová ventilácia pľúc = Vt x f

-po expíriu v pľúcach zostáva RV - preto prírastok 350 ml nesposobí veľkú zmenu zloženia alveolárneho vzduchu

- jeho zloženie závisí od : 1. veľkosti alveolárnej ventilácie

2. spotrebe O2 + produkcii CO2

Hyperventilácia <----> Hypoventilácia

- ventilácia stúpa viac ako spotreba O2 a produkcia CO2
- hlboká a zrýchlená ventilácia v kľude

Eupnoe = kľudné normálne dýchanie

Apnoe = zástava dychu Hyperpnoe = prehĺbenie dychu Polypnoe = zrýchlenie dychu

Tachypnoe = povrchné zrýchlenie dychu Oligopnoe , Bradypnoe = spomalenie dychu

Dyspnoe = dušnosť

Ortopnoe = dušnosť, kedy pacient nemôže dýchať poležiačky

25. a) Fyziológia svalu. Funkčná anatómia svalu. Nervovo-svalový prenos.

- svaly: priečnepruhované, hladké, srdcové
- myocyt, svalové vlákno:
 - základná morfologická a fyziologická jednotka svalu
 - v ontogenéze vzniká ako syncýtium amitotickým delením myoblastov
 - je ohraničené sarkolémou, cytoplazma sa nazýva sarkoplazma
 - vnútro je vyplnené myofybrilami vlastné kontraktilné elementy svalu
 - dĺžka: až do 30 cm, priemer: okolo 120 um.
- svalové bielkoviny:
 - **G aktín** globulárna bielkovina polymerizujúca do vlákna F aktínu; má väzobné miesto pre myozín, dvojitá špirála; dĺžka vlákna 1 um, šírka: 6nm, počet monomérov na jeden závit:14
 - Myozín bielkovina o MH=520 000, hexamér pozostávajúci z dvoch trimérov
 - **Titín** molekula dlhá až 1 um, zabezpečuje fixovanie polohy myzánových vláken pri kontrakcii, sú vnorené do Z a M línií (anatomická kontinuita sakromér)
 - Nebulín v izotropnom úseku sakrkoméry, stabilizuje polohu aktínových vláken
 Titín a Nebulín kladú pri roztiahnutí svalu elastický odpor
 - **Troponín** . globulárna bielkovina pozostávajúca z 3 pojdednotiek:
 - troponín C: miesto pre väzbu Ca2+
 - troponín T: spojenie s tropomyozínom
 - troponín I: pri relaxácii zabraňuje väzbe medzi aktínom a myozínom
 - Tropomyozín: vláknitá bielkovina

- štruktúra kostrového svalu: snopce a snopčeky sú obaľované perimýziom a andomýziom. Svalové vlákno obsahuje myofibrily, len malá časť ostáva pre ostatné organely, jadrá sú na periférii. Myofibrila je tvorená aktínom a myozínom.
- myofibrila: každé svalové vlákno obsahuje nervové zakončenie (jedno), ktoré sa pripája v nervovosvalovej platničke (nervomuskulárne spojenie, ktoré je špeciálnym typom synapsy a mediátor je acetylcholín). Vnútro je tvorené sarkoplazmatickým retikulom, ktoré sa spája do cisterien, celá dĺžka je rozčlenená do pravidelných úsekov sarkoméry, tie sú ohraničné Z diskami tvorenými spojivovým tkanivom a v blízkosti Z diskov sú cisterny a okrem toho sú tam invaginácie sarkoplazmatického retikula vo forme T písmena T tubuly a spolu s dvoma citernami tvoria triády.
- sarkoméra a priečne pruhovanie svalového vlákna: v relaxovanom stave: na Z disky sa upínajú vlákna atkínu, ktoré sú tenšie a medzi nimi sú hrubšie myozínové vlákna. Aktín a myozín sa môžu spájať priečnymi mostíkmi. Priečne pruhovanie je striedanie izotropných (svetlých) a anizotropných (tmavých) miest. V miestach, kde sú len aktínové vlákna alebo len myozínové vlákna je izotropná zóna, stredná časť je H zóna.

- rozdiely medzi kostrovým a hladkým svalom:

- tvorba a rozpájanie priečnych mostíkov je u hladkého svalu 10-300 krát pomalšie
- nároky na energiu sú tiež 10-300 krát nižšie (pri tonickej kontrakcii nezáleží na jej trvaní "západkový systém")
- maximálna sila kontrakcie na jednotku prierezu je u hladkého svalu o niečo väčšia, než u kostrového
- percento skrátenia hladkého svalu dosahuje 70% (u kostrového len 30%)
- hladké svalstvo nepodlieha vôľovej kontrole; má odlišnú štruktúru: svalové vlákna hrúbka (2-5 um), dĺžka (20-500um); umiestnené prevažne v stenách vnútorných orgánov; majú väčšiu rozťažnosť. Myofibrily nie sú vedľa seba.

synantické vezikuly

- rozdelenie: .
 - útrobné (jednojednotkové) svaly: v stenách TS, v žlčníku a žlčovodoch, v močovom mechúre a močovodoch, v stenách bronchov, ciev a maternice; bunky usporiadané do vrstiev a zväzkov; medzi bunkami sú štrbinové spojenia (gap junctions), ktoré umožňujú šírenie excitácie v rámci jednej i viacerých vrstiev
 - viacjednotkové svaly: svalové bunky sú funkčne
 i štrukturálne samostatné; sú inervované jedným nervovým zakončením zlepšenie gradácie a presnosti kontrakcie; príklady: m. ciliaris; m. dilatator a m. sphincter puplilae

- nervovo-svalový prenos:

- **kostrové svalstvo:** inervované axónmi spinálnych α-motoneurónov, 1 axón iervuje viacero svalových vláken pomocou terminálnych vetvičiek, ktoré končia v motorických platničkách (synapsa s postsynaptickou membránou sarkoléma membrána svalového vlákna), počet invaginácie sarkolémy poskytujú veľkú styčnú plochu
 - **koaktivačná inervácia:** γ**-motoneuróny** inervujúce intrafuzálne svalové vlákna vo svalovom vretienku čím sa aktivujú proprioreceptory
- hladké svalstvo: spojenie nemá tvar svalovej platničky, je inervované postgangliovými vláknami, ktoré sa po vstupe do svalu sieťovito rozvetvujú, pri podráždení uvoľňujú buď **noradrenalín** alebo **acetylcholín** (vždy majú vo svale opačný účinok),
 - akčné potenciály nie sú rovnaké: hrotový akčný potenciál podobný ako kostrového svalstva ale s dlhším trvaním, pomalovlnový potenciál potenciál sa zvyšuje a znižuje v pomalých vlnách, akčný potenciál s plató časové predĺženie repolarizácie (maternica, močovod, niektoré cievy a aj myokard)

b)Výmena dýchacích plynov v pľúcach a tkanivách.

Výmena dýchacích plynov v pľúcach prebieha na základe fyzikálnych zákonov a rozhodujúcu úlohu tu majú vlastnosti dýchacích plynov O₂ a CO₂, rozdiely v ich parciálnych tlakoch na oboch stranách alveolokapilárnej membrány, ako aj plocha, hrúbka a stav tejto membrány.

- plyny sa v kontakte s kvapalinou rozpúšťajú rýchlosťou priamo úmernou tlaku plynu nad kvapalinou a nepriamo úmernou molekulovej hmotnosti
- rýchlosť difúzie v kvapalnom prostredí závisí aj od rozpustnosti plynu
- plocha difúzie teda alveolokapilárnej membrány je u dospelého človeka asi 70m², difúzia je pomalý pasívny proces
- rýchlosť difúzie ovplyvňuje aj tlakový gradient, 8kPa pre kyslík a 0,8kPa pre oxid uhličitý
- hrúbka membrány je 0,6-0,8μm : surfaktant, alveolárny epitel, endotel kapilár + súčasti erytrocytu
- difúzna kapacita pľúc je objem plynu ktorý difunduje cez celú plochu membrány za 1 minútu

Výmena dýchacích plynov v tkanive zahŕňa prestup O₂ stenou kapiláry na základe koncentračného gradientu do tkaniva, kde je menšia koncentrácia, v tom istom čase CO₂ prestupuje opačným smerom

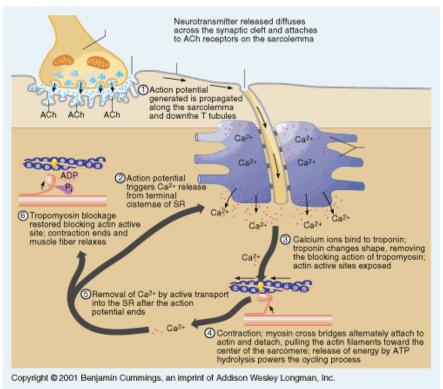
26. a) Fyziológia svalovej kontrakcie.

- každé svalové vlákno obsahuje nervové zakončenie (jedno), ktoré sa pripája v nervovosvalovej platničke (nervomuskulárne spojenie, ktoré je špeciálnym typom synapsy a mediátor je acetylcholín. Vnútro je tvorené sarkoplazmatickým retikulom, ktoré sa spája do cisterien, celá dĺžka je reozčlenená do pravidelných úsekov sarkoméry, tie sú ohraničné Z diskami tvorenými spojivovým tkanivom a v blízkosti Z diskov sú cisterny a okrem toho sú tam invaginácie sarkoplazmatického retikula vo forme T písmena T tubuly a spolu s dvoma citernami tvoria triády.
- mechanizmus: 1. nervový vzruch α-neurónom → otvorenie Ca2+ kanálov, do termínálu sa presunú Ca2+ ktoré uvoľnia vezikuly s acetylcholínom → vylúčenie acetylcholínu má za následok depolarizáciu sarkolémy na obe strany od platničky, vchádza aj do T tubulov, ktoré sú zanorené do vnútra svalového vlákna, ktoré je hrubé → depolarizácia spôsobí vstup vápnika do vnútra svalového vlákna, avšak oveľa mohutnejší zdroj vápnika sú cisterny sarkoplazmatického retikula, ktoré priliehajú k T tubulom → depolarizáciou vznikne veľké uvoľnenie. Ca sa viaže na troponín, uvoľnia sa väzobné miesta na aktíne → vzniká kontrakcia. Ak ďalší stimul neprichádza, tak silné vápnikové pumpu vápnik prečerpajú do cisterien a zablokuje sa mechanizmus.

- energetický mechanizmus: Hlavička myozínu v relaxovanom stave zbiera s lineárnou časťou myozínu (krček) pravý uhol. Väzbou na vápnik dochádza k väzbe aktín-myozín. Väzba nevyžaduje dodanie energie. Je tam viazané aj ADP. Dôjde k zmene uhla medzi hlavičkou a krčkom z 90 na 45 stupňov. Potom je treba, aby hlavička znova sa uvoľnila, aby sa mohla znova narovnať do 90 stupňového uhla, k tomu je potrebné

ATP – plastický účinok, uvoľňuje hlavičku z väzby na aktín. Pričom ATP sa štiepi na ADP – uvoľní sa energia. Sarkoméry sú zaradené za sebou mnohokrát, ich posuny sa sčítavajú a sval sa skracuje. Kostrový sval sa dokáže skrátiť asi o 1/3 dĺžky, hladké až o 2/3.

- sila svalovej kontrakcie závisí od: počtu zapojených svalových vláken, frekvencie stimulácie, maximálna sila svalu u človeka je 3-4 kg/cm²
- kontrakcia hladkého svalu: myofibrily neprechádzajú súbežne ako u priečne pruhovaného svalu, ale tvoria prepojený systém uzlíkov a pri kontrakcii dochádza k zmršteniu celého svalu



b)Transport dýchacích plynov krvou.

Prenos kyslíka - v 11 krvi sa nachádzajú 3ml fyzikálne rozpusteného O₂, okrem toho je chemicky viazaný

- hemoglobín sa skladá zo 4 podjednotiek, pričom každá obsahuje bielkovinovú zložku **globín** a nebielkovinovú zložku **hém** (komplex porfyrínu a atómu dvojmocného železa každý atóm železa môže reverzibilne viazať 1 molekulu O₂ pomocou oxygenácie)
- 1 g hemoglobínu je schopný naviazať 1,34ml O₂ (Hüfnerovo číslo) ak urobíme súčin množstva hemoglobínu v 11 krvi (140-160g) a Hüfnerovho čísla vznikne hodnota kyslíková kapacita krvi
- krv sa nasycuje kyslíkom v alveolách takmer úplne (95%) a tkanivám odovzdáva približne 20% prenášaného kyslíka, čo stačí pre život
- -Bohrov efekt pri stúpaní parciálneho tlaku CO₂ sa znižuje afinita hemoglobínu ku kyslíku účelný jav v živom organizme v tkanivách je parciálny tlak CO₂ vyšší, takže Bohrov efekt uľahčí odovzdanie kyslíka tkanivám a naopak v pľúcach, kde je parciálny tlak CO₂ nižší v dôsledku presunu molekúl CO₂ do alveol , afitnita hemoglobínu ku kyslíku stúpa a uľahčuje sa jeho naviazanie
- <u>zmena pH</u> pokles pH (pri väčšom množstve H₂CO₃ alebo kys. mliečnej po ťažkej svalovej práci) urýchľuje odovzdávanie kyslíka z hemoglobínu do tkanív
- teplota pri zvýšenej teplote sa kyslík uvoľňuje z hemoglobínu rýchlejšie
- <u>2,3-difosfoglycerát</u> vzniká v erytrocytoch pri anaeróbnej glykolýze, má kompetitívny vzťah s kyslíkom o naviazanie, pôsobí podobne ako CO₂ a znižuje afinitu hemoglobínu ku kyslíku (2,3-DPG stúpa aj pri fyzickej námahe a pobyte vo vyšších nadmorských výškach)

Prenos oxidu uhličitého- v 11 krvi sa nachádza asi 30 ml fyzikálne rozpusteného CO₂, zvyšok chemicky viazaný

- CO_2 v krvi reaguje s vodou \rightarrow H_2CO_3 , a z nej v červených krvinkách vzniká až uhličitan draselný/ uhličitan sodný - účinný pufrovací systém, môžu tiež viazať a prenášať CO_2 (až 75%)

- kyslé uhličitany fungujú ako alkalická rezerva krvi
- môže sa rýchlo reverzibilne viazať na amínové skupiny bielkovinovej zložky hemoglobínu a bielkovín krvnej plazmy vznik karbamínových zlúčenín (karbamínhemoglobín)
- <u>Christiansenov-Douglasov-Haldaneov efekt</u> analóg Bohrovho efektu, čím vyšší je parciálny tlak kyslíka, tým menej CO₂ sa môže viazať a naopak
- <u>Hamburgerov efekt</u> keď chce uhličitan vystúpiť z erytrocytu, ide to veľmi ťažko vystupuje ako HCO₃-bez draslíka takto vzniká kladný elektrický náboj vo vnútri erytrocytov, ktorý priťahuje záporne nabité ióny ako napríklad Cl⁻, ktorých je v plazme najviac a rýchlo preniknú do erytrocytu → HCO₃⁻ v plazme reagujú s Na⁺ za vzniku NaHCO₃ a ióny Cl⁻ reagujú s K⁺ za vzniku KCl → osmotické zmeny, musia nasať vodu z plazmy a preto sú erytrocyty venóznej krvi objemnejšie ako erytrocyty arteriálnej krvi (v pľúcach to prejde opačne)

27. a) Fyziológia svalu: druhy svalovej kontrakcie, energetický mechanizmus svalu.

- druhy kontrakcie (priečnepruhovaných svalov):
 - izotonická mení sa dĺžka svalu bez zmeny napätia, myogram
 - izometrická mení sa len napätie svalu bez zmeny dĺžky, oba konce svalu sú fixované, "stvrdnutie" svalu, tonogram
 - auxotonická súčasne sa mení dĺžka aj napätie svalu
- podľa tyov svalových vláken:
 - **typ I** pomalé oxidatívne vlákna červené sú tenšie, lepšie prekrvené, veľa mitochondrií, myoglobínu (väzba O2), uplatňujú sa pri trvalejšej svalovej práci nižšej intenzity
 - **typ II** rýchle glykolytické vlákna biele sú hrubšie, SR má výkonnejšiu vápnikovú pumpu, vysoká koncentrácia glykolytických ezýmov, menej mitochondrií a kyslíka, pri rýchlych a krátkych pohyboch
- energetika svalu: zdroje energie: glukóza (glykogén typ II); mastné kyseliny; ketónové látky
 - tvorba tepla: aktivačné teplo (je úmerné frekvencii AP), kontrakčné teplo (úmerné sile a dráhe kontrakcie)
- energetický mechanizmus: Hlavička myozínu v relaxovanom stave zbiera s lineárnou časťou myozínu (krček) pravý uhol. Väzbou na vápnik dochádza k väzbe aktín-myozín. Väzba nevyžaduje dodanie energie. Je tam viazané aj ADP. Dôjde k zmene uhla medzi hlavičkou a krčkom z 90 na 45 stupňov. Potom je treba, aby hlavička znova sa uvoľnila, aby sa mohla znova narovnať do 90 stupňového uhla, k tomu je potrebné ATP plastický účinok, uvoľňuje hlavičku z väzby na aktín. Pričom ATP sa štiepi na ADP uvoľní sa energia. Sarkoméry sú zaradené za sebou mnohokrát, ich posuny sa sčítavajú a sval sa skracuje. Kostrový sval sa dokáže skrátiť asi o 1/3 dĺžky, hladké až o 2/3.

b) Fylogenéza, fyziologická anatómia a regulácia činnosti gastrointestinálneho traktu.

Fylogenéza tráviacej sústavy

<u>Prvoky</u> - intracelulárne trávenie (tráviaca vakuola), fagocytóza (prijem z vonkajšieho prostredia) <u>Mechúrniky</u> - prijímací a vyvrhovací otvor - trávenie prebieha v mechúriku (coelenteron) <u>Ploskavce</u> - rozvetvená tráviaca rúra, gastrovaskulárna sústava, bez análneho otvoru VYŠŠIE BEZSTAVOVCE- 3 oddiely tráviaceho systému: predný (ústny otvor), stredný (bunky diferencované na vylučovanie tráviacich štiav) a zadný (análny otvor)

Mäkkýše - extracelulárne trávnenie, diferencovaný tráviaci systém - aj hepatopankreas

<u>Hmyz, obrúčkavce</u> - predná a zadná časť tráv. systému – ektodermového pôvodu, zložená z chitínu, zatiaľ čo stredná časť z endodermy, vystlaná tráviacimi žľazami, prebieha tu resorpcia strávených živín

STAVOVCE – 3 zákl. funkčné časti: horná časť (mechanická funkcia), stredná časť (chemické štiepenie živín, trávenie)a dolná časť (resorpcia živín, vylučovanie nestrávených zvyškov)

<u>Obojživelníky, plazy, vtáky</u> - konečník ústi spolu s pohlavnými vývodmi do kloaky, ktorá vyúsťuje análnym otvorom von

<u>Vtáky</u> - za pažerákom je hrvoľ - začiatok mechanického spracovanie potravy, 2 žalúdky – žľaznatý (tvorba tráviacich štiav), svalnatý (trávenie)

<u>Cicavce - prežúvavce</u> - bylinožravce - žalúdok zložený zo 4 častí – živočíchy prijímajú celulózu, ktorú nevedia štiepiť, v žalúdku sú prítomné endosymbiotické baktérie, ktoré zabezpečujú syntézu enzýmov na štiepenie celulózy

- pohyb potravy: ústna dutina → bachor (natrávenie celulózy celulázou produkovanou endosymbiotickými baktériami) → čepiec → ústna dutina (prežúvanie je reflexný dej s centrom v predĺženej mieche) → kniha → slez (vlastné chemické trávenie) → črevo
- na trávení sa aj u ostatných cicavcov podieľajú 3 žľazy: pečeň "žlčník, pankreas produkujúce enzýmy **Tráviaci systém** zabezpečuje príjem a spracovanie potravy ako aj vstrebávanie energetických a iných látok nevyhnutných pre fungovanie organizmu tvorí ho tráviaci trakt a príslušné žľazy produkujúce sekréty.
- motolita zabezpešuje posun prijatých živín do jednotlivých častí systému, pričom sa premiešavajú s tráviacimi šťavami
- <u>trávenie</u> je zložitý proces, pri ktorom sa látky prijaté potravou chemicky rozkladajú na menšie častice, ktoré sa dajú resorbovať sliznicou tráviaceho traktu do vnútorného prostredia organizmu
- dôležitou funkciou je aj chemická, imunologický a mechanická ochrana proti bakteriálnej infekcii a účinku toxických látok, zahŕňa to aj ochranu pred vlastnými tráviacimi enzýmami

Štruktúra steny tráviaceho traku môže byť popísaná v 4 základných vrstvách :

Mukóza - zložená zo špecialiovaných epitelových buniek, ktoré vystielajú lumen GIT

- skladá sa z lamina propria ktorú tvoria elastínové a kolagénové vlákna, obsahuje veľa žliazok a aj početné lymfatické kapiláry
- muscularis mucosae je tenká svalová vrstva zabezpečujúca zriasnenie sliznice

<u>Submukóza</u> - predstavuje podsliznicové tkanivo, obsahuje podsliznicové žliazky, nervy a cievy <u>Cirkulárna a pozdĺžna hladká svalovina</u> - zabezpečuje premiešavanie a posun potravy aborálnym smerom Vonkajšia seróza - tvorená spojivovým tkanivom, pokrýva črevo a fixuje ho v brušnej dutine

Nervová regulácia tráviaceho systému

Vegetatívny nervový systém

- parasympatikus zvyšuje vzrušivosť, motolitu a sekréciu
- sympatikus znižuje vzrušivosť, vlákna neinvervujú priamo štruktúry GIT ale neuróny ENS
 <u>Enterický nervový systém ENS</u> skladá sa z myenterického a submukózneho plexu, sú funkčne prepojené
- → miestne reflexy s krátkym reflexným oblúkom (receptor nervový plexus v stene efektor)
- pohybová aktivita GIT, sekrécia tráviacich štiav
- → reflexy s dlhým reflexným oblúkom
- s centrom v prevertebrálnych gangliách mimo GIT gastrokolgický reflex (naplneni žalúdka stimulácia aktivity hrubého čreva) alebo enterogastrický reflex (presun potravy do tenkého čreva inhibícia peristaltiky žalúdla)
- s centrom v CNUS defekačný reflex

Hormonálna regulácia tráviaceho systému - parakrinné účinky - účinok v blízkosti vzniku

- gastrín stimuluje sekréciu HCl v žalúdku a sekréciu žalúdočnej a pankreatickej šťavy
- cholecystokinín (CCK) stimuluje sekréciu pankreatických enzýmov a kontrakcie žlčníka

- v mozgu sa nach. jeho fragment faktor CCK-8, kde pôsobí ako faktor sýtosti
- sekretín stimuluje sekréciu pankreatickej šťavy najmä vody a HCO3-, inhibuje sekréciu HCl
- gastrický inhibičný peptid (GIP) znižuje sekréciu HCl v žalúdku, podporuje uvoľňovanie inzulínu vyvolané glukózou
- vazoaktívny intestinálny peptid (VIP) vyvoláva vazodilatáciu v tráviacom trakte
- motilín zvyšuje motilitu žalúdka a duodena, urýchľuje ich vyprázdňovanie
- somatostatín inhibuje sekréciu gastrínu a sekretínu, sekréciu všetkých štiav, motilitu
- bombezín stimuluje sekréciu žal. a pankreatickej šťavy a motilitu ten. čreva
- opioidné peptidy (endorfiny, enkefalíny) spomalenie činnosti TT

28. a) Predmet a stručné dejiny vývoja fyziológie živočíchov a človeka.

Predmet a rozdelenie FŽ

- základná biologická disciplína
- skúma funkcie živočíchov na všetkých úrovniach organizácie (od molekulárnej po celý organizmus)
- ontogenetický vývin funkcií (od embryogenézy až po smrť jedinca)
- vývoj funkčných adaptácií živočíchov vo fylogenéze
- reguláciu a koordináciu funkcií vo vnútri organizmu a ich integráciu s vonkajším prostredím
- -využíva poznatky z cytológie, histológie, anatómie, biochémie, biofyziky, ako aj kybernetiky a bioniky.
- delí sa na: a) všeobecná fyziológia: vývinová (u jedinca) a porovnávacia fyziológia (v zmysle fylogenetického vývoja funkcií)
 - b) špeciálna fyziológia : lekárska (normálna a patologická fyz. človeka), fyz. výživy, fyz. telesnej práce a športu, letecká a kozmická fyz., neurofyziológia, endokrinológia, fyz. kardiovaskulárneho systému, fyz. zmyslov, atď.

Hlavné funkčné systémy organizmu

- 1. Obehový systém (funkcie krvi a lymfy, práca srdca a ciev)
- 2. Respiračný systém (procesy dýchania, činnosť pľúc)
- 3. Tráviaci systém (mechanizmus a chemizmus trávenia, vstrebávanie živín)
- 4. Vylučovací systém (činnosť obličiek)
- 5. Nervový systém (funkcie nervov, mozgu a miechy)
- 6. Endokrinný systém (žľazy s vnútorným vylučovaním)
- 7. Reprodukčný systém (činnosť pohlavných žliaz a funkcie pohlavných orgánov)
- 8. Imunitný systém (funkcie sleziny, bielych kryiniek, lymfatických uzlín)
- 9. Oporný systém (fyz. kostí a chrupaviek)
- 10. Pohybový systém (kostrové a hladké svaly)
- 11. Zmyslové orgány (zrak, sluch, čuch, chuť, somestetické receptory)

História FŽ

Starovek: vývoj FŽ ako súčasť medicíny

Hippokrates (460-370 p.n.l.) - prvý "moderný lekár"- (Choroby nie sú trestami Bohov, ale príčinami človeka)

Herofilos z Chalkedonu (335 – 280) - zakladateľ alexandrijskej lekárskej školy, mozog ako nástroj duše, pitvy, rozlíšil nervy od ciev, popísal mozgové blany

Galenos z Pergamonu (129 – 200) - teória štyroch telesných štiav (krv, hlien, žltá žlč a čierna žlč), srdce je zdrojom tepla, pečeň tvorí krv, vyše 500 medicínskych pojednaní

Avicena (Ibn Sina) (980 – 1037) - dielo "Chánon medicíny", rozpracovanie ideí Galena a Hippokrata William Harvey (1578-1657) - "otec fyziológie", objaviteľ krvného obehu, *De motu cordis* - o pohybe srdca

Alphonso Borelli (1608-1689) - štúdie o pohybe, základom kontrakcie svalu sú svalové vlákna, De motu animalium - o pohybe živočíchov

Antonius van Leeuwenhoek (1632-1723)- popis červených krviniek a spermií

Marcello Malphigi (1628-1694) - popis erytrocytov, dokázal existenciu vlásočníc, mikroskopická anatómia obličiek, pečene a sleziny

R. de Graaf (1641-1673) - objav folikulov vo vaječníku, význam pankreatickej šťavy a žlče.

R.Lower (1631-1691) - prvá transfúzia krvi medzi dvoma živočíchmi (neúspešná, nepoznal krvné skupiny)

J.B.Denis (1640-1704): prvá úspešná transfúzia krvi u človeka (objav krvných skupín u človeka až Karl Landsteiner r.1900)

Antoine Lavoisier (1743-1794) - izoloval kyslík, dýchanie je spaľovanie pomocou kyslíka, vzniká pri tom CO_2 ,

zostrojil prvý kalorimeter (pokus s morčaťom a ľadom v nádobe)

A. von Haller (1708 – 1777) - dráždivosť ako všeobecná vlastnosť živej hmoty, zakladateľ experimentálnej psychológie

Luigi Galvani (1737 – 1798) - elektrická stimulácia svalu žaby vedie ku kontrakcii - Galvaniho pokus –

k ischemickému nervu priložil dva kovové prútiky a po prepojení došlo ku kontrakcii svalov nohy – žaba stiahla končatinu, Galvanometer

Lazzaro Spalanzani (1729-1799) -úloha žalúdočnej šťavy pri trávení, oplodnenie u nižších živočíchov, fyziológia krvného obehu

Jan Evangelista Purkyně (1787-1869) - bunková teória, fyziológia zraku, prevodného systému myokardu, mikroskopická technika, daktyloskopia (odtlačky prstov)

Claude Bernard (1813-1879) - sacharidový metabolizmus, autonómny nervový systém, úloha pečene a pankreasu, pokusy s curare – jed indiánov, vasokonstrikcia

- teória stálosti "milieu interieur" - základná koncepcia fyziológie

Walter Cannon (1867-1945) - zaviedol termín "homeostáza", používal x-lúče k štúdiu pohybov GI-traktu, objav sympatínu (látka podobná adrenalínu), mechanizmy vedenie nervového vzruchu, dielo "The wisdom of the body"

E.H. Weber a K. Fechner (19.stor.) - zákonitosti zmyslového vnímania (psychofyzika), objav sympatického a parasympatického účinku na srdce

Ilja Mečnikov - mechanizmus fagocytózy

Paul Ehrlich - teória tvorby protilátok

G.R.Minot - príčiny zhubnej anémie

V.M.Bayliss a E.Starling - objav hormónu sekretínu (1902) bol to GI hormón v dvanástniku Ivan Petrovič Pavlov (1849-1936) -objav podmienených a nepodmienených reflexov, teória učenia - Nobelova cena za fyziológiu (1904)

Charles Scott Sherrington (1857-1952) -teória reflexov, objav synapsií, "otec modernej neurofyziológie" J.Axelrod, U. von Euler, B.Katz - biofyzikálny mechanizmus vzniku a vedenia nervových vzruchov - (Nobelova cena r.1970)

b) Spracovanie potravy v ústnej dutine a v žalúdku, žalúdočná sekrécia. ÚSTNA DUTINA

<u>Žuvanie</u> - mechanické rozdrobenie potravy – zuby, jazyk, žuvacie svaly

- vznikne sústo (bolus), ktoré je obaľované do ochrannej vrstvy mucínu
- je to reflexný dej po prehltnutie trvá cca 30 s

Hltanie - rozžutá potrava sa presúva z ústnej dutiny do pažeráka

- zložitý reflexný dej, centrum: predĺžená miecha, most
- posun sústa na koreň jazyka je ovládaný vôľou, ďalší posun je reflexný a nedá sa zastaviť

*Sanie - nepodmieneý reflex u novorodencov, vytváranie podtlaku

Sliny – 3 páry slinných žliaz:

- podčeľustná zmiešaný sekrét (aj hlien aj voda)
- podjazyková mucinózny (hlienovitý) sekrét
- príušná serózny sekrét (najvyšší obsah vody)
- + prítomné aj drobné slinné žliazky

<u>Zloženie</u> voda - 99,4 %, zvyšok anorganické a organické látky :

mucín obaľuje sústo, ktoré je hladšie a ľahšie sa prehĺta

lyzozým má bakteriostatický účinok

α-amyláza zahajuje štiepenie škrobu ióny K⁺, HCO³⁻, Na⁺, Cl⁻

Funkcie - zvlhčenie tuhej potravy, jej zmäkčenie, pomoc pri tvorbe sústa

- čiastočné štiepenie živín škrob α -amyláza
- mierny antibakteriálny účinok lyzozým
- rozpúšťanie chuťových látok, potrebné na podráždenie chuťových receptorov
- riedenie dráždivej potravy

PAŽERÁK

- trubica spájajúca hltan so žalúdkom, horná tretina priečne pruhované, zvyšok hladké svalstvo

ŽALÚDOK

 rozšírená časť tráviaceho traktu, kde sa potrava hromadí a spracováva - základné funkcie: mechanická a chemická úprava potravy, ochrana pred infekciou

<u>Žliazky vnútornej výstelky sú tvorené bunkami:</u>

- 1. hlavné bunky produkujú pepsinogény
- **2. parietálne bunky** produkujú HCl, ktorá aktivuje neaktívne pepsinogény na aktívny pepsín, ktorý sa podieľa na trávení bielkovín a intrinsic factor (vnútorný faktor nevyhnutný pre resorpciu vitamínu B12)
- 3. mukózne bunky produkujú mucín (hlien ochrana žal. sliznice) a HCO³-
- **4. endokrinné bunky** produkujú hormóny, najmä gastrín v oblasti žalúdka
- u dojčiat v hlavných bunkách sa produkuje žalúdočná lipáza (štiepi emulgovaný tuk z mlieka) a chymozín (spôsobuje zrážanie mlieka a teda spomalenie jeho prechodu cez žalúdok)

Sekrécia žalúdočnej šťavy prebieha v 3 fázach:

- 1. **cefalická fáza** ešte bez kontaktu s potravou vylučovanie HCl začína pri pohľade na potravu, podráždením čuchových, chuťových buniek alebo už pri predstave jedla
 - aktivujú sa acetyl-cholínové receptory parasympatika (n. vagus), uvoľňuje sa gastrín
- žalúdočná (gastrická) fáza spúšťacím mechanizmom je roztiahnutie žalúdka potravou a prítomnosť štiepnych produktov bielkovín AMK, peptidov, ktoré vznikli pôsobením pepsínu
 - vylučuje sa gastrín stimuluje vylučovanie HCl
- 3. **črevná (intestinálna) fáza** podnetom pre jej spustenie je prechod natráveniny do duodena (gastrín sa v malom množstve vylučuje aj tam)
 - tvorba HCl sa zastavuje spätnoväzobným mechanizmom: pokles pH v žalúdku pod 3 blokuje vylučovanie gastrínu a tým aj HCl
 - spoluúčasť sekretínu, GIP, štiepnych produktov tukov a bielkovín

Sekrécie HCl parietálnymi bunkami

- membránovou hydrolýzou H₂O vznikajú ióny H⁺ a OH⁻, vodíkové ióny sa aktívne prenášajú do lumenu žliazky a vymieňajú sa s K⁺, ktoré prechádzajú do bunky touto výmenou sa katalyzuje H-K-ATPáza (potrebná energia z ATP)
- H_2O vytvára v bunke s CO_2 za účasti karbonátdehydratázy kyselinu uhličitú H_2CO_3 , ktorá disociuje na ióny H^+ a HCO_3^- , pričom hydrogenuhličitanové ióny prechádzajú do intersticiálnej tekutiny a odtiaľ do plazmy a výmenou za nich do bunky prúdi Cl^-

- chlór sa následne aktívne transportuje do lumenu žliazok kde reaguje s prítomnými vodíkovými katiónmi za vzniku HCl
- prestup chlóru do lumenu zvyšuje negatívny potenciál, umožní pasívny presun K⁺ do lumenu
- draslík je následne pumpovaný naspať do bunky, pričom voda prechádza po osmotickom gradiente
- z bunky do lumenu v takom množstve aby sa zachovala osmotická rovnováha

Trávenie v žalúdku

- pH žalúdočnej šťavy silne kyslé (1,8 4)
- premiešavanie potravy pohybmi žalúdka vzniká natrávenina (**chýmus**)
- polotekutý chýmus prechádza v malých množstvách pylorom do dvanástnika
- najdlhšie sa trávi tuková potrava (5 hod.), kratšie bielkovinová, najskôr opúšťa žalúdok sacharidová potrava (cca 3 hod.)
- regulácia vyprázdňovania žalúdka: enterogastrický reflex, sekretín, cholecystokinín (CCK), GIP (gastrický inhibičný peptid)

Zvracanie - obranný reflexný dej, centrum: retikulárna formácia predĺženej miechy

- vyvolávajú ho podnety z GIT (dráždenie steny žalúdka škodlivinami, mechanické podráždenie koreňa jazyka...) alebo centrálne podnety (hypoxia, nedostatok kyslíka, silná bolesť, dráždenie vestibulárneho aparátu vnútorného ucha)

a) Trávenie a vstrebávanie živín v tenkom a hrubom čreve. **29**. TENKÉ ČREVO

- nadväzuje na žalúdok dvanástnikom (duodenum), pokračuje ako lačník (jejunum) a bedrovník (ileum)
- 4 vrstvy : na povrchu serózny obal, vrstva hladkej svaloviny (vonkajšia pozdĺžna, vnútorná cirkulárna), riedke podslizničné väzivo (krvné a lymfatické cievy, nervové plxey) a sliznica s funkciou resorpcie
- sliznica množstvo klkov (zväčšenie povrchu asi 10x)
 - medzi klkmi Lieberkühnove krypty
 - povrch pokrýva jednovrstvový resorpčný epitel tvorený enterocytmi, ktoré majú na povrchu kefkový lem, zložený z mikroklkov (ďalšie zväčšenie povrchu 20x - na cca 300 m2)
 - krypty sú tiež vystlané enterocytmi, na dne sú Panethove bunky a nediferencované kmeňové bunky, z ktorých vznikajú enterocyty
 - v kryptách sú roztrúsené pohárikovité Brünnerove žliazky (produkcia hustého alkalického sekrétu bohatého na mukoproteíny) a endokrinné bunky (produkcia sérotonínu. gastrínu, GIP a cholecystokinínu)
- <u>enzýmy kefkového lemu enterocytov</u> **enteropeptidázy** štiepia peptidy

disacharidázy (sacharáza, maltáza, laktáza) – štiepia disacharidy na monosacharidy

lipázy – štiepia monoacylglyceroly na glycerol a voľné MK **nukleázy** – štiepia nukleové kyseliny

- do lúmenu tenkého čreva sa vylučuje črevná šťava (asi 21 denne), pankreatická šťava (pochádza z exokrinnej činnosti pankreasu) a žlč
- pH natráveniny v tenkom čreve je <u>alkalické</u>
- funkcie tenkého čreva sú **trávenie** (tráviace enzýmy kefkového lemu + pankreatická šťava + žlč) a vstrebávanie (rozložené živiny sa absorbujú do enterocytov, vstrebáva sa tu väčšina živín)

HRUBÉ ČREVO

- od tenkého čreva oddelen= ileocekýlnym sfinktorom, a predstavuje poslednú časť tráviaceho traktu
- funkcie hrubého čreva sú vstrebávanie látok (voda, ióny Na, Cl, Ca, Mg), vylučovanie nepotrebných látok z organizmu a symbiotické baktérie (štiepia látky, kt. sa neresorbovali, tvorba plynov, vytvárajú vitamín K a vitamíny komplexu B - probiotické baktérie)
- regulácia pohybov parasympatikus stimuluje motilitu, sympatikus ju tlmí a vláknina zväčšuje objem črevného obsahu → stimuluje pohybovú aktivitu

- <u>defekácia</u> je reflexný dej, kt. sa spúšťa podráždením mechanoreceptorov pri naplnení konečníka
 - 2 zvierače: vnútorný (m. ani internus) neovládateľný vôľou a vonkajší (m. ani externus) ovládateľný vôľou
 - integračné centrum krížová oblasť miechy

Absorpcia sacharidov a bielkovín → krvné kapiláry

Sú tam rozdiely. Klky majú enterocyty – násobné zväčšenie plochy. Vo vnútri klku je kapilárny systém: venózny, arteriálny systém a v strede medzi tým lymfatická kapilára. Bielkoviny cez krvné kapiláry – potrebujeme molekuly pankreatických enzýmov. Enzýmy začnú pôsobiť a dochádza k štiepeniu živín. Sacharidy a bielkoviny sú transportované do krvi. Prvý transport do enterocytu je aktívny, ostatné sú difúzne princípy.

<u>Absorpcia tukov</u> → lymfatické kapiláry

Tuky idú do TČ v podobe kvapôčiek, nemiešajú sa s vodou. Kvapôčky musíme soluvilizovať, na to slúžia žlčové kyseliny, ktoré emulgujú tuky. Také sú prístupné enzýmom. Tuky sa štiepia na monoacylglyceroly a mastné kyseliny, trávenie prebieha tak, že z drobných kvapôčiek rozštiepených sa formujú micely, sú tvorené s drobných reťazcov. A ako micely idú do enterocytu, ale predtým sa uvoľnia z nich žlčové kyseliny a ich soli. Potom sa triacylglyceroly zabudujú do chylomikrónu a potom sa tuk absorbuje nie do krvi ale lymfatického systému.

b) Všeobecné zákonitosti hormonálnej regulácie životných procesov.

Endokrinný systém má spolu s nervovým a imunitným systémom zásadnú úlohu pri udržiavaní integrity organizmu a jeho adaptácii na zmeny vo vonkajšom aj vnútornom prostredí - svoje regulačné funkcie vykonáva prostredníctvom hormónov.

- fylogeneticky najstarší systém regulácie

Hormón je látka, ktorú produkuje špecializované tkanivo (endokrinná žľaza), vylučuje sa do krvi (na rozdiel od exokrinných systémov, ktorých sekréty sa dostávajú do telových dutín ústiacich do vonkajšieho prostredia) a pomocou receptorov pôsobí v minimálnych koncentráciách na cieľové bunky v mieste vzdialenom od miesta svojej produkcie.

- centrálnu úlohu v endokrinnom systéme má hypotalamus s hypofýzou, hypotalamus sprostredkúva kontrolu endokrinného systému pomocou CNS
- hypotalamové neuróny produkujú **stimulačné / inhibičné neurohormóny**, ktoré regulujú aktivitu hypofýzy a tá svojimi **trópnymi hormónmi** stimuluje aktivitu periférnych endokrinných žliaz (štítna žľaza, nadobličky, pohlavné žľazy), ktoré produkujú **hormóny pôsobiace priamo na cieľové tkanivá**

AMINOHORMÓNY - deriváty tyrozínu

- časť z nich obsahuje v molekule atómy jódu
- hormóny štítnej žľazy (tyroxín, trijódtironín), hormóny drene nadobličky (katecholamíny)

<u>PEPTIDOVÉ HORMÓNY</u> - malé peptidy syntetizované z vysokomolekulových prekurzorov preprohormónov v endoplazmatickom retikule endokrinných buniek

- -ako prohormóny sa dostávajú do Golgiho aparátu a odtiaľ do sekrečných granúl, kde proteolytickým štiepením vzniká konečná molekula
- hormóny hypotalamu, pankreatické hormóny, hormóny hypofýzy

STEROIDNÉ HORMÓNY - cyklické aromatické uhľovodíky, ktorých prekurzorom je cholesterol

- hormóny kôry nadobličky, a pohlavné hormóny

Mechanizmus účinku

→ <u>Hormóny proteínového charakteru</u> sú dobre rozpustné vo vode a pri transporte krvou spravidla nepotrebujú nosiče - ťažko však prechádzajú lipidovou vrstvou membrán, preto sa v cieľovom tkanive najprv naväzujú na špecifické bielkovinové receptory na vonkajšej strane bunkovej membrány (membránové receptory), čím sa spúšťa kaskáda ich účinkov.

- po naviazaní na membránový receptor sa signál prenáša do bunky viacerými mechanizmami
- väzba hormónu na receptor podmieňuje vznik "druhých poslov", ktoré vyvolávajú ďalšie zmeny
- najčastejším mechanizmom je aktivácia adenylcyklázy s následným zvýšením koncentrácie cAMP (cGMP), ktorý aktivuje proteínkinázu A v cytoplazme a tá mení fosforyláciou aktivitu ďalších enzýmov
- ďalším mechanizmom, aktiváciou ktorého reaguje bunka na účinok niektorých hormónov je rozštiepenie fosfatidylinozitolu na diacylglycerol a inozioltrifosfát pôsobením membránovej fosfolipázy, tieto látky spolu s iónmi vápnika aktivujú proteínkinázu C, čo má za následok zmenu aktivity príslušných enzýmov zároveň sa zvyšuje syntéza ďalšieho vnútorného mediátora prostaglandínov
- účinkom niektorých hormónov sa otvárajú kanály umožňujúce vstup Ca²⁺ do bunky a uvoľňujú ho aj z vnptrobunkových zdrojov - interakciou Ca²⁺ s kalmodulínom (bielkovinový vnútrob. nosič) sa mení aktivita mnohých enzýmov
- niekoľko vnútrobunkových mechanizmov teda sprostredkúva účinky mnohých hormónov a o tom ktoré bunky zareagujú rozhoduje prítomnosť špecifických receptorov na povrchu bunky, ktoré sú schopné rozoznať a naviazať svoj hormón
- → <u>Hormóny štítnej žľazy a steroidné hormóny</u> sa zle rozpúšťajú vo vode a preto musia byť v krvi naviazané na bielkovinové nosiče
- vďaka svojej rozpustnosti v tukoch pomerne ľahko difundujú bunkovou membránou a ich hlavné špecifické receptory sa nachádzajú až v bunkovom jadre nukleové receptory
- jedna časť týchto receptorov viaže hormón, druhou časťou sú naviazané na DNA
- tieto hormóny ovplyvňujú predovšetkým expresiu génov kódujúcich bielkoviny (vrátane enzýmov)

30. a) Fyziológia exokrinného pankreasu.

PANKREAS - zložený z endokrinnej (hormóny) a exokrinnej časti

Exokrinná časť - exokrinné tkanivo sa skladá z acinov sekrečných buniek, ktoré sú usporiadané do lalôčikov

- denne 1-21 pankreatickej šťavy
- obsahuje HCO₃ na neutralizáciu chýmu (pH 7-8)
- obsahuje inaktívne prekurzory tráviacich enzýmov, ktoré sa v tenkom čreve menia na aktívne (trypsiongén, chymotrypsinogén, prokarboxypeptidáza) a tým chránia pankreas pred samonatrávením chráni aj inhibítor trypsínu ktorý vznika tiež v acinóznych bunkách
- enzýmy sú aktivované až pri prechode do duodena enterokinázou uvoľňovanou z buniek steny čreva Enzýmy pankreatickej šťavy:
- 1. trávenie bielkovín a nukleových kyselín:
 - trypsín, chymotrypsín štiepia bielkoviny alebo polypeptidy na peptidy
 - **karboxypeptidázy A, B** štiepia degradačné produkty bielkovín až na jednotlivé aminokyseliny
 - elastázy štiepenie kolagénových a elastínových vláken
 - **nukleázy** štiepia nukleové kyseliny
- 2. trávenie cukrov:
 - **pankreatická** α-amyláza hydrolyzuje škrob a glykogén na oligosacharidy, tieto sa ďalej štiepia enzýmami tenkého čreva
- 3. trávenie tukov:
 - pankreatická lipáza štiepi triacylglyceroly na monoacylglyceroly a voľné mastné kyseliny
 - **cholesterolesteráza** štiepi estery cholesterolu
 - **fosfolipáza** odštepuje voľné mastné kyseliny z fosfolipidov

Regulácia pankreatickej sekrécie:

- 1. nervová parasympatikus zvyšuje sekréciu, sympatikus tlmí
- 2. hormonálna sekretín, CCK, pankreozymín zvyšujú sekréciu tekutej zložky šťavy i obsah enzýmov Fázy vylučovania:

- **cefalická fáza** začína bezprostredne prijatím potravy a pokračuje aj po príjme (vylučovanie pankreatickej šťavy je podmienené tvorbou gastrínu v žalúdku ako odpoveď na vagovú stimuláciu)- cca iba 20% sekrécie
- **žalúdočná fáza** je reakciou na roztiahnutie stien žalúdka potravou a na prítomnosť AMK a peptidov- vyvoláva ju zvýšená produkcia gastrínu aj zvýšená aktivita parasympatika cca iba 5-10% sekrécie
- črevnú fázu sekrécie vyvoláva prechod kyslého chýmz do duodena a sekretín stimuluje vylučovanie veľkého množstva pankreatickej šťavy bohatej na HCO₃- s malým množstvom enzýmov neutralizácia
- vytvorí sa vhodné prostredie pre činnosť pankreatických enzýmov AMK a peptidy v duodene stimulujú tvorbu pankreatickej šťavy prostredníctvom cholecystokinínu CCK uvoľňovaného zo sliznice duodena a horných častí jejuna 70-80% z celkovej sekrécie

b) Termoregulácia a jej mechanizmy u poikilotermných, homoiotermných a heterotermných živočíchov.

Človek potrebuje pre biochemické a fyziologické procesy i pre svoju fyzickú, psychickú a spoločenskú aktivitu stálu telesnú teplotu. Udržiavanie stálej telesnej teploty je podmienené rovnováhou medzi tvorbou a výdajom tepla v organizme a ich presnou reguláciou - termoreguláciou.

Udržiavanie telesnej teploty pozostáva z dvoch dejov :

Termogenéza - produkcia tepla vo vnútri organizmu

- teplo sa tvorí ako vedľajší, ale mimoriadne dôležitý produkt metabolizmu predovšetkým v aktívnych štruktúrach tela (napr. v pečeni , vo svaloch atď.), príjmom potravy (špecificko-dynamický efekt živín), ako aj svalovou prácou.

Termolýza - tepelné straty z tela do prostredia

- teplo sa vydáva z organizmu najmä povrchom tela, t.j. kožou, ale aj sliznicami

Poikilotermné živočíchy - všetky bezstavovce, zo stavovcov – ryby, obojživelníky, plazy

- sú schopné prispôsobiť teplotu tela teplote vonkajšieho prostredia
- nemajú vyvinuté termoregulačné mechanizmy

Pri poklese teploty vonkajšieho prostredia:

- rýchly / krátkodobý zmeny správania, vyhľadávanie teplého prostredia
- pomalý upadajú do pokojového štádia
- zamrznutiu tel. tekutín bránia antifrízy (protizamŕzajúce látky glykoproteínovej povahy)

Pri vzostupe teploty prostredia:

- bránia sa prehrievaniu napr. zmenou správania (zdržiavanie sa v tieni, na chladnejších podkladoch a pod.), zmenou zafarbenia tela

Homoiotermné živočichy - vtáky, cicavce

- majú vyvinuté termoregulačné mechanizmy zabezpečujúce stálosť tel. teploty
- tvorba tepla: pečeň, srdce, svaly
- kritériom pre posudzovanie tel. teploty je rektálna teplota
- v ústnej dutine t.t. nižšia o 0,5 °C
- v pazušnej jamke t.t. nižšia o 0,2 0,6 °C

Faktory ovplyvňujúce telesnú teplotu homoiotermov:

- denný biorytmus, pohlavie, ontogenéza, výživa, svalová činnosť, emocionálne stavy, menštruačný cyklus, vonkajšia teplota
- <u>hypotermia (podchladenie)</u> organizmus stráca viac tepla ako ho vyprodukuje
- pokles TT pod 20-25°C smrť, ochrnutie dýchacích svalov
- <u>hypertermia (prehriatie)</u> úpal (exog. príčiny) a horúčka (pyrogény)
- vzostup TT na 40°C dilatácia ciev, zlyhanie krv. obehu

Termoregulačné mechanizmy homoiotermov:

1. Fyzikálna termoregulácia

prúdením (konvekciou)- prenos tepla medzi povrchom tela a pohybujúcim sa médiom, ktoré je s telom v kontakte (prúdiaci vzduch)

sálaním (radiáciou) - prenos tepelnej energie vo forme elektromagnetických vĺn IČ časti spektra - tepelné vyžarovanie

vedením (kondukciou) - prenos tepelnej energie priamo medzi objektmi, ktoré sa dotýkajú, závisí od tepelnej vodivosti materiálu, s ktorým je povrch tela v kontakte

vyparovaním (evaporáciou) - tepelná energia je využitá na premenu skupenstva - odparuje sa voda z hlbších vrstiev kože (potenie – perspiratio sensibilis) a z povrchu dýchacích ciest (perspiratio insensibilis)

2. Chemická termoregulácia

trasová termogenéza - svalový tras (podráždenie chladových receptorov v koži)

- krátke kontrakcie kostrových svalov
- motorické trasové centrum dorzomediálny hypotalamus
- trasu predchádza zvýšenie svalového tonusu stuhnutie svalov pri pôsobení chladu
- dôsledok: zvýšenie produkcie tepla 5-6 násobne
- chem. podstata: glykogenolýza
- hormóny (tyroxín, adrenalín)
- somatomotorický nervový systém

netrasová termogenéza - úloha hnedého tukového tkaniva (mláďatá, novorodenci)

- katecholamíny (adrenalín)
- autonómny nervový systém (sympatikus)
- biochem. podstata: štiepenie MK tvorba tepla
- 3. Centrálna termoregulácia
- hypotalamus ("termostat") chladiace centrum / zohrievacie centrum
- mozgová kôra (emócie)
- termoreceptory
- Hypotalamus
- <u>predný (preoptický)</u> vstupné signály z termoreceptorov:
- z periférnych receptorov teplota v koži (povrch tela)
- receptory chladu (10x početnejšie), receptory tepla
- z centrálnych receptorov teplota krvi v hypotalame a vnútorných orgánoch
- zadný (ventromediálny a dorzomediálny) výkonné centrum
- riadi produkciu a výdaj tepla

<u>Dôsledok</u> - prestavenie termoregulačného centra na vyššiu resp. nižšiu teplotu

- zvýšenie tvorby alebo výdaja tepla

<u>Výstupné signály</u> - k štítnej žľaze – TRH (hypotalamus) → TSH (adenohypofýza) → tyroxín (štítna žľaza)

- k dreni nadobličiek adrenalín
- k periférnym cievam cez sympatikový NS
 - vazokonstrikcia resp. vazodilatácia
 - artérie a vény protiprúdový výmenný systém
- do mozgovej kôry zmena správania
- k potným žľazám straty tepla
- ku kostrovým svalom tvorba tepla, trasová termogenéza
- protiprúdový výmenný systém artérie a vény sú lokalizované blízko seba napr. v končatinách
- artériami preteká teplá krv z telesného jadra smerom na perifériu, teplo prestupuje z artérií do vén a vracia sa do telesného jadra bez strát do okolitého prostredia účinný najmä u arktických živočíchov

Heterotermné živočíchy

- adaptácia na dlhotrvajúci pokles teploty (hibernácia) zvýšenie teploty (estivácia)
- <u>hibernácia</u> pokles teploty prostredia, skracovanie svetlej časti dňa → hromadenie zásobných látok → budovanie hnedého tuku → vzostup melatonínu → pokles činnosti pohlavných žliaz a štítnej žľazy → pokles činnosti srdca, frekvencie dýchania a aktivity metabolizmu (až 100-násobne)
- vrodené cirkaanuálne rytmy
- hnedý tuk výroba tepla netrasovou termogenézou
- adrenalín, noradrenalín → hormón-senzitívna lipáza → štiepenie TAG → oxidácia MK
- úloha termogenínu (MT odpojenie dých. reťazca), tvorba tepla

31. a) Fyziológia výživy, energetický metabolizmus, zdroje E pre organizmus.

Výživa - príjem látok do organizmu, ktoré sú nevyhnutné na zabezpečenie životne dôležitých procesov prebiehajúcich v organizme.

Látky v potrave delíme na: 1. slúžiace ako zdroj energie - cukry, tuky, bielkoviny

2. potrebné pre metabolické procesy - minerály, vitamíny, voda

Metabolizmus: 1. katabolizmus (oxidácie) – energia vzniká (teplo, chemická energia- ATP)

2. anabolizmus (syntézy) - energia sa spotrebúva

Bazálny metabolizmus je množstvo energie potrebné na zabezpečenie funkcií organizmu za bazálnych podmienok

Bazálne podmienky: bdelý stav v ležiacej polohe, postabsorpčný stav, termoneutrálna zóna **Faktory ovplyvňujúce metabolizmus:**

- svalová aktivita
- špecificko-dynamický efekt živín (max. bielkoviny) energia na prvotné spracovanie potravy
- teplota
- povrch tela
- pohlavie
- vek (mladší majú vyššiu intenzitu metabolizmu)
- hormóny (T4, T3, ADR, NOR) tyreoidálné hormony + adrenalíny

Stanovovanie úrovne energetického metabolizmu

- kalorimetria priama- množstvo energie uvoľnené oxidáciou látok z potravy v organizme je rovnaké ako množstvo energie uvoľnené spálením potravy mimo organizmu
 - nepriama- množstvo tepla uvoľnené za jednotku času vypočítame podľa množstva spotrebovaného O₂ a vytvoreného CO₂

Energetická hodnota potravy (spalné teplo) je množstvo tepla získané spálením 1 g látky v kalorimetri - <u>fyzikálne spalné teplo</u>: cukry - 17,1 kJ, bielkoviny - 23 kJ a tuky - 38,9 kJ

<u>fyziologické spalné teplo:</u> u cukrov a tukov zhodné s fyzikálnym spalným teplom, u bielkovín sa líši (močovina) (NH- skupina sa musí najprv odštiepiť a zabudovať do močoviny)

Respiračný kvocient (RQ)

- vyjadruje závislosť množstva uvoľnenej energie

v organizme od druhu oxidovaných látok (sach.-1, tuky-0,7; prot.-0,8)

$$RQ = V_{CO2} / V_{O2}$$

V_{CO2} - objem CO₂ vytvoreného v organizme

V_{O2} - objem spotrebovaného O₂ za jedn. času

Základné zdroje energie pre organizmus

Cukry -trávením sa rozkladajú na monosacharidy – glukóza (kľúčová), fruktóza, galaktóza **Tuky** -trávením vznikajú monoacylglyceroly, vyššie mastné (karboxylové) kyseliny **Bielkoviny** - rozklad na aminokyseliny

Po resorpcii sa využívajú na:

- resyntetizáciu cukrov, tukov a bielkovín telu vlastných
- tvorbu energie ⇒ **Krebsov cyklus** ⇒ NADH₂, FADH₂ (redukované ekvivalenty) **dýchací reťazec** ⇒ **oxidatívna fosforylácia** (tvorba ATP)

Energetické rezervy: tuky – 74 % (TAG v tukovom tkanive)

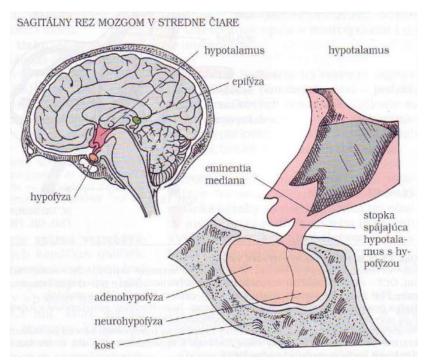
cukry – 1 % (glykogén v pečeni a vo svaloch)

bielkoviny – 25 % (plazmatické, štrukturálne bielkoviny)

b) Hormonálne riadenie na úrovni hypotalamu.

Hypotalamus je uložený na spodine mozgu a predstavuje tú časť CNS, ktorá sa priamo zúčastňuje na riadení endokrinného systému

- zhluky tiel nervových buniek tvoria hypotalamové jadrá, ktoré produkujú špecifické neurohormóny ovplyvňujúce rozličné funkcie endokrinného systému
- neurohormóny sú syntetizované v telách buniek a transportované do nervových zakončení odkiaľ sa exocytózou uvoľňujú do krvi
- axóny veľkých neurónov produkujúcich oxytocín a vazopresín sa končia v neurohypofýze, odkiaľ sa dostávajú do systémovej cirkulácie
- axóny transportujúce neurohormóny regulujúce funkcie adenohypofýzy sa končia v eminentia mediana, odkiaľ sa dostávajú do kapilár <u>hypotalamo-hypofýzového portálneho obehu</u> (obsahuje vysokú koncentráciu stimulačných alebo inhibičných neurohormónov)



Hypotalamové neurohormóny transportované do neurohypofýzy:

VAZOPRESÍN- antidiuretický hormón ADH

- syntéza a sekrécia je regulovaná osmolalitou plazmy, ako aj zmenami objemu cirkulujúcej krvi a krv. tlaku → zmeny osmolality signalizujú osmoreceptory v prednej stene tretiny mozgovej kôry, kde nie je hematocefalická bariéra
- pri poklese osmolality bunky zväčšujú svoj objem a to je signál pre zníženie syntézy a pokles sekrécie ADH
- ak sa osmolalita plazmy zvýši (dehydratácia), objem bunky sa zmenšuje lebo voda prestupuje von, je to signál pre zvýšenie sekrécie hormónu - zvýši sa vstrebávanie vody zo zberných kanálikov obličiek a klesá množstvo vylúčeného moču
- → zmeny krvného tlaku zaznamenávajú baroreceptory
- podnetom na zvýšenie sekrécie ADH je potreba zvýšiť objem cirkulujúcej krvi alebo čeliť poklesu krv. tlaku
- ADH zvyšuje spätné vstrebávanie vody zo zberných kanálikov obličiek
- po naviazaní na membránové receptory aktiváciou cAMP v epitelových bunkách kanálikov vznikajú v ich stene minikanáliky nazývané aquaporíny (priemer 0,2nm), ktoré spájajú vnútro buniek so zberným kanálikom a prepúšťajú vodu, nie však väčšie molekuly tým sa zabezpečí spätné vstrebávanie vody zo zberných kanálikov do epitelových buniek
- ADH má aj **vazokonstričkný účinok**, ktorý spočíva v ovplyvňovaní redistribúcie krvi z kožnej, svalovej a črevnej oblasti do mozgu a pečene
- pôsobí aj na pamäť, podporuje tvorbu a vybavovanie pamäťovej stopy (oxytocín opak)

OXYTOCÍN

- podnetom na jeho sekréciu je dilatácia pôrodných ciest a podráždenie prsníkových bradaviek
- reflexne sa vyplavuje aj pri dojčení kontrakcie myoepitelových buniek a vylučovanie mlieka

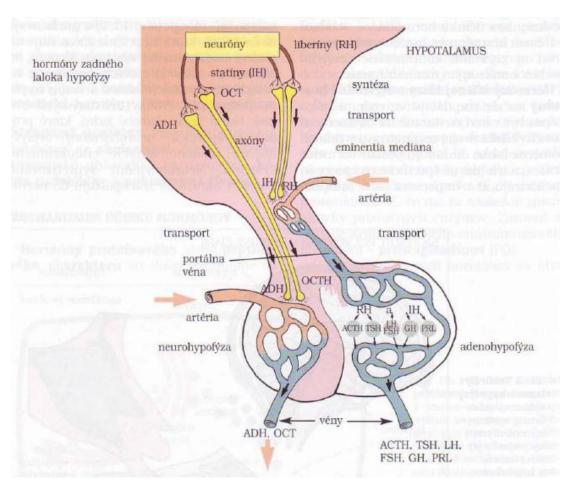
- hlavný účinok v reprodukčnom systéme uterokinetické účinky pôrod vyvoláva kontrakcie hladkého svalstva maternice na konci gravidity
- regulácia metabolizmu vody a solí (zosilňuje antidiuretický účinok a súčasne pôsobí nátriureticky)
- ovplyvňuje aj pamäť a správanie, inhibuje tvorbu a vybavovanie pamäťovej stopy

Hypotalamové neurohormóny regulujúce adenohypofýzu:

- syntetizujú sa v rozličných hypotalamových jadrách, transportujú sa axónmi a portálnym obehom až k prednému laloku hypofýzy, kde stimulujú (liberíny) / inhibujú (statíny) sekréciu a syntézu iných hormónov
- funkcie hypofýzy ovplyvňujú LEN tie hypotalamové neurohormóny, ktoré sa na úrovní emminentia mediana uvoľnia do portálneho obehu a dosiahnu hypofýzu ešte pred zriedením v sytémovom obehu LIBERÍNY
- tyreoliberín hormón uvoľňujúci tyreotropín TRH
- hypofýzotropný hormón ,stimuluje syntézu tyreotrópneho hormónu TSH a prolaktínu
- v krvi aj tkanivách sa rýchlo degraduje v priebehu pár minút
- jeho syntézu inhibujú hormóny štítnej žľazy (mechanizmus negatívnej spätnej väzby)
- je syntetizovaný aj inde v CNS, aj v tráviacom trakte
- na úrovni CNS ovplyvňuje prenos nervového vzruchu, zvyšuje bdelosť organizmu, stimuluje dýchanie
- gonádoliberín hormón uvoľňujúci gonadotropíny GnRH
- stimuluje sekréciu luteinizačného hormónu LH a hormónu stimulujúceho folikuly FSH
- kortikoliberín hormón uvoľňujúci kortikotropín CRH
- stimuluje syntézu proopiomelanokortínu POMC, ktorý je prekurzorom adrenokortikotropného hormónu ACTH , melanotropného hormónu MSH a β-endorfínu v hypofýze, ako aj sekréciu ACTH.
- somatoliberín -hormón uvoľňujúci rastový hormón, GHRH
- stimuluje sekréciu a syntézu rastového hormónu (STH) v hypofýze.

STATÍNY

- somatostatín inhibuje sekréciu rastového hormónu a tyreotrópneho hormónu
- prolaktostatín inhibuje vyplavovanie prolaktínu a tyreotrópneho hormónu, asi totožný s dopamínom



32. a) Metabolizmus sacharidov a jeho regulácia.

Cukry (sacharidy) sú významným potravinovým článkom s najvyšším pomerným zastúpením v prijímanej potrave - vo forme škrobu v R pletivách, vo forme glykogénu v Ž tkanivách.

- celulóza sa nemetabolizuje
- koncovými produktmi trávenia sacharidov sú glukóza, fruktóza a galaktóza ľahko vstrebateľné

GLYKOLÝZA

- prvý stupeň katabolizmu cukrov, pri ktorom sa uvoľňuje energia
- metabolizmus glukózy začína v okamihu, keď prestúpi membránu buniek, prebieha v cytosole
- za účasti ATP sa mení na **glukóza-6-fosfát** (fosforylácia hexokinázou / v pečeni glukokinázou)
- mení sa na **fruktóza-6-fosfát**, ďalšou fosforyláciou na **fruktóza-1,6-bisfosfát**, ktorý sa rozkladá na dve trohjuhlíkové molekuly **pyruvátu** (kys. pyrohroznová)
- za anaeróbnych podmienok je koncovým produktom laktát (kys. mliečna)
- pre niektoré bunky ako napr. erytrocyty je anaeróbna glykolýza jediný zdroj energie málo efektívna cesta, uvoľní sa iba cca 5% celkovej energie
- celkovým produktom aeróbnej glykolýzy je 8 molekúl ATP + 2 NADH + H⁺ (každý 6 ATP)

KREBSOV CYKLUS

- duhý katabolický stupeň, pyruvát môže vstúpiť do cyklu trikarboxylových kyselín
- séria chemických reakcií, pri ktorých sa metabolizuje **acetyl-CoA** vytvorený z pyruvátu oxidatívnou dekarboxyláciou alebo β- oxidáciou KK
- na rozdiel od glykolýzy prebieha v mitochondriách
- cyklus začína aj končí reakciou oxalacetátu s acetyl-CoA, pričom uvoľnený koenzým opakovane vytvára nový acetyl-CoA s prichádzajúcim pyruvátom
- vyžaduje dostatočný prísun O₂
- z každej molekuly acetyl-Co
A vzniká 12 molekúl ATP , dohromady 24 lebo z glykolýzy máme 2 pyruváty

TVORBA KYSELINY MLIEČNEJ

- pri nedostatku O_2 keď pyruvát nemôže ísť do Krebsovho cyklu, musí sa telo spoliehať aj na malý energetický zisk z anaeróbnej dekarboxylácie
- pomocou laktátdehydrogenázy je pyruvát premenený na laktát, ten difunduje von z buniek a dostáva sa do intersticiálneho priestoru, vychyľuje acidobázickú rovnováhu vnútorného prostredia
- ak sa obnoví prísun O₂, laktát sa rýchlo premieňa na pyruvát tým istým enzýmom, pokračuje Krebs
- stupeň namáhavosti svalovej práce, ako aj trvanie anaeróbnych podmienok možno kvantifikovať kyslíkovým dlhom objemové množstvo O_2 potrebné na vytvorenie množstva energie oxidatívnou premenou, ktorá sa využíva na premenu kys. mliečnej na kys. pyrohroznovú alebo glukózu

PRIAMA OXIDÁCIA GLUKÓZY, PENTÓZOVÝ CYKLUS

- druhý významný spôsob degradácie glukózy takto sa degraduje až 30% glukózy, predovšetkým v pečeni
- cyklicky opakujúci sa proces vždy sa metabolizuje 1 molekula glukózy za vzniku 1 molekuly CO₂ a 4 atómov vodíka
- cyklus sa opakuje dovtedy, kým sa netransformuje všetka dostupná glukóza
- vodík sa viaže na NADP⁺ → NADP⁺ + H⁺, ktorý sa využije pri syntéze vyšších KK
- reálny význam nie je v produkcii energie ale tvorbe pentóz potrebných pre metabolizmus NK a tvorbe
 NADP⁺ + H⁺

GLYKOGENÉZA

- proces tvorby glykogénu (zásobná forma) pri dostatočnom príjme glukózy
- patrí medzi homeostatické mechanizmy
- ukladá sa v pečeni, ale aj svaloch, zásoby stačia len cca na 12-24 hodín
- ak jej je naozaj veľa, transformuje sa až na tuk, ukladá sa v pečeni v tukových bunkách

GLYKOGENOLÝZA

- rozpad glykogénu na glukózu, pri jej nízkych koncentráciách v krvi

GLUKONEOGENÉZA

- proces, pri ktorom sa tvoria nové molekuly glukózy z AMK, laktátu a glycerolu z lipidov
- pečeň, odtiaľ idú do krvi

REGULÁCIA METABOLIZMU

- koncentrácia glukózy v krvi sa nazýva glykémia a je to prísne regulovaná veličina podliehajúca nervovej aj humorálnej regulácii
- hormóny pankreasu (inzulín a glukagón), hormóny adenohypofýzy (adrenokortikotrópny a tyreotrópny hormón), hormóny drene a kôry nadobličky (adrenalín, glukokortikoidy) a hormón štítnej žľazy (tyroxín)

b) Hormóny hypofýzy.

- hypofýza (podmozgová žľ.) je uložená v tureckom sedle klinovej kosti s hypotalamom je spojená stopkou
- skladá sa z dvoch lalokov predný lalok adenohypofýza a zadný lalok neurohypofýza

Portálny hypotalamo-hypofýzový krvný obeh - sieť kapilár sa rozširuje v eminentia mediana hypotalamuodtiaľ sa krv odvádza portálnymi žilami po stopke k tkanivu adenohypofýzy, kde sa žily opäť rozvetvujú a vytvárajú kapilárnu sieť - transport neurohormónov bez zriedenia v sytémovej cirkulácii

- v adenohypofýze sa nachádza 5 základných druhov buniek somatotropné bunky (rastový hormón STH),
 laktotropné bunky (prolaktín PRL), kortikotropné bunky (adrenokortikotrópny hormón ACTH),
 tyreotropné bunky (tyreotrópny hormón TSH) a gonádotropné bunky (luteinizačný hormón LH a folikuly stimulačný hormón FSH)
- z chemického hľadiska sú to bielkoviny (STH, PRL), glykoproteíny (TSH, LH, FSH) alebo peptidy

RASTOVÝ HORMÓN STH

- hlavnými hypotalamovými regulátormi STH sú somatolierín a somatostatín
- sekréciu regulátorov na úrovni hypotalami ovplyvňujú neurotransmitery (katecholamíny, sérotonín, histamín ale i cytokiníny)
- sekrécia sa zvyšuje pri strese, telesnej námahe aj po zaspaní
- podnetom na jeho sekréciu je absolútny alebo relatívny pokles živín, predovšetkým pokles koncentrácie glukózy a voľných MK v krvi
- STH po naviazaní na špecifické membránové receptory v tkanivách stimuluje tvorbu somatomedínov (podobná štruktúra ako inzulín, preto sa nazývajú rastové faktory podobné inzulínu)
- somatomedíny produkované v pečeni sa vylučujú do krvi, cirkulujú naviazané a bielkovinových nosičoch, ktoré spomaľujú ich prechod do cieľových tkanív
- somatomedíny ovplyvňujú rast v detsve pôsobením na chondrocyty
- celkovo u detí aj dospelých pôsobí anabolicky podporuje rast orgánov a proteosyntézu, podporuje lipolýzu a zyšuje glykémiu
- <u>pri chorobnom nadbytku</u> u detí vzniká gigantizmus, u dospelých akromegálie (zväčšené koncové časti)
- <u>pri chorobnom nedostatku</u> u detí sa prejavuje proporcionálnym zaostávaním v raste, v dospelosti nenápadné príznaky ako sklon k obezite alebo imunitné poruchy

PROLAKTÍN PRL

- produkovaný laktotropnými bunkami
- hypotalamus má na jeho sekréciu prevažne inhibičný účinok pri porušení hypotalamu napr. úrazom sa sekrécia prolaktínu výrazne zvyšuje, zatiaľ čo sekrécia ostatných hormónov klesá
- inhibičný účinok sprostredkúva dopamín
- stimulačný účinok z hypotalamických faktorov má tyreoliberín a vazoaktívny intestinálny peptid VIP
- z mimohypotalamických faktorov jeho syntézu i sekréciu stimulujú estrogény
- v gravidite jeho koncentrácia stúpa asi 20x

- laktrotropný účinok, v puberte stimuluje diferenciáciu prsníkovej žľazy, v gravidite súčasne s estrogénmi a progesterónom a stimuluje rozširovanie alveol a kanálikov zľazv
- pre účinok PRL na produkciu mlieka je dôležitý permisívny vplyv inzulínu a kortizolu
- stimuluje syntézu kazeínu a laktalbumínu v žľaze
- u mužov podporuje väzbu testosterónu v prostate a tvorbu receptorov pre androgény
- nadbytok PRL u žien inhibuje sekréciu gonádoliberínu i syntézu hormónov v pohlavných žľazách, čo má za dôsledok amenoreu a anovuláciu
- nadbytok PRL u mužov sa prejavuje poklesom libida, impotenciou, oligospermiou, involúciou prostaty a zníženou produkciou testosterónu

33. a) Funkcie pečene.

- najväčšia žľaza ľudského tela, zapája sa do všetkých metabolických procesov
- regulácia metabolizmu tukov a bielkovín, tvorba plazmatických proteínov (zrážanie krvi), obranné reakcie, inaktivácia a exkrécia toxických látok, tvorba žlče, zásobný orgán pre glykogén
- základnou morfologickou jednotkou je pečeňový lalôčik tvorený dvojvrstvou hepatocytov, ktoré sú radiálne usporadané okolo v. centralis
- hepatocyty sú obkolesené krvnými sinusoidmi, zásobované oxygenovanou krvou z a. hepatica a venóznnou krvou z pečeňových vetiev v. portae
- mikrosvaskulárna stena sinusoidov je tvorená z vrstvy endotelových buniek a Kupfferových buniek (fagocytóza baktérií a cudzorodých častíc)
- medzi stenou sinusoidov a bunkami pečeňového parenýchmu je Disseov priestor, odkiaľ odteká lymfa do lymfatických prokolektorov spravádzajúcich vetvy v. portae a v. hepatica

- metabolizmus sacharidov skladovanie glykogénu (ako zásobný polysacharid)
 - glykolýza a glukoneogenéza (novotvorba glukózy)
 - premena galaktózy a fruktózy na glukózu
 - pentózový cyklus (zdroj NADPH potrebného pre redukčné deje a zdroj ribózy pre syntézu nukleotidov

metabolizmus tukov

- tvorba triacylglycerolov, fosfolipidov, lipoproteínov
- štiepenie tukov β-oxidácia vyšších MK tvorba acetyl-CoA tvorba ATP
- tvorba ketolátok (pre srdce, svaly, obličky)
- tvorba a odbúravanie cholesterolu
- syntéza lipidov zo sacharidov

- metabolizmus bielkovín rozklad bielkovín až na AMK ich deaminácia vznik NH₃ tvorba močoviny (ľahko sa vylúči z organizmu)
 - tvorba plazmatických proteínov
 - vzájomná premena aminokyselín
 - tvorba neesenciálych AMK a látky odvodené od nich fibrinogén, protrombín, proakcelerín

metabolizmus steroidov - najmä cholesterolu (ak je ho veľa, tak je škodlivý)

- z neho vznikajú v organizme všetky steroidné látky - steroidné hormóny (pohlavné hormóny), žlčové kyseliny, vitamín D

krvotvorba - ukladanie vitamínu B₁₂ (mimo krvotvorby a j A, D)

- metabolizmus hemoglobínu
- metabolizmus Fe (feritín viazaný v hepatocytoch ako apoferitín), pravdepodobne aj Cu

detoxikačné funkcie - vlastné produkty metabolizmu - amoniak, fenol a iné

- cudzie látky - bakteriálne produkty, alkohol a iné

vodné hospodárenie - zadržiavanie vody a vstrebávanie vody z tráviaceho traktu termoregulácia - pečeň je "najteplejší orgán, s najväčšou produkciou tepla" rezervoár krvi - uložené zásoby pre náhlu potrebu tvorba žlče zrážanie krvi - fibrinogén, protrombín

b) Hormóny drene nadobličiek.

Nadoblička je párový orgán umiestnený nad hornými pólmi obličky a skladá sa z dvoch funkčných celkov - kôry (cortex, mezodermálny pôvod, produkcia kortikosteroidov) a drene (medulla, neuroektrodermálny pôvod, produkcia katecholamínov)

Dreň nadobličky je súčasťou sympatiko-adrenálneho systému, je to vlastne sympatikové ganglion - pregangliové vlákna reprezentujú axóny splanchnických nervov pochádzajúcich z hrudnej časti miechy a vylučujú acetylcholín stimulujúci syntézu a sekréciu katecholamínov.

- bunky nadobličiek sú modifikované neuróny, chýba im axón a svoje produkty : adrenalín (85%), noradrenalín a dopamín secrenujú do krvi

Biosyntéza

- chromafinné bunky drene vychytávajú **tyrozín** → v cytoplazme sa hydroxyluje na **dihydroxyfenylalanín DOPA** → dekarboxyláciou vzniká **dopamín** → v chromafinných granulách hydroxyluje na **noradrenalín** →z ostatných častí difunduje späť do cytoplazmy kde metyláciou vzniká **adrenalín** Regulácia
- dreň nadobličky sa aktivuje v rámci tzv. poplachovej reakcie (boj/útek) podnetom je telesná / psychická záťaž, ale aj hypoglykémia a hypotenzia
- bezprostredným stimulom je vyplavenie acetylcholínu z pregangliových vláken
- ten tepolarizuje membránu a zvýši sa koncentrácia vnútrobunkového vápnika s následnou exocytózou chromafinných granúl
- stimulačne pôsobí aj kortizol, inhibičný účinok má zvýšenie krvného tlaku a glykémie Účinky
- uplatňovanie účinkov prostredníctvom špecifických membránových receptorov α a β
- pri stimulácii α₁ receptorov sa aktivuje inozitolfosfátový systém
- pri stimulácii α₂ receptorov sa spája s deaktiváciou adenylcyklázového systému
- receptory β₁ a β₂ sú napojené na aktiváciu adenylcyklázového systému
- metabolické účinky stimulujú glykogenolýzu a glukoneogenézu v pečeni i vo svaloch
 - zvyšujú lipolýzu v tukovom tkanive
 - inhibujú sekréciu inzulínu
 - zvyšuje sa termogenéza
- cirkulačné účinky- adrenalín zvyšuje silu kontrakcie srdcovej svaloviny
 - vazodilatácia arteriol v kostr. svaloch, vazokonstrikcia v koži a vnútorných orgánoch
 - zvyšuje sa krvný tlak
 - v pľúcach bronchodilatácia
 - oko mydriáza (rozšírenie zrenice)
 - tráviaci systém: zníženie motility a tonusu
 - konstrikcia zvieračov
 - obličky zvýšenie sekrécie renínu
 - pankreas zníženie sekrécie inzulínu, zvýšenie sekrécie glukagónu
 - potné žľazy zvýšenie sekrécie
 - trombocyty: agregácia

34. a) Zloženie a funkcie žlče.

- ŽLČ produkuje sa v hepatocytoch ktoré sú v úzkom kontakte so žlčovými kanálikmi
 - zachytáva sa v žlčníku, kde sa zahusťuje a koncetruje
 - pH slabo alkalické, neobsahuje enzýmy a predsa sa zúčastňuje na trávení a vstrebávaní tukov

<u>Funkcie žlče</u>: a) znižuje povrchové napätie tukov, čím umožňuje ich emulgáciu (solubilizácia)

- emulgácia umožňuje pôsobenie pankreatickej lipázy a vznik micel
- b) udržiava v roztoku cholesterol (bráni jeho kryštalizácii vznik žlčníkových kameňov)

Zloženie žlče: žlčové soli, žlčové farbivá a ďalšie látky rozpustené v alkalickom elektrolytovom roztoku

- prekurzorom žlčových kyselín je **cholesterol** → v pečeni vzniká **kys. cholová a chenodeoxycholová** → konjugujú sa s cystínom a taurínom, so sodíkom a draslíkom → vytvárajú **soli žlčových kyselín**
- po rozpade tukov na malé častice pankreatickou lipázou vytvárajú micely (hydrofilný povrch smerom von, hydrofóby dnu), obsahujú tuky, fosfolipidy a udržujú v rozpustenom stave aj cholesterol spolu s lecitínom, čo zabraňuje vzniku žlčových kameňov
- pri reabsorbovaní žlčových kyselín sliznicou tenkého čreva sa uplatňuje difúzia, v terminálnych častiach ilea aj aktívny transport
- do pečene vracia až 90 % vylúčených žlčových kyselín **enterohepatálny obeh** 10 % prechádza do hrubého čreva, vylučuje sa stolicou

Žlčové farbivá

- bilirubín žltozelená farba žlče, degradačný produkt hemoglobínu, vzniká rozpadom erytrocytov v slezine
- baktérie tenkého čreva ho menia na **urobilinogén**, ktorý sa čiastočne reabsorbuje z tenkého čreva a cirkuluje do žlče, čiastočne sa vylučuje močom
- určité množstvo sa vylúči stolicou v podobe **sterkobilinogénu** Regulácia vylučovania žlče
- humorálna cholecystokinín CCK stimulovaný prítomnosťou natrávených tukov vyvoláva silné kontrakcie a vyprázdňovanie žlčníka
- kontrakcie žlčníka vyvolávajú aj ióny vápnika a žalúdočná kyselina látky nazývané cholagogá
- tvorbu žlče stimuluje aj hormón sekretín, uvoľnenie Oddiho zvierača stimuluje aj gastrín
- nervová parasympatikus stimuluje vyprázdňovanie žlčníka, sympatikus inhibuje

b) Hormóny kôry nadobličiek.

- Kôra vonkajšia vrstva zona glomerulosa (acidofilné bunky) mineralokortikodiy
 - za ňou **zona fasciculata** (podlhovasté bunky) glukokortikodiy
 - vnútorná vrstva **zona reticularis** (sieťovité usporiadanie buniek)- androgény a estrogény

<u>Biosyntéza</u>- spoločným prekurzorom steroidných hormónov je plazmatický cholesterol naviazaný na lipoproteíny s nízkou hustotou (LDL), viažuce sa na LDL-receptory a vstupujú do bunky, kde sa cholesterol uvoľňuje- väčšina krokov katalyzovaná enzýmami cytochrómu P-450

<u>Intercelulárny mechanizmus</u>- steroidné hormóny vstupujú do bunky **facilitovanou difúziou**, v cytoplazme sa naviažu na bielkovinový nosič, ktorý zabezpečí ich transport do jadra, kde sa viažu na jadrové receptory naviazané na špecifickú sekvenciu v DNA (sekvencie AMK obsahujúce cysteín a tvoria zinkové prsty)

<u>Nadbytok hormónov</u> spôsobený zvýšenou sekréciou ACTH alebo nádorom obličky sa prejavuje svalovou slabosťou, atrofiou, hromadením a redistribúciou tuku (mesiačikovitá tvár), hyperglykémiou, poruchami imunity, osteoporózou (glukokortikody), hypertenziou, hypokaliémiou a alkalózou (mineralokortikoidy).

<u>Nedostatok hormónov</u> zapríčiňuje zvýšenú únavu, nechuť do jedla, hypoglykémiu, nátriurézu s dehydratáciou, hypotenziu, hyporenziu, hypore

- pri zvýšenej sekrécii prekurzorovej molekuly ACTH sa zvyšuje aj sekrécia MSH hormónu stimulujúceho melanocyty - nadmerne pigmentovaná pokožka

GLUKOKORTIKOIDY

- hlavným predstaviteľom je **kortizol** viaže sa na bielkovinový nosič transkortín alebo albumín
- u hlodavcov, plazov a vtákov významný aj kortikosterón

Regulácia

- -hl. regulátorom sekrécie je adrenokortikotropný hormón ACTH produkovaný adenohypofýzou
- viaže sa na membránové receptory buniek kôry nadobličky a aktivuje systém adenylcykláza- cAMP
- tento systém stimuluje syntézu hormónov, kt. sa hneď vylučujú do krvi

!hormóny sa v nadobličke neskladujú!

- ACTH stimuluje aj vychytávanie cholesterolu nadobličkou
- kortizol spätnoväzobne inhibuje sekréciu kortikoliberínu, čím sa zníži sekrécia ACTH
- sekrécia glukokortikodiov stúpa pri telesnej alebo psychickej záťaži po dosiahnutí určitej úrovne (stres)
 Účinky:

Metabolické účinky - stimulácia konverzie bielkovín na glukózu a jej uskladňovanie vo forme glykogénu

- katabolické, antianabolické a diabetogénne účinky
- zvyšujú rezistenciu buniek na inzulín, znižuje sa vstup glukózy do buniek
- udržiavanie glykémie, podporujú lipolýzu ale odlišne v iných častiach (tuk z končatín sa presúva na tvár a na trup)

Vplyv na imunitný systém- kortizol potláča zápalovú reakciu na viacerých úrovniach, tlmí alergické reakcie a tvorbu protilátok

- v spojivových tkanivách kortizol inhybuje syntézu kolagénu a proliferáciu fibroblastov zabraňuje tvorbe jaziev a môže zapríčiniť otváranie tých starých
- v CNS dobre prechádza hematocefalickou bariérou, vyvoláva eufóriu, podráždenosť a emocionálnu labilitu, podporuje chuť do jedla

MINERALOKORTIKOIDY

- hlavným predstaviteľom je aldosterón, menej účinný je deoxykortikosterón Regulácia
- pri poklese objemu cirkulujúcej tekutiny klesá prietok krvi a tlak v renálnych artériách, čo podnecuje sekréciu **renínu** → ten štiepi **angiotenzinogén** na **angiotenzín I** → pri prietoku pľúcami sa mení na **angiotenzín II** hlavný stimulátor syntézy a sekrécie aldosterónu
- ďalším priamym stimulačným prvkom je koncentrácia sodíka v plazme, aj draslíka, ktorý depolarizuje bunky v zóne glomerulosa a tým priamo vyvoláva sekréciu hormónu Účinky:
- udržiavanie objemu extracelulárnej tekutiny retenciou sodíka a urýchľovanie exkrécie draslíka, čím sa zabráni vzostupu jeho koncentrácie vo vnútornom prostredí
- hlavným miestom účinku sú tubulárne bunky obličiek stimuluje resorpciu Na⁺ z moču v distálnom tubule,
 pričom sa spolu s ním pasíve reabsorbuje aj voda
- transport Na^+z tubula späť do vnútorného prostredia spôsobí negatívny náboj v lumene, ten uľahčí sekréciu iónov K^+a H^+ do moču

ANDROGÉNY A ESTROGÉNY

- hormóny testosterón a estradiol sa tvoria v zona reticularis len v minimálnom množstve
- vznikajú tam ich prekurzory androsténdión a dehydroepiandrosténdión, ktoré majú nízku hormonálnu aktivitu ale v periférnych tkanivách sa menia na aktívny testosterón a estradiol
- nadoblička ako zdroj androgénov u mužov a estrogénov u žien je zanedbateľná, významnejšia je z hľadiska celkovej bilancie produkcie hormónov opačného pohlavia
- sekréciu stimuluje ACTH

35. a) Trávenie a vstrebávanie bielkovín.

Bielkoviny sú nenahraditeľnou zložkou prijímanej potravy, potrebné 0,5-0,7 g / 1kg hmotnosti človeka, u detí ešte trošku vyššia aby sa pokryl ich rast.

- prijaté bielkoviny sú tvorené zložitými molekulami, je ich potrebné rozložiť na kratšie peptidové reťazce alebo až na jednotlivé AMK
- → trávenie bielkovín sa začína v žalúdku **pepsínom**, produkovaným žalúdočnými bb. vo forme pepsinogénu
- optimálne pH pre jeho účinnosť je 1,8-3,5 HCl okrem zaberpečenia kyslého prostredia podporuje trávenie bielkovín denaturáciou
- pepsín hydrolyzuje väzby medzi jednotlivými AMK, prednostne medzi tyrozínom a fenylalanínom
- trávi aj kolagén, celkovo sa v žalúdku strávi 15% celkovo prijatých bielkovín
- → trávenie pokračuje v tenkom čreve, kde sa chýmus premiešava s pankreatickou šťavou obsahujúcou enzýmy trypsín, chymotrypsín, karboxypeptidáza a proelastáza
- enzýmy sú vylučované v nekatívnej forme, aktivujú sa až v duodene pomocou enterokinázy
- trypsín a chymotrypsín štiepia nerozložené bielkoviny, neuvoľňujú však jednotlivé AMK
- karboxypeptidáza rozkladá štiepne produkty už na jednotlivé AMK
- elastáza pôsobí na elastínové vlákna medzi svalovými vláknami
- pankreatické enzýmy rozložia asi 50% prijatých bielkovín
- → konečné trávenie pokračuje pri kontakte štiepnych produktov s mikroklmi enterocytov, ktoré vo svojej membráne obsahujú niekoľko druhov **peptidáz** a **aminopeptidáz**y
- štiepia zvyšné polypeptidy na menšie peptidy, jednotlivé AMK a transportujú do enterocytov, krvných kapilár a portálnou vénou idú do pečene
- → bielkoviny sú vstrebávané do enterocytov najmä vo forme tripeptidov, dipeptidov a voľných AMK
- väčšina z nich sa viaže v mikroklkových membránach so špecifickými transportnými proteínmi mnohé
 z nich prenášajú spolu s AMK aj sodík sekundárny kotransport peptidov a AMK so sodíkom
- niekoľko druhov transportných bielkovín prenášače pre bázické AMK (Arg, Lys, His), neutrálne AMK
 (Ala, Phe, Val) + existuje samostatný transportný systém pre prenos dipeptidov a tripeptidov
- niektoré AMK môžu byť prenášané do extracelulárnej tekutiny aj jednoduchou alebo uľahčenou difúziou
- pinocytózou sa môžu resorbovať malé množstvá nerozložených bielkovín z potravy (mladí ľudia) následnou exocytózou sa tieto cudzie proteíny dostávajú do cirkulácie a vyvolávajú tvorbu protilátok -pri opakovanom vstupe vznikajú alergické príznaky a alergické reakcie
- resorbcia je rýchla v duodene a jejune, v ileu prebieha pomaly

b) Hormóny štítnej žľazy.

Štítna žľaza - uložená na prednej strane trachey pod štítnou chrupkou, tvoria ju 2 laloky spojené mostíkom.

- skladá sa z kruhových folikulov, ktoré produkujú **tyroxín**, **trijódtyronín** a v parafolikulárnych bunkách sa tvorí aj **kalcitonín**

Biosyntéza

- štítna žľaza má schopnosť aktívne vychytávať jód proti koncentračnému gradientu, vyžaduje to energiu
- jodid sa dostáva do folikulárnej bunky aktívnym transportom sprostredkovaným Na⁺ / I⁻ symportérom, ďalej sa transportuje k apikálnemu koncu kde a oxiduje prostredníctvom peroxidázy
- reaktívny intermediárny produkt sa dostáva do lumenu, viaže sa na tyreoglobulín
- po vylúčení do lumenu exocytózou prebieha v jeho molekule jódovanie tyrozínových zvyškov vznikne monojódtyrozín MIT, alebo dijódtyrozín DIT
- spojením DIT + DIT éterickou väzbou vzniká tyroxín
- spojením MIT + DIT vzniká trijódtyronín

- ako súčasť molekuly tyreoglobulínu sa skladujú v lumene, pôsobením TSH prebieha pinocitóza koloidu do cytoplazmy buniek, kde je tyreoglobulín hydrolyzovaný, pričom sa hormóny uvoľňujú do krvi
- MIT aj DIT sa uvoľňujú, dejódujú a použijú znova na jódovanie tyreoglobulínu
- ak sa namiesto vonkajšieho kruhu dejóduje vnútorný kruh tyroxínu, vzniká nekatívny reverzný trijódtyronín, organizmus takto reguluje tvorbu aktívneho hormónu

Regulácia

- aktivitu štítnej žľazy reguluje tyreotropný hormón TSH adenohypofýzy, viaže sa na membránové receptory folikulárnych buniek, stúpa koncentrácia cAMP a zvyšuje sa vychytávanie jodidu z krvi, v bunkách sa stimuluje syntéza tyreoglobulínu
- trvalá stimulácia TSH má za dôsledok hyperpláziu folikulárnych buniek, pri poklese TSH žľaza atrofuje
- sekréciu TSH v hypofýze regulujú hormóny štítnej žľazy negatívnou spätnou väzbou
- TSH je zároveň pod kontrolou hypotalamu, TRH sitmuluje syntézu TSH, somatostatín a dopamín inhibujú
 Transport v krvi
- tyroxín aj trijódtyronín v krvi cirkulujú naviazané na bielkovinové nosiče, do tkaniva sa dostáva iba voľná frakcia
- hlavným nosičom je globulín viažuci tyroxín TBG, ďalej transtyretín a albumín Účinky
- po vstupe do bunky sa hormóny transportujú cytoplazmou k jadrovým receptorom, pričom sa tyroxín dejóduje na trijódtyronín stimuluje expresiu génov...
- výsledkom je podpora rastu a morfologickej maturácie mladých organizmov a stimulácia metabolizmu
- u detí potrebný na normálny vývin nervového systému, rast a maturáciu kostí
- nadbytok sa prejavuje zvýšenou tvorbou tepla, znižovanie telesnej hmotnosti, nepokoj, tachykardia, zvýšená ventilácia
- nedostatok sa prejavuje citlivosťou na chlad, suchou chladnou pokožkou, spomalenie pohybov, tichá pomalá reč, mentálna otupenosť, bradykardia a retencia vody u detí psychomotorická retardácia

36. a) Transport a metabolizmus lipidov.

Lipidy sú významnou zložkou potravy človeka a najdôležitejšou rezervou E v organizme.

- neustále sa obmieňajú, uvoľňujú zo zásob, transportujú, metabolizujú a opäť ukladajú do zásob, ktorých je na rozdiel od zásob glykogénu veľké množstvo
- → triacylglyceroly TG zásoba
- → fosfolipidy PL výstavba bunkových membrán, hormónov a iných funkčných molekúl
 - lecitín, kefalín a sfingomyelín
- -> cholesterol CH výstavba bunkových membrán, hormónov a iných funkčných molekúl
- **triacylglyceroly** sú tvorené glycerolom a 3 molekulami KK spojených s glycerolom esterovou väzbou Vyššie karboxylové kyseliny:
- a) nasýtené nemajú dvojité väzby, pri izbovej teplote v tuhom stave živočíšne tuky
- b) nenasýtené s dvojitými väzbami, pri izbovej teplote tekuté rastlinné tuky
- prítomné v potrave: kys. stearová (C18), kys. palmitová (C16), kys. olejová (C18/1)
- esenciálne: kys. linolénová (C18/3) 3- dvojité väzby kys. arachidónová (C20/4) 4 dvojité väzby
- **fosfolipidy** sú prirodzenou súčasťou potravy a skladajú sa rovnako ako triacylglyceroly z vyšších KK, glycerolu, kys. fosforečnej a ďalšej zložky ktorá sa medzi jednotlivými fosfolipidmi líši
- cholesterol pochádza výlučne zo živočíšnych tkanív, najmä vnútornosti a vaječný žĺtok
- transport lipidov
- 1. vo forme lipoproteínov (fosfolipid na obale, triglycerid v jadre)
- 2. ako voľné vyššie mastné kyseliny (s krátkym reťazcom C<10)

Chylomikróny - 0,08-0,6 µm

- vznikajú v enterocytoch črevnej sliznice z resorbovaných TG, PL a CH + bielkovinová častica apoproteín B
- úlohou je transport exogénnych TG lymfou do krvi lymfa sa sfarbuje do biela- chýlus
- asi 1h po prijatí potravy sa konc. chylomikrónov v krvi stále zvyšuje absorpčný stav
- do venózneho ciev. systému sa lymfodynamikou neustále presúvajp lipidy žltkastý nádych krvnej plazmy
- 4h po najedení **postabsorpčný stav** chylomikróny sú vychytávané tukovým tkanivom a pečeňou - lipoproteínová lipáza v endoteli ciev tohto tkaniva z nich hydrolýzou odštepuje MK, ktoré vstupujú do buniek
- * Lipoproteíny majú podobné zloženie ako chylomikróny ale menšiu veľkosť *

Lipoproteíny VLDL

- s veľmi nízkou hustotou
- 30-90 nm
- transport endogénne vytvorených TG
- vznikajú v pečeni, lebo do týchto častíc sa budujú tie TG, ktoré si organizmus sám vytvorí (obsah TG – cca 90 %, zvyšok - bielkoviny)
- postupným uvoľňovaním TG sa menia cez prechodnú formu IDL (intermediárne častice) na LDL

Lipoproteíny LDL - s nízkou hustotou

- 20-25 nm
- transport endogénneho a exogénneho cholesterolu k periférnym tkanivám
- vznikajú metabolickou degradáciou VLDL
- vysoká hladina riziko vzniku aterosklerózy ukladanie do ciev
- hlavný zdroj cholesterolu pri výstavbe bb membrán a syntéze steroidných hormónov

Lipoproteíny HDL - s vysokou hustotou

- 7-20 nm
- transport esterov cholesterolu do pečene
- pri vysokej hladine sa znižuje riziko výskytu aterosklerózy
- ich predstupeň (diskovité) vzniká v pečeni a v tenkom čreve (obsahuje neesterifikovaný cholesterol, PL a množstvo bielkovín vo forme apoproteínu C, E
- →k ich definitívnemu formovaniu dochádza v krvnej plazme, kedy esterifikujú cholesterol pomocou LCAT lecitíncholesterolacyltransferázy
- esterifikovaný cholesterol je polárny, presúva sa do vnútra častice HDL a ten môže prijať ďalší cholesterol - reverzný transport cholesterolu do pečene
- tam sa estery cholesterolu štiepia na vyššie KK a cholesterol ako substrát pre tvorbu žlčových kyselín

Katabolizmus tukov - tuky sú druhotným zdrojom energie, získava sa ale rovnaký objem energie ako pri rozklade cukrov

- →začína sa hydrolýzou triacylglycerolov na glycerol a vyššie KK
- glycerol sa mení na glyceraldehych-3-fosfát a vstupuje do glykolytickej metabolickej cesty -pyruvát
- vyššie KK sa rozkladajú β-oxidáciou v mitochondriách na zvyšky acetyl-CoA opakovaním β-oxidácie sa nazbiera potrebné množstvo acetyl-CoA aby sa katabolizoval v Krebsobom cykle
- → energeticky zaujímavé sú ketolátky vznikajúce syntézou acetyl-CoA, potrebné pre srdce, obličky, svaly
- zlúčením dvoch molekúl vznikne acetoacyl-CoA, ten sa kondenzuje s ďalšou molekulou acetyl-CoA, pričom sa odštiepuje CoA a vzniká β-hydroxy-β-glutaryl-CoA

- ten sa rozloží na acetyl-CoA a voľnú **kyselinu acetoctovú** - spontánne dekarboxyluje na acetón alebo sa redukuje na **kys. β-hydroxymaslovú** (zvýraznené sú hlavné ketolátky uvoľňované do krvi)

Anabolizmus tukov - novotvorba triacylglycerolov, cholesterolu, fosfolipidov a prostraglandínov z netukových zdrojov sa nazýva **lipogenéza**.

- uskutočňuje sa prevažne v pečeni pri vysokom príjme cukrov a plných zásobách glykogénu

b) Hormonálna regulácia metabolizmu vápnika.

Ca²⁺ má zásadný význam pre fungovanie mnohých systémov v organizme - jeho koncentrácia výrazne ovplyvňuje mechanizmus sekrécie i účinok hormónov, mechanizmus prevodu nervového vzruchu, nervovosvalovú dráždivosť, mechanizmus bunkového delenia, zrážania krvi i oplodnenia.

- v bunkách sa vyskytuje intra aj extracelulárne, je hlavným katiónom v štruktúre zubov a kostí
- frakcia voľného Ca²⁺ sa mení podľa hodnoty pH (zvyšuje sa pri acidóze, klesá pri alkalóze)
- regulácia udržuje koncentráciu vápnika v telových tekutinách a bunkách v presne vymedzenom rozmedzí hlavným rezervoárom je kosť
- pokles vápnika v krvi hypokalciémia (tetanické kŕče)
- nárast vápnika v krvi hyperkalciémia môže zapríčiniť zlyhanie srdca

Parathormón PTH

- syntetizovaný prištítnymi telieskami nachádzajúcimi sa pri hornom a dolnom póle štítnej žľazy
- PTH sa syntetizuje vo forme prekurzora prepro- PTH
- sekrécia PTH je stimulovaná a inhibovaná nízkou koncentráciou vápnika, stimuluje aj zvýšená koncentrácia fosfátov, horčík pôsobí podobne ako vápnik ale miernejšie
- → PTH svojim účinkom zvyšuje koncentráciu vápnika a znižuje koncentráciu fosfátov v plazme pôsobí predovšetkým na kosti, obličky a črevá
- viaže sa na receptory plazmatickej membrány a spúšťa kaskádu účinkov pomocou cAMP
- v kostiach stimuluje osteolýzu uvoľňovanie vápnika a fosfátov do plazmy
- v obličkách zvyšuje resorpciu fosfátov v proximálnom a distálnom tubule, stimuluje aj syntézu vitamínu D₃,
 s ktorým v čreve podporuje resorpciu vápnika z čreva
- nadbytok spôsobený najme adenómom príštitných teliesok spôsobí hyperkalciémiu tvorba obličkových konkrementov, srdcová arytmia a zlyhanie srdca
- nedostatok spôsobuje hypokalciémiu zvýšená nervovosvalová dráždivosť, kŕče

Kalcitrol, Vitamín D₃

- prohormón ktorý sa dostáva do organizmu potravou alebo premenou 7-dehydrocholesterolu pôsobením UV žiarenia v koži v pečeni z neho vzniká 25-hydroxyvitamín D, z ktorého sa v obličkách syntetizuje aktívny 1,25-dihydroxyvitamín D
- aj kalcitrol sa viaže na jadrové receptory cieľovým tkanivom je oblička, črevo a kosť účinky smerujú
 k zvýšeniu koncentrácie vápnika v plazme a to stimuláciou trasnepitelového transportu vápnika z čreva
 a lumenu obličkového tubula do krvi
- podporuje mobilizáciu vápnika z kostí rovnako ako parathormón
- nadbytok spôsobuje hyperkalciémiu
- nedostatok v detstve sa prejavuje ako rachitída, v dospelosti osteomalácia

Kalcitonín

- sekrécia hormónu sa riadi koncentráciou vápnika v krvi - zvýšená koncentrácia pôsobí stimulačne, znížená koncetrácia pôsobí inhibične

- výrazná stimulácia sekrécie kalcitonínu pentagastrínom sa využíva v diagnostike medulárneho karcinómu štítnej žľazy produkujúceho kalcitonín
- kalcitonín tlmí odbúravanie vápnika z kostí a znižuje jeho koncentráciu v krvi

37. a) Metabolizmus bielkovín, vzájomné premeny živín v sýtom stave a počas hladovania.

Bielkoviny sú základnou stavebnou zložkou ľudského organizmu - človek s priemernou hmotnosťou má až 10kg bielkovín, z toho 6kg je metabolicky aktívnych.

- výstavba a zloženie tkanív (štruktúrálne proteíny), regulačné a obranné procesy v organizme (hormóny, imunoglobulíny), svalová kontrakcia (aktín a myozín), prenos kyslíka krvou (hemoglobín), transport mnohých látok (KK, Fe), tvorba nukleoproteínov, zdrojom AMK pre vývoj a výživu
- k najvýznamnejším plazmatickým bielkovinám patria albumín, globulín a fibrinogén
- albumíny sú osmoticky aktívne, vytvárajú koloidno-osmotický tlak zabraňuje úniku plazmy z krv. kapilár
- globulíny sa podieľajú na obranyschopnosti organizmu, reakcie proti cudzorodým látkam
- fibrinogén sa zúčastňuje na procesoch zrážania krvi
- všetky rozličné bielkoviny sa syntetizujú z 20 AMK, polovicu si vie človek syntetizovať (neesenciálne AMK) a zvyšné musí prijať v potrave (esenciálne AMK -leucín, izoleucín, lyzín, treonín, metionín, ...)

Transport bielkovín v krvi po absorbovaní z GIT nastáva formou AMK, zriedkavo oligopeptidov.

- normálna koncentrácia je 0,35-0,65g/l krvi, po prijatí potravy sa mierne zvyšuje prebytok AMK v krvi sa potom rýchlo v priebehu 5-10 minút odstraňuje vychytávaním bunkami organizmu, predovšetkým pečeňou
- molekuly AMK sú priveľké na difúziu, väčšina z nich prechádza cez membrány **mechanizami aktívneho** či **uľahčeného transportu**
- bezprostredne po vstupe do bunky sa AMK spájajú a vytvárajú peptidové väzby reguluje to mRNA a ribozómový systém - vzniknuté proteíny sa môžu bunkovými enzýmami znova rozkladať na AMK a transportovať späť do krvi
- v pečeni sa uskladňuje veľké množstvo AMK, uvoľňujú sa v prípade potreby

Katabolizmus bielkovín

- pri nadmernom príjme bielkovín v potrave sa uskutočňuje ich degradácia predovšetkým v pečeni
- po rozštiepení proteínov na AMK nastáva **deaminácia** (odstránenie NH₂) → prenos aminoskupiny aminotransferázami na **kys. 2-oxoglutárovú** za vzniku **kys. glutámovej** → odtiaľ sa aminoskupina uvoľňuje vo forme NH₃ pôsobením glutamátdehydrogenázy → vzniká **kys. 2-oxoglutárová**
- amoniak sa mení na močovinu (2 molekuly NH₃ + 1 molekula CO₂), ktorá rýchlo preniká do krvi a vylučuje sa močom pri poškodení pečene sa koncentrácia amoniaku výrazne zvyšuje, čo vedie k toxickému poškodeniu mozgových buniek a hepatálnej kóme
- vznikajúce ooxokyseliny môžu vstupovať do Krebsovho cyklu

Proteínová bilancia v organizme

- u zdravého človeka existuje rovnováha medzi katabolizmom a anabolizmom bielkovín množstvo dusíka obsiahnuté v bielkovinách potravy je rovnaké, ako množstvo dusík uvoľneného a vylúčeného močom
- u bežného človeka denne sa katabolizuje 20-30g bielkovín, teda na udržanie bielkovinovej bilancie by mal minimálne toľko bielkovín prijať v strave za jeden deň, odporúčaných je aspoň 55-70g/24 hodín
- mali by mať plnohodnoné zloženie, najmä esenciálne AMK, bez nich je výsledná dusíková bilancia negatívna
- ak katabolizmus prevažuje nad anabolizmom, množstvo N vylúčeného močom je vyššie než prijatého
- hovoríme o negatívnej dusíkovej bilancii

- pri nedostatočnom príjme plnohodnotných bielkovín, počas hladovania a rekonvalescencie
- ak anabolizmus prevažuje nad katabolizmom, množstvo prijatého N prevažuje množstvo vylúčeného
- hovoríme o pozitívnej dusíkovej bilancii
- rast a výstavba tkanív v detskom veku, gravidita, vzniká aj v období po nedostatočnej a nevyváženej výžive

Regulácia metabolizmu bielkovín

- prevláda hormonálna regulácia nad nervovou reguláciou
- anabolický rastový hormón **testosterón** zvyšuje syntézu bielkovín, najmä v období dospievania (pravdepodobne podporuje transport AMK cez membránu do buniek)
- medzi katabolické hormóny patria **glukokortikoidy** urýchľujú mobilizáciu bielkovín z tkanív, ich hydrolýzu na AMK a následnu oxidáciu
- ACTH zvyšuje katabolizmus bielkovín stimuláciou sekrécie glukokortikoidov
- transport niektorých AMK do buniek stimuluje aj inzulín, zároveň poskytne bunkám aj glukózu ako zdroj
- hormóny štítnej žľazy sú nevyhnutné pre rast tkanív- pri nedostatočnom prísune sacharidov ako zdroja E alebo pri nadmernej produkcii tyroxínu dochádza ku katabolizmu bielkovín, jeho nedostatok počas dospievania brzdí rast

Metabolizmus v sýtom stave

Sacharidy - štiepia sa na monosacharidy (glu, fru, gala)

- glukóza je po absorbcii transportovaná portálnym obehom do pečene syntéza glykogénu
 glu → glu-6-fosfát (to je forsforylácia glukózy kinázami Glukokináza len glukózu, hexokináza aj ostatné 6 uhlíkaté cukry fru a gala)
- ak je naplnená zásobná kapacita glukóza sa premieňa v pečeni na tuk na TG = triacylglyceroly
- odtiaľ sú TG transportované do tukových tkanív (podkožný tuk, tuk okolo obličiek, v brušnej dutine, v obl. pohlavných orgánov, vo svaloch) – zásoba energie

Lipidy - voľné mastné kyseliny s krátkym reťazcom sa absorbujú priamo do cirkulácie (tenké črevo)

- TG sú štiepené na monoacylglyceroly a vyššie mastné kyseliny - vstupujú do enterocytov (výstelka tenkého čreva), kde sa resyntetizujú na TG, ktoré spolu s CH cholesterolom a PL - fosfolipidmi vytvárajú chylomikróny → do lymfy → do krvného prúdu; (ak energiu telo nechce tak ide do tukového tkaniva)

Bielkoviny - aminokyseliny vstupujú do buniek - tvorba peptidových väzieb - syntéza

Metabolizmus počas hladovania

Sacharidy - štiepi sa glykogén: glykogén → glukóza-1-fosfát → glukóza-6-fosfát

- premenou glu-6-P vzniká voľná glukóza (enzým glukóza-6-fosfatáza) pečeň, obličky, črevná sliznica, chýba vo svaloch (!)
- voľná glukóza vstupuje do krvi a metabolizuje sa glykolytickou cestou → pyruvát, laktát
- po premene na acetyl-CoA vstupujú do Krebsovho cyklu a dých. reťazca \rightarrow oxidácia na CO_2 , H_2O a ATP

<u>Lipidy</u> - triacylglyceroly v tkanivách sa hydrolyzujú na glycerol a voľné MK (hormón-senzitívna lipáza)

- glycerol v tkanivách po premene (glyceraldehyd-3-fosfát) vstupuje do glykolýzy zisk energie
- vyššie mastné kyseliny sa oxidujú (β –oxidácia) na acetyl-CoA ten vstupuje do Krebsovho cyklu...

Bielkoviny - ako zdroj energie sú využívané po spotrebovaní glykogénu a tukov

b) Pankreatické hormóny

- endokrinné bunky pankreasu sú sústredené v Langerhansových ostrovšetkoch
- bunky A (25%) tvoria **glukagón**, bunky B (60%) tvoria **inzulín**, **tyreoliberín**, bunky D produkujú **somatostatín** a **gastrín** a bunky F produkujú pankreatický polypeptid
- bunky A a D sú lokalizované na periférii ostrovčekov, centrálnu časť vyplňujú bunky B
- podnetom na sekréciu pankreatických hormónov sú živiny vstrebané z tráviaceho traktu do mezentérických ciev, ako aj gastrointestinálne hormóny, ktoré sa pri tom vyplavujú

INZULÍN- produkovaný v B bunkách

- najskôr prekurzor **prepoinzulín** (obsahuje signálny proteín na transport z ribozómov do ER, kde sa štiepi a degraduje) → zvyšok molekuly **proinzulín** sa spája z reťazcov A a B spojených C-peptidom → definitívnu štruktúru získava **inzulín** v Golgiho aparáte odkiaľ je transportovaný do sekrečných granúl
- sekrécia inzulínu je odpoveďou na prívod živín, ak sa zastaví prísun zastaví sa aj jeho syntéza
- najdôležitejším faktorom je koncentrácia glukózy tá vstupuje do B buniek pankreasu pomocou transportéra
 GLUT-2 ktorý je od inzulínu nezávislý
- metabolizmom glukózy vznikne ATP → uzatvoria sa ATP senzitívne draslíkové kanály → ten sa hromadí v bunkách a spôsobí depolarizáciu membrány s následným vzostupom Ca²+ v cytosole, čím sa spustí vylučovanie inzulínu z bunky exocytózou
- polčas inzulínu v krvi človeka je 5 min- najskôr sa naviaže na receptor inzulínu v bunkovej membráne väzbou na α podjenotku sa spúšťa tyrozínkinázová aktivita β podjenotky, ktorá už zasahuje aj do vnútra bunky a spúšťa kaskádu fyziologických účinkov inzulínu
- komplex inzulín-receptor sa potom presúva do bunky, v lyzozóme sa rozkladá a podjentotky receptorov putujú späť do membrány
- inzulín reguluje počet glukózových transportérov a tým uľahčuje jej prestup do bunky
- má významný vplyv na metabolické procesy podporuje aj syntézu glykogénu, znižuje glukoneogenézu, stimuluje proteosyntézu a lipogenézu, znižuje katabolizmus bielkovín
- podporuje vstup K+ iónov do bunky, má aj anabolické účinky a podporuje rast buniek
- nadbytok sa prejavuje hypoglykémiou negatívny vplyv na mozog
- nedostatok ma za následok ochorenie diabetes mellitus vstup glukózy do buniek je obmedzený, nadmerne sa však uvoľňuje z pečene čo spôsobuje hyperglykémiu, po dosiahnutí prahovej hodnoty sa vylučuje aj močom glykozúria

GLUKAGÓN- syntetizuje sa v A bunkách

- prekurzor **preproglukagón**, čiastočným štiepením vzniká **proglukagón** označovaný aj ako glycentín, konečným produktom je **glukagón** vylučovaný exocytózou
- sekrécia glukagónu sa zvyšuje pri hypoglykémii a utlmuje pri hyperglykémii
- pri zvýšenej koncentrácii glukózy ho priamo utlmuje aj inzulín (pôsobí opačne, mobilizuje zásoby energie)
- polčas glukagónu v krvi je 5-7 minút, naviaže sa na receptor aktivuje adenylcyklázu a zvýši obsah cAMP, čím sa aktivuje proteínkináza a fosforyláza

SOMATOSTATÍN

- 14 aj 28 peptidová forma pôvodne izolovaný z hypotalamu, tu secrenovaný D bunkami
- podnetom na sekréciu sú AMK, voľné MK, glukagón
- pôsobí predovšetkým na okolité bunky (parakrinná cesta) , znižuje sekréciu inzulínu aj glukagónu, spomaľuje trávenie a vstrebávanie živín

TYREOLIBERÍN

- hormón uvoľňujúci tyreotropín, TRH, izolovaný najskôr z hypotalamu, tu serenovaný v B bunkách
 PANKREATICKÝ POLYPEPTID - spomaľuje resorpciu živín