

Az idegrendszer anatómiája,
szövet- és fejlődéstana.

I. Általános tudnivalók, központi
és környéki idegrendszer,

Zachar Gergely

Az idegrendszer feladata:

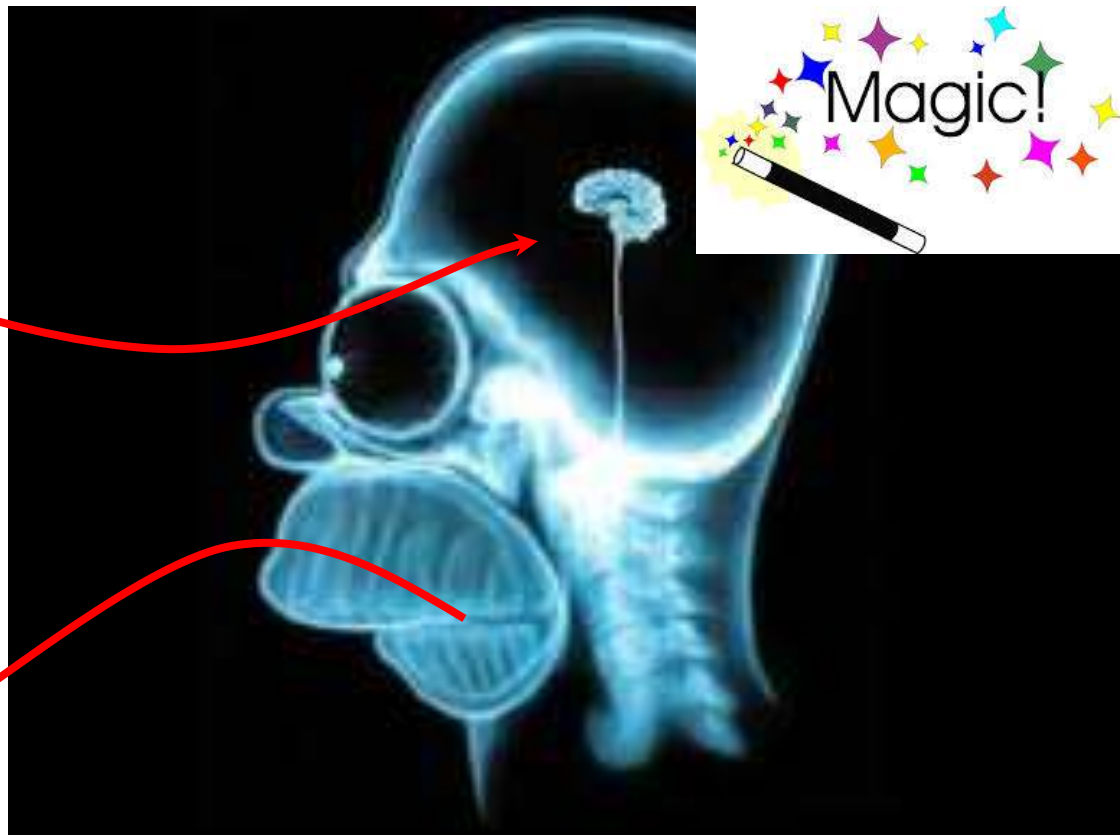
Környezeti esemény



Adekvát

viselkedésválasz

Érzékelés, információfeldolgozás, -tárolás, izommozgás (viselkedés), hormonális változások beindítása.



Bemenet-kimenet (reflexív)

receptorok ingerülete
specifikus információk (kémiai, fizika) észlelése, átalakítása és továbbítása



ÉRZŐRÓSTOK –perifériás idegrendszer
Hormonális hatások
Metabolikus hatások (pl. glükóz)

**Feldolgozás, integráció, a
válasz kialakítása**



Központi idegrendszer

MOZGATÓ RÓSTOK –perifériás idegrendszer
Endokrin hatások



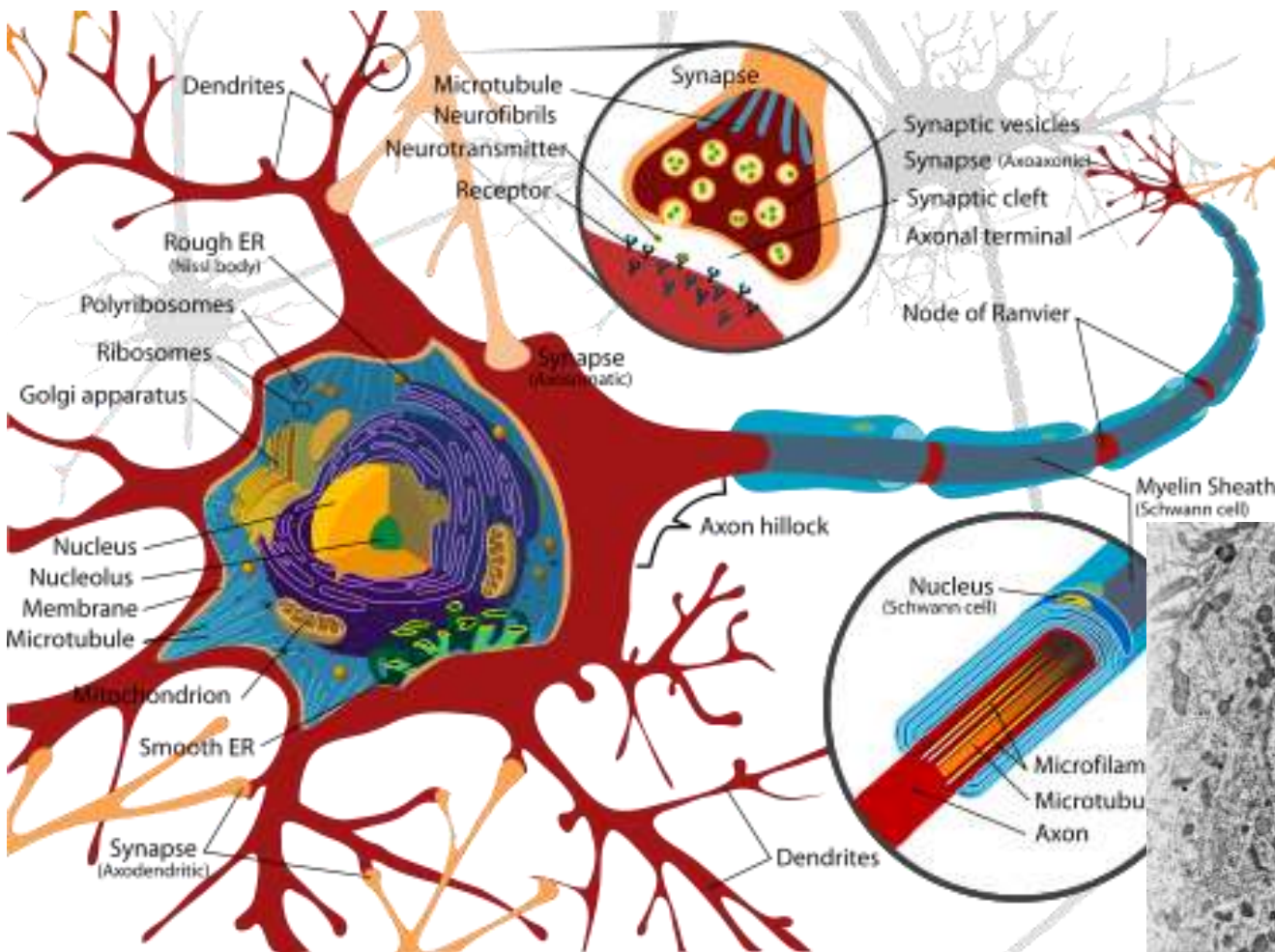
Kimenet: izommozgás, mirigyek szekréciós működése

Az idegrendszer szövettana

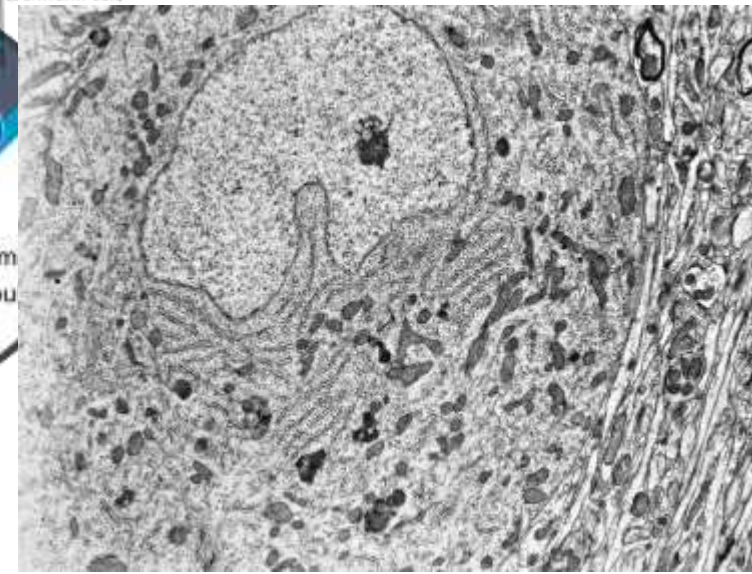
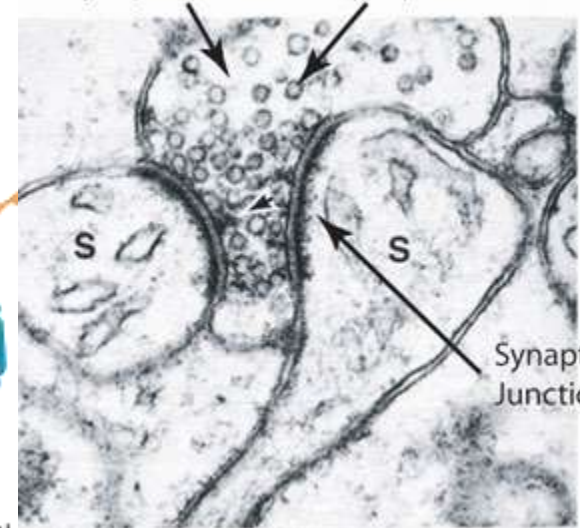
- Neuron
- Glia

A neuronok általános felépítése

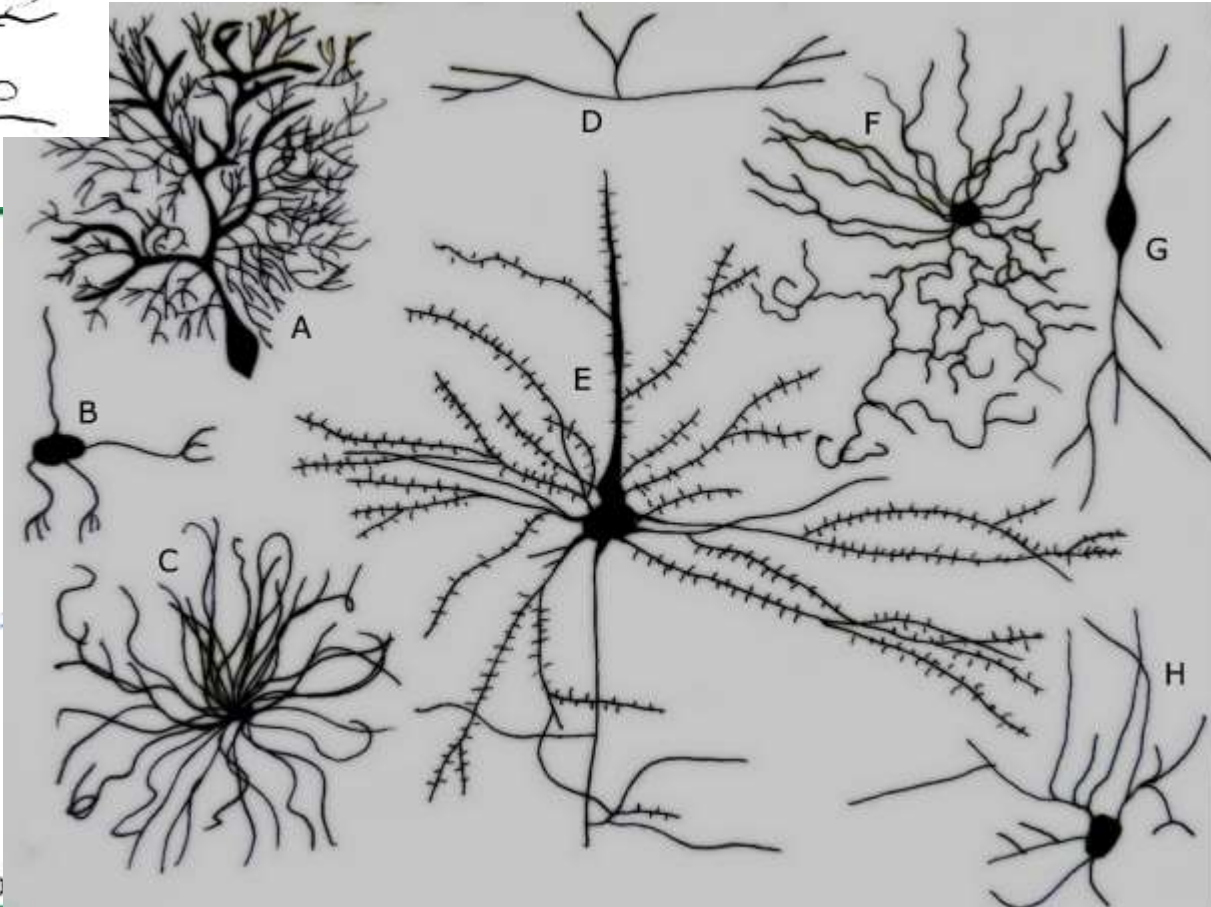
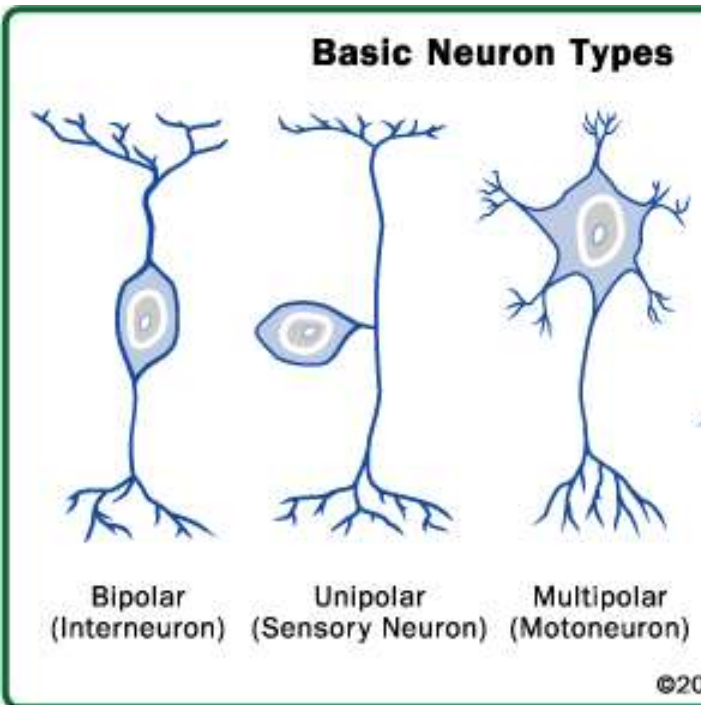
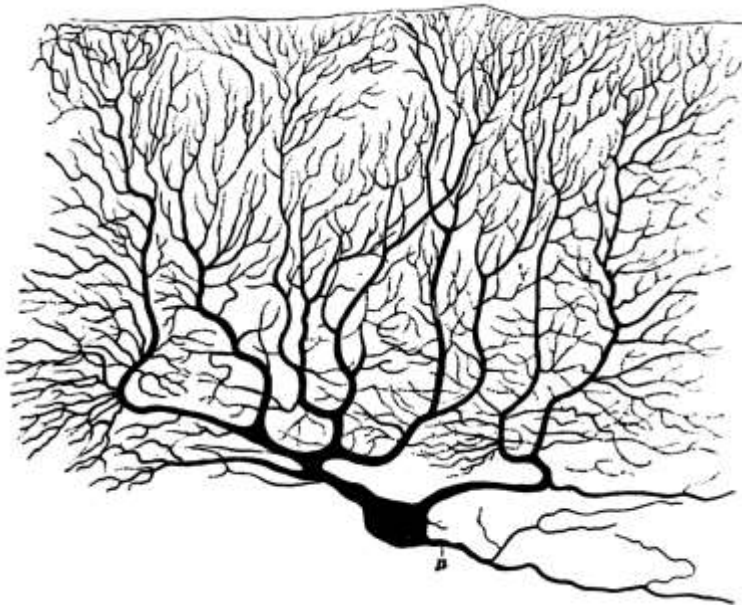
dendrit-perikarion-axon

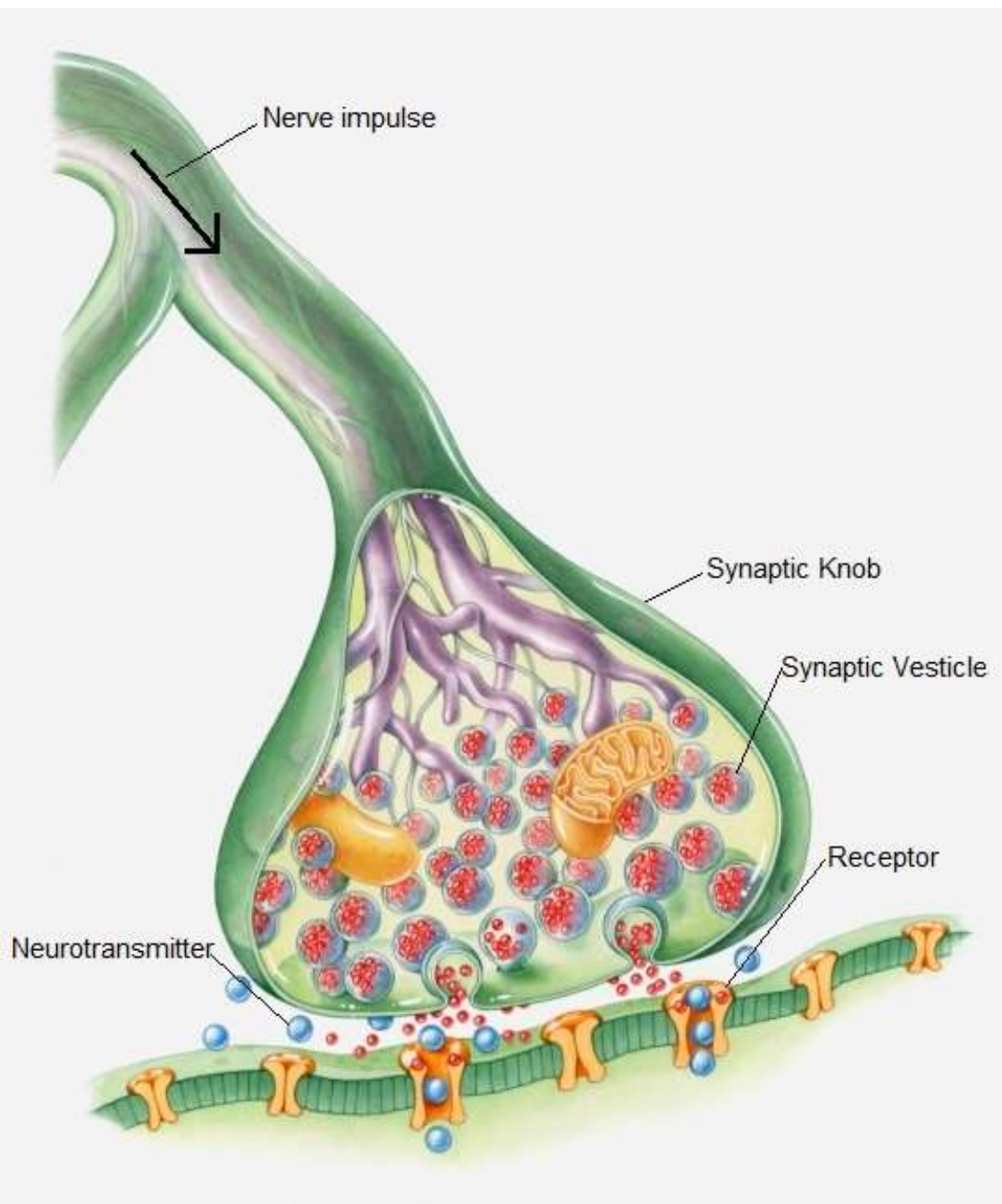


Presynaptic Bouton Synaptic Vesicle



Neurontípusok



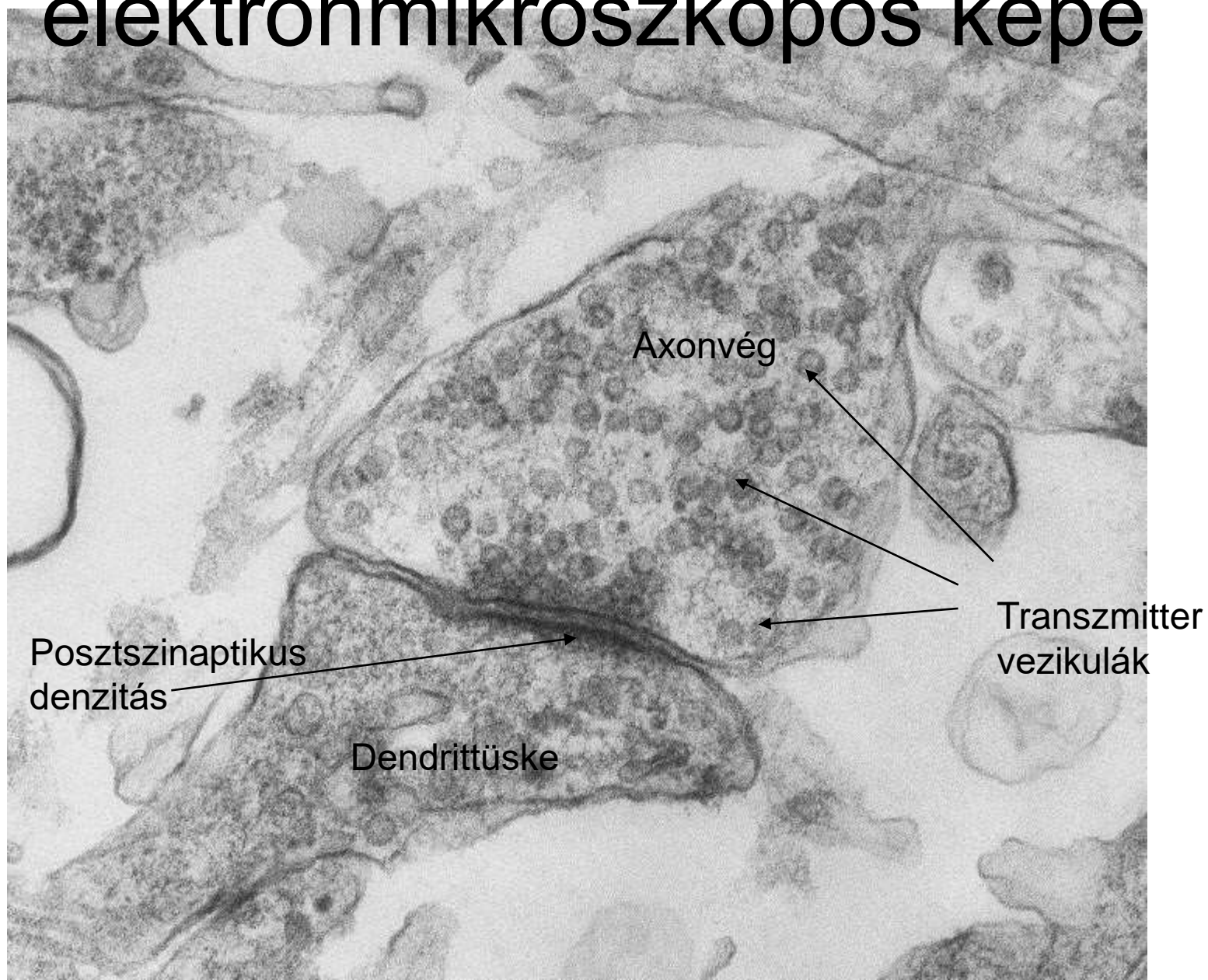


A szinapszis felépítése

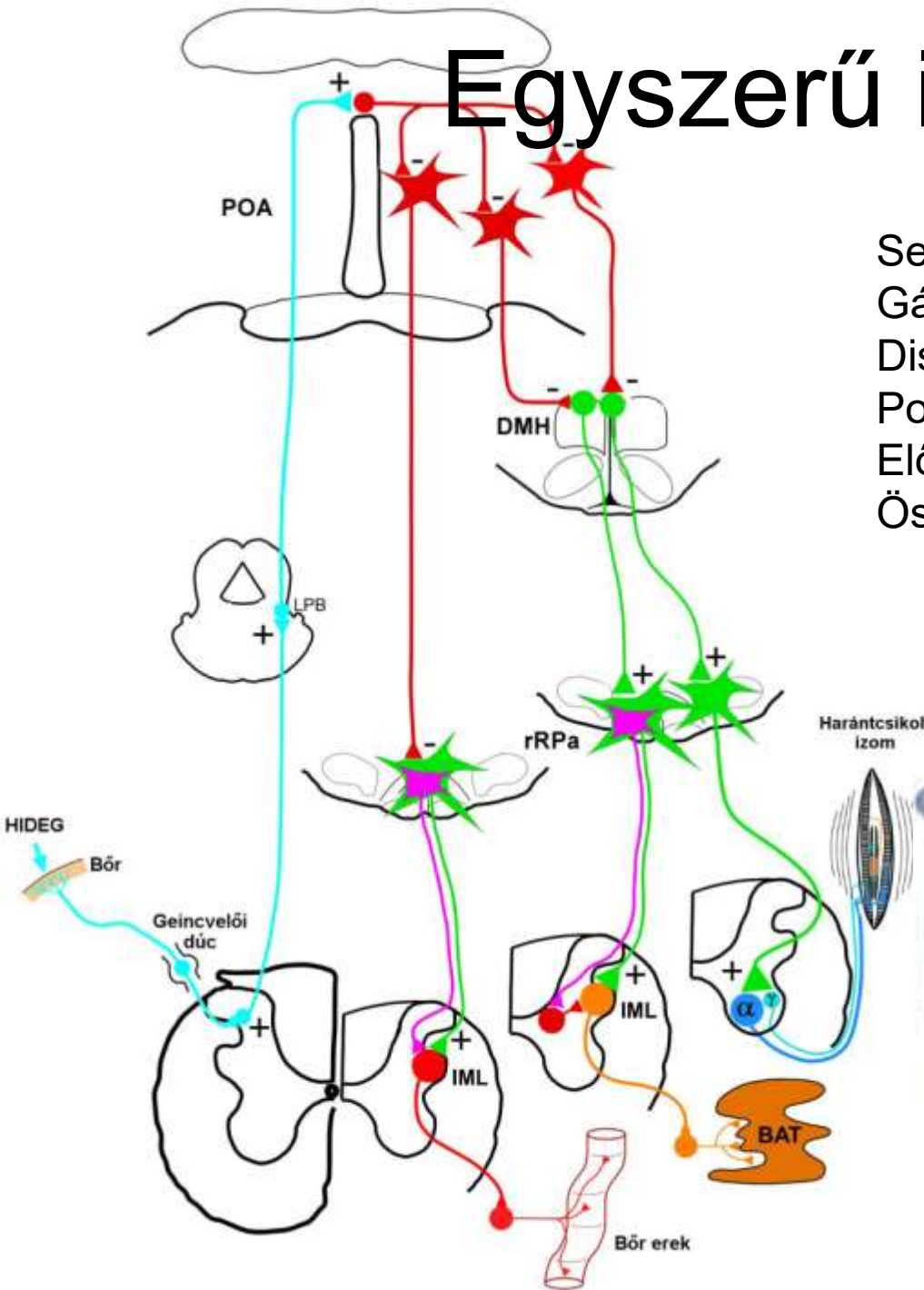
- Transzmitter
 - Aminosav
 - Katekolamin
 - Peptid
 - etc
- Receptor
 - ionotróp
 - metabotróp
- Serkentő/gátló

Szinapszis

elektronmikroszkópos képe



Egyszerű idgsejthálózatok:



Serkentés

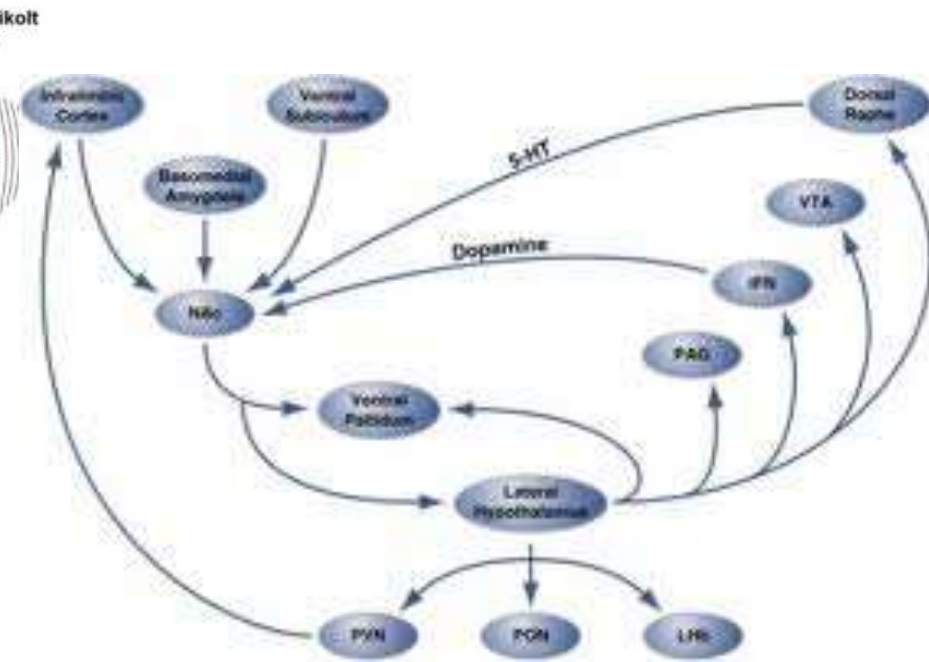
Gátlás

Diszinhibíció (Gátlás gátlása)

Pozitív és negatív visszacsatolás (feedback)

Előreccsatolás (feed forward)

Összetett neurális körök

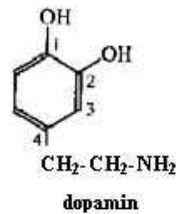


(Ingerületátvivő (neurotranszmitter) és módosító (neuromodulátor) anyagok)

Monoaminok

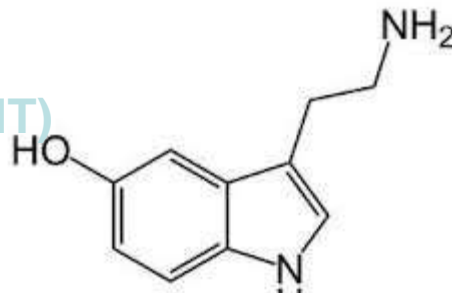
katekolaminok

dopamin
noradrenalin (epinefrin)
adrenalin

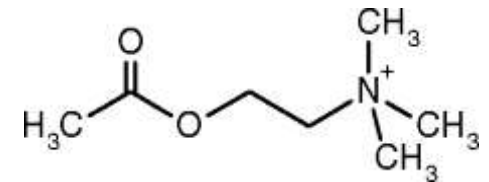


indolaminok

szerootonin (5-HT)
melatonin



acetil-kolin



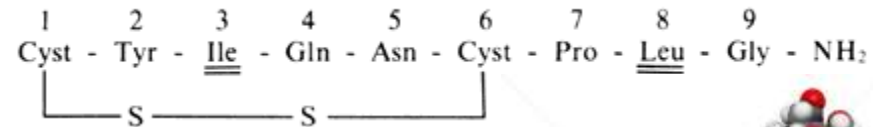
peptidtranszmitterek

Oxytocin/vasopressin

Neuropeptid Y

VIP

Etc.



Aminosavak

+

glutamát
aszpartát

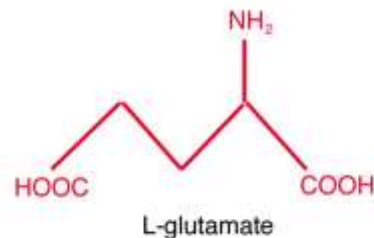
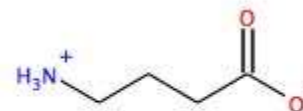


Fig. 1. Structure of the glutamate molecule.

-

GABA – gamma-aminovajsav
glicin, szerin

+-



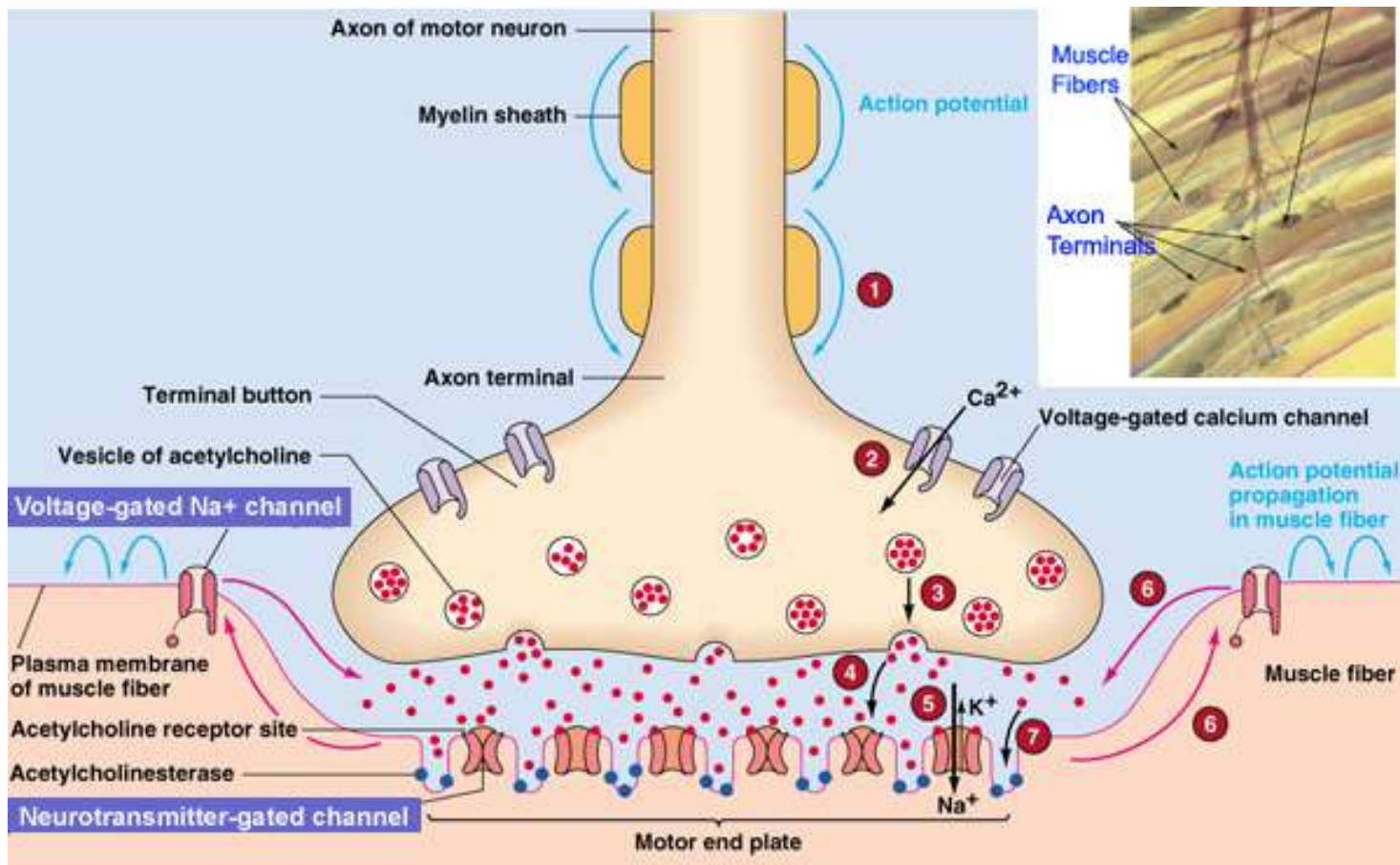
Gamma-aminobutyric acid (GABA)



A kimeneti jel

vázizom-ideg kapcsolat: neuromuscularis junctio

válasz: izomösszehúzóds



simaizom-ideg kapcsolat

mirigy-ideg kapcsolat: szekréció

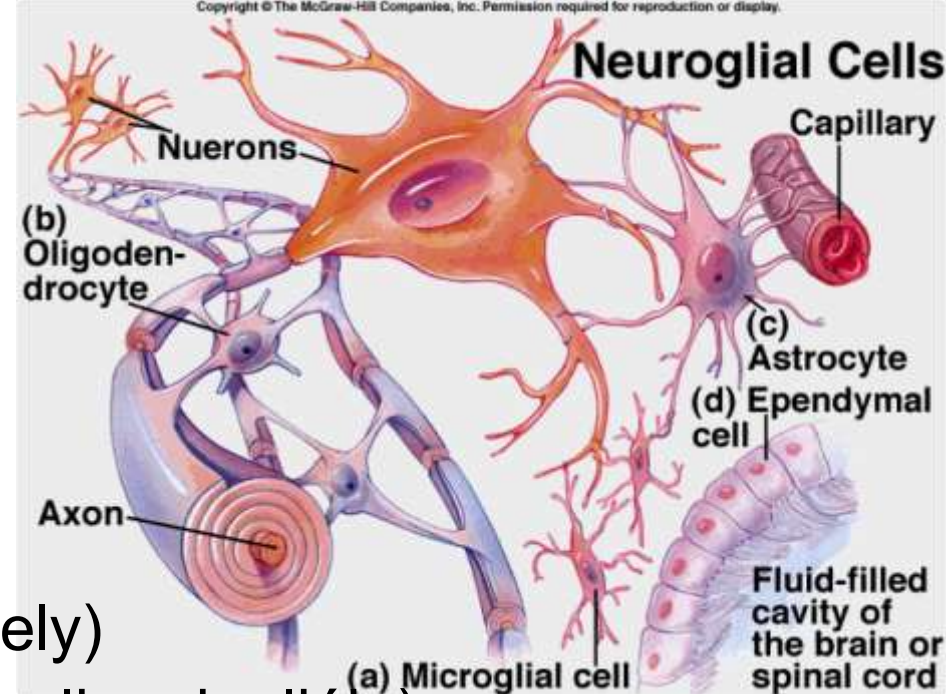
Bemenet-kimenet

- Gerincvelőn és 12 pár agyidegen keresztül (elektromos jelek).
- Vér által szállított információk (hormonok, tápanyagok, szignálmolekulák).

Slussz.



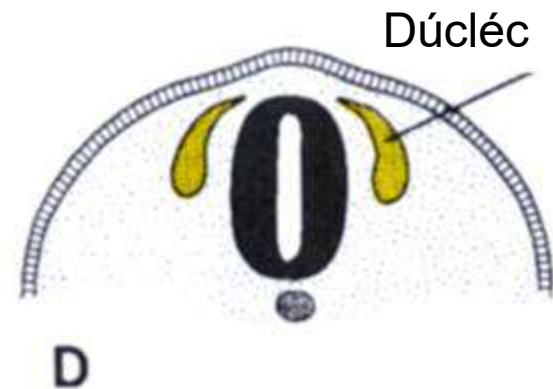
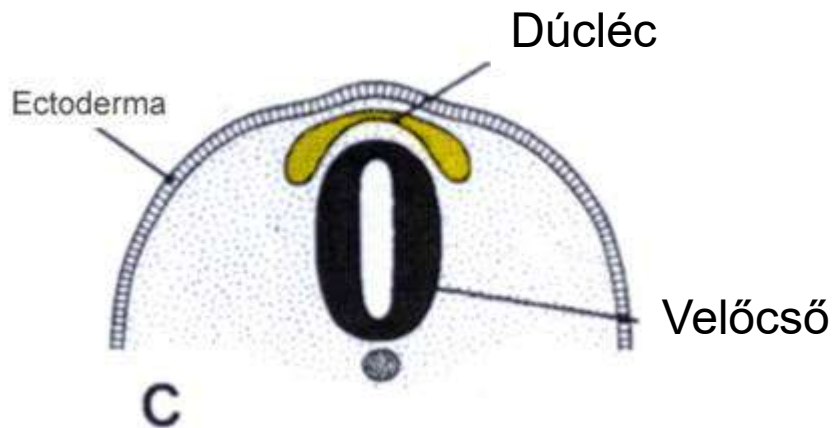
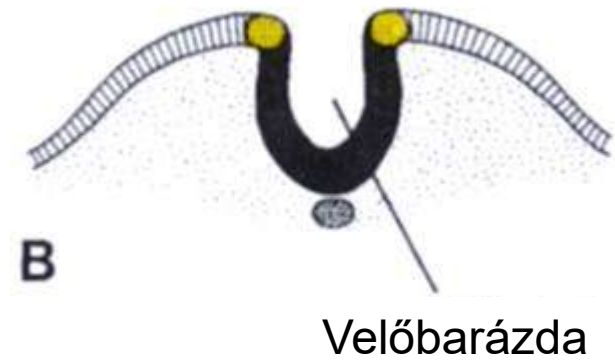
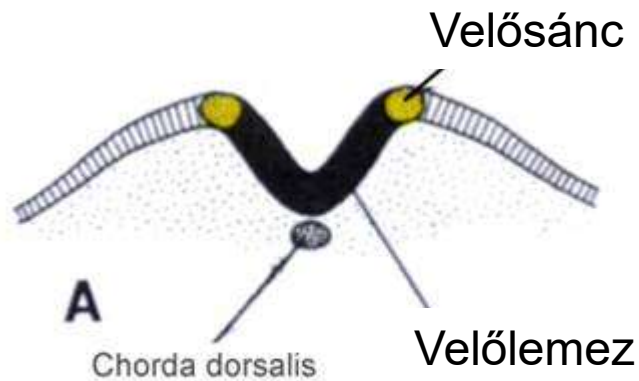
Gliasejtek



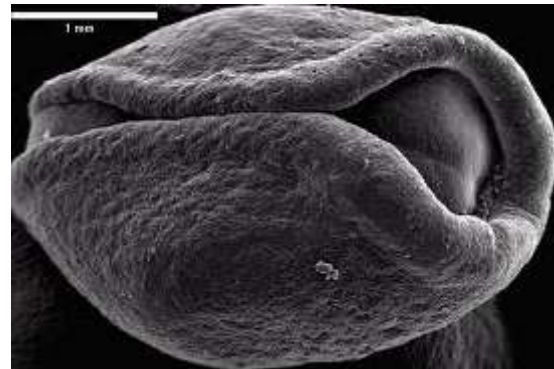
- Perifériás:
 - Schwann sejt (axon velőhüvely)
 - Satellitasejtek (perifériás ganglionok gliája)
 - Teloglia (idegvégződéses „schwann sejtjei”)
- Centrális:
 - Oligodendroglia (axon myelinhüvely)
 - Mesoglia (takarító fagociták)
 - Astrocyta (táplálás, vér-agy gát, extracelluláris folyadék összetételének szabályozása, hegképzés)
 - Ependymasejtek (kamrák üregek „hámja”, liquor-agy gát)

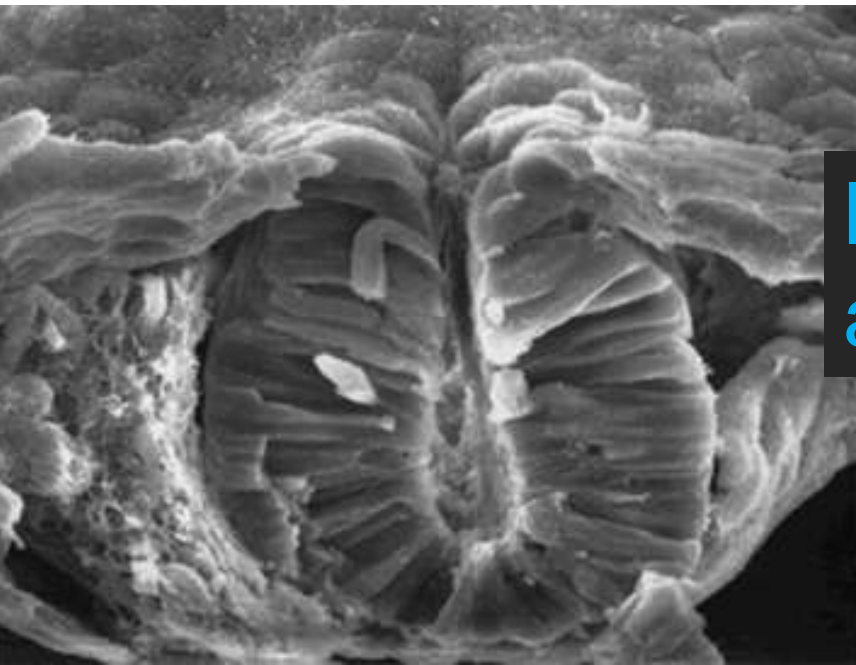
Fejlődés (ektodermából)

Neurulatio (17-29. embryonalis nap)

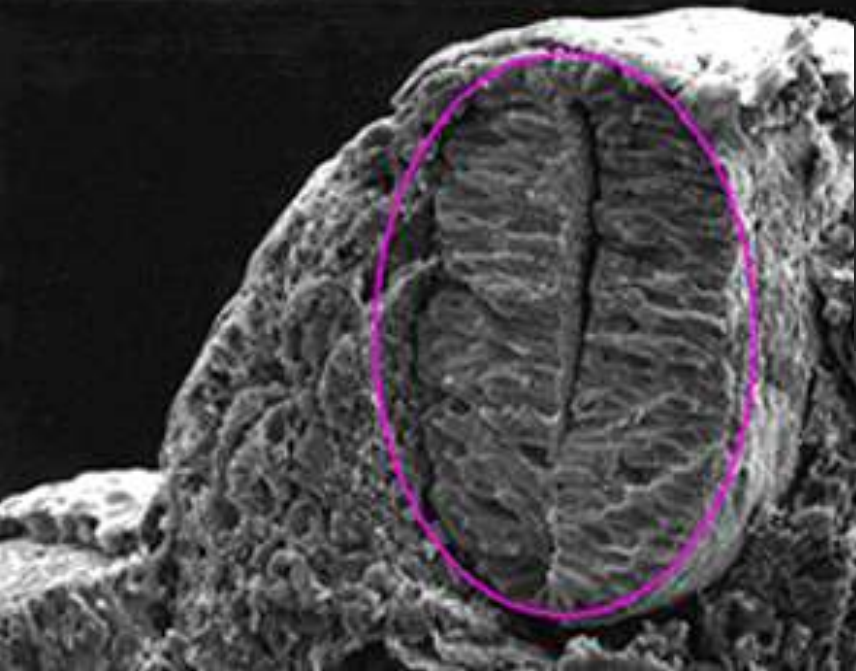


Velőcső záródása: **ektodermából**
kiemelkedő terület = velőlemez; ezen:
velőbarázda → bezáródik: velőcső

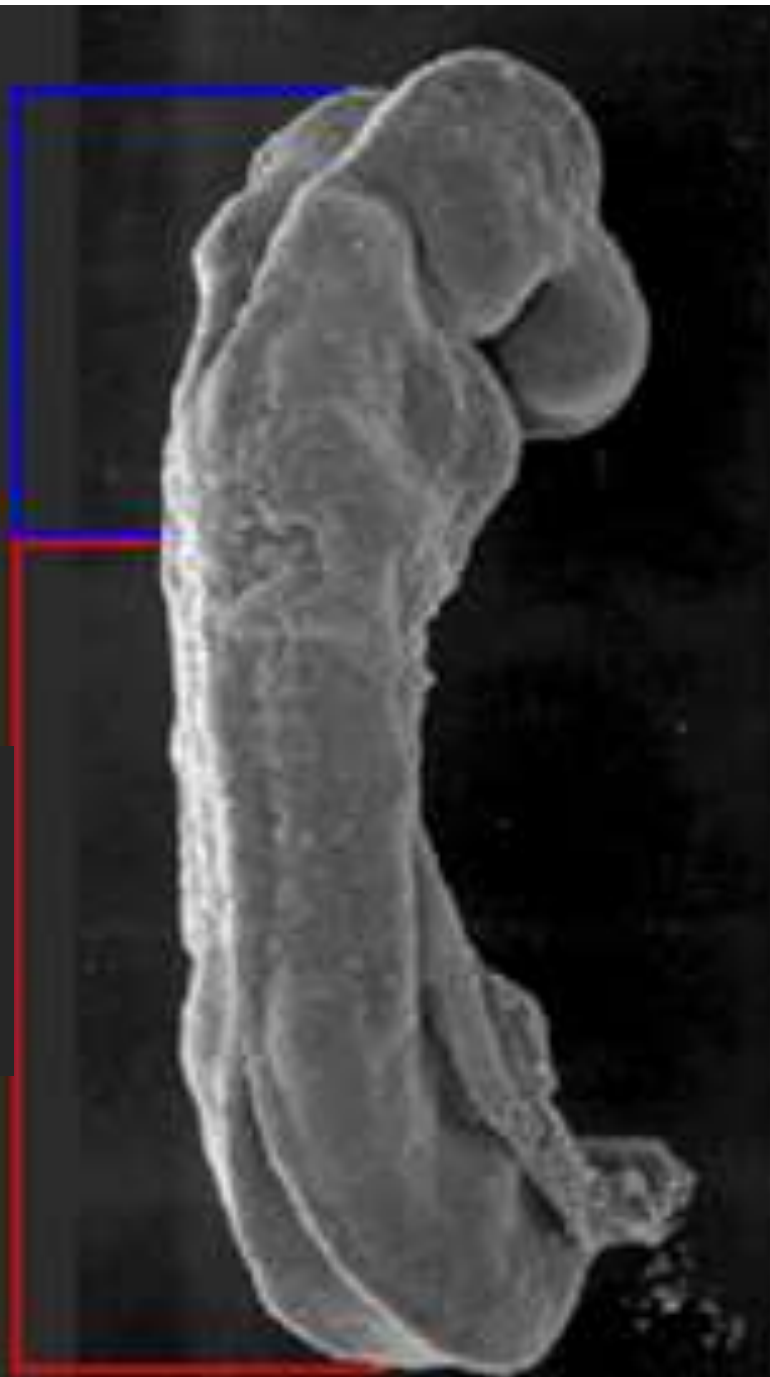




leendő
agy



leendő
gerinc-
velő



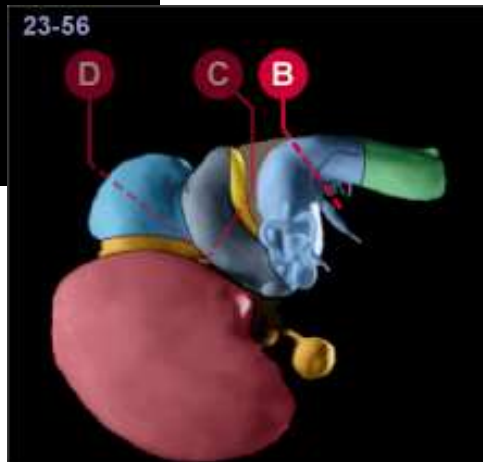
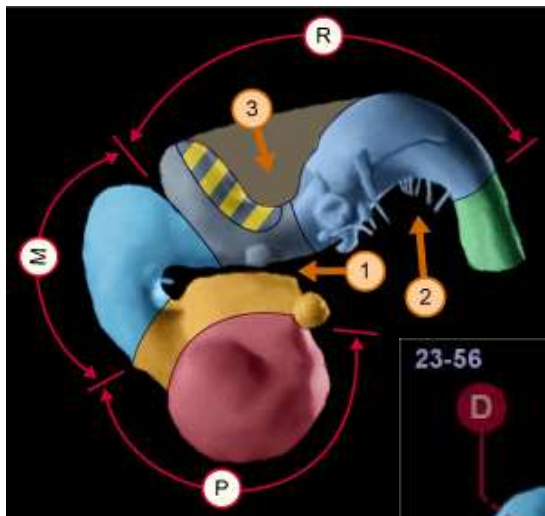
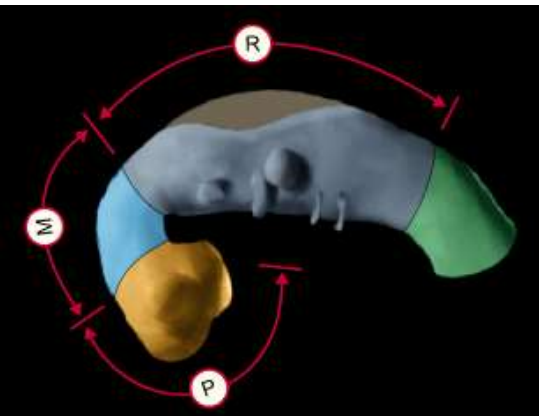
Az agy fejlődése

Velőcső 3 tágulat – elsődleges agyhólyagok (1-3. ábra)

- **prosencephalon, előagy**– elülső rész
- **mesencephalon, középagy** – az előbbtől dorsalisán
- **rhombencephalon, utóagy**- 7mm-es embrióban már megfigyelhető a tarkóhajlat (2. ábra)

10 mm-es testhossznál (3. ábra)

- a prosencephalonba mindkét oldalon bevág a **sulcus hemisphericus** – így elkülönül az **nagyagy** és a **köztiagy**
- a **telencephalon (nagyagy)** területén a két előagyhólyag kezd előboltosulni



dorsal és előrefelé is nő az előagyhólyag

mély, páratlan rész
páros hemispherium-hólyagok

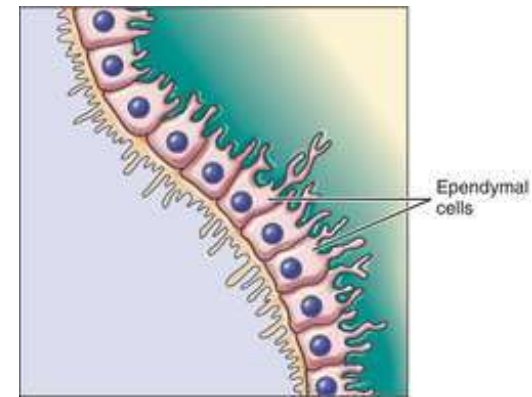
rhombencephalon-hólyag is két részre tagolódik:

- **metencephalon** – híd, kisagy
- **myelencephalon** - nyúltvelő

Az agy fejlődése: burkok és kamrák

AGYBURKOK

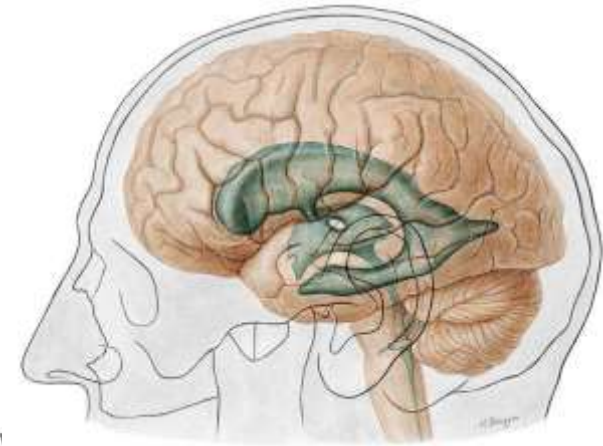
- a fejlődő agyhólyagokat körbevevő mesenchymából – agyburkok fejlődnek
- a külső rétegből differenciálódik a **kemény agyhártya (dura mater)** - ez a koponya és a gerinc csontjainak *csonthártyája* is
- az agyhólyagokhoz hozzáfekvé rész: **lágymagyhártya**
- ez később két rétegre oszlik:
 - külső **arachnoidea (pókhálómagyhártya)**
 - belső, **pia mater (lágymagyhártya)**



AGYKAMRÁK

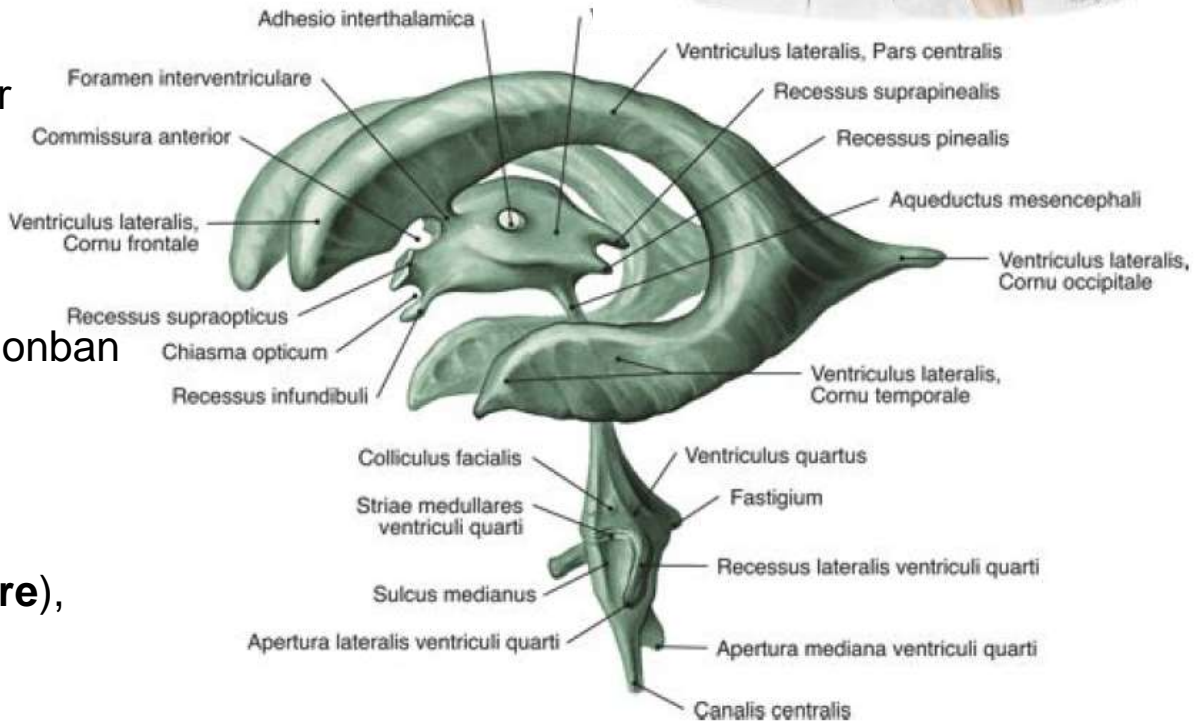
- a velőcső ürege egységes marad – ependymasejtek bélelik
- az agyhólyagok fejlődésével egyidejűleg helyenként kitágul – agykamrák
 - telencephalonban oldalkamrák (I. és II. agykamra, **ventriculi laterales**)
 - diencephalon-hólyagban (III. agykamra, **ventriculus tertius**)
 - a mesencephalonban szűk marad: **aqueductus cerebri**
 - rhombencephalon-hólyagban (IV. agykamra, **ventriculus quartus**)
- a velőcső tágult üregének egyik fala általában egy sejtnyi rétegben marad – **lamina epithelialis**
- itt a velőcső fala nem indul differenciálódásnak
- **a pia mater ráfekszik az agykamrák lamina epithelialis-falára**
 - a két réteg együtt a **tela choroidea** – sok ér fut itt – ezek a lamina epithelialisat benyomják az agykamra ürege felé – **plexus choroideus** – a **liquor cerebrospinalis** termelik

(Agykamrák)



IV. agykamra a nyúltvelő nyílt része és híd területén

- háromszög alakú
- alapját a **fossa rhomboidea** alkotja
- tetejének nagy részét (hátsó) a tela choroidea adja
 - ezen 3 nyílás van amin a liquor cerebrospinalis átjut a subarachnoidalis térbe
- T-alakú plexus choroideus



Aqueductus cerebri a mesencephalonban

III. agykamra a diencephalonban

- elülső része az oldalkamrákkal közlekedik (**foramen interventriculare**), telencephalon része

I.– II. agykamra az agyféltekékben

- a felső falát (az alsó szarvnak a külső falát) a kérgestest rostjainak kisugárzása képezi
- plexus choroideusa a liquor jelentős részét adja

Agyburkok és liquorképzés

Az **arachnoidea** (pókhálóhártya) mindenhol hozzáfekszik a dura materhez

- a barázdákba és egyéb konkavitásokba nem terjed bele

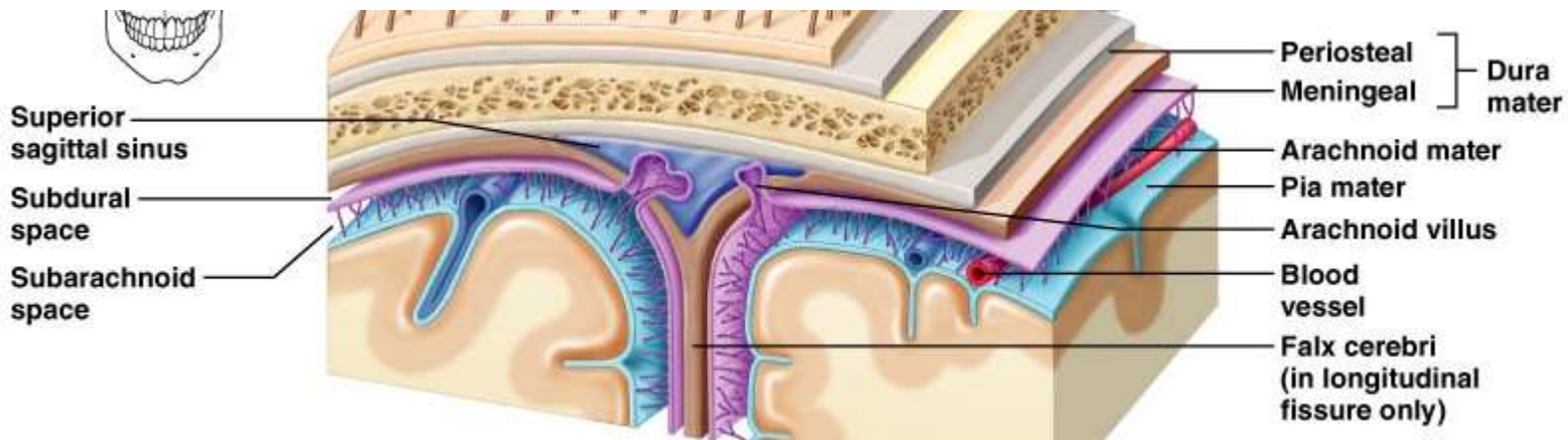
A **pia mater** az agyvelő felszínét pontosan követi



Helyenként nagy rések vannak a kettő között - liquor cerebrospinalis tölti ki

- pillérszerű kötegek
- legnagyobb rések: **cisternae subarachnoidales**
- ahol nincsenek rések ott is **subarachnoidalis tér**

- az arachnoidea, a pia és a pillérek is collagenszövetből állnak
- a pia külső rétegét, az arachnoidea belső rétegét és a pilléreket endothelsejtek borítják
- az agyállományba belépő ereket a subarachnoidalis rés egy kis tölcsérszerű folytatása kíséri

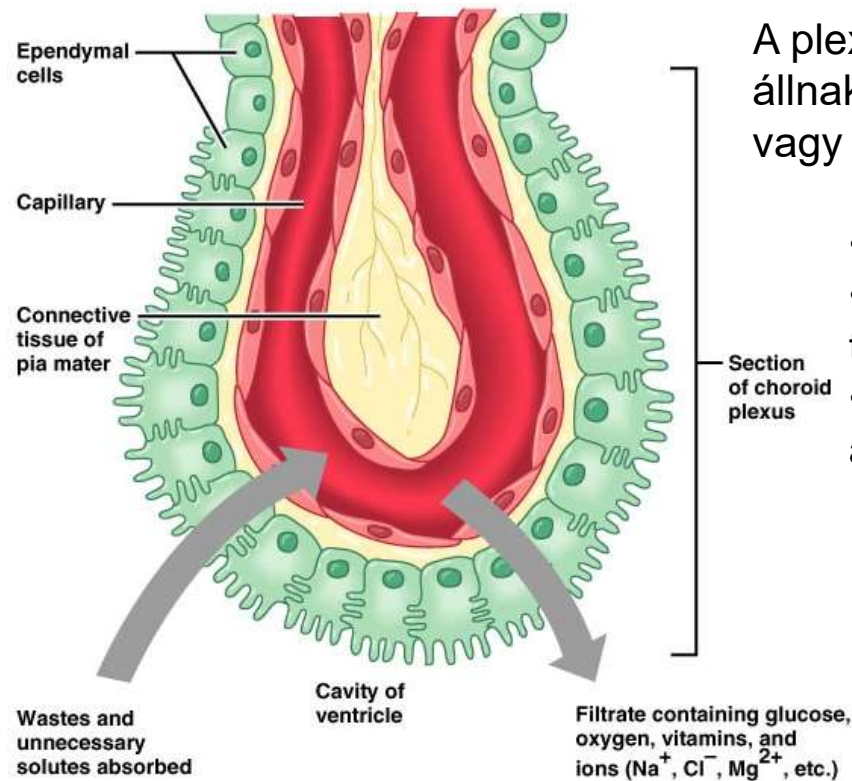


Liquorképzés

A plexus choroideusok laza pia-arachnoidea szövetből állnak melyet az agykamrafal ependyma jellegű hámja egy vagy két rétegben beborít.

- A hámsejtek felületén mikrobolyhok
- A capillarisok a plexus choroideusok bolyhaiban teljesen hozzáfekszenek a hám alapjához
- filtráció, valamint a hámsejteken keresztül történő aktív, és különböző anyagokra szelektív transzport

A legnagyobb rész az oldalkamrákban termelődik, majd a többi kamrán keresztül a IV. agykamrába kerül, ahol még hozzáadódik



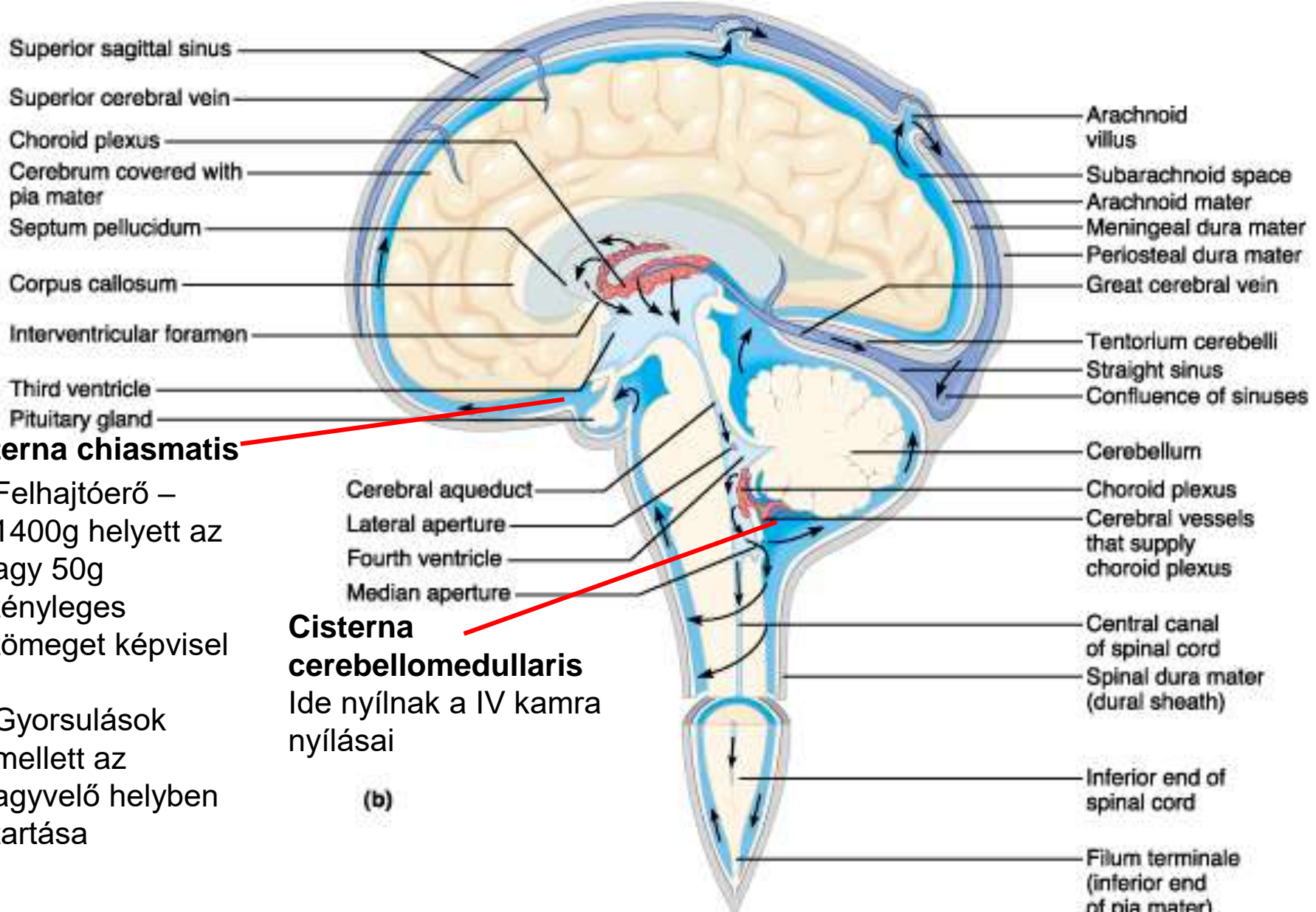
(a)
Copyright © 2004 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

A nyílásokon keresztül a liquor itt kikerül a **cavum subarachnoidaléba**

Liquor felszívódása: **granulationes (villi) arachnoidales**

- bolyhok, amelyek a sinusok (főleg a sinus sagittalis superior mentén) benyomulnak a durába
- ezeken keresztül a liquor átszüremlik a vénás vérbe – a sinusokba

Liquorterek



Cisterna chiasmatis

1. Felhajtóerő – 1400g helyett az agy 50g tényleges tömeget képvisel
2. Gyorsulások mellett az agyvelő helyben tartása

Cisterna cerebellomedullaris

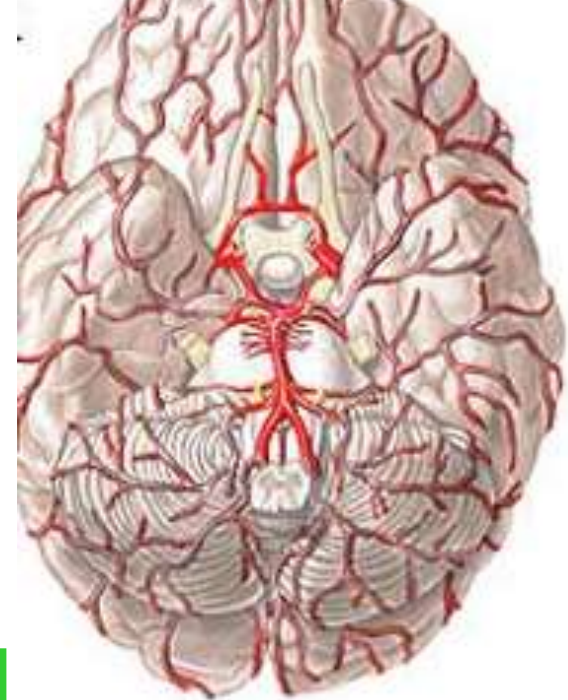
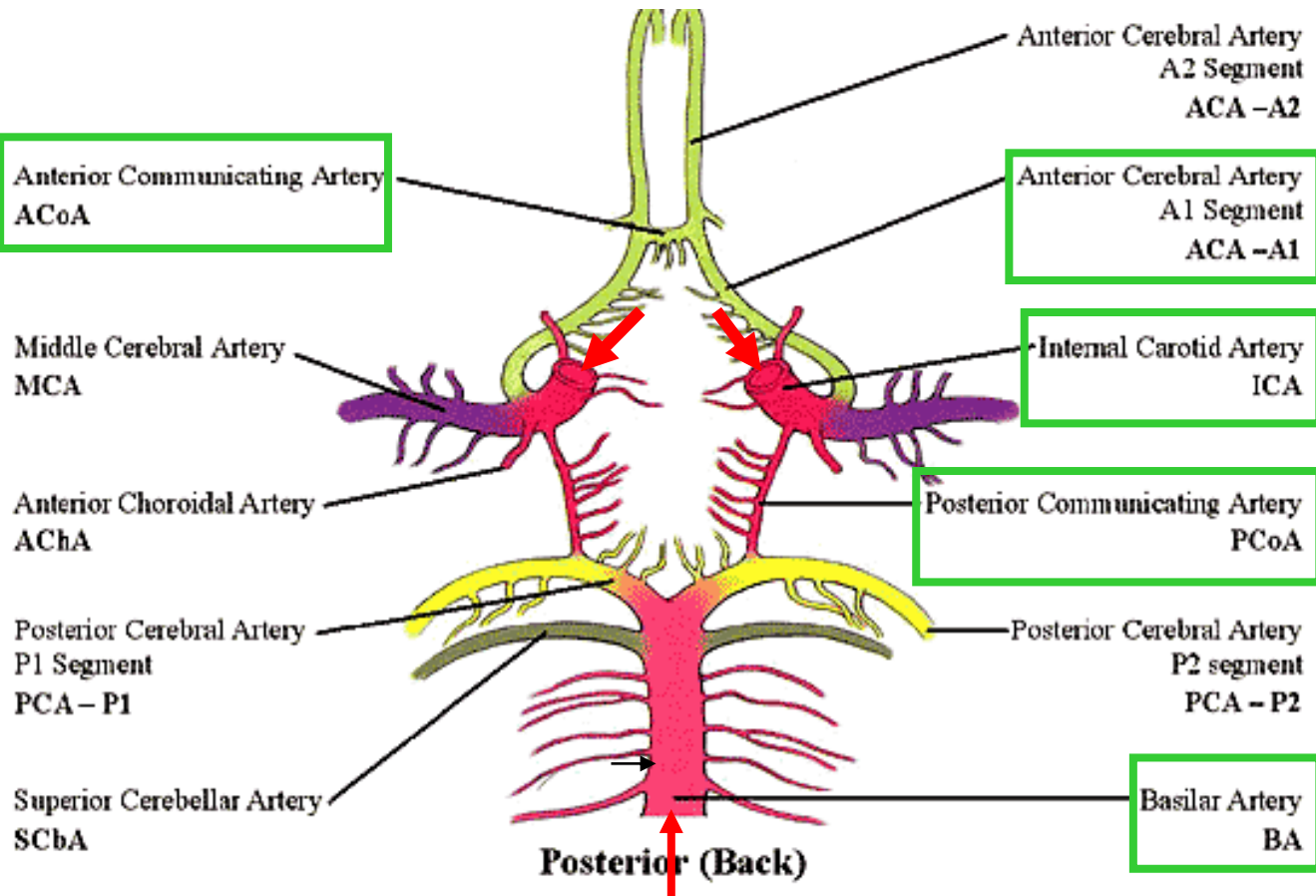
Ide nyílnak a IV kamra nyílásai

(b)

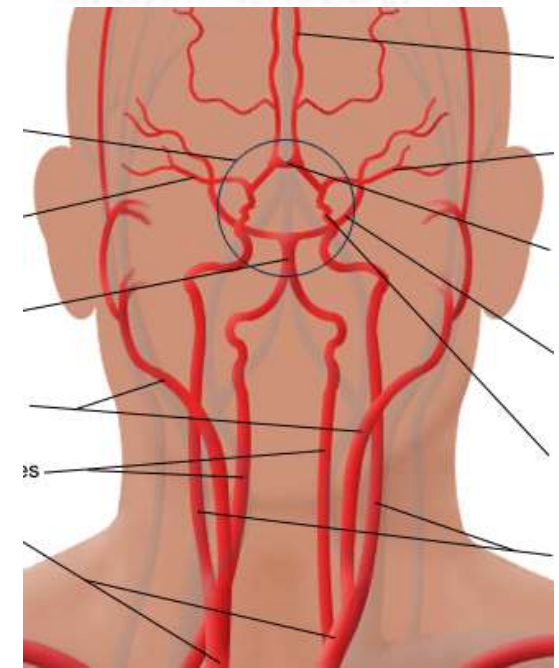
Vérkeringés-artériák

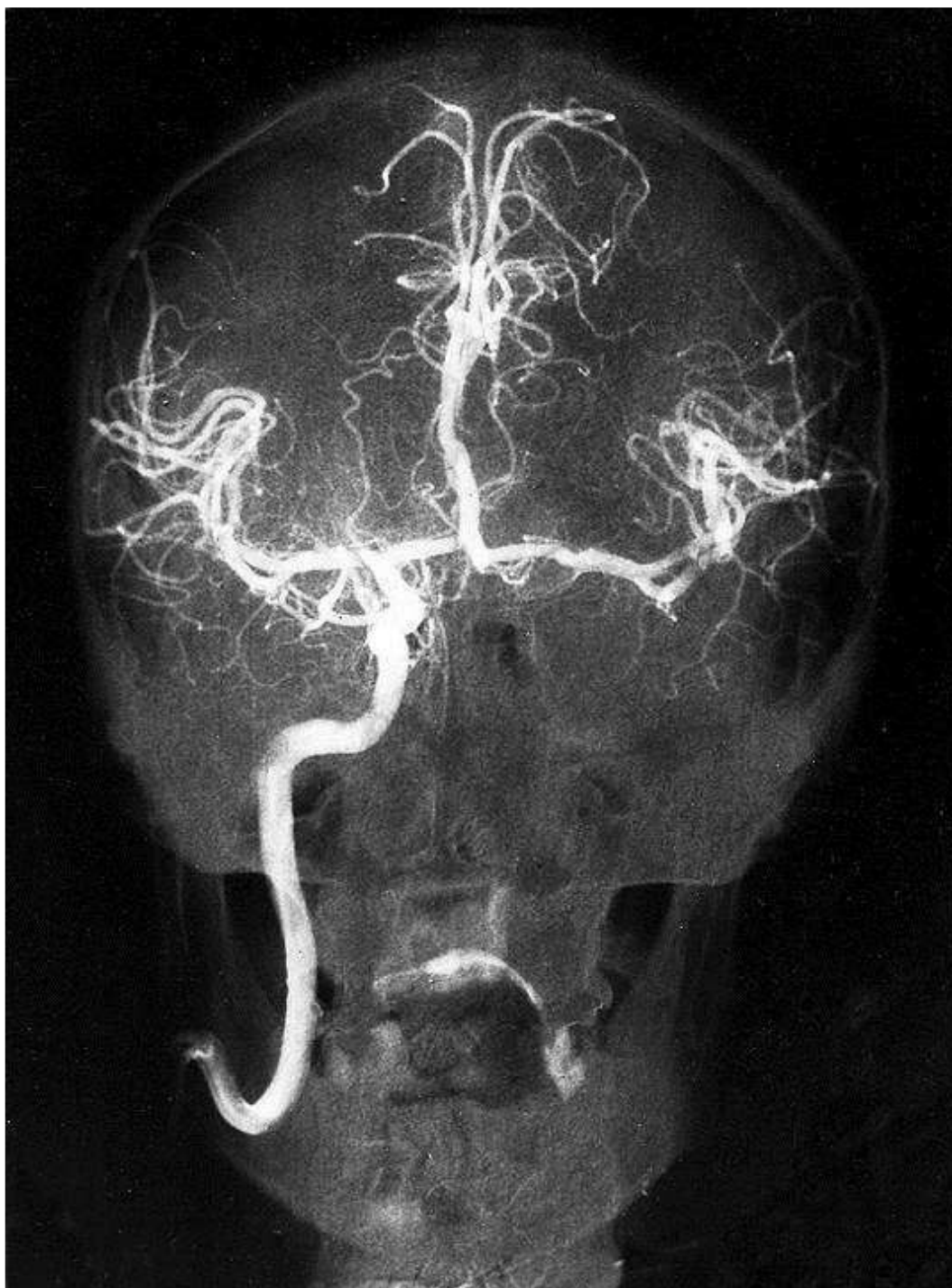
2 arteria carotis interna (vér 75%-a) és a 2 arteria vertebralis arteria basilarissá egyesülve anastomosisgyűrűt alkot:

- **circulus arteriosus**

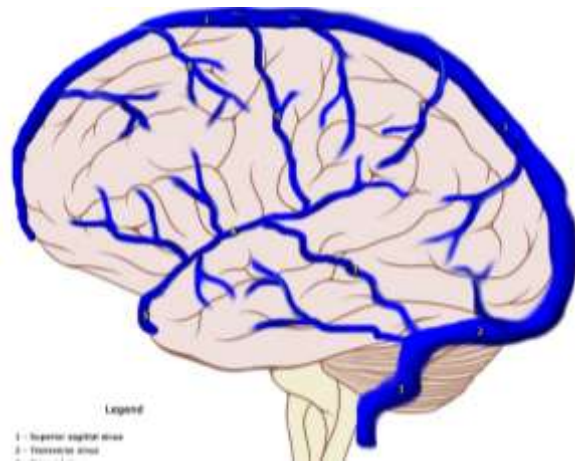


Bottom view of brain





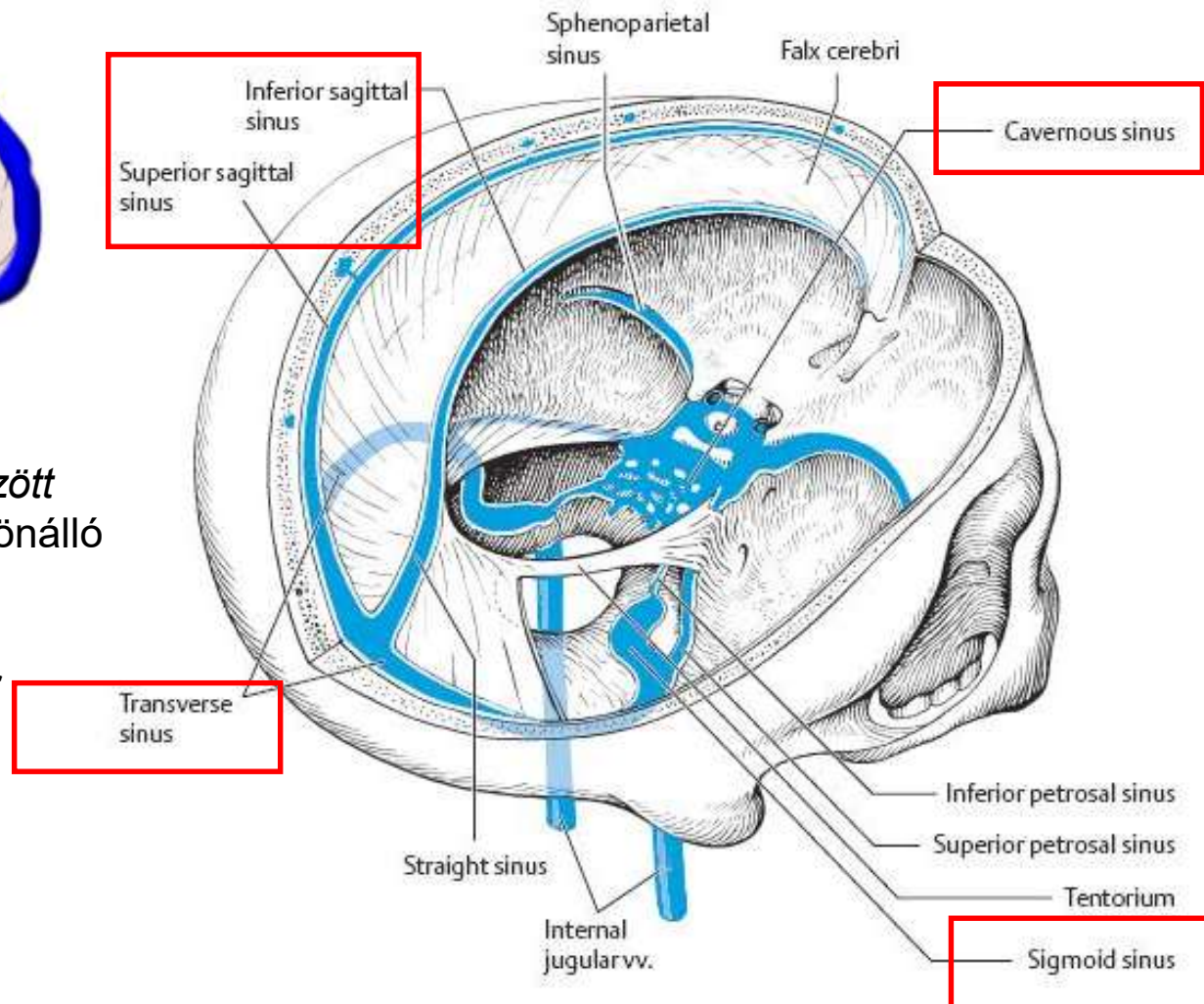
Vérkeringés-vénák



A kemény agyhártya lemezei között alakulnak ki a sinusterek – nem önálló falú vénák

- Sinus sagittalis superior
- Sinus transversus
- Sinus sigmoideus

És még sokan mások...



from Baehr M and Frotscher. Duus' Topical Diagnosis in Neurology, 4th ed
Thime Stuttgart, New York, 2005; 238

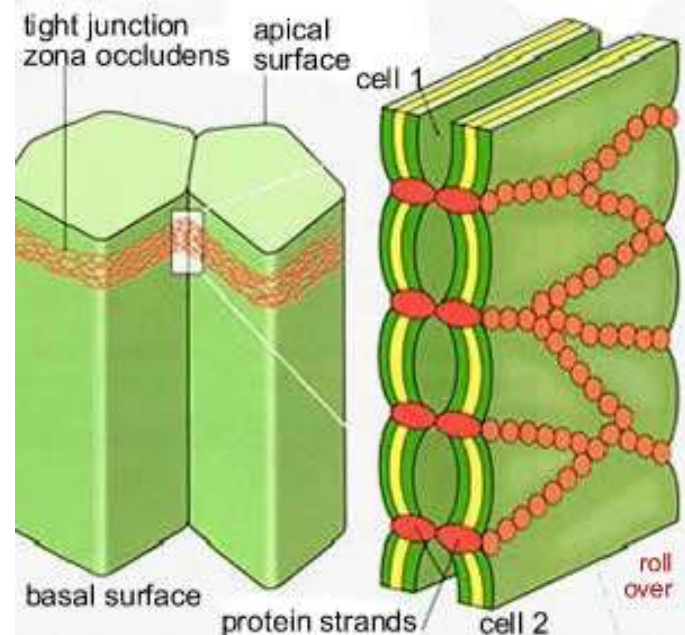
Vér-agy gát



Az erek falát alkotó endothélszéltek (ES) között tight junction (**zonula occludens, ZO**) típusú kapcsolatok

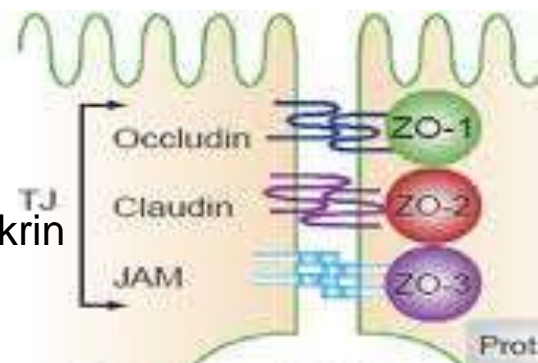
- az endothélszéltek membránjában transzmembrán kapcsolófehérjék- pl. **occludin**
- szelektív anyagáteresztés az ESeken keresztül

Az **astrocyták** talpai **membrana limitans gliae-t** alkotnak – a glia olyan anyagokat termel, amely promotálja a ZO kialakulását. A talpak között is ZO (ennek másodlagos szerepe van)



Vér-agy gát nem teljes a circumventricularis szerveknél, 3. és 4. agykamra tetején, a

- corpus pineáléban – melatonin a vérbe kerül
- hypothalamus tuber cinereum - neuroendokrin
- neurohypophysisben – neuroendokrin működés
- area postremában (híd) - kemoreceptorok

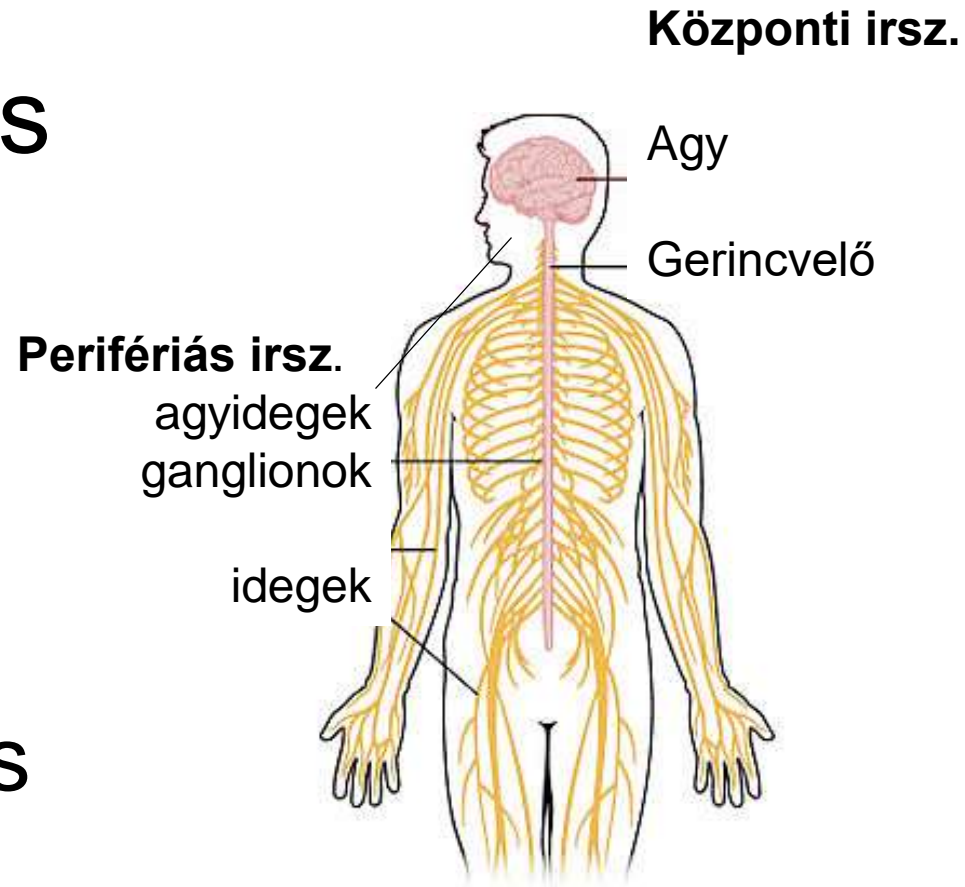


Idegrendszer felosztása

központi - perifériás

Perifériás:
autonóm - szomatikus

Autonóm
szimpatikus – paraszimpatikus -
enterális



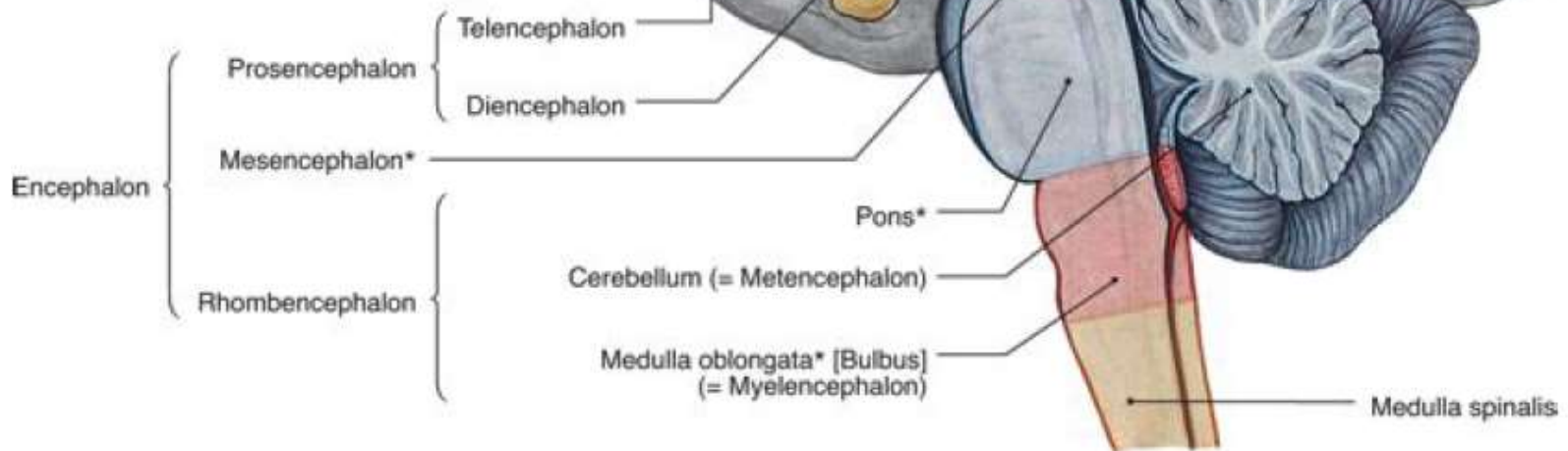
Az agy részei

Prosencephalon (előagy)
telencephalon (nagyagy)
diencephalon (köztiagy)

Mesencephalon (középagy)

Rhombencephalon

pons (híd)
cerebellum (kisagy)
medulla oblongata
(nyúltvelő)



Telencephalon
nagyagy

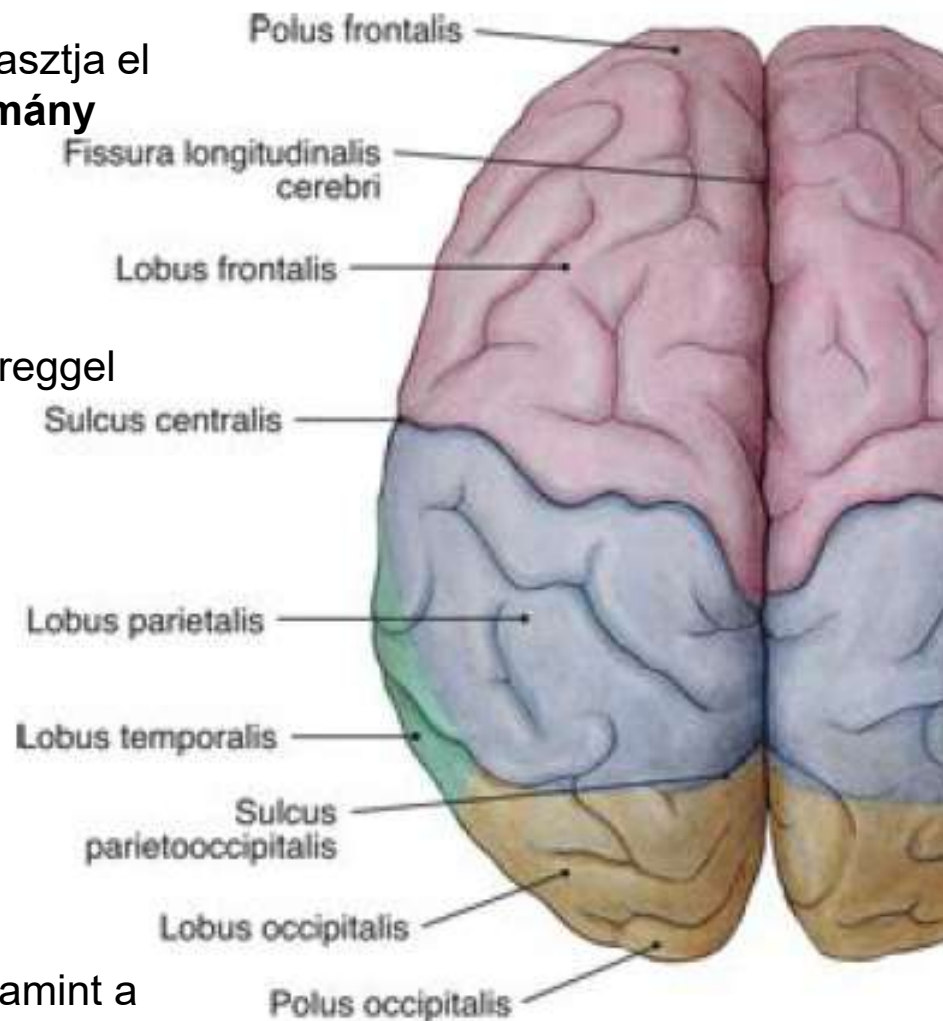
A telencephalon felépítése

- Két hemispherium – félteke
 - ezeket a **fissura longitudinalis cerebri** választja el a hemispheriumokat (féltekéket) a **kéregállomány** borítja, ami **gyrusokat** (tekervényeket) alkot
 - a tekervények között **sulcusok (barázdák)**
 - a féltekék mélyébe szorult szürkeállomány magokat alkot – **törzsdúcok**
 - a törzsdúcok összeköttetésben vannak a kéreggel és a kérgi területek is egymással – **fehérállomány**

Munkamegosztás-Lateralizáció

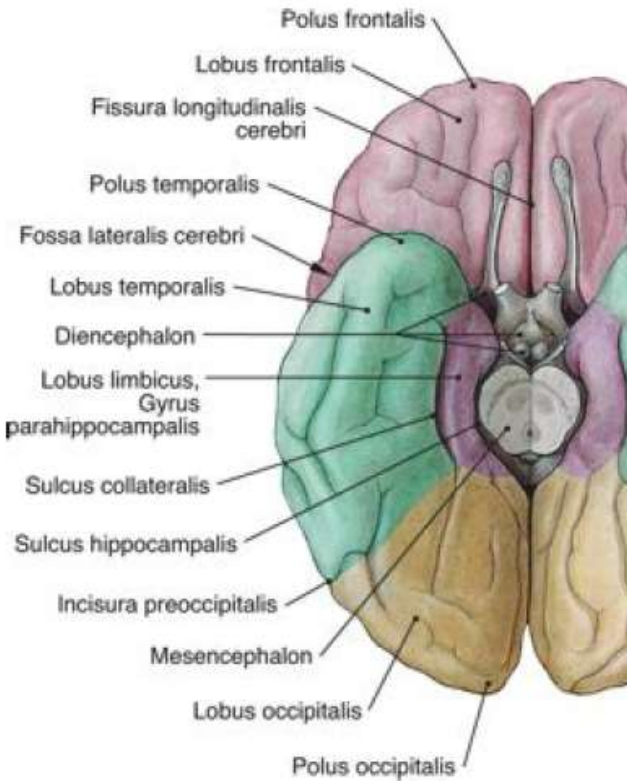
- **domináns félteke:** jobb- vagy balkezesség, a nyelv megértése, beszéd, analitikus
- **nem domináns:** térérzékelés, az arcfelismerés és a zene értése, szintetikus

- a hemispheriumok és az agytörzs átmenetét, valamint a corpus callosumot körbevevő terület a „rhinencephalon” – limbikus területek



facies superolateralis cerebri

A telencephalon lebenyei



Lobus frontalis (homloklebeny)

- a halántéklebenytől a **fossa lateralis cerebri** választja el, ettől hátrafelé halad a **sulcus lateralis cerebri**
- hátsó határa a **sulcus centralis**, előtte húzódik a sulcus praecentralis – ez a kettő határolja a frontalis lebeny kitüntetett részét, a **gyrus precentralist (primer motoros régió)**

Lobus parietalis (fali lebeny)

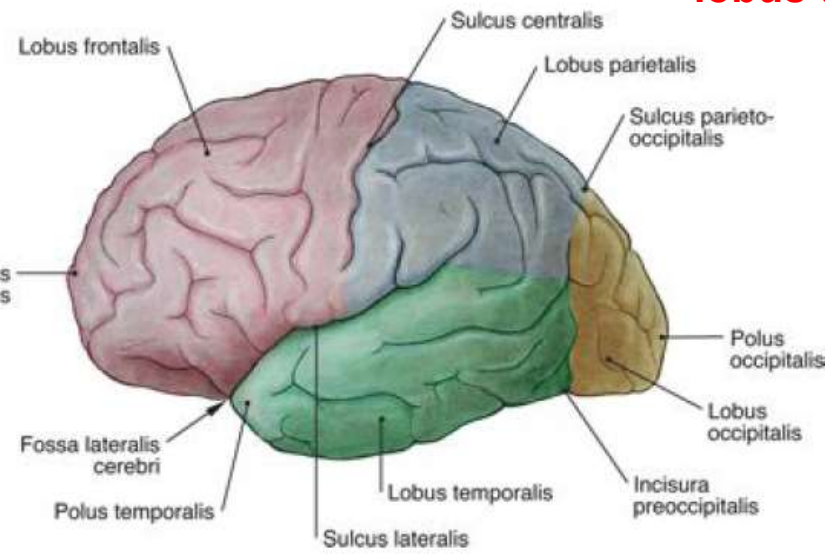
- elülső határa a sulcus centralis-emögött **gyrus postcentralis (primer érzőkéreg)**- a sulcus postcentralisig
- hátulsó határa a **sulcus parietooccipitalis**

Lobus temporalis (halántéklebeny)

- elülső része a **polus temporalis**
- ide vetül a **hallópálya**
- alul a **sulcus collateralis** választja el a **lobus limbicustól** (ezt a lobus temporalis részének is vehetjük)

Lobus occipitalis (nyakszirti lebeny)

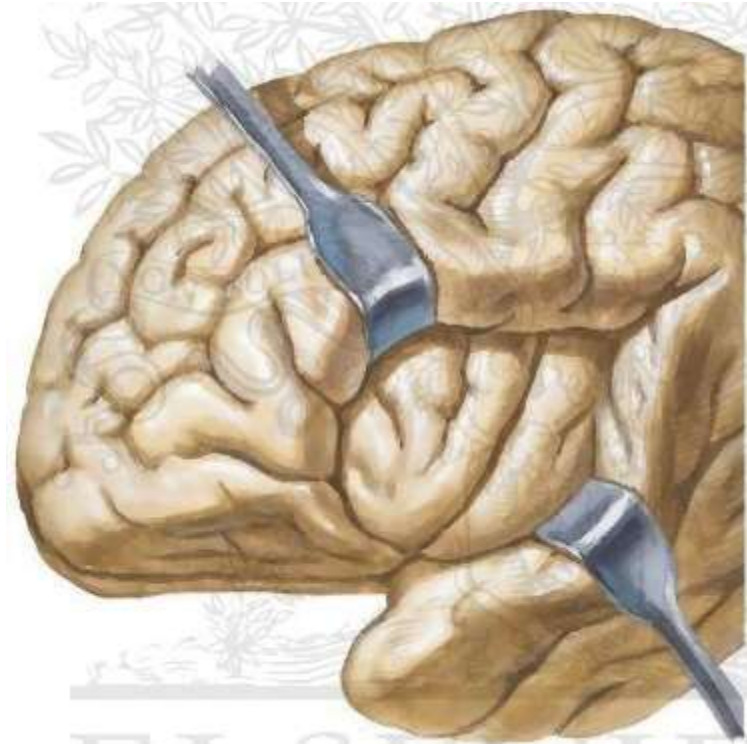
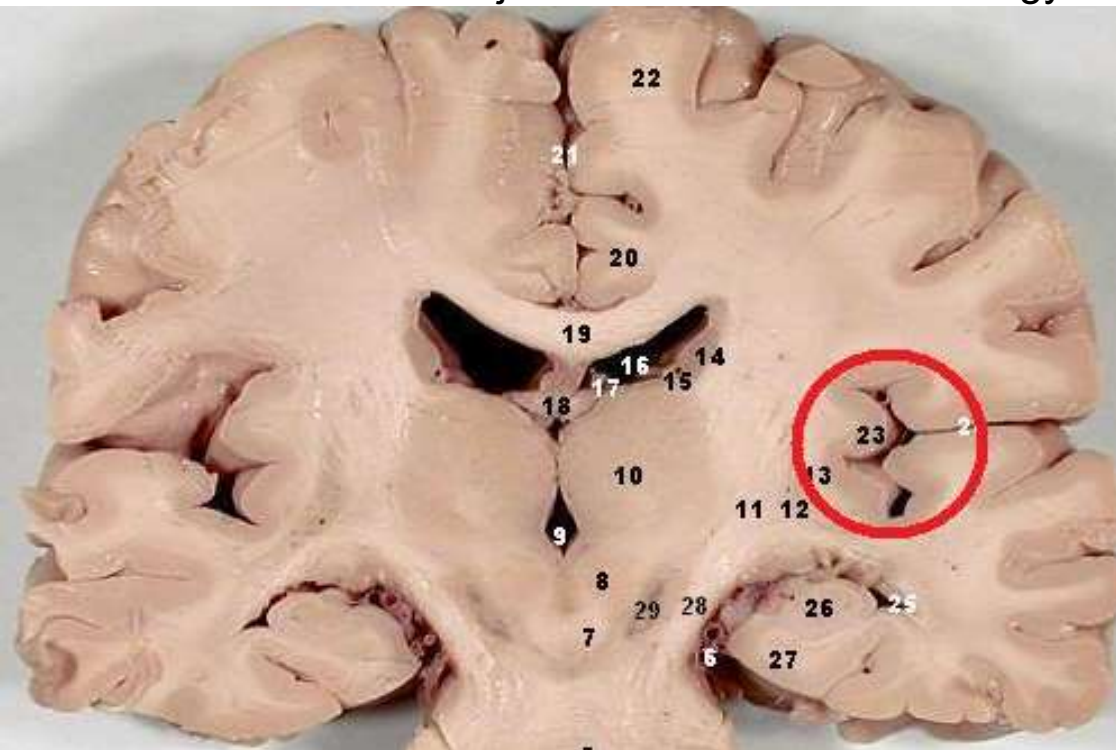
- sulcus parietooccipitalis választja el a lobus parietalistól
- **primer látómező**



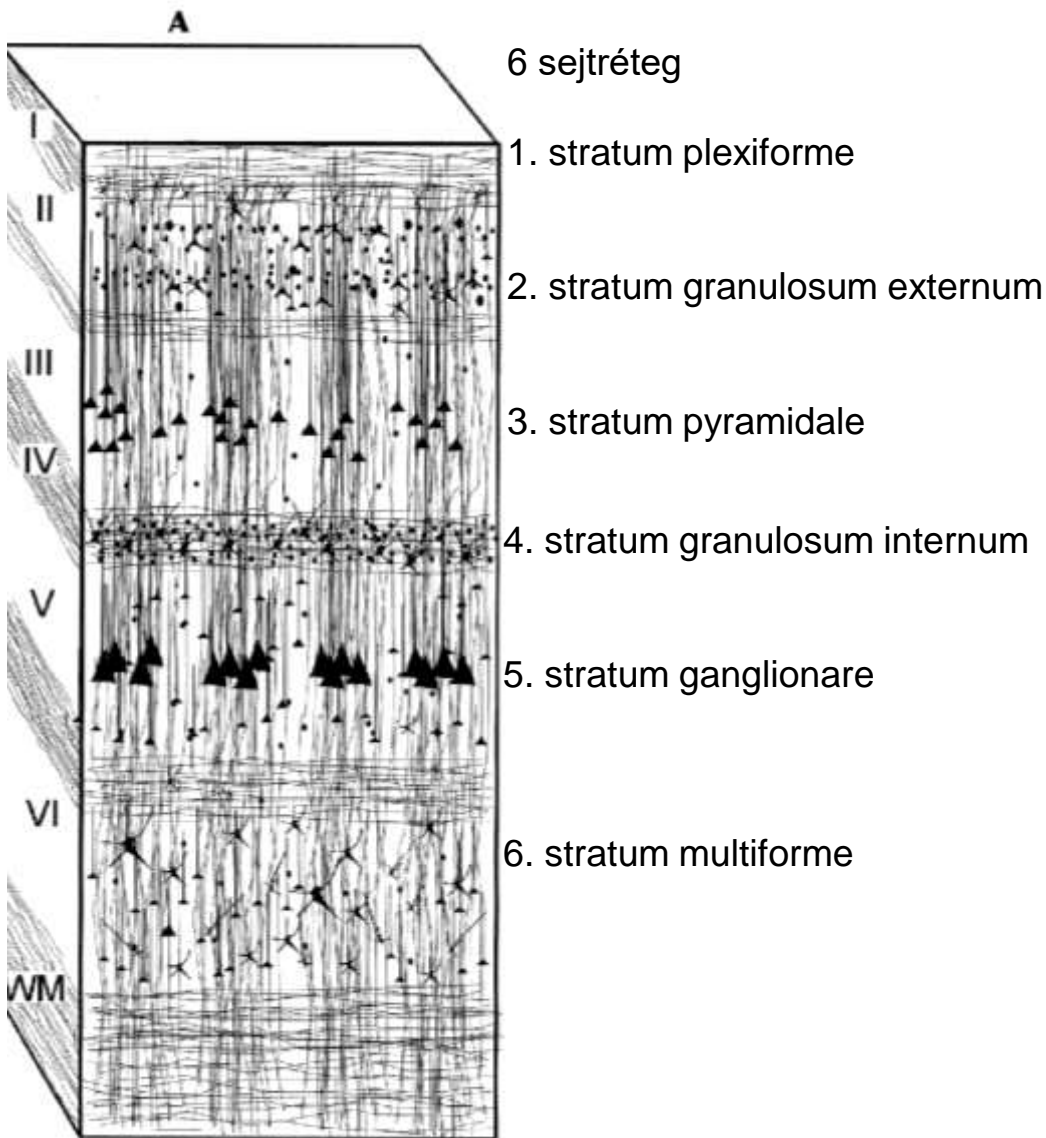
A telencephalon lebenyei

insula

- a sulcus lateralis mélyén a frontalis és a temporalis lebenyek között a mélybe süllyedve helyezkedik el
- a szomszédos lebenyek őt fedő részei az **operculumok**
- **operculum frontale, occipitale és parietale**
- az operculum frontáléban van a **beszédközpont** motoros végrehajtásának központja
- jobbkezes embernél a bal agyféltekében



Az agykéreg rétegei (isocortex)



Elsőként a látókéregben fedezték fel: **Gennari-féle csíkolat**, amely szabad szemmel is látható –thalamusból érkező rostok, amelyek a kéreg 4. rétegébe sugároznak

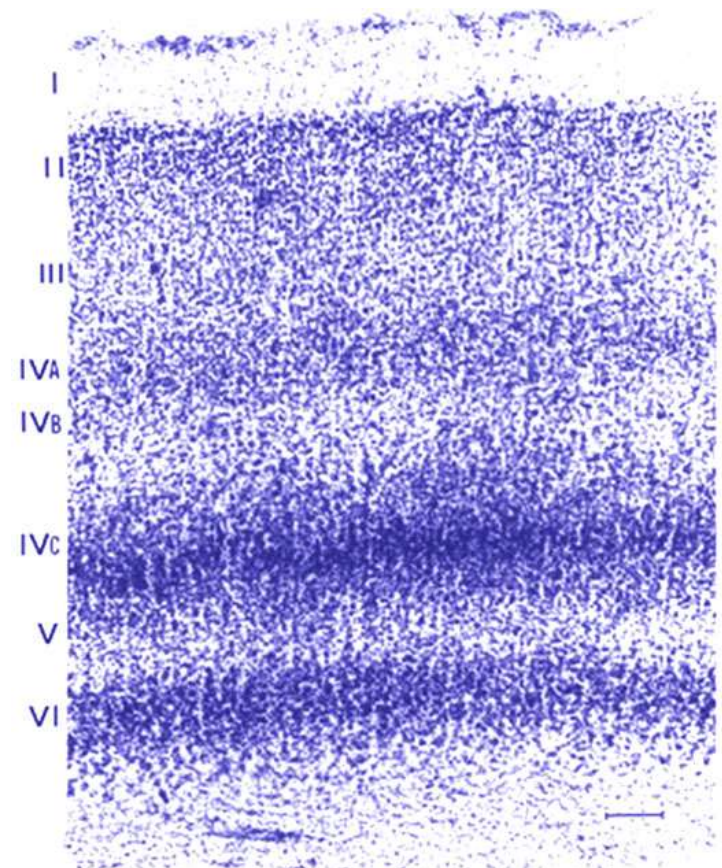
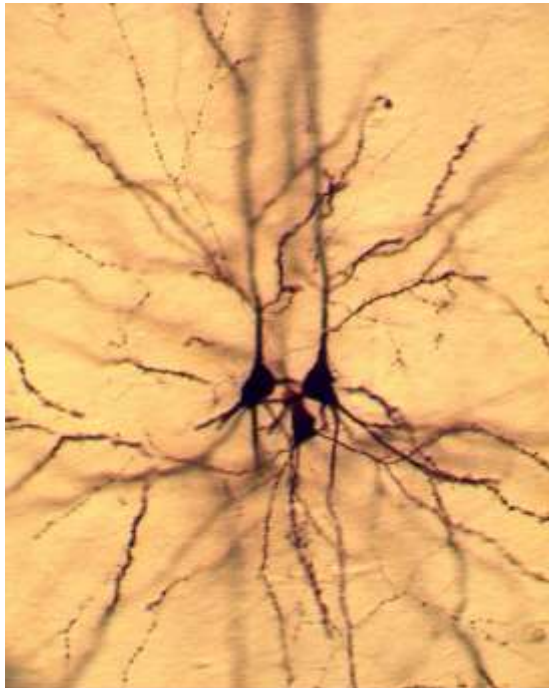
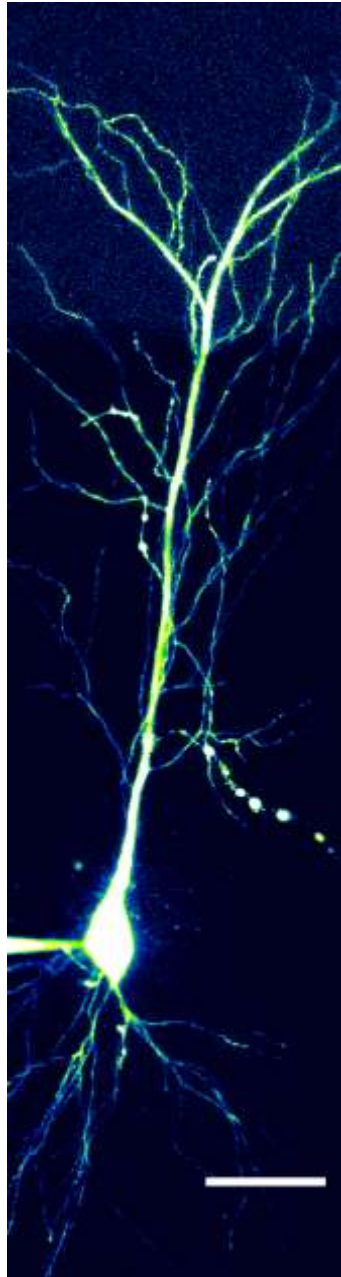


Figure 13. Nissl stain of the visual cortex reveals the different layers I through VI quite clearly.

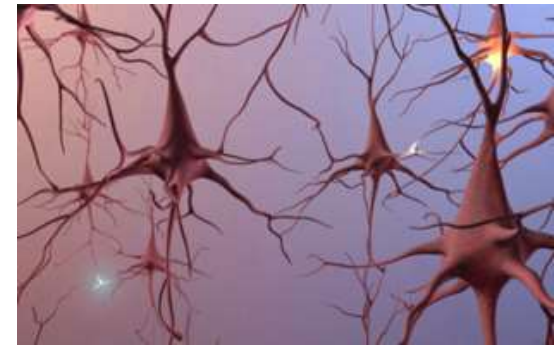
A piramisisejt

- minden kérgi laminában, de **főleg a III. és az V. rétegben**
- a perikaryonhoz közel eső proximális axonkollaterálisok meredeken felszállnak a kéreg felső rétegei felé – a szomszédos piramisisejtek apikális dendritjeivel szinaptizálnak
- a distalis axonkollaterálisok egyre kevésbé meredeken szállnak fel – távolabbi piramisisejtek csúcs- és bázisdendritjeivel szinaptizálnak
- így a piramisisejtek a környezetükben levő piramisisejteket is ingerli



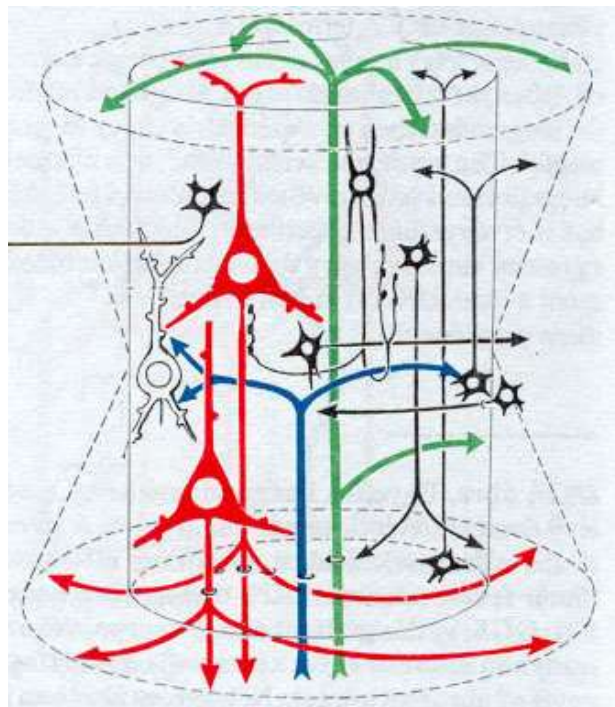
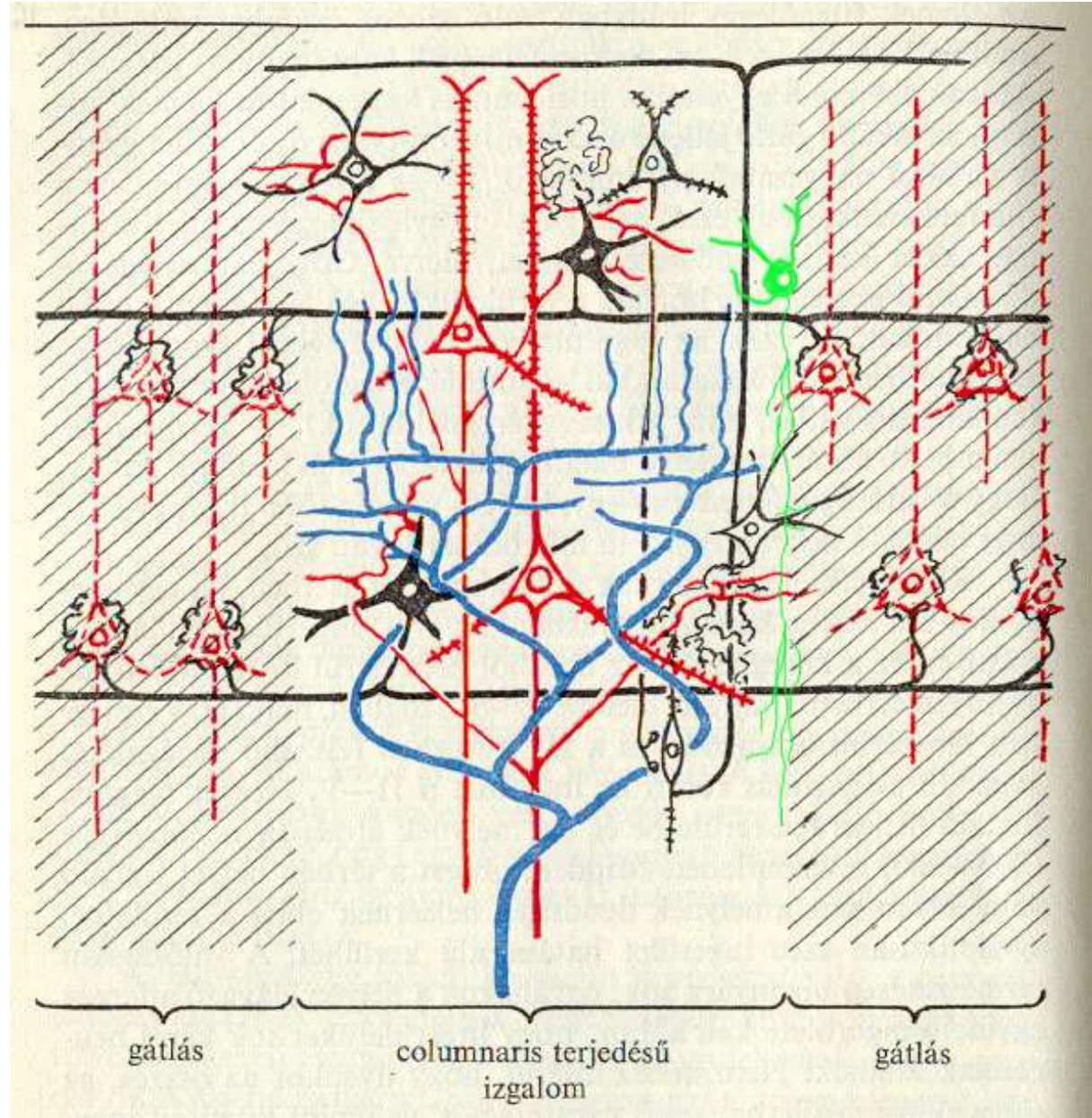
- piramisisejtek között **teacher-szinapszis**, thalamusból érkező rostok és piramisisejtek között **pupil-szinapszis**

- **a piramisisejtek közötti szinapszisok aktivitása befolyásolja a thalamocorticalis rostok szinapszisainak működését**



Agykérgi kolumna

- a neuronális elemek vertikális irányban kapcsolódnak össze
- specifikus afferens vagy intracorticalis afferens köré (agyterülettől függően)
- 5000 neuron oszloponként 2×10^6 modul



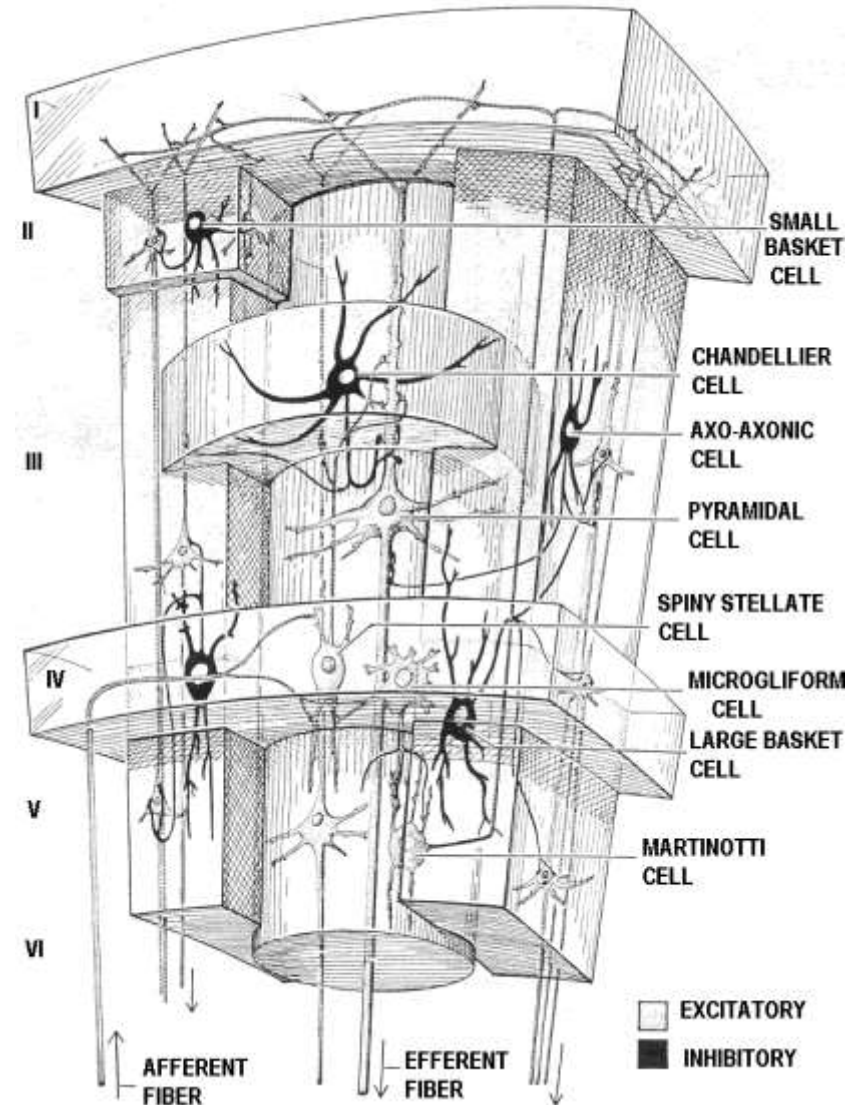
(Kérgi columnák)

Az agykéreg moduláris funkcionális egységei

• Microcolumnna

- 80- 120sejt, amelyek 200-800 (átlag 500) mikronra vannak egymástól
- nem fed át a receptív mező
- a columnán belül verticalis kapcsolatok
- **2×10^8 minicolumnna az emberi agykéregben, 30-40 mikron átmérővel**
 - a minicolumnnákon belül a sejtek **hasonló tulajdonságokat kódolnak**
 - a szomszédos minicolumnnák receptív mezeje eltér
 - 1 thalamicus axon 100-300 minicolumnnát ér el
 - egy columnna egy asszociációs rost köré szerveződik

- **Hypercolumnna** 5000 sejt. 2 000 000 db/agy
- Szorosabb kapcsolat sugárirányban mint laterálisan. (Blue Brain project)

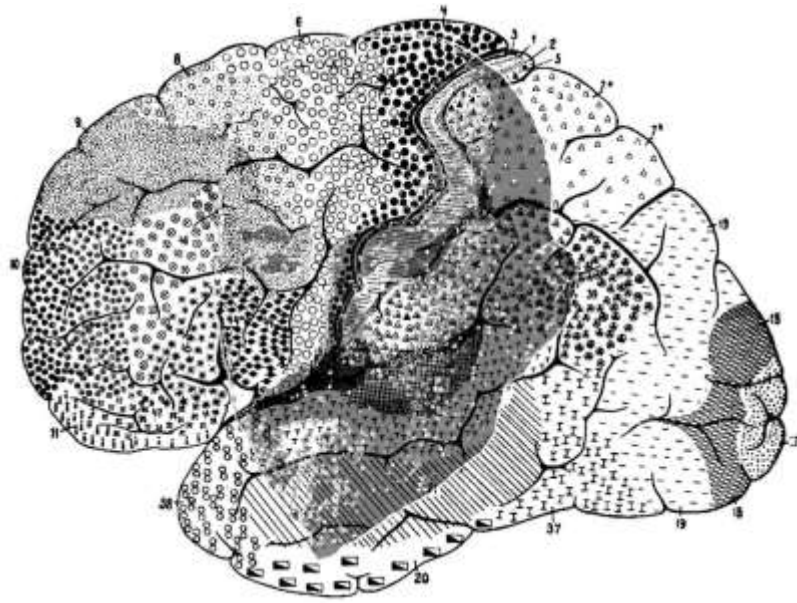
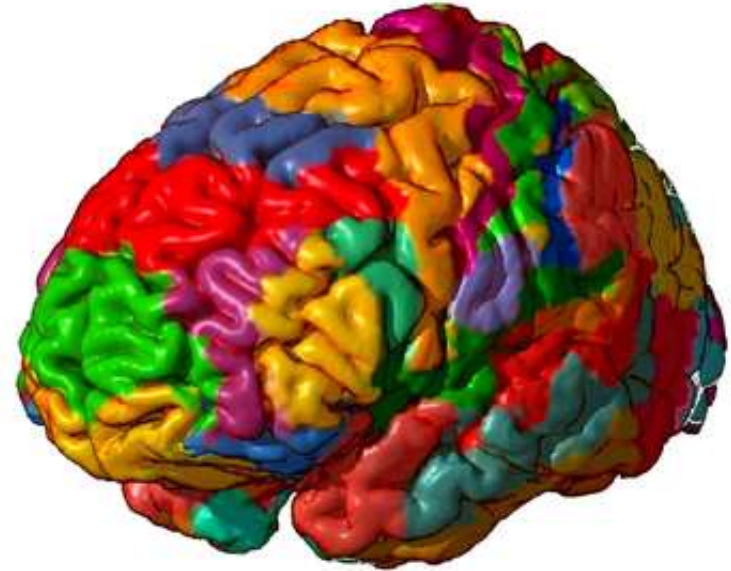


Az agykéreg további felosztása:

1 - citoarhitectúra alapján
(sejtsűrűség, rétegek
vastagsága, sejttípusok)

Brodmann féle területek

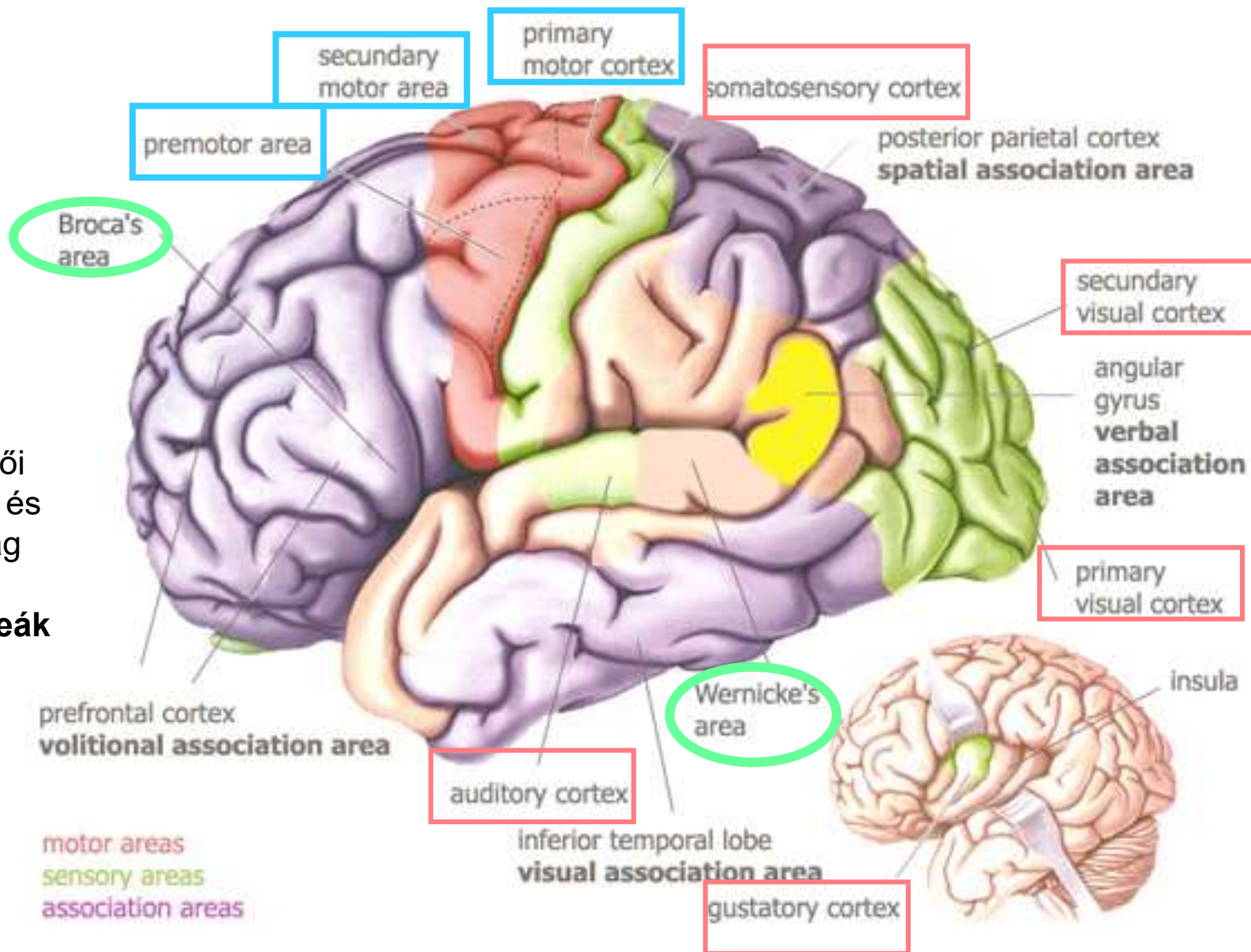
A kéreg felszínén való
tájékozódást szolgálják



Az agykéreg további felosztása:

- Funkcionális alapon:
 - Látó
 - Halló
 - Mozgató
 - Szomatoszenzoros
 - Asszociációs

Az agykéreg



Az agykéreg különböző (területei) mezői funkcionálisan és morfológiailag különböznek.
Brodman-areák

Érzőkérgék

A thalamustól közvetlen sensoros bemenetet kapnak

2. vizuális kéreg (ellenoldali látómező)

- primer: retinotópiás leképeződés-occipitális lebeny
- a másodlagos látómezők a primer körül – a látási infók összevetése korábbi látási emlékekkel

- A másodlagos kéreg az elsődlegesből kap bemenetet

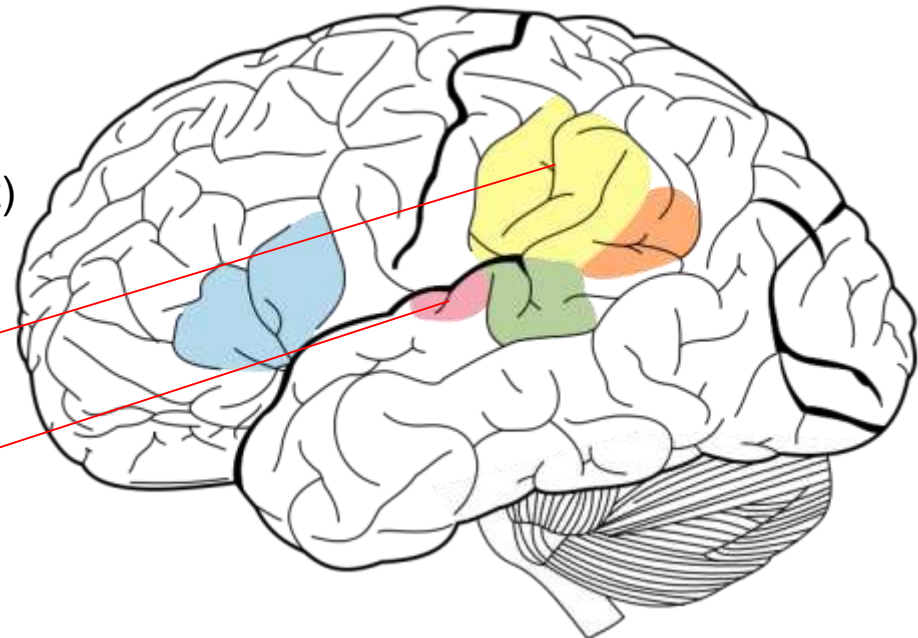
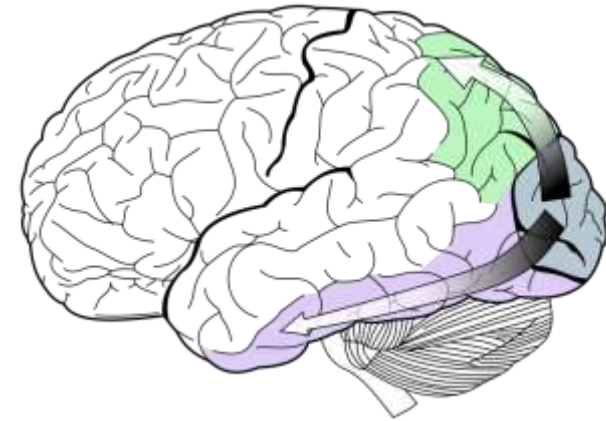
Inferior temporaliis kéreg (komplex objektumfelismerés-nagymama sejtek)

3. primer hallókéreg

- gyrus temporalis superior
- Tonotopikus organizáció (frekvenciák szerint)

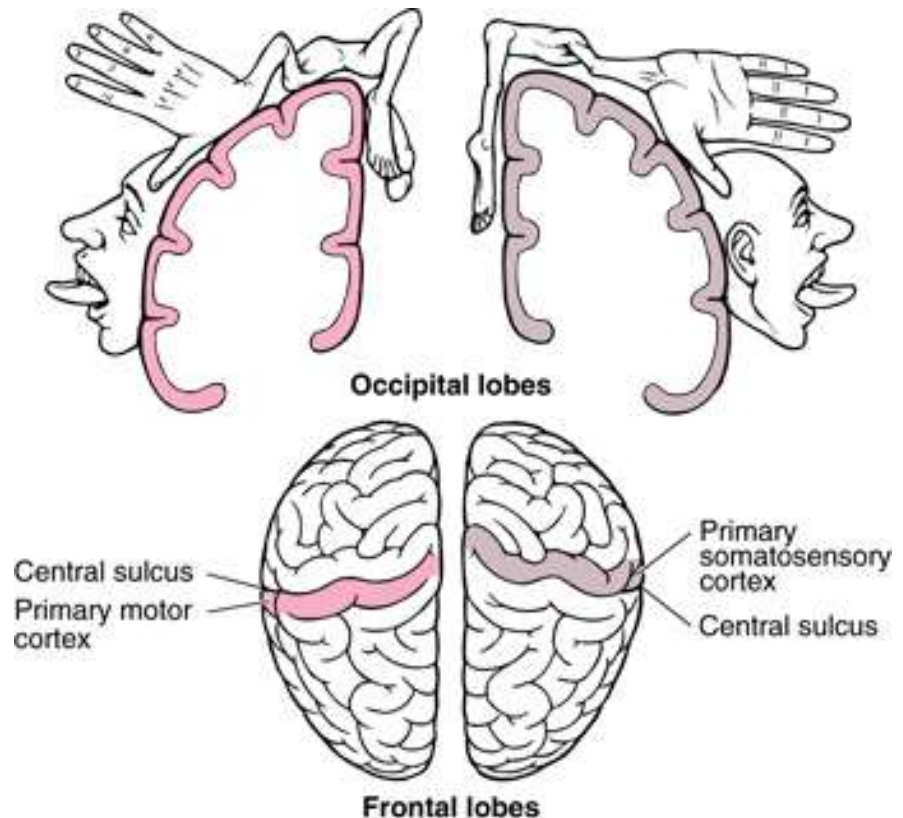
Wernicke area (beszédértés)

Primer halókéreg



Érzőkérgek

- ***primer szomatoszenzoros kéreg (ellenoldali testfél)***
- Topografikus (szomatotópiás) leképeződés – szenzoros homunculus: egyes testrészek leképeződése (reprezentációja) az adott testrész receptorai számától függ
- gyrus postcentralis – itt van az ízlelés primer központja is
- Brodmann 3, 1 és 2-es mezők



Mozgatókérgék

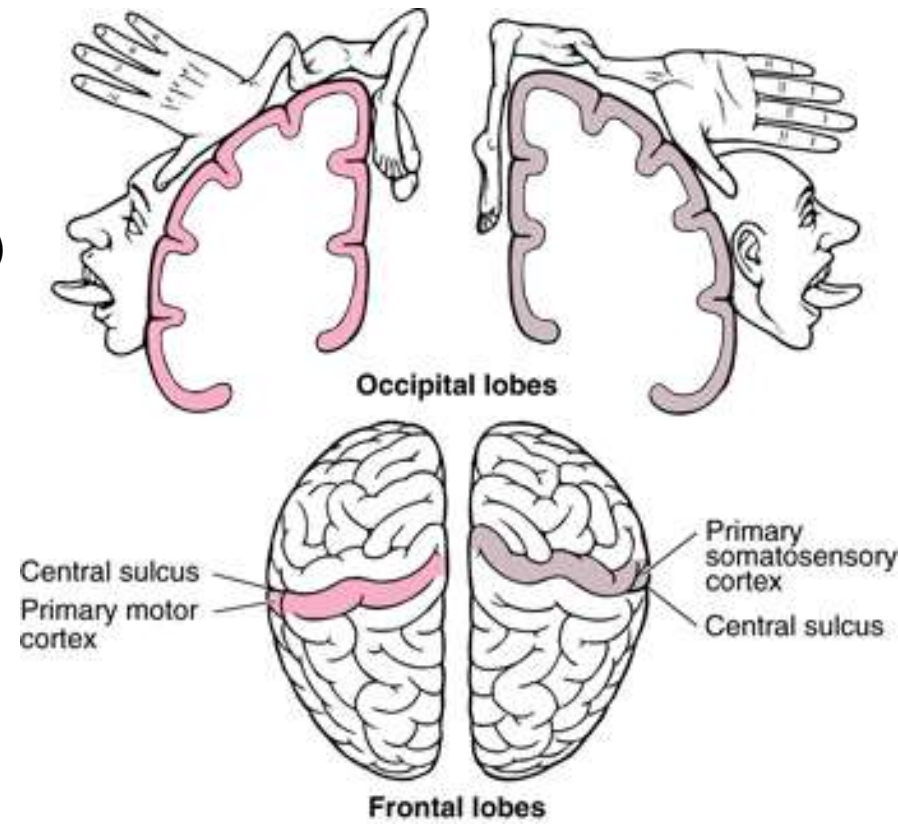
1. *Primer motoros kéreg*

- a gyrus praecentralisban a frontalis lebenyben
- Szomatotópiás (topografikus) elrendeződés, az akaratlagos mozgások elindítója

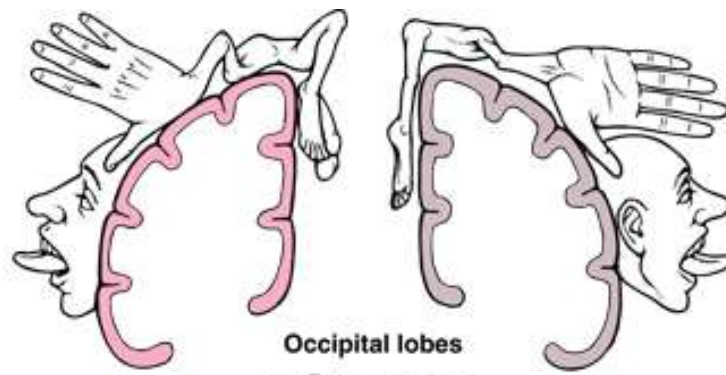
2. *Premotor area és suplementer motoros area*

- a mozgások kiválasztása, tervezése
- tükröneuronok

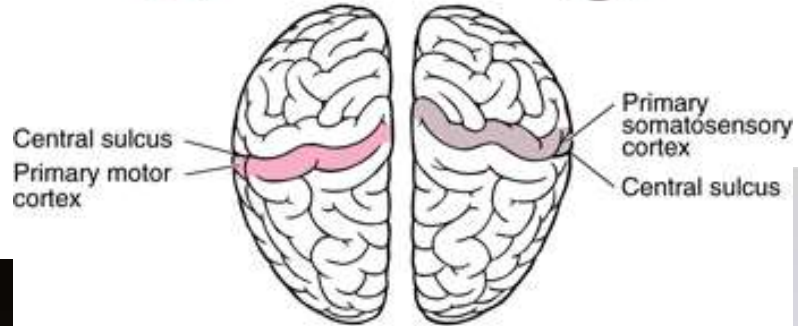
A **Broca-féle motoros beszédközpont** az alsó homloki tekervényben (*gyrus frontalis inferior*) található – a domináns agyféltekében



motoros
homunculus



Occipital lobes



Central sulcus
Primary motor cortex

Primary somatosensory cortex
Central sulcus

Frontal lobes

Szomatoszenzoros
homunculus



Egyéb kérgi mezők

Pallium, neocortex

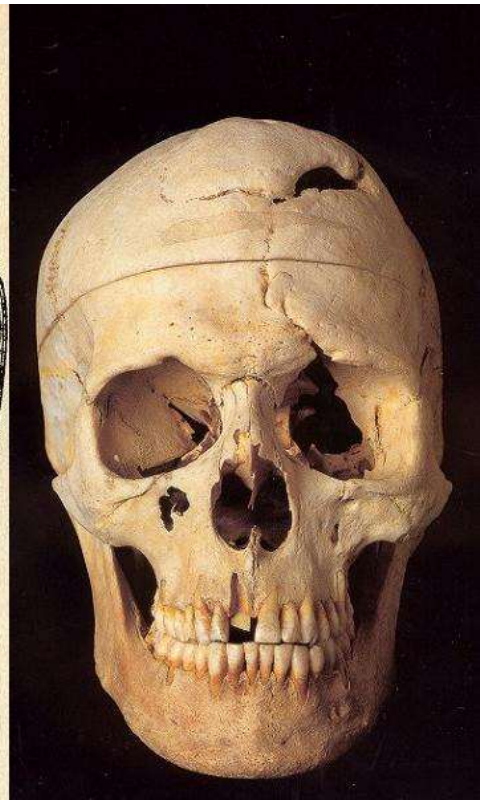
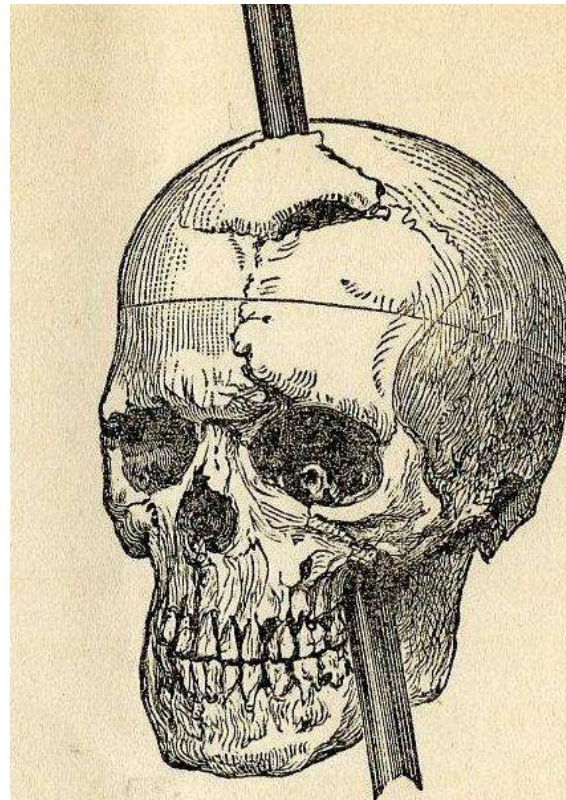
Asszociációs kérgék

- többszörös *afferentáció*val és *efferentáció*val rendelkeznek – **integrációs működés**
- szerep: érzékelt információk értelmezésében, magatartás kialakítása

1. *Prefrontalis*

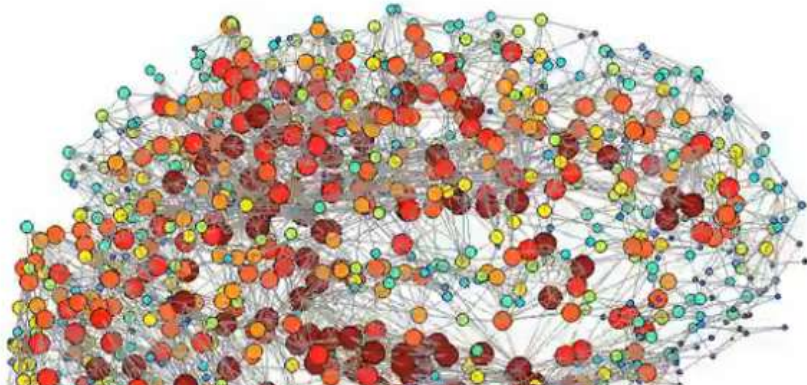
- precentralis mező előtt van (9, 10, 11 és 12-es Brodmann mezők).
- személyiség
- kezdeményező és ítélőképesség
- Érzelmek kontrollja

Phineas Gage (1823-1860)

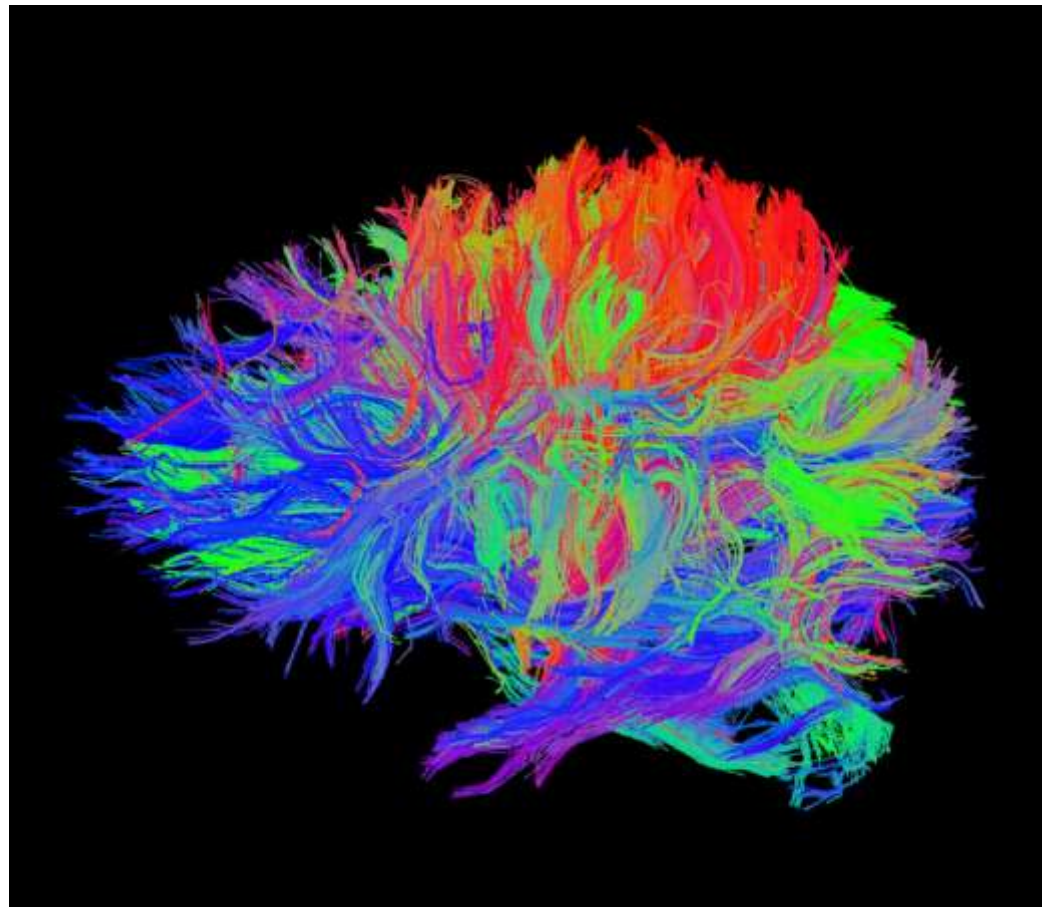
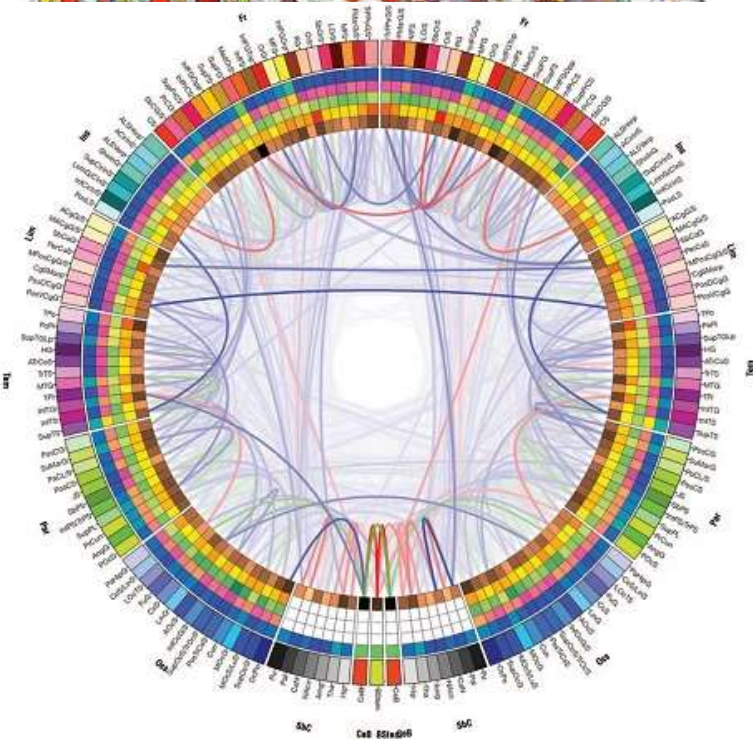


Az agykéreg további felosztása:

- Kapcsolatrendszer (hodológia) alapján



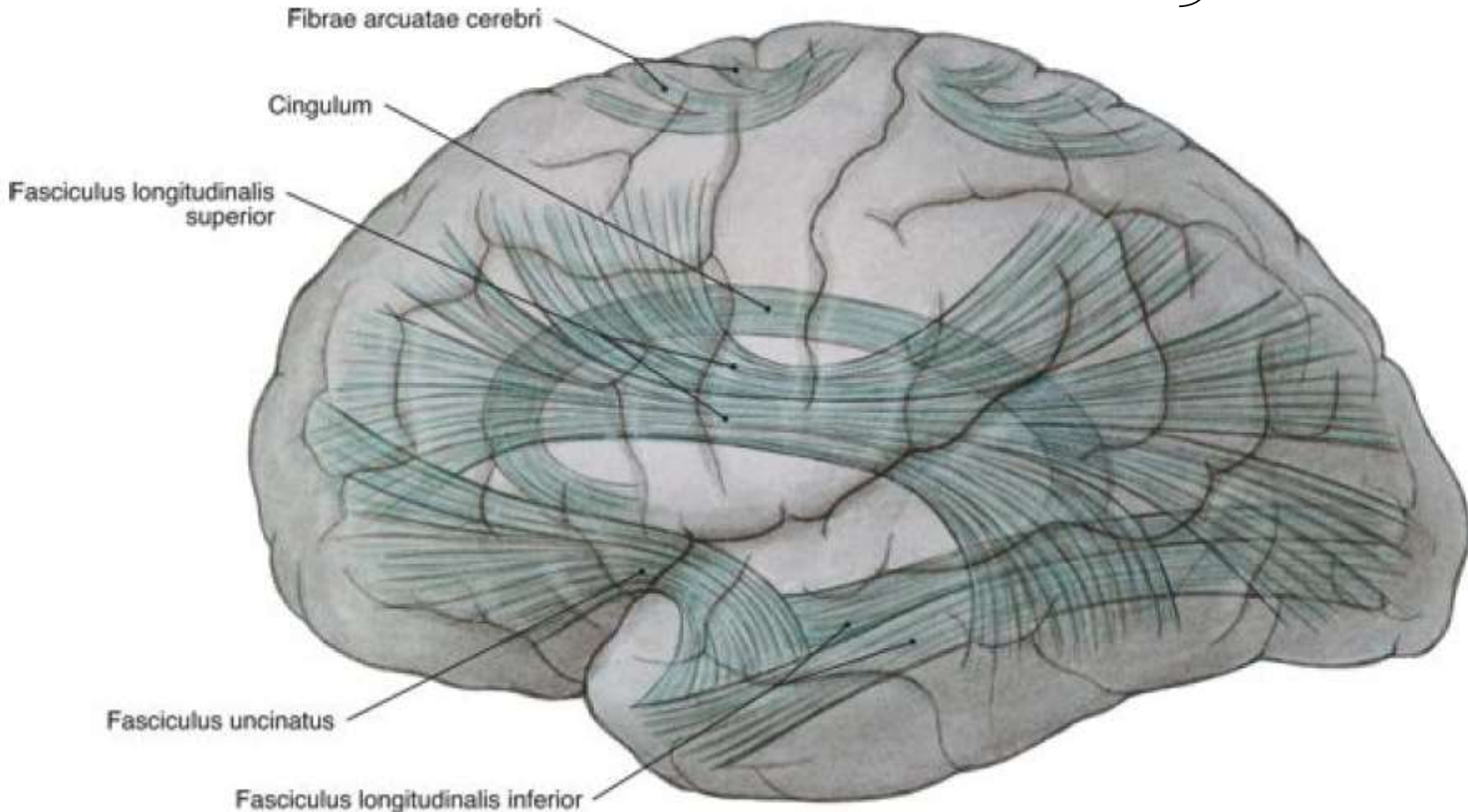
Afferens pálya: egy adott területre érkező axonok
Efferens pálya: egy adott agyterület neuronjainak elvezető axonjai



Asszociációs pályák

• egy agyféltekén belül különböző kéregrészeket kötnek össze

- fibrae arcuatae cerebri: szomszédos területek között
- fasciculus longitudinalis superior: occipitalis és frontalis lebenyek között
- fasciculus longitudinalis inferior: az occipitalis és temporalis lebenyek között
- fasciculus uncinatus: frontalis és temporalis lebenyek között
- cingulum: felülről megkerüli a corpus callosumot



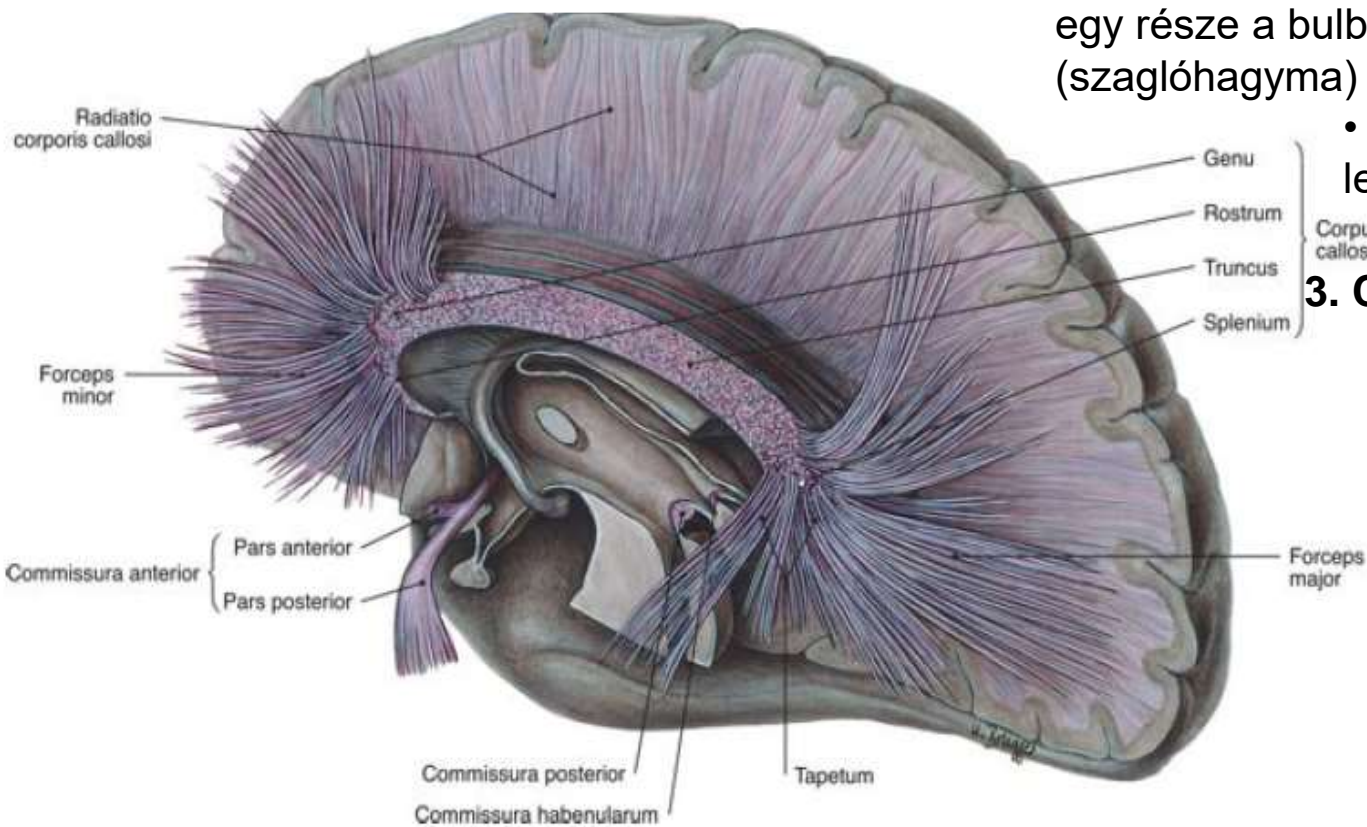
1. Corpus callosum (kérgestest)

2. Commissura anterior

egy része a bulbus olfactoriusok (szaglóhagyma) közötti összeköttetést adja

- más része a temporális lebenyek között

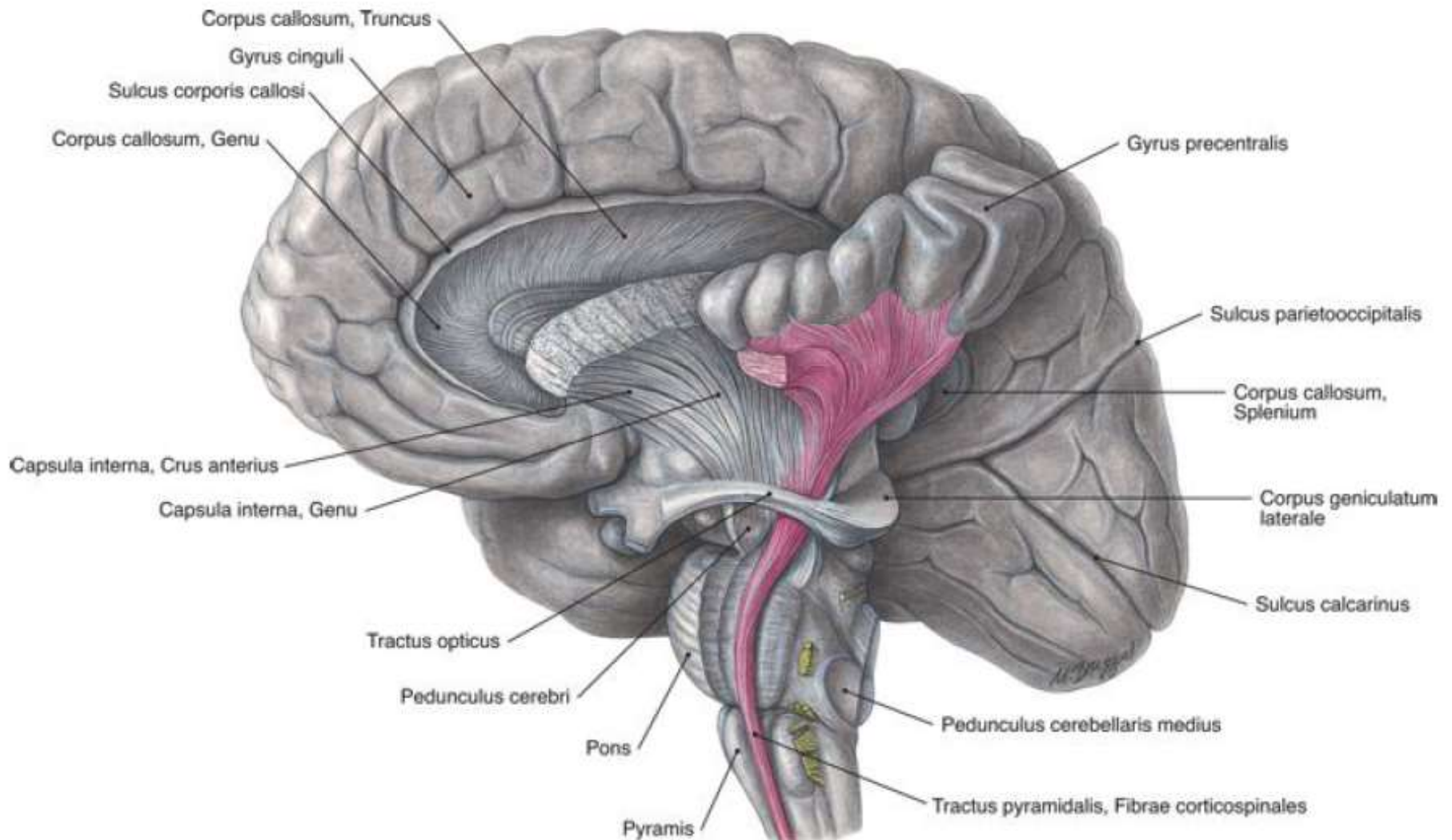
3. Commissura posterior



- a két féltekét köti össze
- minden olyan sejtek, aminek az axonja elhagyja a kérget van egy kollaterálisa, amely a corpus callosumon keresztül átjut a másik féltekébe
- sokszor a tükörképi kéregrészletben végződik a kéreg teljes mélységében egy kb. 200 mikron átmérőjű térben
- az I. rétegben pár milliméterre is elmehetnek

6. Capsula interna

A legnagyobb fel-és leszálló fehérállományú köteg

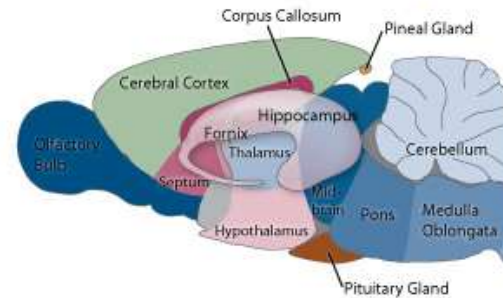
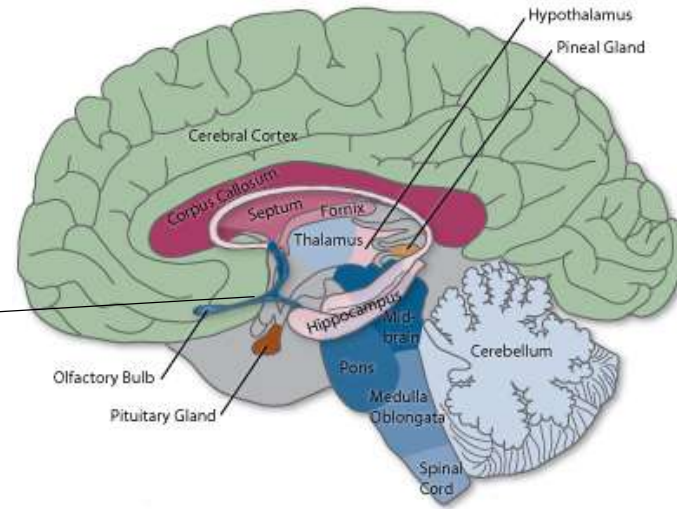


PALEOCORTEX

Pallium

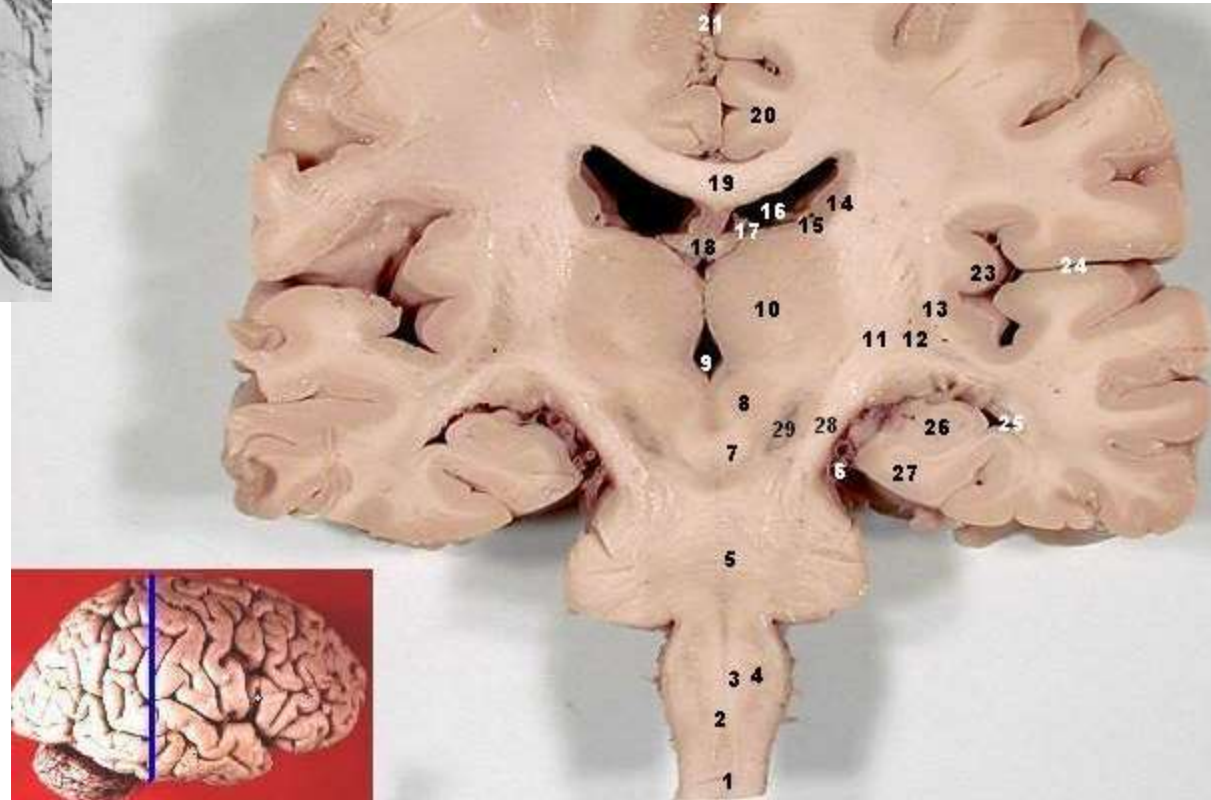
Szaglókéreg: cortex piriformis

- az előagy basalis részén fekszik
- kétirányú kapcsolat a bulbus olfactoriuszal
- az ingerülete az asszociációs pályákon keresztül az **entorhinalis kéregbe**, → a **hippocampusba** majd a **neocortexbe** kerül
- mélyebb kimenetei **thalamusba** hypothalamus, striatum
- Rétegei (csak 3!)
 - I. (agykéreg felszíne felé: **stratum plexiforme** – ide lépnek be a szaglórостok és szinaptizálnak a piramissejtek apikális dendritjeivel – többszörös szinapszisok
 - II. **piramissejtek rétege** – a piramissejtek kollateralisai felmennek a stratum plexiforméba és ott más piramissejtek apikális dendritjeivel kapcsolódnak – feed forward serkentés - jelerősítés
 - III. **a piramissejtek basalis dendritjei és axonjai**, kevés piramissejt – a gátló sejtek itt szinaptizálnak, a gátló sejteken is végződhetnek szaglórостok - feed forward gátlás az eredménye)



ARCHICORTEX

Az **entorhinalis kéreg** állománya a **subiculumban** folytatódva laterális irányban hajlik és **ammonszarvként** bedomborodik az oldalkamrák alsó szarvának üregébe – a kamra középső részétől kezdve medialis irányba fordul – így ér a **gyrus dentatus**hoz
itt **fimbria hippocampi** – távozó rostok - ezek később a fornixba, majd ezen keresztül a corpora mammillariába jutnak

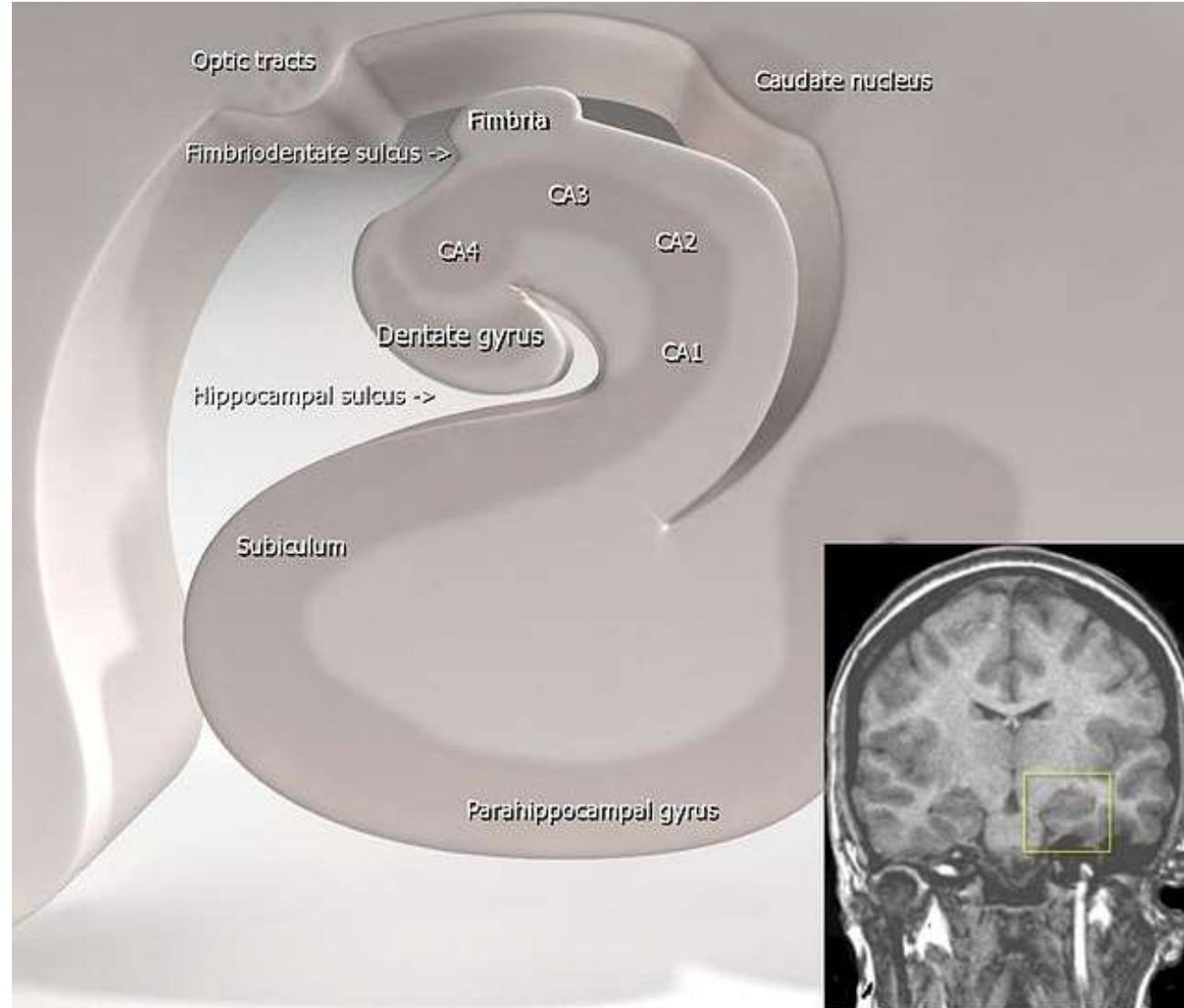


- emlényomok rögzítése, térbeli orientáció, tanulás, tájékozódáshoz szükséges infók megőrzése

Hippocampus-formáció

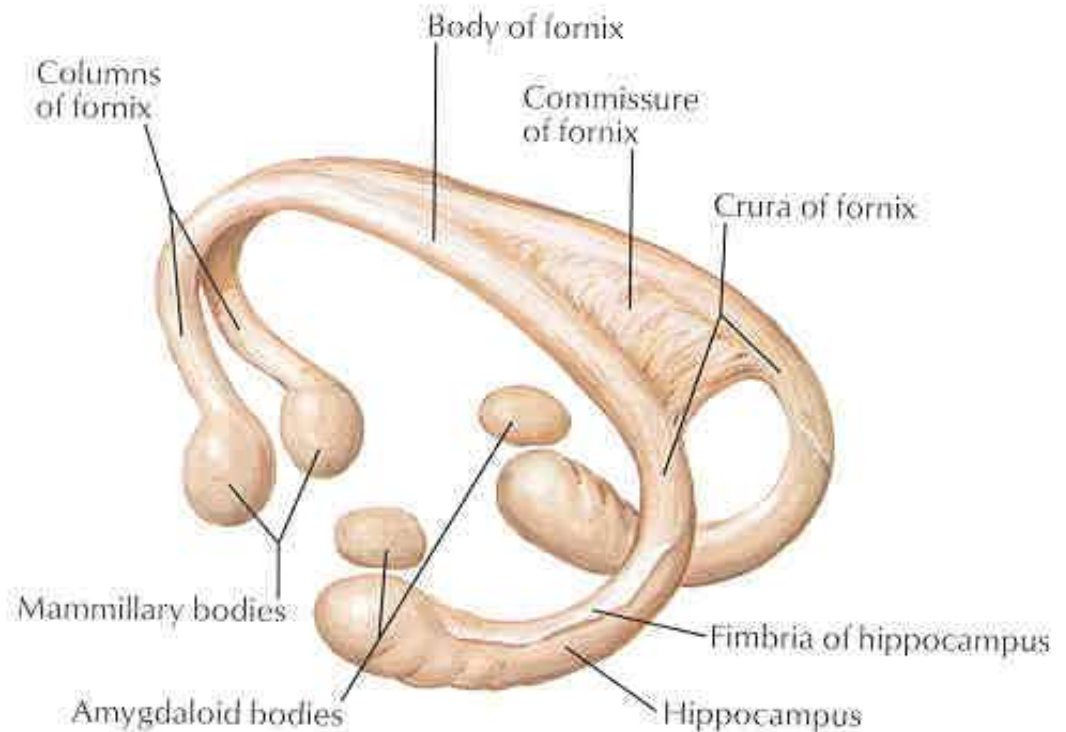
Entorhinalis kéreg:

- bemenet különböző corticalis részekből (pl. a szaglókéregből), raphe, locus coeruleusból, stb.
- efferensek
 - egyik része a gyrus dentatusba tér, ahol a szemcsesejtek axonjaival kapcsolódik
 - más részük a **fasciculus perforansban** halad és a piramisisejtek csúcsdendritjeivel (CA1-CA3) képez kapcsolatot a stratum lacunosum-molecularében



4. Fornix

A hippocampus fő afferens és efferens pályája)

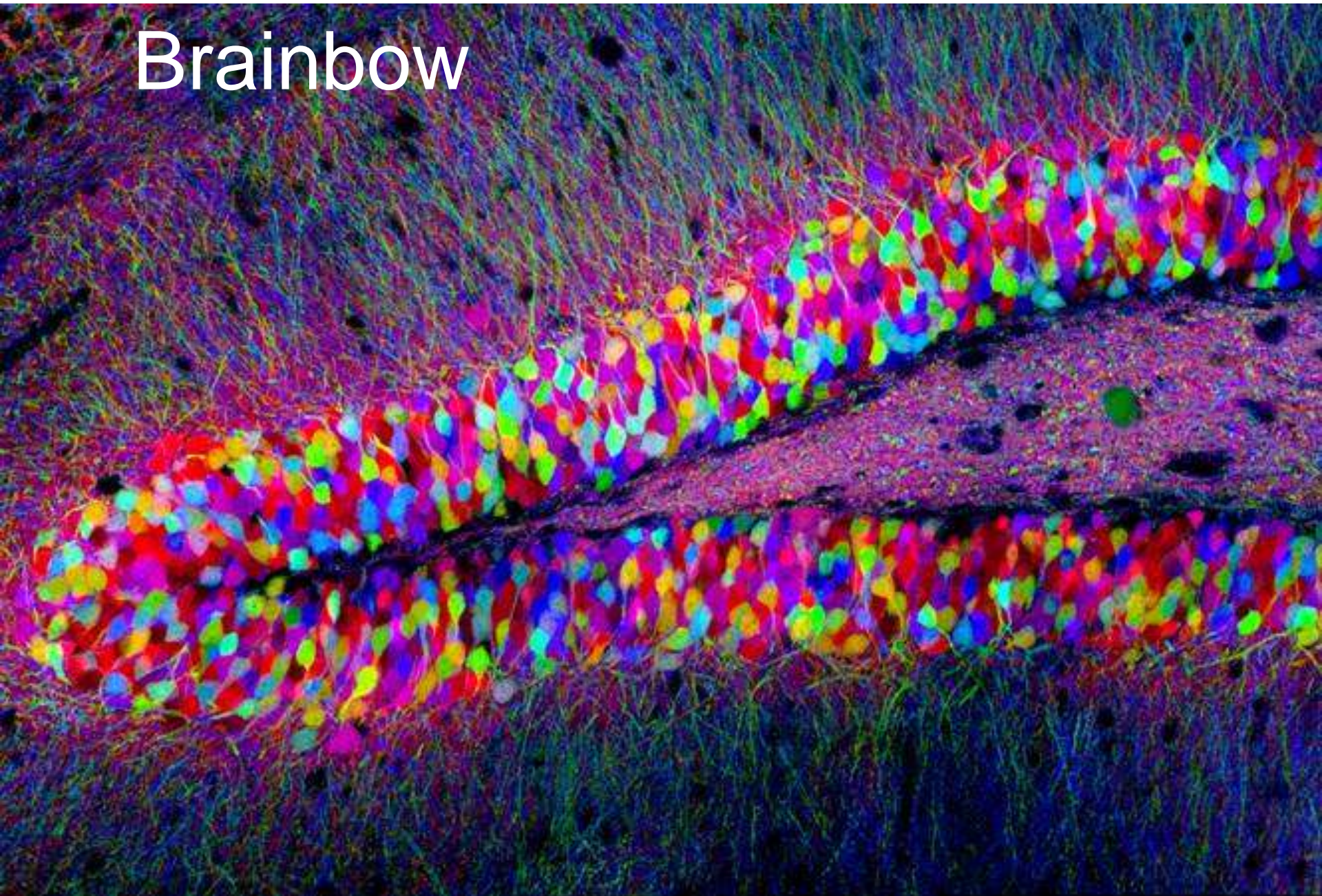


Fornix: schema

5. Commissura hippocampi

- a két fornixfél között rostok cserélődnek ki
- a két hippocampus közötti összeköttetés

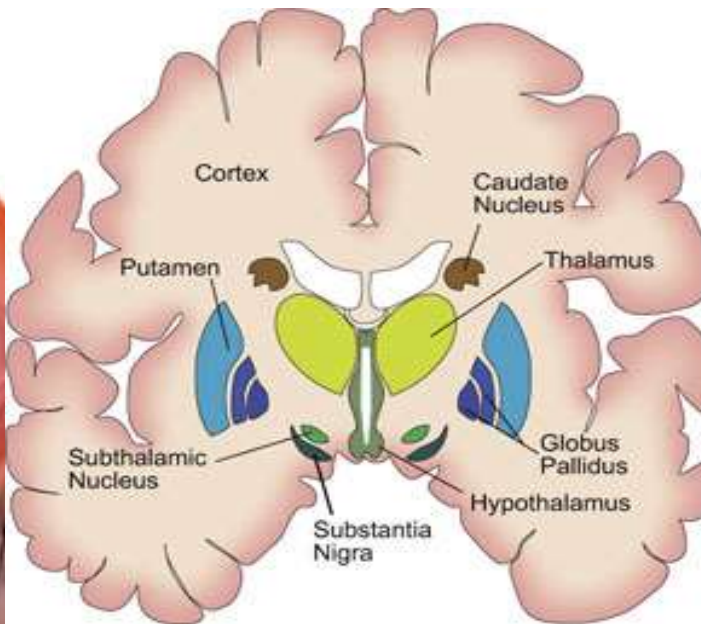
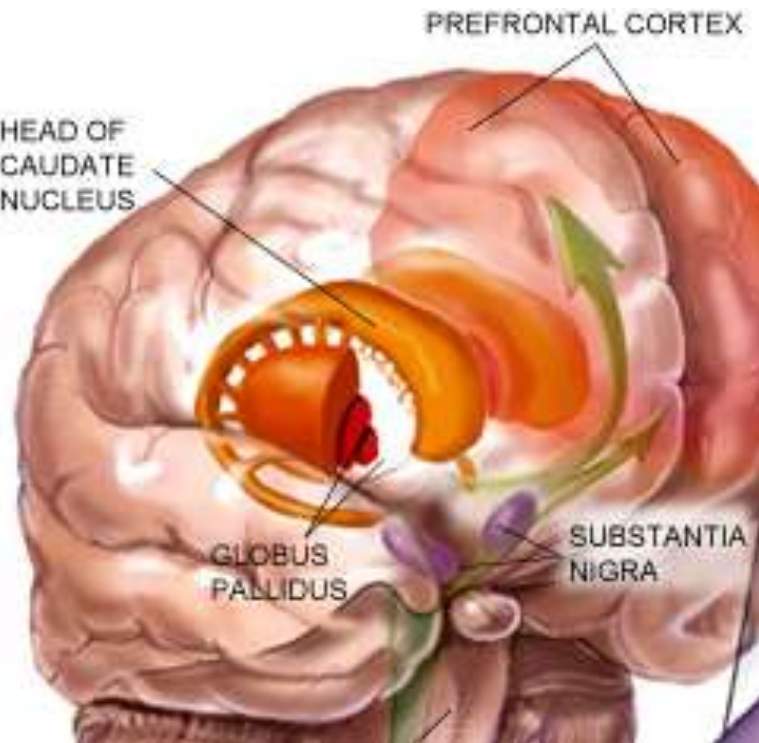
Brainbow



Törzsdúcok

(fehérállományba ágyazva)

Subpallium



1. a **nucleus caudatus** végig a kamra homorulatához fekszik hozzá – az első feji rész (**caput**) – **corpus** – **cauda**
 - medialis részén hozzánő a thalamushoz
 - oldal felé szövethidak kötik össze a **nucleus lentiformissal**

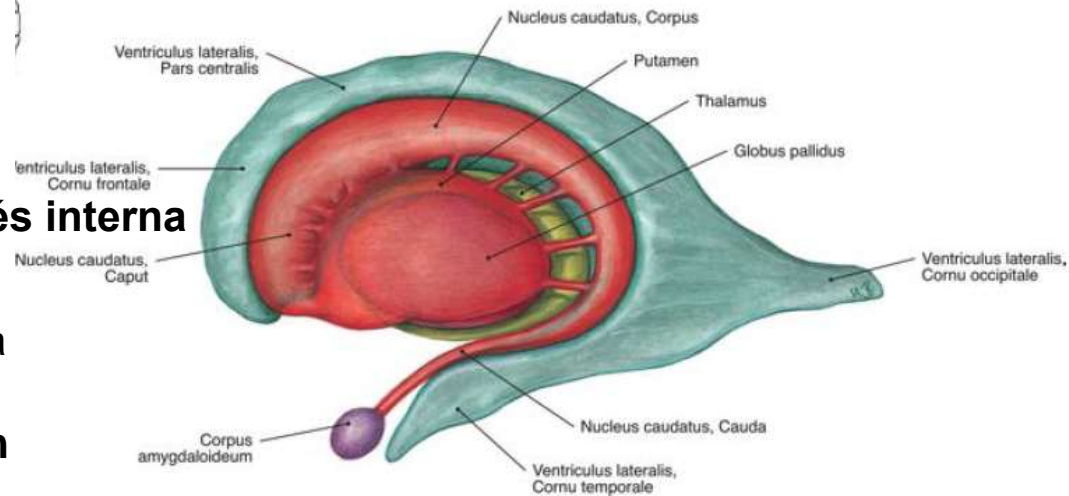
nucleus lentiformis:

2. **putamen nucleii lentiformis**

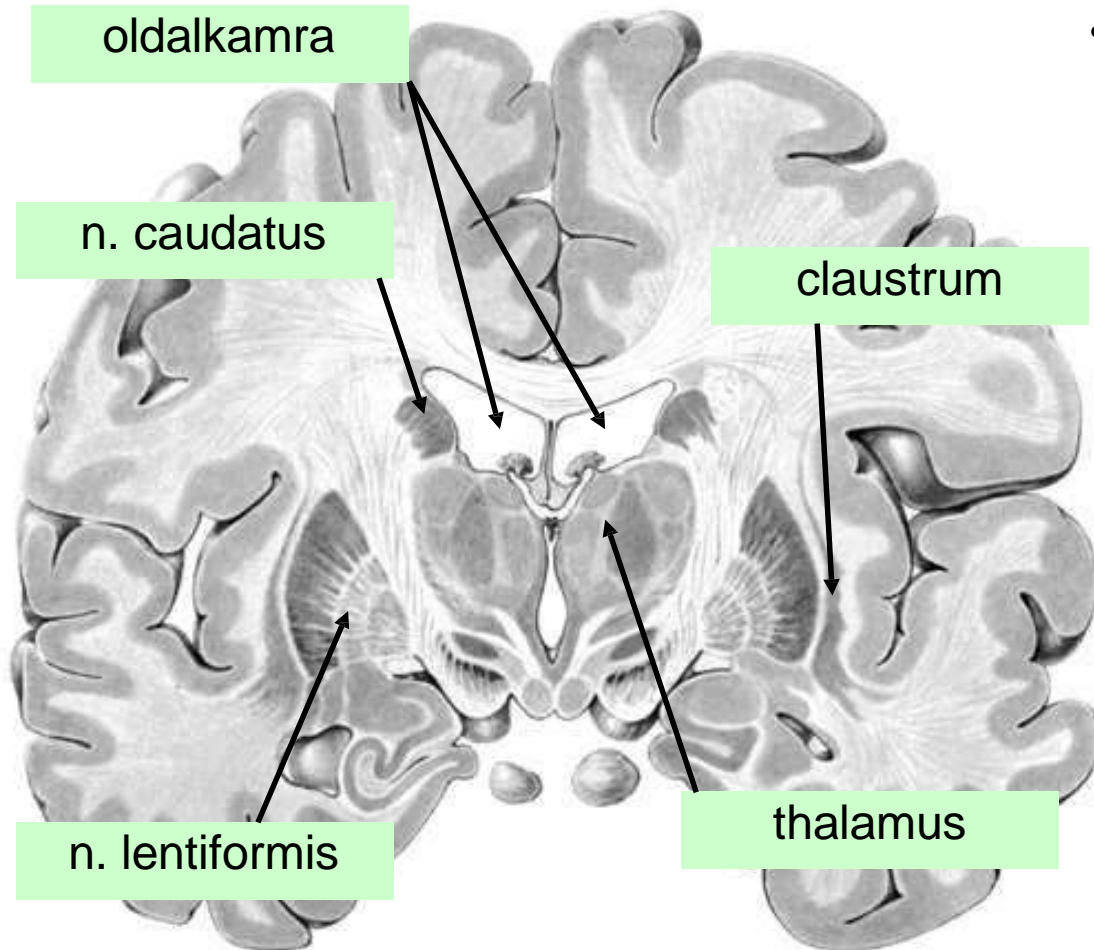
3. **globus pallidus** – két rész: **externa és interna**

a caudatus és a putamen együtt alkotja a **corpus striatumot**

a putamen és az insula között **claustrum**

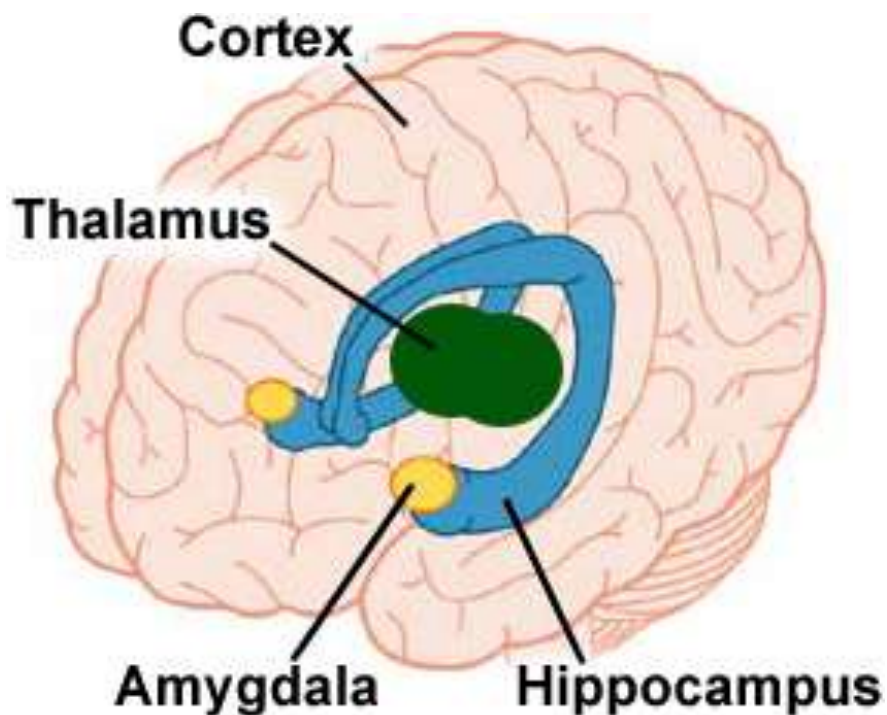


Telencephalon: basalis ganglionok



- A basalis ganlionok a telencephalon fehérállományának közepén, a cortex alatt elhelyezkedő szürkeállomány szigetek. Legfontosabb funkciójuk a mozgatórendszerhez kötött: a mozgások megtervezésében játszanak szerepet. A baslais ganlionok (substantia nigra) betegsége a Parkinson-kór: romló hypomotilitás, a mozgások indítása zavart, remegés. Specifikusan a dopaminerg neuronok pusztulnak el.

Amygdala



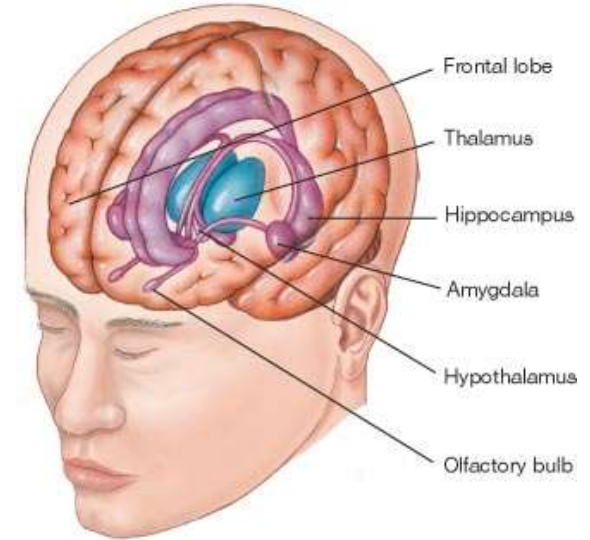
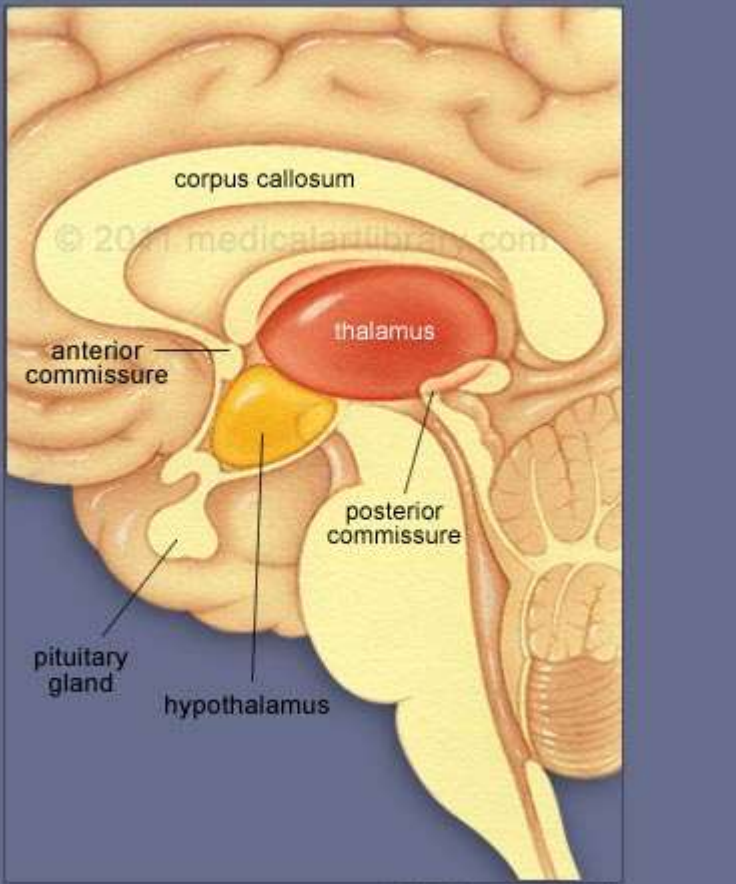
Kapcsolat a
hypothalamussal,
szaglókéreggel, thalamussal

Érzelmek, félelem, tanulás,
döntéshozatal

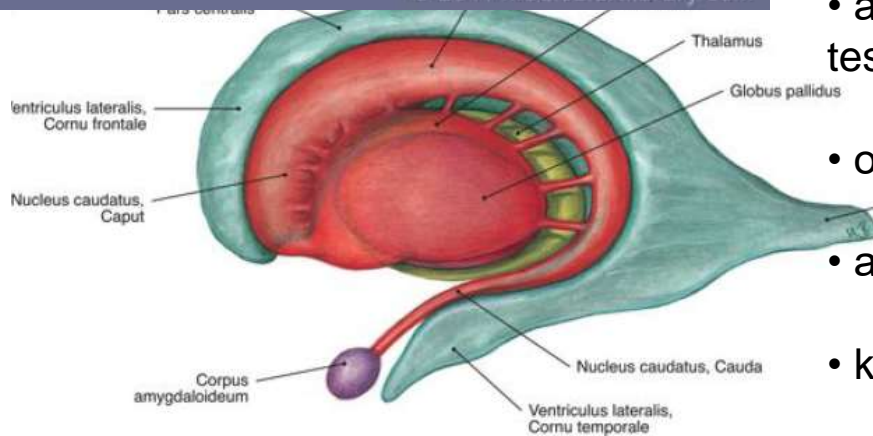
Limbicus rendszer része

Diencephalon

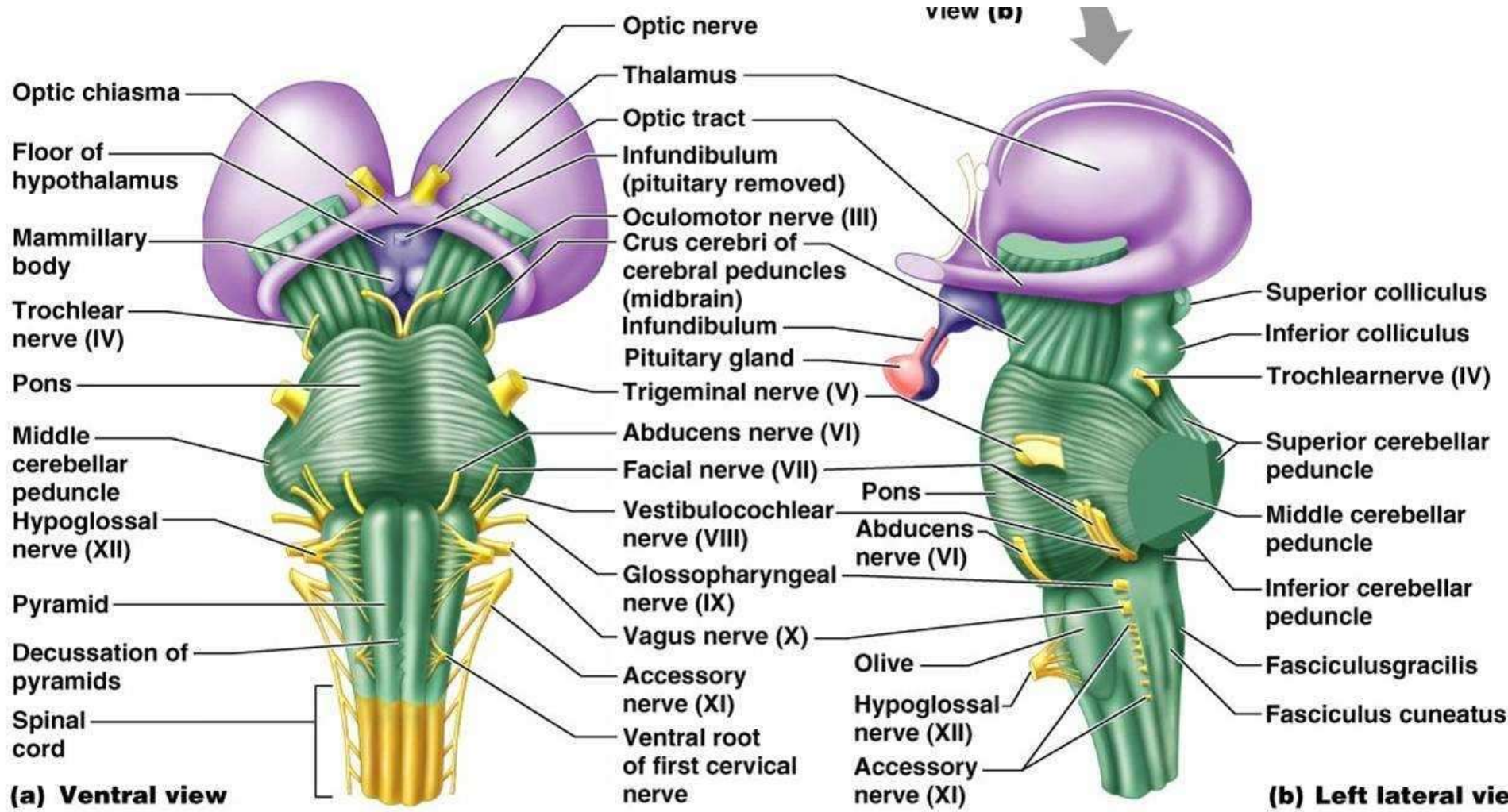
Thalamus (diencephalon, köztiagy)



- elülső vége elé nyomul be a nucl. caudatus feje
- oldalsó-felső felszínére fekszik rá a nucl. caudatus
- hátul oldalirányú kiemelkedése a **pulvinar** thalami
- medialis fala a **III. agykamra oldalsó** felszínének nagy részét adja
- a thalamus dorsalis részére ráfekszik a fornix teste
- oldalsó felszínét a capsula interna takarja
- alulról a hypothalamussal érintkezik
- két thalamus között **adhesio interthalamica**
 - itt középvonali magvak

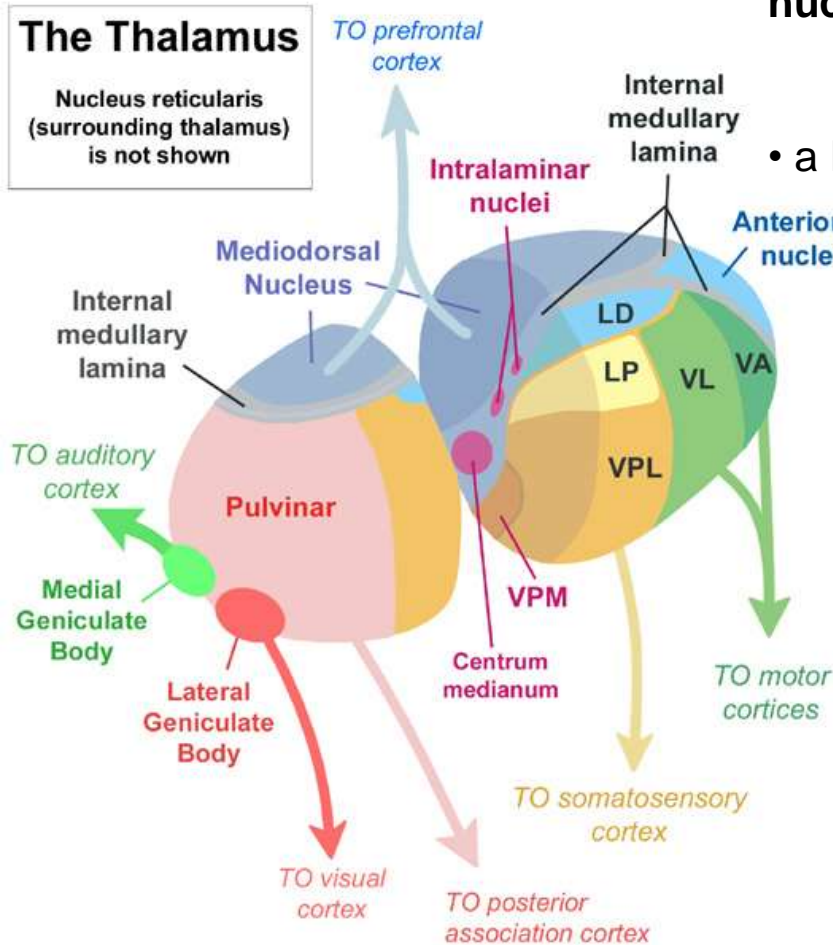


Thalamus



(Thalamusmagok)

- a thalamusmagvakat gömbhéjszerű kéregként borítja a **nucl. reticularis**
- magasabb kognitív funkciók: tanulás, memória



- a **lamina medullaris** a thalamusok állományát

- egy kisebb, **medialis csoportra**

- egy nagyobb, **lateralis csoportra** bontja

- **ventralis anterior/v. lateralis** a kisagy ellenoldali nucl. dentatusából ill. a basalis ganglionokból kapja és a motoros cortexbe küldi a rostokat
- mozgatórendszerben funk.

- **ventralis posteromedialis ill. posterolateralis**: lemniscus medialis ill. trigeminalis érzőrostjai kapcsolódnak át

- érzőrendszeri funkciók

- állományában: **intralaminaris** magvak

- fájdalomérzés, limbikus funkciók

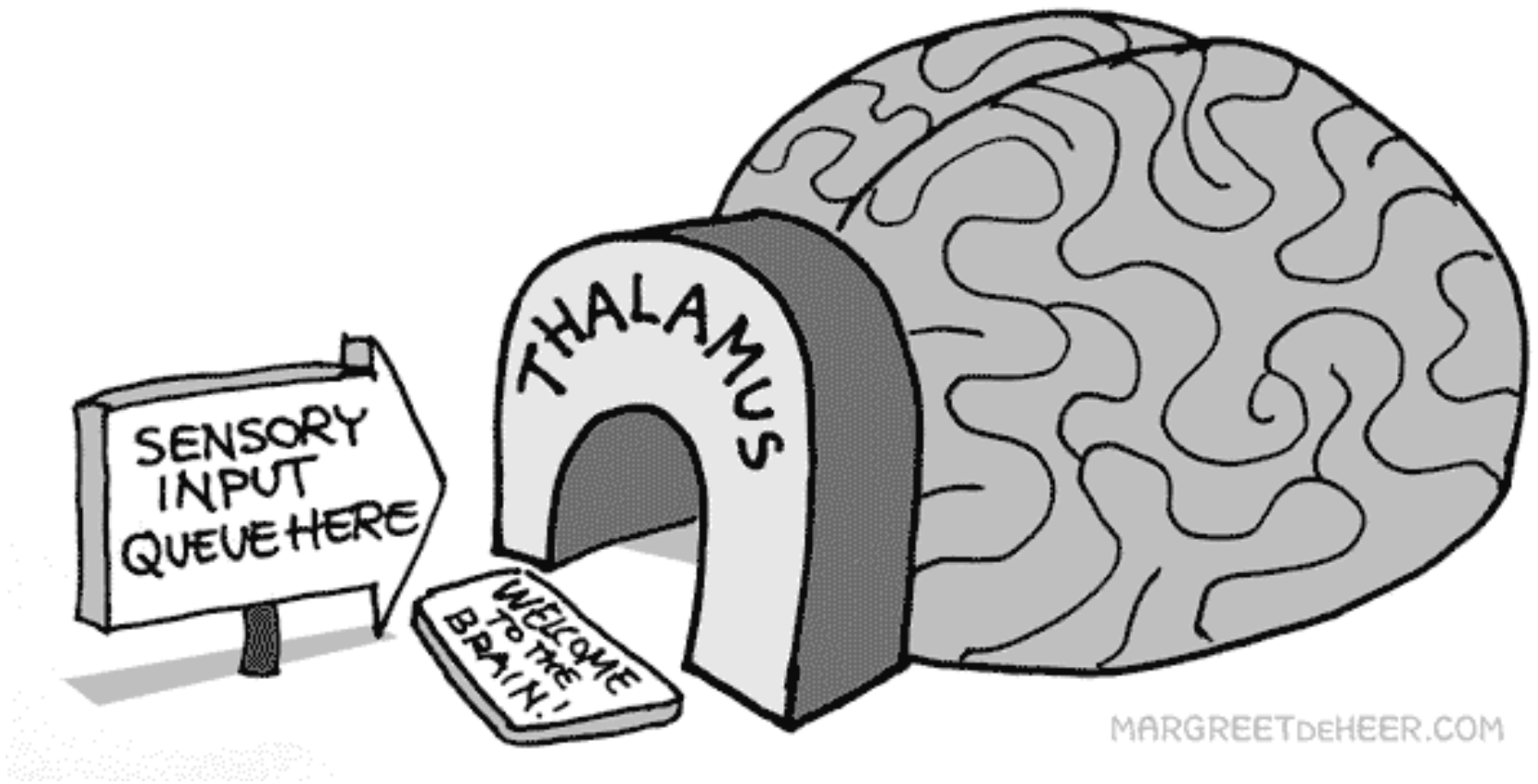
- figyelem, éberségi állapot, tudat

- sérülésekor absence rohamok (tudatzavar)

- elől a lamina medullaris szétválik és ágai közé az anterior magcsoport nyomul (limbicus)

Minden szenzoros információ átkapcsolódik a thalamusban.

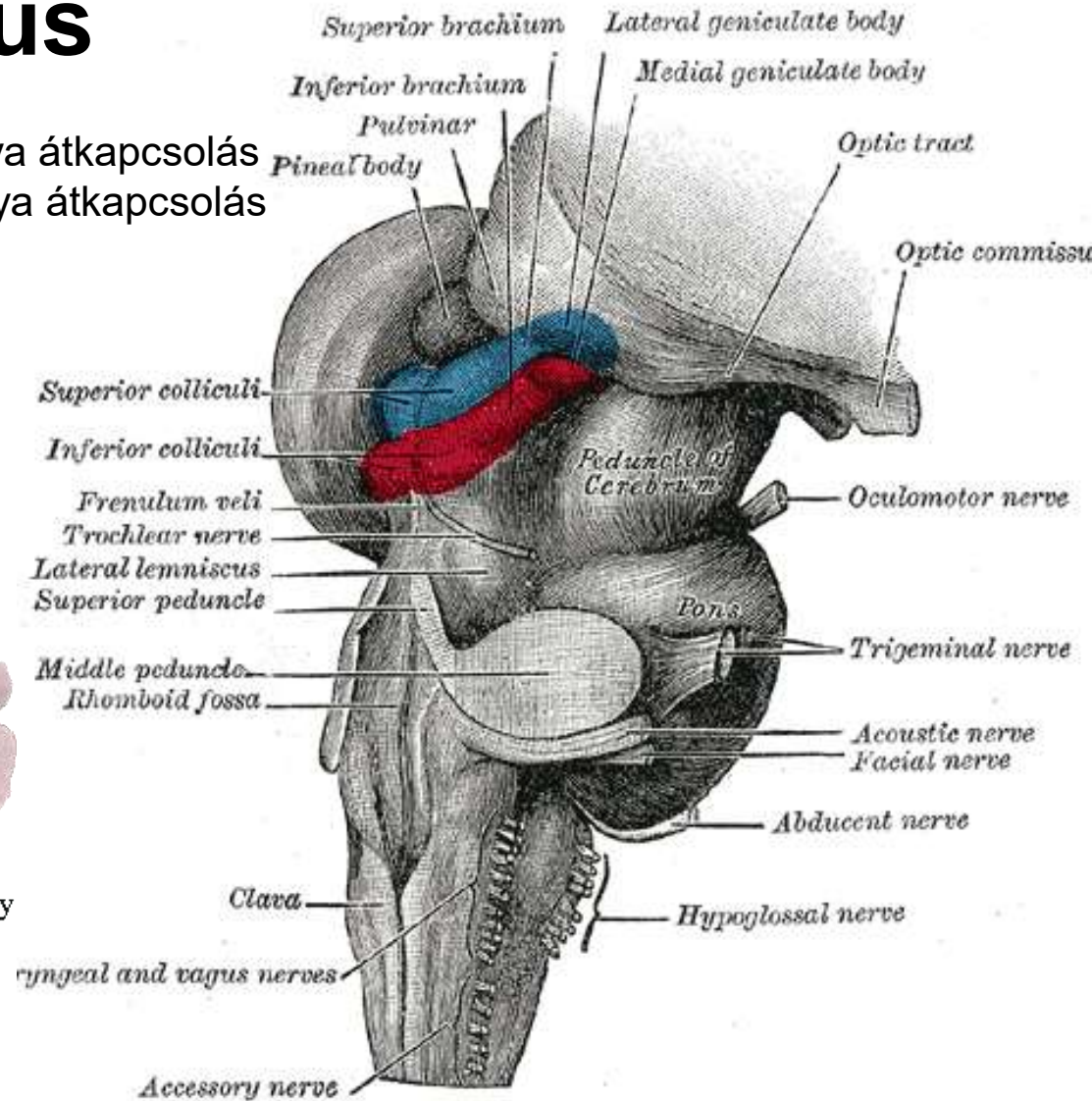
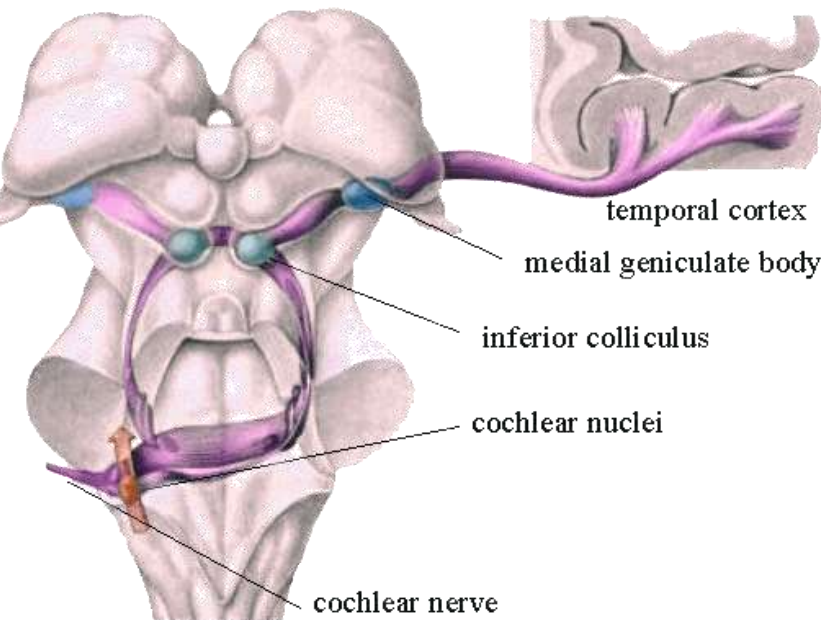
Kivéve szaglás!!!!



MARGREETdeHEER.COM

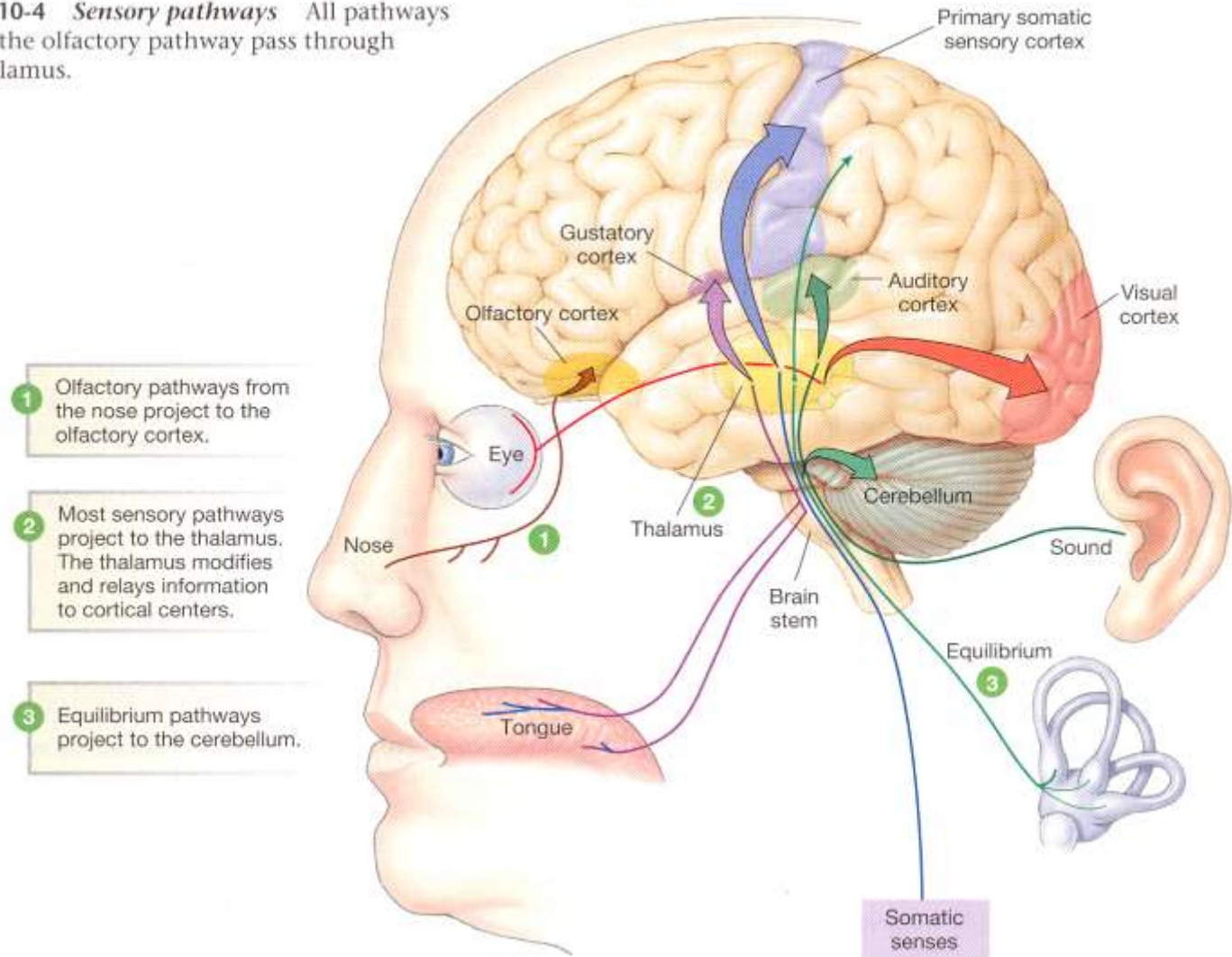
Metathalamus

- **corp. geniculatum mediale** –hallópálya átkapcsolás
- **corpus geniculatum laterale** –látópálya átkapcsolás
- a pulvinar thalami alatt helyezkednek el
- ld. látó- és hallópályák



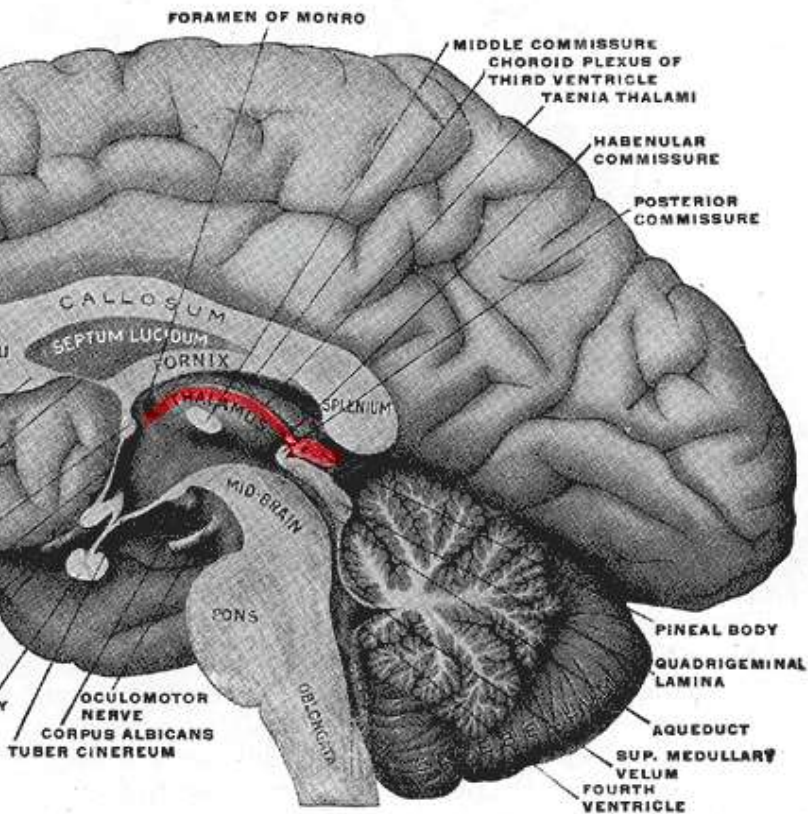
A thalamus, mint sensoros relé

- **Figure 10-4 Sensory pathways** All pathways except the olfactory pathway pass through the thalamus.

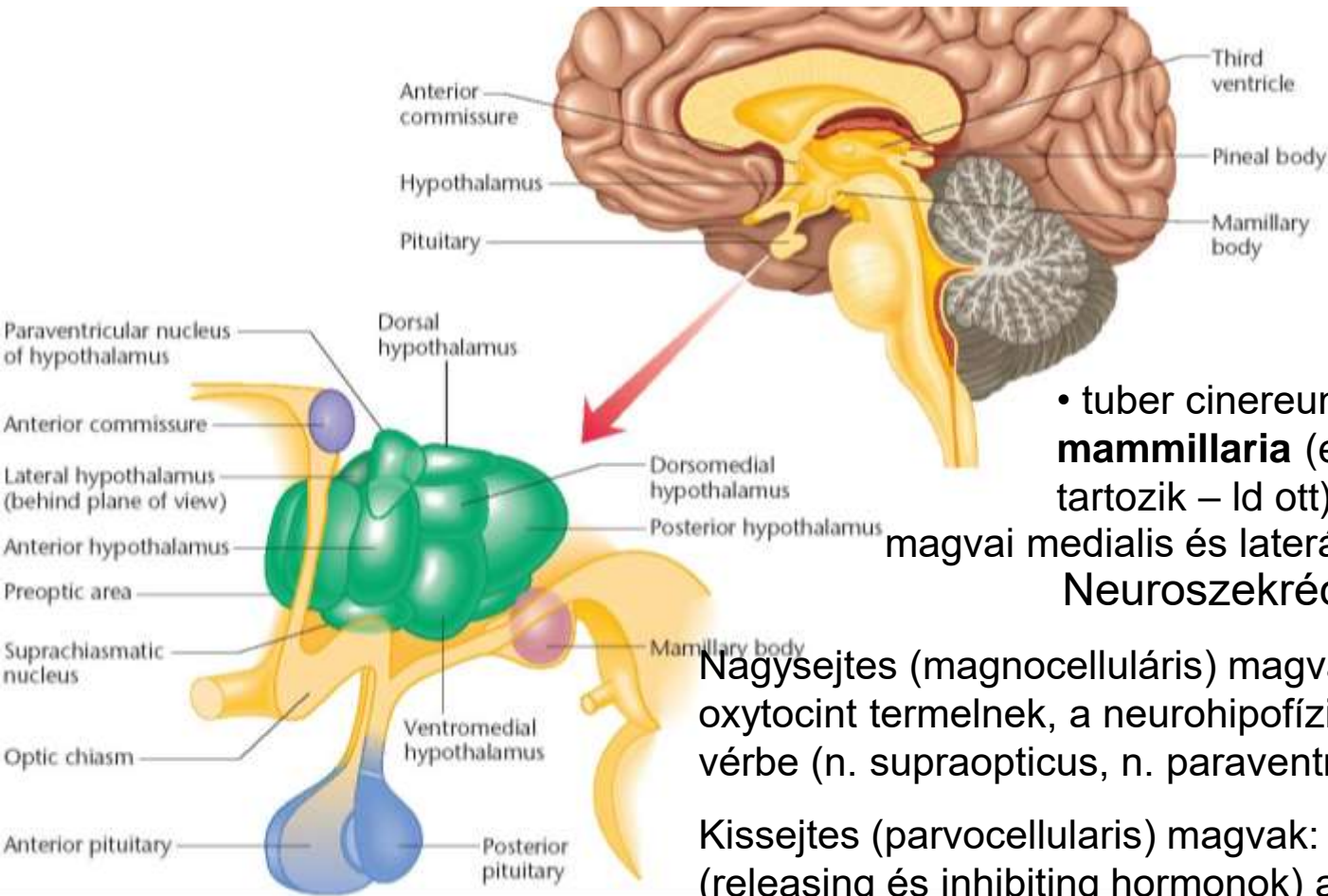


Epithalamus

- a diencephalon-mesencephalon-átmenet dorsalis részén helyezkedik el
- részei a habenulák, a stria terminalis és a **corpus pineale (tobozmirigy)** - ez utóbbi ráfekszik a tectumra
- tobozmirigy: melatonintermelés – napi ritmus



Hypothalamus



- alatta található a látóideg kereszteződése
- a thalamustól ventralisan található, a thalamus alatt a 3. agykamra oldalfalát adja

- tuber cinereum mögött a **corpora mammillaria** (ez a limbikus rendszerhez tartozik – ld ott) magvai medialis és laterális zónába rendeződnek
- Neuroszekrációs magvak:

Nagysejtes (magnocelluláris) magvak: vazopresszint és oxytocint termelnek, a neurohipofízisen keresztül jutnak a vérbe (n. supraopticus, n. paraventricularis)

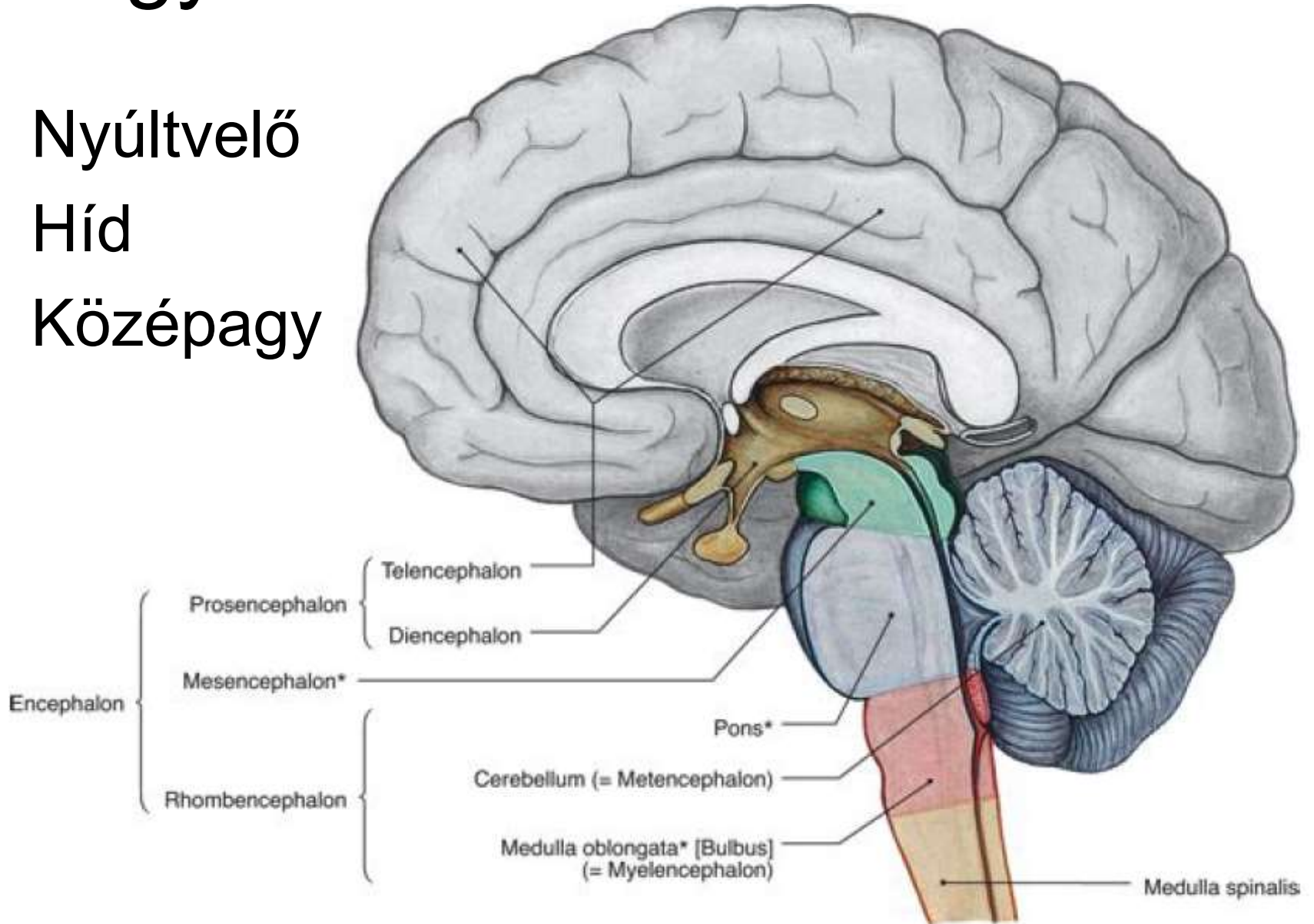
Kissejtes (parvocellularis) magvak: liberinek és statinok (releasing és inhibiting hormonok) az adenohipofízisbe

Hypothalamus funkciói

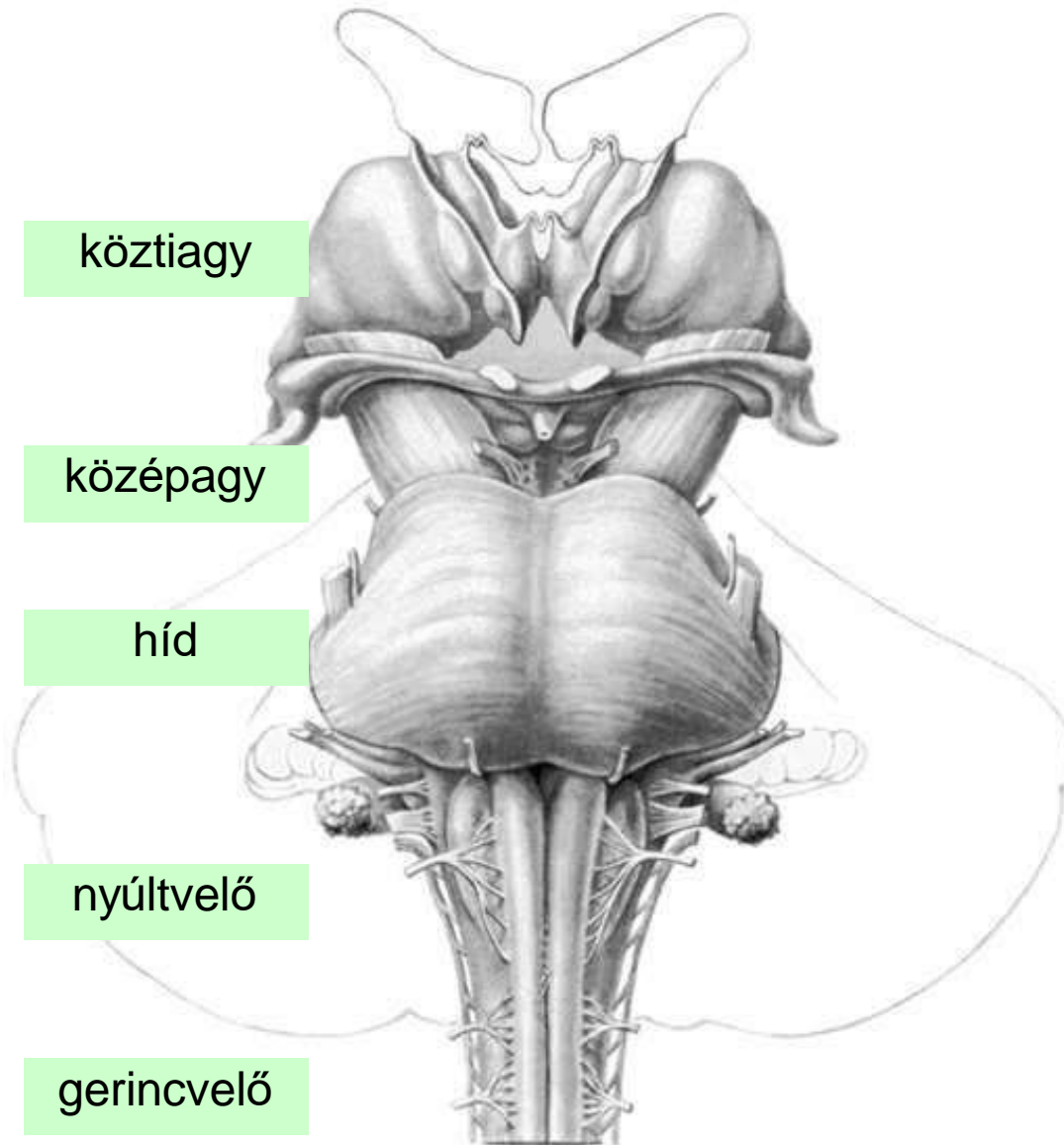
1. **endokrin** rendszer szabályozása (ld. endokrin előadás)
2. **neuroendokrin** szekréció (ld. endokrin előadás)
3. **testhőmérséklet** szabályozása
 - hypothal. elülső része: aktivitása-bőr ereinek tágulása, izzadás
 - hátsó része: bőr ereinek szűkülése és izzadás gátlása – hőmegőrzés
4. **táplálék- és vízfelvétel** szabályozása
 - oldalsó részének aktivitása fokozza a táplálékfelvételt - éhségközpont
 - egyéb oldalsó területeinek ingerlése szomjúságot okoz
 - medialis területei: jóllakottsági központ – csökkenti a táplálékfelvételt
5. **cirkadián** ritmus szabályozása
 - elülső része az alvás-ébrenléti ritmus szabályzásában fontos
 - **nucleus supraopticus**: bemenet a retinából – a többi mag aktivitását is szabályozza (testhőmérséklet, táplálkozás, hormonrendszer napi ciklusa)
6. **érzelem és viselkedés**
 - integrálja az egyéb területekről érkező információkat
 - érzelmek fizikális kifejeződése: bőrkipirulás, izzadás, szívfreki-emelkedés, stb
 - Agresszió, páرزás stb.

Agytörzs

- Nyúltvelő
- Híd
- Középagy



Agytörzs 1



Három részre osztható:

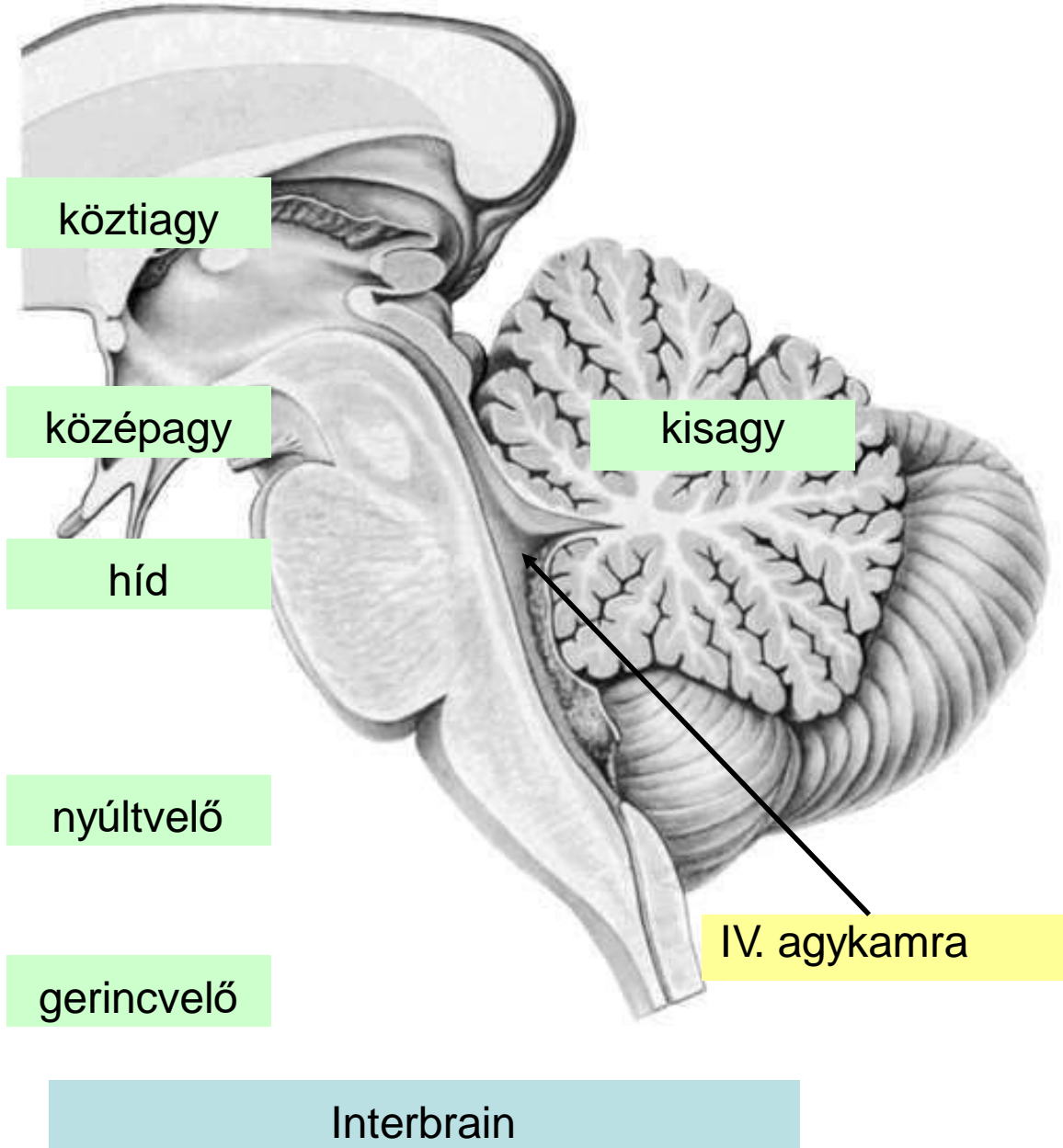
- Nyúltvelő
- Híd
- Középagy

Hátulról a kisagy kapcsolódik hozzá

Innen lép ki a agyideg-pár 10-pár (a szagló- (I.), illetve a látó (II.) ideg kivétel)

Cranialis irányban a köztiagyban, caudalisan a gerincvelőben folytatódik

Agytörzs 2



A gerincvelőnél magasabb szintű szabályozó központ. **A legtöbb - az életben maradás szempontjából fontos - alapvető vegetatív működést az agytörzs irányítja: légzés, szívműködés, vérnyomás, nyelés, hányás, stb.** Ezekben különösen fontos a nyúltvelői központok szerepe. Több pályán keresztül kommunikál a kisaggyal, így az agytörzs részt vesz a mozgás szabályozásában is. A kisagy és az agytörzs között helyezkedik el a IV. agykamra.

Középagy (mesencephalon)

Ürege: aqueductus cerebri: 3.-4. agykamrát köti össze

Tectum mesencephali – corpora quadrigemina

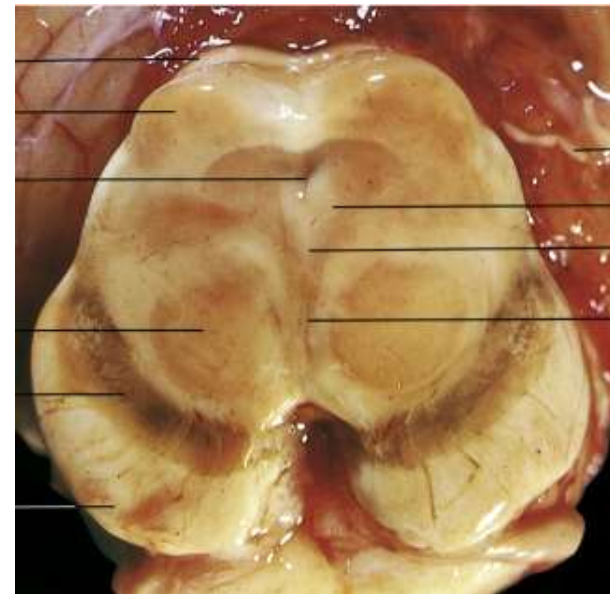
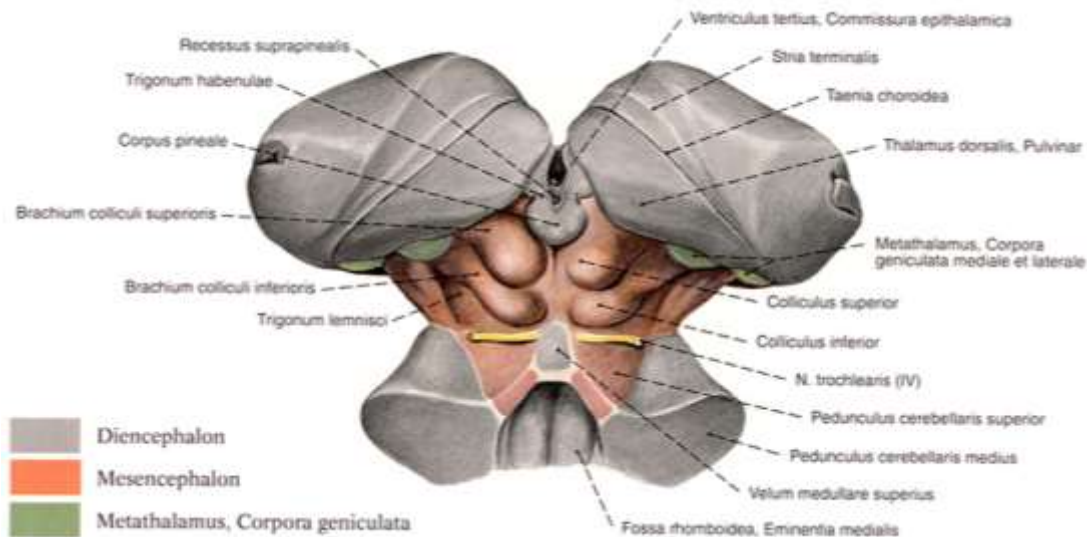
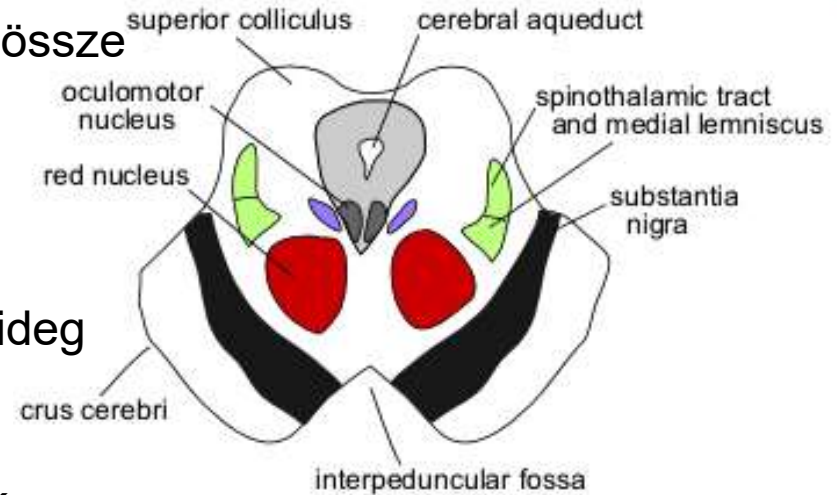
Pedunculus cerebri – tegmentum+crus cerebri

III. Nervus oculomotorius / közös szemmozgató ideg

IV. Nervus trochlearis / sodorideg

Formatio reticularis: alvás-ébrenlét

Tegmentum, substantia nigra: dopaminerg sejtek



Pons (híd)

Nagyagykéreg, kisagy, gerincvelő közti összeköttetés

Pedunculus cerebellaris medius

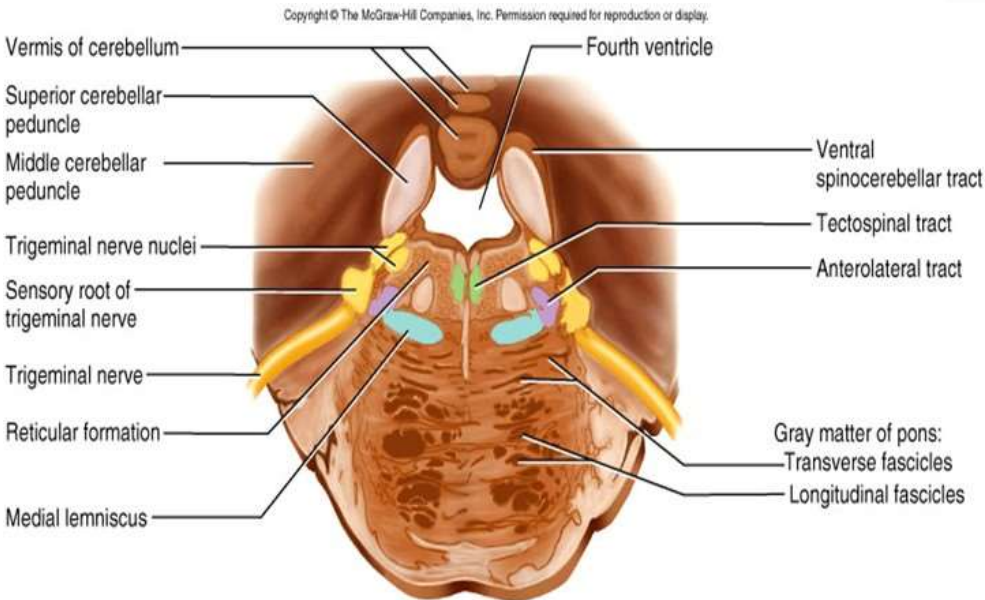
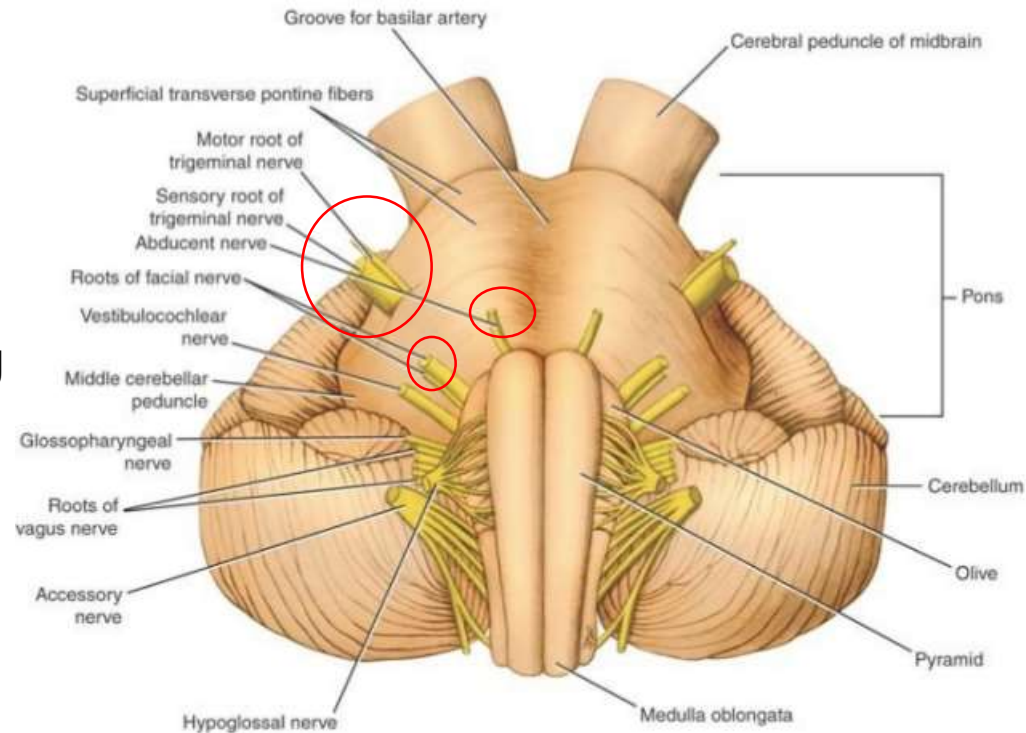
V. Nervus trigeminalis / háromosztatú ideg

VI. Nervus abducens / szemtávoltító ideg

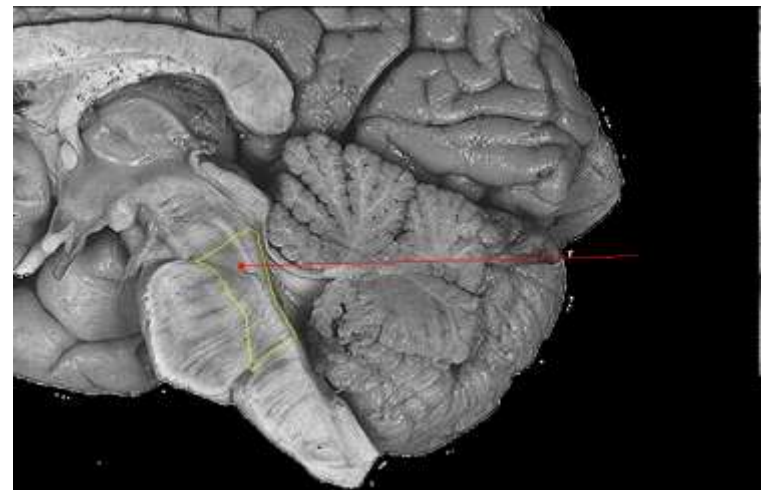
VII. Nervus facialis / arcideg

Locus coeruleus: Noradrenalin

Formatio reticularis, vitális központok (légzés, nyelés, keringés)



(b) Pons



Nyúltvelő (medulla oblongata)

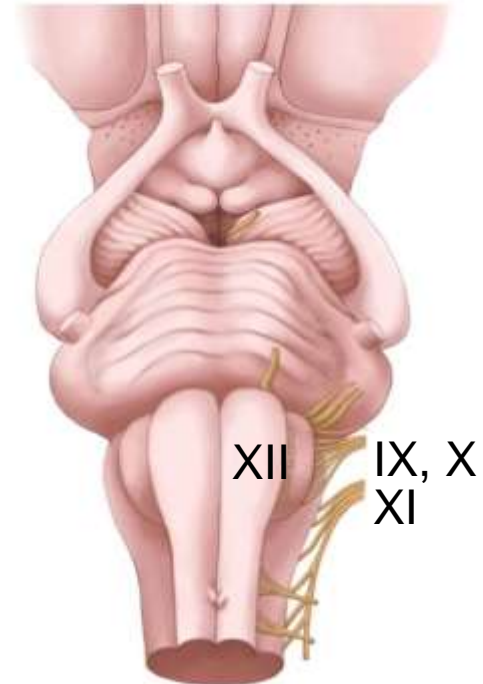
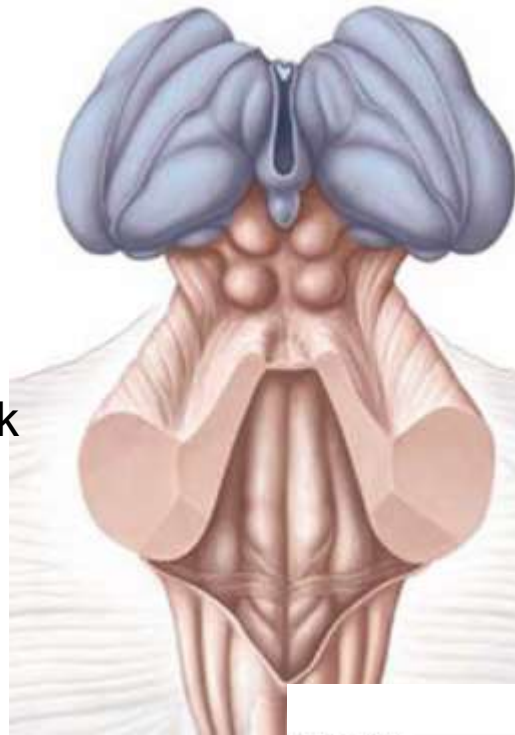
- Caudalis zárt
- Rostrális nyílt

Ürege: IV. Agykamra

Nyúltvelőből kilépő agyidegek IX-XII

Formatio reticularis: vitális központok
Reflexek

Decussatio pyramidum
(piramispálya átkereszteződése)

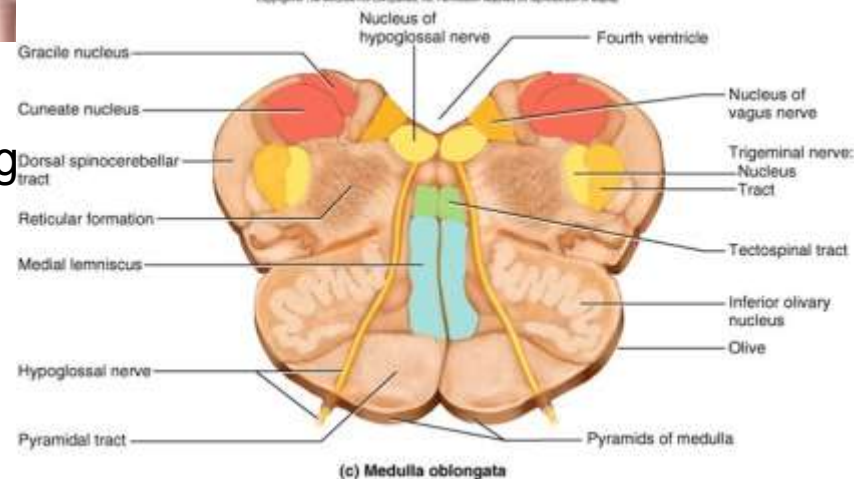


IX. Nervus glossopharyngeus / nyelv-garat ideg

X. Nervus vagus / bolygóideg

XI. Nervus accessorius / járulékos ideg

XII. Nervus hypoglossus / nyelv alatti ideg



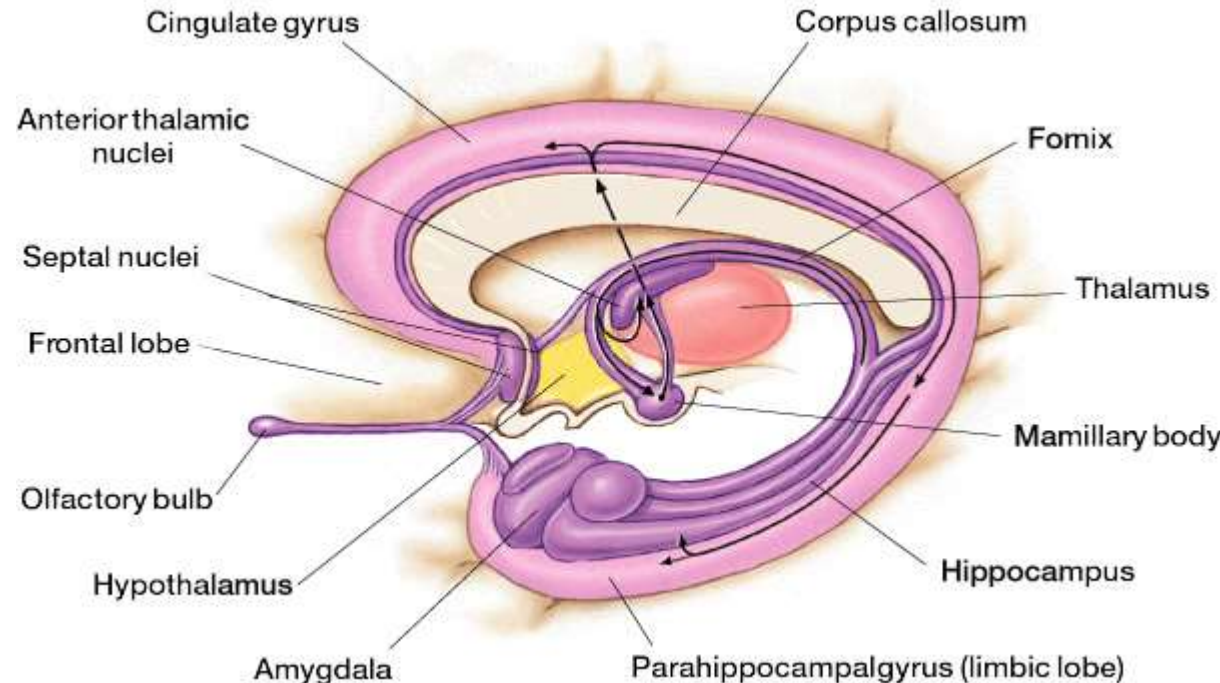
A limbikus rendszer

Az endokrin rendszer és az autonóm idegrendszer és a veleszületett viselkedések működését befolyásolja és összekapcsolja a tudatos kontrollal (agykéreg)

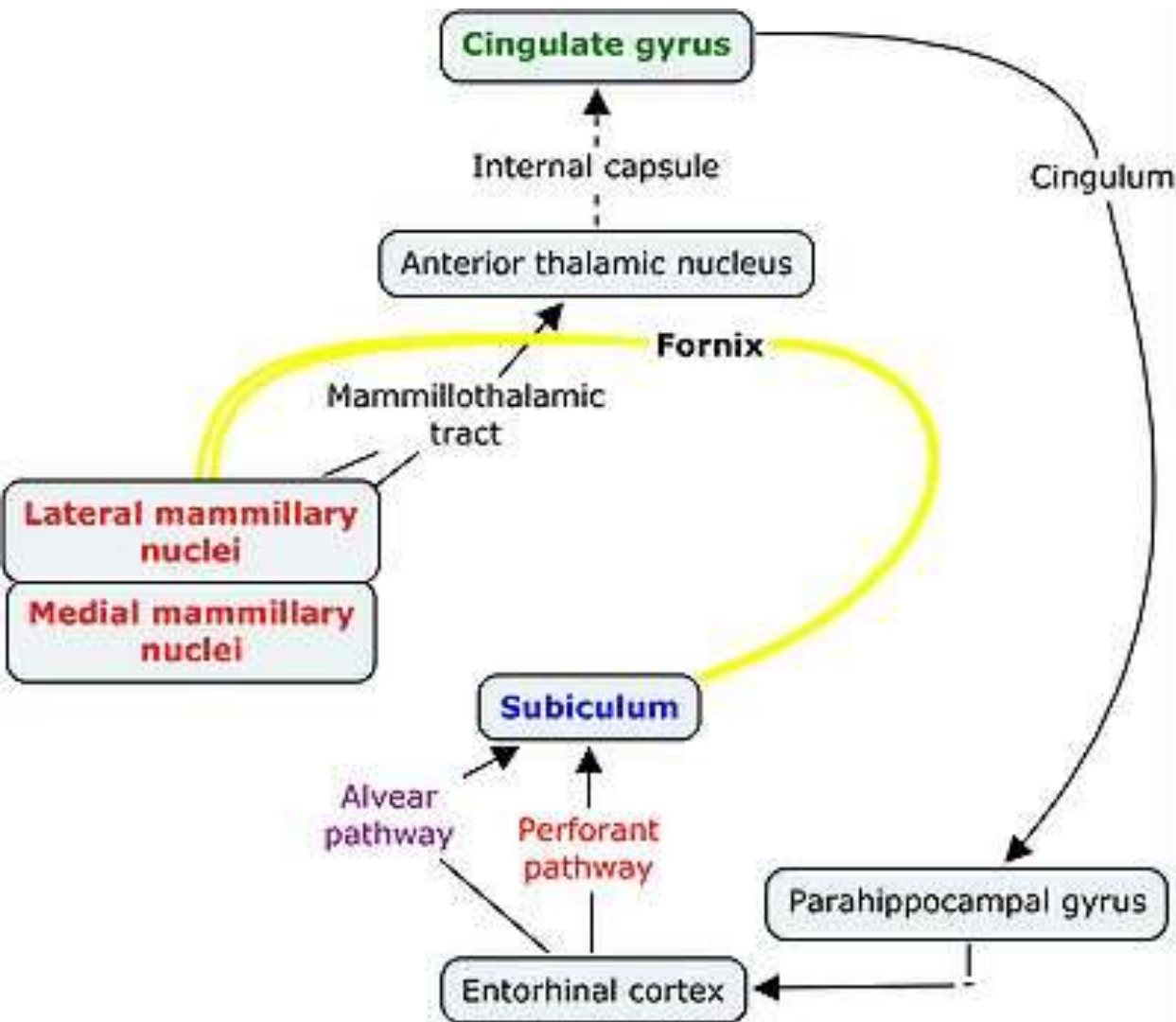
- **hippocampus &co.**
- **amygdala:** szociális funkciók, párválasztás, félelem
- **septalis** magvak - emberben nem túl jelentős, emlősben szaporodás, szülői viselkedés
- **Nucleus accumbens (striatum)**
- **Anterior thalamus (figyelem, éberség)**
- **Hypothalamus**
- **(agytörzsi aminerg magvak)**

limbicus lebeny (cortex)

- **gyrus parahippocampalis** – térbeli memóriaformációban
- **gyrus cinguli:** autonóm funkciók (szívritmus, vérnyomás), figyelem
- **gyrus dentatus:** rövidtávú memória, új memória kialakulása



A limbikus rendszer: Papez-kör

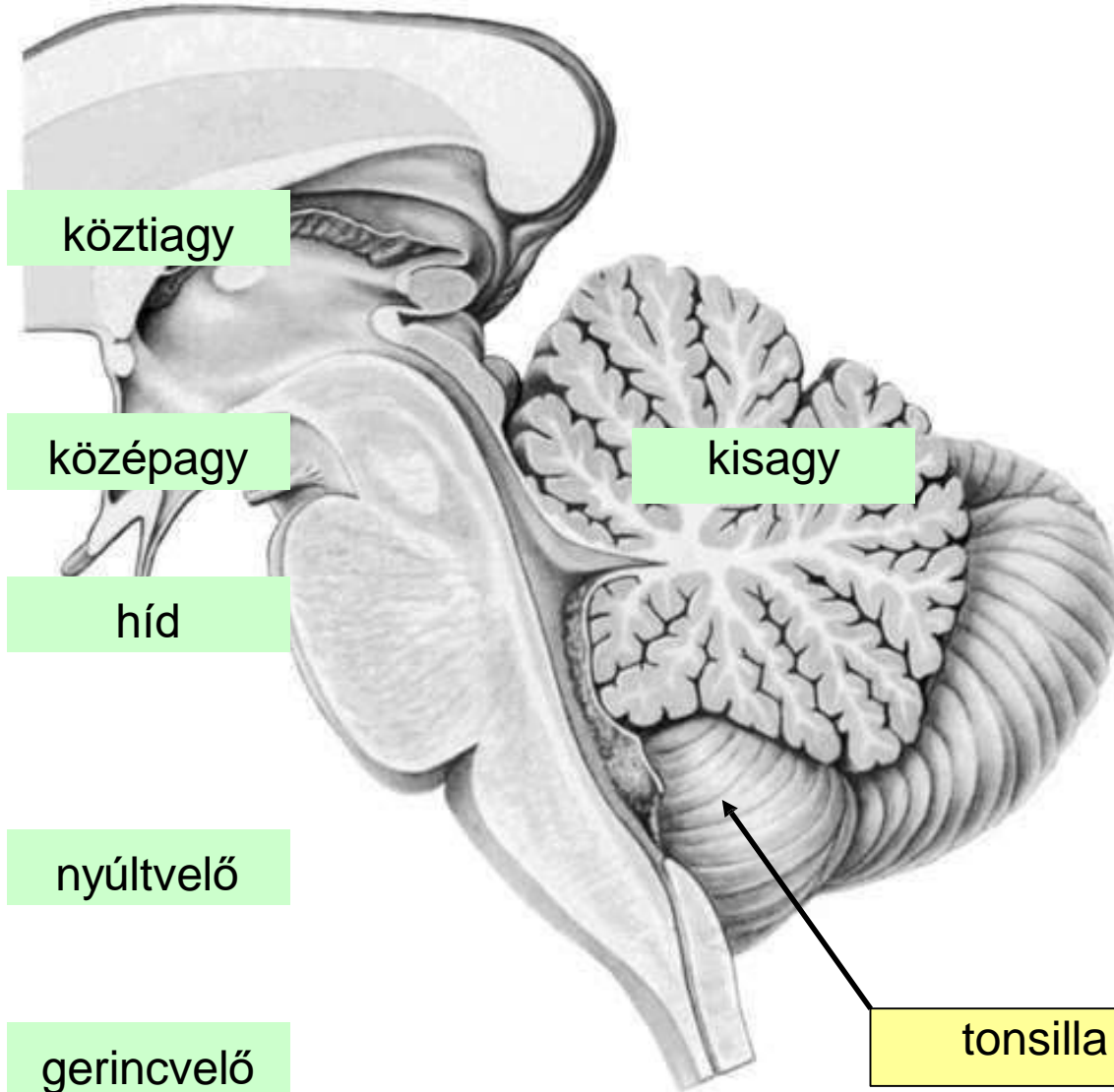


az érzelmek kérgi kontrollja
memória tárolás

Szoros kapcsolatban a
Hypothalamussal

Cerebellum

Kisagy



köztiagy

középagy

híd

nyúltvelő

gerincvelő

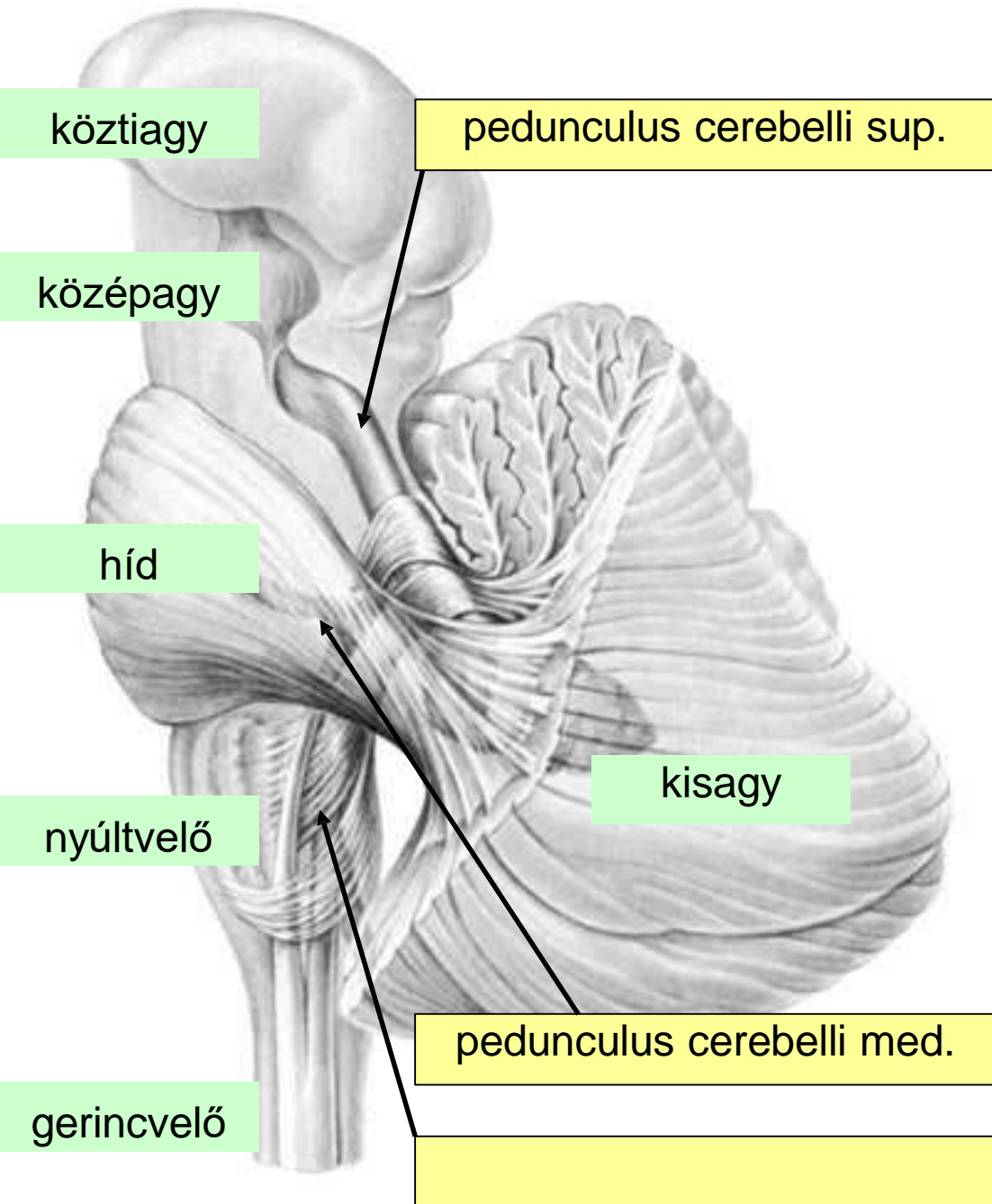
kisagy

tonsilla cerebelli

Interbrain

Az agytörzshöz hátulról kapcsolódik, a IV. agykamra hátsó falán helyezkedik el. Három részre osztható: középen látható a vermis (féreg); kétoldalt a féltekék. Minden rész különálló lebenyekre oszlik, a féltekék utolsó lebenye a tonsilla a legnagyobb gyakorlati fontosságú.

Kisagy működése



A kisagy a három kisagykaron (pedunculus cerebelli sup. / med. / inf.) keresztül kommunikál az idegrendszer többi részével. Minden, a mozgatórendszerrel kapcsolatos struktúrával cserél információkat. **A mozgások finom összerendezésében, az egyensúly megtartásában van szerepe.** Fő kimenete a kéreg, de az agytörzsön keresztül a gerincvelőbe is küld információt.

A kisagy makroszkopikus szerkezete

1. **corticocerebellum** – hemispheriumok

- a hídmagvak közvetítésével az agykéregből kap rostokat
- efferensei a nucleus dentatuson át a nucleus ruberbe, a thalamusba, majd a motoros ill. premotoros agykéregbe futnak
- **MOTOROS TERVEZÉS**

SOMATOTOPIA!

2. középső, **vermis cerebelli** (**spinocerebellum**)

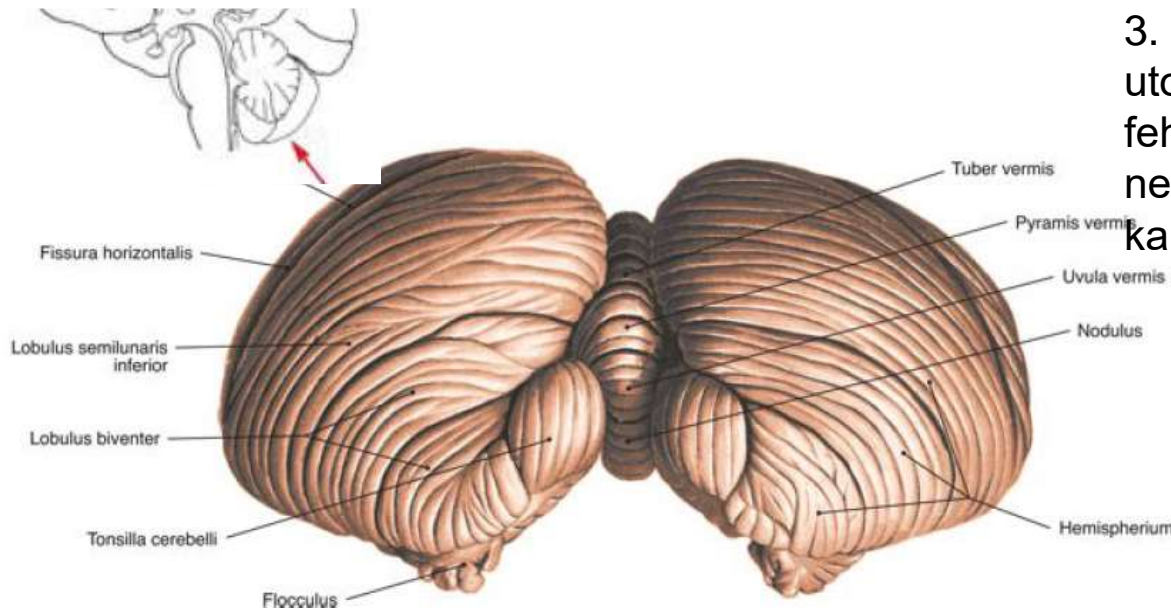
- Gerincvelői, trigeminus, vizualis és hallóbemenet
- efferens rostok a mély magvakon keresztül átkapcsolódásokkal a motoneuronokhoz – gerincvelő, agytörzs
- **főleg VÉGTAGMOZGÁSOK szabályzása**

- a **tonsillae cerebelli**– belógnak a foramen magnumba

3. **vestibulocerebellum** : a vermis utolsó lebenykéje a **nodulus**, amihez fehérállományon keresztül a **flocculus** nevű hemispheriumlebenyke kapcsolódik

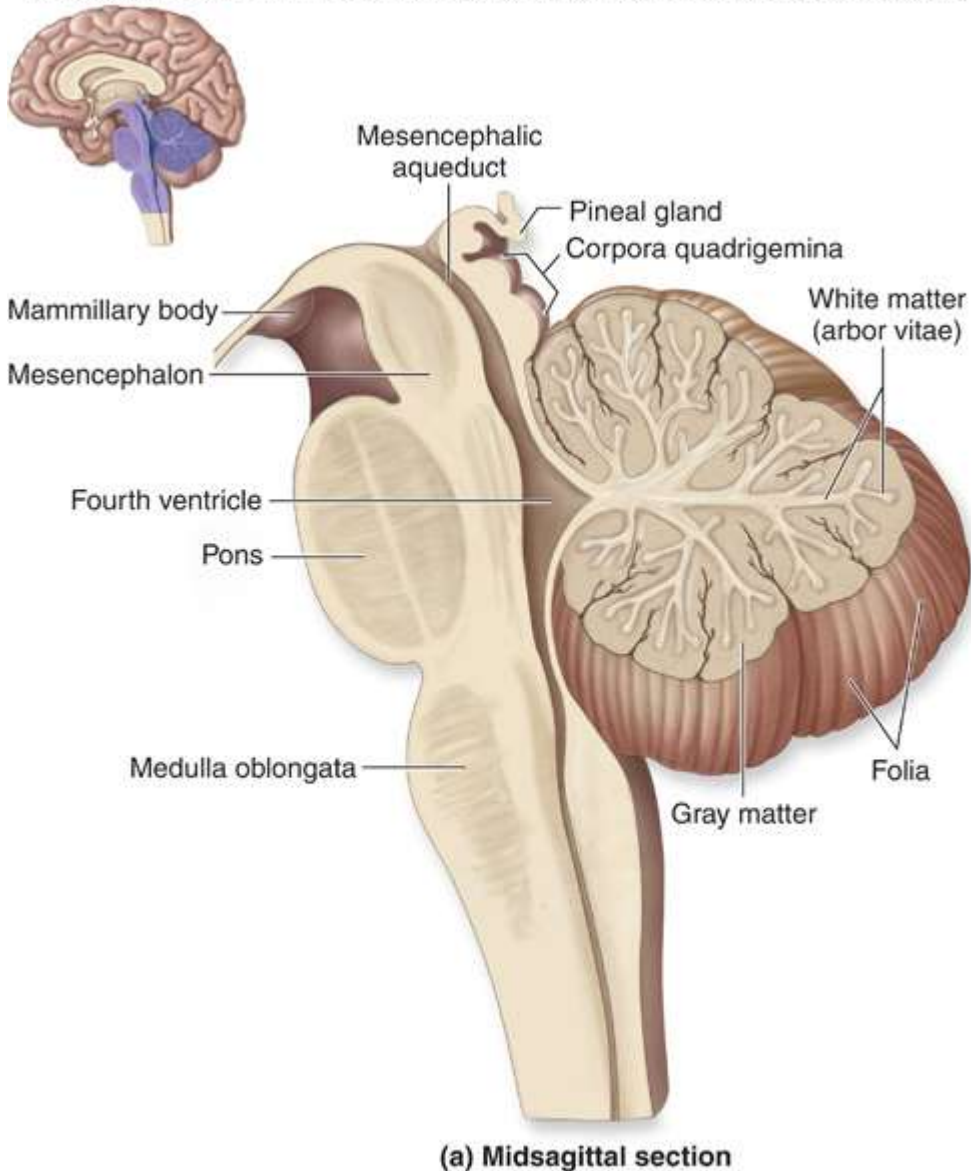
- agytörzs vestibularis (egyensúlyérző) magvakkal reciprok kapcs.

- **SZEMMOZGÁSOK vezérlése**
- **test térbeli helyzetének meghatározása**



A kisagy makroszkopikus szerkezete

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



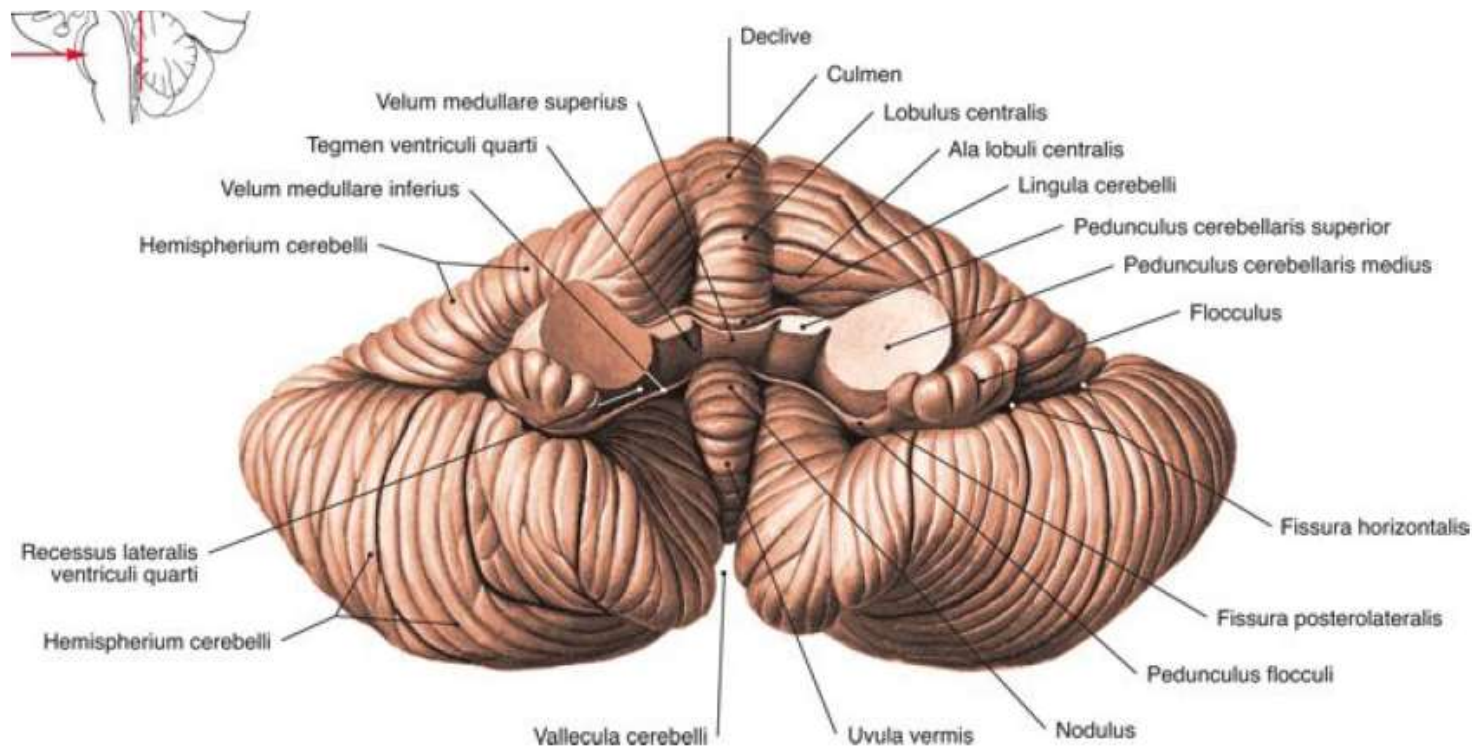
FEHÉRÁLLOMÁNY

- **vermisben kevés: arbor vitae=életfa**
- **csak a lebenyekbe behatoló és minden folium közepébe húzódó laminae albae**

A kisagy makroszkopikus szerkezete

Az agytörzs dorsalis részével három szimmetrikus, idegrostokból álló köteg köti össze:

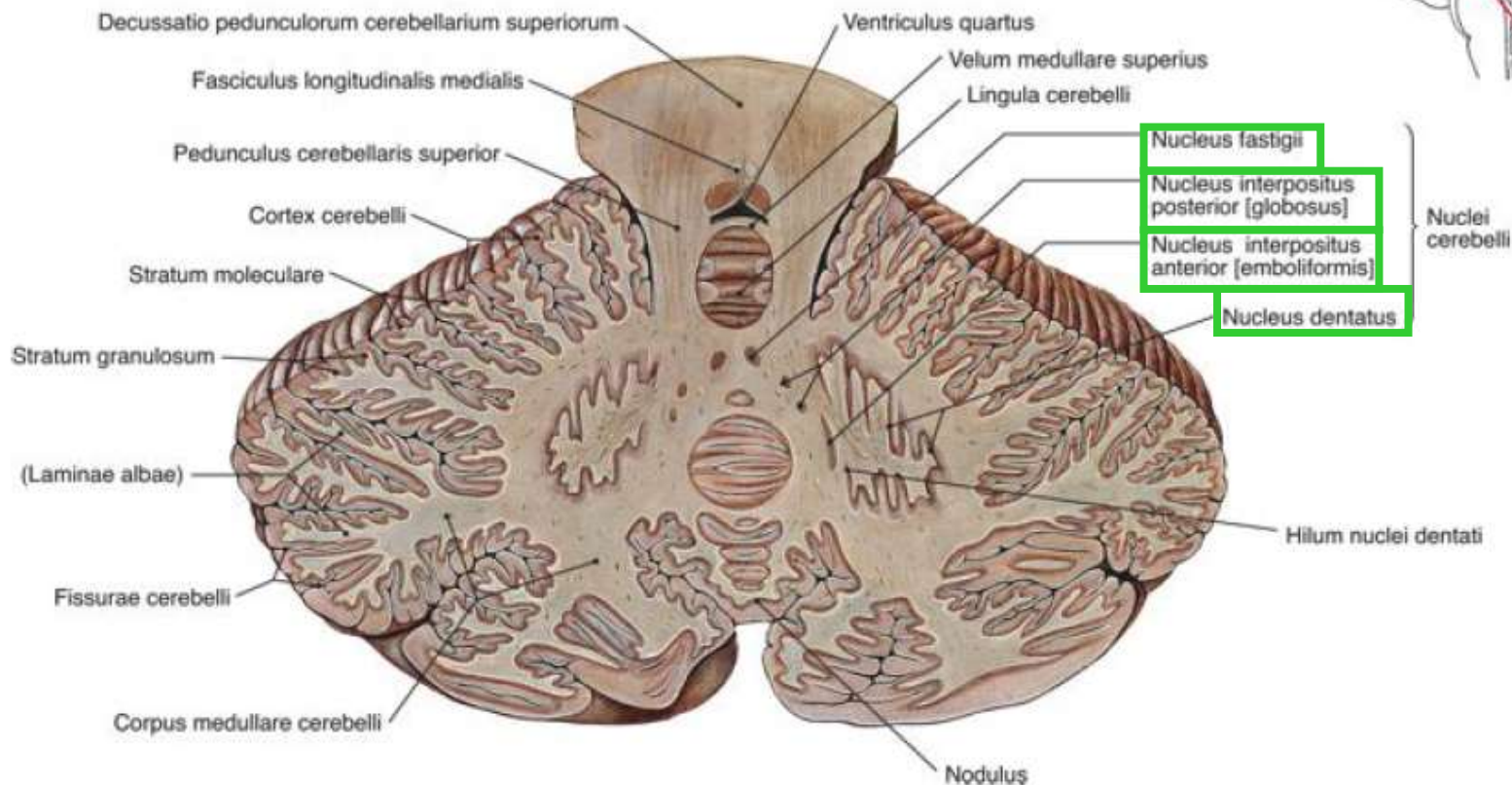
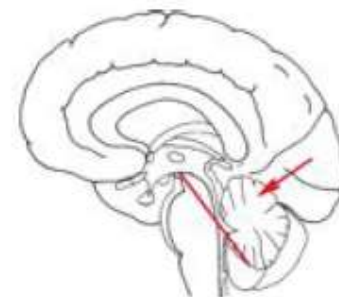
- **pedunculus cerebellaris superior (a nucleus dentatusból ered)**
- **pedunculus cerebellaris medius (hídhöz kapcsolja)**
- **pedunculus cerebellaris inferior (agytörzshöz kapcsolja)**



(Kisagyi magvak)

- **nucleus dentatus**
- **nucleus fastigii**
- **nucleus emboliformis**
- **nucleus globosus**

a kisagykéregből induló információ legnagyobb része ezeken keresztül távozik a kisagyból



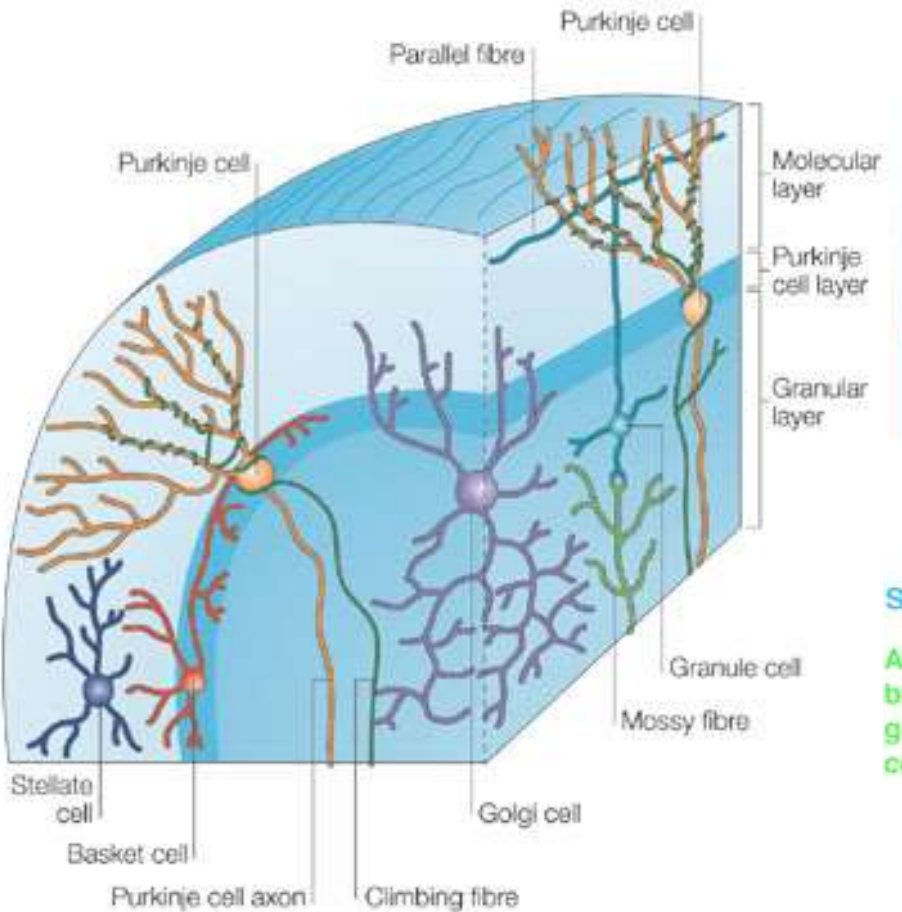
Kisagykéreg

1. *stratum moleculare*

- parallel rostok
- **Purkinje-sejtek** dendritjei
- **kosársejtek**
- **csillagsejtek**

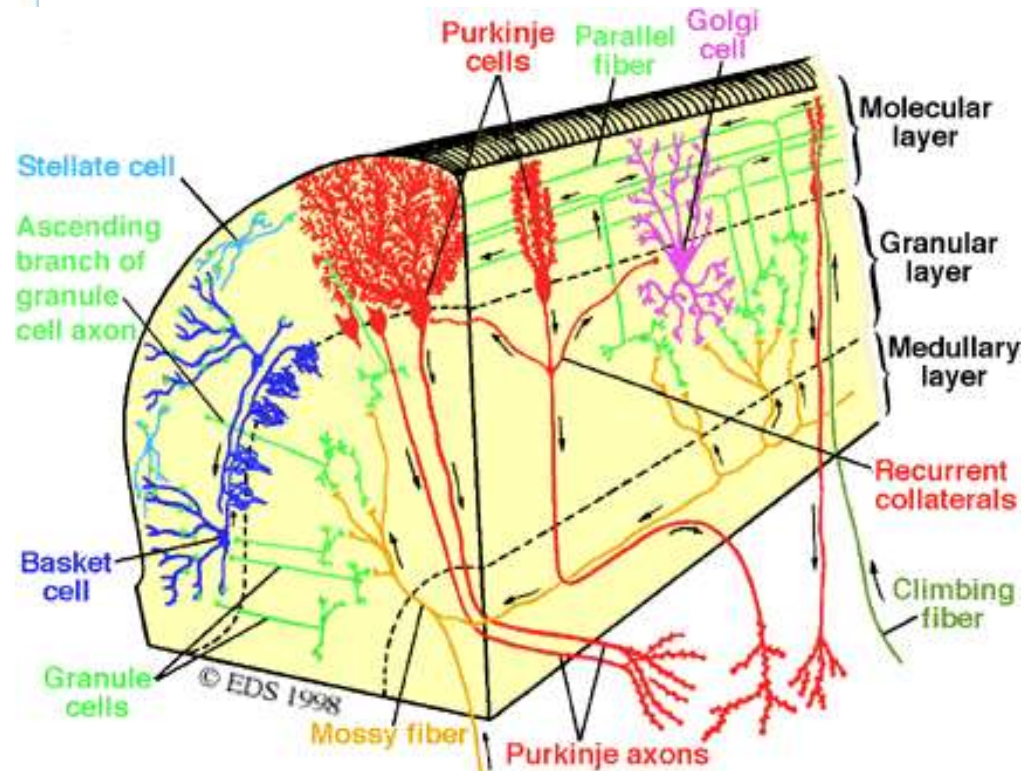
2. *stratum ganglionare*

- a Purkinje sejtek sejttestjei egy rétegben
- minden Purkinje-sejt egy izom vagy izomcsoport mozgását képes szabályozni

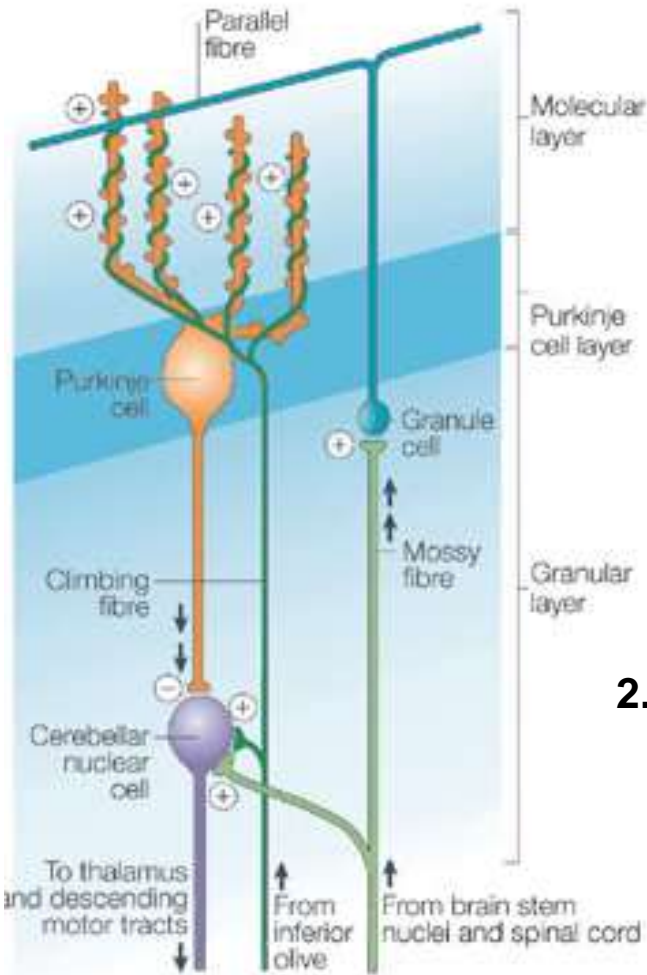


3. *stratum granulosum*

- szemcsesejtek

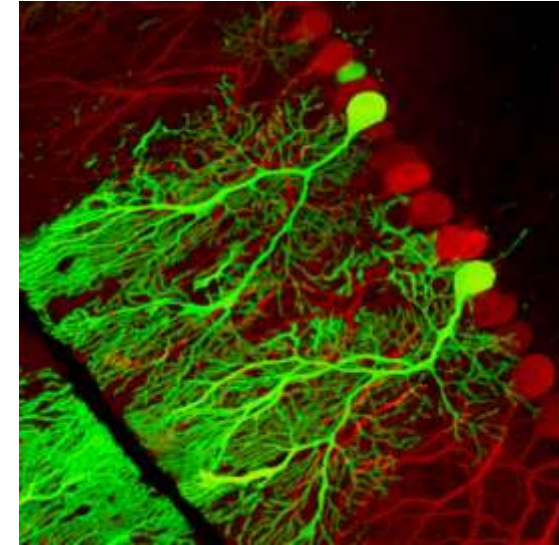


(Kisagykéreg) 1. kúszórostok (oliva inferiorból)- elágazás nélkül a kisagykéregbe



Nature Reviews | Neuroscience

- gerincvelői és corticalis bemenetet is kap (komparátor funkció – a tervezett és a megvalósuló mozgást hasonlítja össze)
- egyetlen **Purkinje-sejt** dendritfájával képez többszörös szinaptikus kapcsolatot



2. Moharostok (gericvelőből, vestibularis magvakból)

- már a fehérállományban bőségesen elágazik – több foliumhoz ill. a kisagyi magvakhoz ad oldalágakat
- a stratum granulosumban több szemcsesejt dendritjével kapcsolódnak – **kisagyglomerulusok**

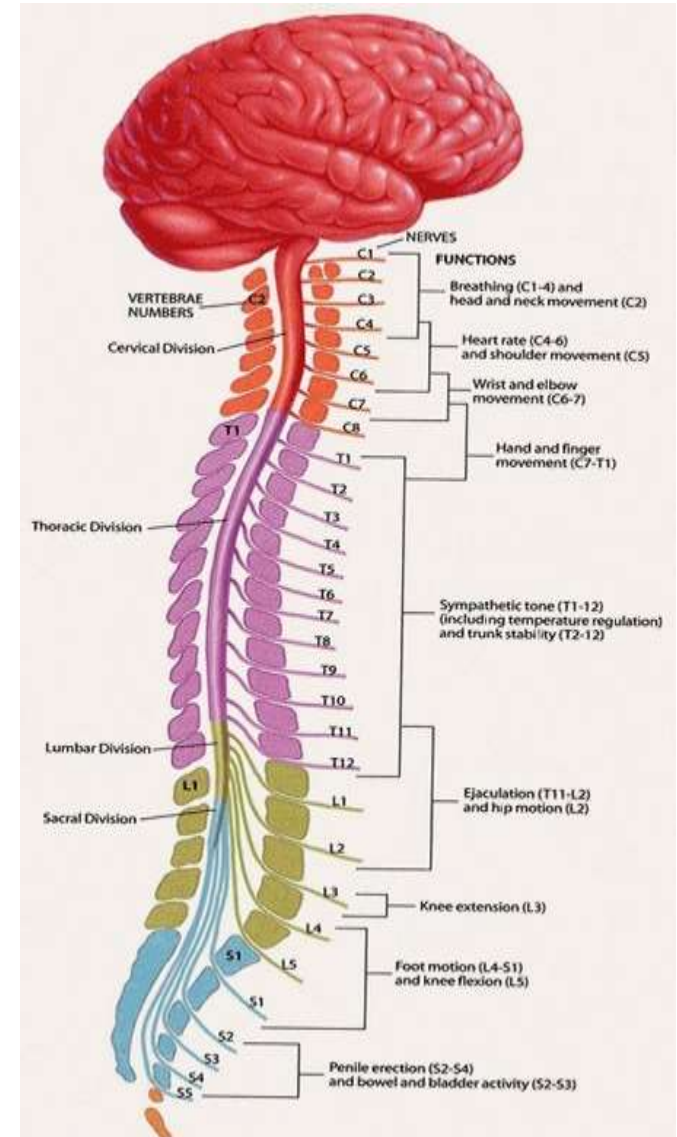
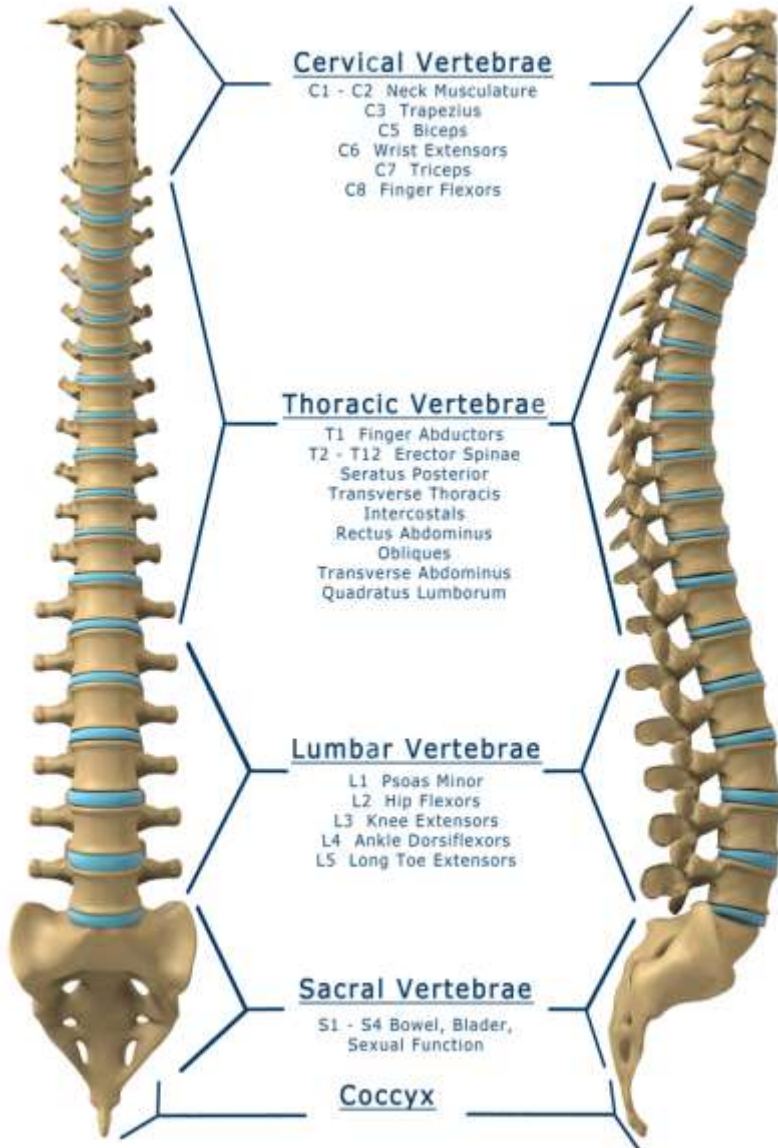
Purkinje-sejt-GABA-gátló

A gerincvelő

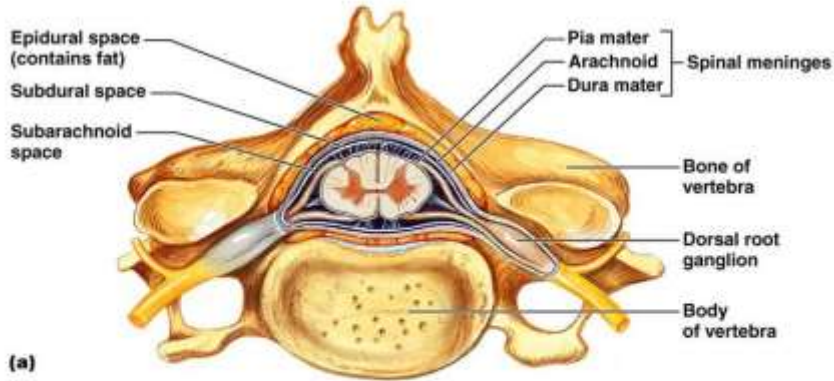


- Az agytörzs folytatása
- A központi idegrendszer része: szürke és fehérállomány
- Szegmentális elrendezés
- Fel és leszállópályák, gerincvelőben átkapcsolódó reflexívek
- A gerinccsatornában húzódik, de nem teljes szakaszán

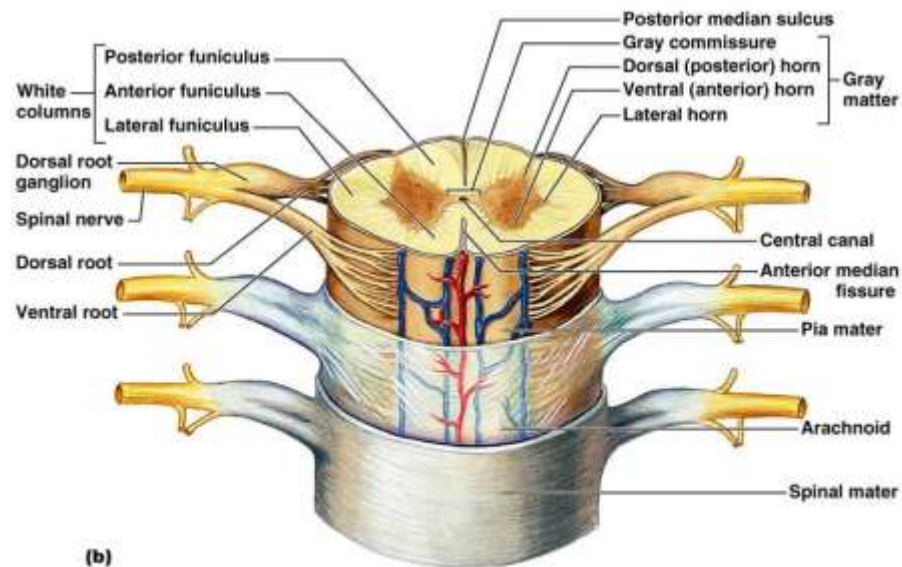
A gerincvelő II.



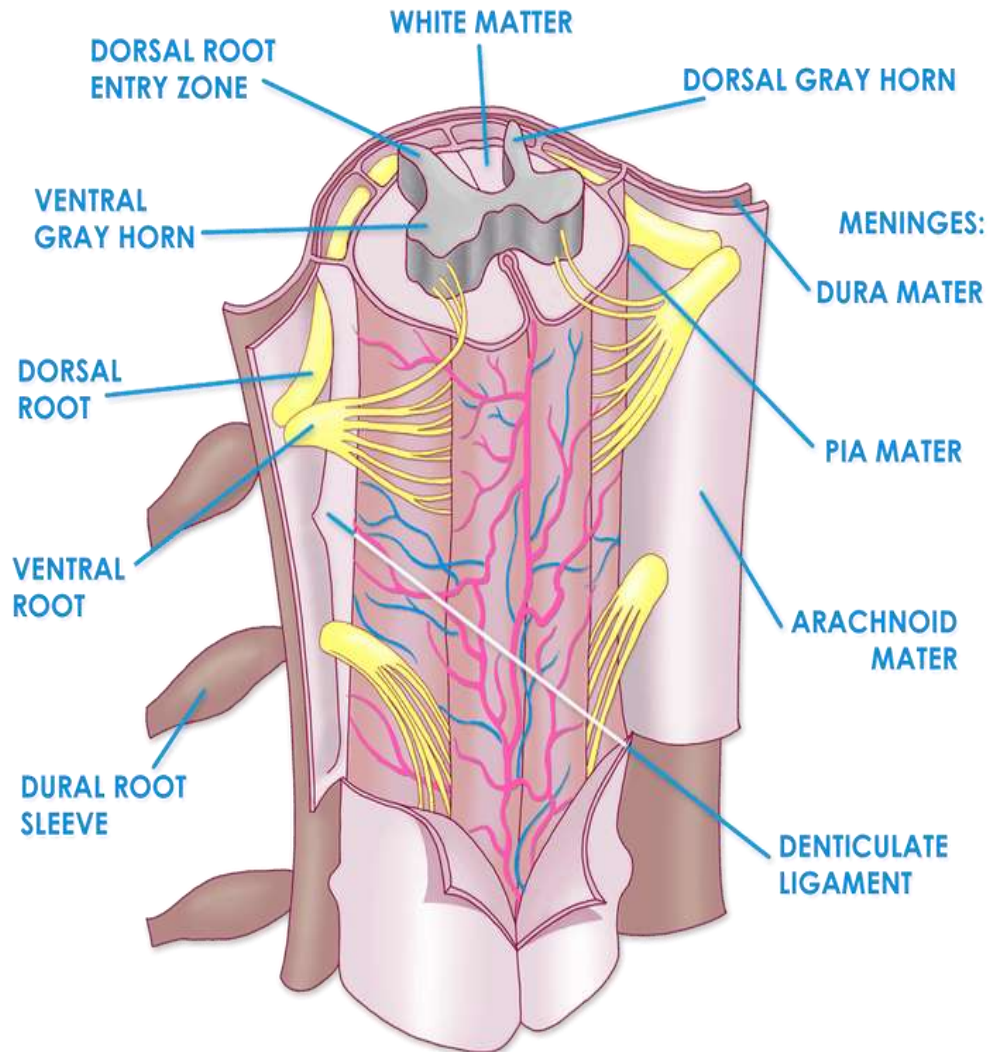
A gerincvelő III.



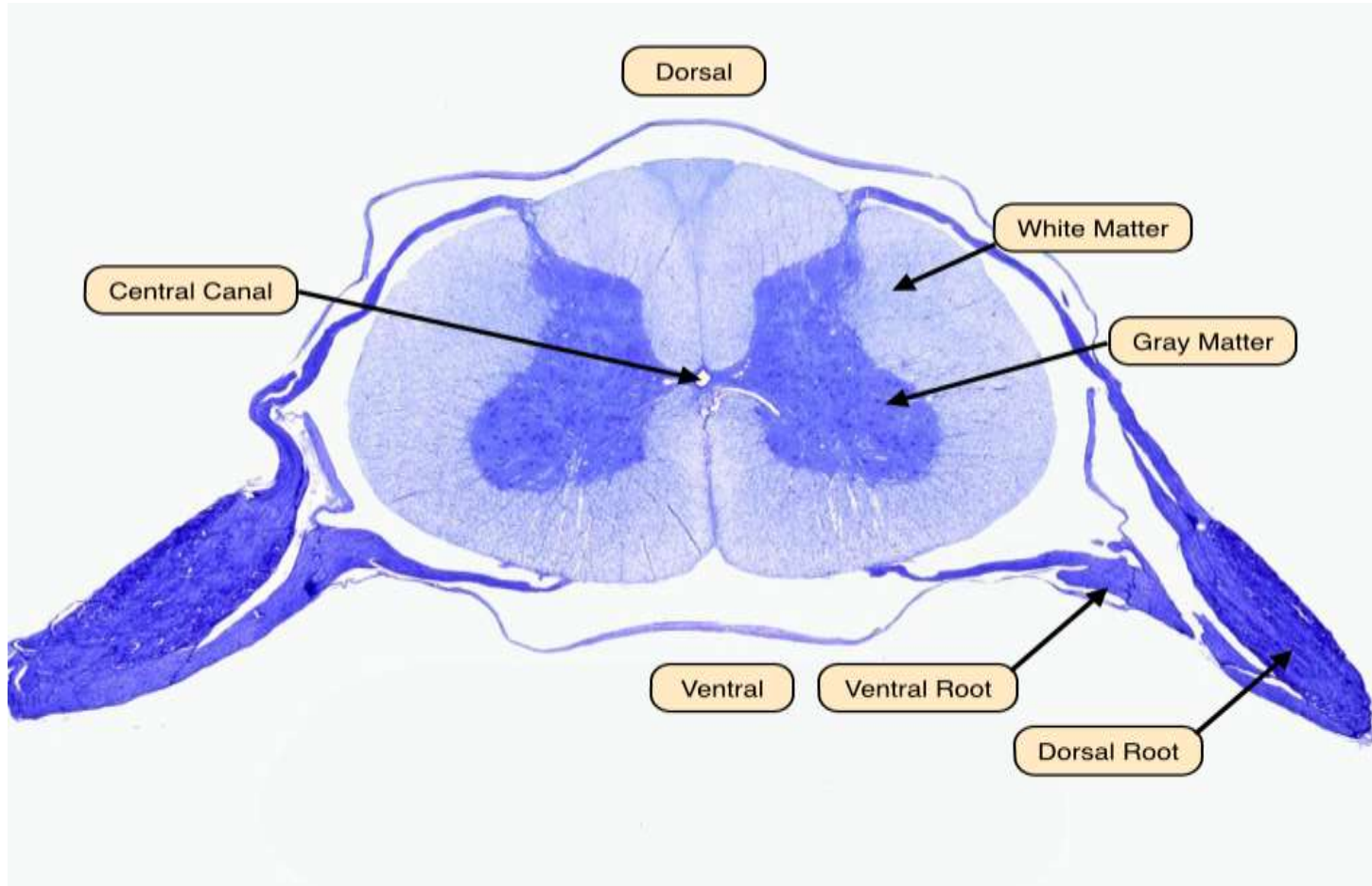
(a)



(b)



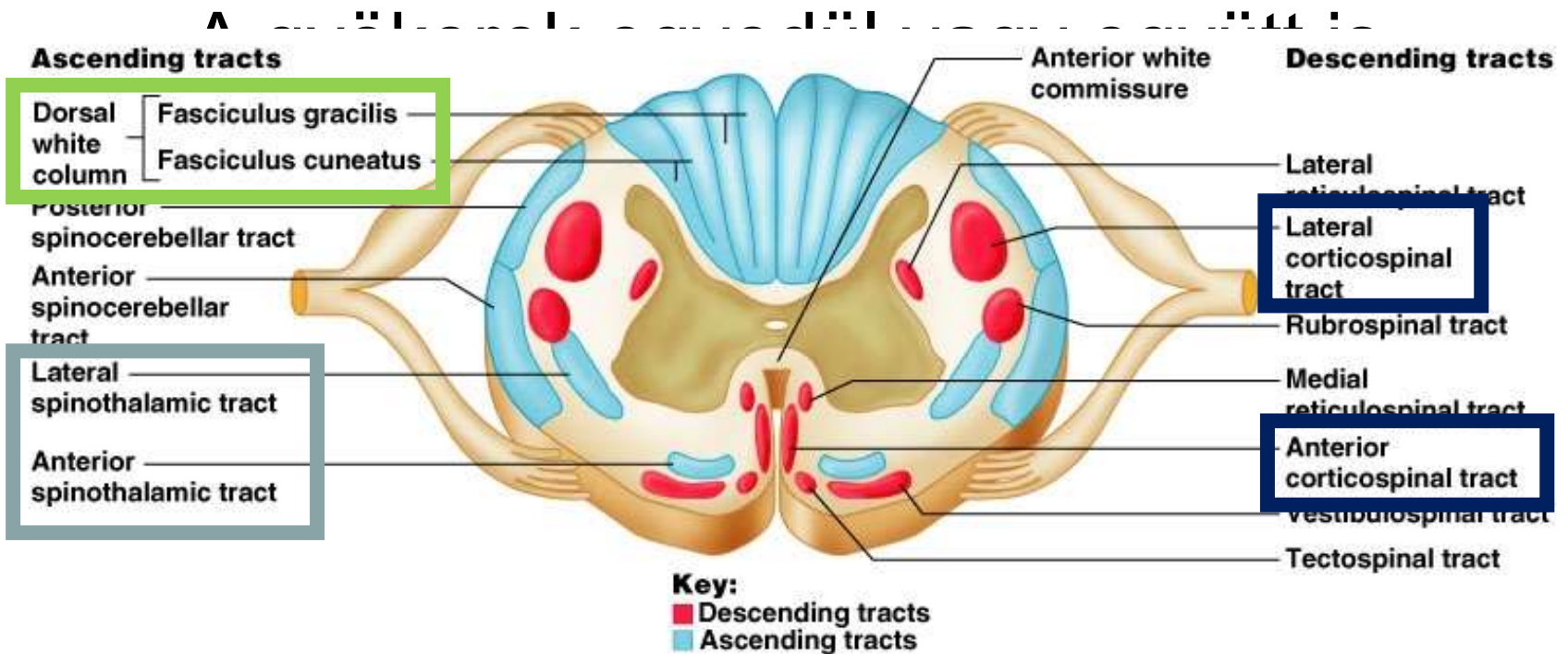
A gerincvelő IV.



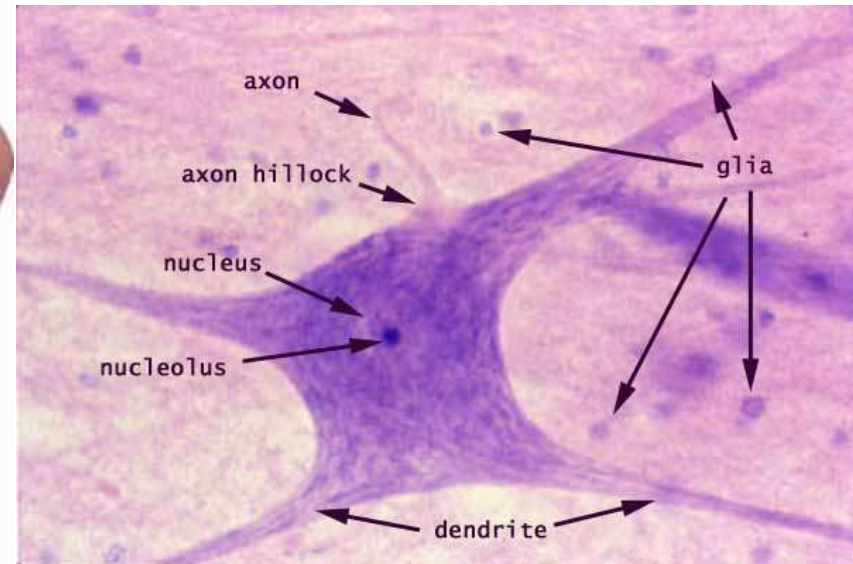
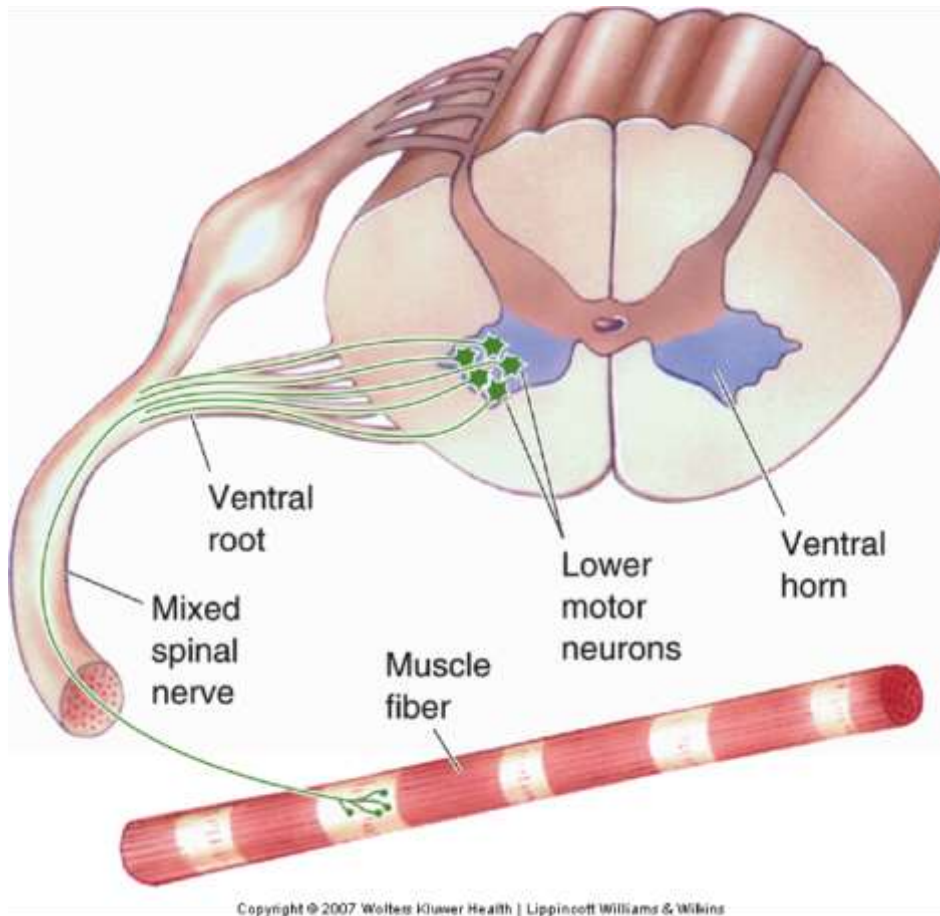
- 31 pár gerincvelői gyök, melyek felszálló (afferens) és leszálló (efferens) rostokat tartalmazhatnak. Jellemzően mindkettőt
- Egy idegtörzs egy vagy több gyökből áll össze

A gerincvelő V.

- A gerincvelői idegek elülső és hátsó gyökéren lépnek be és ki a gerincvelőből

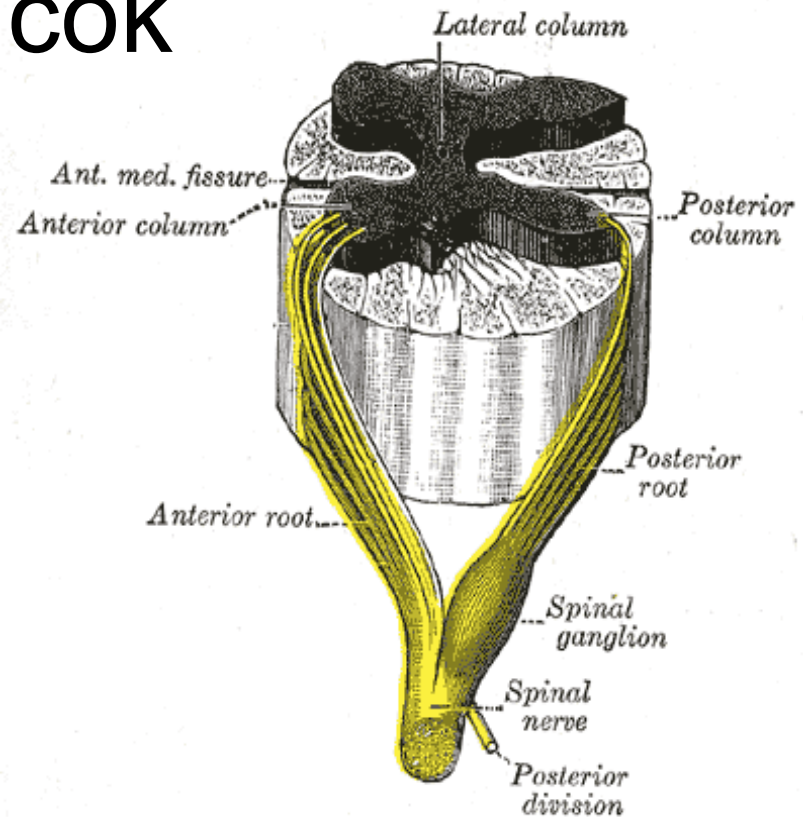
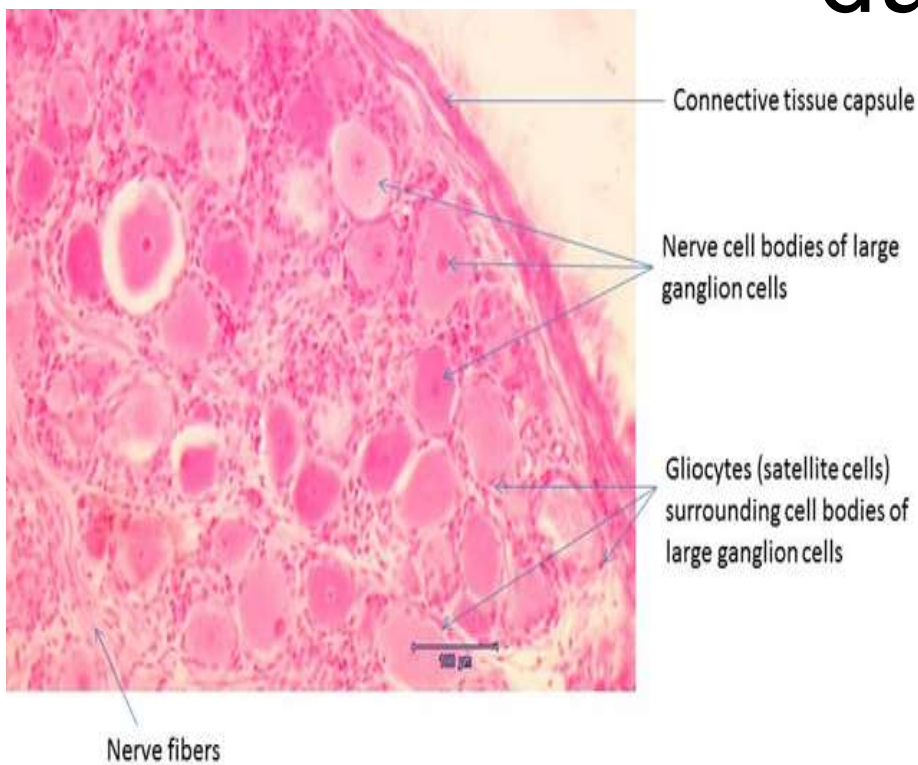


A gerincvelő VI. – Alfa motoneuronok



Nagy multipoláris neuronok, axonjaik a neuromuszkuláris junctionon érnek véget
Fő bemenetei: gerincvelői reflexívek
KIR – pyramidális és extrapyramidális rendszer

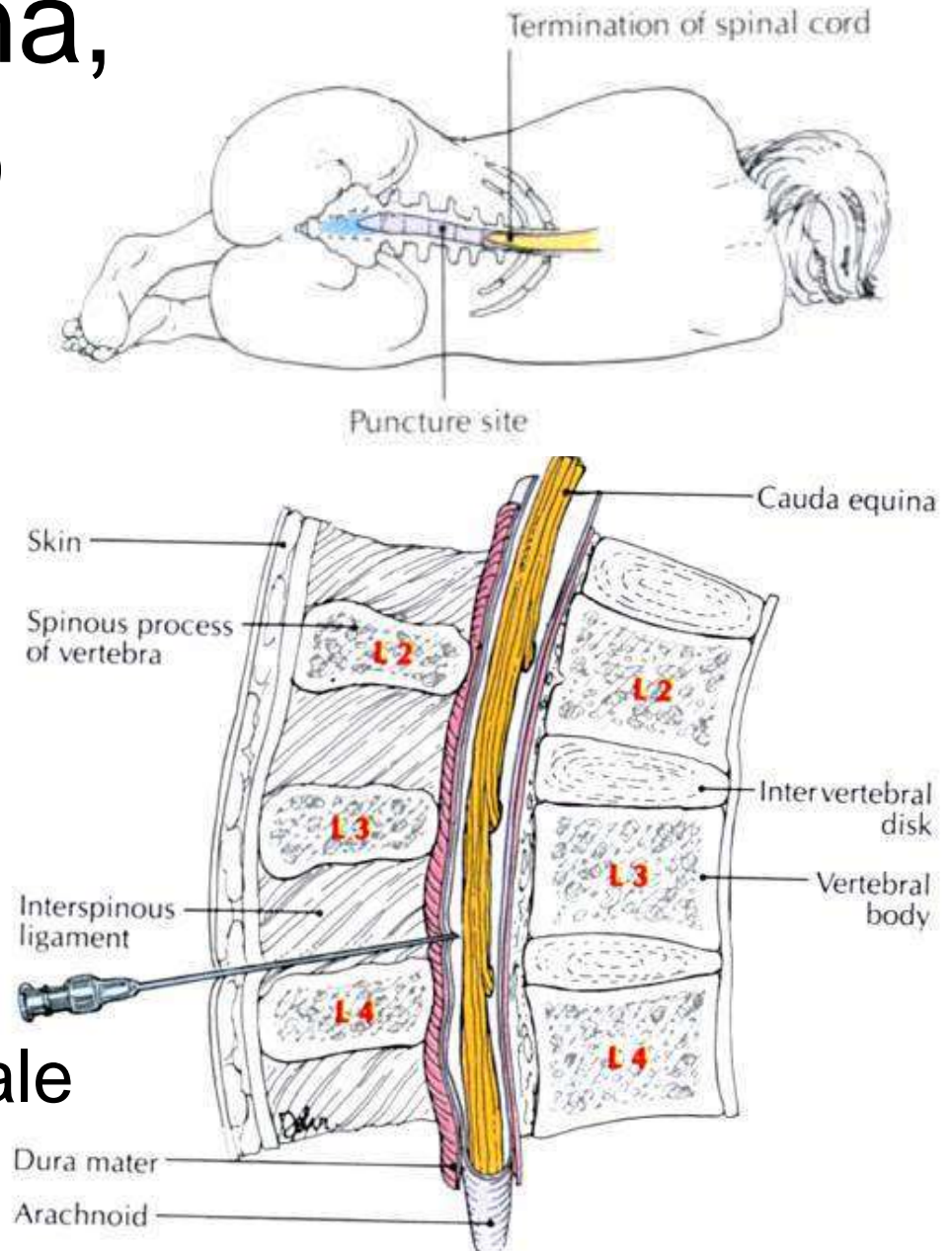
A gerincvelő VII. – Gerincvelői dúcok



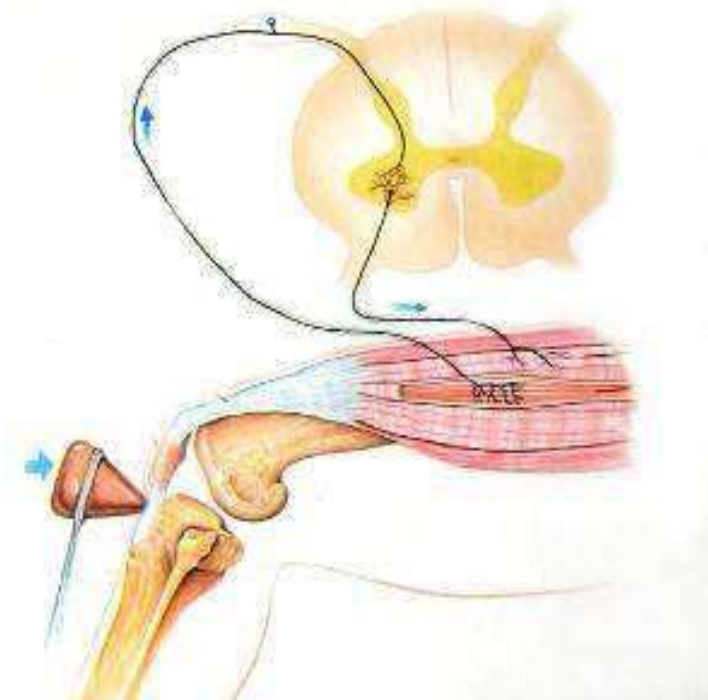
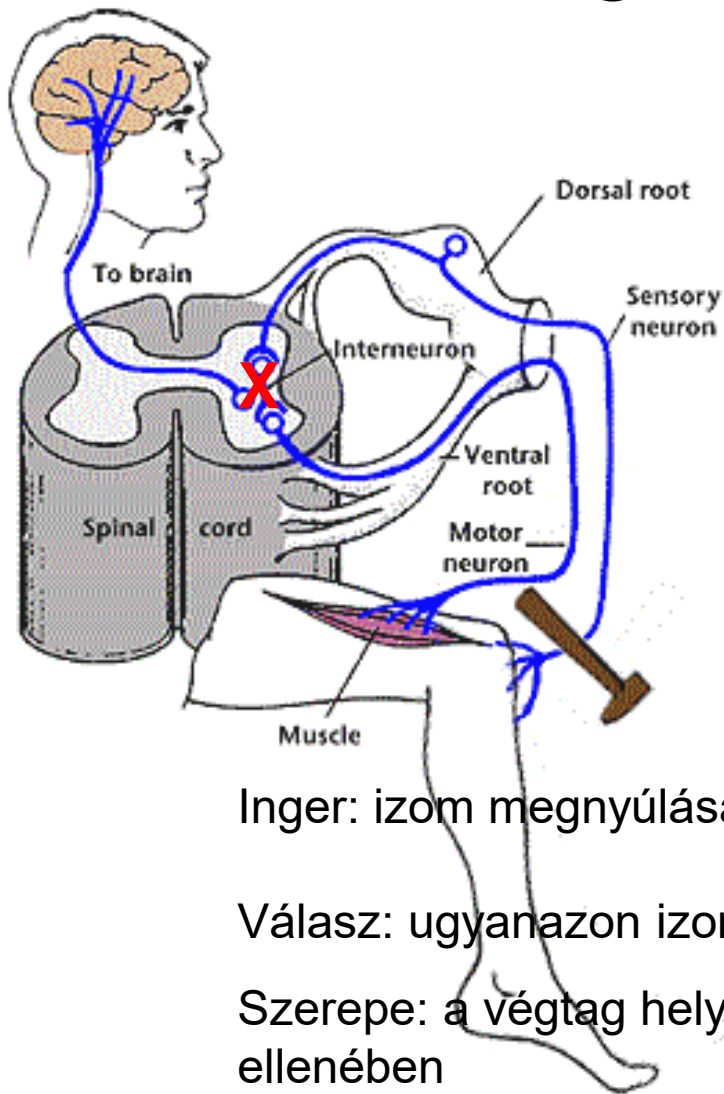
- Ún. pseudounipoláris neuronok
- Perifériás axonjaikon keresztül érzékeljük a hőt, fájdalmat, nyomást, tapintást, vibrációt, izomfeszülést,

Lumbalis cisterna, lumbal punctio

- bőr
- lig. supraspinale
- lig interspinale
- lig. flavum
- cavum epidurale
- dura mater spinalis
- arachnoidea
- cavum subarachnoidale



Monoszinzaptikus reflex



Szinonimák:

- proprioceptív reflex
- antigravitációs reflex

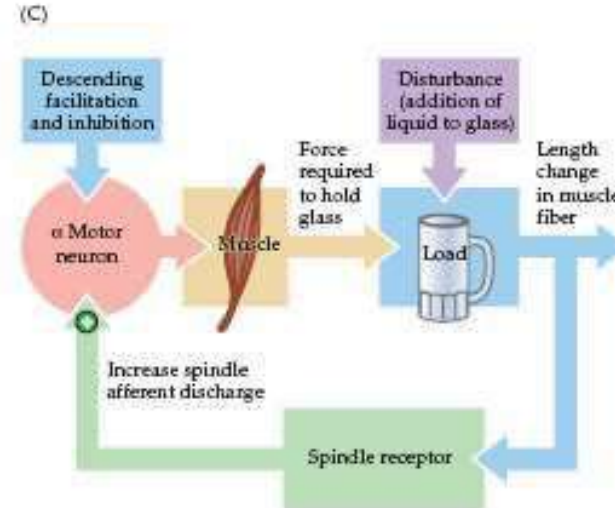
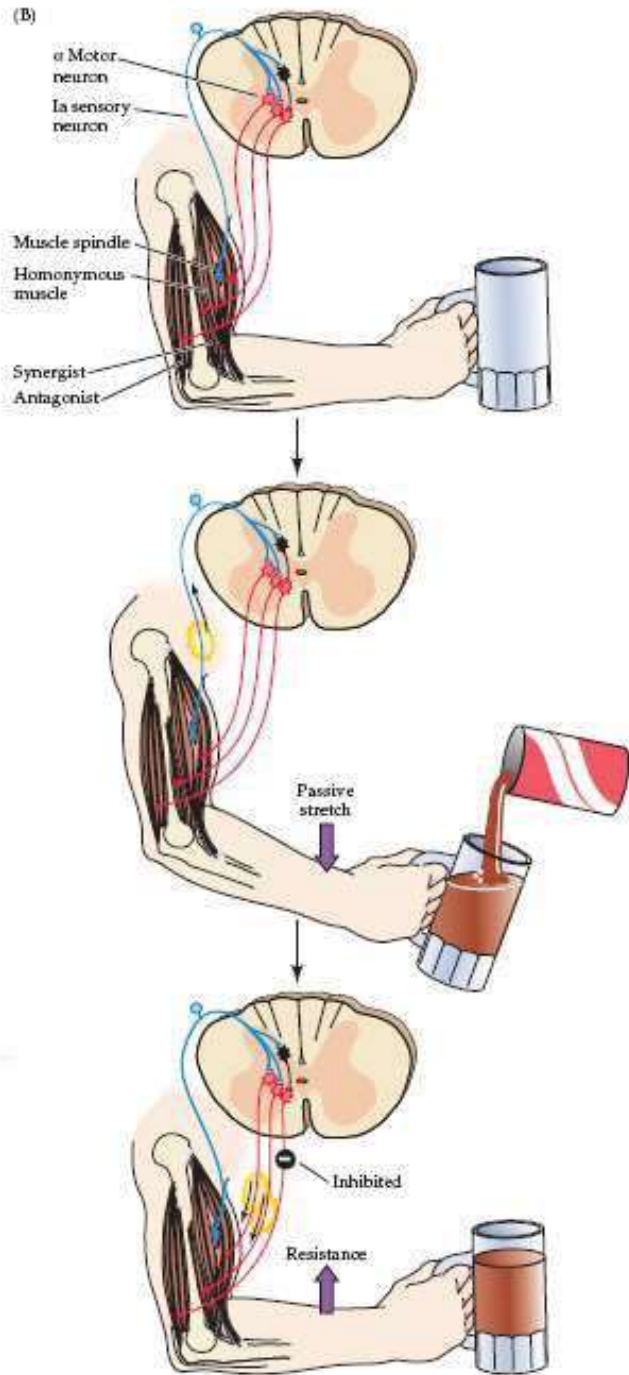
Inger: izom megnyúlása

Válasz: ugyanazon izom összehúzódása

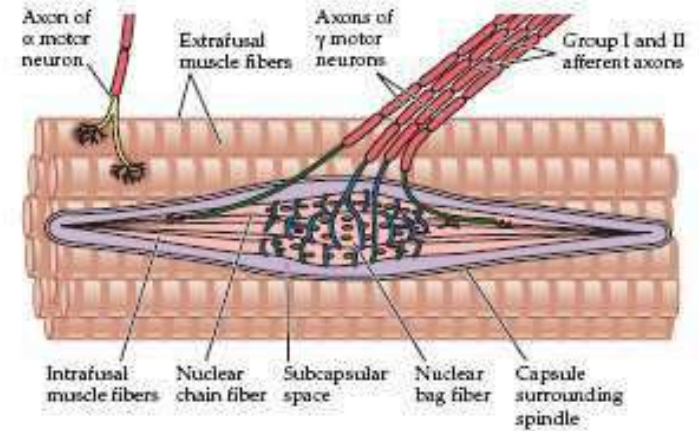
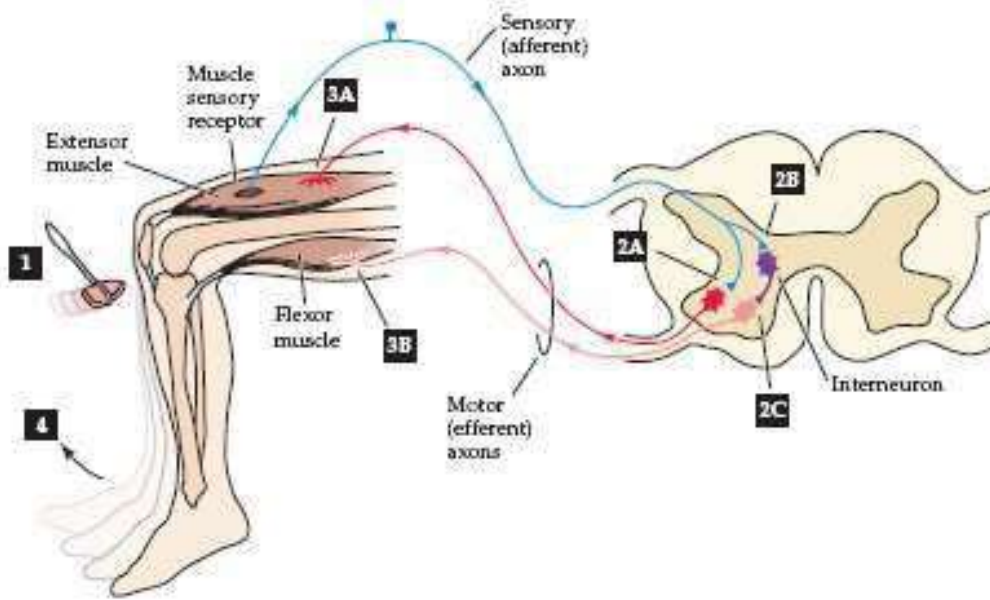
Szerepe: a végtag helyzetének automatikus megtartása gravitáció ellenében

Csak egy szinapszis, **nincs interneuron**

Funkció



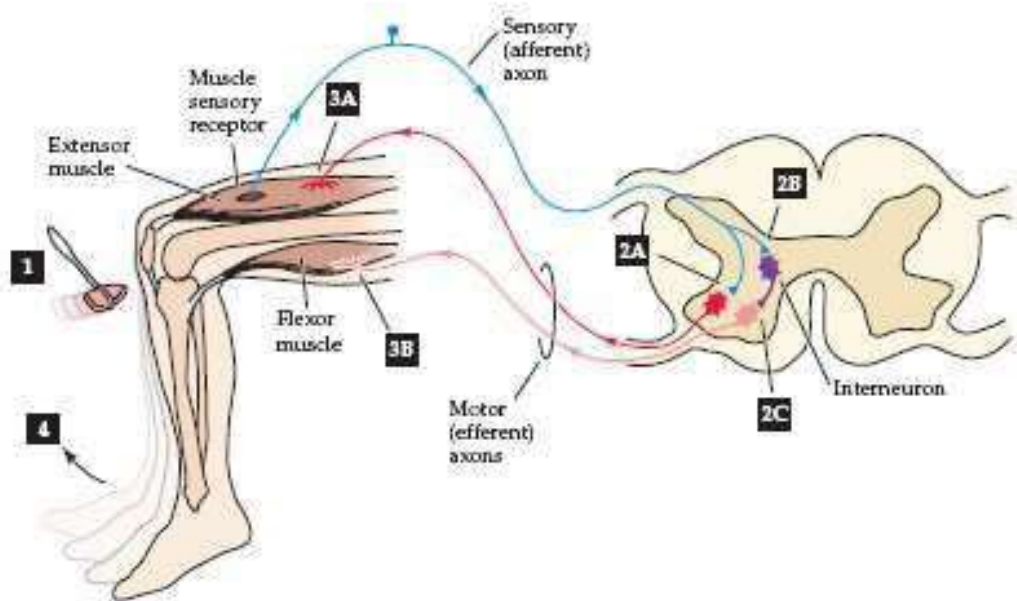
Komponensei



Receptor: izomorsó. A munkaizmозattal párhuzamosan kapcsolt, kötőszövetel körülvevett, módosult harántcsíkolt izomrostok.

Afferens rostok: Ia ($A\alpha$) érzőrostok, a sejttestek a ganglion spinaleban találhatóak.

Komponensei



Központi feldolgozás: egy szinapszis - ugyanazt az izmot ellátó α -motorneuronra

Efferens rostok: az α -motorneuron axonja ($A\alpha$)

Effector: harántcsíktolt izom

Válasz: ugyanannak az izomnak az összehúzódása

Klinikai jelentősége

Gyengébb reflexek (hypo- or areflexia) oka az α -motoneuron (nincs kimenet) vagy az érző neuron (nincs bemenet) vagy mindkettő (n. spinalis) károsodása.

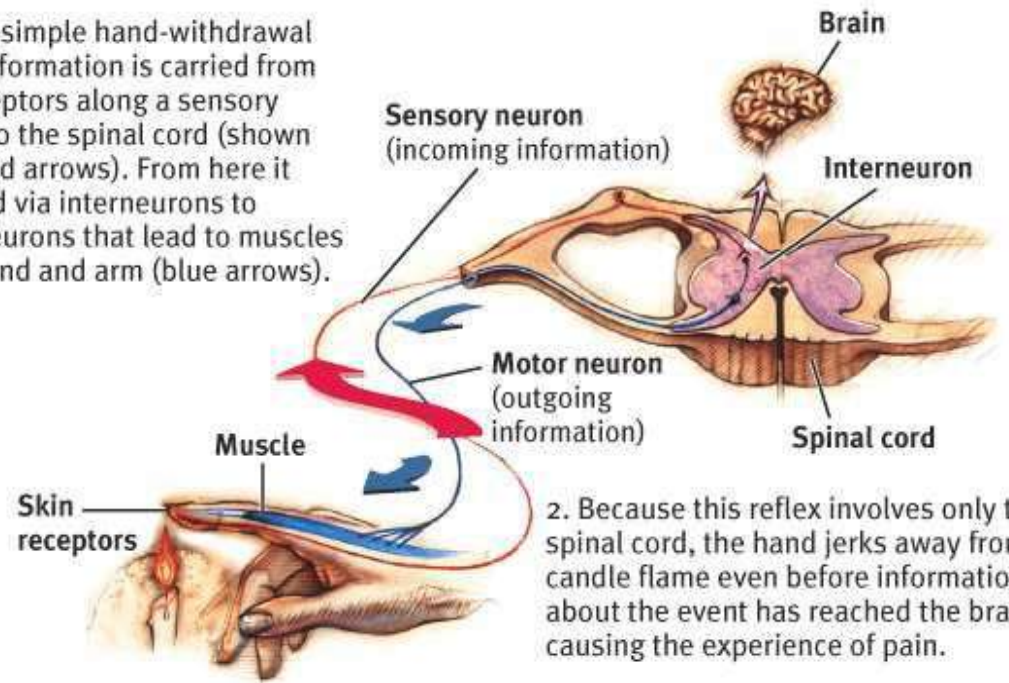
Az α -motoneuron (alsó motoneuron) sérülése esetén az akaratlagos mozgások is gyengülnek, vagy kiválthatatlanok (petyhüdt bénulás (flaccid paresis): nincs reflex, nincs akaratlagos mozgás, az izomtónus csökkent).

Az érző neuron sérülése esetén az érzéskiesés vizsgálható, az akaratlagos mozgások kiválthatóak lehetnek.

Erősebb reflexek (hyperreflexia) oka általában felső motoneuron sérülés (leszálló motoros pályák, motorcortex). Az akaratlagos mozgások itt is hiányozhatnak, de a reflexek erősödnek, mert a leszálló pályák általában gátló jellegűek.

Fájdalomreflex

1. In this simple hand-withdrawal reflex, information is carried from skin receptors along a sensory neuron to the spinal cord (shown by the red arrows). From here it is passed via interneurons to motor neurons that lead to muscles in the hand and arm (blue arrows).



2. Because this reflex involves only the spinal cord, the hand jerks away from the candle flame even before information about the event has reached the brain, causing the experience of pain.

Szinonimák:

-nociceptív reflex

-flexor, keresztezett extensor reflex Stimulus: fájdalmas, szövetkárosító inger

Válasz: az azonos oldali flexorizmok a végtagot visszahúzzák, ellenkező oldalon az extenzorok aktiválódnak

Szerepe: a végtag védelme

Polyszinaptikus

Komponensei

Receptorok: thermo- és nociceptorok a bőrben és egyéb szervekben.

Afferens rostok: III, IV(C), elsősorban a substantia gelatinosa (II –réteg) területén végződnek.

Központi feldolgozás: több interneuronra szinaptizál, amelyek az azonos oldali flexor, és ellentétes oldali extensor izmokat aktiválják.

Efferens rostok: motoneuronok axonja.

Effector: azonos oldali flexor, és ellentétes oldali extensor izmok.

Antagonista izmok gátlódnak!

Az információ a tr. spinothalamicus (antero-lateral system) közvetítésével eljut a kéregbe is.

Alacsony vezetési sebesség: a végtagot a fájdalomérzet észlelésekor már visszahúztuk.

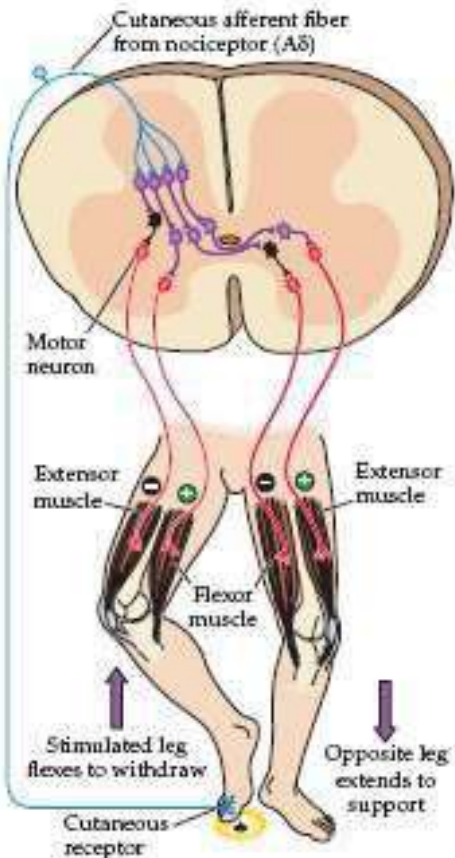
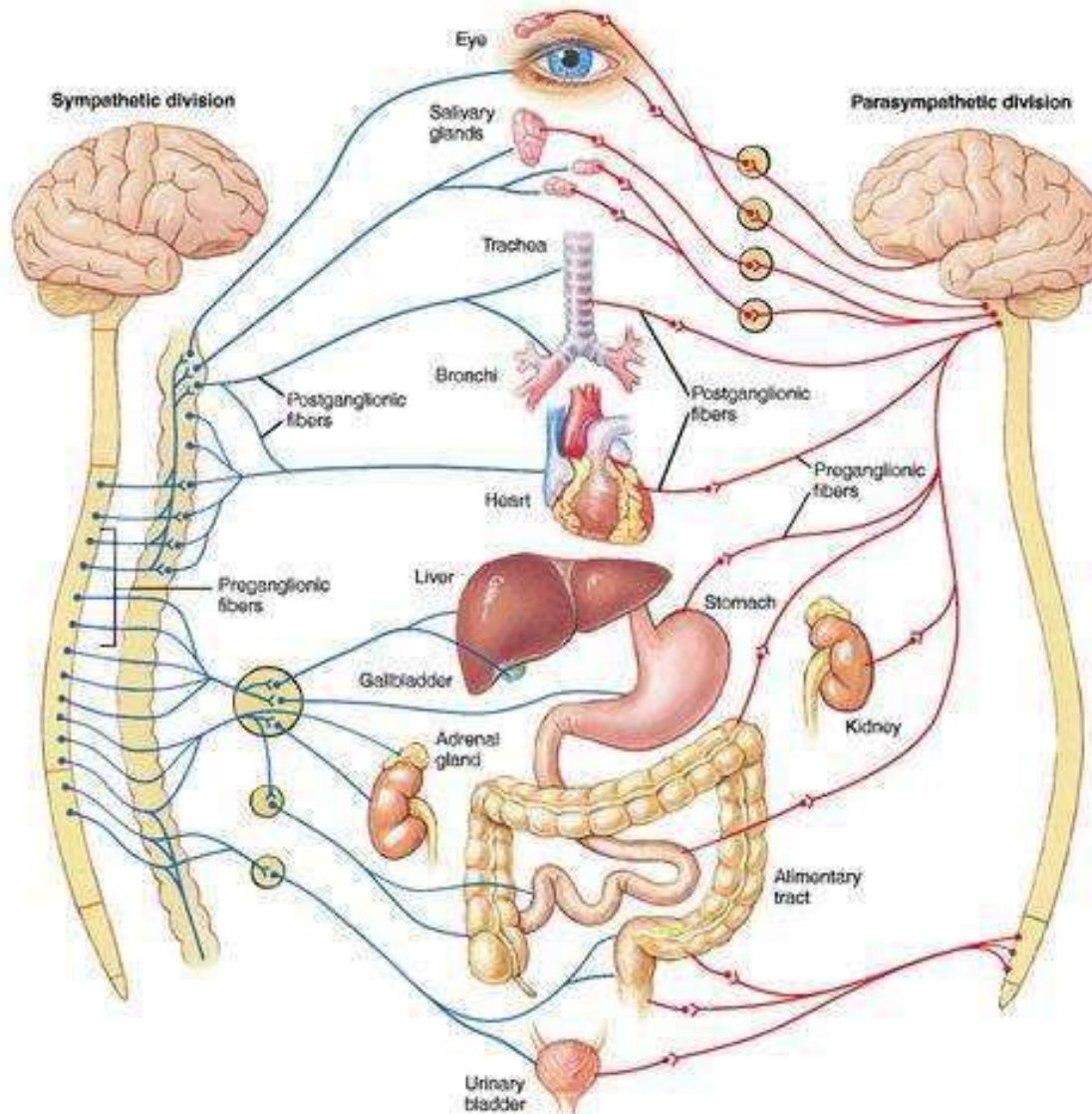


Figure 15.13 Spinal cord circuitry responsible for the flexion reflex. Stimulation of cutaneous receptors in the foot (by stepping on a tack in this example) leads to activation of spinal cord local circuits that withdraw (flex) the stimulated extremity and extend the other extremity to provide compensatory support.

Vegetatív (zsigeri) reflex



Th1-L2

S2-S4

Funkcionálisan az idegrendszert **szomatikus (akaratuntól függő), illetve autonóm (vegetatív) részekre** oszthatjuk fel.

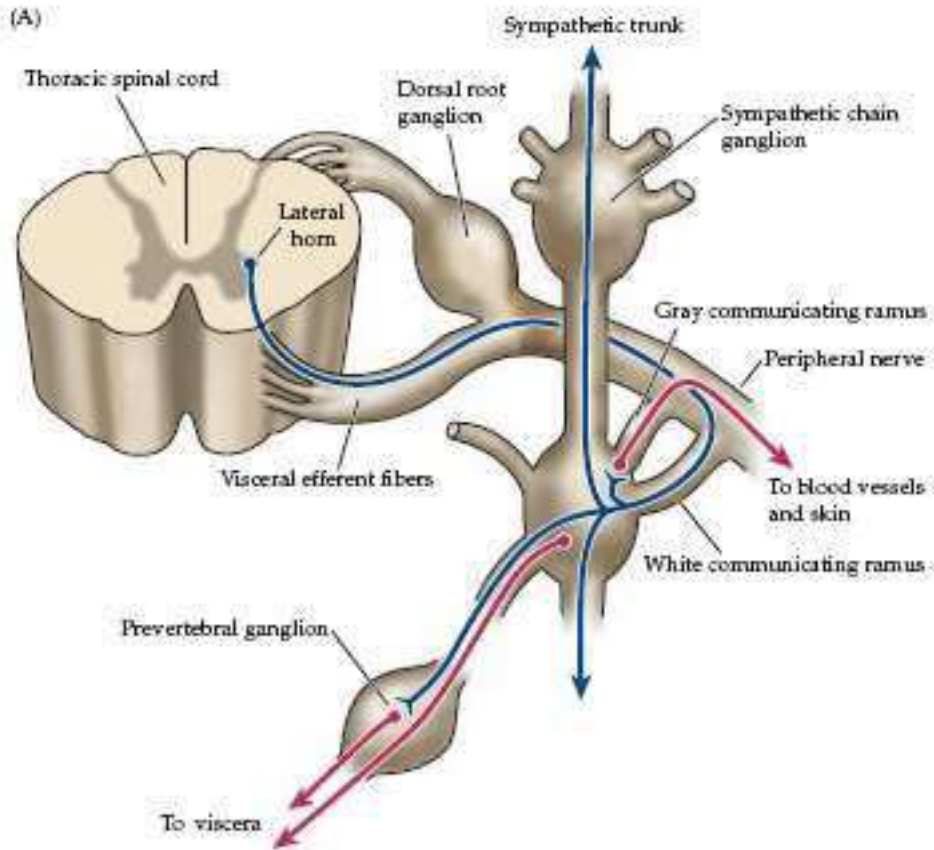
A szomatikus idegrendszert az anatómiai leírások két fő részre osztják: **központi és környéki idegrendszerre**. A központi idegrendszer részei a koponyaagy és a gerincvelő, itt történik az információk feldolgozása és integrációja, a feltétlen és feltételes reflextevékenységek.

A környéki (perifériás) idegrendszer az agyidegekből, gerincvelői idegekből és számos idegdúcból (ganglion) áll. Impulzusok szállítódnak a végrehajtó szervek felé, illetve „érzetek” a belső állapotról és a külvilágból a központ felé.

A **vegetatív idegrendszer** anatómiailag szintén központi és környéki részekre oszlik, funkcionálisan pedig **szimpatikus és paraszimpatikus** részekre. Feladata elsősorban a belső szervek (emésztő, légző, stb.) szabályozása, hatással van a mirigyek és simaizmok (így az erek) működésére.

A központi idegrendszer egymás fölé épülő rendszerekből jön létre, „reflexemeletei” a következők: gerincvelő, agytörzs, kéregalatti magvak, agykéreg.

Vegetatív (zsigeri) reflex



Szimpatikus és paraszimpatikus
Szívizmot, illetve a zsigerekben
vagy a testfalban elhelyezkedő
simaizmot és mirigyét idegez be.

Polyszinaptikus

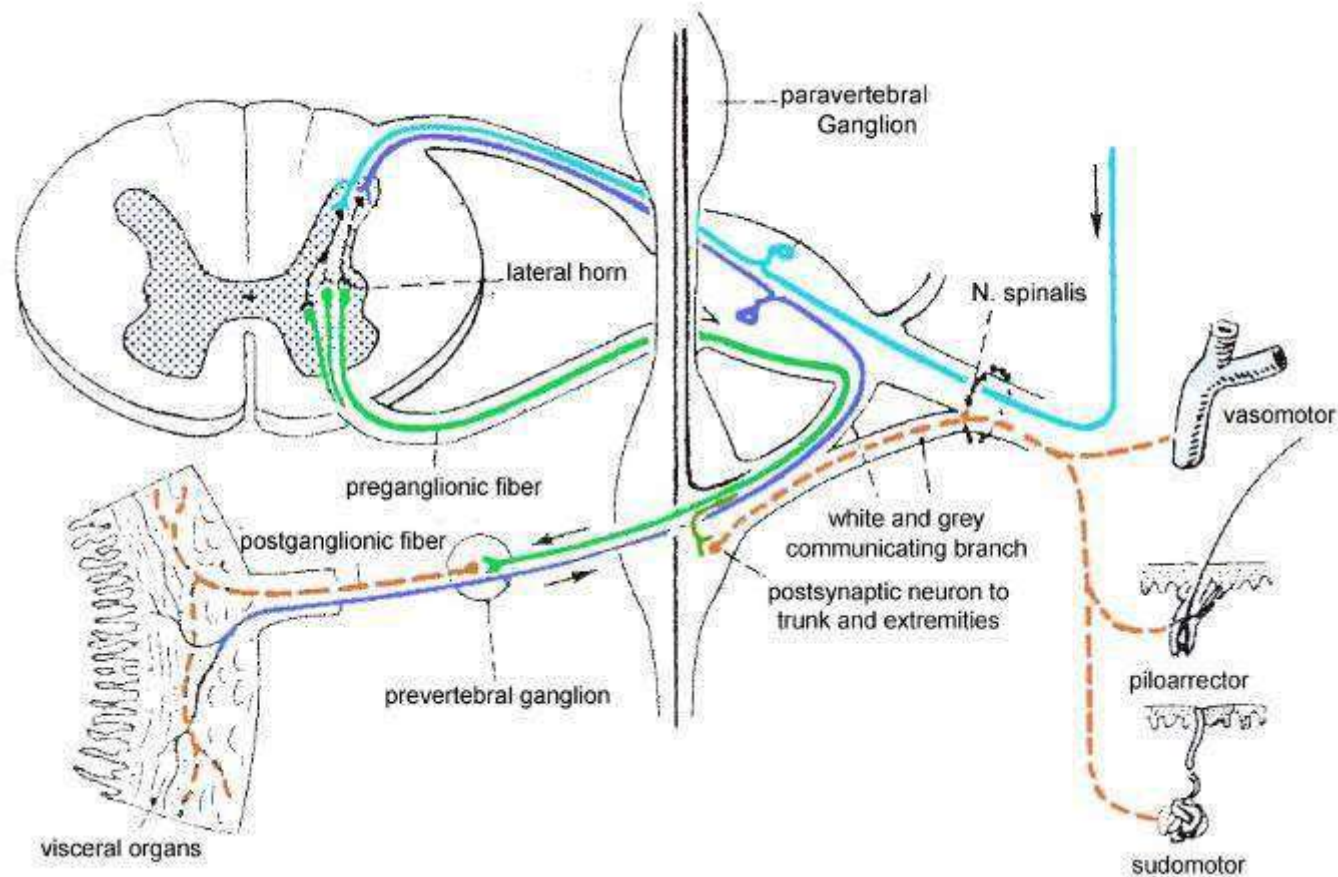
Mindig két motoneuron:

preganglioniaris

postganglioniaris

Szinapszis a vegetatív
ganglionokban

Vegetatív reflex: szimpatikus



Receptorok: a zsigerek falában és a testfalon (**viscero-visceralis és somato-visceralis reflex**).

Afferens rostok: A δ , B, IV(C) típusú axon

Központi feldolgozás: legalább egy interneuron, szinapszis az **oldalsó szarvban** elhelyezkedő preganglioniaris vegetatív motoneuronra.

Efferent fibers:

-preganglioniaris rostok az oldalsó szarvból a szimpatikus ganglionig futnak - szinapszis.

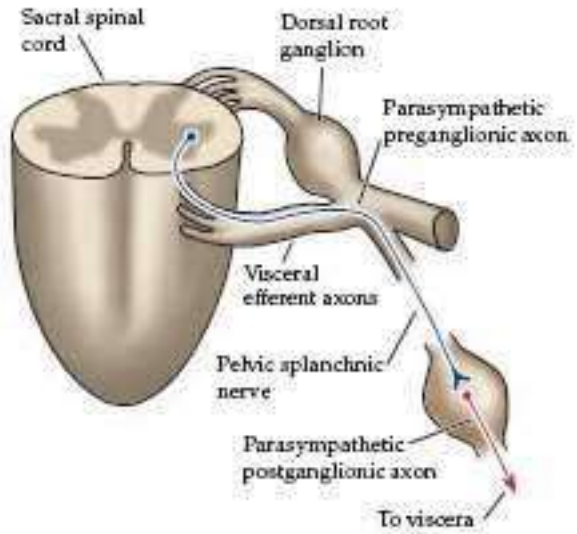
-paravertebralis ganglion: a testfalat és a végtagokat ellátó rostok. vasomotor: erek simaizmai, sudomotor: verejtékmirigy, piloarrector: m.arrector pili simaizmai.

Kapcsolat a n. spinalissal: r. communicans albus et griseus.

-prevertebralis ganglion a zsigeri szerveket látja el.

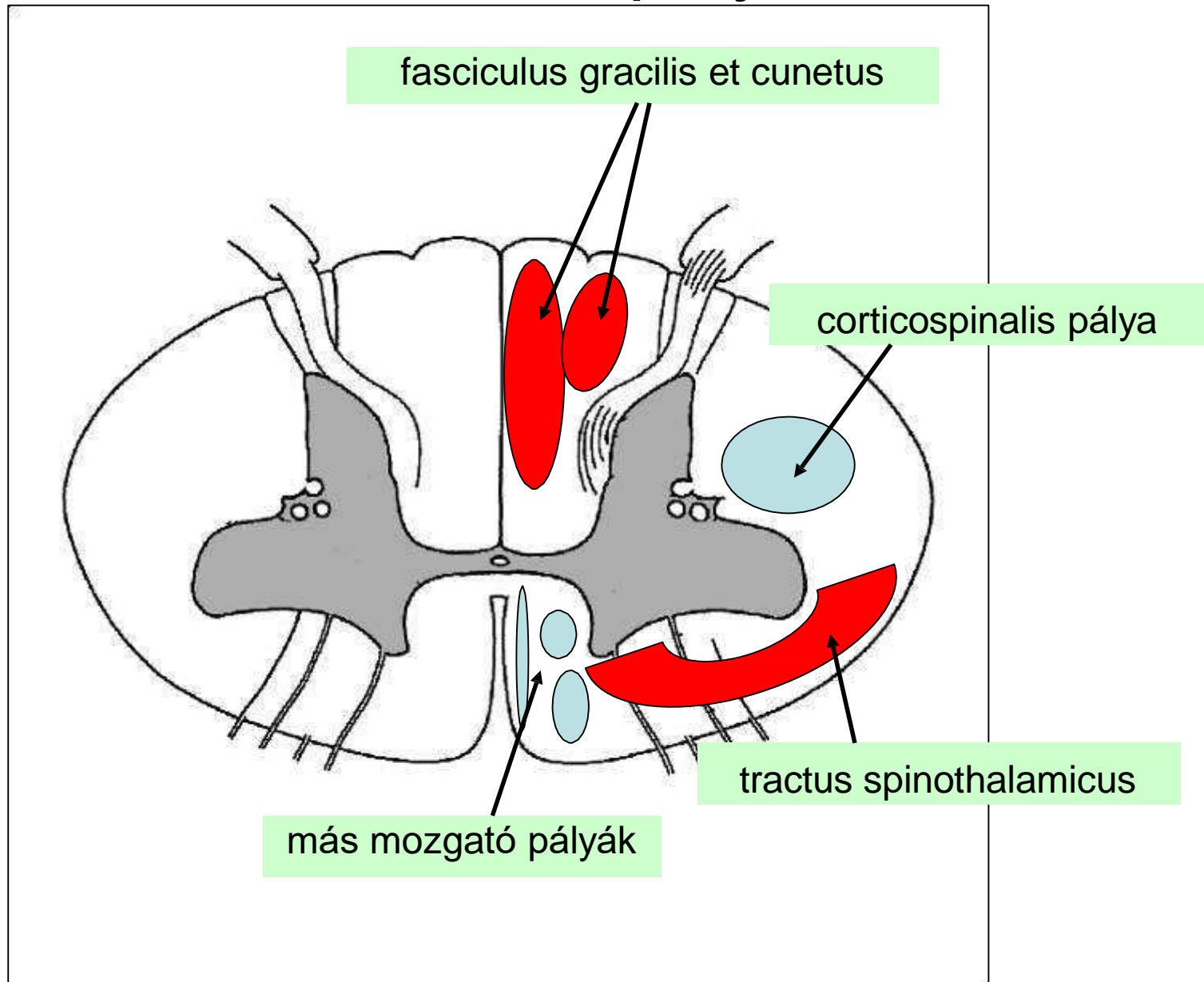
Effector: szívizom, illetve a zsigerekben vagy a testfalban elhelyezkedő simaizom vagy mirigy

Vegetative Reflex: Parasympathetic



S2-S4
No lateral horn
No distinct para- and prevertebral ganglion

A gerincvelő fontosabb pályarendszerei



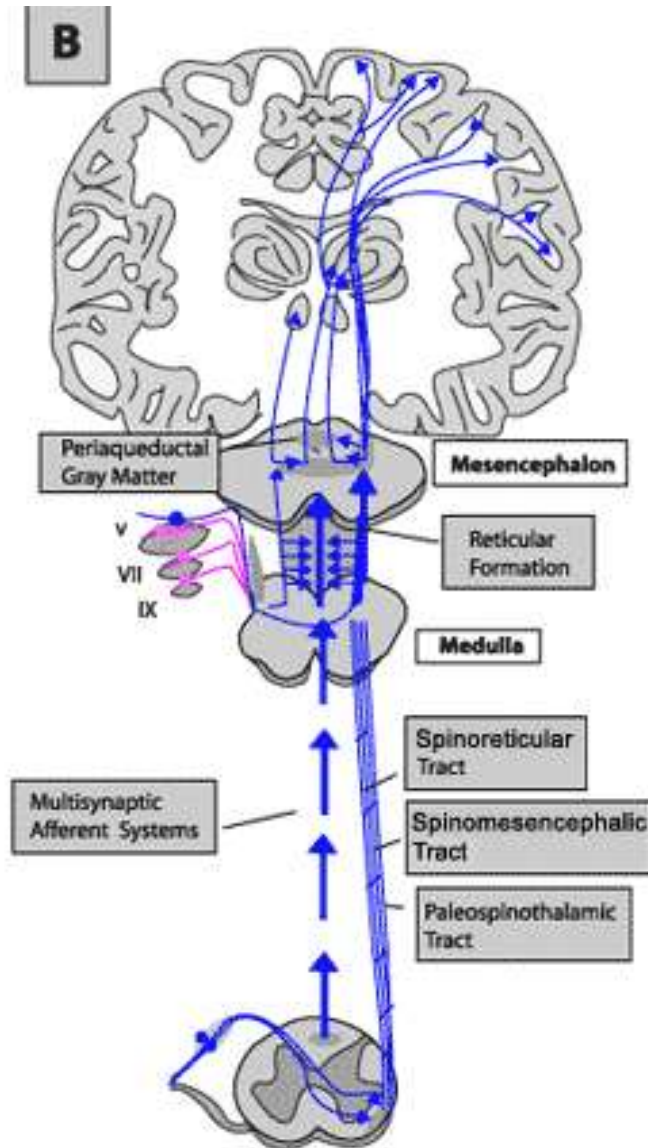
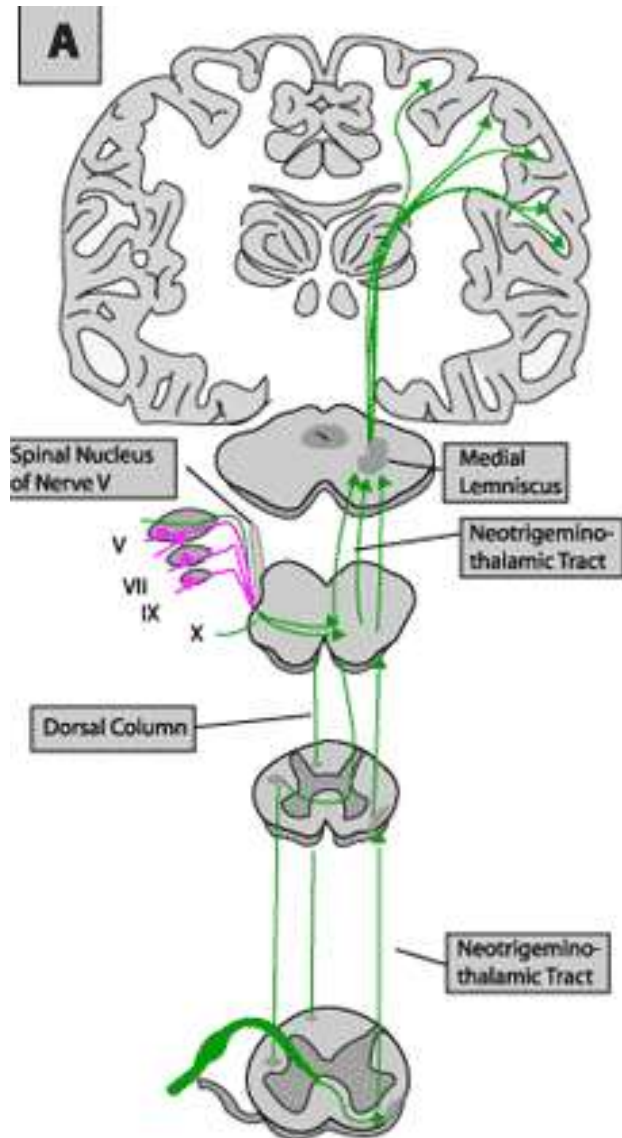
Érző (somatosensoros) pályarendszerek

spinothalamicus rendszer

	Direct	Indirect
	spinothalamicus	Spinothal.&spinoretic.
Somatotopia	+	–
Test-reprezentáció	Contralateralis	Bilateralis
Form. Retic.	-	+
subcorticalis	–	Hypothalamus Limbikus rendszer, Autonóm központok
Thalamusmag	Ventral posterolateral (VPL)	intralaminaris és középvonali magvak
Cortexbe vetülés	Primer somatosens. ctx	Gyrus cinguli
szerep	Diszkriminatív fájdalomérzés (minőség, intenzitás, lokalizáció)	Arousal (éberség, figyelem)
Egyéb funkciók	Hőmérséklet, egyszerű tapintási	

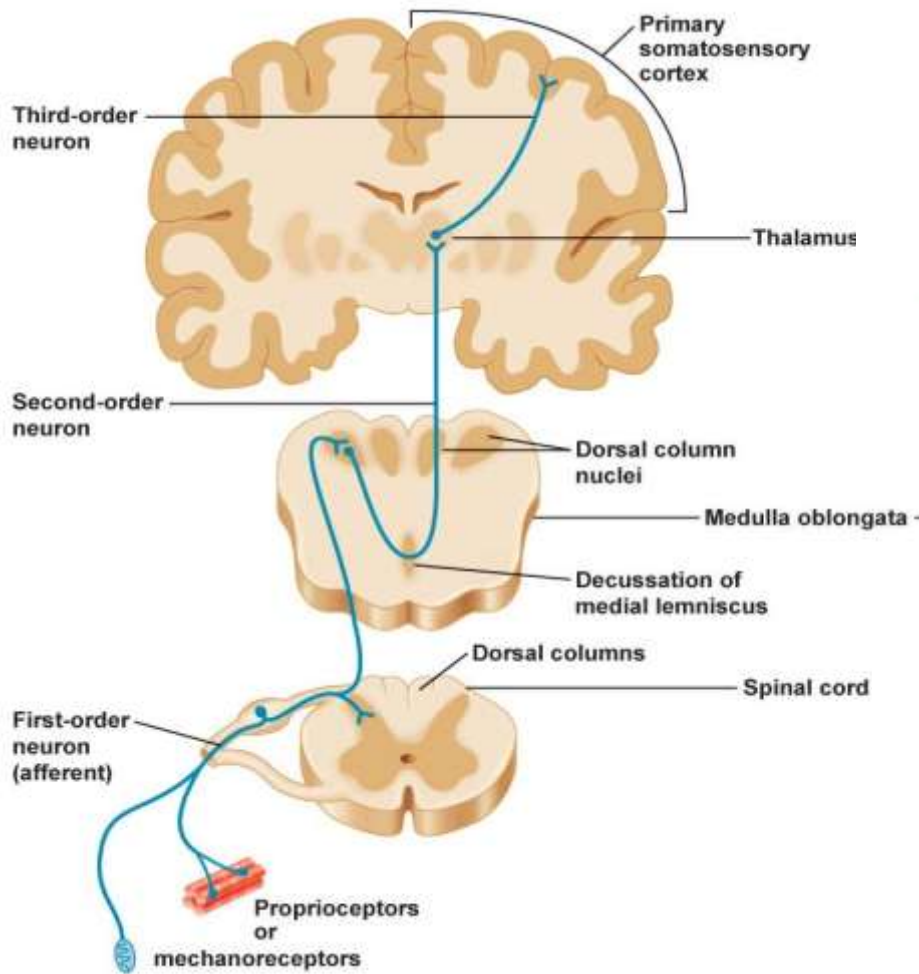
Érző pályarendszerek

spinothalamicus rendszer

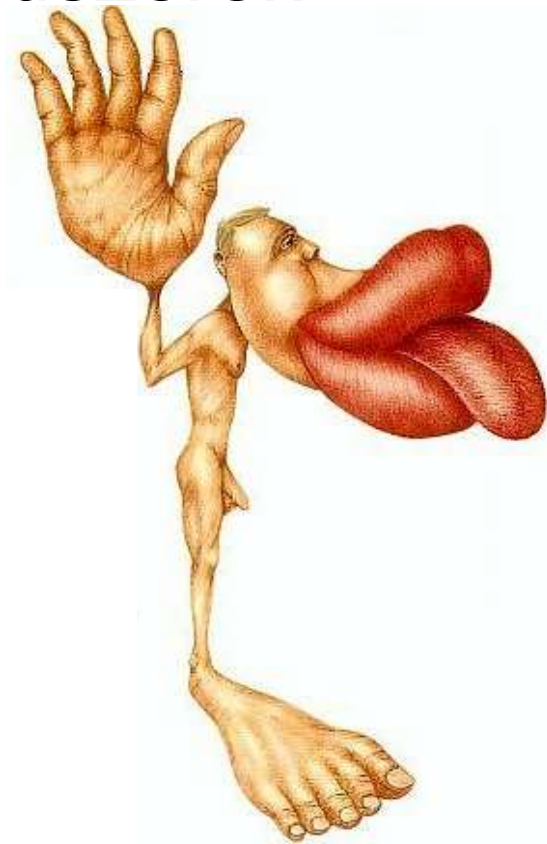


Somatosensoros érző pályarendszerek

hátsó köteg-lemniscus medialis



(a) Dorsal column–medial lemniscal pathway

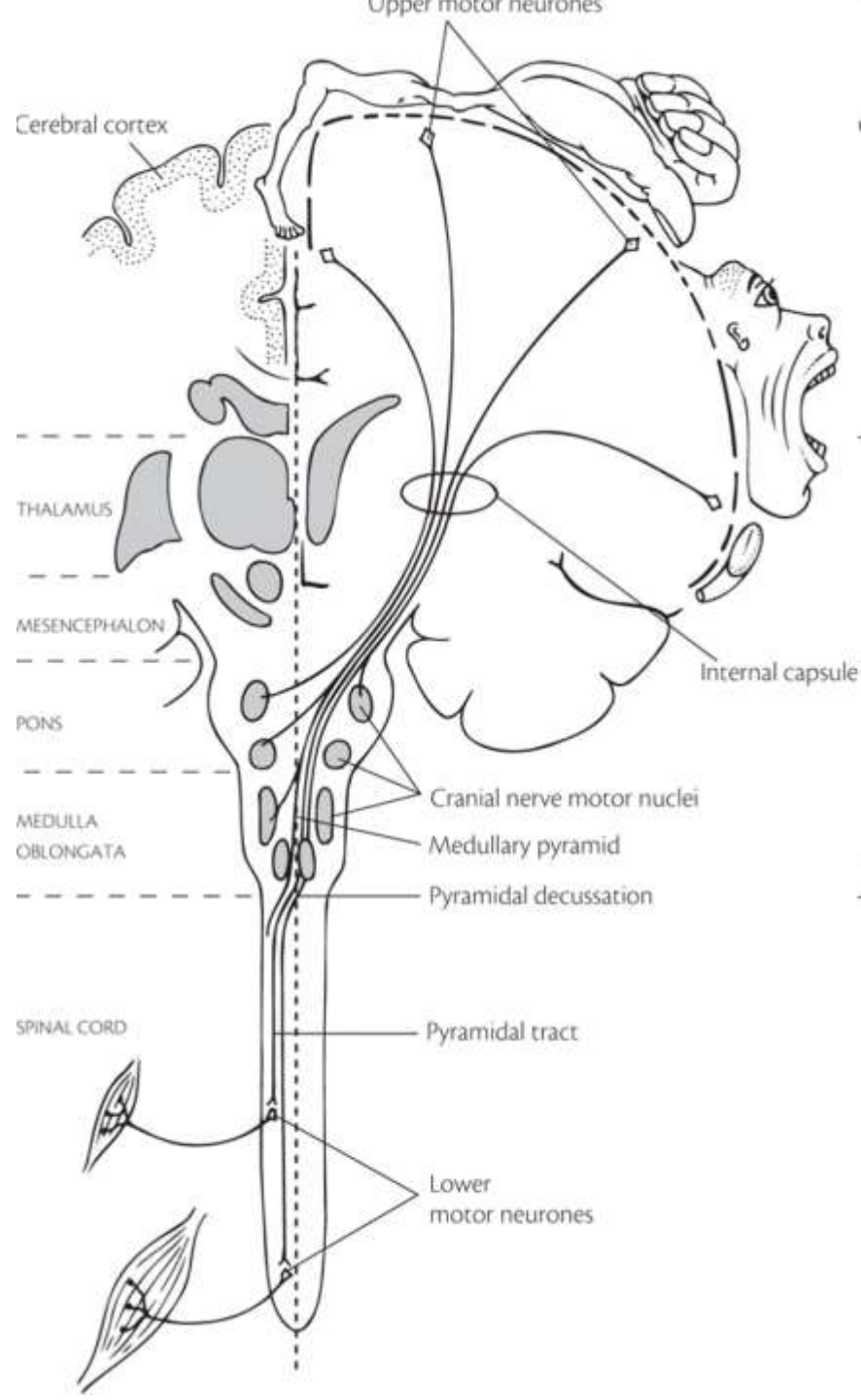


Vibráció, finom tapintás, izmok, ízületek helyzete

Mozgató rendszerek

piramispálya

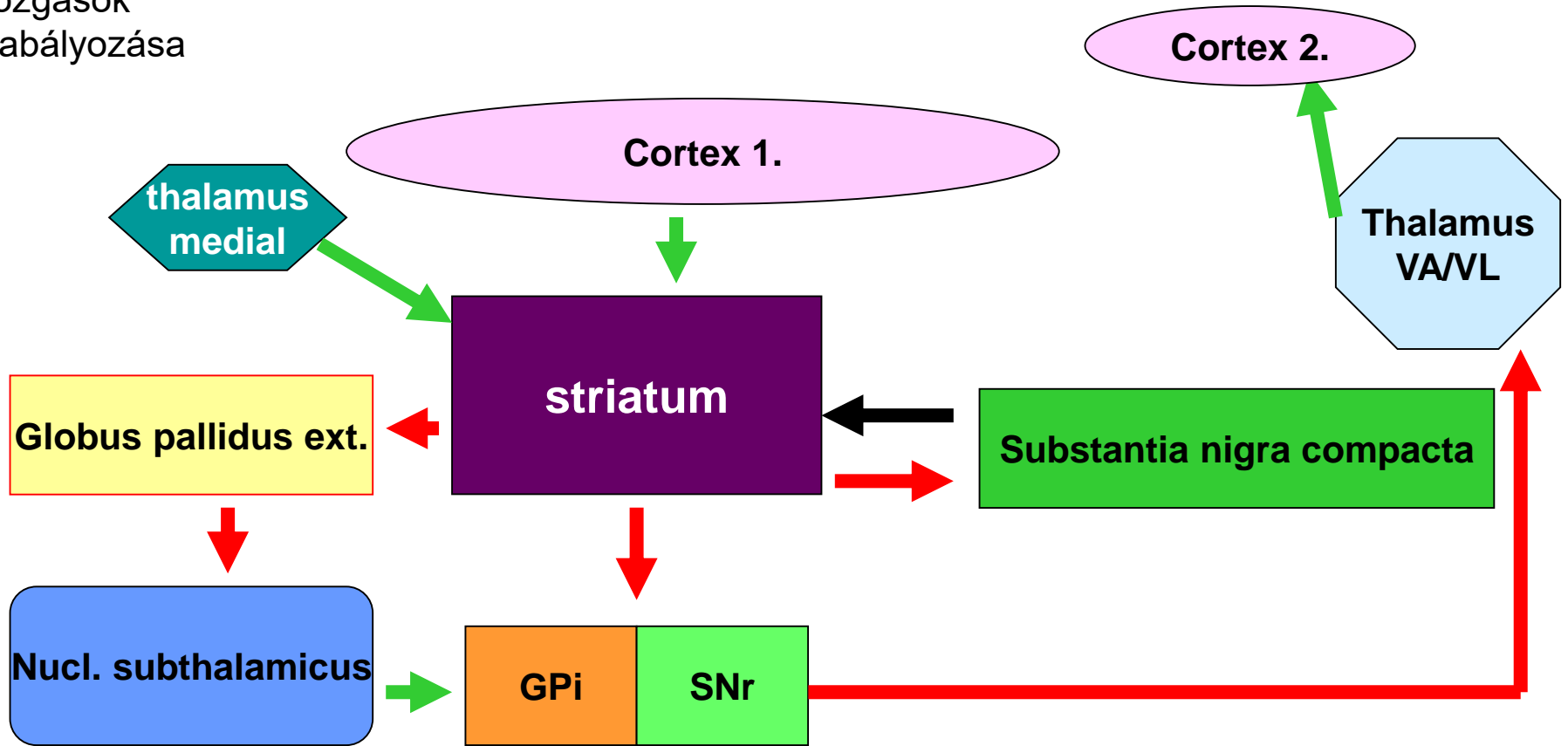
- szűkebb értelemben a **tr. corticospinalis**, de
- egy része a mozgató agyidegmagvakoz tart
 - **tr. corticomesencephalicus**
- a **gyrus praecentralis**ból ered
 - itt is jellemző, hogy egyes testrészek kiemelkedő reprezentációval bírnak - hüvelykujj
- rostjai összeszedődve a **capsula interna** térdénél haladnak át – a felsőbb szelvények rostjai elől
- majd a **crus cerebri**ben haladnak (középagy)
- a nyúltvelőben a rostok nagy része kereszteződik
 - **decussatio pyramidum**
 - csak 15% végződik mozgató neuronokon
 - sokszor hátsó szarvi interneuronokon végz.
- a középagytól kezdve egyes rostok a formatio reticularisban végződnek, ahol a mozgató agyidegmagvakhoz közvetítő sejteken végződnek



(Mozgató rendszerek)

törzsdúci rendszer

testtartás és az
akaratlagos
mozgások
szabályozása

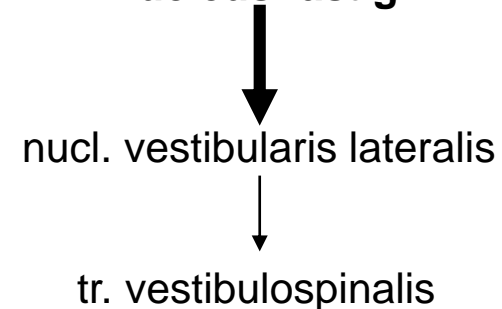
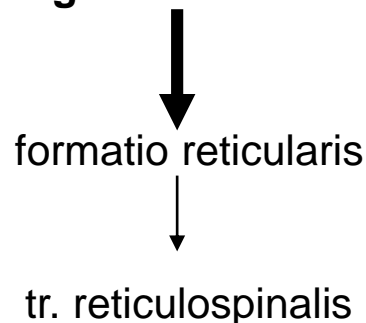
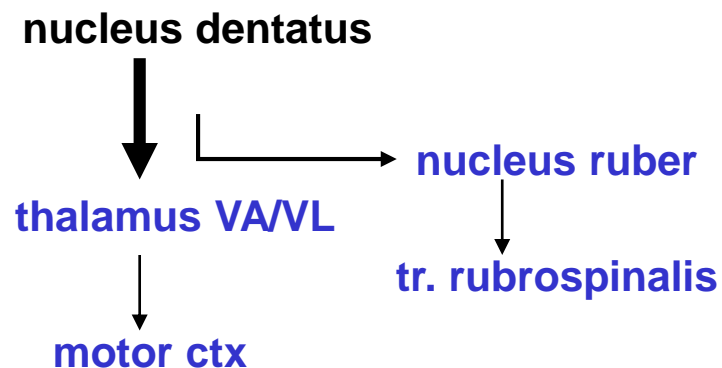


(Mozgató (extrapiramidális) rendszerek)

kisági rendszer

nucleus globosus&emboliformis

nucleus fastigii



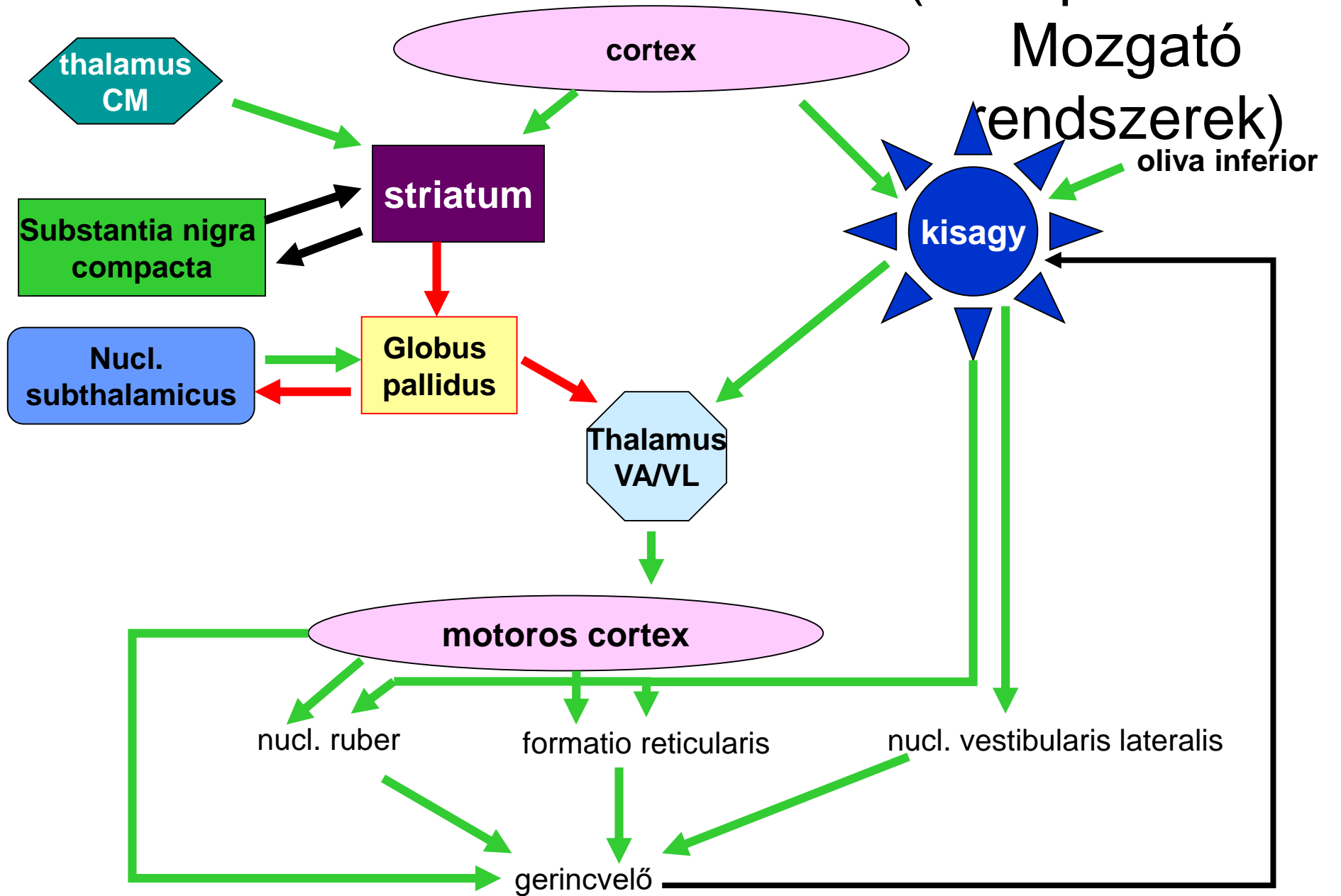
- a kisagyba érkező bemenetek (kéreg, gerincvelő, oliva inferior, vestibularis magvak) feldolgozása után
- a kisagy a kisági magvakból kiinduló pályákon keresztül a mozgató rendszert számos ponton befolyásolja
 - szomatomotoros kéregben (thalamuson keresztül)
 - vagy 3 leszálló pályán keresztül
 - **tr. rubrospinalis**
 - **tr. reticulospinalis**
 - **tr. vestibulospinalis**

(extrapiramidális)

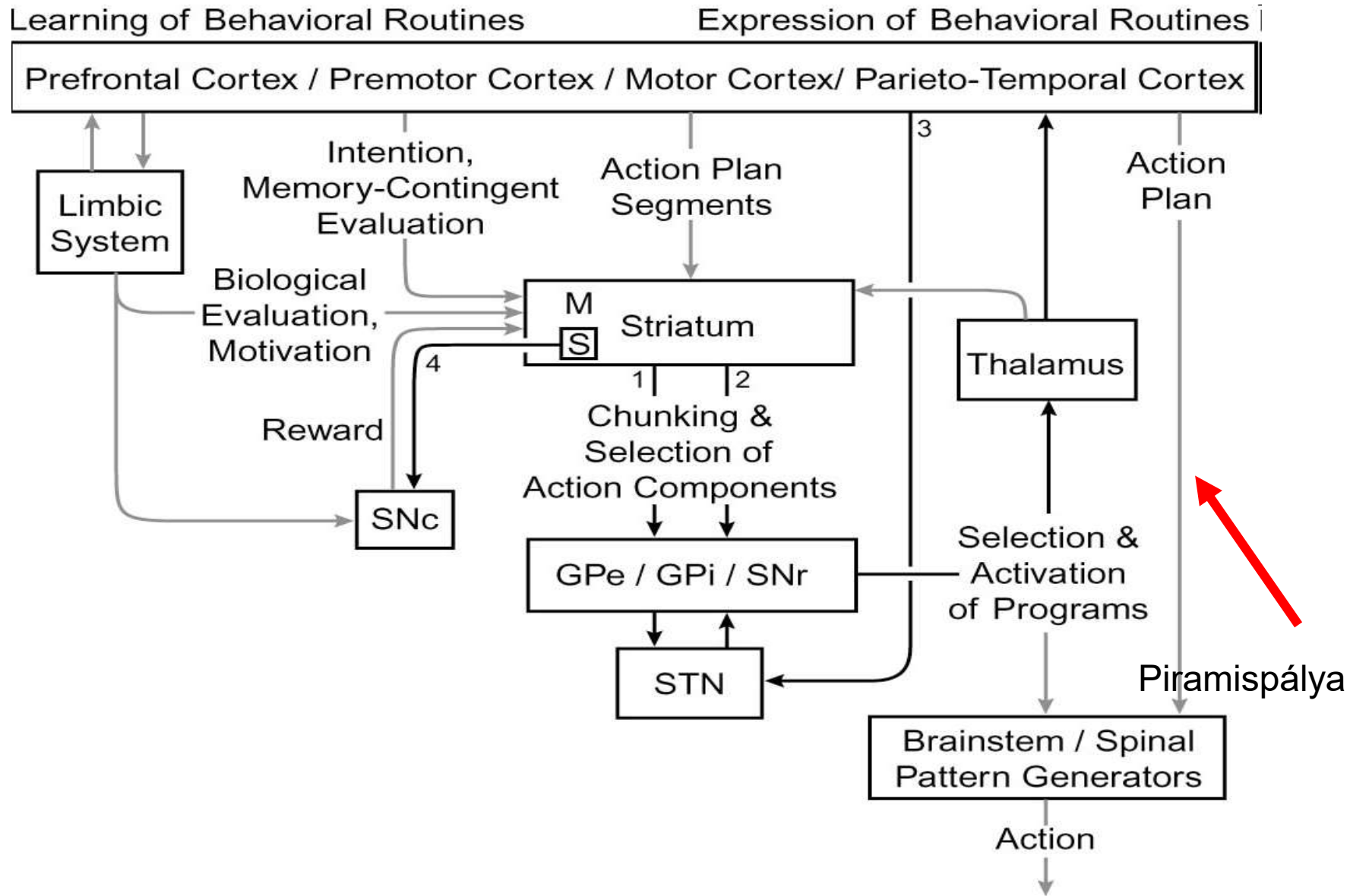
Mozgató

rendszerek)

oliva inferior



(Mozgató rendszerek együtt (integrált rendszer, nem két különböző!!!!))



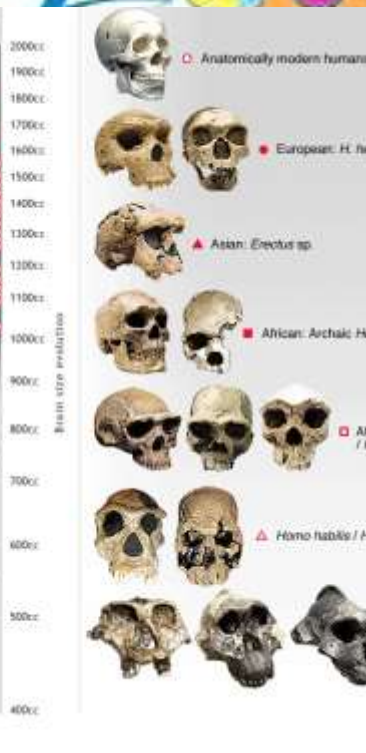
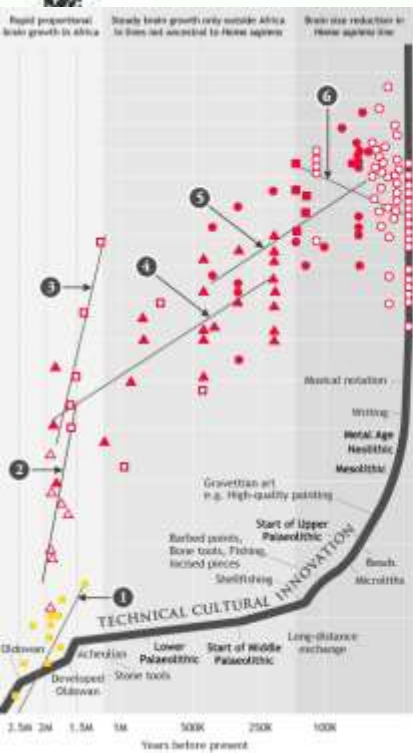
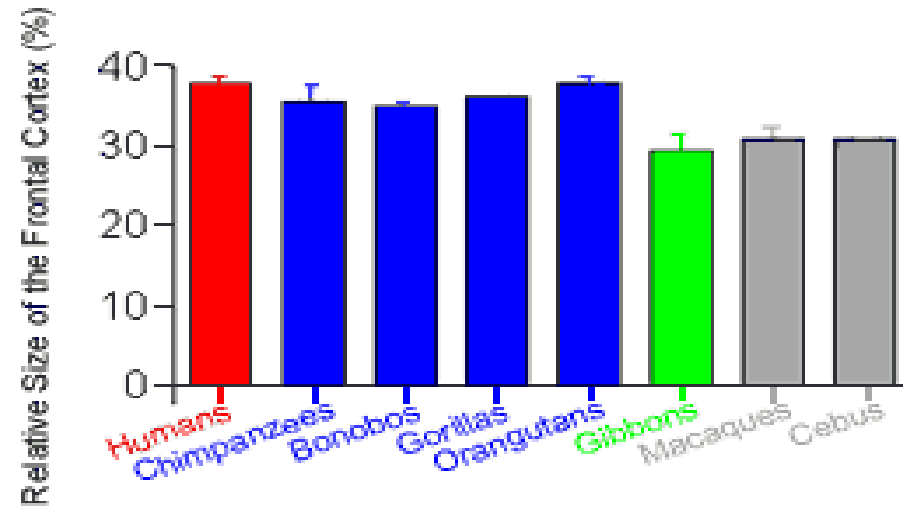
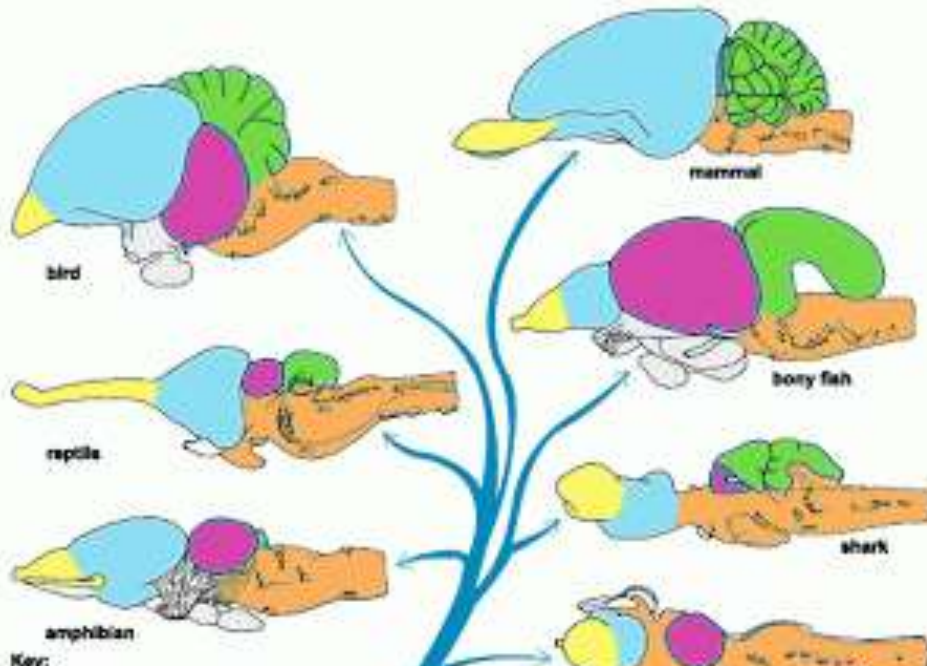
Szervező elvek az idegrendszerben:

- Modularitás
- Hierarchikus feldolgozó rendszerek
- „Reflexív”
- Topográfiai vetülés
- Konvergencia-divergencia

(Idegkutatósi módszerek)

- Léziók (agyirtás)
- Jelölések (szöveti festések, enzimaktivitás mérés, immunhisztokémia)
- Génexpresszió (PCR, in-situ hibridizáció)
- Elektrofiziológia (in-vivo, in vitro)
- Szövettenyészet
- Optogenetika
- In silico modellek

(Evolúció)



Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

