**1. A HORMONOK CSOPORTOSÍTÁSA SZERKEZET ÉS FUNKCIÓ SZERINT. A HORMON-RECEPTOROK JELLEMZŐI, A HORMON- RECEPTOR KÖTÉS SEJTAKTIVÁLÓ HATÁSÁNAK LEHETSÉGES ÚTVONALAI, MÁSODLAGOS HÍRVIVŐK.**

- **hormon**: endokrin szervben termelődő anyag, mely a vér útján kerül a hatóhelyre

**- hormon hatású anyagok csoportosítása**

- **kémiai szerkezet alapján**:

1. **peptidek**: állhatnak néhány AMS-ból, sok AMS esetén láncokat alkot

**2**. **szteroidok**: szteránváz (3 db. 6-os gyűrű + 1 db. 5-ös gyűrű alapváz, különbséget az ehhez kapcsolódó oldalláncok adják, amik jelentős hatásbeli eltérésben nyilvánulnak meg)

**3**. **AMS származékok**: tirozin származékai: 1. **adrenalin** - szimpatikus idegrendszerben (*specifikus hatás)*, átvivő anyag, vérbe jutva hormonként viselkedik (*szisztémás hatás)*. **2. tiroxin** - kettő tirozin kapcsolódik egymáshoz egy hosszú fehérjeláncon belül. Ebből vágódik ki a kettő tirozin rész, ami vérben hormonként viselkedik. Három vagy négy jód kapcsolódik hozzá.

**4. prosztaglandionok**: inkább szöveti hormonok, de gyakran hatnak a vér útján. Gyakran idegsejtekben termelődnek, zsírsavakból származnak.

- **kifejtett hatás alapján**:

**1. izomaktiválók**: pl. **oxitocin**, **adrenalin**. Általában simaizmokban hatnak, viszonylag gyors válasz. Lehet tartós vagy rövidebb ideig tartó. Reverzibilis hatás.

**2. anyagcsere befolyásolók**: pl. **tiroxin**, **inzulin**. Hatásuk reverzibilis, lassúbb válasz.

**3. morfogenetikus hatásúak:** pl. **tiroxin**, **ösztrogén**. Hatásuk irreverzibilis, anyagok sejtmagba kerülve tartós változást idéznek elő.

**- hormon-receptorok:** receptorok lehetnek sejtmembránba épülve vagy a citoplazmában. Sejtmembrános receptorra olyan hormonoknak van szüksége, amelyek maguk nem képesek átoldódni a membránon. Ezek másodlagos hírvivőket fognak a későbbiekben aktiválni.

**- jellemzőik**:

- **specifitás**

**- nagy affinitás a hormonhoz**: nagy vonzóerő a receptor és hormon között

**- reverzibilis kötés:** hormon le tud válni a receptorról, más anyag is hozzá tud kapcsolódni a receptorhoz

*- agonista hatású szerek:* hasonló hatás kiváltása, pl. ösztrogén - fitoösztrogén

*- antagonista hatású szerek*: megakadályozza a hormon hatásának kialakítását

*- inverz agonista hatású szerek*: eredetivel ellentétes hatást alakít ki, nagyon ritka

- **dinamikus receptorszám változás**: túl sok hormon esetén kevesebb lesz a receptor, nem lesz túlreakció, kevés hormon esetén, több lesz a receptor, hogy meglegyen a megfelelő hatás

**- ugyanannak az anyagnak többféle receptora is lehet** - más-más hatás kialakítása

**Hormon-receptor kölcsönhatás**

- **lipid oldékony hormonok** átoldódnak, bejutnak a citoplazmába, hozzákötődnek a receptorhoz, így bejutnak a sejtmagba és a génátírást szabályozzák. Fehérjeszintézist befolyásolják, új fehérjék kialakításával, általában hosszabb távú hatás. Végleges változásokat képes előidézni → sejtek állapotát megváltoztatják.

- **nem lipid oldékony** hormonok receptorhoz kötődnek a sejtmembránban. Megváltozik az enzimek aktivitásállapota → másodlagos hírvivőanyagok aktiválódnak, ami további enzimindukciókat indít el.

- másodlagos hírvivő pl. cAMP (sok citoplazmában lejátszódó folyamatot tud aktiválni), Ca2+ (citoplazmában a Ca2+ szint változása sok működés kialakítását befolyásolja, pl.: izomaktiváció)

**2. A HIPOTALAMO-HIPOFIZEÁLIS RENDSZER SZERKEZETI ÉS MŰKÖDÉSI JELLEMZÉSE. TERMELŐDŐ HORMONOK ÉS HATÁSAIK, A LEHETSÉGES SZABÁLYOZÓ UTAK.**

**- agyalapi mirigy (hipofízis):** a hormonális irányítás központja. Ez egy bab alakú szerv, mely a köztiagyban a hipotalamusz alatt található, melyhez kocsánnyal csatlakozik, és ebben idegszálak húzódnak, melyek összekötik a mirigyet a hipotalamusszal. Hipofízis és hipotalamusz kapcsolódásánál kereszteződik a látóideg. Az agyalapi mirigy **elülső lebenye** (**adenohipofízis**) garat eredetű, fehérje jellegű hormonokat termel, melyek más belső elválasztású mirigyek működését befolyásolják.

**- az elülső lebeny hormonjai:**

- **TSH**: pajzsmirigy működését befolyásolja, stimuláló hatású hormon, szabályozó hormon

- **ACTH**: mellékvese hormont serkenti, szabályozó hormon

- **FSH**, **LH**: nemi mirigyek működését, serkenti, szabályozó hormon

- **GH**: növekedést serkent, közvetlen hatás

- **PRL**: tejelválasztást serkent, közvetlen hatás

+1 hormon: endorfinok: belső fájdalomcsillapításra szolgáló anyagok

- agyalapi mirigy **hátulsó lebenye** (**neurohipofízis**) idegi eredetű, nem valódi mirigy, nem termel hormonokat. A hipotalamuszban képződő, és onnan a neurohipofízisbe transzportált hormonokat tárolja.

**- a hátulsó lebeny hormonja**:

- **ADH**: víz visszaszívását szabályozza a vesecsatornákban

- **oxitocin**: méh simaizmára hat, az izomzat összehúzódását okozza, mely által beindítja a szülést.

- **középső lebeny:** inkább alacsonyabb rendű állatoknál, pl. békáknál különül el

Neurohipofízis a nucleus supraopticus és a nucleus paraventricularis magcsoportok által szabályozott. Adenohipofízisnél a nucleus paraventricularis mellett a nucleus arcuatus szabályozza a hormonok eloszlását. Az itt termelődő hormonok mind peptidhormonok. Hipotalamusz más agyterületek által is vezérelt. A hipotalamusz pedig befolyásolja a hipofízis működését. A célszervek visszahatnak a hipotalamo-hipofizeális rendszerre. PRL-ről és GH-ról kevesebb visszajelzés érkezik. Többi hormonnál, a serkentő hatásoknál a termelt hormon mennyisége visszahat a hipotalamo-hipofizeális rendszerre, sok esetén csökken a serkentő hatás → **negatív visszacsatolás általi szabályozás.**

**3. A PAJZSMIRIGY ELHELYEZKEDÉSE, HORMONJAI, EZEK HATÁSAI, AZ ELVÁLASZTÁS SZABÁLYOZÁSA, FŐBB FUNKCIÓZAVAROK.**

- a **pajzsmirigy:** két lebenyből áll, melyek keskeny sávban kapcsolódnak egymáshoz. *A pajzsporc alatt a légcső előtti részen helyezkedik el. Tiroxin* és *trijód-tironin* hormonját a *TSH serkenti*. Pajzsmirigy szövetében nagy mennyiségű tireoglobulin - ebből szintetizálódik TSH hatására hidrolízissel a tiroxin hormon, ami aztán a keringésbe kerül. A citoplazmában kötődik receptorához, nem feltétlenül jut be a magba, előfordulhat, hogy anyagcsere változást idéz elő. Ezzel rövidebb hatást vált ki. A pajzsmirigy által termelt hormonok *serkentik a fehérjeszintézist, növelik a szövetek által felhasznált oxigén mennyiségét* és *serkentik a hőképződést*. A tiroxin jódtartalmú, és ha a szervezet nem jut elég jódhoz, a *jódhiány hipotireózishoz* vezet, ekkor a pajzsmirigy túl sok hormont termel. A pajzsmirigy csökkentett működésekor vagy teljes kiesésekor kialakuló kórkép a *kretenizmus*. A pajzsmirigynek tehát fontos szerepe van az idegrendszeri differenciációban.

**Mellékpajzsmirigy**: a pajzsmirigy hátsó részén helyezkednek el, 4 apró testecskéből áll. Parathormont termel, mely a vér kalciumháztartását irányítja.

**Pajzsmirigy betegségek**

**- túlműködés esetén**: testsúlycsökkenés, testhőmérséklet emelkedés, reflexek élénkülnek, mentális és pszichés működések fokozottak. Bazedow-kórban a szemek kidüllednek.

- **alulműködés esetén:** alapanyagcsere csökkenése, mentális és pszichés működések lassulnak, testsúly nő, mixödéma alakul ki a bőr alatti fehérjeszerkezet megváltozása miatt

 mindkét esetben megnő a pajzsmirigy mirigyállománya.

- **strúma** - sok hormon hatására

- **golyva** - alacsony mirigyműködés

- **törpenövekedés**: alakulhat ki jódhiány esetén

**4.** **A MELLÉKVESE ELHELYEZKEDÉSE, HORMONJAI, EZEK HATÁSAI, AZ ELVÁLASZTÁS SZABÁLYOZÁSA, FŐBB FUNKCIÓZAVAROK.**

- a **mellékvese:** páros elválasztású mirigy, vesék csúcsán helyezkedik el. *Kéreg*- és *velőállományra* tagolódik. Kéregben termelődő hormonok szteroid hormonok.

- a **kéreg** három rétegre osztható:

- **külső réteg**: mineralokortikoidokat termeli, legfontosabb az aldoszteron. Ásványi anyagcserénél van szerepe, ill. a renin-angiotenzin-aldoszteron rendszer része.

**- középső réteg**: glükokortikoidok termelése, melyek izomsejtekre, zsírsejtekre, nagy mértékben májsejtekre hatnak. Gyulladásos folyamatok gátlása, egyes glükokortikoidok vércukorszintre is hatással vannak. ACTH - glukokortikoid rendszer: glükoneigenezis - más molekulákból glükóz szintetizálása. Ezt a kortizol hormon segíti.

- **belső réteg**: androgén hormonok, férfi nemi hormonokkal megegyező hatása van, melyek mindkét nemnél jelen vannak.

- a **velőállomány**: megtartva beidegzését, adrenalint termel szimpatikus idegrendszer aktiválódásának hatására, mely élénkítő hatással van a központi idegrendszerre, és a hajszálerek simaizomzatának összehúzódásával növeli a vérnyomást és vércukorszintet.

**- mellékvese kéreg kóros működése**

- **mellékvese kéreg középső rétegének túlműködése**:

- **Cushing kór** (sok ACTH)

**- Cushing szindróma** (sok kortizol)

- a mellékvesekéreg fokozott kortikoid termelése következtében kialakuló *kétoldali hyperplasia*, *zsírszövet felhalmozódás*, *szőrösödés*, fokozott inzulin-szekréió mellett *inzulin rezisztencia*; *hiperglikémia*. Androgén-túladagolás (pl. dopping) is kiválthatja.

**- mellékvese kéreg külső és középső rétegének alulműködése**:

- **Addison-kór** (bronzkór), nincs negatív visszacsatolas, ACTH is magas, pigmentáció jellemzi.

**- mellékvese külső rétegének túlműködése**:

- **Conn szindróma**: aldoszteron túltermelés, magas vérnyomás, fejfájás, fáradékonyság.

**5. A VÉRCUKOR SZINTJÉNEK SZABÁLYOZÁSA, NÖVELŐ ÉS CSÖKKENTŐ TÉNYEZŐK BEMUTATÁSA, ÁLTALÁNOS ENERGIAFORGALOM SZABÁLYOZÁS.**

- a **hasnyálmirigy** egy összetett mirigy, mely emésztőenzimeket bocsát ki az emésztőcsatornába. Langerhans-szigeteiben pedig hormonok képződnek. α sejtjei a **glukagon hormont**, β sejtjei az **inzulin hormont** termelik. A glukagonnak vércukor szint emelő hatása van. Az inzulin hormon akkor aktiválódik, ha a vércukor szint megnövekszik, hatására ugyanis a vércukor szintje csökken. Az inzulin hat a testi sejtekre, ahol másodlagos folyamatokat indít be, a mi a glükóz felhasználását serkentik. Májban a glükózt glikogénné alakítását indukálja. Izomsejtek is képesek glikogén raktározásra, de csak maguknak, míg a májban raktározott glikogén más szervek számára is felhasználható. Inzulin a többi a szövetnél is fokozza a glükóz felvételt, de ezeknél már nincs raktározás. Vesénél a glükóz visszaszívásra is hat az inzulin. A glukagon a májban levő glikogénből glükóz előállítását fokozza.

- **inzulin hatása**: raktárak feltöltődése, glikogénbontás gátlása, trigliceridek mozgósításának gátlása (zsírszövetben), sejtek glükóz felvételének és égetésének stimulálása, AMS felvétel és beépítés fokozása, K+ felvétel fokozása.

**Cukorbetegség (Diabetes mellitus)**

- **típusai**:

**- 1-es típusú:** anszolút inzulinhiány, betegség oka a hasnyálmirigy inzulintermelő β-sejtek pusztulása, inzulinpótlással kezelhető

**- 2-es típusú**: relatív inzulinhiány, a betegség középpontjában inzulinrezisztencia áll, nincs vagy nem megfelelően működő inzulin receptorok a sejteken, melyet a hasi zsírszövet mennyiségének felszaporodása okoz. Elsődleges az életmódváltás, másodlagos a gyógyszeres kezelés.

- **gesztációs diabétesz:** terhesség során fellépő, bármilyen fokú glükóz intolerancia - **a betegség tünetei**: fokozott folyadékvesztés, anyagcserezavarok, szövődmények (retinopátia, nefropátia, neuropátia, nagyerek betegségei).

**6. A NEM MEGHATÁROZÁSA, NEMI MŰKÖDÉS HORMONÁLIS SZABÁLYOZÁSA**

**- genetikai nem**: kromoszómák szintjén (X és Y nemi kromoszómák)

- **gonadális nem**: genetikai hatásra kialakuló ivarszervek (Y hatására herék fejlődnek, XX jelenlétekor normális petefészek fejlődik).

**- genitális nem**: nemi szervek kialakulása nemi hormonok hatására (tesztoszteron - hím jelleg, ösztrogén - női jelleg).

**- pszichoszociális nem**: minták alapján alakul ki, főleg a pubertás idején

- **érett ivari működés:** másodlagos nemi jellegek kialakulása szexuálhormonok termelődése miatt  idősödés során a hormontermelés csökken.

**Férfi nemi működés szabályozása: n**emi mirigyek működését elsősorban LH serkenti. FSH herékben a Leydig-sejtek működését, **tesztoszteron** elválasztását fokozza. Ez váltja ki a másodlagos hím nemi jelleg (szőrzet, mutálás) kialakulását pubertás idején. További változások: testi szöveteknél növekedés stimulálása - csontok, izmok erőteljesebb növekedése, elsődleges nemi jelleg (ivarszervek növekedése) kialakítása, agyban jellegzetes viselkedési változások következnek be - elsősorban a limbikus rendszerben, tesztoszteron hatására agresszívabb viselkedés jelentkezik, herecsatornákban ivarsejtérés. Nagyjából állandó FSH, LH szint, van negatív visszacsatolás.

**Női nemi működés szabályozása:** a hipofízis elülső lebenyében termelődő LH és FSH serkenti a nemi mirigyek működését. **Ösztrogén** és **progeszteron** hatására fejlődnek a petefészkek, petevezetők, méh és hüvely. Másodlagos nemi jelleg kialakulása: testi szövetek növekedése (csípő kiszélesedése), emlők növekedése, reproduktív szervek ciklikus működésének szabályozása. Ösztrogén, érett follikulus és a progeszteron is visszahat a hipofízisre, befolyásolva ezzel az LH és FSH szintet. Ciklikus érési folyamat áll be.

**- havi ritmus**: mentruációs ciklus 4 szakaszát különítjük el (*menstruációs, proliferációs, szekréciós, isémiás*). FSH és LH szintje mutat egy-egy havi csúcsot. Kilökődés után a progeszteron szintje megnövekszik. Ösztrogén szint maximumakor az LH és FSH is maximum szinten van. Utána lecsökken, majd megint megnő. A méh nyálkahártyája kb. két hétig az LH, FSH és ösztrogén szintjével együtt növekszik, utána megtörténik az ovuláció, a petesejt elkezd vándorolni a méh felé. A progeszteron szint a szekréciós szakaszban a legmagasabb, melynek folyamatait irányítja. A nyálkahártya ekkor tovább vastagodik, szivacsos jellegűvé válik, mirigyei kifejlődnek, váladékot termelnek. Megtermékenyítés nélkül a petesejt elhal, progeszteron és ösztrogén szint lecsökken, a méh nyálkahártyája leválik (kb. 5 nap). Azután az ösztrogén szint ismét elkezd növekedni a méhnyálkahártya is növekedni kezd, kezdődik elölről a ciklus.

**7.**  **Homeosztázis;** **AKUT ÉS KRÓNIKUS STRESSZ SORÁN TAPASZTALHATÓ VÁLTOZÁSOK**

**- C. Bernard:** belső környezet és annak állandósága  **megterhelés** - szervezetet érő hatásokra bekövetkező belső környezeti változások összessége

- terhelések felosztása: **1. külső fizikai környezeti terhelés**, **2. fiziológiás vagy nem fiziológiás terhelés** (társadalmi környezet, xenobiotikumok, vegyipar, zajok, rezgések), **3. belső környezetben kifejtett hatások általi terhelés** (a. *anyagáramlás*, b. *energiaáramlás*, c. *információáriamlás*)

**- Canon**: homeosztázis fogalma (izovolémia, izoionia, izohidria, izotermia, izoozmózis)   
 **vészreakció jelensége,** amikor a mellékvese adrenalinja segíti a megküzdési vagy menekülési reakciókat

- a szervezet egyensúlyi és védekező folyamatai: a szabályozás visszajelzésen alapul  eltéréseket a szervezet kiigazítja  alapértéktől való eltérés zavar (nem feltétlenül egy pontos alapérték, hanem határok között állítható érték)  ellenkező irányú folyamatok kompenzálják

- **Canon**-féle vészreakció ("**fight or flight**"): két nagy rendszer indul be ilyen készenléti állapotok során, mindkettő a hipotalamusz szabályozása alatt áll, amit emiatt stresszközpontnak is nevezünk

- **szimpatikus idegrendszer**: aktiválódásakor adrenalin szabadul fel, szimpatikus beidegzésű szervekben változások következnek be, pl. felgyorsul a szívverés.

- **adrenokortikális rendszer**.

**- szisztémás stresszfolyamatok:** Selye János írja le a **stressz** jelenségét, mint károsító tényezőket = káros külső vagy belső ingerekkel szembeni reakció, a szervezet (sejtek) védekező mechanizmusainak aktiválódása.

**- stressz-válaszok csoportosítása:**

**1. lokális adaptációs szindróma**: helyi válaszok kialakítása, pl. akut gyulladás

**2. generalizált adaptációs szindróma**: ha a helyi válasz nem elégséges önmagában. Szakaszai:

**- alarm reakció**

**- fokozott rezisztencia kialakítása**: megfelelő rezisztencia esetén a probléma megszűnik

**- szervezet kimerülésének fázisa**: ha a fokozott rezisztencia nem bizonyult megfelelőnek

- **AKUT STESSZ**: → agy

→ hipofízis elülső lebenye → mellékvese kéreg → glükokortikoidok (kortizol)

→ szimpatikus idegrendszer → mellékvese velő → noradrenalin, adrenalin

- **fiziológiai stresszreakció:** fenyegetés észlelésekor stresszortól függetlenül, jellemző testi válaszok következnek be, hogy kialakulhasson a harcolj vagy menekülj válasz.

- **jellemző testi változások:** a máj többletcukrot bocsát a szervezet rendelkezésére, nő a szívritmus, vérnyomás, légzésszám, izomfeszültség, hormonok serkentik a zsír cukorrá alakulását, gyorsul az anyagcsere, endorfinok termelődése fokozódik, lépből több vörösvértest jut a véráramba - oxigénszállítás, csontvelő több fehérvérsejtet termel, emésztés, nyálelválasztás csökken.

- **KRÓNIKUS STRESSZ:** amikor sem menekülés, sem harc nem lehetséges - elkerülő magatartással, szorongással azonosított reakció. Emberben főleg pszichoszociális jellegű - megküzdési döntési stratégiák.  
- **krónikus stressz → allosztatikus terhelés:** magas vércukor, alvászavar, emelkedett vérnyomás, magas koleszterin, érelmeszesedés, fáradékonyság, ingerlékenység, étvágytalanság, fogyás, immunrendszer működése gyengül, csontritkulás, idegrendszer működésének károsodása, tanulási és térbeli tájékozódási zavarok.

**- agyi szabályozás megváltozása stressz során**: elsősorban a *limbikus rendszert, hipotalamuszt, hippocampust* befolyásolja. Azok a területek érintettek, melyek az érzelmi és tanulási funkciókhoz szükségesek, pl.: amygdala.   
 **probléma** **- modern életforma**: társadalmi környezet ←→ fizikai környezet, természetes és mesterséges hatások, a környezeti változások sokkal gyorsabbak, mint az idegrendszerbeli problémamegoldó alkalmazkodások.

**- celluláris stresszfolyamatok**: sejtkárosító faktorok külső vagy belső eredetűek lehetnek. Sugárzás, kémiai anyagok, hősokk, DNS károsodás, ozmotikus sokk, oxidatív stressz, mérgező anyagok.

**8. AZ IDEGSEJTEK FELÉPÍTÉSE;** az axonális ingerület vezetés jellemzése sejt- és  
idegköteg szinten; nyugalmi membrán potenciál

- 2 fő sejttípus:

**1. neuronok, idegsejtek**: hosszú nyúlványokkal ezek alakítják ki a kapcsolatokat

**2. gliasejtek**: neuronok működését segítik, táplálják azokat

- **oligodendroglia**: környéki idegrendszerben Schwann és szatellita sejtek, feladatuk mielin hüvely kialakítása az idegsejt axonja körül.

- **mikorglia**: immunsejtek az idegrendszerben, fagocitózisra képesek, elhalt sejtelemek eltávolítása, gyulladási folyamatok.

- **asztroglia**: az agy belső részében futó kapillárisokból ezek veszik fel a különböző anyagokat, táplálékot, szükség szerint át is tudják alakítani és szállítják a neuronokhoz. Támasztó funkciójuk is van, ill. a vér-agy gát kialakításában is részt vesz.

- **ependima** sejtek: kamrák, gerincvelői csatorna üregét bélelik, csilló és mikroboholy, cerebrospinális folyadékot (CSF) termelik.

- **neuronok felépítése: n**euronnak nevezzük az idegsejt és az összes nyúlványának együttesét. Idegsejtet és egybefüggő nyúlványait *sejthártya* határolja. A neuronok ingerlékeny sejtek, ingerfelvételre és ingervezetésre specializálódtak. Minden neuron rendelkezik egy *sejttesttel*, *perikarionnal*, amelyről nyúlvány(ok) indul(nak) ki. Azok a nyúlványok, amelyek az információt felveszik és a sejttest felé továbbítják a *dendritek*. Hosszú, cső alakú nyúlvány, amely a az ingerületet a sejttesttől távolodó irányba vezeti az *axon*. Idegsejt belsejét *citoplazma* tölti ki, melyben sok, csoportokba *rendeződött endoplazmatikus retikulum* (*Nissl-féle szemcsék)* található. Az idegsejt *magja* lazább szerkezetű. További sejtszervecskék az idegsejtben: *neurotubulusok*, *neurofilamentumok*. Neuronok találhatók az agyban, gerincvelőben és idegdúcokban, méretükben és alakjukban jelentős változatosságot mutatnak.

* ***Nyugalmi potenciál***

**A membránpotenciál fogalma**

Valamennyi élő sejtre igaz az a **megállapítás, miszerint a sejtmembrán külső és belső felszíne között elektromos *potenciálkülönbség*, azaz *membránpotenciál* mérhető.** A **potenciálkülönbség nagysága sejttípusonként változik, kb. 30-100 mV közötti tartományban található.** Konvencionálisan a **sejt belső terének potenciálját tekintjük negatívnak a külsőhöz képest, ebben az esetben a membránpotenciál értéke negatív előjelet kap.** **Tehát, ha a membránpotenciál –**90 mV-ról –60 mV-ra változik, a membránpotenciál**, vagyis *a potenciálkülönbség* csökken, azaz a sejtmembrán polarizáltsága csökken, *depolarizációról*van szó. A –100 mV-os érték nagyobb polarizáltságot, *hiperpolarizációt*jelent.**

**A sejtek nyugalmi, nem ingerelt állapotban mérhető membránpotenciálja a *nyugalmi potenciál***, mely **ingerület alatt** jellegzetesen megváltozik, ***elektrotónusos potenciálváltozás* vagy *akciós potenciál* alakul ki.**

**A nyugalmi potenciál eredete, jelentősége**

A sejtmembrán elektromos szempontból olyan elemi egységek hálózataként modellezhető, amelyek feszültségforrásokat, ellenállásokat és kapacitív elemeket tartalmaznak.

**9. A KÉMIAI SZINAPSZIS MŰKÖDÉSE ; a szinaptikus szintű ingerület átadási folyamat  
lehetséges formáinak bemutatása. A főbb transzmitterek jellemzése, jellegzetes  
hatásmechanizmusuk bemutatása.**

**kémiai szinapszis**: kémiai ingerületátvivő anyagok segítségével az egyik sejtről a másikra ingerület terjed át. A szinapszist általában az egyik neuron axonja hozza létre egy másik neuron dendritjével. A két különböző neuronhoz tartozó citoplazmatikus membrán közötti távolság a szinaptikus rés. A szinapszisokban az ingerületet átvezető mediátor acetilkolin vagy más anyag.

**- a szinapszis működése**: a preszinaptikus ideg vegyi anyagokat (neurotranszmittereket) választ ki, amelyek átjutva a szinaptikus résen a posztszinaptikus idegeket ingerlik. Az ingerület csak egy irányba haladhat, ám az ingerületátvivő anyagok oda-vissza is.

***szinaptikus ingerületátvitel általános jellemzése***

Az idegsejtek neuronhálózatokká szerveződnek, receptorokkal és effektor sejtekkel lépnek kapcsolatba. A különböző idegelemek és az effektor sejtek között szinapszisok teremtenek kapcsolatot. A kapcsolat jellege szerint lehet elektromos vagy kémiai kapcsolat.

Az elektromos szinapszis azt jelenti, hogy a két struktúra térben közel helyezkedik el egymáshoz, az ingerület, mint elektromos jel sejtről-sejtre terjed.

A kémiai szinapszisban az ingerület kémiai hírvivők, neurotranszmitterek közvetítésével terjed. A neurotranszmitterek egy része a sejttestben termelődik, az axonban axoplazmatikus transzport segítségével szállítódik és az axonvégződésben szinaptikus vezikulumokban tárolódik. Bizonyos neurotranszmitterek (pl. acetilkolin) szintézise az axonvégződésben zajlik, tárolásuk szintén vezikulumokban történik.

A vezikulumok egységnyi, kvantumnyi mennyiségű neurotranszmittert raktároznak. Egy-egy vezikulum spontán módon kiürítheti tartalmát a szinaptikus résbe, ezt a folyamatot nevezzük spontán transzmitter-felszabadulásnak. Az idegsejten végigfutó akciós potenciál ún. kiváltott transzmitter-felszabadulást eredményez. Az akciós potenciál alatt az extracelluláris térből Ca2+ ionok lépnek be az axonvégződésbe, a kalciumionok pedig kiváltják a vezikulumok összeolvadását a felszíni membránnal és a vezikulum tartalma exocitózissal kiürül a szinaptikus résbe. Egy-egy akciós potenciál általában azonos számú vezikulum kiürülését eredményezi.

A transzmitter a szinaptikus résben diffundálva eljut a következő elem módosult, ún. posztszinaptikus membránjához, ahol specifikus receptorokhoz kötődik. A ligand-receptor kötődés eredménye valamely ioncsatorna megnyílása (esetleg záródása) lehet.

A konduktanciaváltozások a posztszinaptikus membránon potenciálváltozást okoznak, ún. posztszinaptikus potenciálok alakulnak ki, melyek jellegzetes elektrotónusos potenciálok. Ezek lehetnek depolarizációs irányúak (katelektrotónus) ill. hiperpolarizálóak (anelektrotónus). A posztszinaptikus membránban kizárólag ligand-vezérelt ioncsatornák (ionotróp receptorok) vannak, hiányzanak a feszültségfüggő ioncsatornák.

**10. AZ IDEGRENDSZER SZERVEZŐDÉSE, FŐBB KÖZPONTI ÉS PERIFÉRIÁS STRUKTÚRÁK BEMUTATÁSA**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **agy (kp-i idegrendszer)** | **gerincvelő (kp-i idegrendszer)** | | |
| érző neuronok (bemeneti sejtek) | mozgató neuronok (kimeneti sejtek) | | |
| receptorok | szomatikus rsz. | autonóm rsz. | |
| külső és belső ingerek | vázizmok | szimpatikus rsz. | paraszimpatikus rsz. |
| simaizmok, szívizom, mirigyek | |

**- az idegrendszer szerveződése**

- inger → érző idegsejt → végrehajtó sejt, projekciós neuron

- inger → receptor sejt (általában nem idegi eredetű) → érző idegsejt (két nyúlványa van, receptor sejt hiányában ennek egyik nyúlványa is képes fogadni az ingert) → átkapcsoló sejt, interneuron (lehet egy nagy neuronális hálózat is) → központi idegrendszer → végrehajtó sejt

**- feltétlen reflex**: a külső ingerre mindig hasonló válaszreakció

- **reflex ív**: a feltétlen reflexes válasz kialakulásában szerepet játszó idegsejtek láncolata

*-* **központi idegrendszer:** agy + gerincvelő. Nagy számban található benne neuron és gliasejt. Pályák és hálózatok is vannak itt. Hálózat egy-egy elemének kiesése nem okoz problémát. Elkülönítünk fehér- (rostok, nyúlványok) és szürke (sejttestek) állományt. Gerincvelőnél belül a szürke, kívül a fehérállomány, agyban kívül a szürke, belül a fehérállomány.

**- környéki idegrendszer:** 12 pár agyideg + 31 pár gerincvelői ideg → különböző szerveket, izmokat, stb. idegeznek be - lehet közvetlen beidegzés ill. átkapcsolással közvetetten. Környéki idegrendszerhez tartozik a bélidegrendszer is.

**- az agy általános felépítése, pályák**: *agyhólyagokból* alakul ki az embrionális fejlődés során. **Agytörzsi régió (nyúltvelő, híd, középagy)** ehhez a kisagy és az **előagyi terület (köztiagy - hipotalamusz és talamusz, agykéreg vagy nagyagyi terület).** Előagyi régió - limbikus területek. Agyban *sejttömörülések*, magcsoportok találhatók, ezek nyúlványai adják az agyidegeket, más idegterületek is kapcsolatot tartanak. Agy felszínén nagy *árkok, barázdák* vannak, melyek a felszín növelésének céljából jelentősek. Az agy védett burokban, csontos koponya alatt helyezkedik el. A csont alatt **agyhártya** van, melynek 3 rétege:

- **kemény agyhártya, dura mater**: csont alatti réteg

- **lágy agyhártya, pin mater**: agy feletti réteg

- **pókhálóhártya, arachnoidea**: kettő között, benne az agyfolyadék, likvor, sok ér

- a koponya ízesül a gerincoszloppal, az agyhártyák a gerincoszlop belsejét is kibélelik → védve a gerincvelőt. Az agykamrában is folyadék van.

-**az agy folyadékterei:** *intracelluláris tér, erek, szövetközötti tér, cerebrospinális folyadék* (CSF)

**- vér-agy gát:** vérből nem minden anyag juthat át az agyba, olyan kapillárisok vannak itt, melyeknek szorosan záródó sejtjei vannak. Glükóz, AMS-ak, víz át tud jutni, de más nem nagyon → speciális transzport.

**- vér-likvor gát**: vérplazma - CSF között, az anyagok itt jobban át tudnak jutni

**likvor**: agykamrák, szubarachnoidális tér kitöltése - oldalsó agykamráktól, 3. és 4. agykamrákon át a központi csatorna irányába, lefelé mozog.

**- agykamrák helyzete:** az 1. és 2. oldalkamra a nagy féltekében, kettő találkozásánál található a 3. agykamra, a gerincvelő irányában pedig a 4. agykamra.

**- az emberi agy struktúrái:** **nyakszirti lebeny** (látókéreg), **frontális lebeny** (asszociációs területek - gondolkodás, beszéd), **fali lebeny** (érzőkéreg), **halántéklebeny** (mély árokkal van elválasztva a frontális lebenytől), corpus callosum, fehérállomány ( rostrendszer, egyik félteke rostjait kapcsolja össze a másik félteke rostjaival). **talamusz, hipotalamusz, kisagy** (lemezeknek nevezett szürke- és fehérállományi területei vannak), **tobozmirigy** (endokrin mirigy, fényérzékeny sejtek → kétéltűeknél jelentős)

**11. A GERINCVELŐ SZERKEZETE, JELLEMZŐ FEL- ÉS LESZÁLLÓ PÁLYARENDSZEREI**

**- gerincvelő felépítése**: csigolyák alkotta csatornában helyezkedik el, a gerincoszlopot nem tölti ki végig, a végében már csak az idegek futnak. Csigolyák kapcsolódási pontjai között levő nyílásokból lépnek ki. Csigolyák elmozdulásakor a nyúlványok is elmozdulnak → nyomódik az ideg, gyulladásos folyamat. Hátsó és mellső gyökér tart kapcsolatot a hasi és háti oldallal.

- bemenő rost, érző neuronok nyúlványa → hátsó gyökér

- csigolya közti dúcok → elsődleges idegsejtek nyúlványait tartalmazza

- bemenő rost nyúlványai kapcsolatot hozhatnak létre interneuronnal, más nyúlványok belépnek a fehérállományba, ahol felszálló pályákat alkotnak.

- kilépő rostok, mozgató neuronok → mellső gyökér

- fehérállomány:

**- felszálló érző pályák**: gerincvelőből agyba

- hátsó oszlopi **lemnisculáris rendszer** a fő érző bemeneti modalitásért felelős

- **spinocerebelláris köteg**: kisagyhoz futnak ezek a rostok, izmokban levő érző receptorokból futó rostkötegek

**- auterolateláris rendszer**: gerincvelőből a talamuszba futnak

- **spino-oliváris köteg**

- **leszálló mozgató pályák**: felsőbb agyi területekről futnak a gerincvelőbe

**- piramidális pályák**: agykéregből közvetlenül leszállva vezérlik a megfelelő mozgató neuronokat

- **extrapiramidális pályák**: tanult, automatikus mozgásokat vezérelnek, testtartás vezérlése

- Felfelé haladva a gerincvelőn egyre nagyobb a fehérállomány, egyre több bemeneti pálya. Felszálló pályáknál több átkapcsolás, átkereszteződés lehet. Leszálló pályák az agykéregből lejutnak a gerincvelőig. Nyúltvelőnél történik egy átkereszteződés. Gerincvelőben pedig kapcsolatba lép egy mozgatóneuronnal. Vannak még olyan további pályák is, melyek a gerincvelőből indulnak ki és annak egy másik pontján végződnek - gerincvelői működést koordinálják, bizonyos mozgások (pl. végtagok mozgása járáskor) koordinálása. Gerincvelőben szürke állomány közepén kis csatornában van a CSF.

# 12. AGYTÖRZSI RÉGIÓ JELLEMZÉSE, FŐBB PÁLYÁK ÉS FUNKCIÓK BEMUTATÁSA

**- nyúltvelő:** felső régióiban különböző magcsoportok találhatók, alsó régióiban még jobban hasonlít a gerincvelőhöz. Piramisszerű kidudorodások, felszálló érző pályák rostrendszere, átkereszteződések vannak a nyúltvelőben. Hálozatos állománya a vegetatív működésért felelős sejteket tartalmazza.

**- híd:** összekötő funkció.

**- középagy**

- **tectum régió:** 4. agykamra fölötti terület

- **tegmentum régió**: 4. agykamra alatti terület

**- fekete mag, vörösmag**: mozgásszabályozásban vesznek részt.

- VTA - **ventrális tegmentalis area**: dopamin transzmitter sejteket tartalmaz, mozgásnál van szerepe.

- köztiaggyal a középagy tart kapcsolatot.

- **agytörzsi pályák**: egy-egy magcsoportból kiindulva az egész előagyi területeket ellátja rostokkal. Ilyen magok a VTA, fekete mag (dopamin termelés) és a Pontine magcsoport (acetilkolin termelés). Moduláló szerepük nagyon fontos.

# 13. ELŐAGYI STRUKTÚRÁK, AZ AGYKÉREG FŐBB TERÜLETEI, EZEK KAPCSOLATRENDSZERE

- **prosencephalon = telencephalon+diencephalon**

**- A köztiagy (diencephalon):** egy középsík menti rész, amelynek szimmetrikus jobb és bal fele van. Három részből áll – **hipotalamusz** és **talamusz**, valamint a **harmadik agykamra** és az azt határoló részek alkotják. Ide tartozik még a **subthalamus,** az **epithalamus** és a **metathalamus.**

- funkcionálisan meghatározó része a **hipotalamusz**, amely a szervezet minden fontos élettani működését befolyásolja – kontrollálja és integrálja az autonóm idegrendszer és az endokrin rendszer működését, alapvető szerepet játszik a szervezet homeosztázisának fenntartásában. Közreműködik a testhőmérséklet szabályozásában, a testfolyadékok viszonylagosan állandó összetételének biztosításában, a táplálék- és vízfelvétel elősegítésében, a szexuális viselkedés és az érzelmi élet alakításában.

-Szervező funkciót tölt be az érzetekkel kapcsolatban: a vegetatív érzetekkel kapcsolatban önmagában, másrészt pedig kellemes vagy kellemetlen jellemzést ad az érzeteknek, melyek a felsőbb területek felé haladnak.

- a **talamusz** egy nagy, ovoid szürkeállomány tömeg. A harmadik agykamra két oldalán helyezkedik el. Felülső felszínét az oldalkamrák, elülső felszínét az oldalkamrák és a III. agykamra találkozása, oldalsó felszínét a capsula interna, alulról pedig összenőtt a hipothalamussal. Fogadja a fő érző pályákat, olyan központ, ahol sok információ integrálódik és kapcsolódik át az agykéreg és sok más kéregalatti központ felé. Egy Y alakú fehérállomány-csoportosulás 3 részre osztja: lateralis (legnagyobb): ennek elülső része a pyramidális pályákkal van kapcsolatban, hátulsó: epikritikus és protopátiás afferensek átkapcsolója; medialis: fájdalomérzet fő átkapcsoló helye; anterior: limbikus rendszerrel van kapcsolatban.

-a **metathalamus** a thalamus hátsó részén levő *pulvinar* alatti két magból áll: corpus geniculatus mediale et laterale: előbbi a halló-, utóbbi pedig a látópálya fontos átkapcsoló-rendszere, melyekből az elsődleges agyi érzőközpontokba vezetnek tovább az idegek.

-az **epithalamus** magában foglalja a tobozmirigyet, a habenulákat és a commissura habenularumot. Utóbbiak a limbikus rendszer efferens összekötői.

-a **subthalamus** a thalamus alatt elhelyezkedő nucleus subthalamicust foglalja magában, mely az extrapiramidális pályákhoz tartozik.

- a **hypothalamus** az agykocsányok előtti két corpus mamillaretól tart ( ezek a szaglóidegek és a limbikus rendszer átkapcsolóhelyei), az agyfüggelék tölcsérszerű részén keresztül a látóidegek kereszteződéséig. Vegetatív idegrendszer legfelsőbb központja. 3 sejtcsoport elhelyezkedés alapján: pars chiasmatica, pars tuberalis, pars mamillaris. Funkcionálisan pedig hypophyser (kissejtes-releasing és inhibiting hormonok az adenohipophysisbe; nagysejtes: neuroszekréció vazopresszin és oxitocyn) és nem h. magok (vegetatí vezérléssel vannak kapcsolatban: hő, táplálkozás, vízháztartás, agyi vegetatí magokkal és a gerincvelő szimpatikus preganglionáris idegsejtjeivel vannak kapcsolatban).

***A telencephalon***

A végagy két hemisphériumát mély barázda választja el egymástól, illetve az egészet a kisagytól. Domború felszínét tekervények (gyrusok) és barázdák fedik (sulcusok). A mélyebb barázdák hasadék (fissura). 3 felszíne a féltekéknek: convexa, basalis és medialis. Lebenyekre oszthatók: frontalis, parietalis, occipitalis, temporalis és insula. A convexa felszínen mély Sylvius-hasadék: frontalis, parietalis és temporalis lebeny elválasztása. Temporalis és parietalis határán sulcus centralis, két felén tekervények: gyrus precentralis (mozgató), gyrus postcentralis (érző). Frontalis lebenyen 3 tekervény: gyrus frontalis superior, medialis, inferior. Temporalis lebenyen 3 tekervény: gyrus temporalis superior (hallóközpont), medialis és inferior.

A basalis felszínen a frontalis lebeny alatti szaglógumók és szaglóidegekek (bulbus et tractus olfactorius) haladnak a gyrus hyppocampiba. Temporalis lebenyt fissura hippocampi választja el az agytörzstől, tőle lateralisan gyrus parahippocampalis.

Medialis felszínen corpus callosum köti össze a két hemispherumot, benne comissuralis axonokkal. Felette kétoldalon gyrus cinguli (övtekervény). 2 árok: fissura parietoccipitalis (2 oldalán precuneus és cuneus), illetve fissura calcarina, melynek 2 oldalán látóközpontok.

-a **törzsdúcok** a fehérállományba ágyazva helyezkednek el. Oldalkamra szarva mellett indul a **nucleus caudatus**, melytől lateralisan a **nucleus lentiformis (putamen sötétebb és pallidum világosabb rész)**, putamen és caudatus együtt a **corpus striatum (**extrapyramidalis pálya legfelsőbb központja). Caudatus és lentiformis között fehérállomány **capsula interna**. Lentiformistól lateralisan **capsula externa**, majd **Clastrum.** Clastrum és Insula közt **capsula extrema**. További törzsdúc a temporalis lebeny pólusán levő **nucleus amygdaloideum** (limbikus rendszer része).

-az **agykéreg** szürke és fehérállományra oszlik, előbbi van kívül és sejttesteket tartalmaz. A kéreg függőleges sejtoszlopokból épül fel, melyek néhány interneuronnal tartják a kapcsolatot a többi sejtoszloppal, így nem függenek egymástól közvetlenül. 6 rétegből állnak (2 pyramissejtes, 3 afferens sejtes), melyek eltérő eloszlása (granuláris vagy agranuláris) különböző, citoarchitektonikailag megkülönböztethető területeket alkot (Brodmann-féle mezők). Funkcionálisan 3 fő csoportot különböztethetünk meg: elsődleges kérgi motoros központ, elsődleges kérgi érzőközpont és elsődleges kérgi érzékszervi központok.

-elsődleges kérgi motoros központ a sulcus centralis rostralis oldalán **gyrus precentralis,** mely a frontalis lebeny része. Gerincvelői motoneuronokkal, illetve minden motoros maggal kapcsolatban áll. Egyes területehez meghatározott areák lokalizálhatók, a körülöttük levők az extrapyramidális területek. Körülötte **másodlagos kérgi motoros központok**, melyek mozgásokkal kapcsolatos emlékképeket tárolják. Frontalis lebenyen ilyen a **Broca-féle mező** (gyrus frontalis inferior opercularis felén, beszéd motoros központja) vagy a frontalis lebenyen a teknitőközpont.

-elsődleges kérgi érzőközpont a sulcus centralis parietalis felén helyezkedik el. Minden externalis és internalis inger ide befut. A felismerést szolgáló ingerek a másodlagos érzőközpontokban tárolt emlékképek alapján nyernek értelmet.

-elsődleges kérgi érzékszervi központok között legfontosabb a halló- és látóközont. A fissura calcarina két ajkán levő elsődleges kérgi központba futnak be a képi ingerek, a körülötte levő másodlagos központok a felismerést szolgálják. Fontos másodlagos centrum a parietalis lebeny olvasáscentruma, ami a látott szavak felismerését szolgálja. A hallás elsődleges kérgi központja a temporalis lebenyen található Hessle-féle haránttekervényben lokalizálható, körülötte a másodlagos központok. Ezzel áll összefüggésben a Wernicke-féle area, mely a szenzoros beszédközpont és a beszéd akusztikai emlékképeit tartalmazza. A szaglás elsődleges központjai a szaglógumók, ahonnan az amygdalába kerül az információ.

***Az agykéreg kapcsolatrendszere***

Agy fehérállománya 3 fajta kapcsolatrendszerből áll: asszociációs (azonos félteke eltérő részeit köti össze), comissuralis (2 félteke szimmetrikus részeit kapcsolja) és projekciós (afferens és efferens pályák, melyek a gerincvelő felé futnak).

-asszociációs rostok 2 gyrust kötnek össze, ilyen a **fibrae arcuatae brevi et longi**. A **fasciculus longitudinalis superior** a homloklebeny és halántéklebeny kapcsolata, a **f. l. inferior** pedig a halándék- és nyakszirtlebeny. A **fasciculus uncinatus** a frontalis és temporalis pólust köti össze.

-komisszurális rostok 2 félteke azonos részeit kapcsolják össze. Legfontosabb a **corpus callosum.** A **comissura anterior** 2 polus temporalist és a 2 szaglógumót köti össze. A **comissura hippocampi** a 2 hippocampust, a **comissura habenularum** a 2 habenulat köti össze.

-a projekciós rostok tulajdonképpen a gerincvelő kapcsolatrendszerében folytatódó pályák. **Spinothalamikus** pálya a gerincvelő elülső-oldalsó kötegében halad, majd a thalamus VPL-ba érkezve mint **tractus thalamocorticalis** a gyrus postcentralisba fut. A thalamusból kollaterális fut a centromedialis magba, onnan pedig mint **tractus thalamocorticalis** fut a frontális lebeny érző területére. A **hátsó kötegi lemniscus medialis** köteg a hátsó kötegben fut a nyúltvelő nucleus gracilis et cuneatusba, ahonnan átkereszteződést követően a **lemniscus medialis** fut a thalamus VPL-be. Innen a gyrus postcentralisba futnak az epikritikus érzékelés rostjai. Az efferens pályák közül fontos a **tractus corticospinalis**, mely a gyrus precentralisból indul és a nyúltvelő határán átkereszteződik, vagy a motoros idegsejt szelvényében kereszteződik át. A gerincvelő oldalsó kötegében halad.

# 14. AZ NAGYAGYKÉREG JELLEGZETES RÉTEGES SZERKEZETE, SEJTTÍPUSAI, KAPCSOLATRENDSZERE, AKTIVÁLHATÓSÁGA

- Nagyagykéreg 6 rétegből áll. A rostok a rétegekbe merőlegesen lépnek be.

**1. felületes réteg:** főleg rostok, a dendritek között létrejöhetnek elektromos szinapszisok.

**2. külső szemcsesejtes réteg**: főként szemcsék találhatók itt, továbbá interneuronok (GABA, gátló hatás) is. Az alatta levő rétegtől nem különül el élesen.

**3. külső piramissejt réteg:** piramissejtek (serkentő hatás) apikális (csúcsi, csúcs felé irányuló) és bazális nyúlványokkal + egy axon nyúlik ki belőlük, mely elágazódhat → kapcsolattartás. Kisebb piramissejtek nyúlványai kortikokortikális kapcsolatokat hoznak létre. Itt is találhatók interneuronok. A corticocorticalis kapcsolatok az itteni piramissejtektől erednek.

**4. belső szemcsesejtes réteg**: szemcsesejtek viszonylag rövid nyúlványokkal, axonjaik a közelben alakítanak ki kapcsolatokat → serkentő aktivitás. Talamikus rostok itt végződnek.

**5. belső piramissejt réteg**: nagyméretű piramissejtek: axonjaik alsóbb agyi területekkel tartanak kapcsolatot. Agykéreg mozgatósejtjei.

**6**. **plexiform réteg**: piramissejtek és gátló interneuronok is. Axonjaik elhagyják az adott kérgi területeket. Corticothalamikus rostok kiindulóhelyei.

- **piramissejtek**: nagy területet lefedő dendrittüskékkel rendelkezik, itt alakulnak ki a szinapszisok. Távol a sejttesttől is képes szinapszisok kialakítására. Távolsággal a „jel” egyre gyengül. Elongált sejtalakja van. Principális, vetítő sejtek.

- **interneuronok**: sokkal kisebb területet foglaló dendritek. Egy axon, mely elágazhat. Bizonyos interneuronok bizonyos helyen alakítják ki a kapcsolatot → pl. kandeláber sejtek az axondombnál. Általában gátló sejtek, GABA-ergek. A serkentés átjutását gátolják vagy gyengítik. Különböző morfológiájú interneuronok – specifikus működés. Nekik köszönhető, hogy a modulok verikálisan jobban integrálódnak, mert a széleken gátló hatást fejtenek ki.

**- egyes sejtféleségek felosztása tüzelési frekvencia alapján:**

**- regulator spiking cells**: egyenletes tüzelés, szemcse- és piramissejtek, serkentés

**- brusting cells**: csoportos tüzelés, szemcse- és piramissejtek, serkentés

**- fast spiking cells**: gyors tüzelés, GABA-erg sejtek, gátlás

- Agykéregben sokkal nagyobb arányban van a serkentő sejtek és serkentő szinapszisok száma. A hat réteg vastagsága funkciótól függően eléggé eltérő. Azok a területek, amik közvetlenül fogadják a thalamikus bemeneteket, ott a negyedik réteg nagyon vastag. Ahol a mozgásvezérlés a legfontosabb funkció, ott a negyedik réteg nagyon vékony, de az ötödik réteg nagyon vastag. Asszociációs területeknél nincs ilyen nagy különbség.

**- Agykéreg moduláris felépítése**

- **oszlopos elrendeződés** – hengeridomú modulok: együttműködő sejtek csoportja

- **redundancia**: fölöslegben levő sejtek hálózata – egy-egy sejt kiesésekor „pótló” hatás, ill. sejtpusztulás főleg ezekből történik

- látókéregben: 5000 sejt/modul, 2 millió modul, összesen kb. 10 milliárd kérgi neuron

- **a sejtek főleg modulon belül, vertikálisan kommunikálnak (interneuronok széli gátlása)**

- egy modul kb. 100-200 másikkal tart kapcsolatot

- **modulok bemenete**: más kérgi modulokból, érzékszervek felől

- **modulok kimenete**: mozgató pályák, más modulok irányába

- **kérgi részek közötti kapcsolatok**: az oszlopokban gátló sejtek is aktiválódnak, ezek gátolják a szomszédos hengerek egyidejű működését. Corpus callosumon keresztül a másik féltekén is kialakulhat serkentés – tükörszinkronizáció.

Agy fehérállománya 3 fajta kapcsolatrendszerből áll: asszociációs (azonos félteke eltérő részeit köti össze), comissuralis (2 félteke szimmetrikus részeit kapcsolja) és projekciós (afferens és efferens pályák, melyek a gerincvelő felé futnak).

-asszociációs rostok 2 gyrust kötnek össze, ilyen a **fibrae arcuatae brevi et longi**. A **fasciculus longitudinalis superior** a homloklebeny és halántéklebeny kapcsolata, a **f. l. inferior** pedig a halándék- és nyakszirtlebeny. A **fasciculus uncinatus** a frontalis és temporalis pólust köti össze.

-komisszurális rostok 2 félteke azonos részeit kapcsolják össze. Legfontosabb a **corpus callosum.** A **comissura anterior** 2 polus temporalist és a 2 szaglógumót köti össze. A **comissura hippocampi** a 2 hippocampust, a **comissura habenularum** a 2 habenulat köti össze.

-a projekciós rostok tulajdonképpen a gerincvelő kapcsolatrendszerében folytatódó pályák. **Spinothalamikus** pálya a gerincvelő elülső-oldalsó kötegében halad, majd a thalamus VPL-ba érkezve mint **tractus thalamocorticalis** a gyrus postcentralisba fut. A thalamusból kollaterális fut a centromedialis magba, onnan pedig mint **tractus thalamocorticalis** fut a frontális lebeny érző területére. A **hátsó kötegi lemniscus medialis** köteg a hátsó kötegben fut a nyúltvelő nucleus gracilis et cuneatusba, ahonnan átkereszteződést követően a **lemniscus medialis** fut a thalamus VPL-be. Innen a gyrus postcentralisba futnak az epikritikus érzékelés rostjai. Az efferens pályák közül fontos a **tractus corticospinalis**, mely a gyrus precentralisból indul és a nyúltvelő határán átkereszteződik, vagy a motoros idegsejt szelvényében kereszteződik át. A gerincvelő oldalsó kötegében halad.

**Agykéregből regisztrált jelek**

- **mezőpotenciál**: elektród környezetében lévő sejtek összegzett aktivációjának detektálása

- **intracelluláris** **potenciál**: egy sejt belsejéből elvezetés.

 együttes méréskor belül pozitív, kívül negatív potenciálváltozást lehet megfigyelni.

# 15. A HIPPOKAMPUSZ JELLEGZETES RÉTEGES SZERKEZETE, SEJTTÍPUSAI, KAPCSOLATRENDSZERE, AKTIVÁLHATÓSÁGA, AZ LTP KIALAKULÁSA

- A **hippokampusz** az **előagy része**, halántéklebeny csúcsában helyezkedik el, gerincesekben az allocortexet képezi, a limbikus rendszer része. Három rétege van, entorinális kéreggel kapcsolatot tart, funkcionálisan teljesen együttműködnek. Mérete embernél relatíve kicsi. Fő sejttípusa a piramissejt, melyek egy rétegben helyezkednek el, bazális axonjaik a kamrafal fehérállományában gyűlnek. Az itt levő piramissejtek egymástól elkülönült egységeket alkotnak. Fő bemenete az entorinális kéreg, fő kiemenete a subicula és a fornix. 2 bemeneti út: közvetlenül és egy triszinaptikus közvetett úton: a perforás pálya pelép a gyrus dentatusba, ahonnan a szemcsesejtek moharostjai elérik a CA3 sejtjeit és kialakíják a Schaffer kollaterálisokat.

- **hippokampusz szerveződése, sejttípusai**

- **DG**: girusz dentatusz – entorinális kéreggel és CA-val is kapcsolatot tart. Serkentő szemcsesejtek találhatók itt. Innen kifutó moharostok a CA3-ra vetülnek, melyek axonkollaterálisai létrehozzák a Schaffer kollaterálisokat.

- **CA**: **ammon szarv** – DG-szal együtt alakítják ki a hippokampuszt. Serkentő piramissejteket tartalmaz. 3 régiót különíthetünk el benne:

1. **CA3**: ide vetül DG, az itt lévő piramissejtek elhagyják az adott oldali hippokampuszt, ellenoldali hippokampusszal tartanak kapcsolatot

2. **CA2**: átmeneti régió

3. **CA1**: sejtek axonjai visszajutnak az entorinális kéregbe, ahol kapcsolatokat alakítanak ki

- **pp**: perforás pálya

- **mf**: moharostok

- **sc**: Schaffer kollaterálisok – DG-ből érkező moharostok kapcsolódnak a CA3 piramisaival, melyek axonkollaterálisa visszakanyarodik az ammon-szarv apikális denriteihez.

- piramissejtekben nemcsak EPSP, de *csúcspotenciál* is kialakulhat.

-LTP: long-term potentiation: hosszú távú szinaptikus változás, ami a korábbi aktivációs minták mentén való, tartós megerősödésüket jelenti. Az emlékek és tanulás mögötti potenciális fiziológiás folyamat. Feltétele, hogy pre- és posztszinaptikus tüzelés is megvalósuljon. Mesterségesen nagyfrekvenciájú intenzív ingerléssel lehet létrehozni, leginkább a hippocampusban figyelhető meg. Leginkább az NMDA szinapszisokra jellemző, melyek a magnéziumblokk miatt nem válaszolnak a gyengébb ingerekre. Erősebb inger esetén viszont kialakulhat akciós potenciál, ami a blokk feloldását és tüzelést eredményez, ami elindít egy kaszkádszerű folyamatot (protein kinázok aktivációja). Ez a hatás hosszú ideig megmarad.

- a hippokampusz a **limbikus rendszer része**, szerepe van az emlékezet működésében és a térbeli tájékozódásban.

***Kapcsolatrendszere***

Fontos kapcsolatrendszer a **Papez-gyűrű**, mely az emlékek tárolásával kapcsolatos, rövid távú memóriáért felelős. Hippocampusból indul és a **fornixon** keresztül jut az információ a **corpus mamillaréba**, ahonnan a **Vic d'Azyr-nyaláb** a thalamus anteriorális magjához viszi az információt. Innen a **gyrus cinguliba** kerül tovább a jel.

# 16. A kisagy szerkezete, sejttípusai, ezek kapcsolatai, fŐbb funkciója (mozgáskoordináció)

**- elhelyezkedés:** a nyúltvelő és a híd mögött, hátsó koponyaüregben.

**- szerkezete:** Az occipitális lebenytől vastag agyhártya választja el, híddal és nyúltvelővel, illetve IV. agykamrával érintkezik. Redők (foliák) a felszínen. 2 féltekére oszlik, melyeket a féreg (vermis) köt össze. Felszíne tekervényes, melyek levélszerűen, egymással párhuzamosan futó harántlemezeket alkotnak. Tekervények mellett barázdák, illetve árkok, melyek lebenyekre osztják. Felső, középső és alsó kisagykaron keresztül pályák, felsőn keresztül az efferensek. Belül a fehérállomány jellege és a redők következtében faágszerű struktúra (arbor vitae). A kisagykéreg a sokszoros felgyűrődés következtében hatalmasra növeli a tényleges felszínét, kisagynyél része tart kapcsolatot az agytörzzsel. Megkülönböztetünk felső és alsó felszínt. Külső kéregre és belső velőállományra osztható.

- kisagykéreg szerkezete

- **vermis**: középső rész

**- kisagyi lebenyek**

- kisagy kéreg (cerebrocerebellum)

- fóliák (redők) figyelhetők meg rajtuk

- rétegei:

**1. molekuláris réteg** szemcsesejtek paralel axonjai, Purkinje-sejtek denritjei és kosársejtek

**2. ganglionáris réteg** szemcsesejtek axonjai és Purkinje-sejtek perykarionjai

**3. szemcsés réteg** szemcsesejtek perykarionjai, golgi-sejtek

**- fontos funkció:** mozgáskoordináció (finomabb, bonyolultabb, célvezérelt mozgások kialakításában játszik szerepet)

**- sejttípusai**

**1. Purkinje sejtek:** GABA-erg efferens/kimenet, kisagy projekciós sejtjei, viszonylag nagy sejtek, bemeneteket fogadnak

**2. szemcse-sejtek:** kisméretűek, glutamát-ergek, serkentők, axonjuk a parallel rostot adja, T-alakban elágazódik, sok Purkinje-sejt dendritjével tart kapcsolatot.

**3. kosár-sejtek:** GABA-erg gátló sejtek, ráfonódva a Purkinje-sejtekre azok működését gátolják

**4. Golgi-sejtek:** a szemcse-sejteket gátolják. Sejttestjeik a 2. réteg közelében van, dendritjeik az 1. rétegig felnyúlnak. Axonjaik a befutó moharostokon a szemcse-sejtekkel kisagyi glomerulusokat képezik.

**5. csillag sejtek:** a Purkinje sejteket gátolják, valamennyire csillag alakúak

**-**Fehérállományban **kisagyi magvak** találhatók:

1. Fogazott mag
2. Dugómag
3. Golyómag
4. Tetőmag

-a Purkinje-sejtek axonjai a kisagyi magvakon végződnek és onnan alkotják az efferens pályákat a nucleus ruber, thalamus és a nagyagykéreg felé.

**- bemenő kapcsolatai**

**1.** **moharostok**: mossy fibers  szemcse-sejtekhez kapcsolódnak a glomerulusokban, serkentő bemenetek

**2. kúszórostok:** climbing fibers  Purkinje sejtek dendritjeire kúsznak fel, serkentő bemenetek

- eredetük: - **híd**: hídi eredetű moharostok, kúszórostok az olivából (középső kisagynyélen keresztül)

**- gerincvelő-kisagyi pálya:** spinocerebelláris rostok, moharostok (alsó kisagynyélen keresztül)

**- kimenő kapcsolatai**: felső kisagynyélen keresztül

**1. egyensúlyszervi magokhoz**

**2. thalamuszhoz**

**3. vörös maghoz**

**-**a kisagy működési elve tulajdonképpen egy negatív lenyomat. A befutó moharostokon keresztül, a nem gátolt szemcsesejtek paralel axonjai egyidejűleg nagy területen aktiválnak Purkinje-sejteket, ugyanakkor a kosársejtek mindkét irányban oldalra 10-10 Purkinje-sejtből álló blokkolt mezőt alkotnak. A kúszósejtek a Purkinje-sejteket mindenképpen működésre bírják, de a gátolt sejteket kevésbé. A moharostok kollaterálisai a kisagyi magvakat aktivitás alá helyezik, de a Purkinje-sejtek ezeket gátolják. A nem gátolt magvak jelei fogják elhagyni a kisagyat ennek következtében.

# 17. Az érző receptorok jellemzése, az érzőendszer általános szerveződése (pályák és átkapcsolódási pontok), érzőkérgi területek, kiváltott potenciálok kialakulása.

**- érzékelés:** 5 (látó, halló, tapintó, szagló és ízérzékelő rendszer) érzékszervvel kapcsolat a környezettel  ingerfelfogás – érzékelés – érzet kialakulása (tudatosulás feltétele)

- inger az agykéregben tudatosulhat, a memóriában raktározódhat, a limbikus rendszerben érzelmi színezetet kaphat és számos reflex kiinduló forrása lehet

**- érző receptorok:** az érzékelés speciális receptorsejtekkel vagy szabad idegvéződésekkel történik

- ingermodalitás szerint: **mechano**-, **foto**-, **chemo-**, **thermo-**, **nociceptorok** érzékelő receptorok vannak (az egyes alcsoportokon belül is vannak különböző receptorok)

- ingerorrás szerint: **telereceptorok** (távoli ingerforrás – látás, hallás), **kontakt receptorok** (közvetlen külvilági ingerforrás) vannak

- test szempontjából: **exteroceptorok** (külső ingerforrás), **interoceptorok** (test belső monitorozása – egyenúly érzékelő receptorok, ínorsó, izomorsó)

- interocepció: **vérnyomásérzékelő receptorok** (vérnyomásszabályozás – aortaív falában, feji verőérben), **tüdő feszüésérzékelő receptorai** (légzésszabályozás**), tápcsatornában lévő receptorok** (tápcsatorna működésének szabályozása), **CO2 érzékelés** (légzésszabályozás – nyúltvelőben), **O2 érzékelés**, **izomban receptorok** (mozgásszabályozás)

**- érzőrendszer általános szerveződése:**

- inger (bőrreceptor, ízület) - ahhoz, hogy a receptorokban kialakuljon a jel, az ingernek el kell érnie egy adott nagyságot - **küszöbinger**  elsődleges érzőneuron  gerincvelő  (hátsó oszlopi traktus)  nyúltvelő (itt gracilis és cuneatus magok) (átkereszteződés)  híd  középagy (+hídnál – mediális lemniszkális pálya)  talamusz  agykéreg Ez az epikritikus érzékelés

Protopátiás érzékelés: elsődleges érző neuron-hátsó szarvban substantia gelatinosa Rolandi-ellentétes oldal elülső-oldalsó kötege-thalamus VPL-thalamocorticalis és thalamofrontalis pályák

**- adekvát inger**: amelyik ingerre a legalacsonyabb a küszöbinger (pl. szemnél mechano- és fotoreceptorok közti különbség). - Nagyobb inger nagyobb ingerületi változással jár a **maximális ingerig**, ilyenkor minden ioncsatorna nyitva van. Efölött azonban már nem fokozódik tovább az ingerületi folyamat → **érzékenységi tartomány**.

- **receptor potenciál**: receptor sejtekben létrejövő lokális membránpotenciál változás

- **adaptáció**: a receptor hozzászokik az ingerhez, nem vált ki akkora választ. Az adaptáció lehet gyors (szaglóreceptorok) vagy lassú.

- Egyre nagyobb inger egyre nagyobb ***amplitúdóváltozással***jár, de az idegsejtekre átadódva AP alakul ki, itt már nem amplitúdóban fejeződik ki a jel nagysága, hanem *frekvenciákban, gyakoriságokban* → nagy jel - több AP

**- pályák:**

**- hátsó oszlopi lemniscus medialis kötegek:** fasciculus gracilis, fasciculus cuneatus (finom érintés, rezgés-, nyomás- és tapintás érzékelés) epikritikus érzékelés

**- spinocelebelláris kötegek** testtartással, test helyzetével kapcsolatos jelek

**- spinothalamikus kötegek: anterior** (kevéssé lokalizált tapintás- és nyomásérzékelés), l**aterális** (fájdalom- és hőmérsékletérzékelés) protopátiás ingerek

- **thalamikus átkapcsoló magterület**: ventrális anterior mag VA, ventrolaterális mag VL, ventrális poszteroleterális mag VPL, ventrális poszteromediális mag VPM (lateralis magok), dorzomediális mag, centromediális mag (medialis magok), retikuláris mag (erős működésekor thalamikus magok gátlódnak - alvás kezdeti szakasza, áteresztés csökkenés)

**- érzőkérgi területek:** központi árok, elsődleges érzőkéreg, szenzoros asszociációs kéreg, látás asszociációs kéreg, elsődleges látókéreg, Wernicke terület (beszédértés), elsődleges hallókéreg, Sylvius hasadék, Broca-terület (motoros beszédközpont)

**- receptív mező:** az érzőneuron mely „területről” hozható ingerületbe

**- kiváltott potenciálok kialakulása:** az érzőrendszerek egy adott modalitásra specifikusak (adekvát inger)

 a receptor a modalitásának megfelelő ingert átalakítja, így keletkezik a receptorpotenciál

 az inger akciós potenciálok frekvenciaváltozásának formájában kódolódik és szállítódik a központba

# 18. A kémiai érzékelés (ízlelés, szaglás) receptorai, pályái és agyi struktúrái.

- a kémiai receptorok a külső és belső környezet folyékony és gáznemű anyagainak vegyi összetételére érzékenyek

-jelentőségük a tálálék megválogatásának szempontjából magas

**- ízlelés:** ízmolekulából kevesebb van, mint szagmolekulából, nyálban oldódó anyagok alakítják ki az ízérzeteket

**- receptorai:** a szájüregben szétszórtan helyezkednek el, legnagyobb számban a nyelv háti felszínén, a szájpadláson és a garatban található, lehetnek körülárkolt szemölcs, levél- és gomba alakú szemölcs típusú receptor hámsejtek (ezzel kapcsolatban az idegsejt  transzmitter felszabadulás). Egy szemölcsben többféle receptorsejt lehet.

**-** négy alapíz (savanyú, édes, sós, keserű) elkülönítésére alkalmasak (+ umami, víz), ezek különböző helyeken csoportosulnak

**-** **édes**: érzékelésük a nyelv hegyén, cAMP rendszer aktiválódása (PKA), K+ csatorna zárás

**-** **keserű**: érzékelésük a nyelv tövén, PLC rendszer aktiválódása, IP3, Ca++ szint nő

**-** **savanyú**: érzékelésük nyelv oldalán, hátul, a H+ ion belépés hatása

**-** **sós**: érzékelésük a nyelv két oldalán, elöl, (főleg N+ ion okozza) egyértékű kation (ADH termelés fokozása)

**- pályái:** az ízlelés és a szaglás összefüggnek, így érzünk összetett ízeket, amelyben szerepe van a limbikus területeknek

**-** VII, IX, X (lágy szájpad és garat) agyidegek→ nyúltvelőben nucleus tractus solitarii→ ellenoldali lemniscus medialisba  talamusz  innen két irány: sziget (insula) vagy posztcentrális tekervény

**- agyi struktúrái:** többek között aVII-es, IX-es, X-es (vágusz ideg) számú agyidegek továbbítják a jeleket az NTS felé, ahonnan az agytörzsön át az agyba jutnak

**- szaglás:** a szaglóérzékelés a levegőben terjedő, illékony molekulák érzékelését szolgálja. A szaglószerv a felső légutak első szakaszában, az orrüreg felső részének nyálkahártyájában elhelyezkedő **szaglómező (regio olfactioria)**. Színe sárga, jól elkülönül a rózsaszínű nyálkahártyától, **nagysága emberben 5cm2**, macskában 4, németjuhászban 150-170 cm2, a **szaglóhámsejtek száma** az **emberben 20**-, kutyában 200 millió.

**- receptorai:** a szaglósejtek speciális neuronok, amelyek dendritei a **szaglóhám** felé néznek, velőtlen axonjaik pedig a bulbus olfactoriusban egy glomerulusban **szaglóidegnek** (nem valódi agyideg) átadva ingerületeiket az agy szaglóközpontja felé juttatják azokat. A szaglóhámban szaglóidegek mellett bazális sejtek és támasztó sejtek is jelen vannak. A szaglósejtek odoráns membránreceptorai egyes szaganyagepitopok felismerésére alkalmasak és 1-1 szaglósejtben csak 1-2 fajta receptor van, ezért csak 1-2 fajta epitopot tudnak felismerni (de több szaganyag tartalmazhatja ugyanazt az epitopot). Az epitopok kombinálódása miatt vagyunk képesek sokfajta szagot felismerni. A receptorok csak azokra az anyagokra reagálnak amelyek a szaglóhámra kerülnek és oldódnak a nyálkarétegben. Folyamatosan ható, még a nagyon kellemetlen szaginger által keltett szagérzet is hamarosan csökken, sőt meg is szűnik. Ennek magyarázata a **szaglósejtek rendívül gyors adaptációja**. Az adaptáció mindig az éppen ható szagingerre vonatkozik csak, más szagok ingerküszöbe nem változik.

**-** **szaglógumó (szaglóhagyma) szerkezete:** végződése az agyalapi részen, embernél arányaiban kicsi. Mitrális sejtek, szemcsesejtek és ecsetsejtek alakítanak ki glomerulust, ezek dolgozzák fel a jeleket. 30-60 naponta a bazális sejtekből megújulnak.

-**glomerulus**: szaglógumó alapvető szerkezete. Primer érző neuronok itt átkapcsolnak mitrális és pamacsos sejtekre, melyek glutamáterg efferens projekciót adják a gumónak. 1-1 glomerulus csak 1-2 fajta receptorhoz kötődik, tehát 1-2 fajta epitop érzékelésére alkalmas.

-**gátló interneuronok a glomerulusok mellett** aktiválódnak és gátolják a túlingerlést

**- agyi struktúrái és pályái**

**- belégzés** (orthonazalis funkció): szag/illat a belégzett levegőben. Különböző szaganyagokat általában nagyobb, gyűrűs molekulák alakítják ki. Az érzet mennyiségi viszonyoktól is függ, nincsenek alapszaganyagok   
- szagló epithelium  szaglógumó  az agykéreg szaglással kapcsolatos területe (olfactory cortex)  
- laterális orbitofrontális kéreg  az agykéreg szaglással kapcsolatos területe (olfactory cortex)  
- középső orbitofrontális kéreg  az agykéreg szaglással kapcsolatos területe (olfactory cortex)  
- amigdala  az agykéreg szaglással kapcsolatos területe (olfactory cortex)

**Út:** bulbus olfactorius-szaglólebeny (elsődleges szaglóközpont)-orbitofrontális kéregbe és a limbikus kéreg egyes részeibe (amygdala, entorhinális kéreg, corpus striatum → szaglással kapcsolatos reakciók vélhetőleg ide köthetők). Kétoldali bulbus között a commissura anterior biztosít kommunikációt. A thalamus elkerülése feltételezi, hogy a primer dekódolás a thalamusban történik meg.

**- kilégzés** (retronazalis funkció) + táplálkozással kapcsolatos élmények: kilégzésnél is ugyanazok a szaglással kapcsolatos területek aktívak, mint belégzésnél + **laterális hipotalamusz** is aktív és még ízzel, textúrával, látással és mozgással kapcsolatos területek is aktiválódnak

# 19. A látórendszer felépítésének és működésének bemutatása

**-** az ember fényreceptorai a szemben találhatók, a szem a szemüregben elhelyezkedő páros szerv, szemgolyókból és járulékos szervekből, a szemhéjakból és könnymirigyekből áll.

**- felépítése:**

- **szemizmok**: felső ferde szemizom, szemhéjemelő izom, felső egyenes szemizom, oldalsó egyenes szemizom, alsó egyenes szemizom, alsó ferde szemizom  ezek az izmok a **szemgolyó helyzetét** változtatják, a lencsét mozgató sugárizmok/lencsefüggesztő rostok a **szemlencse domborulatát** alakítják (ellazul-domborúbb). Ez teszi lehetővé a közelre nézéskor az éleslátáshoz szükséges alkalmazkodást.

- **szem**: a szemhéj belső felszínét a visszahajló **kötőhártya** borítja, aminek felsőredője az **ínhártyához (cornea+sclera)** tapad, alsó redője a szemgolyót vonja be a szaruhártyáig. A szemgolyó belső falát az érzéksejtekké módosult idegsejtekből és gliasejtekből kialakult fényérzékelő ideghártya/**retina** borítja. Ezen (sclerán) tapad a mozgatásokat végző három pár **szemmozgató izom**. Az ínhártya elülső folytatása az átlátszó **szaruhártya**/cornea. Az ideghártya és az ínhártya között a hajszálerekkel dúsan átszőtt **érhártya (uvea/burok=chorioidea+iris+corpus ciliare)** található, 3 rétegből áll, melyből a legalsó egy fényvisszaverő réteg. Elülső, gyűrű alakú, megvastagodott része a **sugártest (csarnokvíz filtrációval innen kerül a csarnokokba)**. Az érhártya szaruhártya mögötti folytatása az erősen pigmentált **szivárványhártya**/írisz (szem színe + **pupillát** szűkítő-tágító izomrostok). A középen található kerek nyílás a **pupilla** (a szembe jutó fény mennyisége ezen keresztül változtatható). A pupilla mögött helyezkedik el a fénysugarakat összegyűjtő **szemlencse (bikonkáv)**, amelyet a **lencsefüggesztő rostok** kapcsolnak a sugártesthez, mögötte pedig a határhártya tartó funkciót lát el a lencsével kapcsolatban. A szemlencse és az ideghártya közötti teret a kocsonyás, magas víztartalmú **üvegtest** tölti ki.

- a szaruhártya és a szivárványhártya közötti üreg az **elülső szemcsarnok** (innen a Schlemm-csatornák által szivárog el a vénákba a víz), a szivárványhártya és a lencse közötti üreg a **hátulsó szemcsarnok**. A szemcsarnokokat **csarnokvíz** tölti ki (a sugártest termeli a hátulsó szemcsarnokban).

**- retina szerkezete: 10** **sejtréteg** építi fel

1. a legbelső réteg egy pigmentréteg, erős fény ellen véd
2. **csapok** ~ színlátás+tárgylátás és **pálcikák** ~ fény intenzitása (fényérzékelő receptorok, az emberi szemben több mint 100 millió receptorsejt) receptorai
3. külső határhártya, támasztó funkció
4. külső magvas réteg: fotoreceptorok sejttestei
5. külső szemcsés réteg: fotoreceptorok szinaptikus kapcsolatai, ahol jelet tovább adják
6. belső magvas réteg: bipoláris neuronok sejttestei, melyek a harmadik neuronok felé közvetítik a jeleket. **Horizontális sejtek** (laterális információ áramlás), **bipoláris neuronok** (vertikális információáramlás), **amakrin sejtek**  
   Gliasejtek: **Müller-glia**: átéri az egész retinát, aktivációkor felveszi a káliumot és visszaviszi azt → ionális környezet stabilan tartása
7. belső szemcsés réteg: bipoláris neuronok és harmadik neuronok szinapszisai
8. harmadik neuronréteg: nagy látóidegek
9. látoidegek kötegbe szerveződnek, melyek majd a papillán keresztül elhagyják a szemgolyót, mint nervus opticus
10. belső határhártya, záróréteg

**- pálcikák és csapok felépítése**: külső szegmens (lamellákkal) + belső szegmens (mitokondiumok, mag) + szinaptikus terület

**-** **sárgatest**: a retinának a szem optikai tengelyébe eső központi bemélyedése, az éleslátás helye, itt található a legtöbb receptorsejt, de itt csak csapok találhatók (fovea centralis)

- **vakfolt**: a látóideg kilépésének helye, nincsenek se csapok, se pálcikák (papilla)

**- működése:** a szemet érő fénysugarak a levegő és a szaruhártya határán megtörnek, majd a szemcsarnok elülső részén keresztülhaladva a pupillán át jutnak a szemlencsébe, amely újabb fénytörő közeg. A lencse (éles képlátás esetén) a különböző szög alatt érkező fénysugarakat az üvegtesten keresztül a retina egyetlen pontjára gyűjti össze. A retinán a fénysugaraknak a dúcsejteken (ganglion sejtek) és a bipoláris neuronokon is keresztül kell hatolniuk, hogy elérjék a receptorsejteket. A domború lencse optikai tulajdonságaiból következik, hogy a retinán fordított állású, lekicsinyített, valódi kép keletkezik.

- **csapok és pálcikák ingerületbe kerülése**: a fényérzékelő részük belsejét korongszerűen egymásra épülő membránrendszer alkotja, amely a látás kémiai anyagát, a látóbíbort (**rodopszint**) tartalmazza. A pálcikák ingerületbe kerüléséhez elég egyetlen foton (fény elemi részecskéje) is  ennek hatására a **rodopszin opszinra és A-vitaminra bomlik**  a folyamat fotokémiai reakció, amely **elektromos potenciálváltozást** kelt  a sötétben az opszin és az A-vitamin újra rodopszinná kapcsolódik össze.

**- látópálya:** látóideg kereszteződés  pulvinális mag  metathalamus, corpus geniculatum laterale  (két oldal között colliculus superior)  látópálya  elsődleges látókéreg

**- látási információfeldolgozás:** hierarchikus elrendezésben történik, az asszociációs feldolgozás specializált neuronokkal, melyek valamilyen aspektusra koncentrálnak. A két irányzatú elmélet szerint az asszociációs feldolgozás a primer látókéregtől dorsalisan található kérgi területeken a jelekben a téri információt dolgozzák fel, ventralis irányban haladva pedig felismerő funkciók érvényesülnek.

**-** különböző agyi területek különböző funkciókra specializálódtak, így például külön területen folyik a mozgásfelismerés, a színfelismerés, az arcfelismerés vagy a figyelem fenntartása

# 20. A hallórendszer felépítésének és működésének bemutatása

**- felépítése:** a hallás érzékszerve a fül

- **fül**: három részből áll

**1. külső fül:** **fülkagylóval** kezdődik. Fő tömegét rostos porc képezi. A közepéről indul egy tölcsérszerű cső, a **hallójárat/külső füljárat** a hangrezgések hallószervhez való eljuttatására. A hallójáratot a középfül felé a **dobhártya** (feszes hártya, belső felszíne a kalapáccsal összenőtt, ezért alakja tölcsérszerű) zárja le.

**2. középső fül:** a középfül ürege a **dobüreg**, ebben három hallócsontocska van, ezek közül az első a **kalapács,** a második az **üllő**, a harmadik a **kengyel.** A középfület a belső fültől az **ovális ablak** vékony hártyája választja el. A dobüreget a garat felső részével egy 3-4 cm hosszú, vékony vezeték, az **Eustach kürt/**fülkürt köti össze. Így a dobüregben a dobhártyára kívülről ható nyomással azonos légnyomás uralkodik. A hirtelen fellépő légnyomásváltozás kiegyenlítése nyeléssel történik, mert nyeléskort a Eustach kürt megnyílik.

**3. belső fül:** ebben egy hártyás csigavezeték található, aminek teljes hosszán a **corti szerv/csiga** fut végig. Ez a tényleges hallószerv, folyadék tölti ki, ebben a folyadékban van felfüggesztve az **alaphártya**. A csigához kapcsolódik még a **félkörös ívjárat** is, amiből az **egyensúlyideg** lép ki.

Belső fül os temporaléban fekvő rendszer, csontos labirintus és benne hártyás labirintus. A hártyák labirintus 2 részből áll: csiga és félkörös ívjáratok. A csiga tekercsszerűen 2 ¾ ívcsavarral tekeredő cső. Membrana basilaris 2 részre osztja belsejét: scala vestibulai (ovális ablakkal kezdődik a csiga alapján) és a scala tympani (kerek ablakkal ér véget a csiga tetején). A membrana basilaris eredésétől indul a Reissner-féle hártya, ami a vestibulit további 2 részre osztja: scala vestibuli és scala media. A membrana basilarisban a corti-féle szerv, melynek egyik oldala membrana tectoria, másik oldala a csiga csontos fala.

**-** **csiga**: belső ürege **vesztibuláris csatornára, csigavezetékre** és **dobcsatornára** oszlik. A vesztibuláris csatorna a belső fül elejéről, az ovális ablaktól indul és felvezet a csiga csúcsáig, majd onnan a kerek ablaktól kezdődően a csigavezetékben folytatódik. A vesztibuláris csatorna és a dobcsatorna egymással párhuzamosan futnak és a csúcsnál egybeérnek. A csigából lép ki a hallóideg.

- **szőrsejtek**: ezek a receptorsejtek, a csiga vesztibuláris csatornája és dobcsatornája közötti vékony hártyás csőben helyezkednek el. A cső alsó **alaphártyáján** helyezkednek el, föléjük egy **fedőhártya** hajol.

- **belső szőrsejtek**: egy sorban helyezkednek el, palack alakúak, kb. 3500 db van, támasztósejtek veszik körül őket, végén csillószőrök vannak  szerepük az elmozdulás a rezgéstovábbítás folyamatában

- **külső szőrsejtek**: 3-4-5 sorban helyezkednek el, henger alakúak, kb. 12000 db van, folyadék veszi körül, végén csillószőrök vannak, csak ezek érintkeznek a fedőhártyával  szerepük a felerősítés

**- működése:** hanghullám  a dobhártya rezgése átadódik a kalapácsra  ami megrezegteti az üllőt  ami megrezegteti a kengyelt (ez a három csontocska a közegváltás miatti decibelveszteséget korrigálja)  a kengyel talpa az ovális ablakot mozgatja meg.  A hangrezgések nyomásváltozásai így jutnak el a csigába, az ovális ablak hártyájának rezgését a vesztibuláris csatornában és a dobcsatornában lévő folyadék rezgése veszi át  amely mozgásba hozza az alaphártyát  a szőrsejtek csillói elmozdulnak  a szőrsejtek finom érzékszőröcskéire gyakorolt mechanikai erő váltja ki a receptor ingerületét.  innen megy tovább az ingerület a hallóidegre (VIII. agyideg)  központi idegrendszer

- **magas és mély hangok**: a hallócsontocskától a csigában elhelyezkedő folyadékra átterjedő rezgések a csiga csúcsa felé terjedő hullámokat keltenek, a csiga kitekeredik. E hullámok magassága (a folyadékot határoló alapi hártya kilengése) is egy darabig fokozódik, majd meredeken visszaesik. Az alacsony rezgésszámú mély hangoknál a kilengés maximuma a csúcshoz közelít (ovális ablaktól mért távolsághoz képest), a magasabb hangoknál inkább a csiga alapjához közeli részen keletkezik. Ezért a **magas hangokat** a csiga **alapján** elhelyezkedő receptorsejtek, míg a **mély** **hangokat** a csiga **csúcsában** lévő szőrsejtek érzékelik.

- a hangérzékelés szempontjából nemcsak a **hangok rezgésszáma**, hanem **erősségük** és a **hangok színezete** is fontos. A hang irányának megítélését a két fül együttes működése teszi lehetővé. Az emberi fül a 16-20.000 Hz közötti rezgésszámra érzékeny, csak ezeket a hanghullámokat „hallja meg”.

**- fő felszálló pályák:** hallóideg (nervus acusticus, VIII. agyidegpár)  cochlearis mag pons és medulla oblongata határán  superior oliva mag köztiagyban  lateralis lemniscus mag köztiagyban  colliculus inferior (alsó ikertest)  talamusz corpus geniculatum mediale  gyrus temporalis superior (agykéreg)  
- mindkét oldali vetülés – térhallás frekvenciák elkülönülten érzékelődnek

# 21. A testérzékelés és a fájdalomérzés pályarendszerei.

- A pályarendszerek pályákból épülnek fel. A periféria és a magasabb agyközpontok között teremtenek kapcsolatot. A fehérállományban három pályarendszer fut, a felszálló, a leszálló és a belső pályák. Bőrben hám eredetű receptorok: **Pacini test (bőr alatti zsírszövetben-nyomás, vibráció), Meissner test(bőr felszíni rétegekben, nyomás), Ruffini test (mélyebben, nyújtásérzékelő), Merkel korong (felszínhez közel, nyomás (alakok))**. Kötőszövetes rétegben vagy alatta, szőrszálak mentén (szőr follikulus receptor), szabad idegvégződések - hőmérsékletváltozást érzékelik, melegérzet receptorok, gyors nociceptor, lassú nociceptor (hüvely nélküli rostok) (fájdalomérzékelés), mechanoreceptorok. Az egyes receptorok megoszlása a bőrben nem egyenletes.

**- receptormezők működése:** ha egy receptor aktiválódik, akkor ezáltal egy gátló interneuront aktivál - ez gátolja aközvetlenül mellette levő receptorokat - **széli gátlás**.

**1. felszálló- vagy érzőpályarendszer**: a periféria felől érkező ingerületeket szállítják az agyközpontok felé. A gerincvelői idegek érző idegrostai érzőgyökérrel lépnek be a hátsó szarvba, innen indulnak a felszálló pályák, amelyek a fehérállományban az irányába többféle úton haladnak tovább.

- a pályák idegrostjainak egy része azonos oldalon halad felfelé, így a jobb testfélből induló ingerület a gerincvelő jobb oldalán haladó pályán fut tovább

- a pályák idegrostjainak más részei kereszteződve, az ellenkező oldalon haladnak felfelé, így a jobb testfélből induló ingerület a bal oldalon fut tovább. Ezért fordulhat elő, hogy a gerincvelő féloldali sérülésekor a sérülés alatt, az ellenkező testfélen jelentkezik a hővel és fájdalommal szembeni érzéketlenség

- az érzőingerületek többségét (helyzet, mozgás, súly, alak, tapintás, fájdalom) közvetítő felszállópálya-rendszer a gerincvelőn át nyúltvelőig  a talamuszon át (itt a ventrális poszterior mag végzi az átkapcsolást)  egészen az agykéreg érzőközpontjába, a hátulsó központi tekervénybe (gyrus postcentralis) érkezik. Az érzékelt jelenségek itt tudatosodnak.

**1. hátulsó oszlopi köteg pályái f. cuneis et arcuatus (Goll- és Burdach köteg)**: a **finom érintés, rezgés, nyomás** és **tapintás** ingerületeit szállítják az agykéregbe. A tudatosuló érzések ingerületeit vezetik az agykéregbe. Epikritikus érzékelés.

**2. spinocerebrális pálya**: a **fájdalom** és **hőmérsékletérzékelés** ingerületeit szállítják. Részben azonos oldalon, részben kereszteződve haladnak a kisagyhoz. A nem tudatosuló érzések ingerületeit vezetik a kisagyba. Ezeken a pályákon fut jelzés a talp állásáról is a kisagyba.

**3. spinotalamikus pálya**: a **kevéssé lokalizált fájdalom** és **hőmérsékletérzékelés** érzőingerületeit szállítják. Protopátiás érzetek, elülső-oldalsó kötegben, belépés szelvényében átkapcsolnak ellenoldalra.

**2. leszálló-, mozgatópálya-rendszerek**

- 2 mozgatópálya-rendszer + vegetatív pályák

**1. piramispálya rendszer**

**2. extrapiramidális pályarendszer**

**3. vegetatív pályák**

**3. belső, saját pályarendszerek**

- **Testérzékelés** topografikus vetülete az elsődleges érzőkéregben. Az agyfelszínen az a legreprezentatívabb, ahol a legtöbb a receptor. A testérzékelő területek megtalálhatók az állatoknál is, csak mások az arányok. Agykérgi vetületek ingerléssel és elektródákkal feltérképezhetők.

**- egyensúlyérzékelés: e**gyensúlyszerv a belső fülben, a csiga mellett található. Csontos ívjáratokban hártyás ívjáratok, ebben van az egyensúlyérzékelő szerv. 3 egymásra merőleges járat, melyek a tömlőcskéhez, az pedig a zsákocskához csatlakozik. Zsákocska falában és tömlőcske alsó felén macula, melyben támasztó- és szőrsejtek. A szőrsejtek felett otolit kristályok, melyek a nehézségi erő hatására valamelyik irányból szőrsejtekre fekszenek rá, kiváltva azok tüzelését. A félkörös ívjáratokban is található macula, de ezeken nincsenek otolitok, ezek csak az áramlástól jönnek ingerületbe.

VIII. agyidegen keresztül nucleus vestibularis agytörzsben. Az első neuronok a ganglion vestibulareban, receptorokon végződnek érző sejtekként, afferens axonjuk nucleus vestibularen. Egyik mag nyúltvelői szemmozgató agyidegmagvakhoz, másik részben a thalamusban, részben okulomotoros agyidegmagvakkal kerülnek kapcsolatba. Legmagasabb képviselete a temporalis lebenyben van.

**- fájdalomérzékelés:** veszélyes ingerre figyelmeztet.

**- fázisos fájdalom**: erős, gyorsan nő és csökken.   
**- tónusos fájdalom**: tompább, de állandó, tartós jellegű, pl. gyulladás.  
- Fájdalom- és hőérzékelésért vékony, lassú vezetésű rostok felelősek. Gerincvelőbe bejutva átkapcsolódnak, spinotalamikus pályába szállnak fel, közvetlenül a talamuszba jutnak. A pálya az ellenkező oldalra kereszteződik át, érzékelés a szomatoszenzoros kéregben. Hátsó gyökérbe befutva pedig a hátsó szarvban interneuronokkal kapcsolódnak, ezek kereszteződnek át - ellenkező oldali felszállópályák.

-A zsigerekből érkező fájdalom kisugározhat olyan területekre, melyek azonos embrionális szegmentumokból származnak. Ez a dermatoma-szabály.

# 22. Az elemi izommuködés szabályozása, az ebben szerepet játszó receptorok bemutatása, különböző gerincvelői reflexek leírása.

**- elemi izomműködés szabályozása:** a **miofibrillum** a harántcsíkolt izomszövet izomroston belüli összehúzódásra képes alapegysége, aminek szerkezeti egységei a szarkomerek. A szarkomert kétféle fehérje építi fel, az **aktin** és a **miozin**. Az izomszövet mikroszkopikus képén a hossztengely mentén anizotróp (**A**, sötét, vastag = miozin) és izotróp (**I**, világos, vékony = aktin) sávok váltakoznak benne.

- az izomkontrakció alapja a **szarkomer rövidülése**: az A sáv változatlan, míg az I sáv rövidül  attól függően, hogy mennyire csökken az I sáv és mennyire közelednek hozzá kétoldalról az A sávok **elernyed** az izom, **részlegesen összehúzódik** az izom vagy **teljesen összehúzódik** az izom

**** ez a **Ca2+ szint szabályozásával a citoplazmában (szarkoplazmában)** valósul meg

- szarkoplazmás retikulum: **belső Ca2+ raktár**

- a citoplazmában nyugalomban alacsony Ca2+ szint a folyamatosan működő ionpumpák miatt

- aktinon a miozin kötőhelyeket a **tropomiozin** fedi, amihez **troponin** kapcsolódik

**** ingerület  izomsejt membránján akciós potenciál  feszültségfüggő Ca2+ csatornák nyitnak  intracelluláris Ca2+ szint emelkedik  troponin + tropomiozin elmozdul  miozinfej aktinhoz köt, összehúzódás

 helyreállítás: Ca2+ ionpumpák visszaszállítják a Ca2+ ionokat a szarkoplazmás retikulumba

**- motoros egység:** egy ideg és az általa beidegzett izomrost. Maga az aktiváció fő transzmittere az *acetilkolin*, ez nikotinos acetilkolin receptorhoz kapcsolódik az izomrost membránjában → Na+ beáramlás → AP kialakulása. Vázizmoknál viszonylag gyors AP, membrán újra aktiválható - több csúcspotenciál kialakulása egymás után. Vázizom sejtjei maguktól viszont sosem jönnek ingerületbe.  
**- alfa motoneuronok**: gerincvelőben, vastag axonjuk van, gyors vezetőképességgel rendelkeznek. Nemcsak egy, de több izomsejtet is beidegezhet - egyszerre több izomsejt aktiválása.   
**- küszöbinger**: akkora inger, ami szükséges a válaszreakció kialakulásához. Az egyes izomsejtek különböző küszöbértékkel rendelkeznek → fokozatosan jönnek ingerületbe.   
 **- végső közös pálya**: mozgató neuron axonja.  
 **- izommozgás**: összehúzódás + elernyedés. Összehúzódás mindig kicsit rövidebb ideig tart, előtte van az elektromos aktiváció.  i**zometriás összehúzódás**: izomhossz nem változik, csak az összehúzódás ereje változhat.  **izotóniás összehúzódás**: csak az izomhossz változhat, összehúzódás ereje nem.

-kontrakció-szummáció: előző inger által kiváltott kontrakció felszálló ágában megismételt inger nagyobb kontrakcióhoz fog vezetni. Nagyobb frekvencia mellett lehetséges, kisebb frekvencia esetén inkomplett tetanusz lesz helyette. Megfelelő időpontban alkalmazott szupramaximális inger kontrakció-szummációhoz vezet, így kialakulhat a tetanusz.

**- gerincvelői reflexek:** a gerincvelő a feltétlen reflexműködés központi szerve. A feltétlen reflexek veleszületett sajátosságok, már az újszülötteknél is működnek. Működésük kizárólag a gerincvelőhöz kötött (az agy működése nélkül is kiválthatók)

**1. izomeredetű reflexek**

- **miotatikus reflex (ínreflex):** célja az izomhossz állandóságának biztosítása (negatív feed-back)  
 -Ennek elsődleges receptorai az izomorsók: extrafuzális rostok között egy kötőszöveti tokban helyezkedik el. Kétfajta intrafuzális izom: magláncrost (erre az afferens rostok virágcsokor-szerűen képeznek szinapszisokat) és magzsákrost (annulospirális szinapszisok képzése). Többnyire inak eredésénél található a Golgi-féle ínszerv, mely szintén feszülési receptorokat tartalmaz.

- **monoszinaptikus védekező reflex** (amikor megütik a térded): stimulus  agonista izomban izomorsó  érző neuron  fő axonja a felszálló gerincvelői idegpályába lép, de axonkollaterálisok a szürkeállományban: serkentő hatás az agonista izmok motoneuronjaira, illetve egy gátló interneuron közbeiktatásával gátló hatás az antagonista izmokra (reciprok beidegzés).

**- feszítési reflexek**: megfelelő testtartás, izomtónust tartják fenn

**2. bőreredetű reflexek:** ide tartozik még a **hasbőrreflex**, a **talpreflex**, a **cremaster-reflex** is

**- flexor reflex (védekező reflex**): a reflexválasz olyan mozgás, amely elhárító jellegű, távolodik az ingertől

- **diszinaptikus védekező reflex:** fájdalmas inger  érzőneuron aktiváció  axon kollaterális felszálló pálya, flexor reflex aktiváció, keresztezett extenzor reflex

**3. vegetatív reflexek:** hashártya reflex, izomvédekezési reflex, vizelet és székletürítési reflexek, nemi működés reflexközpontjai. Bőrből kiinduló vegetatív reflexek **szomatoviszcerális reflex,** zsigeri szervekből kiinduló reflexeket a **viszveroviszverális reflex** végzi. Megkülönböztetünk szimpatikus és paraszimpatikus reflexeket is.

**- egyéb:** veleszületett reflexek (markolás, kúszás  elfeledődnek), kóros reflexek (pályasérülés)

-Statikus vs dinamikus munkavégzés

Agytörzsben található számos mozgáscentrum. Az általános izomtónus beállításában, izmok előfeszítettségében fontos szerepe van az agytörzsi formatio reticularisnak (agytörzsi testtartási reflex). Ilyen testtartási reflexek:

1. pozitív támasztási reflex
2. nyakizomból kiinduló tónusos reflexek (fej előre: felső végtagok flexió, alsók extenzió; fej hátra pedig fordítva)
3. Moro-reflex
4. Felegyenesedési reflex
5. Gyorsulás által kiváltott reflex
6. Járási reflex

# 23. Az akaratlagos mozgások szervezése.

**- akaratlagos mozgások:** épp tanult mozgás (pl.: a vezetés vagy a tenisz), ami később majd tud automatizálódni, odafigyelést igénylő mozdulatok (pl.: tű befűzése) és eltervezett, de automatizálódott mozgások (pl.: gépelés)

**- leszálló-, mozgatópálya rendszerek:** az agyközpontok és a periféria között teremtenek kapcsolatot. Az agy mozgatóközpontjaitól indulnak, a gerincvelő elülső szarvának mozgató idegsejtjeinél, illetve az agyidegek mozgatómagjaiban végződnek. Átadják az agyból jövő mozgásos válaszingerületet a gerincvelő mellső szarvában lévő mozgatóidegsejteknek. Két mozgatópályarendszer (ebből a piramidális pályarendszer felelős az akaratlagos mozgásokért) és a vegetatív pályák (zsigerek, légzőrendszer, szív stb. működése) tartoznak a leszálló pályákhoz.

- **piramidális pályarendszer:** az akaratlagos, tanult, nagy alapmozgások ingerületeit szállítja, az emberben igen fejlett.

- pályái a primer motoros kéreg (de a szupplementer motoros kéreg és a praemotoros kéreg is részt vesznek a tervezésben, összehangolásban) piramis alakú sejtjeitől indulnak, mozgatóingerületeket szállítanak. Az idegrostok többsége az agytörzsben (más része a gerincvelőben, a piramidális kereszteződésnél) keresztezi egymást és ellenkező oldalon halad lefelé.

- primer motoros kéreg  capsula interna  középagy (cerebrális pedunculus)  híd  nyúltvelő (piramisok)  gerincvelő

- A rendszer leghosszabb pályája a piramispálya a gerincvelő elülső szarvának mozgatósejtjeihez szállít akaratlagos mozgatóimpulzusokat. Flexor izmok működtetése esetén ez a rendszer az azonos oldali extenzor izmokat gátolja.

**- extrapiramidális pályarendszer:** mozgások kiegyensúlyozottá tétele, automatikus és kísérőmozgások, izomtónus, nem akaratlagos izommozgások az érzelemkifejezéssel kapcsolatban, élet közvetlen megóvásáért tett akaratlan izommozgások  
Pályák: *rubrospinális, reticulospinális lateralis et ventralis, vestibulospinális, olivospinális. Tectospinalis, Fasciculus longitudinalis medialis*

Az extrapiramidális rendszer részei a törzsdúcok (corpus striatum és pallidum), a nucleus subthalamicus, a középagyban a nucleus ruber és a substantia nigra, illetve a nyúltvelőben levő oliva inferior. Ezek egymással, a thalamussal, a formatio reticularisszal, a kisaggyal és a gerincvelőn keresztül az izmokkal is kapcsolatban állnak. Központi irányítói a törzsdúcok, melyek az agykéreg beiktatása nélkül képesek automatikus válaszokat kiváltani.

-mindkét rendszer és a gerincvelői reflexek érző bemenetei a szürkeállomány középső részén levő internunciális neuronokba fut be, ahonnan a nagy motoneuronokra kapcsolnak át. Ezek a neuronok egy serkentő és gátló interneuronokból álló, patterngeneráló rendszert működtetnek (CPG), tehát gyakorlatilag a sztereotip mozgások végrehajtása a gerincvelőbe került ki, a felsőbb központok csak facilitáló szerepet töltenek be.

-A mozgások inegrációjáról, harmonikussá tételéről a kisagy gondoskodik. A kisagy bemenetet kap a proprioceptorokból (tractus spinocerebellaris), exteroceptorokból, egyensúlyi rendszerből, szemből és minden jelből, mely a motoros kéreg felől vagy a törzsdúcokból az izmok felé megy. Ezeket feldolgozva jeleket küld a törzsdúcokhoz, a thalamushoz és az agykéreghez, hogy a mozgás minél gazdaságosabb és harmonikusabb legyen.

**- a mozgás kivitelezése:** érző idegsejt  átkapcsoló idegsejt  felsőbb agyi központok  mozgató idegsejt  ideg-izom áttevődés  végrehajtó izmok

**- felelős agykérgi területek**

**- primer motoros kéreg** (gyrus pracentralis, Br4): mozgásminták tárolása, kivitelezése a piramispályán át

- **praemotors kéreg** (Br6 dorsolateralis része): előkészíti a motoros kérget a mozgás végrehajtására, összehangolja a többkomponensű mozgások elemeit

**- szupplementer motoros kéreg** (Br6 medialis része): akaratlagos mozgások tervezés és indítása, izomtónus-szabályozás

- **primer szomatoszenzoros kéreg** (Brodmann 3-as, 1-es, 2-es area): gyrus postcentralis

-Szomatotopia: motoros és szenzoros kérgen a beidegzett testrészek leképződése. Az egyes testrészeket beidegző neuronok jól lokalizálhatók. A terület nagysága nem a testrész méretének függvénye, hanem a résztvevő neuronok számának. Így méretükhőz képest a legnagyobb reprezentációval az arc és a kézfejek rendelkeznek.

# 24. az agykérgi aktivitás strukturális alapjai, különböző szintű integrációs folyamatok bemutatása.

**- agykéreg:** evolúciósan a legfiatalabb agyvelőképződmény. A magasabb agyi aktivitás elsősorban az agykéreghez kötött. Az agykéreg embernél kb. 2.5-3 mm vastag, két részét különböztetjük meg (allocortex, neocortex). Fontos sejtjei a **piramis** és **szemcsesejtek** (serkentők, átvivő anyaguk a glutaminsav), **interneuronok** (gátló sejtek, főként a piramissejtek aktivitását gátolják, ezek sosem hagyják el az adott kérgi területet.).

- **piramissejtek**: az agykéregben legnagyobb számban megtalálható sejttípus. Jellegzetes alakú, hosszú, megnyúlt sejtek, alul bazális dendrittel (tüskés nyúlványok), felül apikális dendrittel. Fiziológiai hatását tekintve serkentõ sejtek. Kortiko-kortikális kapcsolataik vannak, de kapcsolatot tartanak alsóbb agyi területekkel is.

- **allocortex**: 3 rétegű szerkezete van, legfontosabb részei a hipotalamusz, a bulbus olfactorius és a corpus callosum.

- **neocortex**: az allocortexet borítja be, jelentős agytömeget képvisel. Itt találhatók a piramissejtek 6 rétegben. A felszínén finom hálózatot alkotó réteg található, alatta a piramissejt réteg, majd a thalamusból érkező dendritek és neuritek. A legnagyobb piramissejtek az ötödik rétegben vannak, az ezekből kiinduló axonok képezik a rövidebb és a hosszú leszállópályákat.

**- agykérgi aktivitás strukturális alapjai**: az agykéreg szerveződése kolumnáris, működési egységei a **modulok**. Ha egy bizonyos modulban aktiválódnak a sejtek, ekkor az aktiválódó felszín relatíve negatív lesz a többihez képest. Az aktivációval együtt gátló interneuronok gátolják az aktivált modul melletti modulokat, főként a piramissejtek aktiválódását. Így nagyon pontosan, csak szükséges részek tudnak aktiválódni. Ennek hiánya epilepsziás rohamot okoz.

**Az agyi elektromos aktivitás makroszkópikus szintű mérési lehetősége, jellegzetes EEG mintázatok.**

**- agykéreg elemzési módjai:** szerkezeti elemzés és/vagy működési elemzés (ilyen az elektroenkefalográfia is)  hálózati analízis, majd ebből az agykérgi működés megismerése

- **elektroenkefalográfia:** az agyi működést kísérő elektromos aktivitás vizsgálatára szolgáló módszer

**- a mérés alapja:** az agykéregből különböző frekvenciájú potenciálhullámok regisztrálhatóak a fejbőrre vagy a kéreg felszínére helyezett elektródokkal  a szinaptikus aktivitás során a dendrit zónába pozitív, azaz a sejt belseje felé irányuló áram jön létre („sink”), az ellentétes irányú, negatív áram a sejttesten jön létre („source”)  a kettő együtt dipólust alkot, az áramkör a sejt közötti téren záródik

- a neuronok geometriája az EEG jel kialakulásában lényeges. A különböző irányú dipólusok kioltják egymást, így az olyan sejtek, melynek dendritjei koncentrikusan helyezkednek el, nem keltenek makropotenciálváltozást, csak az olyanok, amik a koponya felületére merőlegesek. Az EEG szempontjából leglényegesebbek az agykéreg ötödik rétegében található nagy piramissejtek.

- **a regisztráció** a mezőpotenciálok segítségével történik (az áram keresztülhalad a sejtközötti téren és így mérhető a potenciálváltozás)  fontos, hogy csak az egyszerre aktívegységek áramai összegződnek, amiknek az így keletkezett összegaktivitását (eredőjét) regisztrálja az elektroenkefalográf elektródája.

- a klinikai diagnosztikai vizsgálat során az EEG **elvezetése** konvencionálisan megállapított helyekről történik. Ez az ún. nemzetközi 10-20-as rendszer, amely négy anatómiai referenciapontot jelöl ki a koponyán.

- jelenségek

**- szinkronizáció:** a membránpotenciálok ingadozásai a szomszédos sejtekben összerendezetten zajlanak  nagy amplitudójú, kis frekvenciájú hullámok jönnek létre alacsonyabb frekvencia felé eltolódáskor.

**- deszinkronizáció**: a neuronok elektromos működése nem összehangolt a szomszédos sejtekben, egyes neuronok jelei kioltják egymást  kis amplitúdójú, nagy frekvenciájú hullámok jönnek létre magasabb frekvencia felé eltolódáskor. Az interstitialis tér nem kedvez a magasabb frekvenciájú hullámok terjedésének.

**- jellegzetes EEG mintázatok:**

**- gamma** (30-50 Hz): A béta tartomány nagyfrekvenciás része, intenzív figyelmi állapotban és paradox alvás álomképei alatt regisztrálható. A “deszinkronizált” elnevezés nem helyénvaló, a neuronok gyors tüzelése ebben az esetben nagyon is szinkron, ezt a kéreg neuronhálózatai maguk (a thalamus nélkül) hozzák létre.

- **béta** (13-30 Hz): éber állapot, az alvás álomlátásos szakasza, a paradox alvás alatt regisztrálható.

- **alfa** (8-13 Hz) 40-60 µV: Ember esetében már a szem becsukásakor, főleg az okcipitális kéregben regisztrálható. Elalvás során 0.5-10 másodperces "csomagok" formájában jön létre. Az ú.n. alfa-orsók az egész agykéregben szinkron. Állatok esetében irregulárisabb és a nyugodt ébrenlétre jellemző domináns hullámforma. Kortico-thalamo-corticalis pályák hozzák létre. A talamusz reticularis sejtjei (vélhetőleg a pulvinarban találhatók) periodikusan hiperpolarizálják a relésejteket, amit posztinhibitoros aktiválódás követ. Ez a ritmus adódik át a kérgi sejteknek.

**- theta** (4-8 Hz): elalvás során, metabolikus vagy strukturális zavarok hatására, gyermekeken normálisan is regisztrálható. A hippokampusz piramissejtjeinek működése nyomán keletkező ún. RSA hullámok is ebbe a hullámtartományba esnek. Ez patkányokon jól elvezethető a kéregről, mert a nagy hippocampus csak néhány milliméterrel van az agyfelszín alatt.

**- delta** (4 Hz alatt): mély alvás alatt, atropinos kezelés után regisztrálható. Az alvási orsókat is a talamusz szinkronizálja. A delta ritmus akkor keletkezik, amikor a talamusz sejtjei egy adott hiperpolarizációs állapotba kerülnek. A talamusz az a kapu, amely a külvilági ingerek bejutását alvás alatt gátolja.

**- lassú hullámok** (0.2-0.5 Hz): A thalamus kiirtása utáni kérgi mintázat. A kérgi sejtek lassú potenciálváltozása, mely ismeretlen szinkronizáló mechanizmussal mindkét oldalon egyidőben a kéreg egész területén regisztrálható.

# 25. Az alvás funkciója, stádiumai és a mérhető fiziológiai változások jellemzése.

**- alvás:** egyfajta viselkedési állapot, amikor a környezeti ingereket rendkívül szelektív módon dolgozzuk fel, de a kiemelt jelentőségű ingerek feldolgozása itt is megtörténik (pl.: sajátnév hatás – regisztrálható EEG-változás, amikor a saját nevünk elhangzik). Nagyagykéregre kiterjedő gátlási állapot jellemzi. Az agytörzsi formatio reticularis felszálló aktiváló rendszerének aktivitáscsökkenése sugárzik feljebb, magasabb agyi területekre, illetve más szabályozó részek is részt vesznek az alvás kialakításában, mint a locus coeruleus és a raphe magok, melyek az alvás periodusait szabályozzák. Az ébrenlét is hasonlóképp: felszálló aktiváló rendszer aktivitása megjelenik valahol a kérgen és ez diffúz módon kiterjed.

-Ébrenlétet segítik a formatio reticularis felszálló aktiváló rendszere, melyre minden befutó inger aktiváló hatással van. Szagló, halló, és látó ingerke érik, valamint a tractus spinothalamicus. Aktivációja deszinkronizálja az EEG-t. Adrenalin és noradrenalin növeli ingerelhetőségét. Közvetve a thalamus intralaminaris magjain, illetve közvetlenül hat az agykéregre.

-Alvást segítő: agytörzsi alvás központja a formatio reticularisban található, a nucleus tractus solitarii. Köztiagyi alvási központot pedig a hypothalamus hátsó részében (preopticus area) és a thalamusmagokban, a harmadik alvási közontot pedig az előagy basalis részében. Raphe-magok serotoninerg csoportjai és az előagyi cholinerg neuronok játszanak még jelentős szerepet az alvásban.

- **jellemzői**: csukott szem, elernyedt izomzat, jellegzetes EEG aktivitás

**- funkció: két fő funkció**

**1**. **a homeosztázis védelme (pihenés):** a kényszerített ébrentartás hatására a homeosztázis kibillenhet, ami (főleg más okokkal együtt) halálhoz is vezethet. Erre bizonyíték az a patkányos kísérlet, amiben patkányokat folyamatosan ébren tartottak azzal, hogy amikor elaludtak, egy kis platóról a vízbe zuhantak. Ezek az állatok egy idő után mindenféle külső betegség jele nélkül elpusztultak. Boncolás után nemcsak az endokrin szervek méretváltozását tapasztalták (pl. mellékvese-duzzanat), ami a folyamatos vízbezuhanással járó stressz természetes következménye, hanem egyéb olyan jeleket is, amik a homeosztázis totális kibillenésére utaltak.

**2. memóriafolyamatok rendezése:** a közelmúltban történt események összerendezése  a hippokampuszban dől el, hogy a rövid távú emlékezetből mi kerül át a hosszúba. *Mélyalvás fontossága*: delta aktivitás, ilyenkor bizonyos idegsejt hálózatok teljesen elcsöndesednek.

**- stádiumai:** két nagyobb szakasz van, amik kb. 90 perces ciklusokban váltják egymást

**0. ébrenlét**

**- fizilógiai változások**: jellegzetes EEG, EOG mintázat. Ilyenkor az érzékelés/észlelés élénk, kívülről jövő, gondolataink logikusak és progresszívek, mozgásunk folyamatos és akaratlagos.

**1. nREM (**non-REM): ebben 4 stádium van, itt is lehet álomlátás, de nem olyan élénk és színes.

- stage 1 (a theta hullámok a meghatározók), stage 2 (vegyes EEG-aktivitás, alvási orsók megfigyelhetők), lassú hullámú alvás – stage 3 és 4 (több delta hullám). Negyedik a mélyalvás stádiuma, melynek az egészséges alvás bekövetkeztéhez az alvási periódus legalább egyharmadát kell jelentenie.

- **fiziológiai változások**: EMG csökken, EKG kisebb frekvenciájú, EOG megszűnik. Ilyenkor az érzékelés/észlelés tompa, gondolataink logikusak, de perszeveratívek, mozgásunk kontrollálatlan és epizodikus.

**2. REM** (Rapid Eye Movements): élénk és színes álomtevékenység. Paradox alvás fázisa.

**- fiziológiai változások:** EMG megszűnik (nincs izomtónus), EOG megjelenik, szívműködés lassul. Ilyenkor az érzékelés/észlelés élénk, belülről jövő, a gondolkodásunk illogikus és bizarr, mozgásunk gátolva van

-Az alvás hormonális változásai: alvás alatt kortizol szintje folyamatosan csökken, majd az ébredés előtt közvetlenül megugrik. A homeosztázis helyreállítását szolgálja a növekedési hormonok burst szerű, hirtelen megugrása az alvás első harmadában. Az alvás ideje alatt a melatonin szintje végig magas, az ébrenlétet megelőzően nem sokkal csökken a szintje. A melatonin felelős részben a cirkadián ritmus kialakításáért. Szekrécióját a suprachiasmaticus mag vezérli és a tobozmirigy szekretálja. Plazmaszintje jelentős ingadozást mutat a nap folyamán, este a legnagyobb.

**Jellegzetes biológiai ritmusok bemutatása, a SCN működése.**

**- jellegzetes biológiai ritmusok:** az alvás és ébrenlét váltakozása emberben kb. 25 órás periódust mutatna, amit a fény-sötét váltakozása 24 órásra módosít. Vannak még egyéb napi ritmusaink is (pl.: hormonszintek, testhőmérséklet), ezek szabadon futó ritmusa közelebb van a 24 órához.

**- SCN (suprakiazmatikus magcsoport):** a **cirkadian ritmus** (azok a biológiai folyamatok, amik szabályos, napszaki ritmus szerint ismétlődnek) generátora. Ez az idegsejt-csoport rendezi össze (szinkronizálja) az egyes sejtjeink-szerveink belső ritmusát a külső behatások ritmusával. Aktív működésekor a talamusz felé átjutnak az információk, ha nem működik az információk nem jutnak tovább → α hullámok megjelenése, majd szinkronizáció.

- Az SCN irányítása alatt áll a **tobozmirigy** is  a tobozmirigy felelős a **melatotnin** termelésért, aminek a koncentrációja éjszaka a legmagasabb (10 óra körül megnő, 5-6 körül lecsökken), ez felelős az **álmosságért**. Az SCN a fényről a retinából beléfutó rostok által szerez információt.

- **felépítése**: magból és kérgi régióból áll, a hipotalamusz egyik idegsejt-csoportja

- **alkotói**: vazoaktív intesztinális peptid, vazopresszin, gamma-aminovajsav (GABA), tobozmirigy adenilát cikláz aktiváló peptid

**- molekuláris óra működése:** a sejtmagban egy ún. óragén/termelőgén bekapcsol  két fehérjét (TIM-időgén és PER-periódusgén) termel  ezek kijutnak a sejtmagból, ahol összeállnak egy komplexszé (PER/TIM)  ez a komplex jut vissza a sejtmagba  kikapcsolja a saját termelő génjét  
- ez a folyamat ismétlődik újra és újra **- napi ritmus szerint:** az ébrenlét és alvás, Lásd az órai diában az ábrát!

- **hormonszintek**: testhőmérséklet (CBT), ébrenlét-alvás (melatonin-MEL), kortizol, növekedési hormon (GH)

# 26. Ébrenléti aktivitás, elemi viselkedési mintázatok.

**- viselkedés:** a szenzoros bemenetekre adott (motoros) válasz.

**- elsődleges biológiai motiváció**: az ember és állat viselkedését **genetikusan** kódolt, az egész szervezet szintjén érvényesülő **idegi és kémiai faktorok** szabályozzák.

- **másodlagos regulációs rendszer:** a környezethez való alkalmazkodás, az adaptálódás, azaz a **tanulás** képessége szintén genetikusan adott. A tanulás az, mikor egy megelőző idegrendszeri folyamat nyomot hagy az idegrendszerben, és ezzel megváltoztathatja az egyed viselkedését. Memória-nyom keletkezik, mely a központi idegrendszerben tárolódik és később kiolvasható. Fontos része ennek a folyamatnak az asszociáció.

**-**tehát örökletes és plasztikus elemekből áll

-viselkedés része minden folyamatos és látható mozgást nélkülöző esemény, melyet az egyed csinál vagy végbe megy vele vagy benne

-magatartás tulajdonképpen szándékoltsággal rendelkező viselkedés

-Az örökletes és a plasztikus viselkedés egyszerre zajlik és nehezen szétválasztható

-Viselkedés leírására nincs egységes módszer, általában egymást kizáró elemeket definiálnak és ezek előfordulását, időtartamát és frekvenciáját rögzítik.

-Viselkedés elemzésére több módszer is van: spontán viselkedést vizsgáló eljárás (aktivitás, mozgásmintázat), preferencia-módszerek (beavatkozás miatt kialakult preferenciákat vizsgálják), helyzeti szorongás (valamivel kapcsolatban kellemes és kellemetlen ingerek keveredése), szociális szorongást vagy kompetenciát vizsgáló módszerek, motivációt vizsgáló tesztek, tanulást vagy memóriát vizsgáló eljárások (pl. labirintus-tesztek). Külön csoportot képeznek az asszociatív tanulással kapcsolatos tesztek (kondícionálások).

**- ébrenlétkor:** az agyi aktivitásnakjellegzetes EEG, EOG mintázata van. Ilyenkor az érzékelés/észlelés élénk, kívülről jövő, gondolataink logikusak és progresszívek, mozgásunk folyamatos és akaratlagos.

**- elemi viselkedési mintázatok:**

**1. reflex:** meghatározott kulcsinger hatására mindig bekövetkező válaszreakció (pl.: pupillareflex)

**2. reflexláncolat** (öröklött mozgáskombináció): olyan összetett mozgásforma, amely az állatmotiváltsága esetén, adott kulcsinger hatására bekövetkezik. Mindig ugyanúgy következik be és az egész lefut, ha van értelme, ha nincs (pl.: pók akkor is befejezi a hálóját, ha már az elkészített részeket romba döntik).

**3. taxis:** adott inger által irányított helyváltozató mozgás (pl.: molylepke a fény felé megy). Létezik barotaxis, kemotaxis, galvanotaxis, geotaxis, hydrotaxis, termotaxis és tigmotaxis.

**4. központi mintázatgenerátor:** mozgások összehangolásához (pl.: pióca hullámzó úszása)

**- viselkedéssorozatok:** ezekben már helyet kap a tanulás is

**1. imprinting** (korai bevésődés): öröklött magatartási forma, leginkább szárnyasoknál figyelhető meg (pl.: kiscsibe kapirgáló mozgása, amihez látnia kell egy csirkeláb szerű dolgot). Egy kritikus periódusban egy külső kulcsinger kivált egy öröklött magatartásformát, ami onnantól fogva bármikor előhívható.

**2. magatartás aktiválása külső ingerekkel**: itt nincs a fenti kritikus periódus, bármikor bekövetkezhet a folyamat, amiben az egyed megtanulja, hogyan kell egy külső ingerre reagálni, ami később előhívható.

**3. mozgáskombinációk tanulása**: a komponensek örökletesek, de a fragmentumokat tanulása során lesznek képesek összefűzni az állatok, ebből lesz a kész mozgáskombináció (pl.: énekesmadarak a trillákat öröklik, de a trillasorok összefűzését tanulják)

**4. új információk megtanulása**

# 27. Elemi tanulási folyamatok (a szinaptikus hatékonyság változása).

**- tanulás:** valamely megelőző idegrendszeri folyamat nyomot hagy az idegrendszerben, és ezzel megváltoztathatja az egyed viselkedését.

**- elemi tanulási folyamatok:**

**- nem asszociatív tanulás**: két fajtája van

- **habituáció** (hozzászokás): ismételt inger egyre kisebb reflexválaszt vált ki (a szenzoros kollaterális egy gátló neuront ingerel)

- **szenzitizáció**: a reflexíven konvergáló másik neuron egyszeri ingerülete a következő szinaptikus válaszokat megnöveli, tehát a következő ingerlési alkalommal már kisebb inger is képes kiváltani a választ. Preszinaptikus hatás, axo-axonalis szinapszisokkal.

**- asszociatív tanulás** (több folyamat összekapcsolása): klasszikus kondicionálás, operáns kondicionálás, belátásos tanulás

**- a szinaptikus hatékonyság változása:**

**- rövidtávú**:

**- szinapszis erősödés**: a preszinaptikus területen az első inger miatt beáramlik a kalcium, és amikor jön a második inger, még mindig elég sok ott a kalcium  erre jön a második inger kalciuma még  több transzmitter tud felszabadulni.

- facilitáció: rövid ideig tartó változás

- augmentáció: közepesen hosszú ideig tartó változás

- potenciáció: hosszabb ideig tartó változás

- (ptp = poszt tetanikus potenciáció – sorozatingerlést követően)

**- szinapszis gyengülés**: a sejt csak bizonyos számú szinaptikus vezikulát szán kiürítésre, és ha az első inger éppen kimeríti ezt, a második inger esetén nincs minek ürülni.

- habituáció

- depresszió

- **hosszútávú**: már fél óra is hosszú időnek számít

- **LTP** (long term potentiation): hosszú idejű szinaptikus hatékonyság fokozódás. Poszt-szinaptikus rész erősebben reagál, mert tartalék transzmitter-receptorok helyeződhetnek a membránra. Először a hippokampuszban írták le, de általános jelenség.

- **LTD** (long term depression): hosszú idejű szinaptikus hatékonyság csökkenés. A membránra helyeződött tartalék transzmitter receptorok visszaállnak.

-Hebb elmélete szerint a neuroplaszticitás fő oka a hosszú távú potenciáció. Azok a preszinaptikus struktúrák, melyek gyakran aktiválódnak együtt, meg fogják erősíteni a szinaptikus kapcsolatot. Ez az NMDA és AMPA receptor vezikulák növekedését és az adhéziós molekulák gyarapodását is jelentheti. Alapvető feltétele, hogy a neuronok egyszerre tüzeljenek. Az elmélet szerint az ilyen kapcsolatok az agyban engramokat, kognitív információkat alkotnak.

# 28. Tanulási folyamatok (klasszikus és operáns kondicionálás, belátásos tanulás).

-A tanulás az idegrendszer egy korábbi aktivációjából következő nyom az idegrendszerben, melyek azt követően befolyást gyakorolnak az egyed viselkedésére. A memória 2 fajtája:

1. Nem-deklaratív memória, mely nem tudatosan rögzül és hívódik elő, ismétléssel vésődik be. Ilyen a habituáció, szenzitizáció, feltételes reflex, tanult mozgások, priming
2. Deklaratív memória: egyszer vésődik be, tudatosan hívható elő. Bevésősédéhez szükséges a hippocampus, entorhinális, parahippocampalis, perirhinalis terület.

-A rövid távú memóriafolyamatok a neocortexben zajlanak és a hippocampusban válnak hosszú távú memóriává. Felidézésükhöz már nem szükséges a hippocampus.

**- klasszikus kondicionálás:** két feltétlen reflexet társítunk (Pavlov kísérletében a táplálék-nyálelválasztás és a csengő-odafigyelési reflex, fülmozgatás) **asszociáció** révén, amiből egy feltételes reflexet alakítunk ki, ehhez fontos a sokszor **ismétlés**, a **megerősítés**. A két reflex két külön pályán valósul meg, de a sokszor egyszerre működés hatására alakul ki az asszociáció, így jön létre a feltételes reflex (Pavlov kísérletében ez a fényjelzés/csengő megjelenésére adott nyálelválasztás). Az asszociáció kioltódhat, ha nincs megerősítés.

**- Ivan Pavlov** kezd el vele foglalkozni először a 20. század első évtizedeiben.

**- feltétlen reflex:** velünk születettek, akaratunktól függetlenül működnek és ingerspecifikusak, azaz adott inger hatására automatikusan kiváltódik (pl. Pavlov kísérletében a kutya táplálékra adott nyálelválasztása)

**- feltételes reflex**: A feltételes reflexek, akaratunktól függően működnek és tanulás révén alakulnak ki (Pl. Pavlov kísérletében a fényjelzés/csengő megjelenésére adott nyálelválasztás).

**- operáns (instrumentális) kondicionálás:** ennek során az állat megtanulja, hogy bizonyos viselkedés egyedi következményekkel jár. A következmény lehet pozitív (jutalom) vagy negatív (büntetés), ezek közül a negatív vésődik be jobban, a félelem jobban fenntartja a tanult reakciót. Ehhez a fajta tanuláshoz az állat motiváltsága szükséges, ami azt jelenti, hogy tudja, a dolgok nem csak megtörténnek vele, hanem az ő egyes viselkedéselemeit erősíti meg (szelektíven) a környezet.

- B. F. **Skinner** skinner-doboza ezen az elven működik.

- E. **Thorndike**: próba-szerencse viselkedéssel kísérletezett, és azt találta, hogyha ezt közvetlenül jutalom követi, akkor az adott akció tanulása megerősödik (Thorndike-effektus).

-Bizonyos szempontból ide sorolhatjuk a szociális tanulást is, beleértve a megfigyelő tanulással.

**- belátásos tanulás:** az állat a már megtanult viselkedéselemeket rakja új kombinációba és a cél érdekében saját maga látja be, hogy mit kell tenni.

- W. **Köhler** nevéhez fűződik, aki csimpánzokkal kísérletezett. Azt találta, hogy van, amikor a problémára (valami a ketrecen kívül van, nem érhető el végtagokkal) a megoldás (a ketrecben lévő botot kell használni) egyszer csak megjelenik, ami egy mentális próba-szerencse folyamatra utal, a megoldás felismerését Aha-élménynek nevezik, mert látszólag hirtelen jelenik meg.

-Kísérleti felállások: 2 nagy csoportja

1. Spontán eljárások: az állat viselkedését saját maga alakítja ki, saját tempójában
   1. spontán viselkedést vizsgáló eljárások
   2. preferenciavizsgálatok
   3. helyzeti szorongást vizsgáló eljárások (pl. emelt keresztpalló teszt)
   4. szociális szorongást/kompetenciát vizsgáló eljárások
   5. motivációt vizsgáló eljárások külön csoportot alkotnak (pl. új objektum teszt)
   6. térbeli tanulás tesztek
2. Nem spontán eljárások
   1. asszociatív tanulással kapcsolatos eljárások