

Az élőlények szabályozó működése

Idegrendszer

gerincesek: csőidegrendszerrel
rendelkeznek

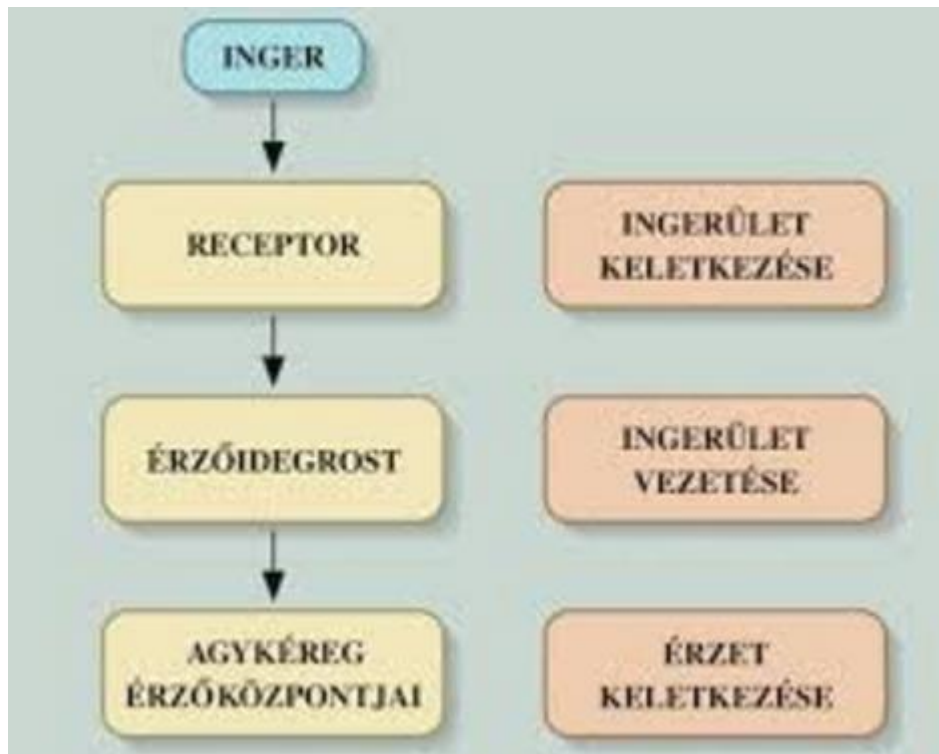
Szabályozás

- **Szabályozás:** A szabályozás élettani folyamat.

információ → feldolgozás → válasz

Az idegsejtek működése

- **Inger**: kívülről vagy belső szervekből érkező jelzés
- **Ingerület**: az idegrostban a központ felé haladó inger
- **Ingerválasz**: a központtól visszaérkező inger

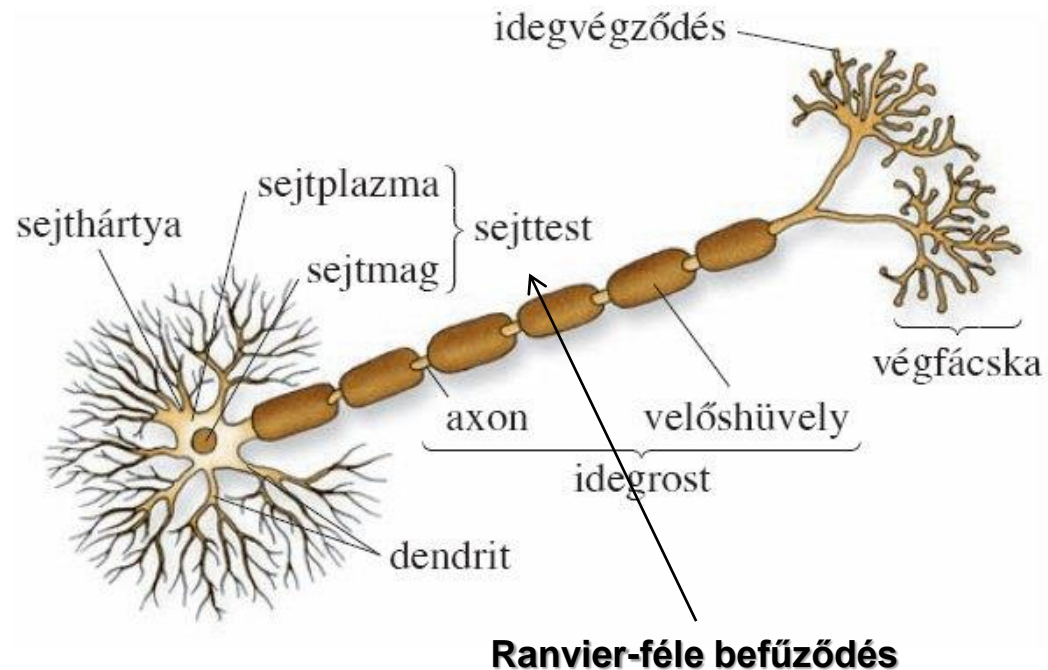


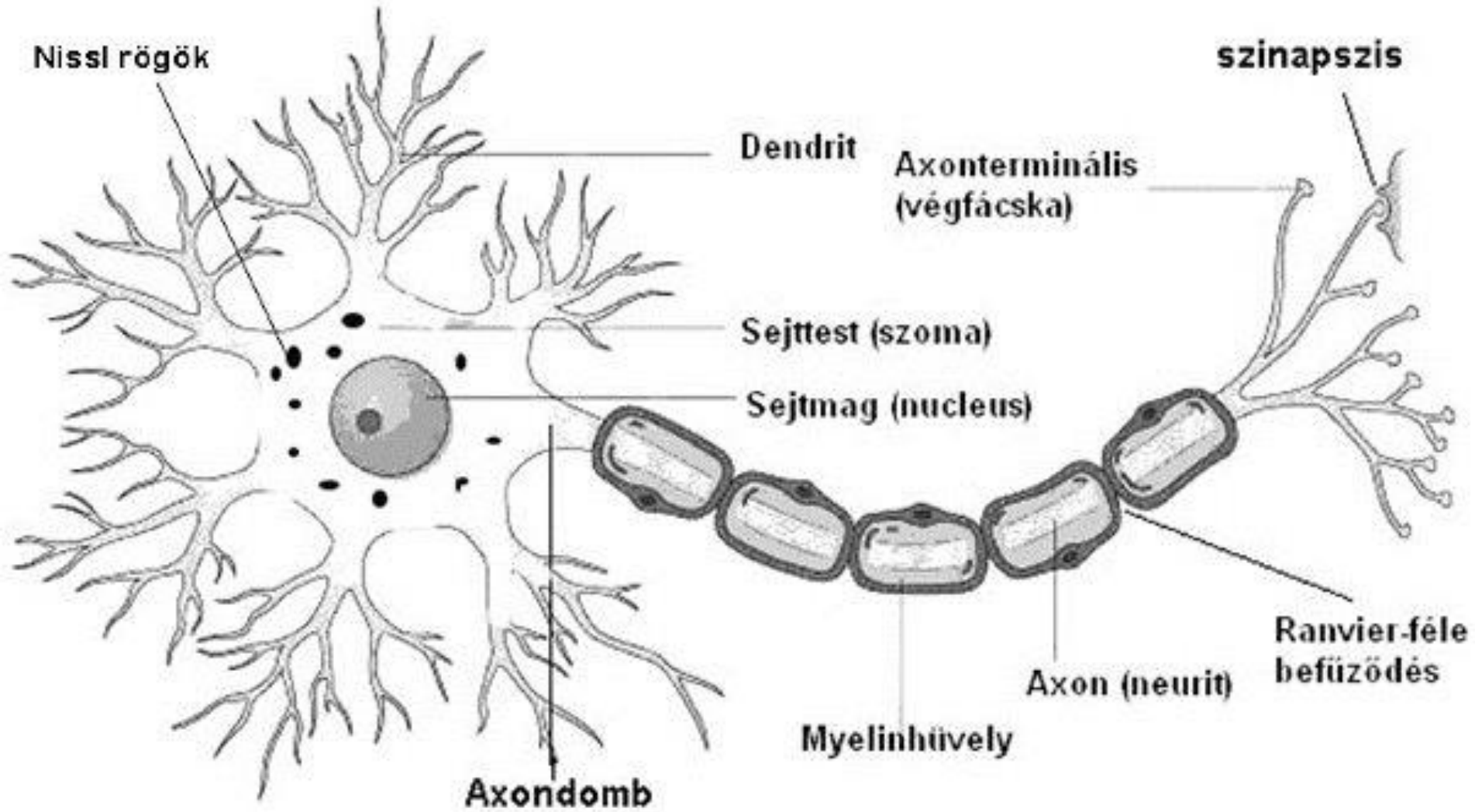
A NEURON

➤ kifejlett (differenciálódott) állapotban statikus sejt (nem osztódik)

➤ RÉSZEI:

- sejttest (perikaryon)
- nyúlványok:
 - dendrit
 - axon
 - ❖ végfácaska
 - ❖ myelin-hüvely (velőshüvely)





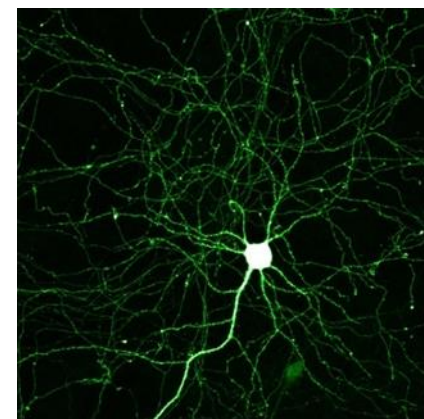
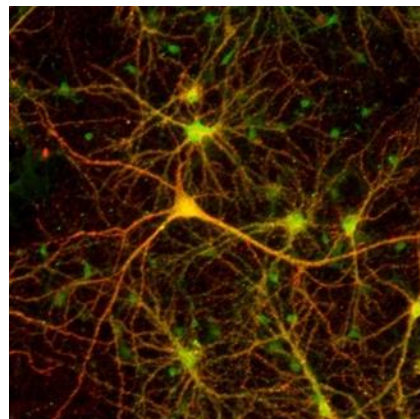
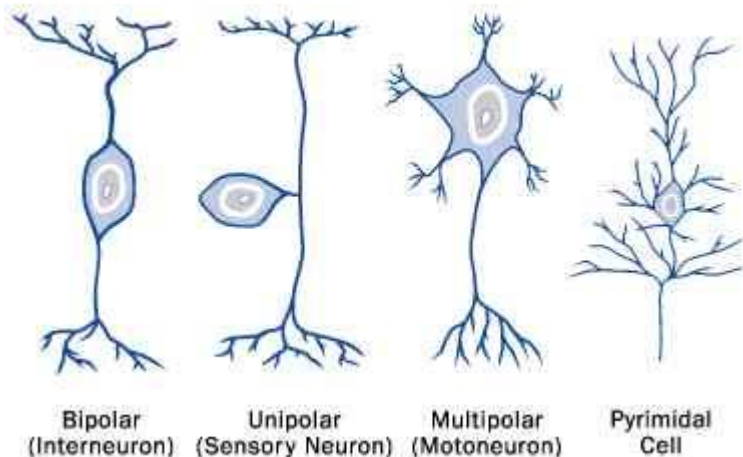
Tigroid: Lenhossék Mihály 1895

AZ IDEGSEJTEK TÍPUSAI

NYÚLVÁNYAIK SZÁMA SZERINT:

- **UNIPOLÁRIS** (egynyúlványú): egyetlen axon
(pl.: retinában, gerinctelenekben)
- **PSZEUDOUNIPOLÁRIS** (ál-egynyúlványú): két (egy kettéágazó) axon
(pl.: csigolyaközi dúcok érző neuronjai)
- **BIPOLÁRIS** (kétnyúlványú): egy axon + egy dendrit
(pl.: a retinában, ill. csigában)
- **MULTIPOLÁRIS** (soknyúlványú): egy axon + több dendrit, ilyen az agyban lévő legtöbb idegsejt

Basic Neuron Types



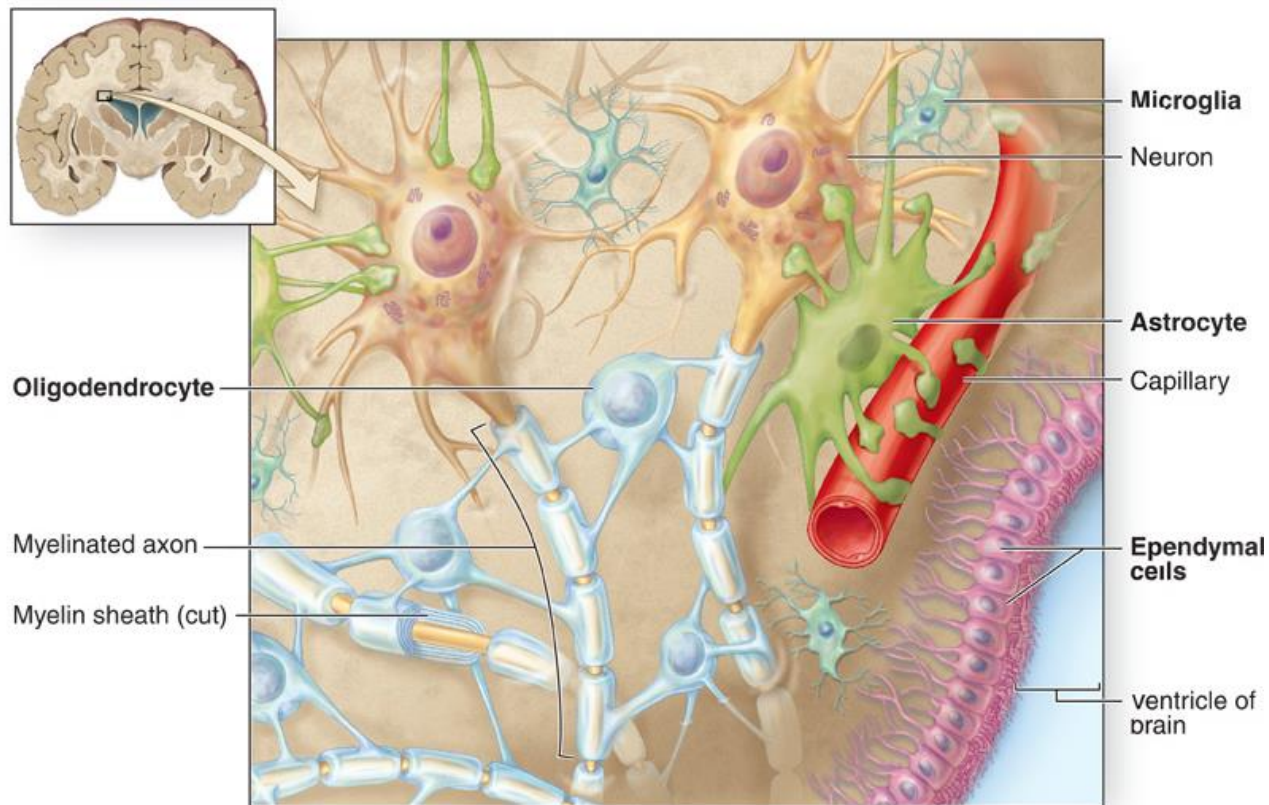
AZ IDEGSEJTEK TÍPUSAI

FUNKCIÓ szerint:

- **ÉRZŐ** (szenzoros) neuron: információt továbbít a központba (gerincvelő hátsógyöki ganglion).
- **MOZGATÓ** (motoros) neuron: parancsot hajtat végre (gerincvelő mellső szarv). (pl. izmok működése)
- **INTERNEURON**: Asszociációs neuronnak is hívjuk, az érző és mozgató idegsejtek között teremt kapcsolatot (neuronok kb. 90%-a).

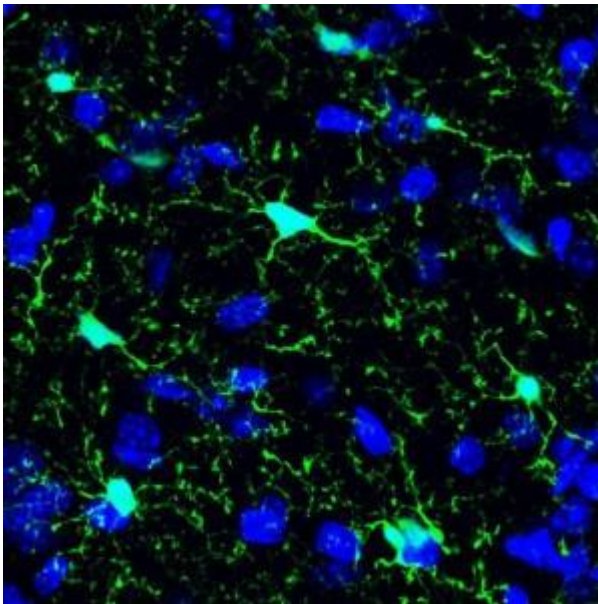
Az idegrendszert felépítő egyéb sejtek

- neuronok
- gliasejtek
 - Astrociták (csillagsejt)
légzés??
 - mikrogliák



Mikroglia

- mikroglia sejtek száma felszaporodik az idegszövet károsodása esetén
- A központi idegrendszer gyulladásos megbetegedéseiben immunológiai végrehajtó sejtekké alakulnak. Nyúlványaikat visszahúzzák és a károsodás helyére vándorolnak.



ELEMI IDEGI MŰKÖDÉS

Az ingerület keletkezése, terjedése és átadása

ALAPVETŐ FOGALMAK

INGER: bármilyen hatás, amit az élő sejt felfog, arra reagál. A szervezeten kívülről vagy belső szervekből érkező jelzés.

REFLEX: ingerre adott válaszreakció

INGERÜLET: az sejtben az inger hatására bekövetkező bioelektromos változás, a központ felé halad.

Inger felvétele külső környezetből: Receptorsejtek (módosult hámsejtek)

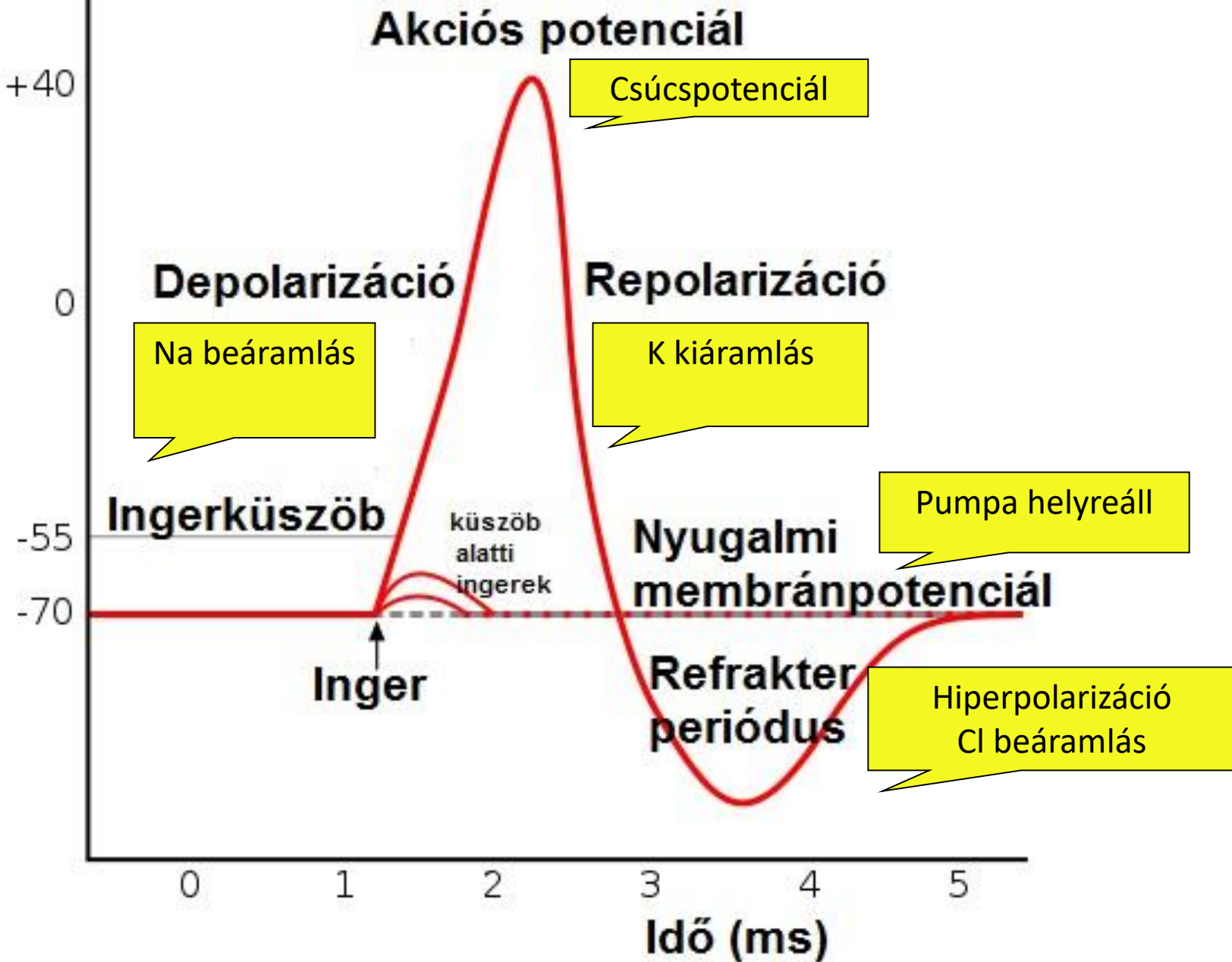
INGERVÁLASZ: a központtól visszaérkező ingerület.

Elemi idegjelenségek

- Membránpotenciál: membrán 2 oldala közti feszültségkülönbség / Bioáram
- Nyugalmi potenciál: a sejt belseje= intracelluláris tér és a sejten kívüli tér=extracelluláris tér közötti feszültségkülönbség
 - Minden élő sejt produkálja
 - Értéke átlag -70 mV
 - Ionok egyenlőtlen eloszlása a sejtmembrán 2 oldala között

- **Ingerküszöb:** az az ingererősség amivel az idegsejteket és izomsejteket ingerelni lehet
- **Mindent vagy semmit tv:**
 - Ha az inger erőssége nem haladja meg az ingerküszöböt, akkor nincs akciós potenciál
 - Ha az inger erőssége meghaladja az ingerküszöböt akkor max amplitúdójú akciós potenciál

Feszültség
(mV)



Akciónspotenciál

Csúcspotenciál

Depolarizáció

Na beáramlás

Repolarizáció

K kiáramlás

Ingerküszöb

küszöb alatti ingerek

Nyugalmi membránpotenciál

Pumpa helyreáll

Inger

Refrakter periódus

Hiperpolarizáció
Cl beáramlás

0 1 2 3 4 5

Idő (ms)

Ingerület terjedése

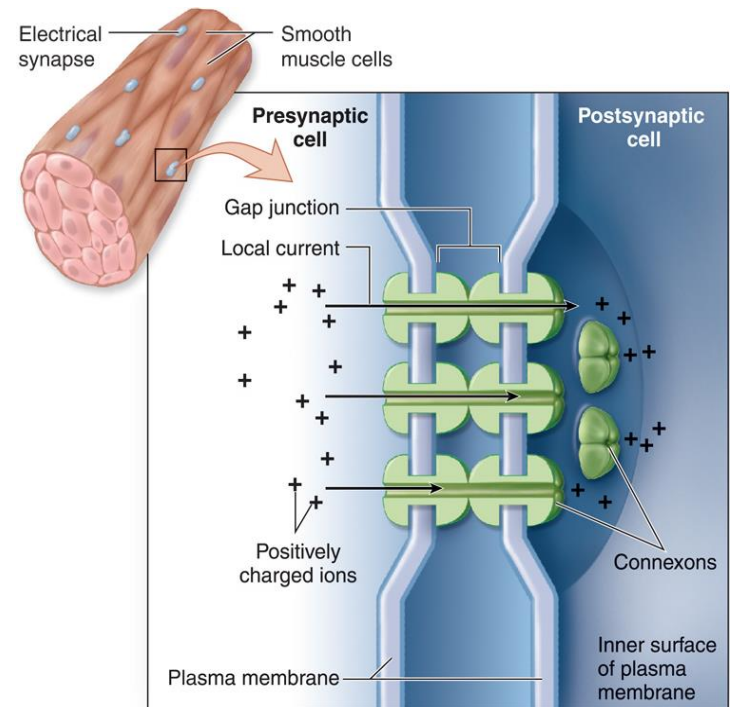
- Velőtlen axonon **pontról-pontra** terjed
 - lassú
- Velőhüvelyes axonon **szaltatórikusan** terjed
 - Ranvier befűződésről- Ranvier befűződésre ugrál
 - Gyors vezetés
 - Minél vastagabb a velőhüvely annál gyorsabb a vezetés

Szinapszisok

- **Kapcsolatok az idegsejtek között**
- **Lehet elektromos vagy kémiai típusú**

Elektromos szinapszis

Tulajdonság	
Szinaptikus rés vastagsága	Max. 3,5 nm
Citoplazma-folytonosság	van
Transzmitter	ionáram
Jelátviteli késés	nincs
Jelátvitel iránya	lehet kétirányú is



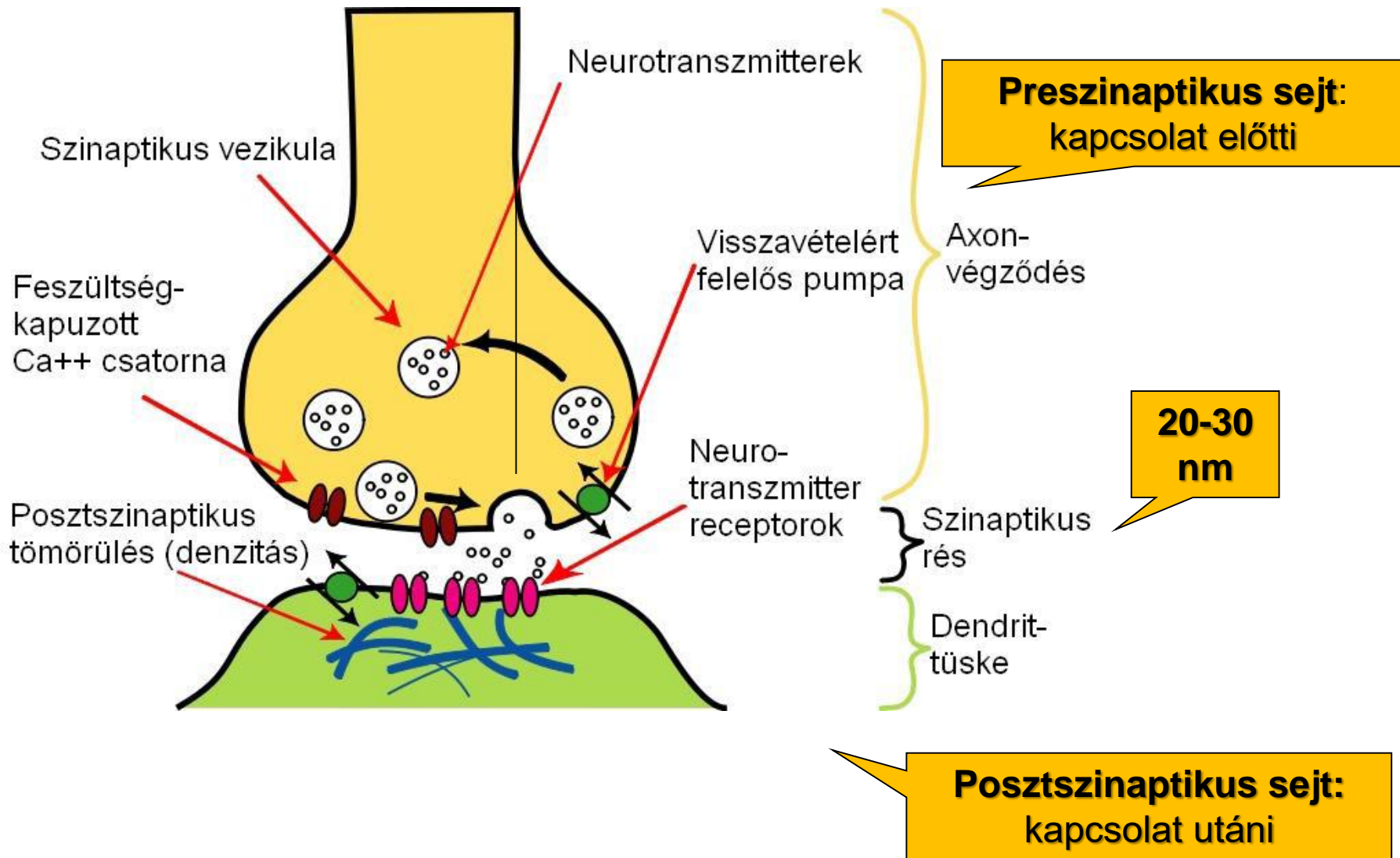
(a) Electrical synapse

Szinapszisok 2

Kémiai szinapszisok

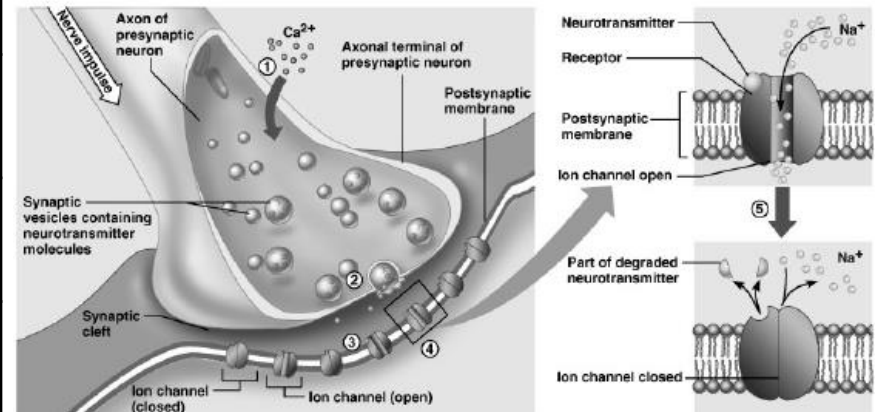
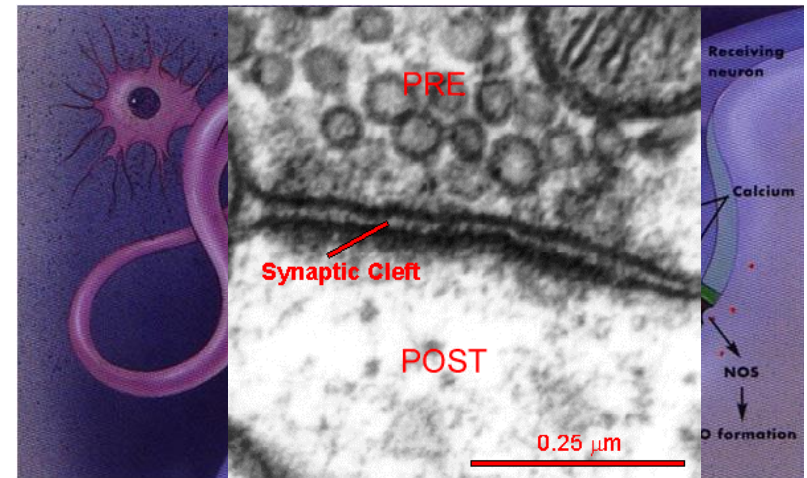
- szinaptikus rész 20-50nm
- végfácskáknál kalcium ioncsatornák
- potenciálváltozás arányos az ingerületátvivő anyag mennyiségével
- csak egyirányú lehet

A KÉMIAI SZINAPSZIS SZERKEZETE

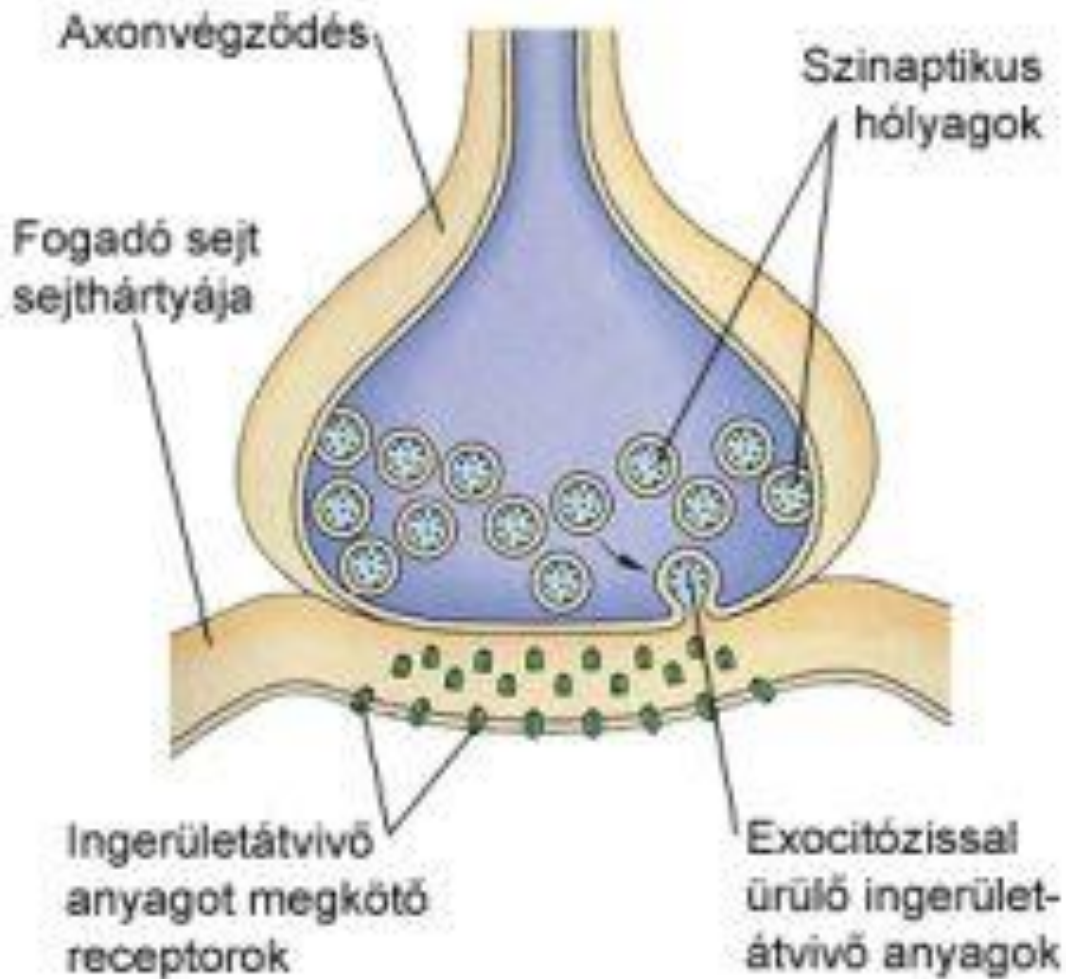


Kémiai szinapszis és a jelátvitel mechanizmusa

Tulajdonság	
Szinaptikus rés vastagsága	20-50 nm
Citoplazma-folytonosság	nincs
Strukturális jellemző	vezikulumok, dokkolófehérjék, postszinaptikus receptorok
Transzmitter	kémiai
Jelátviteli késés	1-5 msec
Jelátvitel iránya	egyirányú



Kémiai szinapszisok



- Az ingerületátvivő (neurotransmitter) anyag:
- **Serkentő hatású:** acetilkolin, noradrenalin
- **Gátló hatású:** γ -aminovajsav GABA, és glicin

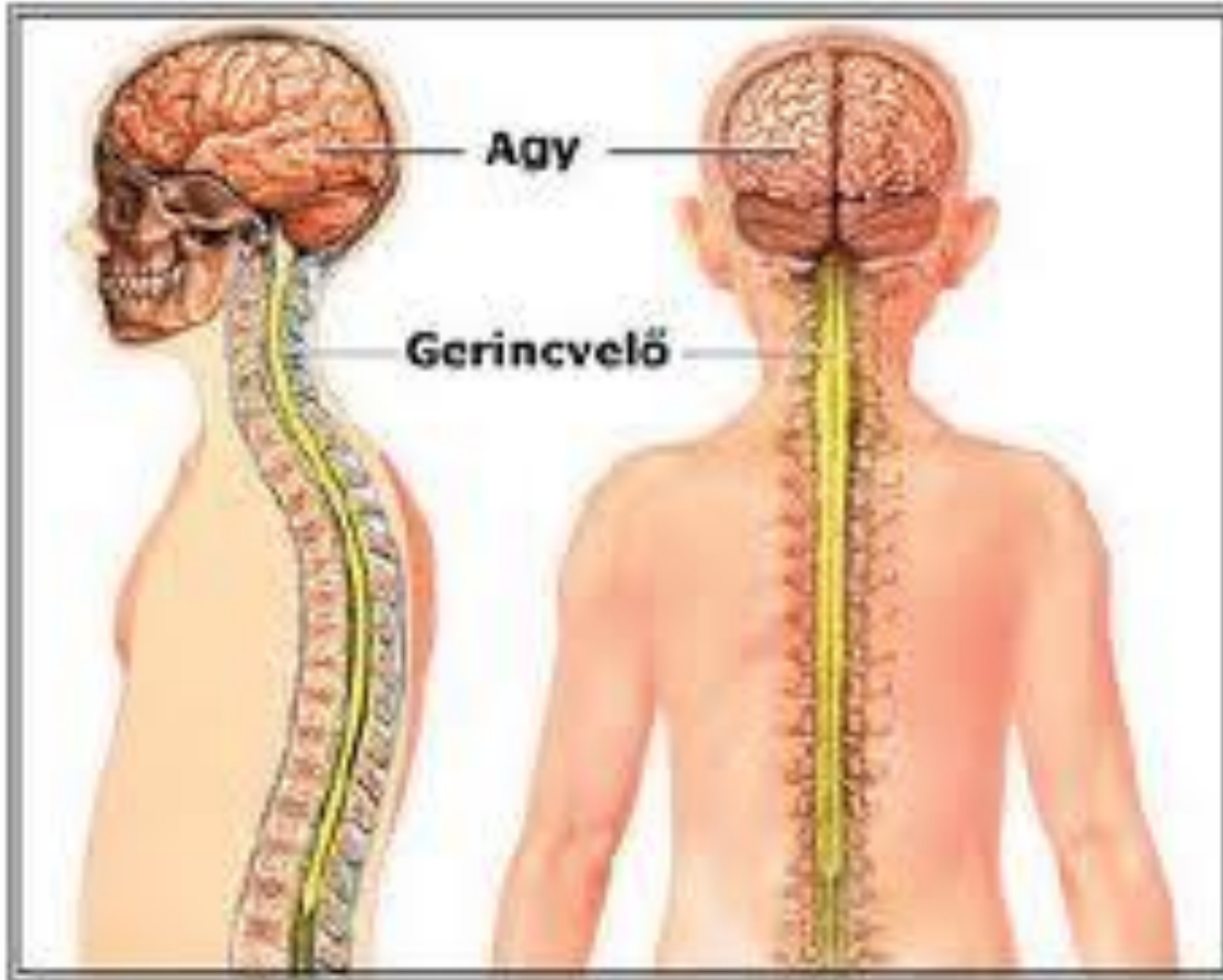
Serkentő szinapszis (*hipopolarizáció*)

- A membrán polaritását a depolarizáció felé mozdítja el, fogadómembrán Na^+ és K^+ csatornáit nyitja meg. A válasz nem éri el az ingerküszöböt, de az idegsejt nyugalmi potenciálját az ingerküszöb felé mozdítják el, azaz hatásukra a sejthártya külső és belső felszíne között mérhető potenciálkülönbség, a feszültség csökken. **A membrán polaritásának csökkenése miatt csökken az ingerküszöb.** Érkező újabb, akár a szokásosnál kisebb inger is kiválthat tovaterjedős akciós potenciált
- **kialakuló helyi potenciálok azonban összegződhetnek**

Gátló szinapszis (hiperpolarizáció)

- Glutaminsav, acetilkolin, a γ -aminovajsav (GABA), glicin, K^+ és a Cl^- csatornák kinyílását váltja ki, következménye a membrán polaritásának fokozódása, a potenciálkülönbség növekedése. Pl.: nyugati potenciál értéke $-90mV$ -ról $-120mV$ -ra változik. **A fogadósejt az átlagos ingerekre nem reagál, nem alakul ki tovaterjedő akciós potenciál**, hiszen a membrán túlpolarizálása (hiperpolarizáció) ingerküszöb növekedését eredményezi.

Központi idegrendszer



1. ábra Az agy és a gerincvelő

AGY- GERINCVELŐI BURKOK

KEMÉNY AGYHÁRTYA

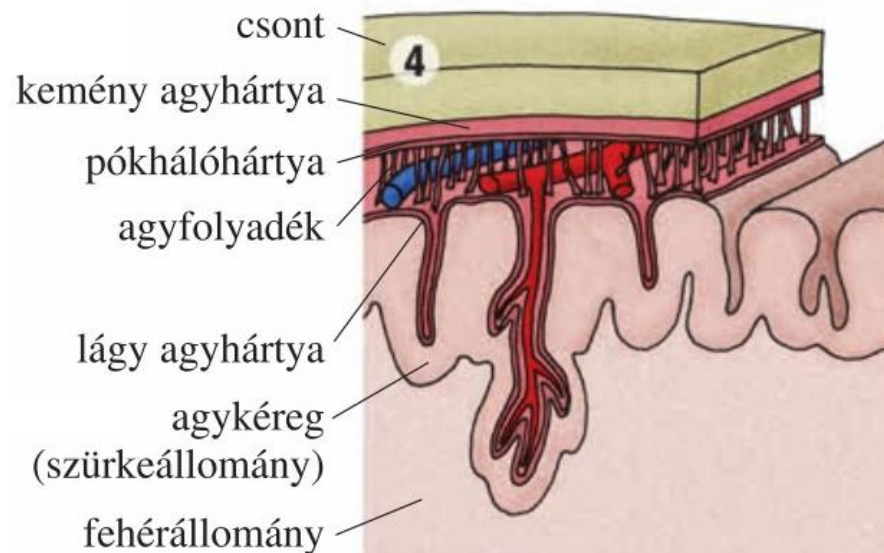
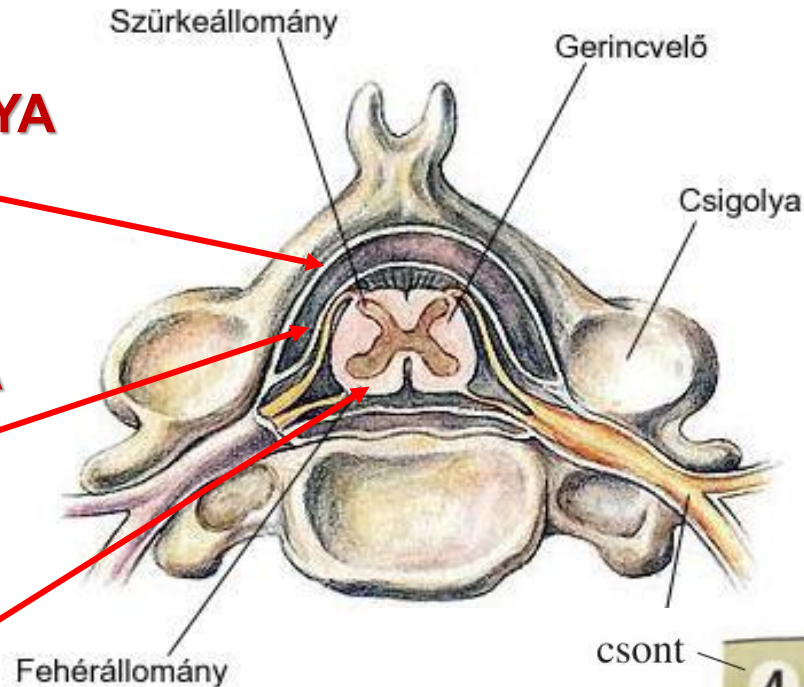
Rostos kötőszövet

PÓKHÁLÓSHÁRTYA

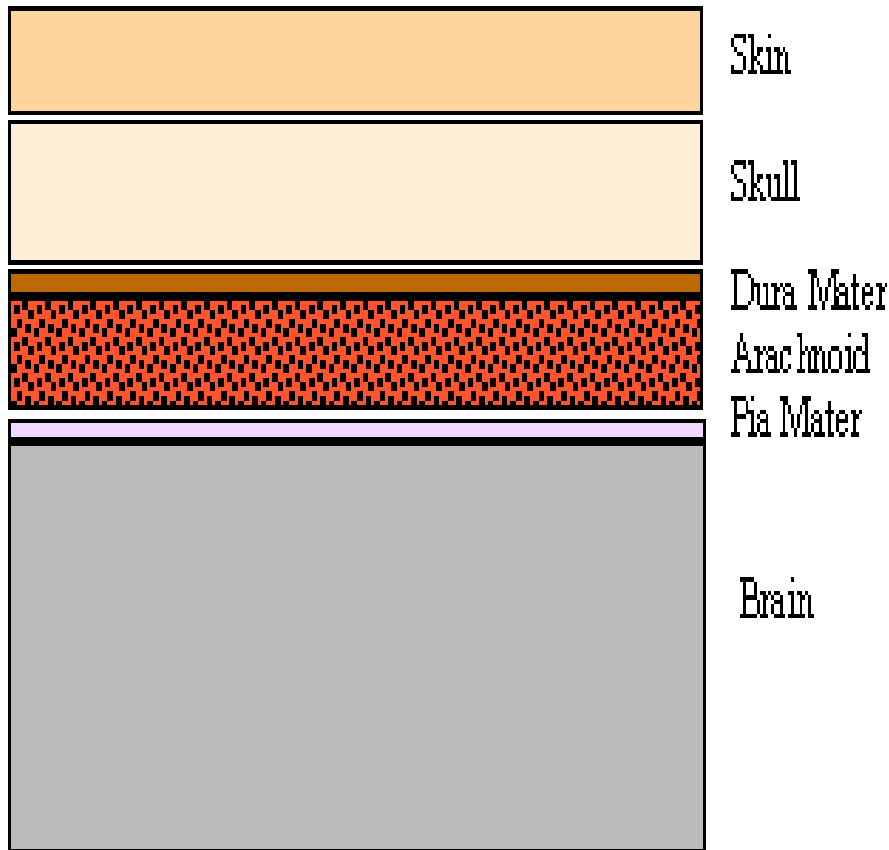
Vékony, erek, idegek,
liquort termel

LÁGY AGYHÁRTYA

Agy, gerincvelő
felszínére tapad



AGYHÁRTYÁK



- Skin = bőr
- Skull = koponya
- Dura mater = kemény agyhártya
- Arachnoidea = pókhálóhártya
- Pia mater = lágyagyhártya
- Brain = agy

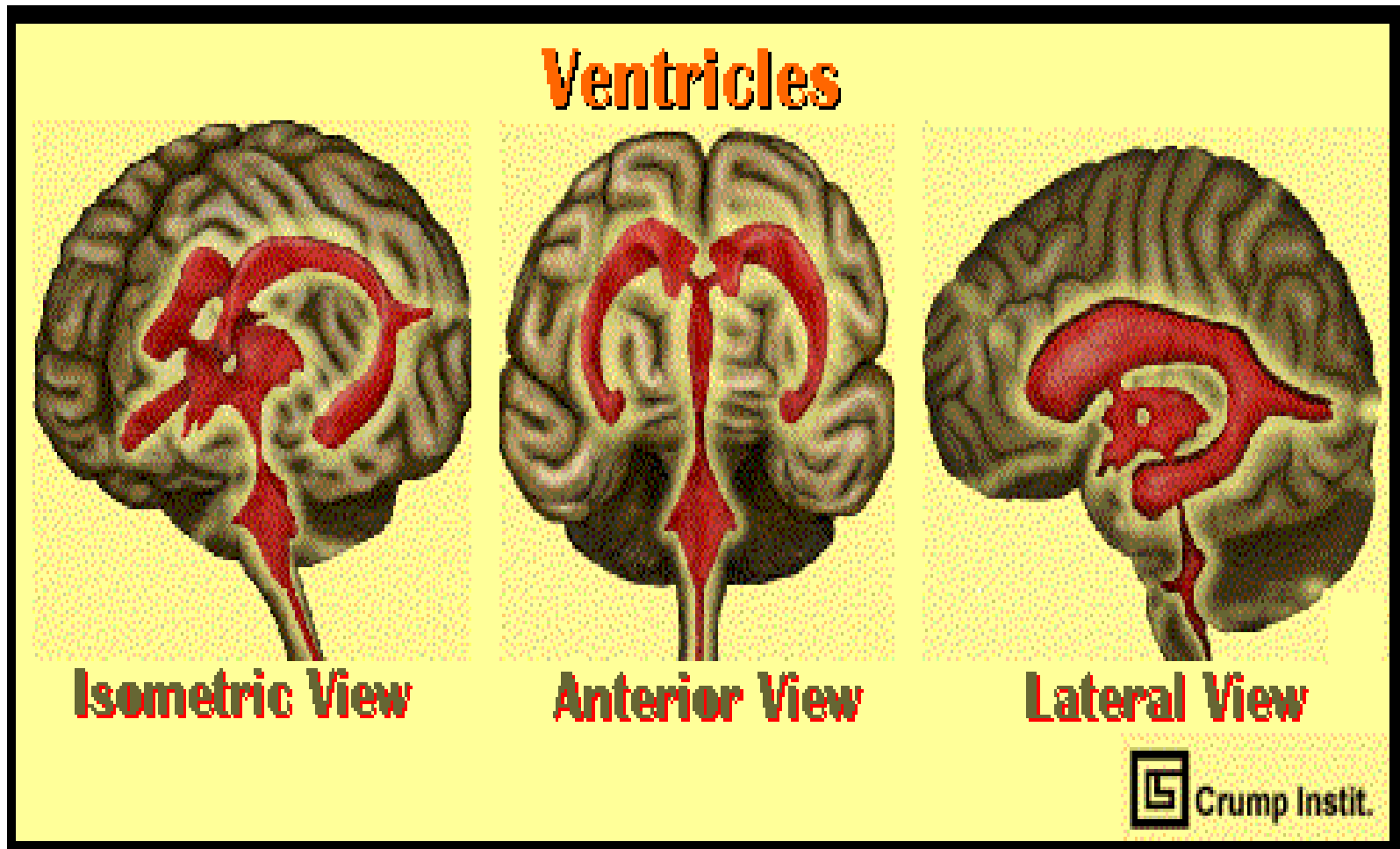
LIQUOR = AGY-GERINCVELŐI FOLYADÉK

- pókhálóshártya termeli
- funkciója: táplálás és védelem (mechanikai, immunológiai), a koponyaűri nyomás szabályozása
- pókhálóshártya és a lágy agyhártya között,
- valamint a gerincvelő központi csatornájában és az agykamrákban található

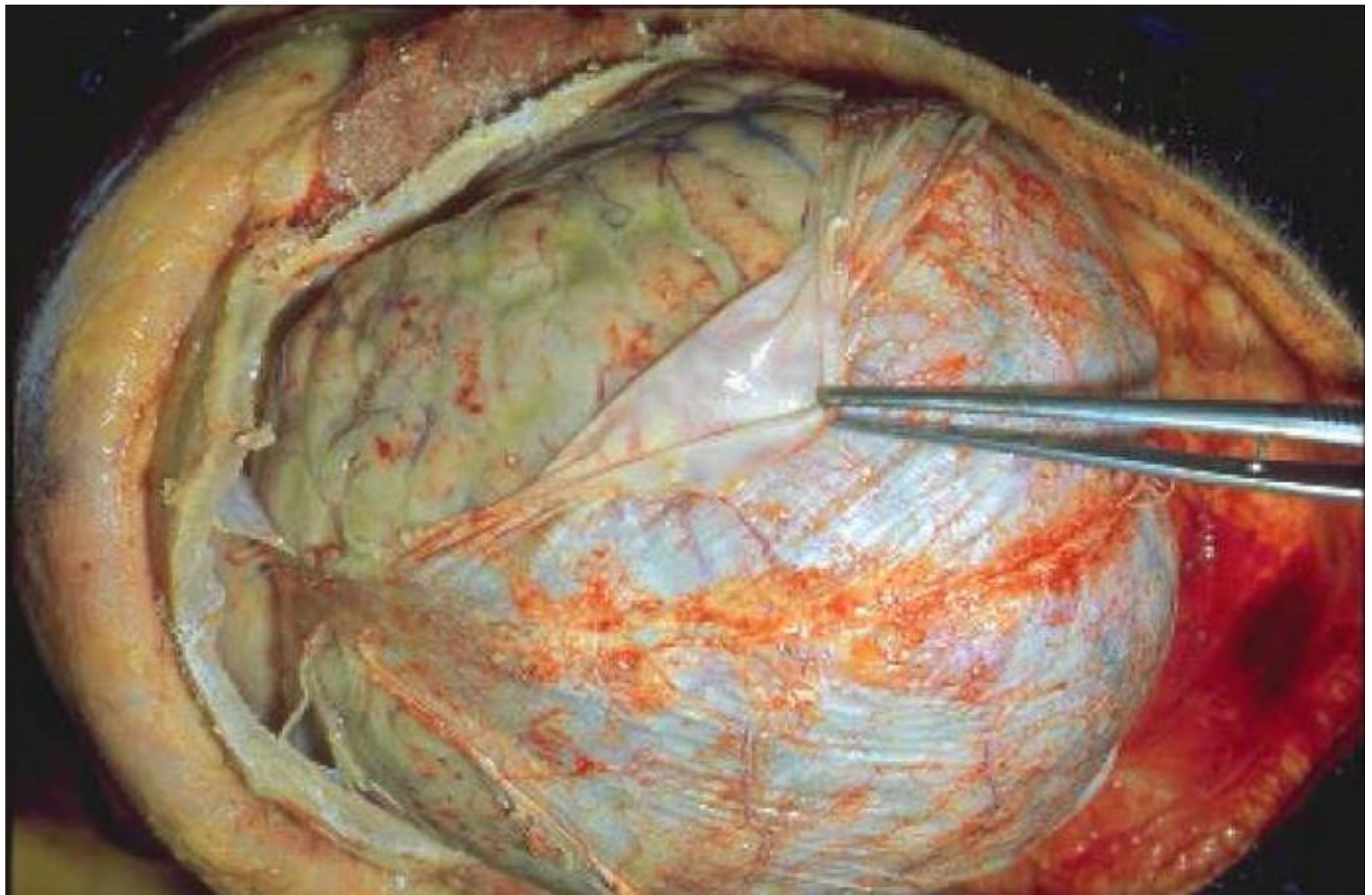


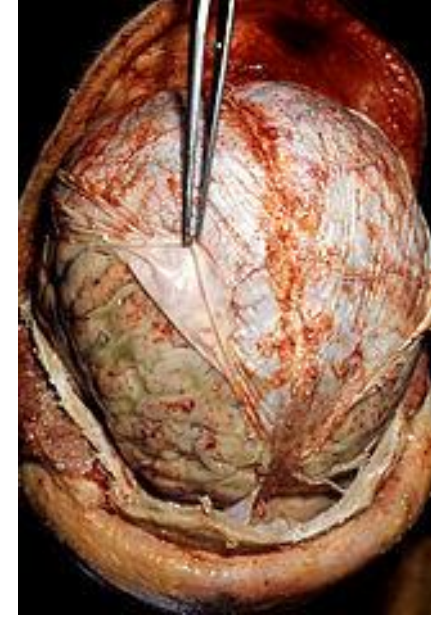
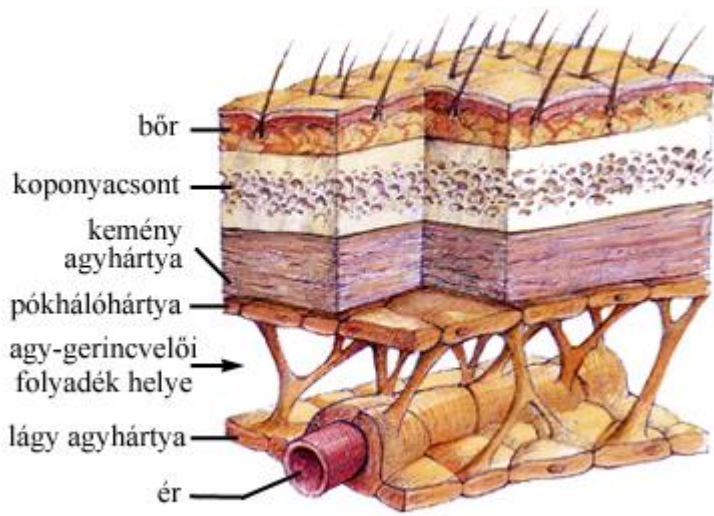
LIQUOR= agyvíz

**az agyállomány belsejében, a négy agykamrában képződik és kering,
majd felszívódik**



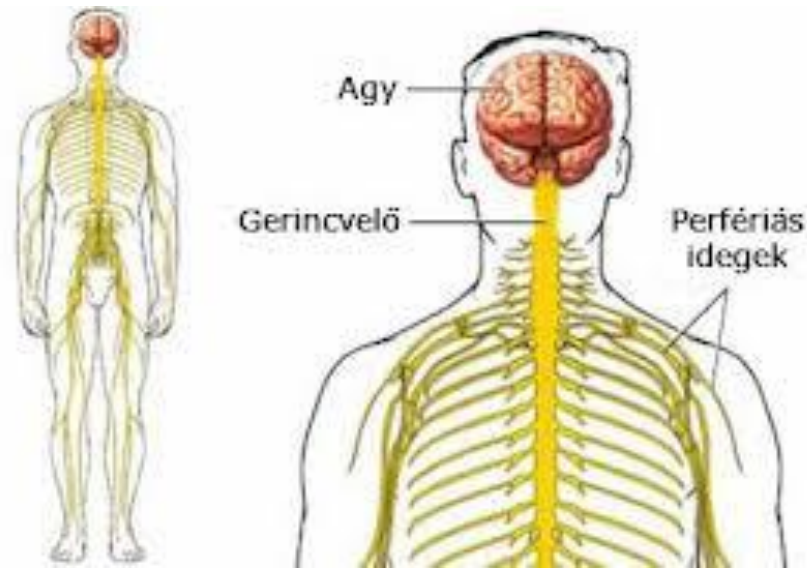






AZ EMBER KÖZPONTI IDEGRENDSZERE: A GERINCVELŐ

- a csigolyaívek által alkotott gerinccsatornában fut
- hengeres, szelvényezett felépítésű (csigolyánként lépnek ki a gerincvelői idegek)
- átmérője felülről lefelé csökken
- felnőttben a 2. ágyéki csigolyáig tart, onnantól lefelé idegrost kötegek futnak
- duzzanatok vannak rajta: végtagokhoz futó idegek lépnek itt ki
 - Nyaki duzzanat
 - Ágyéki duzzanat



A GERINCVELŐ

METSZETE:

– SZÜRKEÁLLOMÁNY:

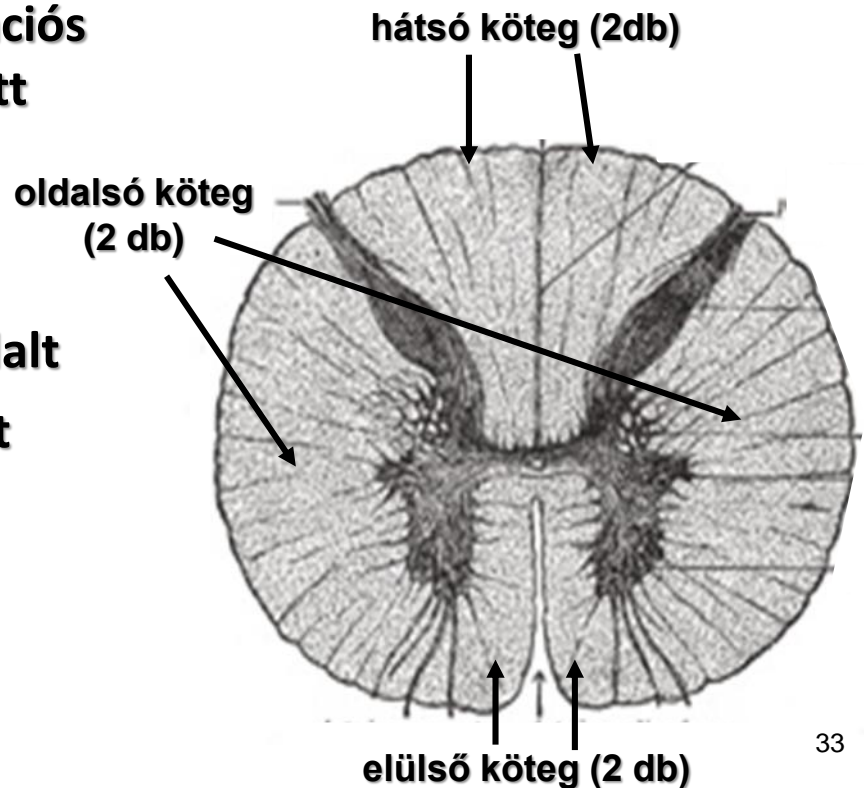
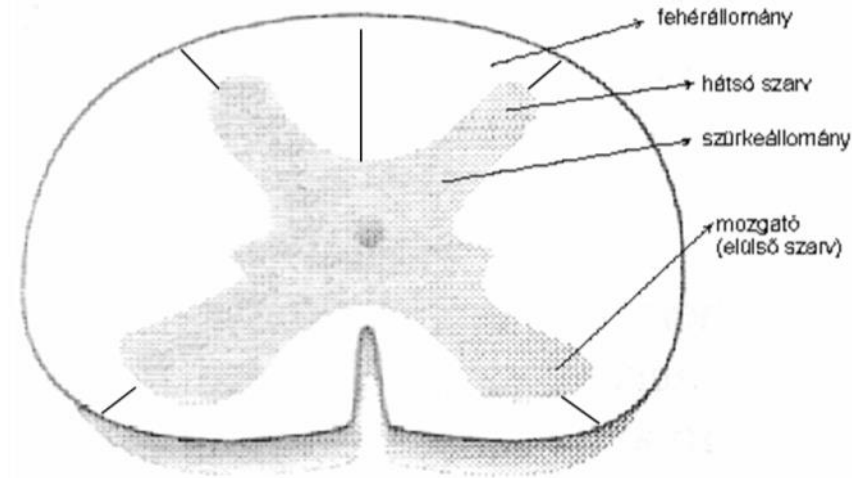
- belül, „lepke” alakú
- hátsó, oldalsó és elülső szarv
- mozgató és asszociációs neuronok sejtetei vannak itt

– FEHÉRÁLLOMÁNY: kívül

- idegrostokból áll – pályák
- felszálló pályák: hátul és oldalt
- leszálló pályák: elöl és oldalt

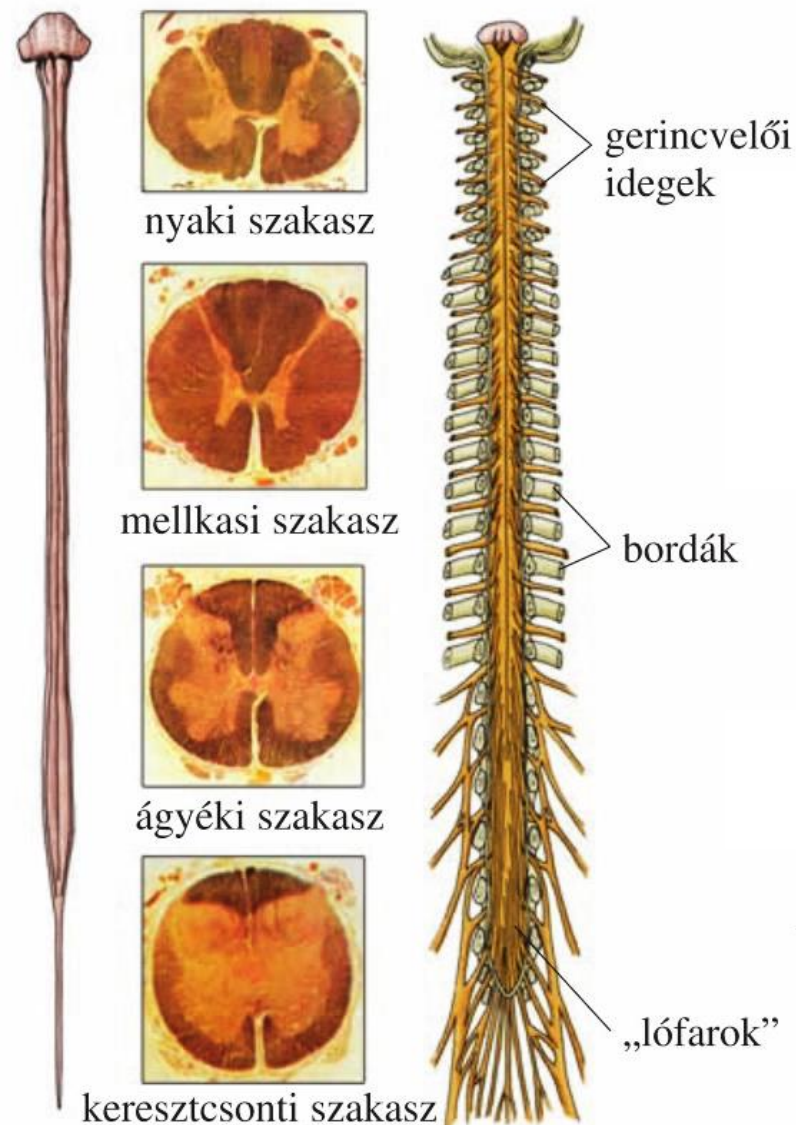
– KÖZPONTI CSATORNA:

- benne agy–gerincvelői folyadék
- az agykamrákban folytatódik



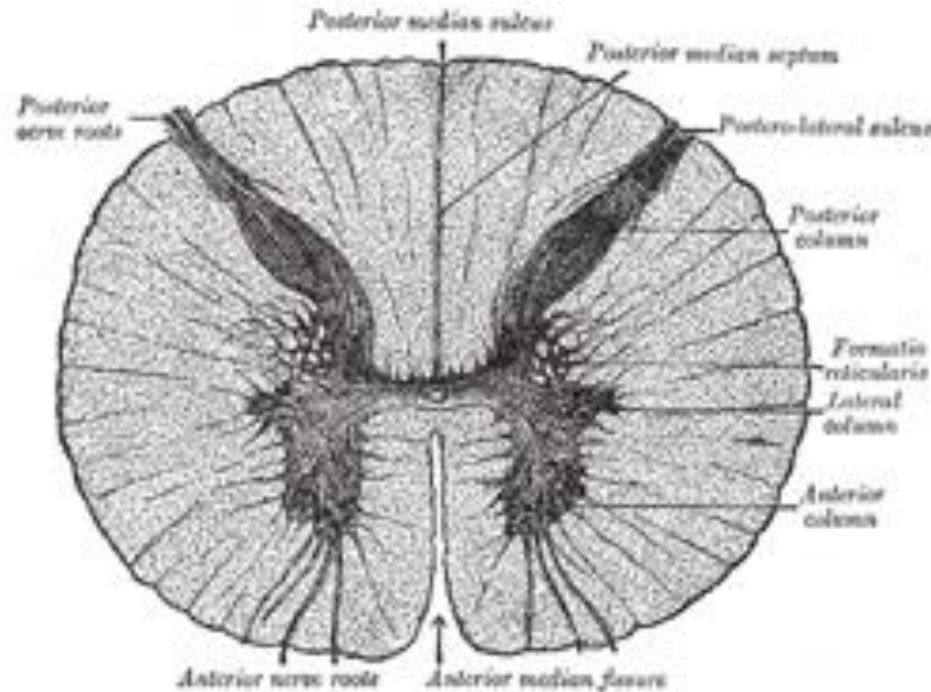
FEHÉRÁLLOMÁNY

- **FELSZÁLLÓ** pálya: érző információt szállít
 - gerincvelőből
 - nyúltvelőbe
 - kisagyba
 - köztiagyba/ talamuszba
- **LESZÁLLÓ** pálya: mozgató információt szállít
 - agykéregből gerincvelőbe
- **ASSZOCIÁCIÓS** pálya
 - gerincvelőben kezdődik, gerincvelőben végződik



Gerincvelő

- Metszete:
 - Szürkeállomány:
 - Szarvakra osztjuk
 - neuronok sejtestjei vannak itt
 - Fehérállomány
 - axonokból áll – pályák
 - felszálló pályák: hátul
 - leszálló pályák: elől

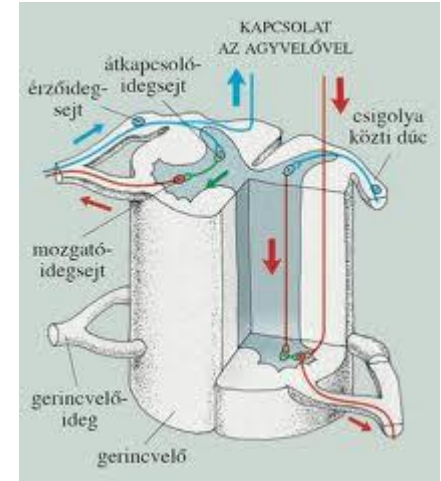


Gerincvelő működése

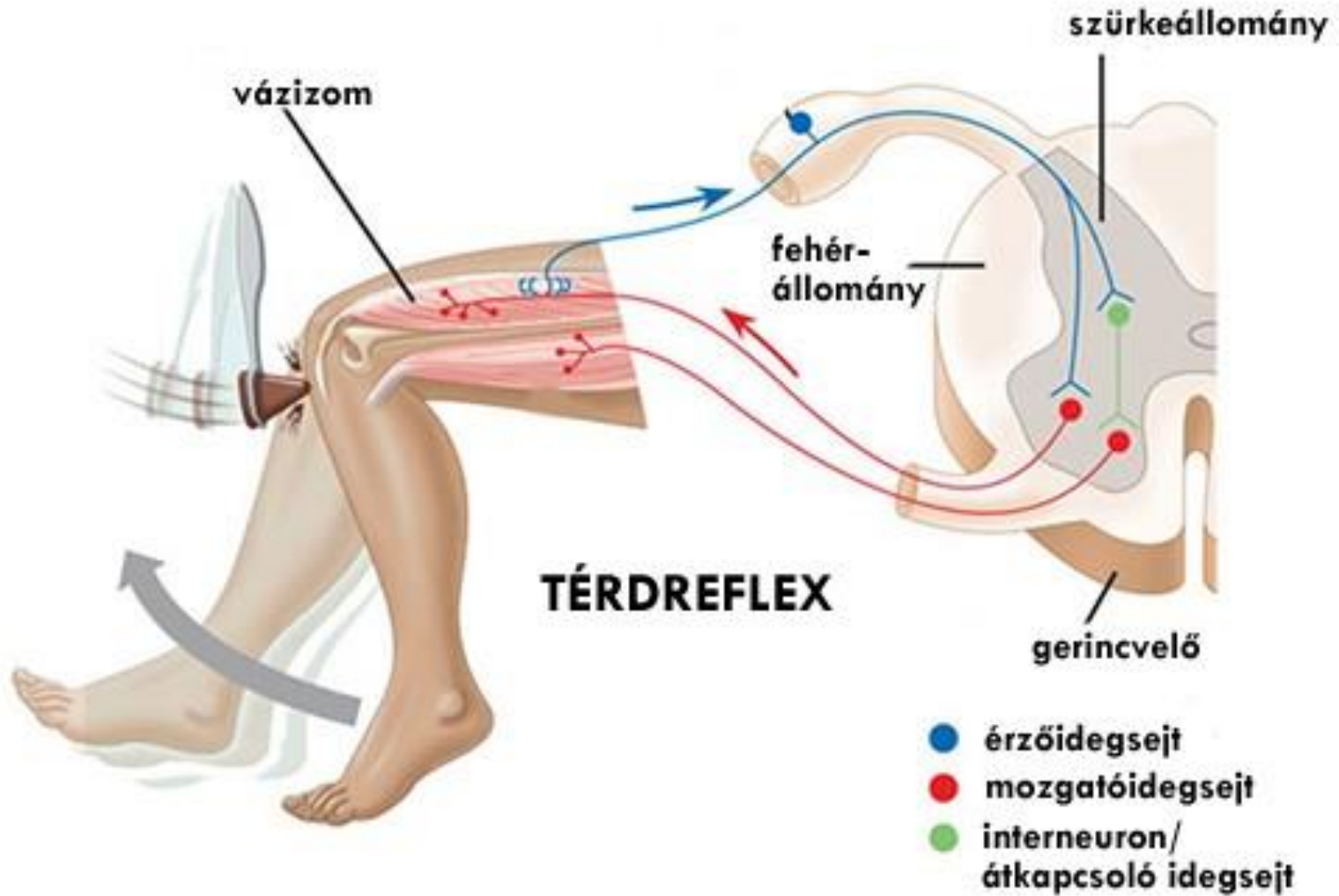
- Reflexközpont
 - Szürkeállomány
 - Szomatikus
 - Izom eredetű: térdreflex, izomtónus
 - Bőr eredetű : keresztezett hajlító-feszítő reflex
 - Vegetatív
 - Bélműködés, ejakuláció, hőközpont
- Ingerületvezető rendszer
 - fehérállomány

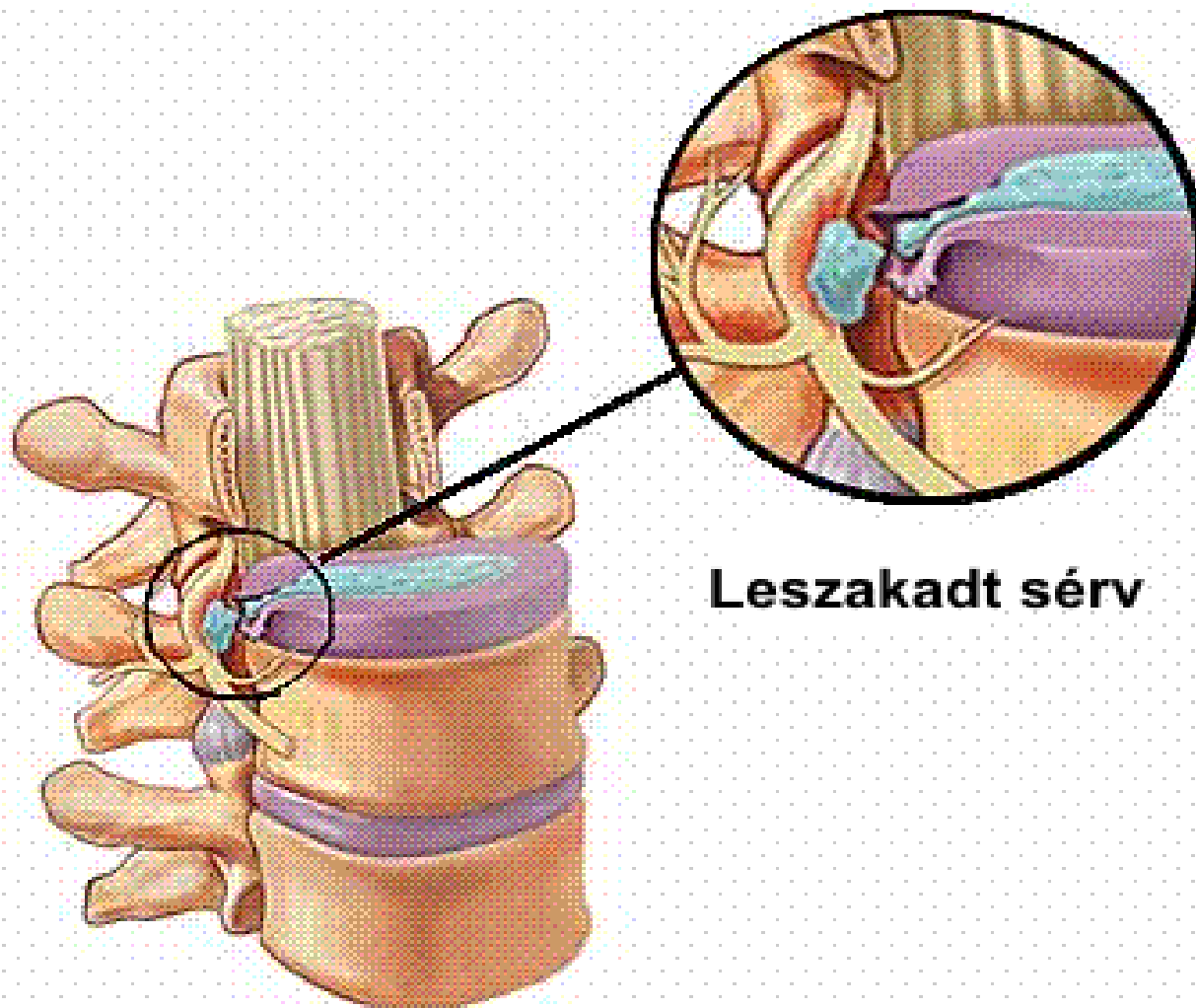
A gerincvelői idegek

- A gerincvelőhöz kétoldalt kapcsolódnak
- Szimmetrikus elhelyezkedésűek
- Tartalmazzák:
 - Az érző idegsejtek bevezető rostjait – hátsó gyökér
 - A gerincvelői mozgató (illetve vegetatív) sejtek kivezető rostjait – elülső gyökér
- 31 pár:
 - 8 pár nyaki, 12 pár mellkasi, 5 pár ágyéki, 5 pár keresztcsonti, 1 pár farki



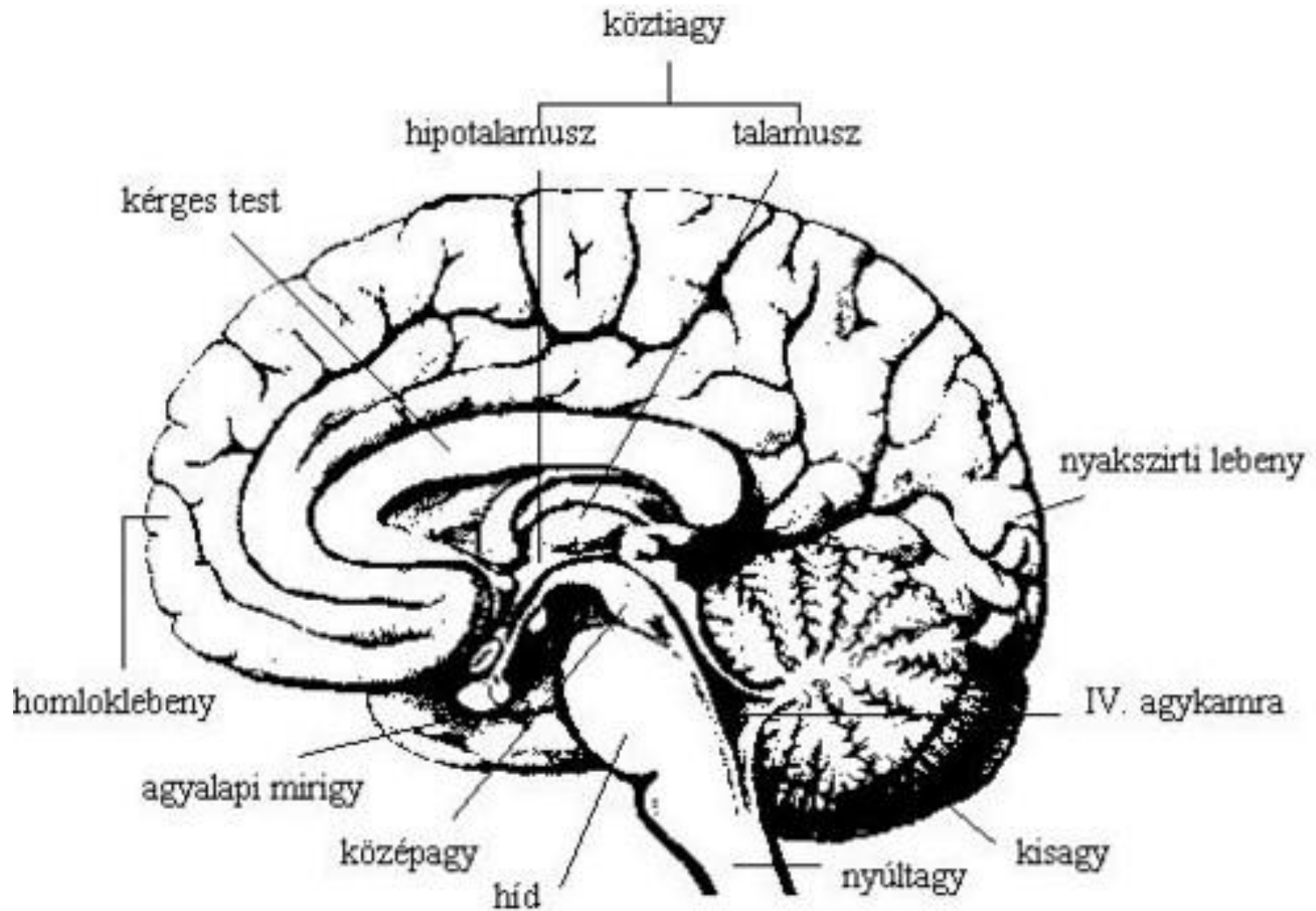
Térdreflex





Leszakadt sérv

Agy

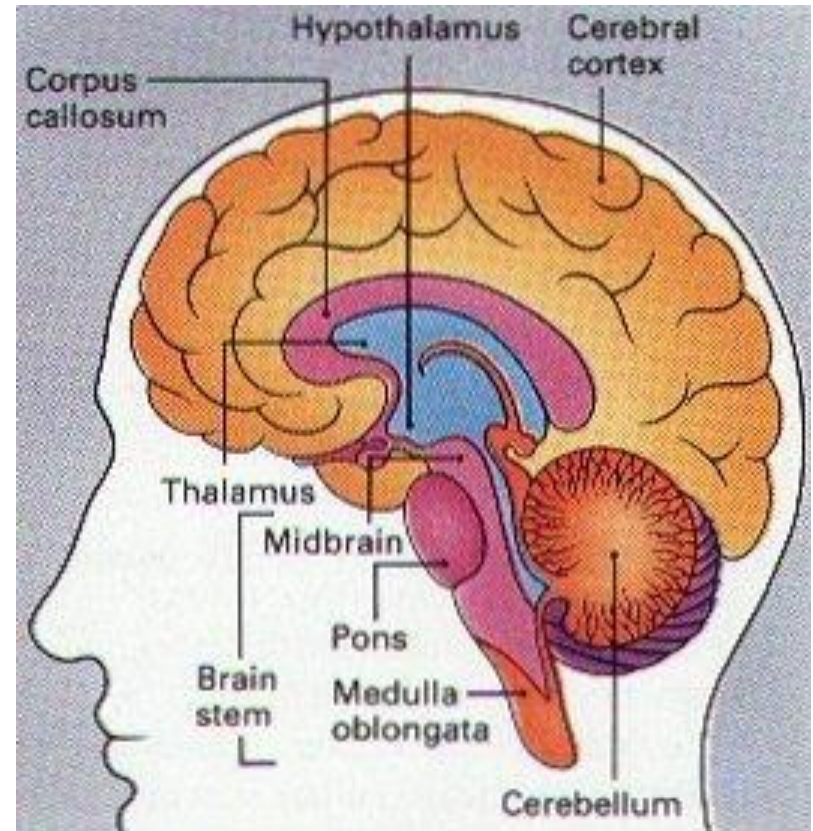


- Legnagyobb, legfejlettebb agyterület
- Agyhártyák borítják
- Felszíne barázdált, tekervényes
- Lebenyekre osztható – a koponyacsontoknak megfelelően
 - Homloklebeny
 - Fali lebeny
 - Halánték lebeny
 - Nyakszirti lebeny
- Szürke és fehérállománya elkülönül

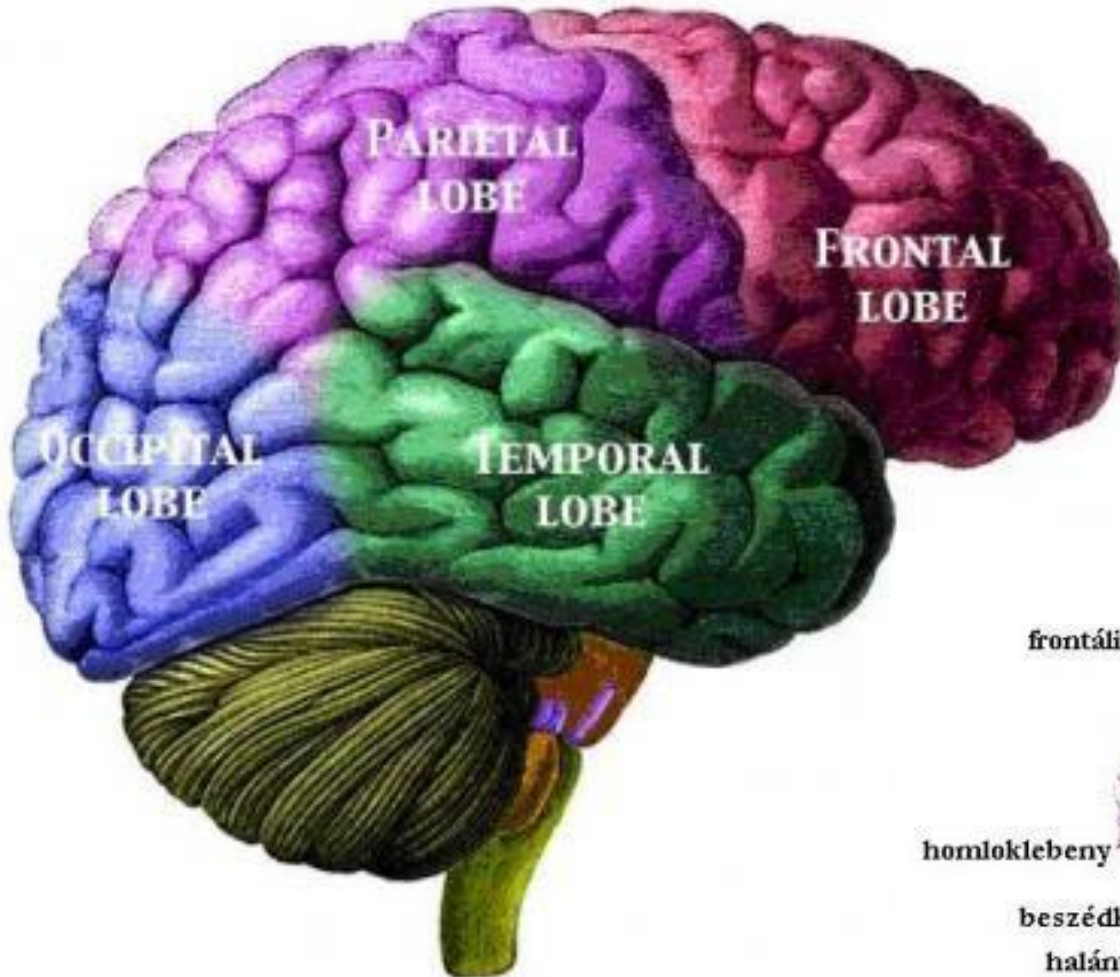
A nagyagy

>Kéreg (cerebral cortex)

>Féltekék közti összeköttetés (corpus callosum)



Az agy - lebenyek

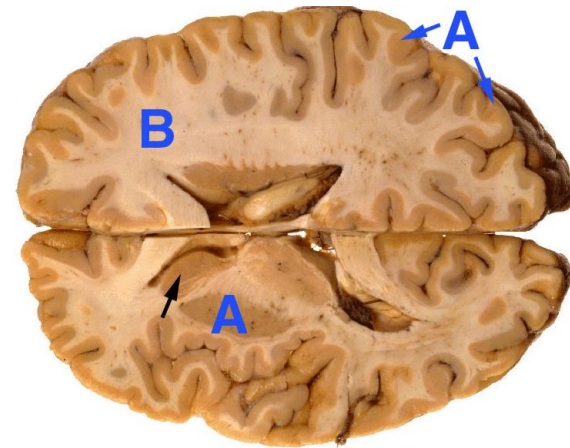


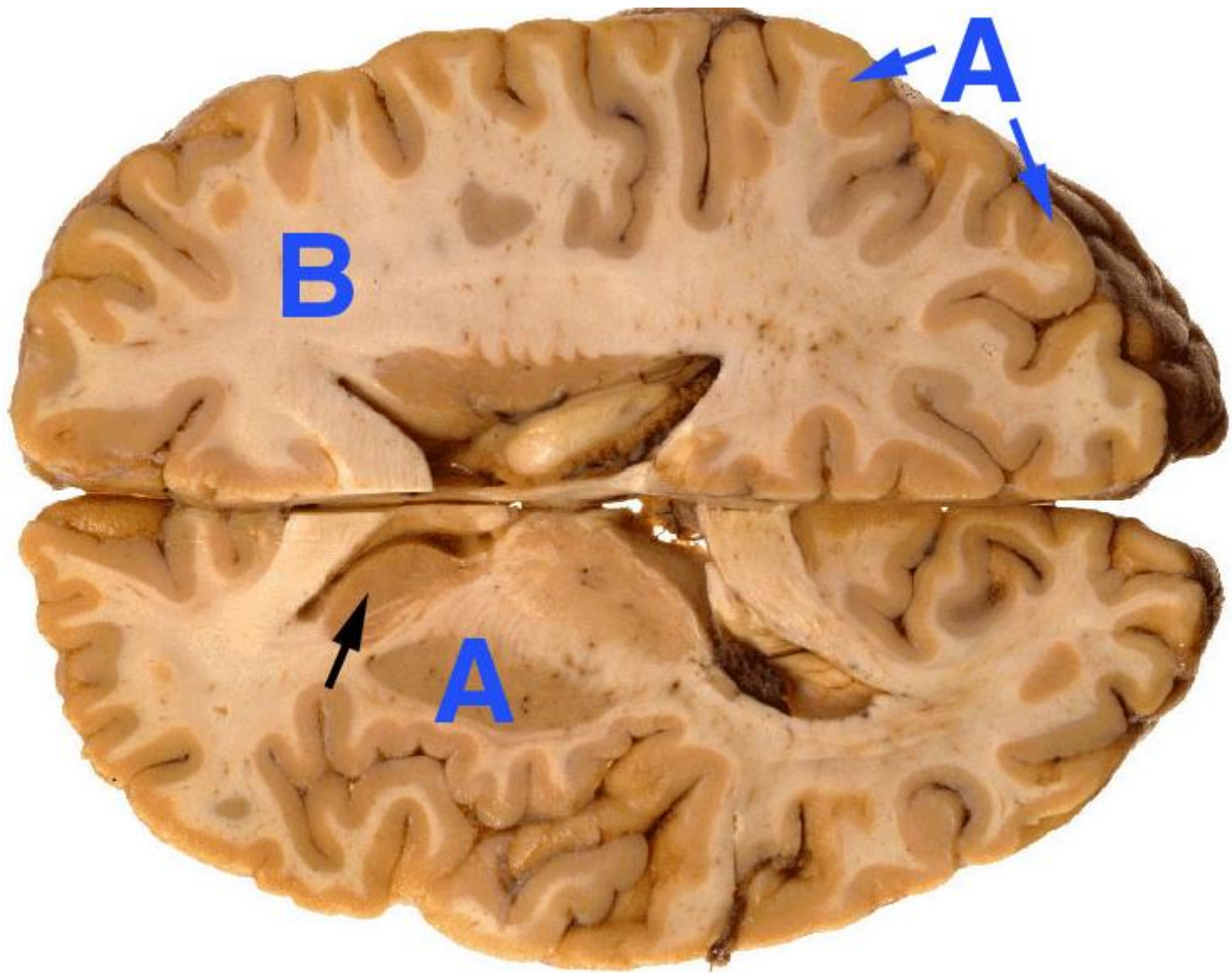
- -Központi barázda -
Homloklebenyt a Falilebenytől
- -Sylvius árok:
-Halánték lebenyt a Falilebenytől



Agykéreg felépítése:

- Szürkeállomány:
 - Idegsejtek sejttestjei alkotják – agykéreg
 - Jellemző idegsejtjei: piramis sejtek
 - Működési egységei a sejtoszlopok
- Fehérállomány:
 - Idegsejtek idegrostjai alkotják – pályák
 - Ezek lehetnek:
 - **Felszálló érzőpályák**
 - **Leszálló mozgatópályák**





- **A bal** agyfél a **tudatosabb**, itt van a beszédértés, az olvasás, a beszédmozgatás és az írás központja. A jobb kezet vezérli. A bal féltek a domináns féltek. Ha a két félteket szétválasztjuk, akkor csak a bal félteke működései tudatosulnak. Innen származik a mondás: „nem tudja a jobb kéz, mit csinál a bal.” A bal féltekéhez kötődik az éntudat is. Felelős a tudományos gondolkozásért, a számolási készségért, a logikai készségért, elvont gondolkodásért.
- **A jobb** agyfél a **harmóniára**, az arányokra, a térbeli viszonyokra érzékenyebb. Felelős a művészi hajlamért. Nincs időérzéke, nincs éntudata, a bal kezét vezérli. Hozzá köthető a zenei hallás, az intuíció, a kreativitás, a fantázia, a humorérzék, térlátás, alkotókészség.
- a **kérgestesten** keresztül szoros kapcsolatban van egymással.

Agytörzs

- a nyúltvelő, a híd és a középagy alkotja.



Nyúltvelő

- Itt életfontosságú vegetatív (reflex) központok vannak, ilyenek a **légzés, a nyelés, a köhögés, a tüsszentés** kiváltásáért felelős agyterületek.
- belégzőközpont, **érszűkítő és azt gátló központ**, valamint itt van az úgynevezett **nyálkahártyareflexek központja**: (nyelés, szopás, hányás, köhögés, tüsszentés, szemhéjzárás, könnyezés).



Légzésszabályozás

- **Nyúltvelői belégző központ**

Ingere a vér Co_2 koncentráció emelkedése

A nyúltvelő teljes szövete érzékeli

Ingerület a leszálló pályán a gerincvelőbe

Elülső szarv mozgató neuronjára kapcsolódik át

Összehúzza a légző izmokat



Belégzés

Híd

- A nyúltvelő felett található a **HÍD**, amely a nyúltvelői központok működését, felülről látja” és összehangolja. Pl.: ha nyelni és beszélni akarunk egyszerre, akkor a hídi központok gondoskodnak a gégefedő egyértelmű működéséről.
- A híd onnan kapta a nevét, hogy a kisagy két féltekéjét hídként köti össze. A hídban van az V-VIII. agyideg magjai, és itt van a nyúltvelői légzőközpontot felülszabályozó serkentő – és gátlóközpont, valamint a nyúltvelői központokat összehangoló központok találhatóak a hídban.

Középagy

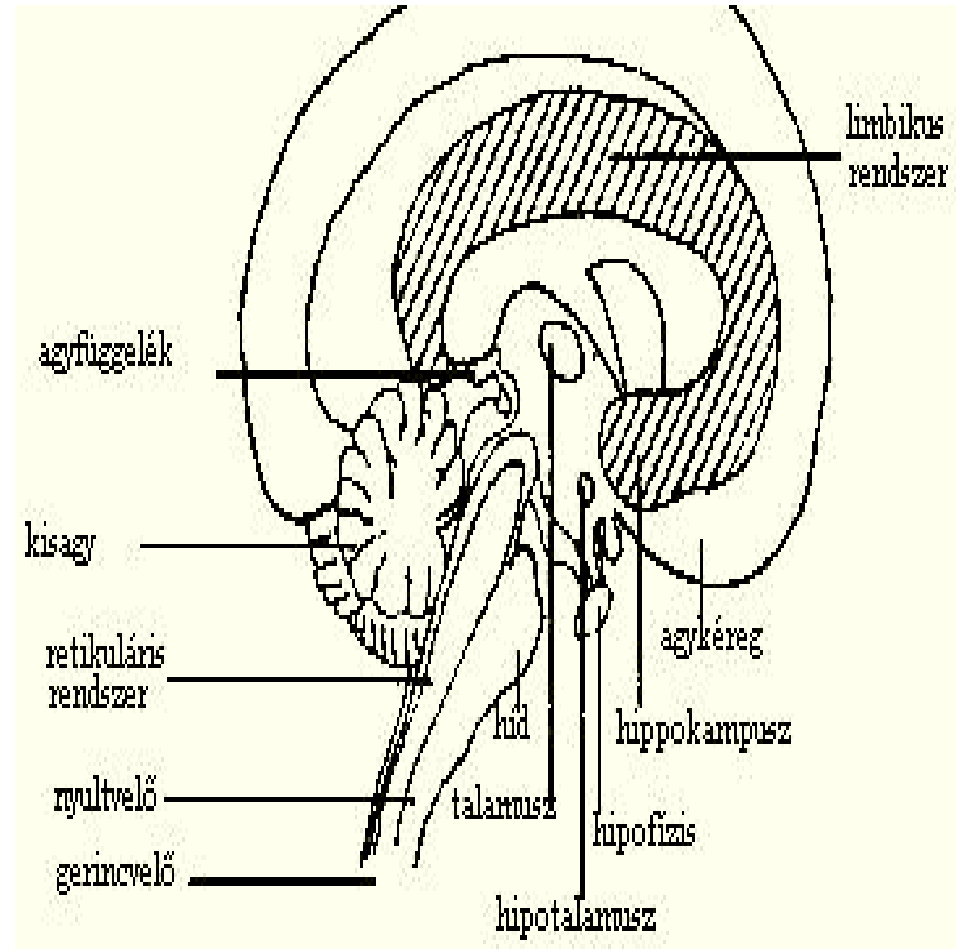
- **leszálló pályák átkapcsolódási helye**
- **egyszerűbb mozgások (pl.: járás) befolyásolására is képesek**
- **testtartási reflexek (járás, futás) központja**
- **A gerincvelői reflexek felülszabályozója**

AGYTÖRZSI HÁLÓZATOS ÁLLOMÁNY (formatio reticularis)

- **Az agytörzsi hálózatos állomány fő működése az állandó, enyhe, általános ingerlés, azaz a tónus kialakítása. Tónusról nem csak izmok esetében beszélhetünk, hanem az idegrendszernek is van tónusa, ez az ébrenlét.**
- **Minden felszállópálya valahol az agytörzsben átkapcsolódik, és így ingerli az agytörzsi hálózatos állományt, és ezzel fokozza az ébrenlétet. Pl.: szemünkbe világít a lámpa, akár zaj van, akár fáj a fogunk**

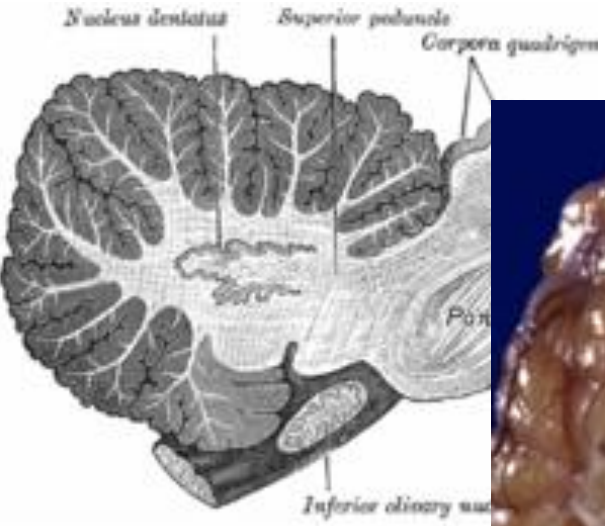
- **Talamusz:** (felső rész)
 - Az érzékszervektől érkező pályák itt kapcsolódnak át (kiv.:szaglópálya)
 - Előzetes feldolgozás – átengedi, felerősíti...
- **Hipotalamusz:** (alsó rész)
 - Vegetatív működések központja: hűtő, fűtő, éhség, jóllakottság, vízforgalom szab. központjai vannak itt
 - Hormonokat termel: oxitocin, vazopresszin
 - Dühközpont is itt van

A köztiagy (talamusz, hipotalamusz)

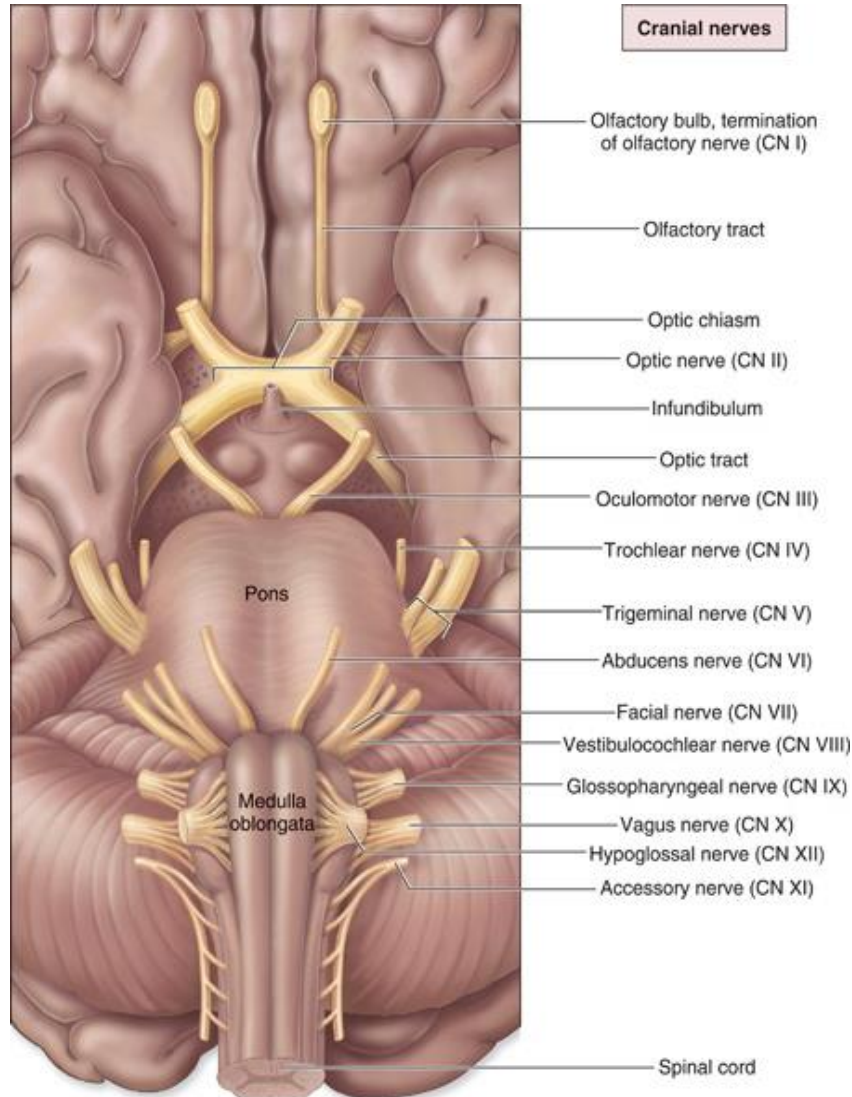


A kisagy

- A kisagy az agykéreggel több pályarendszeren átkapcsolódik
- **célvezérelt mozgások, mozgások** (pl.: kődobás) tervezése
- mozgást gátol, amely az egyensúly elvesztését okozná → **gátolja az agytörzsi hálózatos állomány izomtónust fokozó működését**
- alkohol hatására a kisagy az egyik leghamarabb kieső funkció
- Fő sejttípusa: Purkinje-sejt

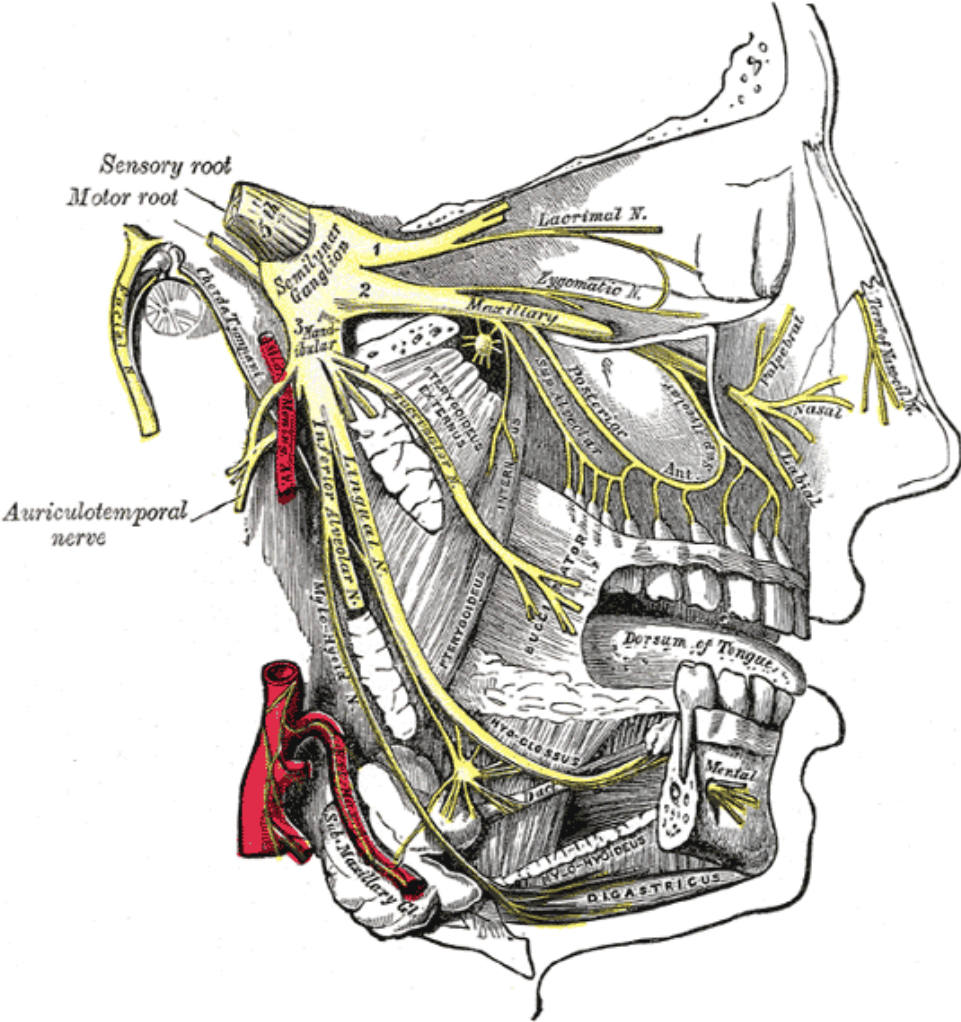
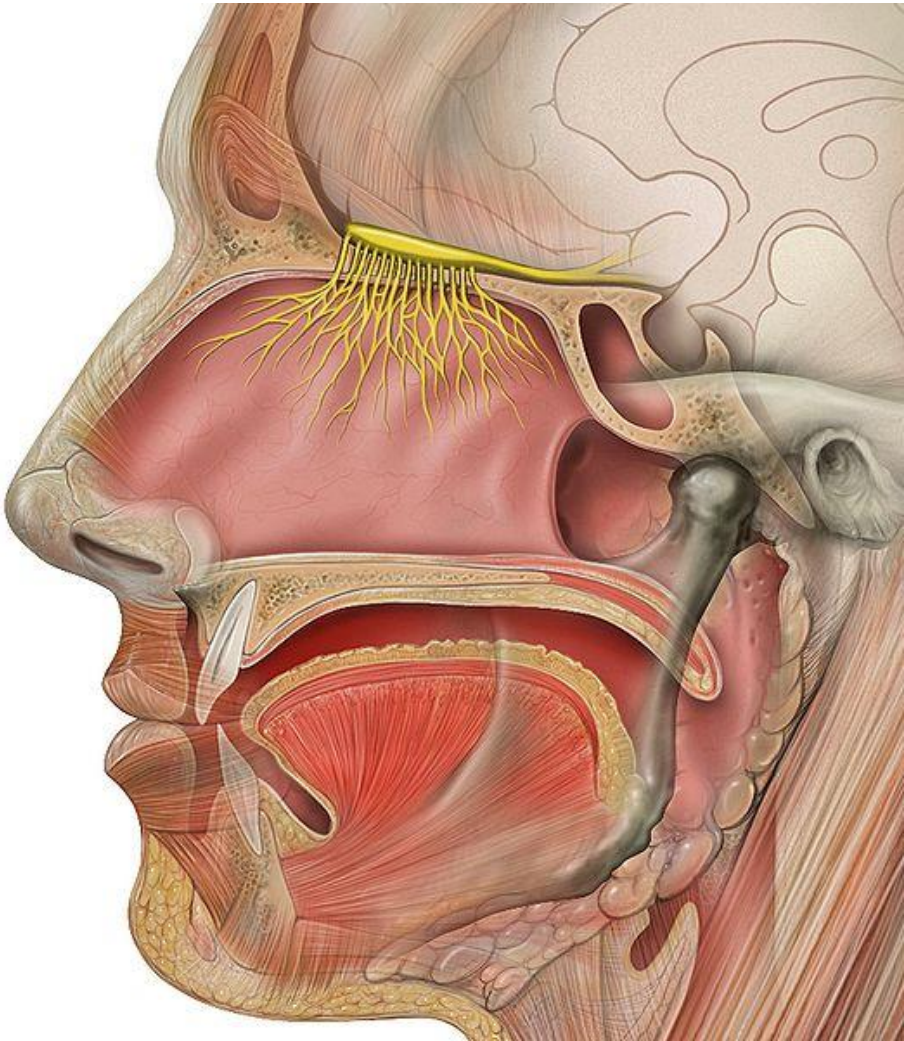


A környéki idegrendszer (12 pár agyideg)



I. Szaglóiideg	szaglász é.i.
II. Látóideg	látász é.i.
III. Közös szemmozgatóideg	szem mozgatósz, pupilla, sz.lencse m.i.
IV. Sodorideg	szem mozgatósz m.i.
V. Háromosztatóideg	arc m.i. érzékelész é.i.
VI. Távolítóideg	szem mozgatósz m.i.
VII. Arcideg	arc m.i. érzékelész é.i.
VIII. Egyensúlyozó és hallóideg	hallász, egyensúly é.i.
IX. Nyelv-, garatideg	érezékelész é.i. nyelvmozgász m.i.
X. Bolygóideg	belső szervek parazs.beidegzése é.,m. i.
XI. Járulékos ideg	nyel és nyak mozgatósz m.i.
XII. Nyelvalatti ideg	nyel és nyak mozgatósz m.i.

Szaglóideg és a háromosztatú ideg

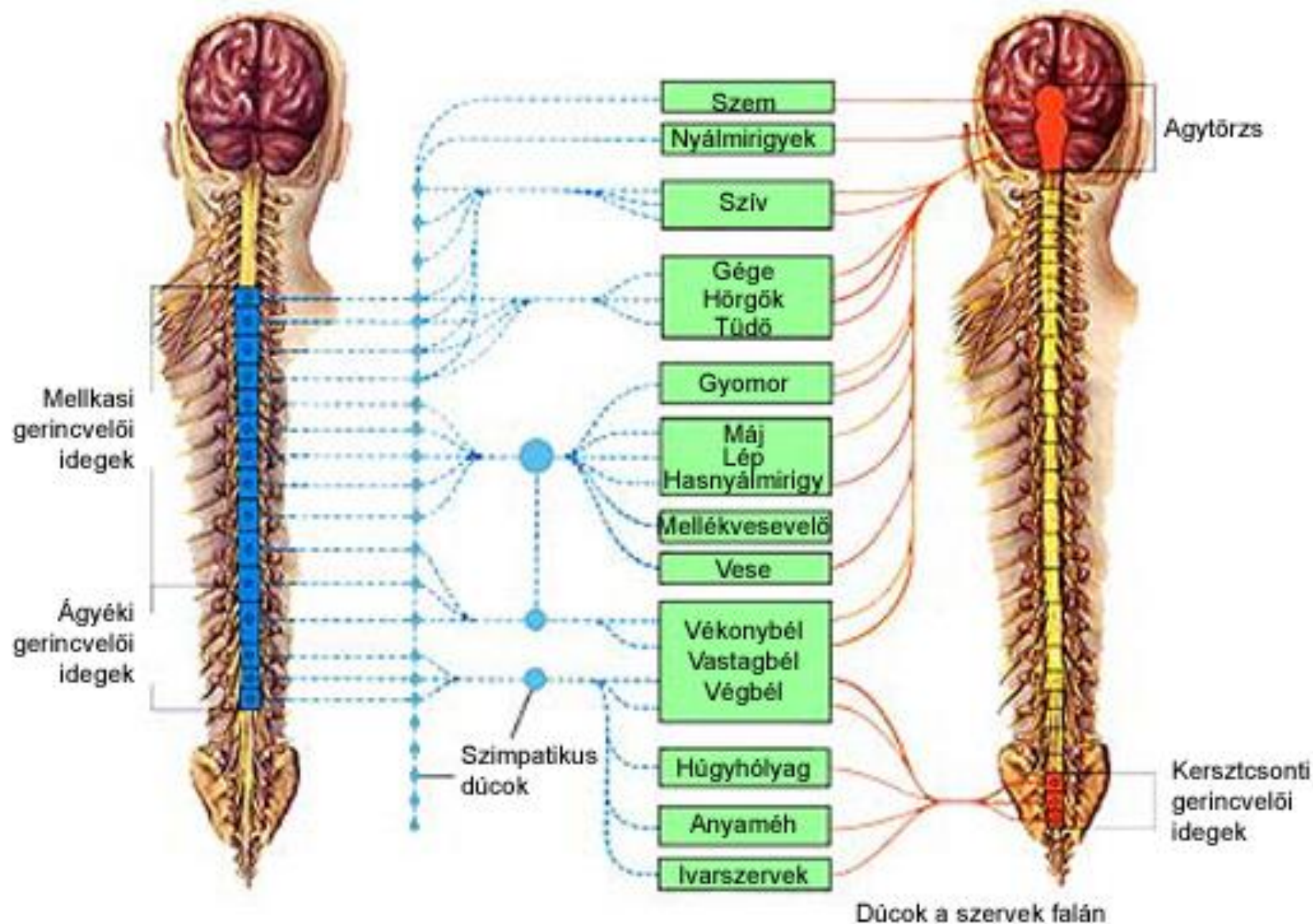


A vegetatív idegrendszer

- szabályozza az összes **önfenntartó életműködést**, mint a táplálkozás, a légzés, az anyagszállítás és a kiválasztás.

SZIMPATIKUS

PARASZIMPATIKUS



A szimpatikus és a paraszimpatikus idegrendszer

- A) Szimpatikus
 - Feladata a vészhelyzethez való alkalmazkodás (üss vs fuss)
 - az energiák mozgósítása **Cannon-felé vészreakció**
 - **A rostok kilépése a gerincvelő mellkasi és ágyéki tájékának gerincvelői idegei**
 - **Ingerületátvivő a szervnél** : Noradrenalin, adrenalin
 - Tartós hatás
 - Általános hatású (az egész szervezetre ható) szimpatiko-adrenális rendszer

- B) paraszimpatikus

- **Feladata az egyensúly visszaállítása, a szervezet energiájának felhalmozása**
- A rostok kilépése az agytörzs agyidegei (III., VI., IX., X) és a gerincvelő keresztcsonti tájékának idegeinél van
- **Átvivőanyaga az acetilkolin**
- **Rövidebb (megszüntethető) hatású**

A paraszimpatikus és a szimpatikus idegrendszeri működés

	Szimpatikus	Paraszimpatikus
szív működése	gyorsul	lassul
koszorúerek	tágulnak	szűkülnek
vérnyomás	nő	csökken
vércukorszint	emelkedik	csökken
oxigénfogyasztás	nő	csökken
tüdő hörgőcskéi	tágulnak	szűkülnek
Bélműködés	lassul	gyorsul
emésztőnedv- termelés	gátlódik	fokozódik
nyál	Sűrűnfolyó (m)	híganfolyó (sz)

Agykérgi befolyás alatt álló mozgások

- Helyzet és helyváltoztató mozgásokért felelős
- Központ:
 - Az agykéreg **homloklebenyének hátsó területén található** = mozgató vagy motoros mező (**piramissejtek**)
 - Itt minden egyes izomnak egy kis terület felel meg
- Innen két mozgatópálya indul:
 - Piramis pálya
 - Extrapiramidális pálya

	Piramis pálya	Extrapiramidális pálya
Jellemzői	<p>Finomabb, pontosabb mozgások</p> <p>Be nem gyakorolt mozg.</p> <p>Izomtónus fenntartása</p>	<p>Automatikus, egyénre jellemző mozgások</p> <p>Kevésbé differenciált mozgások</p> <p>Járás, testtartás</p>
kiindulás	mozgatókéreg	Mozgatókéreg, egyéb agyi területek (sok átkapcsolás)
Átkereszteződés	nyúltvelőben	nyúltvelő

	Piramis pálya	Extrapiramidális pálya
Leszálló pálya	Gerincvelő fehérállományának elülső kötege	
vége	Gerincvelő elülső szarvi mozgatóneuron, aminek axonja kilép a gerincvelőből és fut az izomig	
sérülése	Izomtónus csökken Célirányosan nem tud mozogni	Spontán, összerendezetlen mozgások