

Az idegrendszer anatómiája,
szövet- és fejlődéstana.

I. Általános tudnivalók, központi
idegrendszer

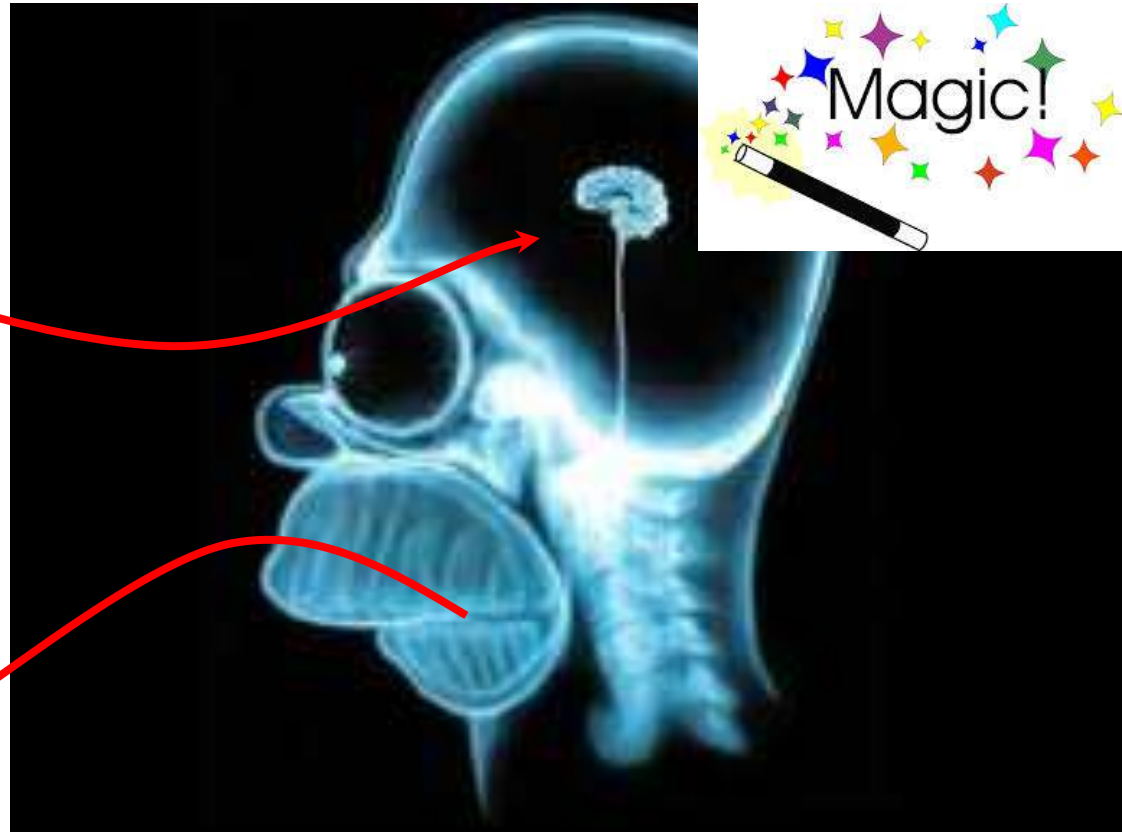
Zachar Gergely

Az idegrendszer feladata:

Környezeti esemény



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



Adekvát

viselkedésválasz

Bemenet-kimenet (reflexív)

receptorok ingerülete
specifikus információk (kémiai, fizikai) 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 felosztása

- ▶ Központi idegrendszer
- ▶ Agy (cerebrum)
- ▶ Gerincvelő (medulla spinalis)
- ▶ Környéki idegrendszer
- ▶ Idegek
- ◆ Agyidegek (nervi craniales)
- ◆ Gerincvelői idegek (nervi spinales)
- ▶ Ganglionok
- ◆ érző dúcok (ganglia sensoria)
- ◆ vegetatív dúcok (ganglia autonómica)
- ◆ Brain- gut axis



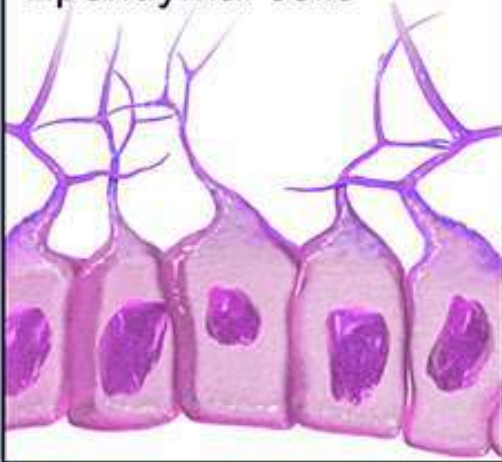
Az idegrendszer szövettana

- Neuronok (idegsejtek):
 - morfológiailag polarizáltak
 - Ingerelhetők
- Glia
 - Változatos morfológia és funkció
 - Neuronok „kiszolgálása”
 - Szigetelés

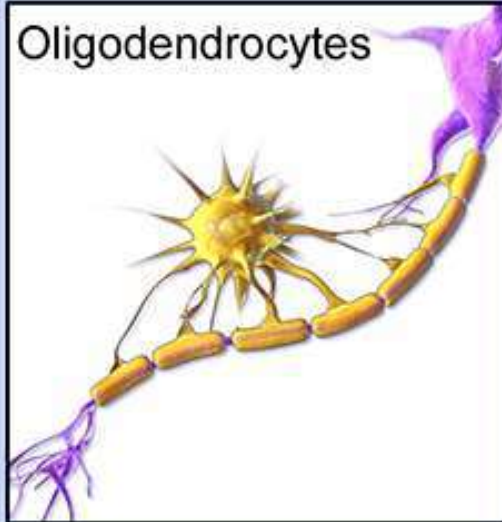
Glasejtek

Central Nervous System

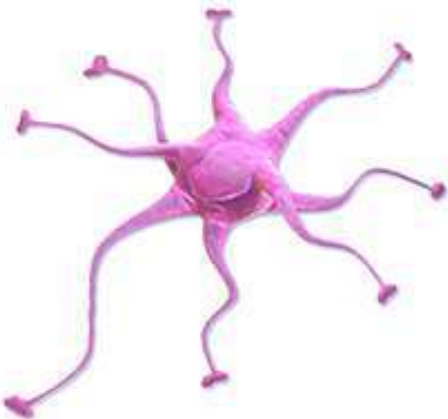
Ependymal cells



Oligodendrocytes



Astrocytes

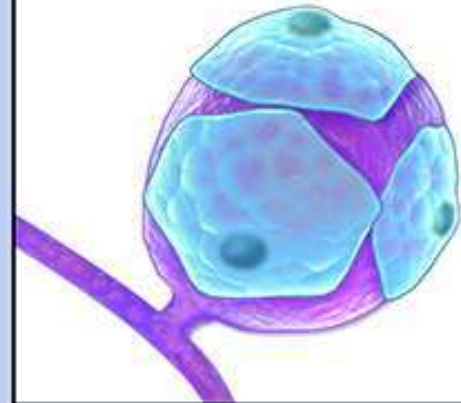


Microglia

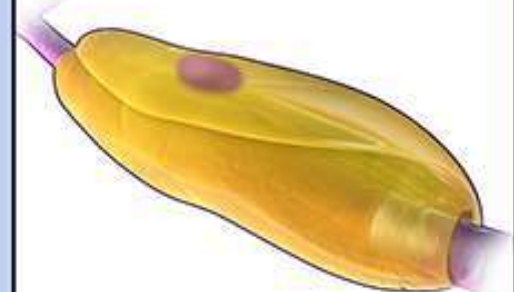


Peripheral Nervous System

Satellite cells

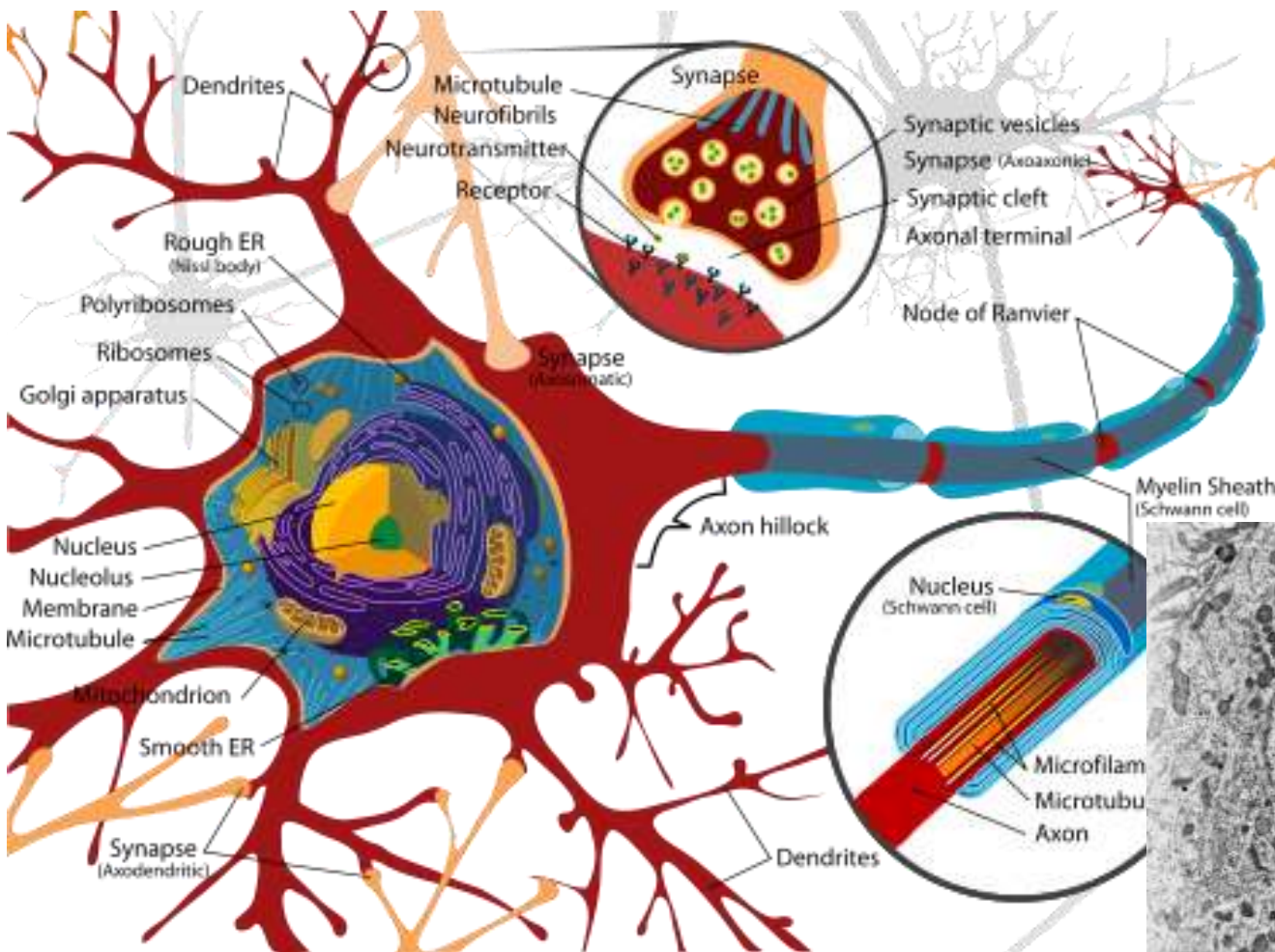


Schwann cells

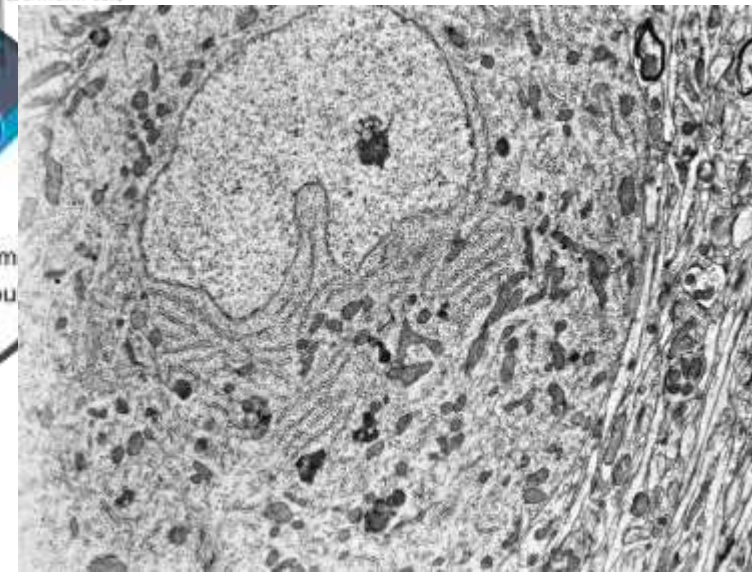
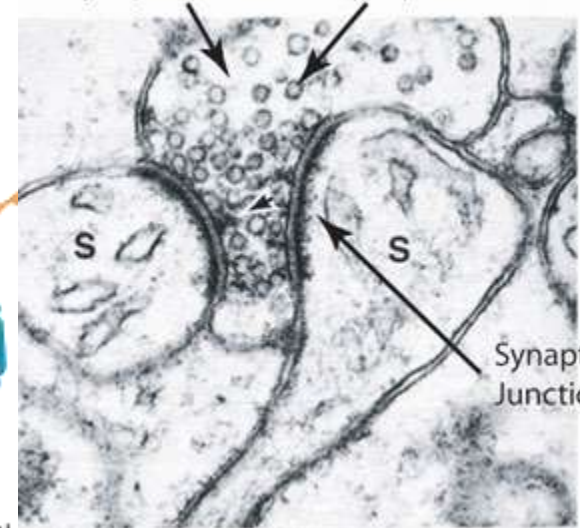


A neuronok általános felépítése

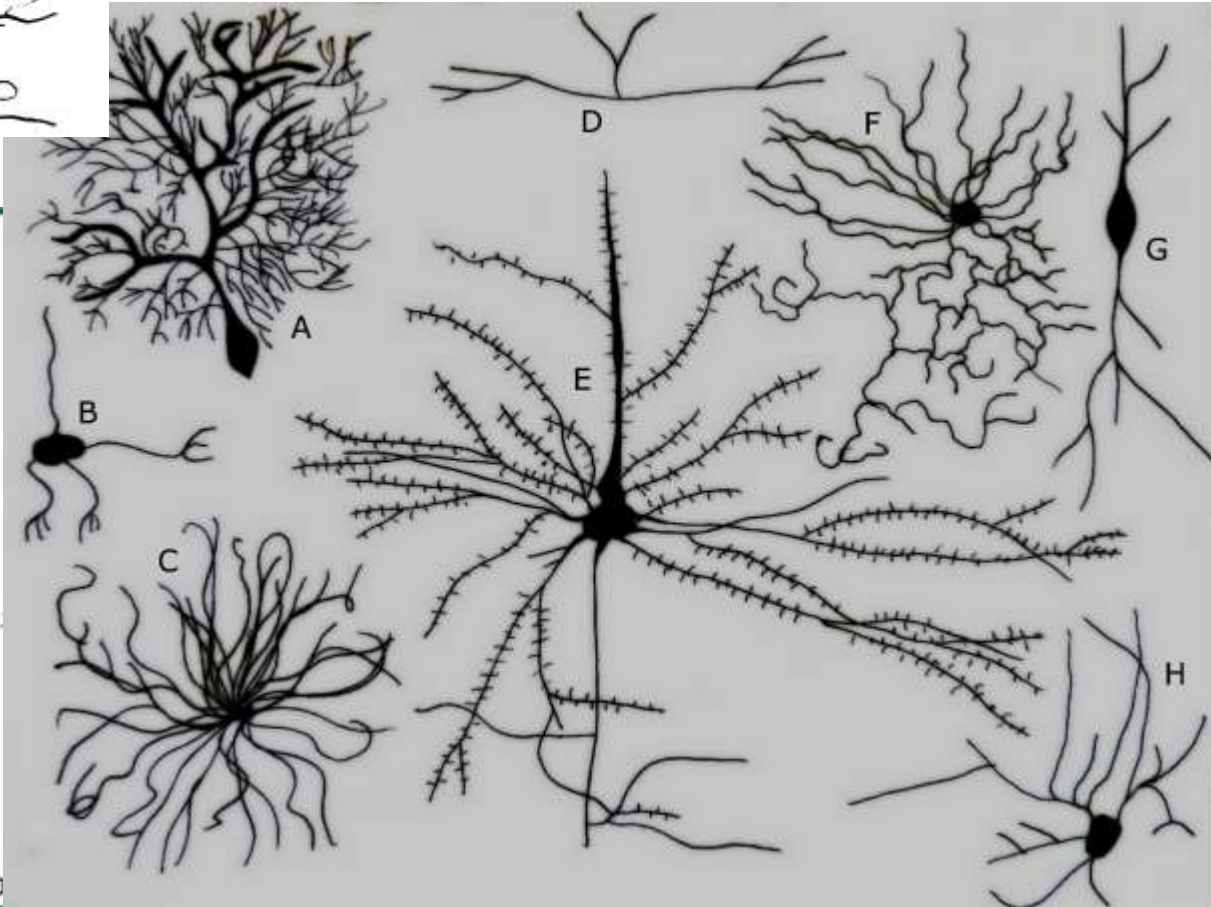
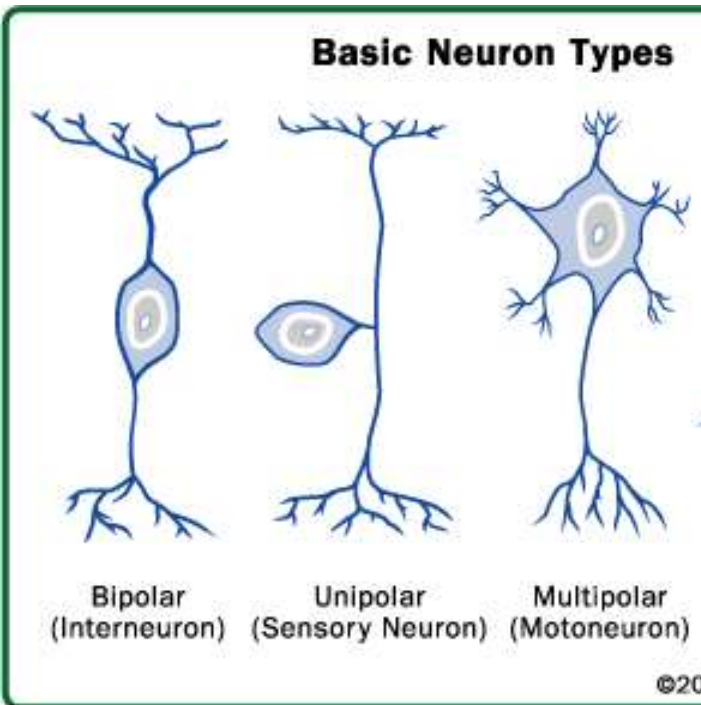
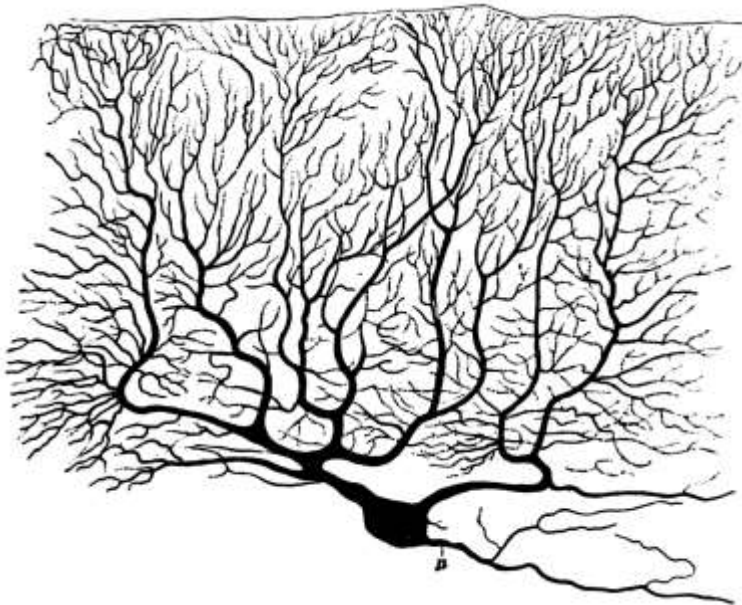
dendrit-perikarion-axon



Presynaptic Bouton Synaptic Vesicle

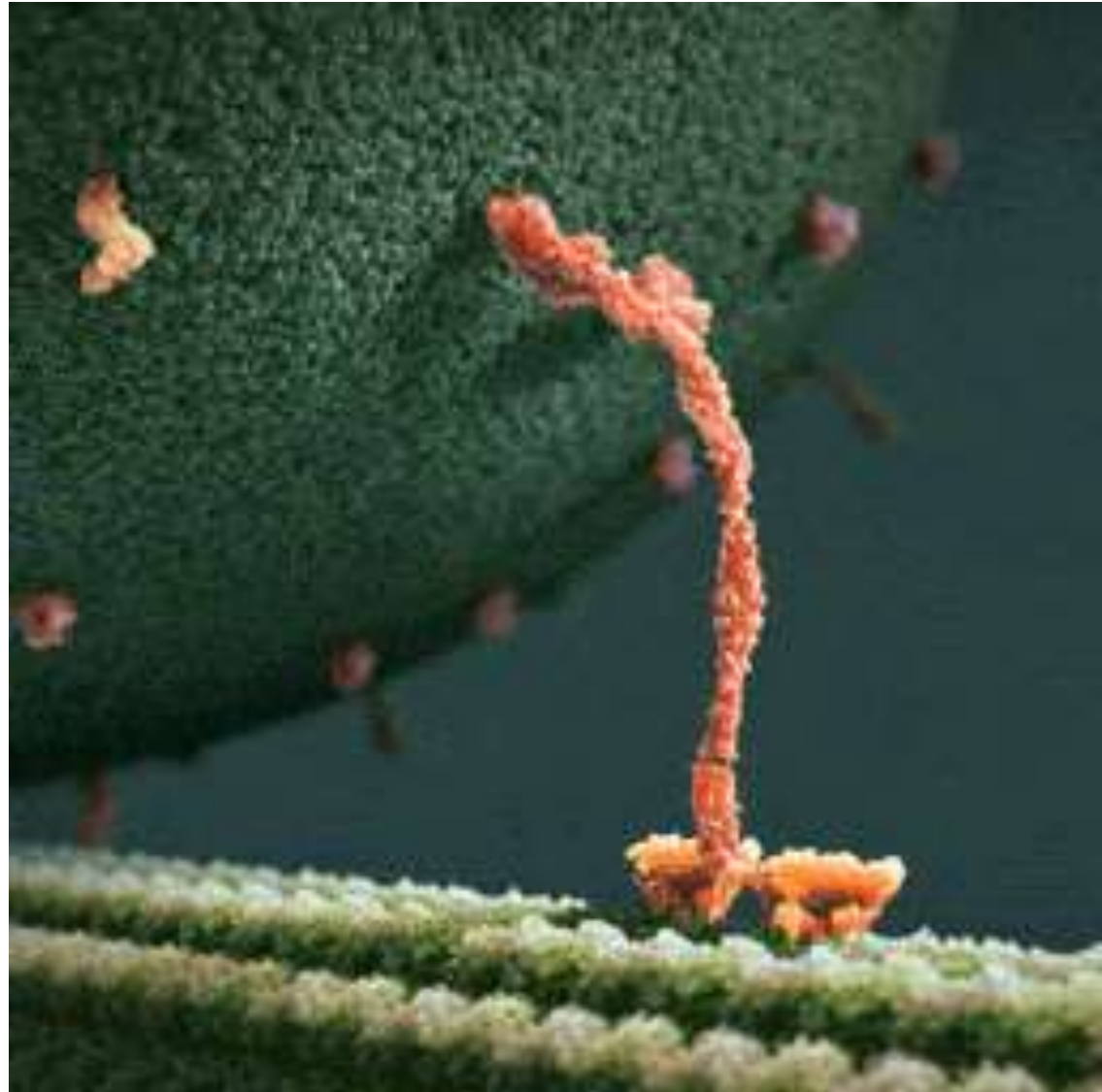


Neurontípusok



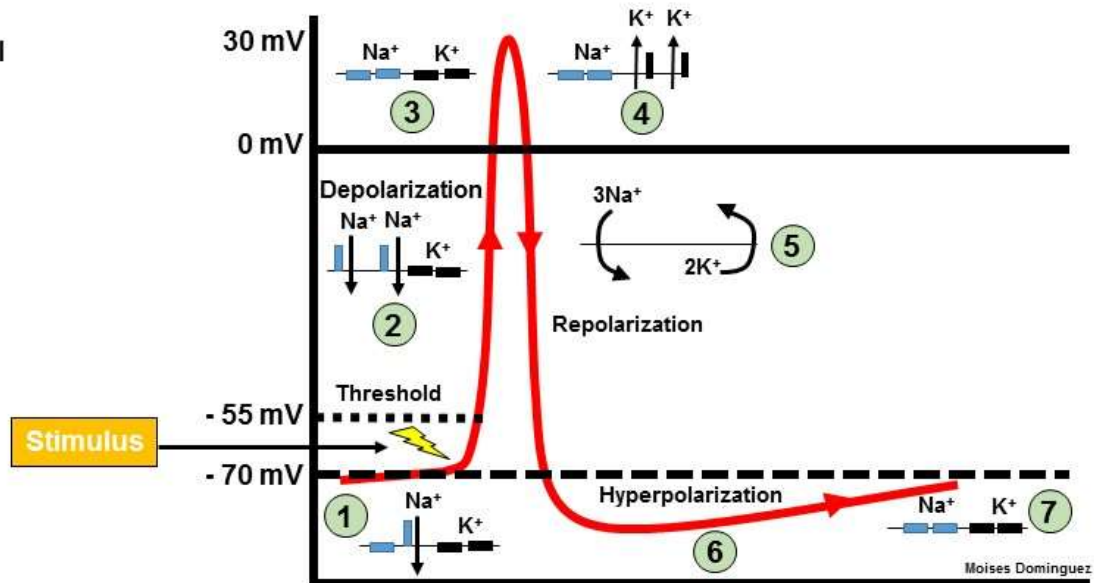
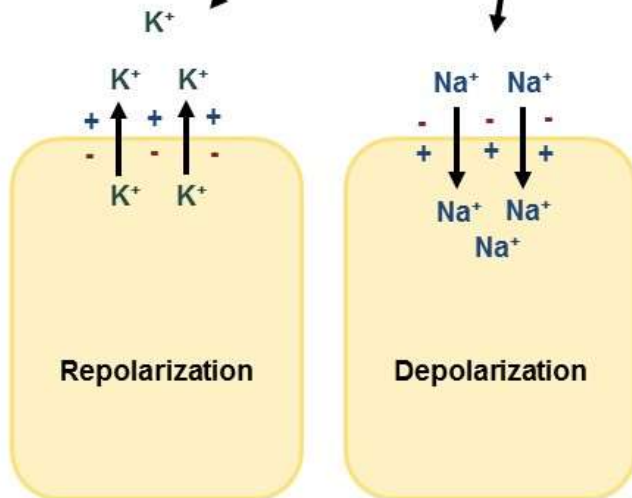
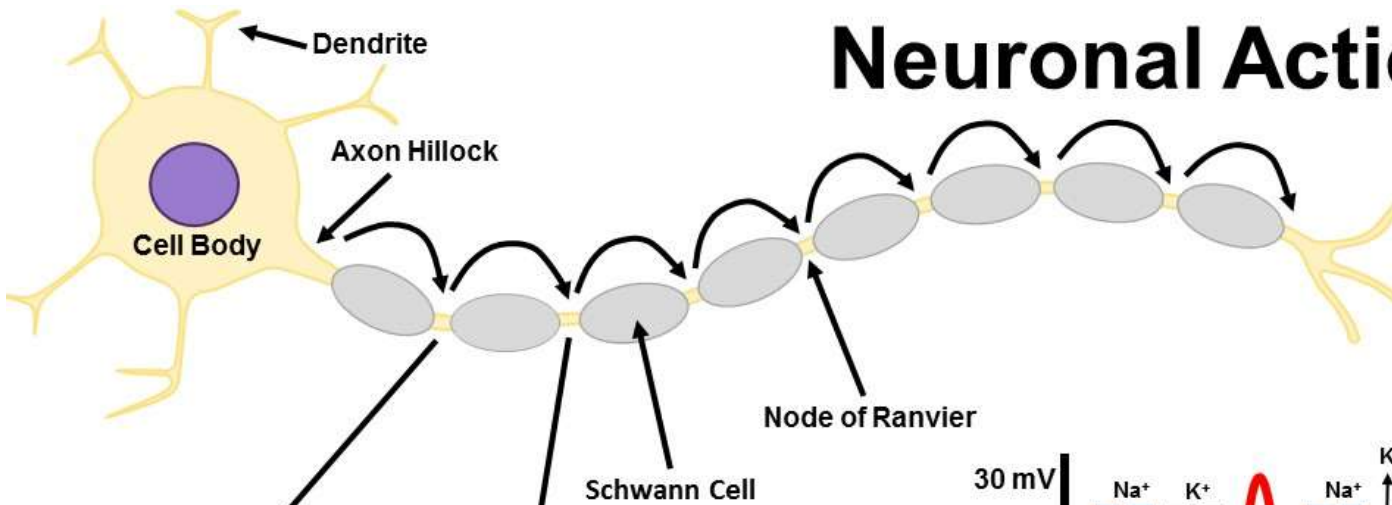
Anyagtranszport az idegrostban

- Anterográd/retrográd
- Lassú (1-8 mm/nap)
- Gyors (50-400 mm/nap)
 - Kinezin-Dynein
 - Microtubulusok mentén

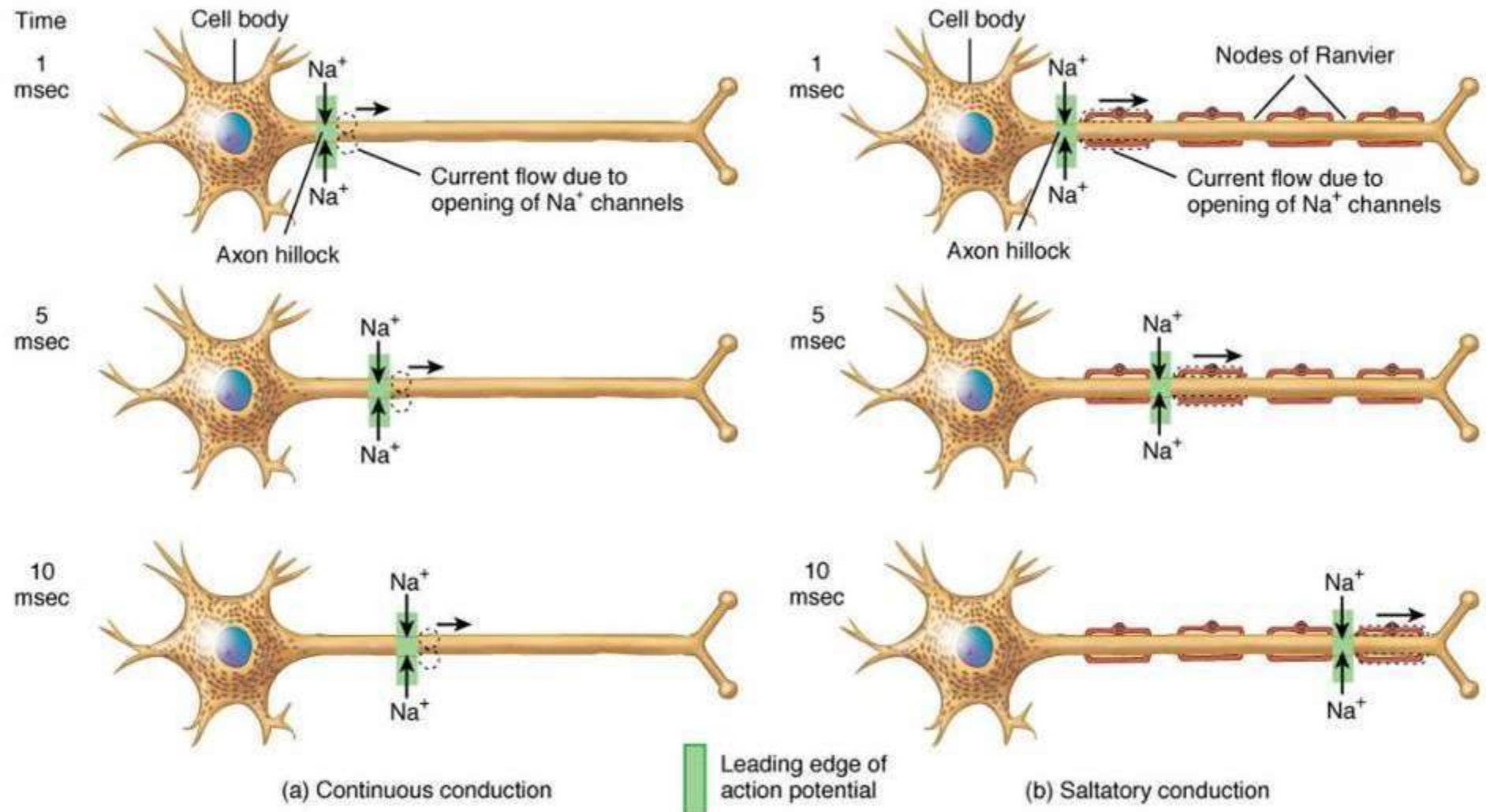


Akciós potenciál

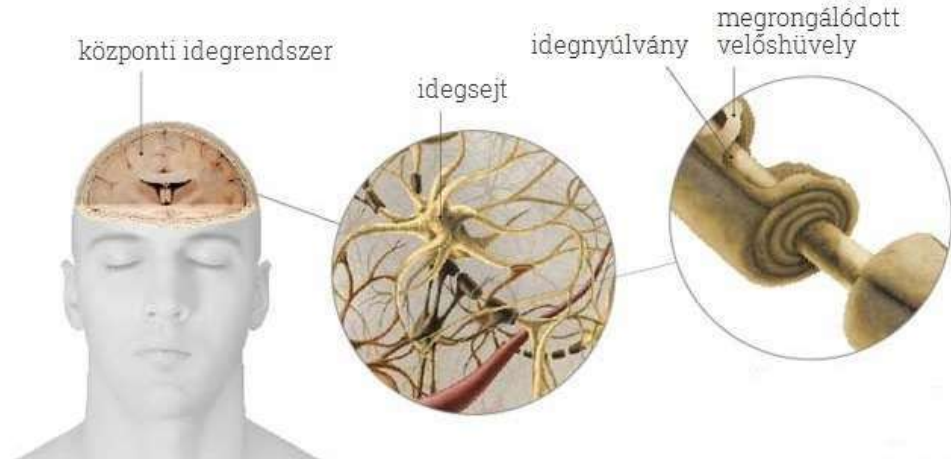
Neuronal Action Potential



Myelinhüvely szerepe:



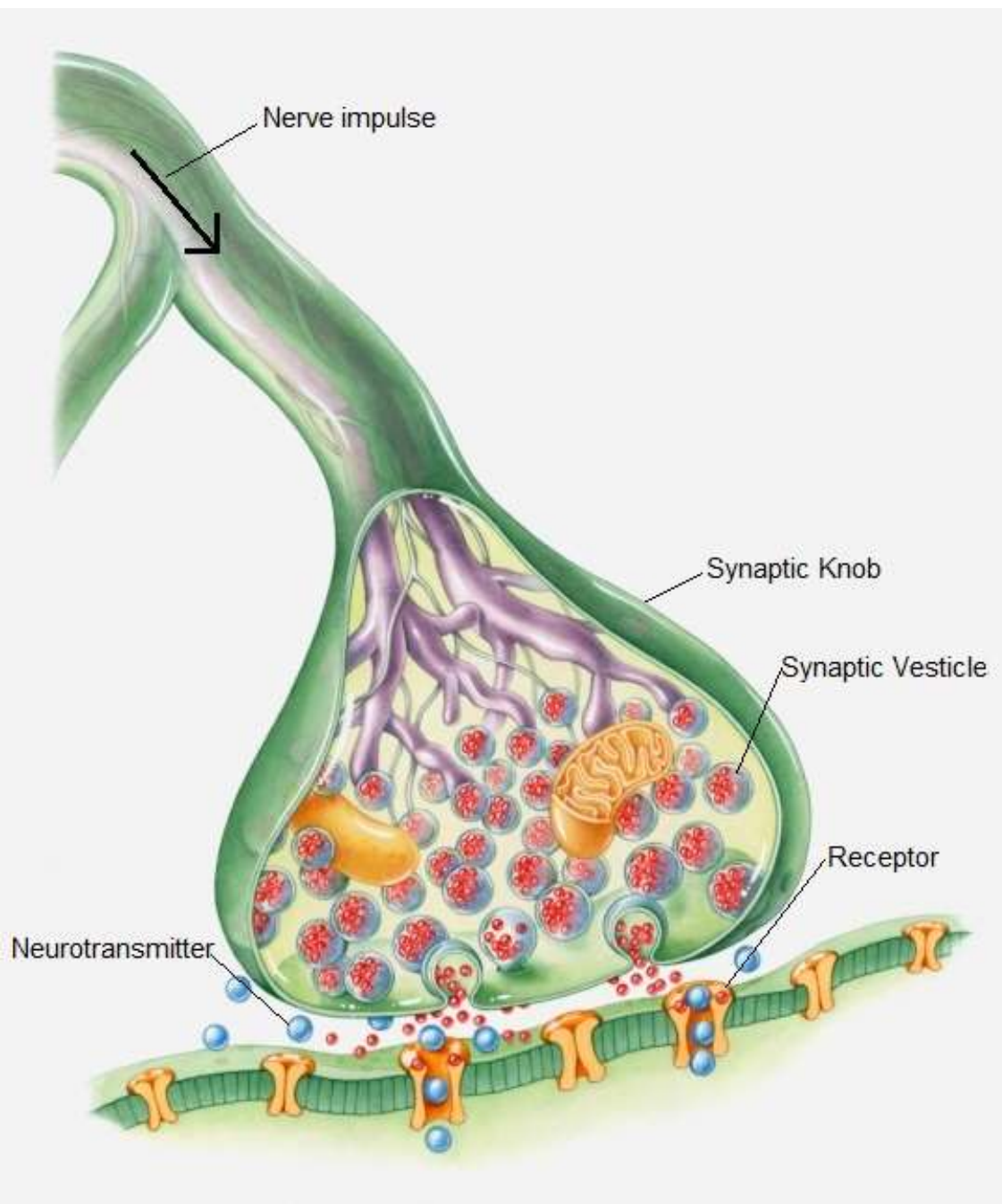
Demyelinizáció:



Large fiber Neuropathy	Small fiber Neuropathy	Proximal motor Neuropathy	Acute mono Neuropathies	Pressure Palsies
Sensory loss: 0 → +++ (Touch, vibration) Pain: + → +++ Tendon reflex: N → ↓↓↓ Motor deficit 0 → +++	Sensory loss: 0 → + (thermal, allodynia) Pain: + → +++ Tendon reflex: N → ↓ Motor deficit: 0	Sensory loss: 0 → + Pain: + → +++ Tendon reflex: ↓↓ Proximal Motor deficit: + → +++	Sensory loss: 0 → + Pain: + → +++ Tendon reflex: N Motor deficit: + → +++	Sensory loss in Nerve distribution: + → +++ Pain: + → ++ Tendon reflex: N Motor deficit: + → +++

Az ingerületvezetés gátlása anesztézia:

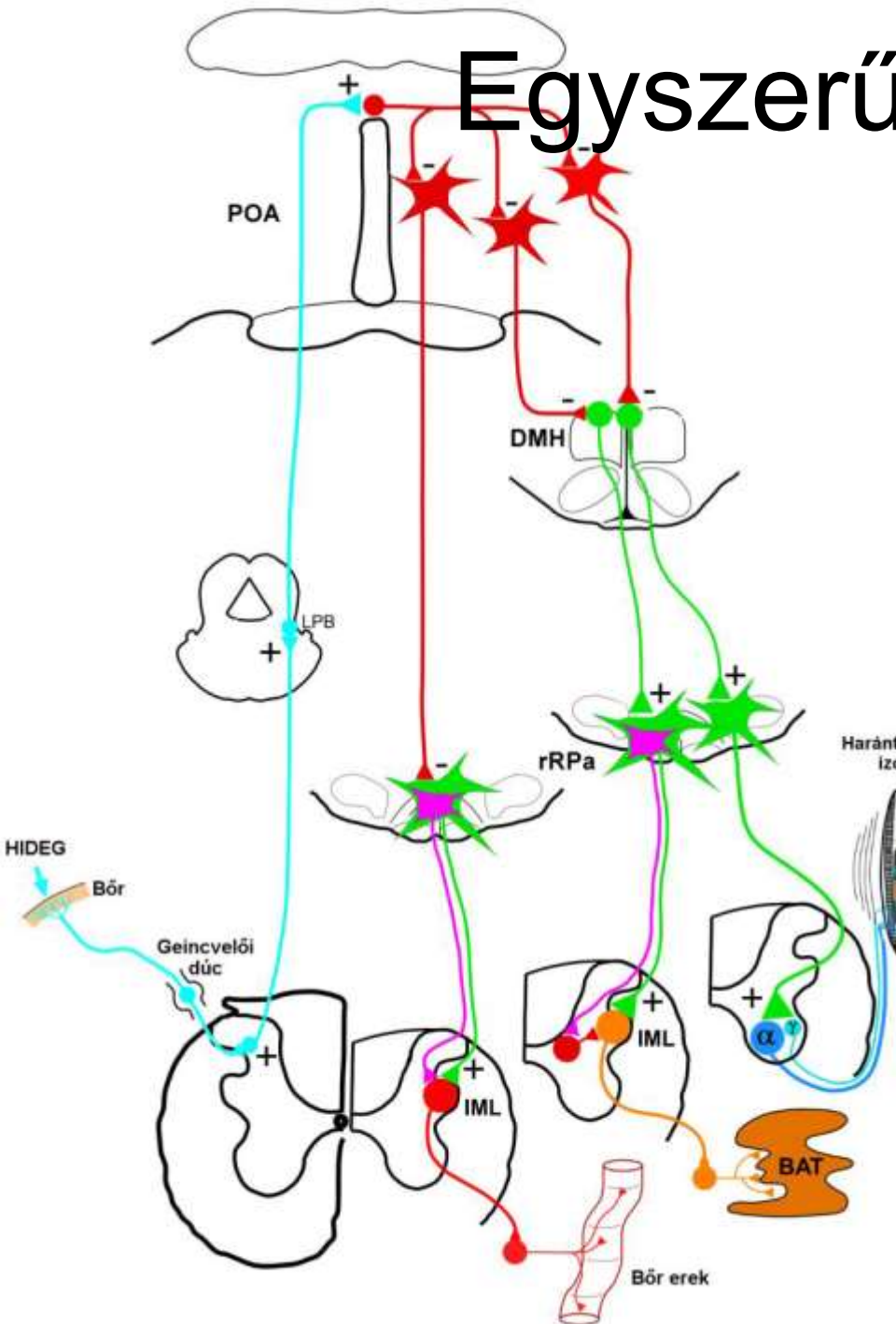




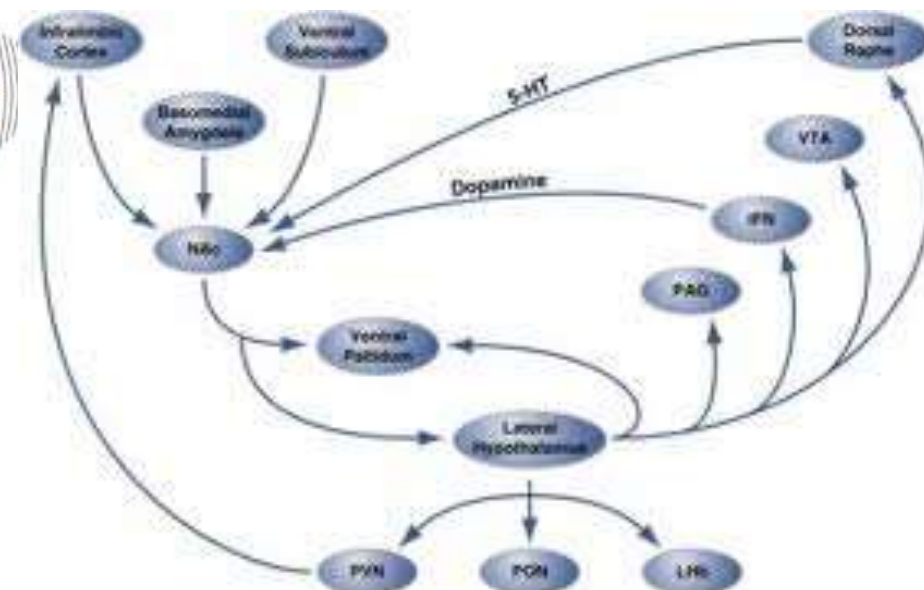
A szinapszis felépítése

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

Egyszerű idgsejthálózatok:



- Serkentés
- Gátlás
- Diszinhibíció (Gátlás gátlása)
- Pozitív és negatív visszacsatolás (feedback)
- Előreccsatolás (feed forward)
- Összetett neurális körök

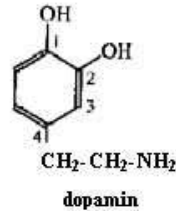


Ingerületátvivő (neurotranszmitter) és módosító (neuromodulátor) anyagok

Monoaminok

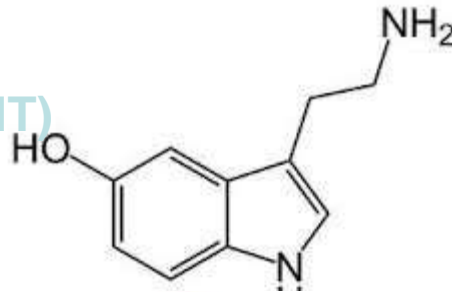
katekolaminok

dopamin
noradrenalin (epinefrin)
adrenalin

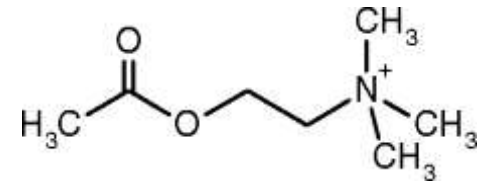


indolaminok

szerootonin (5-HT)
melatonin



acetil-kolin



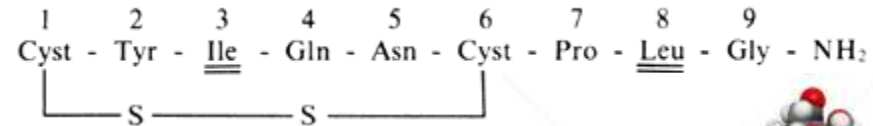
peptidtranszmitterek

Oxytocin/vasopressin

Neuropeptid Y

VIP

Etc.



Aminosavak

+

glutamát
aszpartát

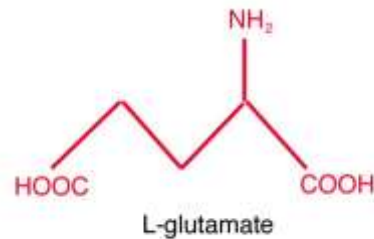
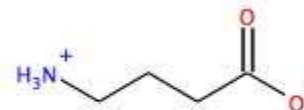


Fig. 1. Structure of the glutamate molecule.

-

GABA – gamma-aminovajsav
glicin, szerin

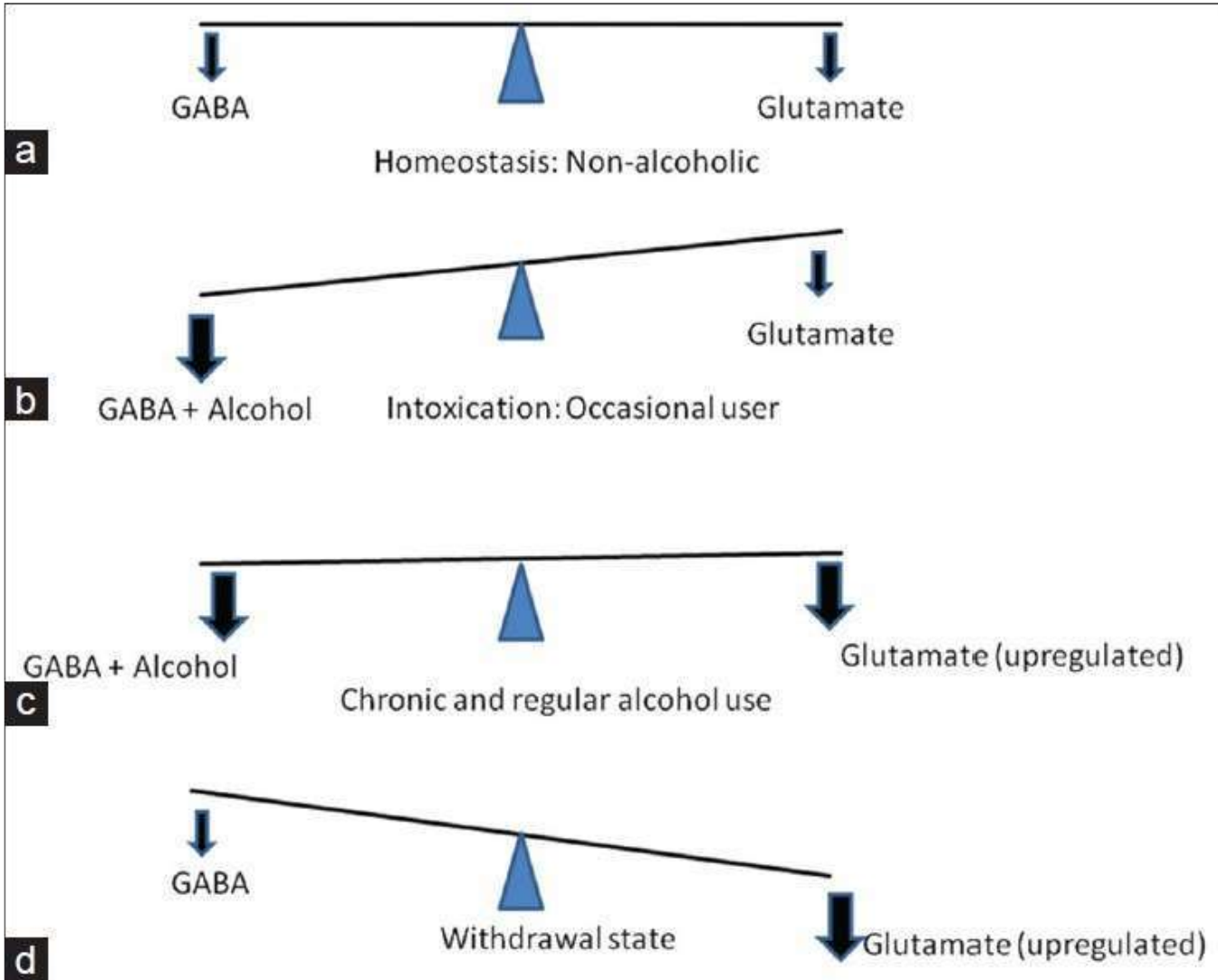
+-

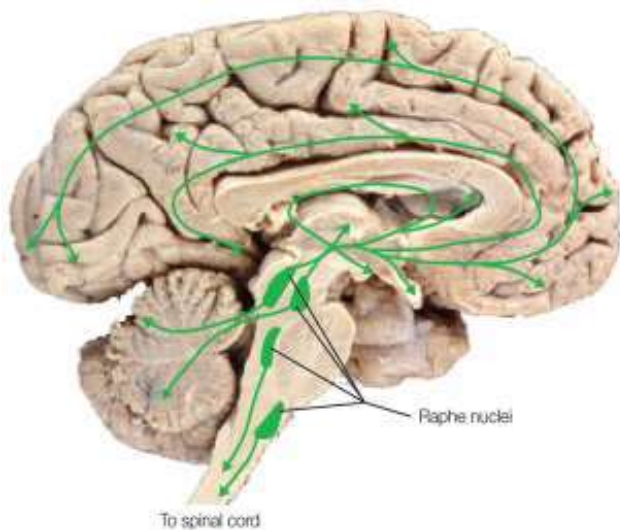


Gamma-aminobutyric acid (GABA)

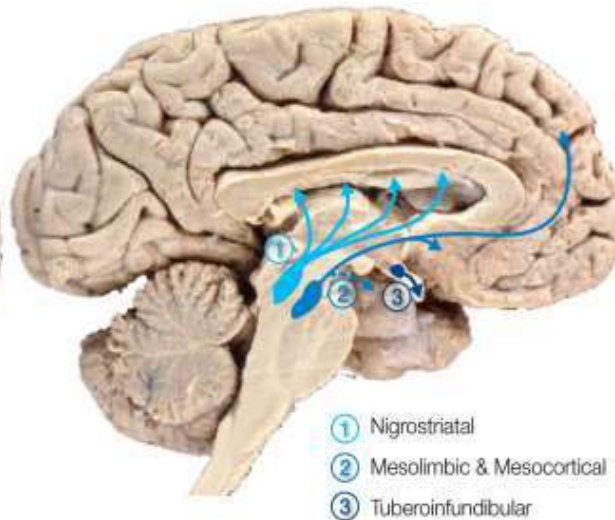


Glutamát és GABA

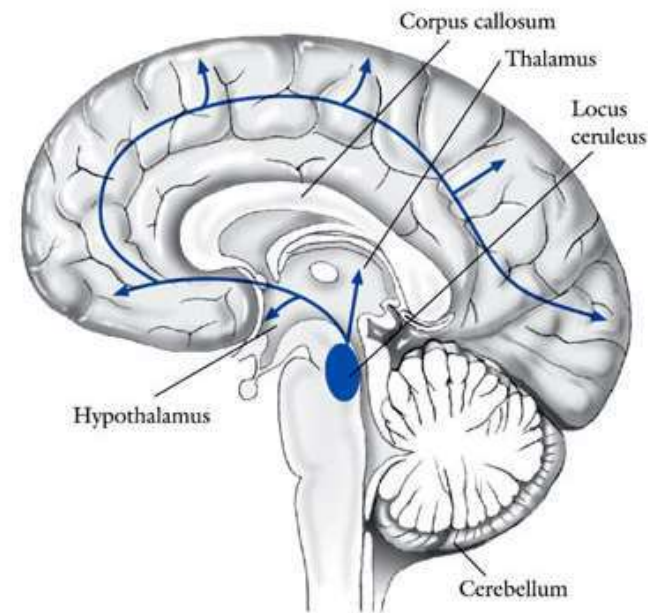




Szerotonin
 - Depresszió, szedáció
 + Mánia, szorongás



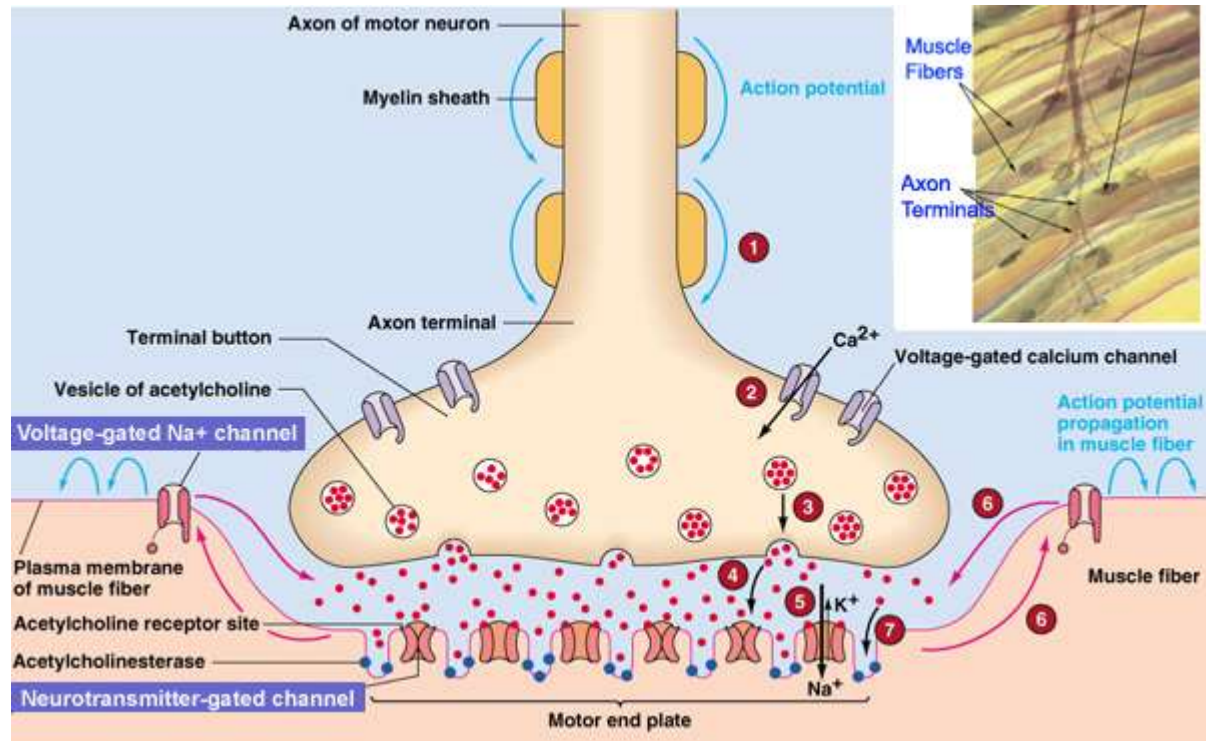
Dopamin
 - Parkinson-kór
 + Schizophrenia,
 hallucinációk



Noradrenalin
 - Depresszió,
 motivátlanság
 + Szorongás, félelem,
 izgatottság,
 stressz

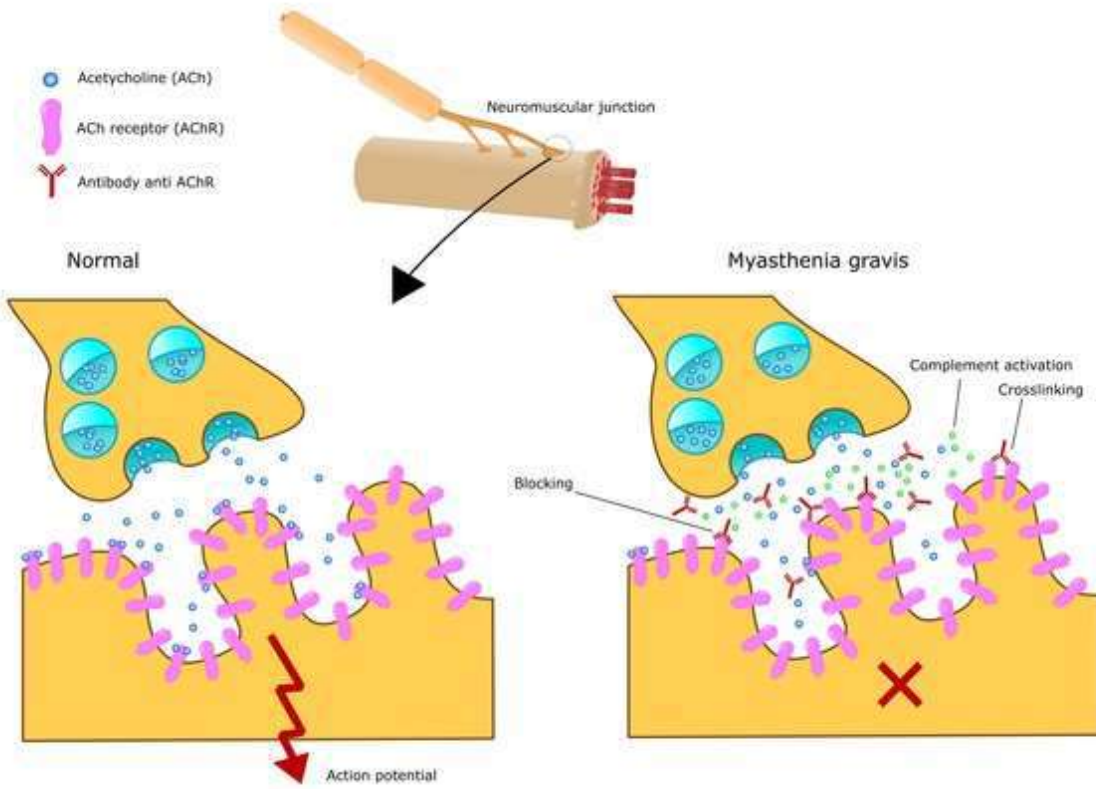
A kimeneti jel

vázizom-ideg kapcsolat: neuromuscularis junctio
válasz: izomösszehúzódás



simaizom-ideg kapcsolat

mirigy-ideg kapcsolat: szekréció

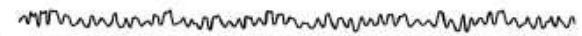


myasthenia gravis (súlyos izomgyengeség)



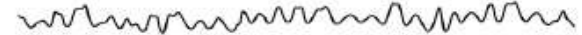
Sok sejt elektromos aktivitása összeadódik, szinkronizálódik: EEG

Awake with mental activity



Beta
14-30 Hz

Awake and resting



Alpha
8-13 Hz

Sleeping



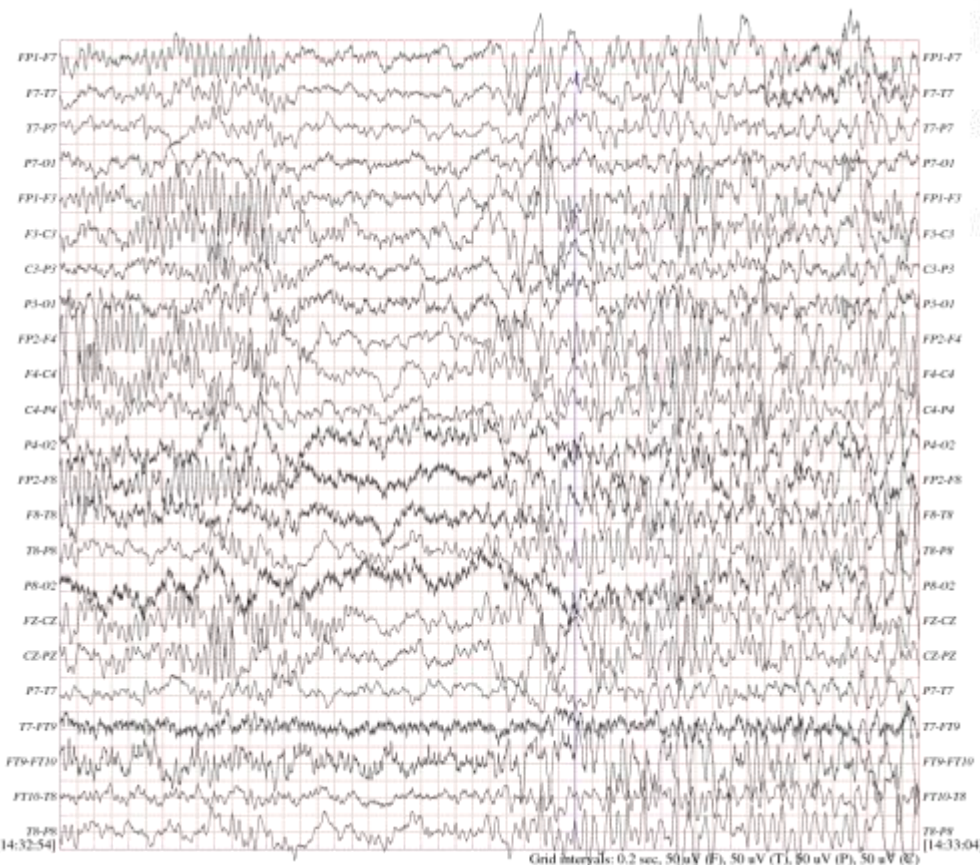
Theta
4-7 Hz

Deep sleep

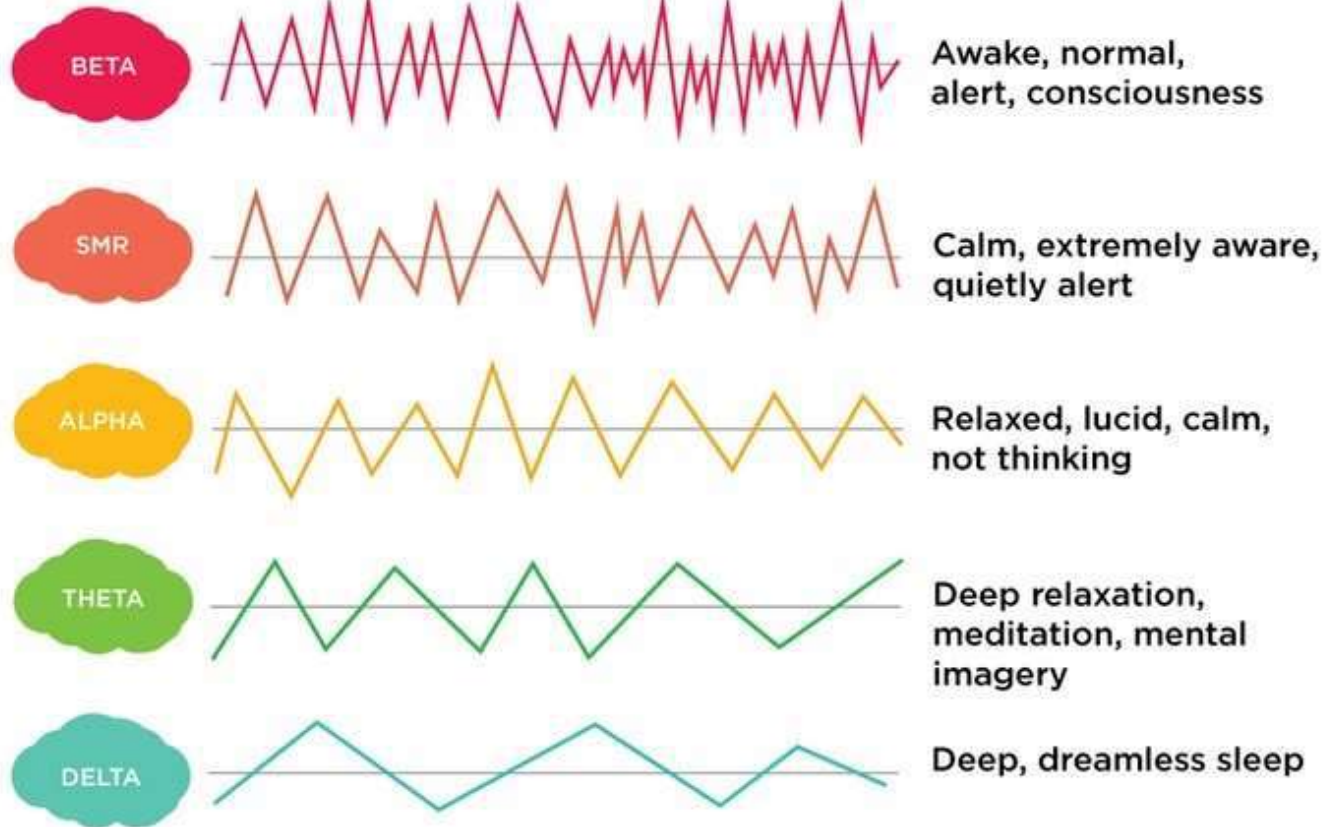


Delta
<3.5 Hz

1 sec



Agyhullámok

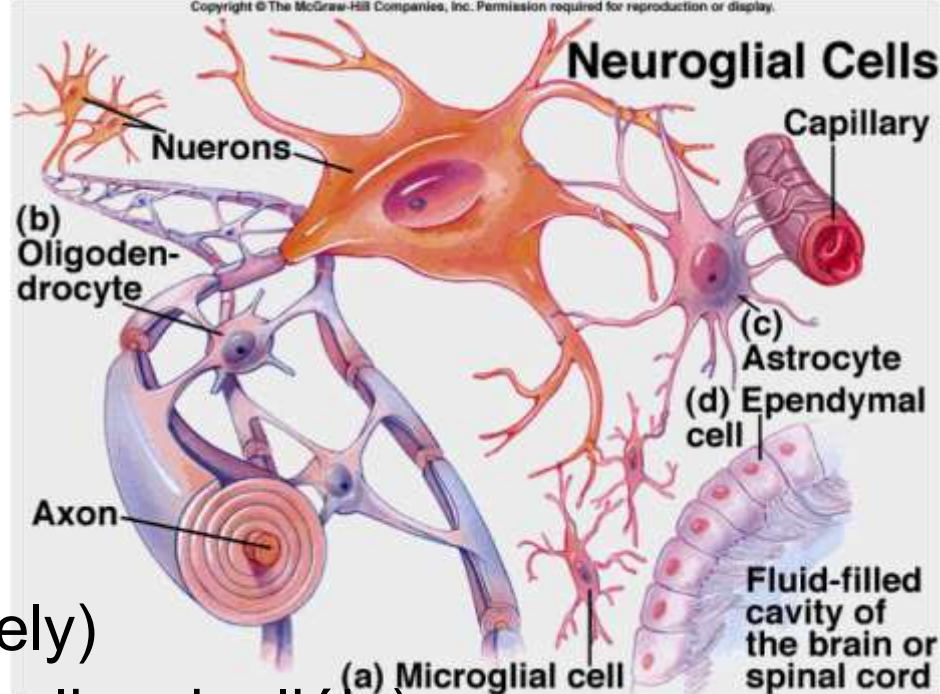


Bemenet-kimenet

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

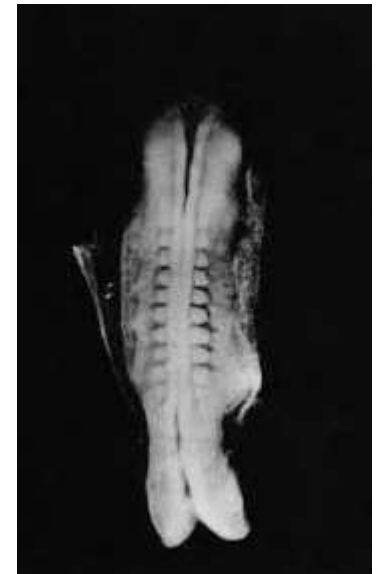
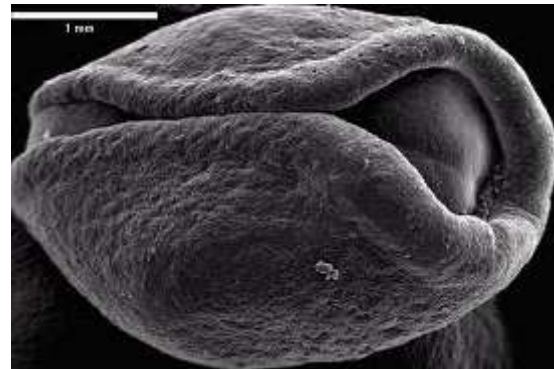
Slussz.

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)

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



Az agy fejlődése

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

- **prosencephalon** – benyúlik az elemi szájöböl feletti részbe
- **mesencephalon** – az előbbtől dorsalisán
- **rhombencephalon**- 7mm-es embrióban már megfigyelhető a tarkóhajlat (2. ábra)

10 mm-es testhossznál (3. ábra)

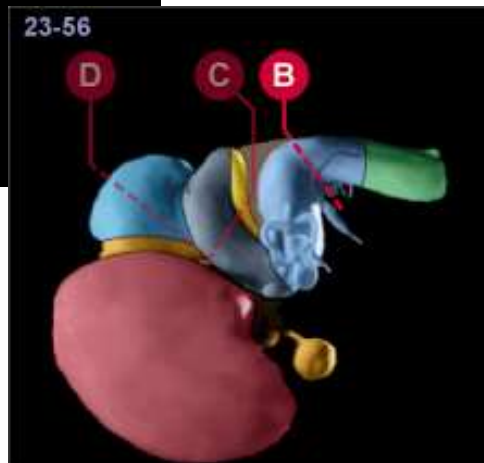
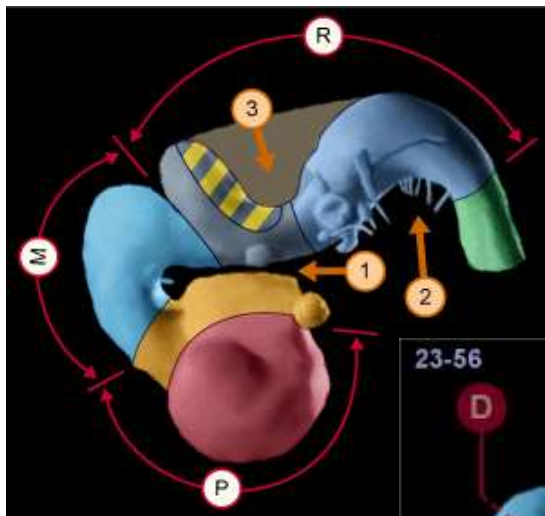
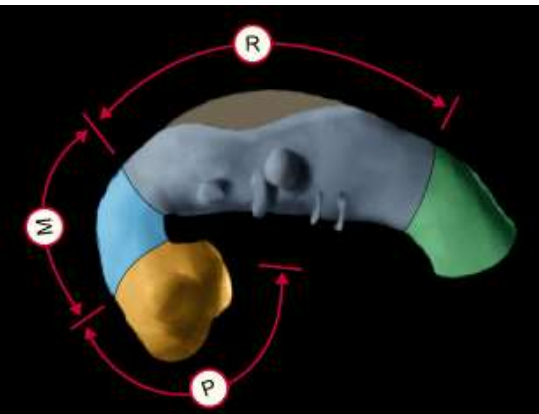
- a prosencephalonba mindkét oldalon bevág a **sulcus hemisphericus** – így elkülönül az előagy és a köztiagy
- a telencephalon területén a két előagyhólyag kezd előboltosulni – a két előboltosulás között az eredeti előagy- hólyag elülső fala helyben marad –ez lesz a **lamina terminalis**

dorsal és előrefelé is nő az előagyhólyag

mély, páratlan rész
páros hemispherium-hólyagok

rhombencephalon-hólyag is két részre tagolódik:

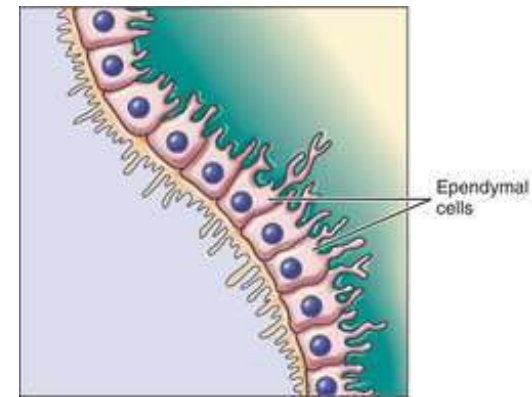
- **metencephalon**
- **myelencephalon**



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)**



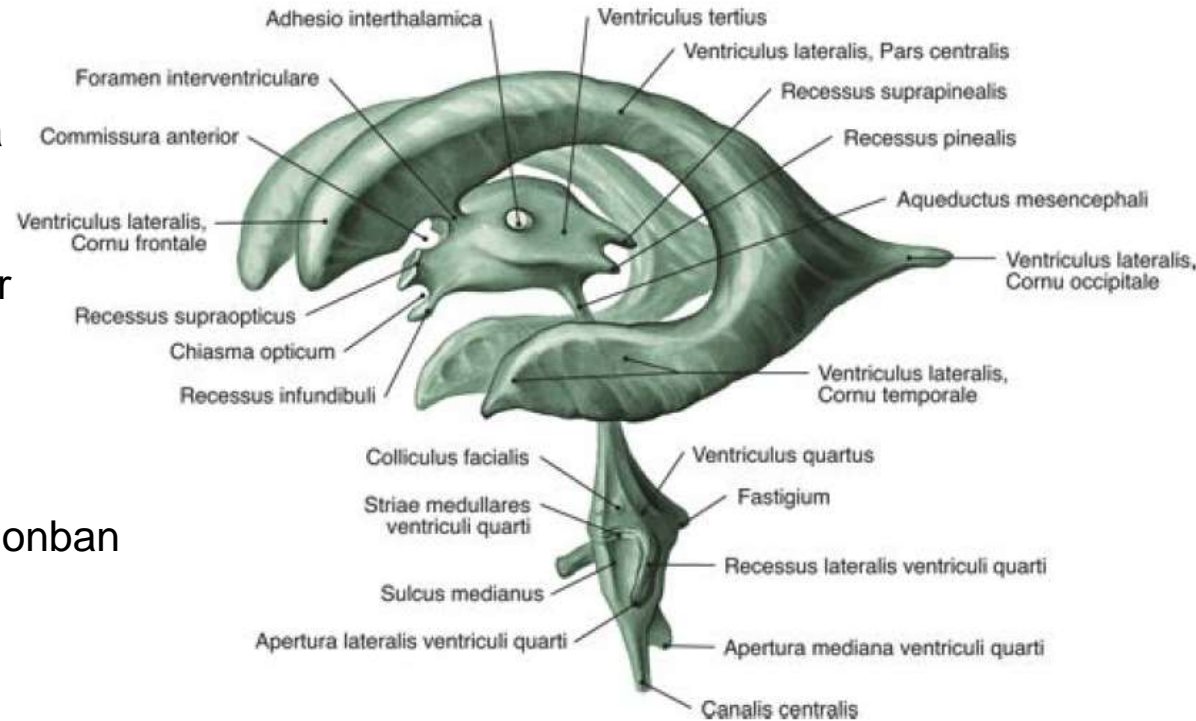
AGYKAMRÁK

- 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 (hátral) 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 choroidea a liquor jelentős részét adja

Agyburkok és liquorképzés

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

- a barázdákba és egyéb konkavitásokba nem terjed bele

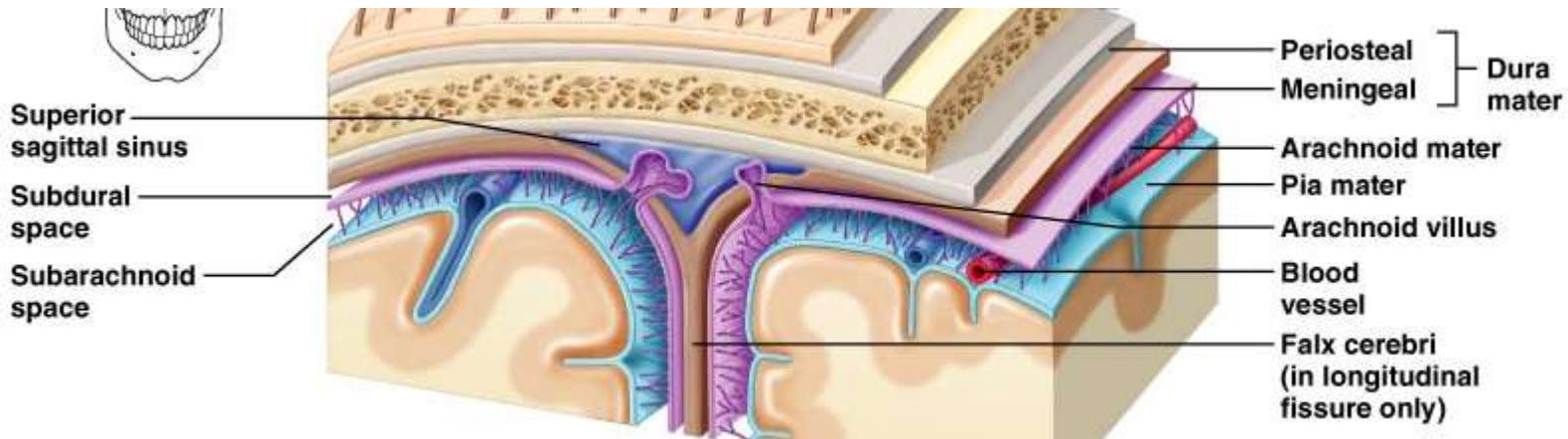
A **pia mater** az agyvelő felszínét pontosan követi



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

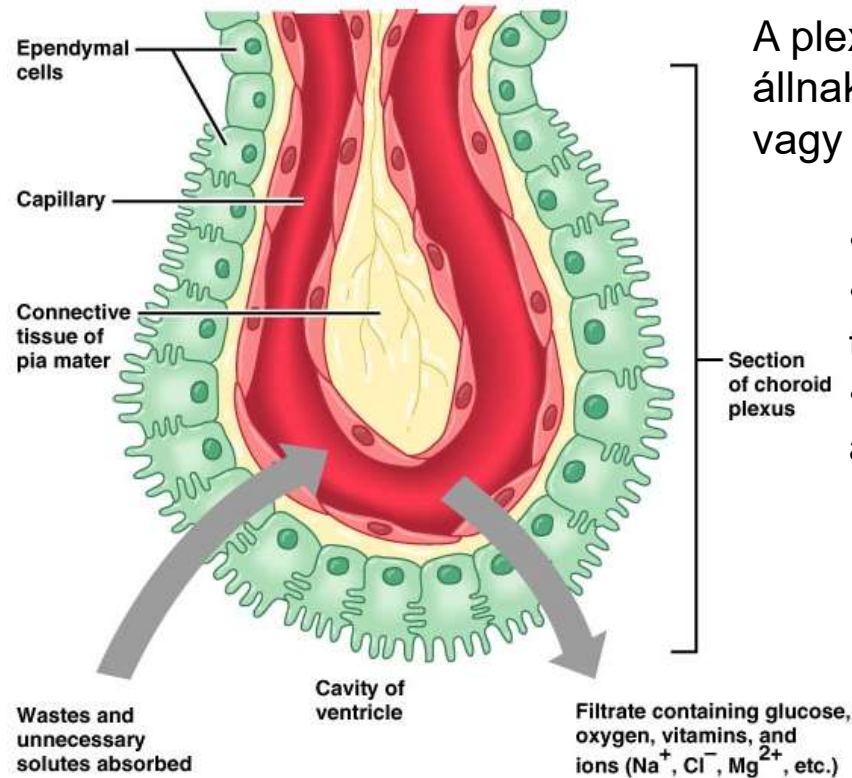


Liquorképzés

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**

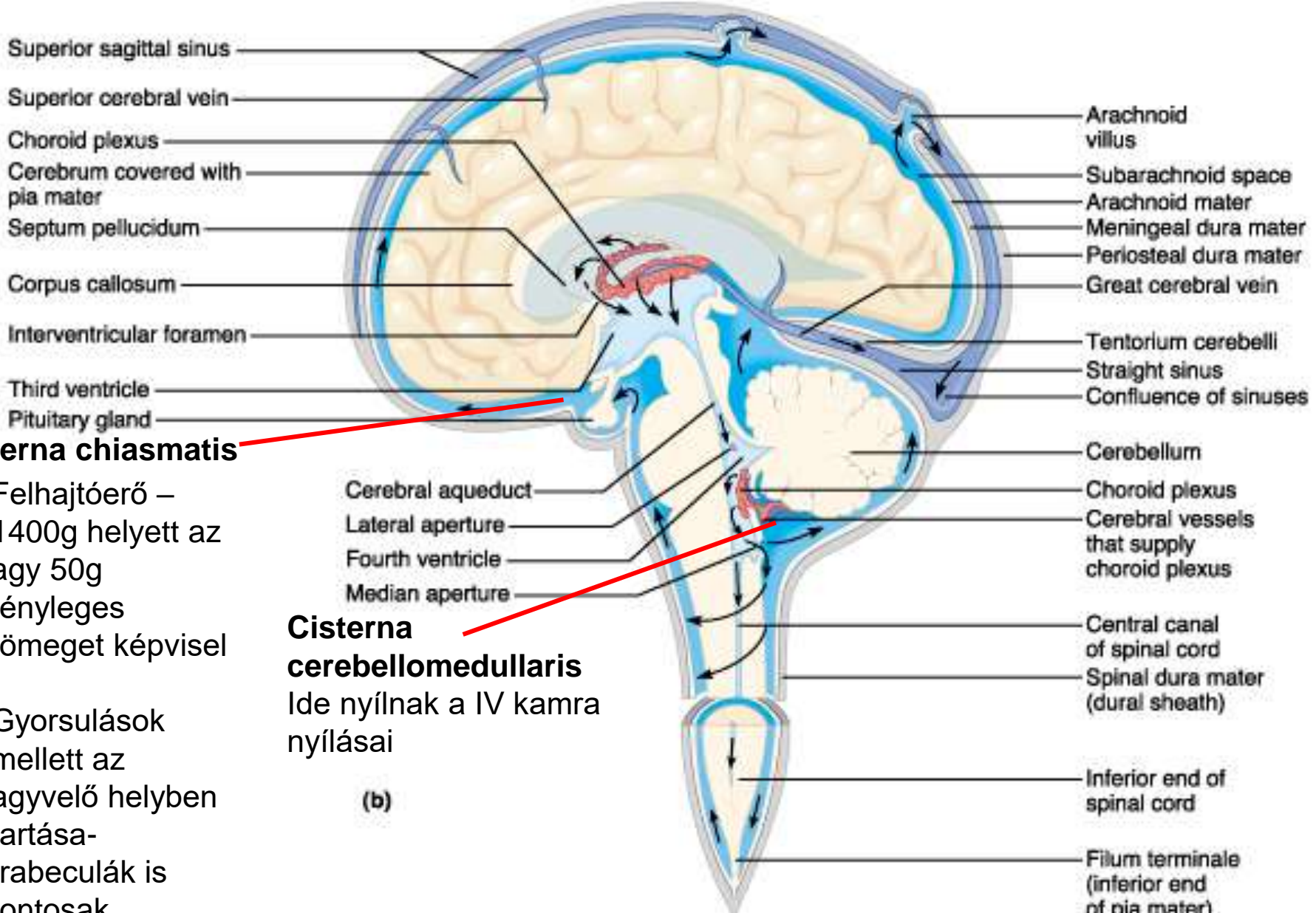
Liquor felszívódása: **granulationes (villi) arachnoidales**

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

Plexus choroideusok



Liquorterek



Cisterna chiasmatis

1. Felhajtóerő –
1400g helyett az
agy 50g
tényleges
tömeget képvisel

2. Gyorsulások
mellett az
agyvelő helyben
tartása-
trabeculák is
fontosak

Cisterna cerebellomedullaris

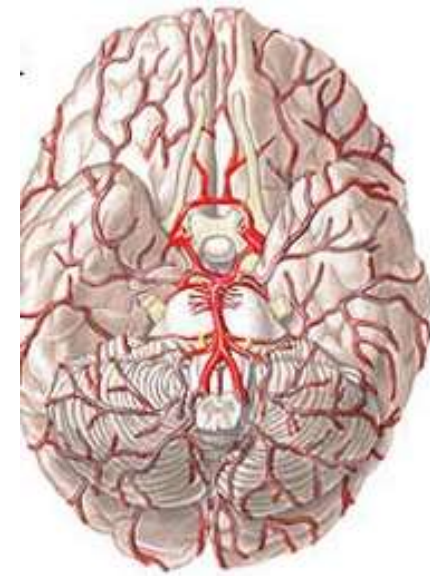
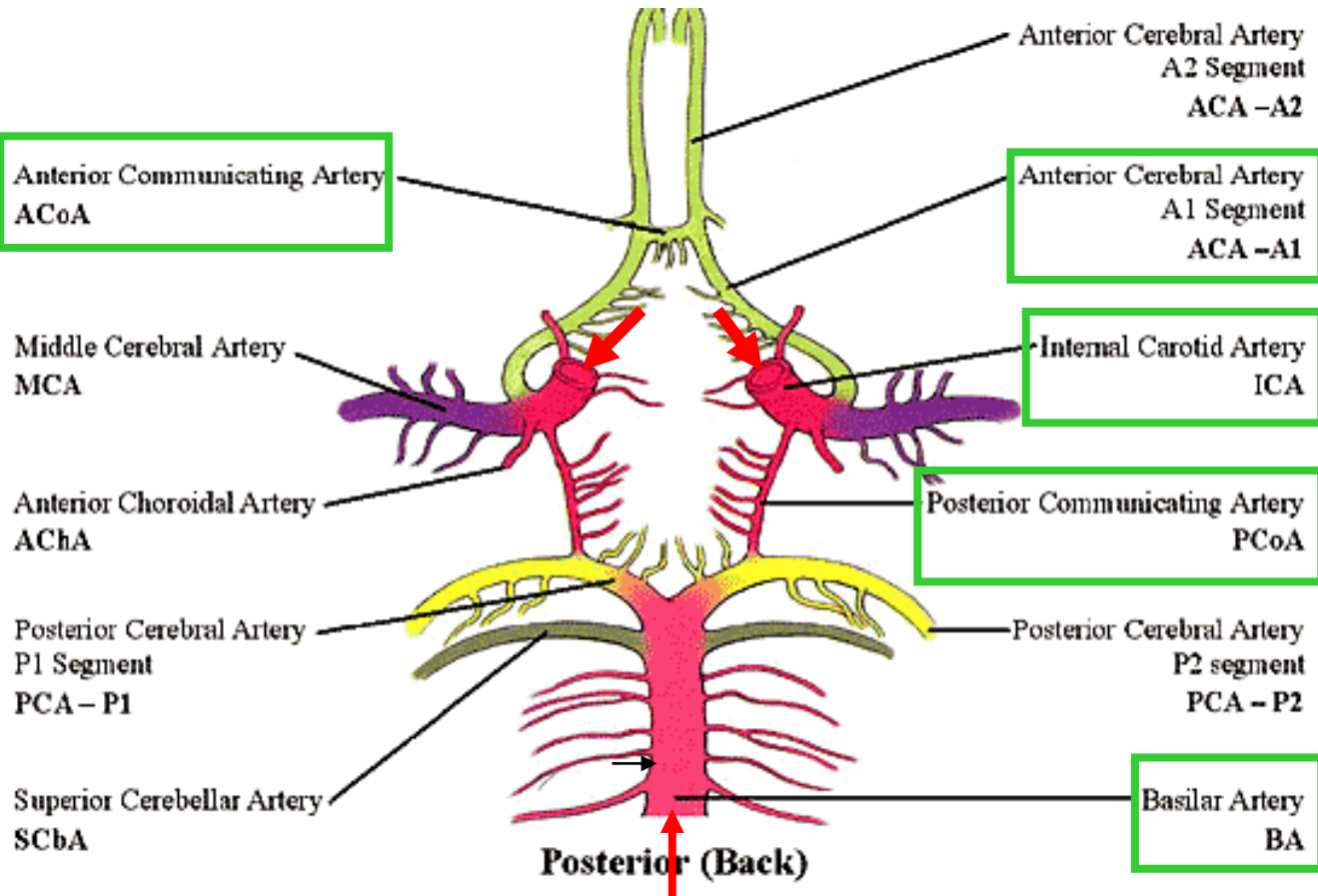
Ide nyílnak a IV kamra
nyílásai

(b)

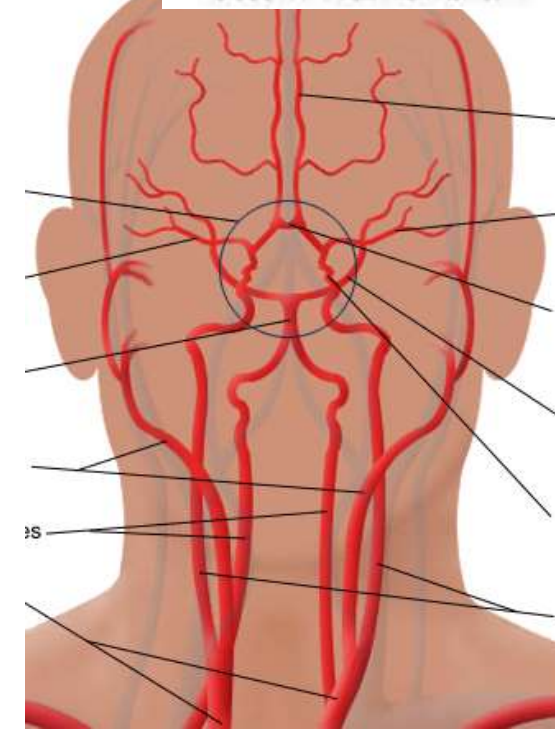
Vérkeringés-artériák

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

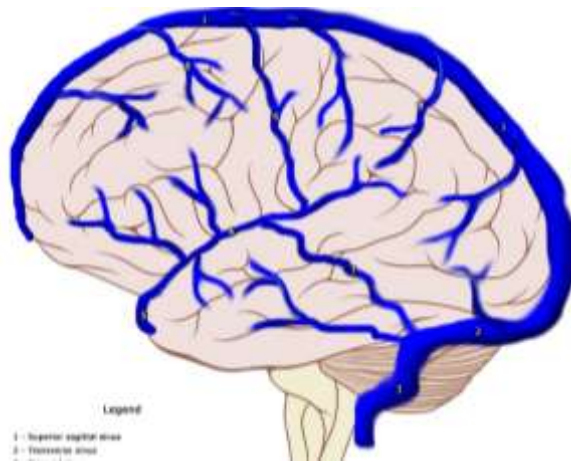
- **circulus arteriosus**



Bottom view of brain



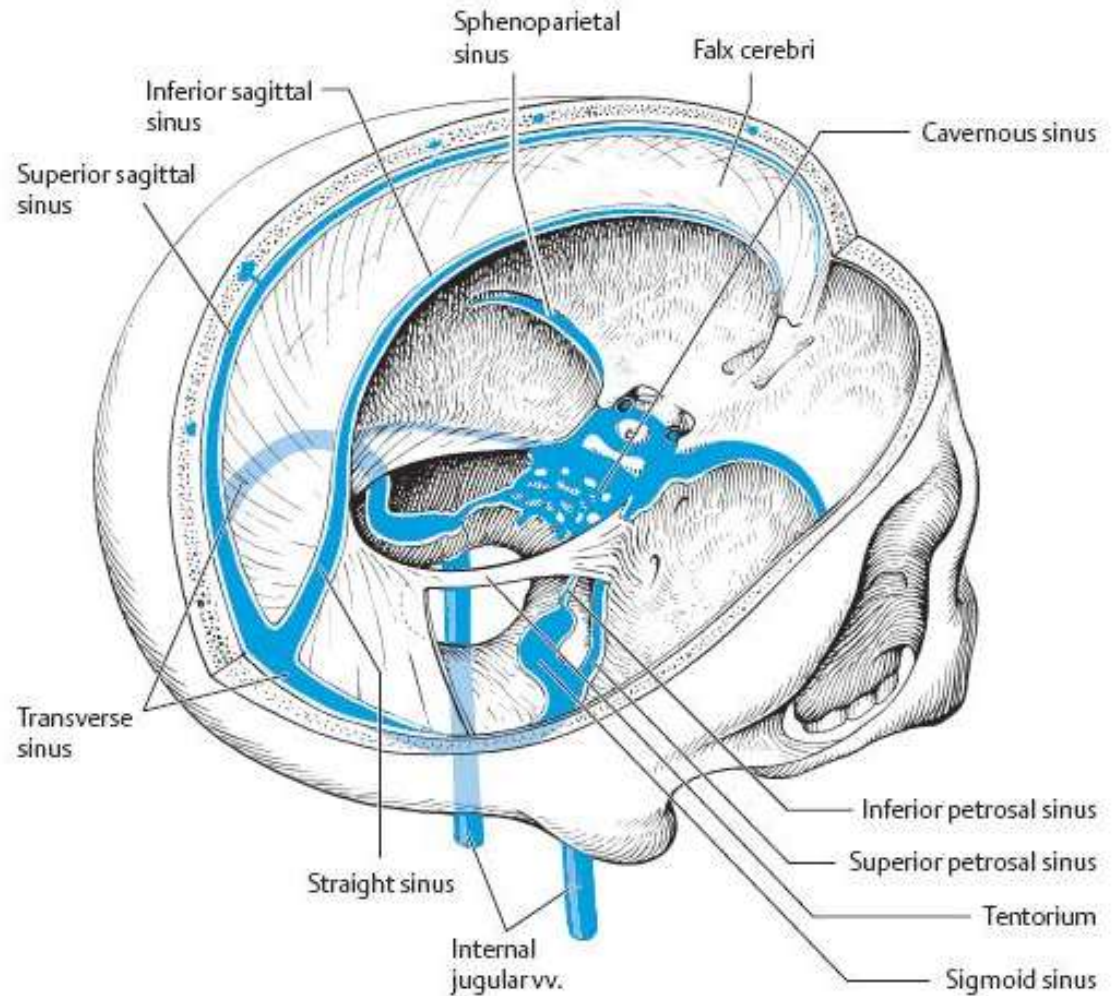
Vérkeringés-vénák



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

- Sinus sagittalis superior
- Sinus transversus
- Sinus sigmoideus

És még sokan mások...



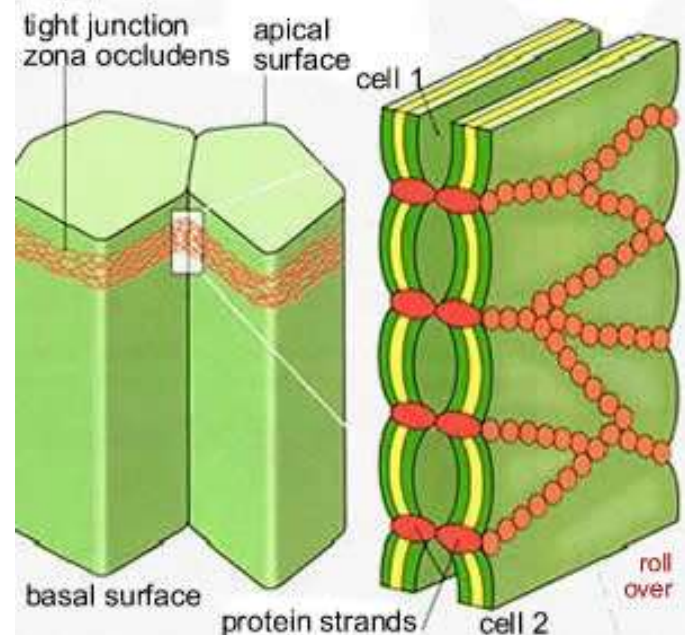
from Baehr M and Frotscher. Duus' Topical Diagnosis in Neurology. 4th ed
Thime Stuttgart. New York. 2005; 238

Vér-agy gát

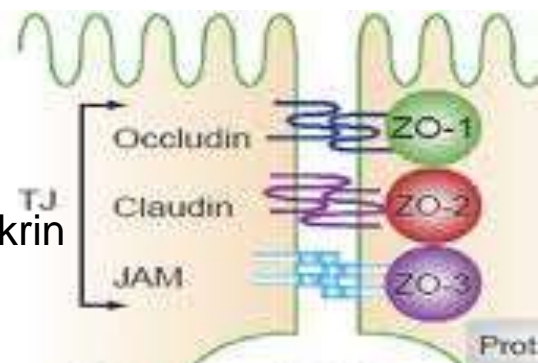


- Az erek falát alkotó endothélseltek (ES) között tight junction (**zonula occludens, ZO**) típusú kapcsolatok
- az endothélseltek membránjában transzmembrán kapcsolófehérjék- pl. **occludin**
 - szelektív anyagáteresztés az ESeken keresztül

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

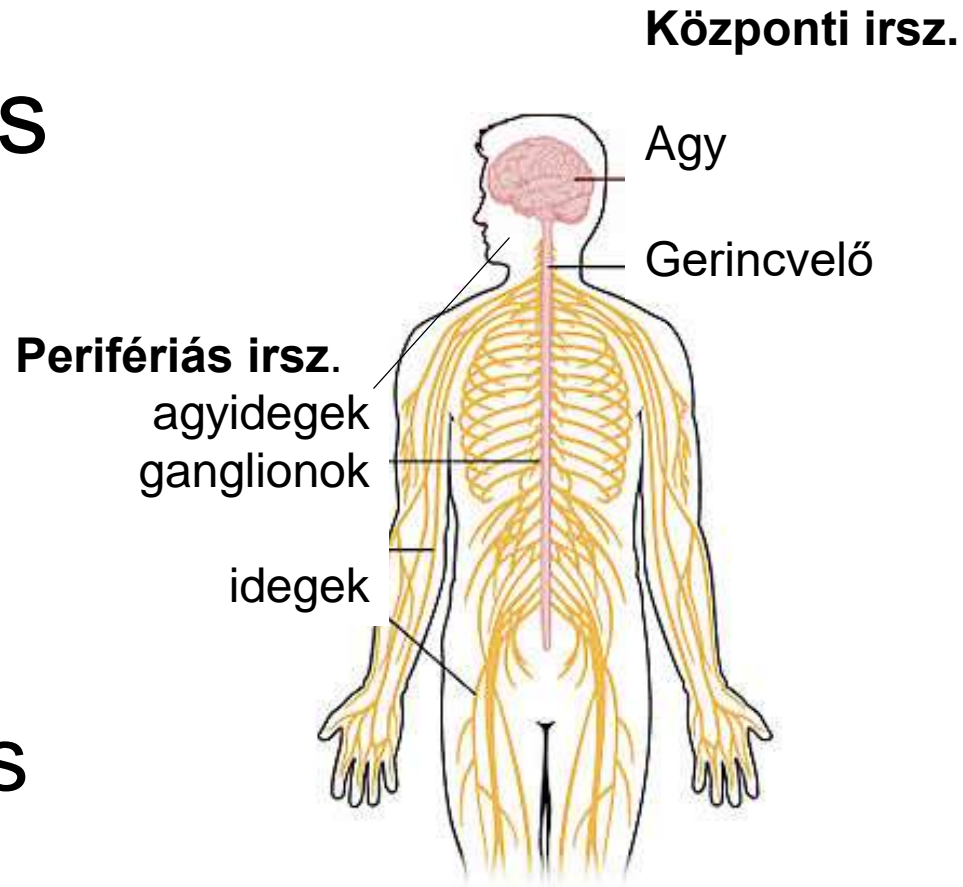


Idegrendszer felosztása

központi - perifériás

Perifériás:
autonóm - szomatikus

Autonóm
szimpatikus – paraszimpatikus -
enterális

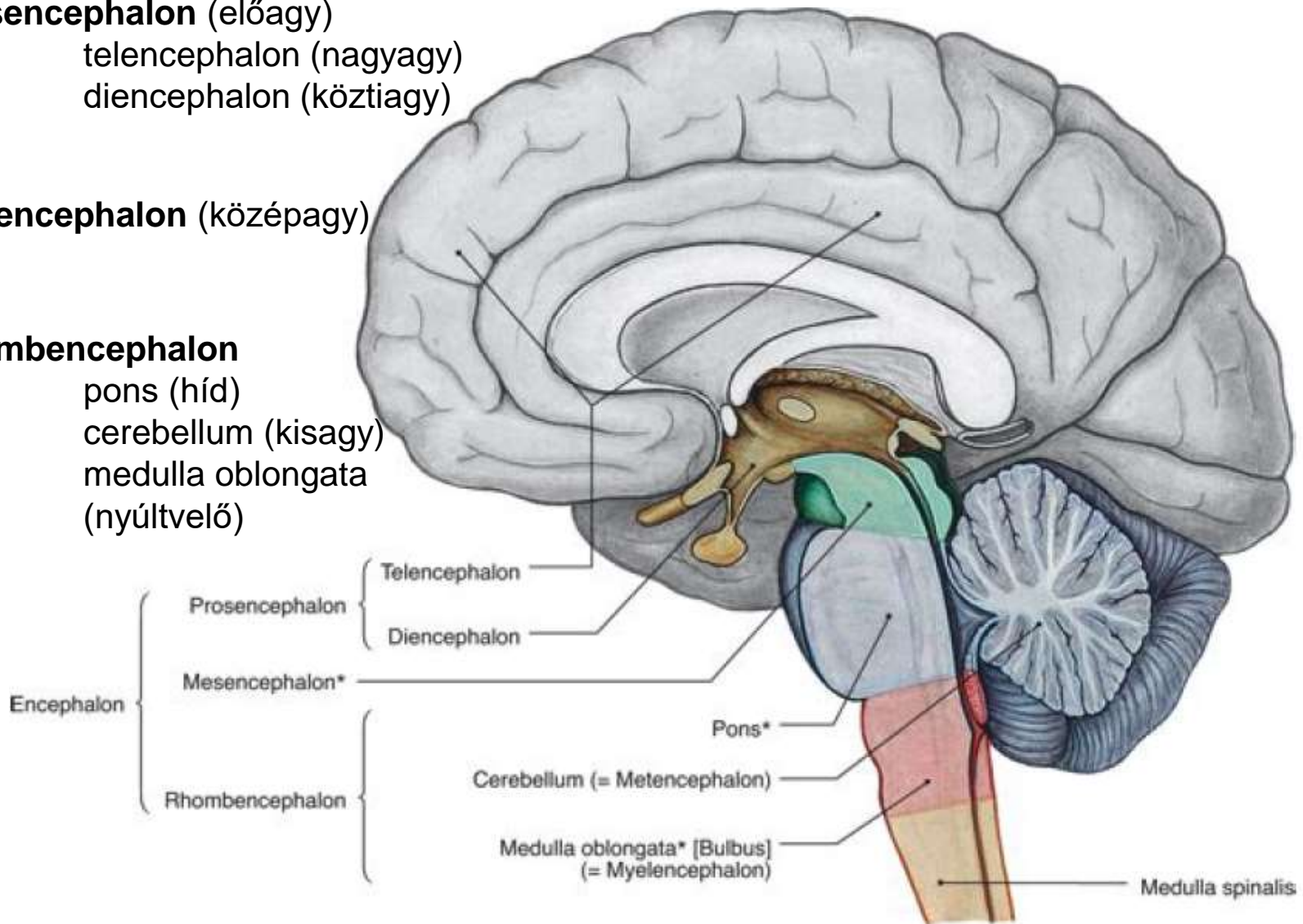


Az agy részei

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

Mesencephalon (középagy)

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



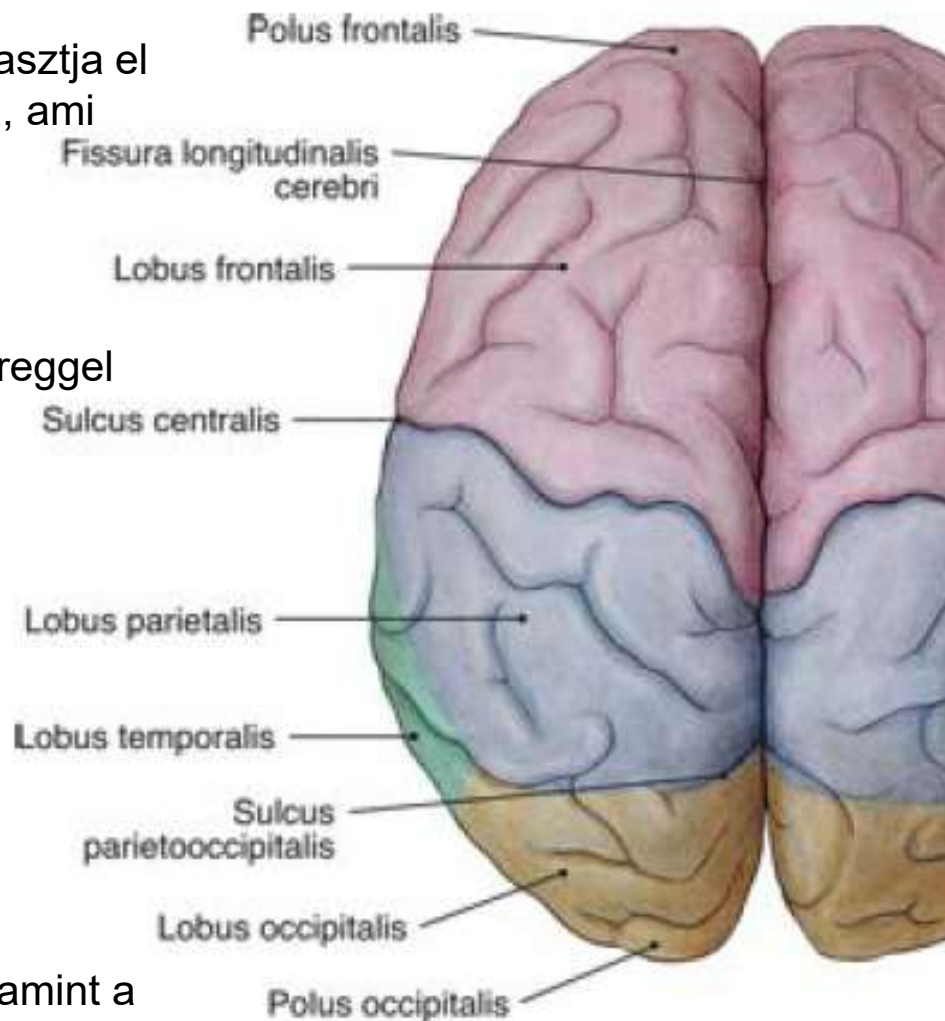
Telencephalon
nagyagy

A telencephalon felépítése

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

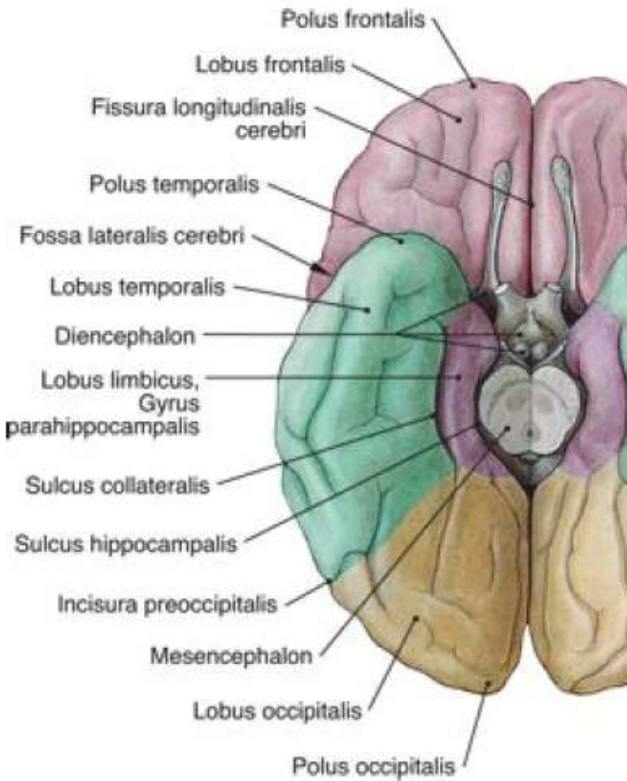
- **domináns félteke:** jobb- vagy balkezesség, a nyelv megértése, beszéd, analitikus
- **nem domináns:** térérzékelés, az arcfelismerés és a zene értése, szintetikus

- 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)

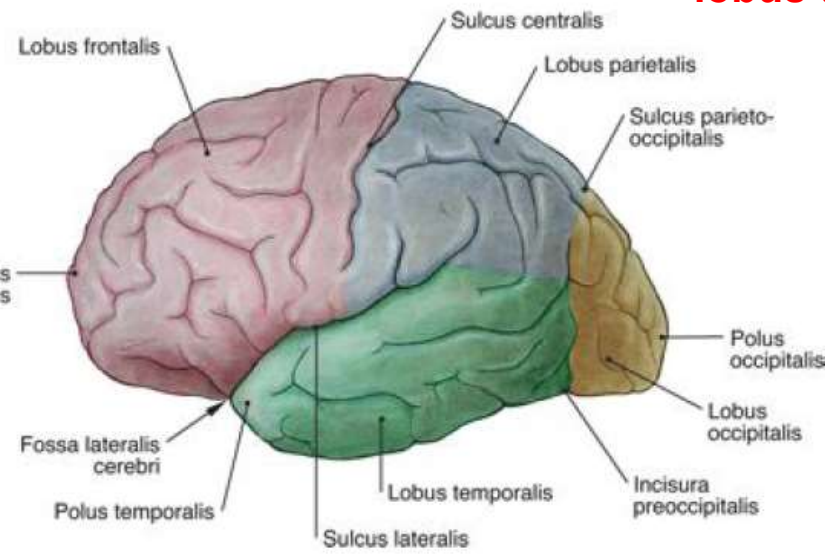
- elülső határa a sulcus centralis-emögött **gyrus postcentralis** (primer érzőkéreg)- a sulcus postcentralisig
- hátulsó határa a **sulcus parietooccipitalis**

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)

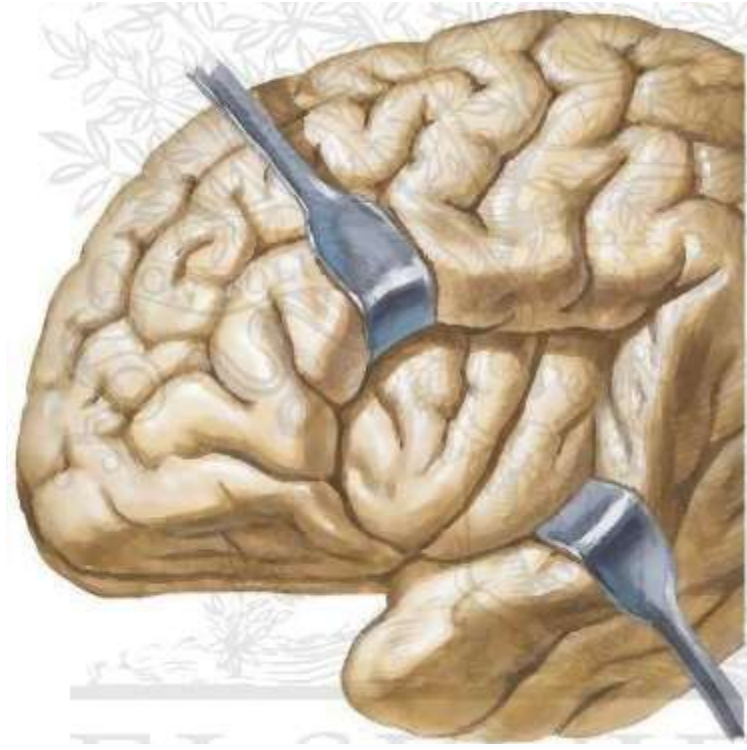
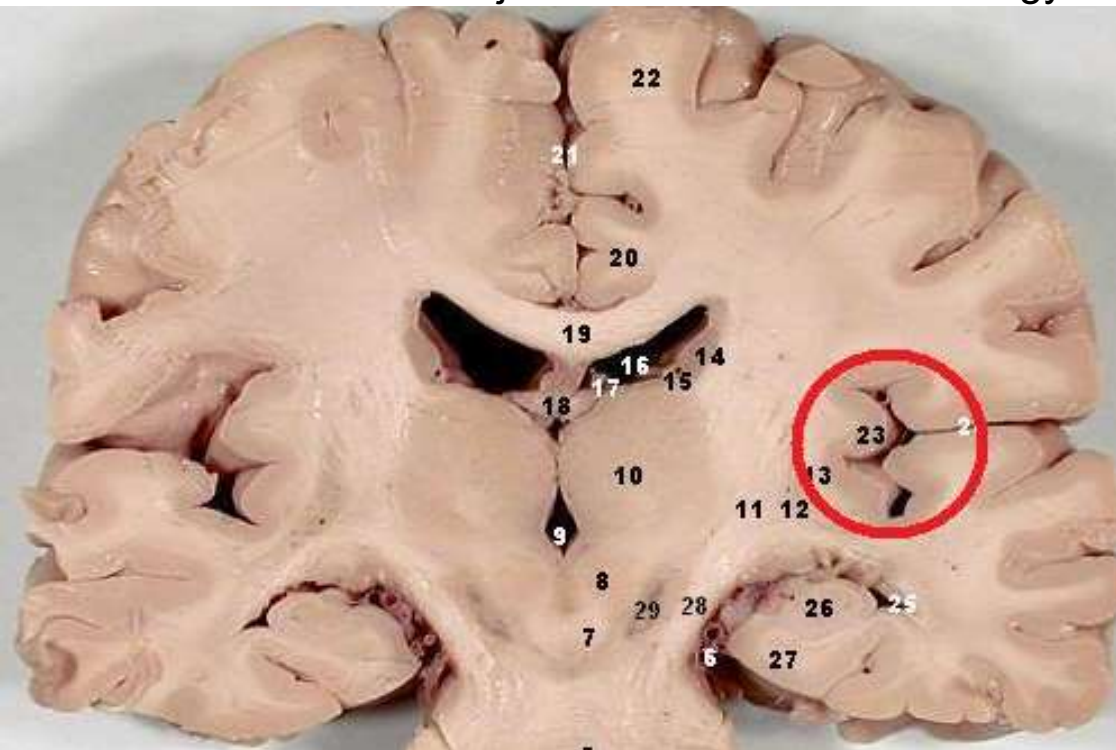
- sulcus parietooccipitalis választja el a lobus parietalistól
- **primer látómező**



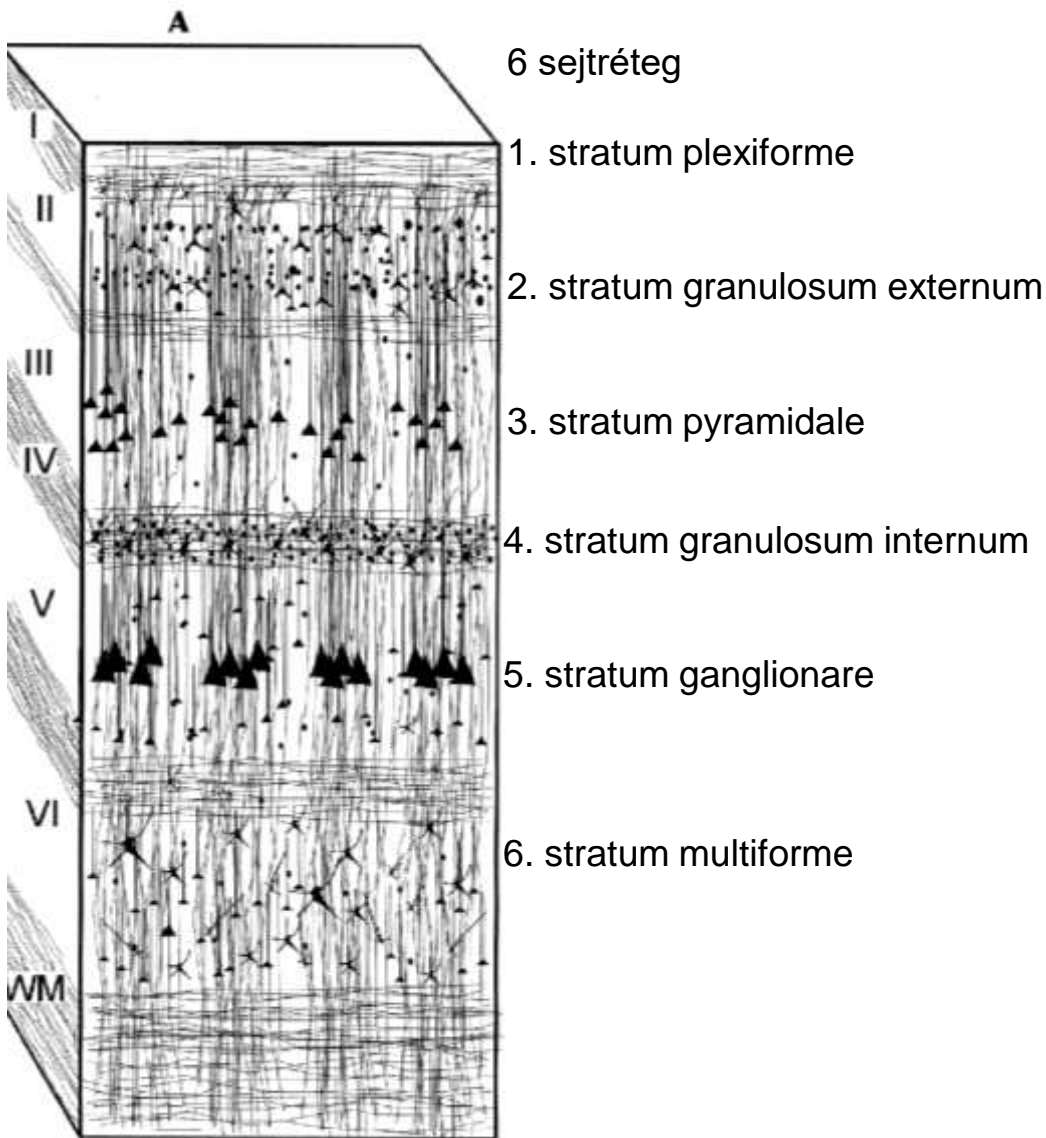
A telencephalon lebenyei

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

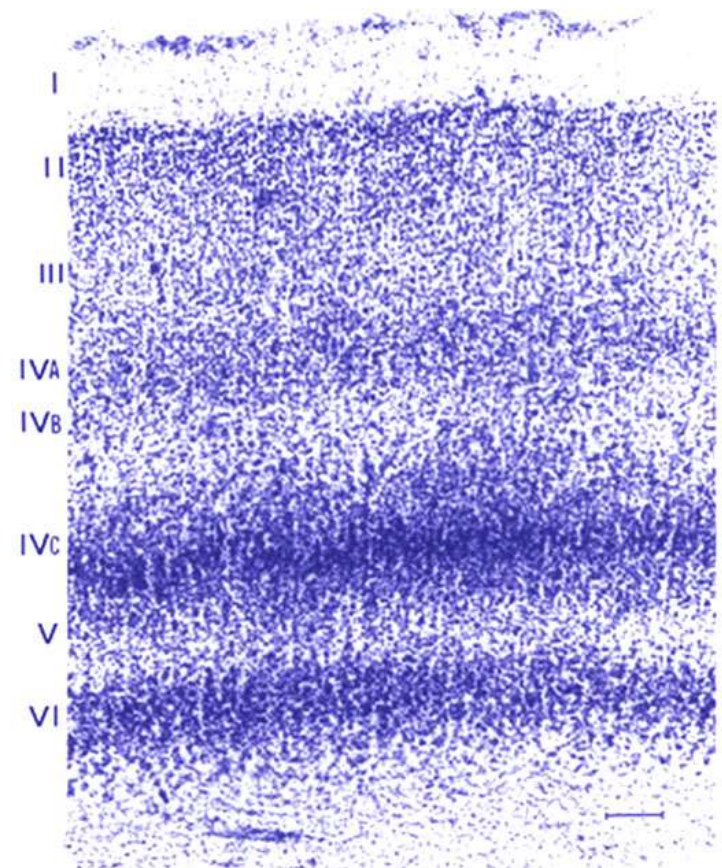


Figure 13. Nissl stain of the visual cortex reveals the different layers I through VI quite clearly.

Az agykéreg rétegei (isocortex)

1. *stratum plexiforme*

- általában piramissejtek **dendritjeit**, kevés csillársejtet tartalmaz
- a thalamus mátrix-típusú sejtjeiből és a cortexből kap ingerületet

2. *stratum granulosum externum*

- kevés kis piramissejt, sok **csillársejt**
- cortexből bemenet

3. *stratum pyramidale externum*

- kicsi és közepes méretű piramissejtek, verticalisan orientált intracorticalis axonokkal
- a sejtek a cortex többi részébe projiciálnak – ez **az intracorticalis efferensek fő forrása**
- *corticalis bemenetet* kapnak

4. *stratum granulosum internum*

- különböző típusú piramis- és csillársejtek
- C-típusú thalamussejtekből (*specifikus érző projekciók*) és a cortexből van bemenete

5. *stratum ganglionare (stratum pyramidale internum)*

- nagy piramissejtek
- a **subcorticalis efferensek fő forrása** – törzsdúcokba, gerincvelőbe és az agytörzsbe projiciál

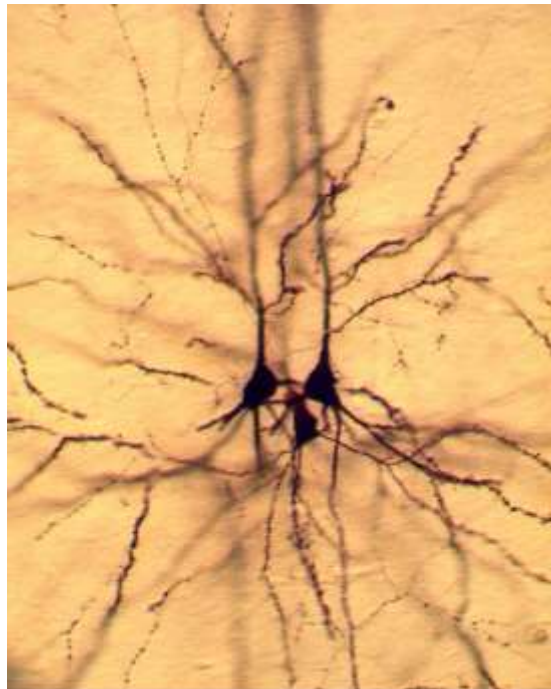
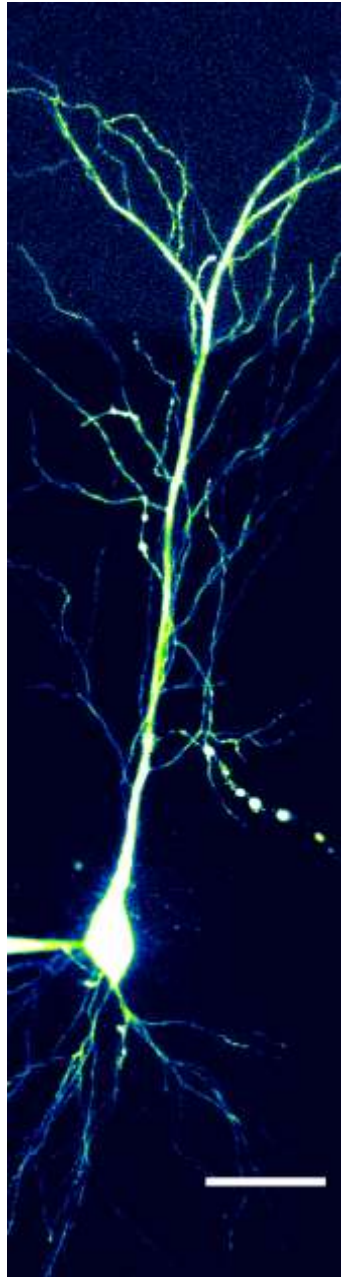
6. *stratum multiforme*

- kevés nagy piramissejt plusz egyéb multiform sejtípusok
- **thalamusba küld rostokat**- serkentő és gátló kapcsolatok

- a különböző rétegek és sejtípusok között kapcsolat
- a corticalis microkörök columnákba és microcolumnákba rendeződnek
- ha nincs IV. layer – agranularis cortex

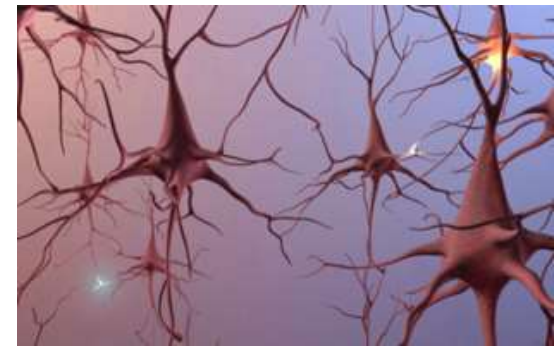
A piramissejt

- 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 piramissejtek apikális dendritjeivel szinaptizálnak
- a distalis axonkollaterálisok egyre kevésbé meredeken szállnak fel – távolabbi piramissejtek csúcs- és bázisdendritjeivel szinaptizálnak
- így a piramissejtek a környezetükben levő piramissejteket is ingerli



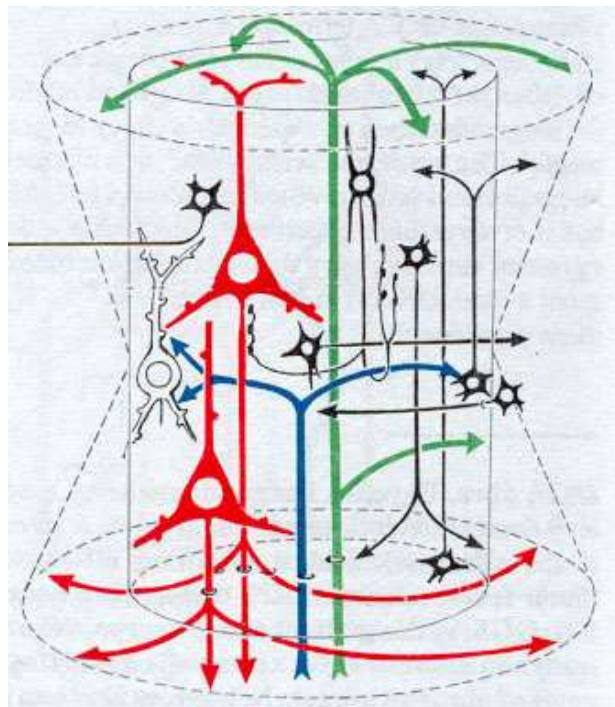
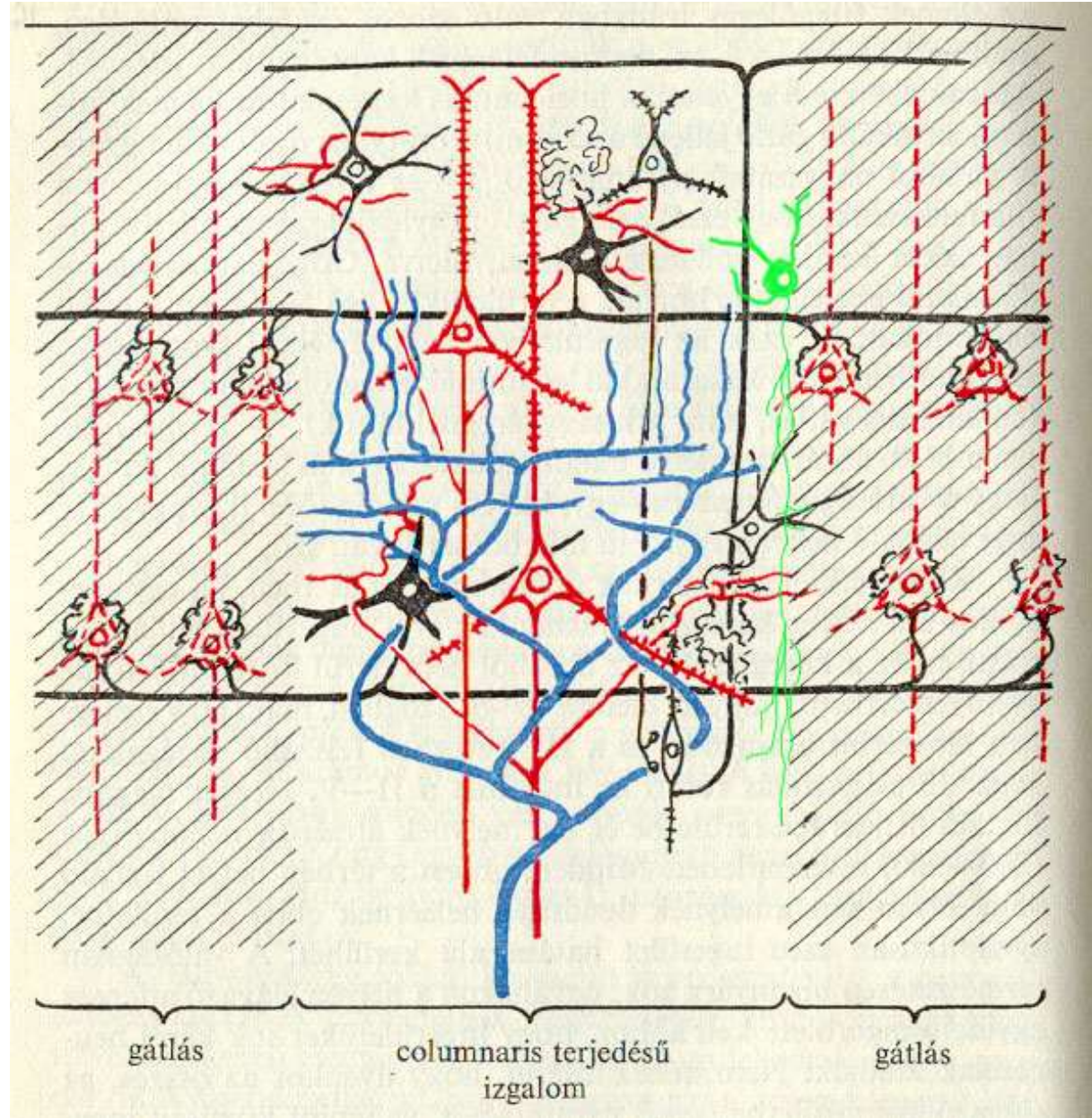
- piramissejtek között **teacher-szinapszis**, thalamusból érkező rostok és piramissejtek között **pupil-szinapszis**

- a piramissejtek 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



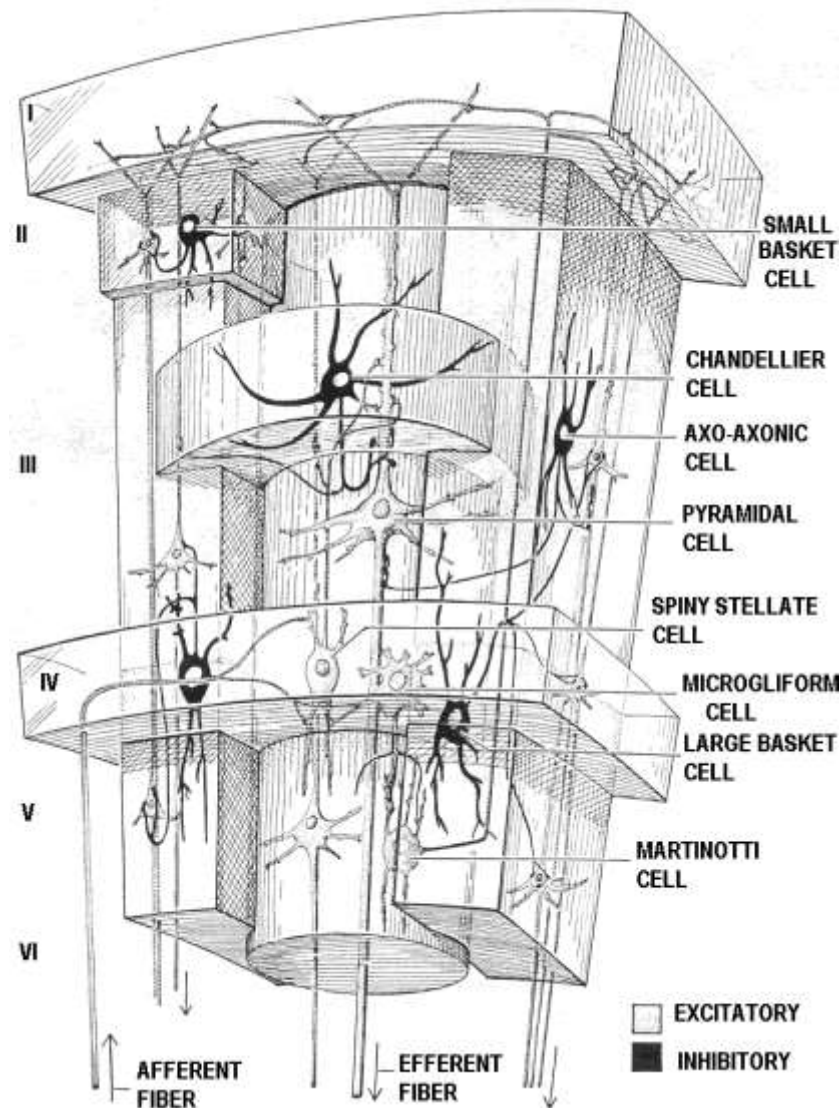
Kérgi columnák

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)

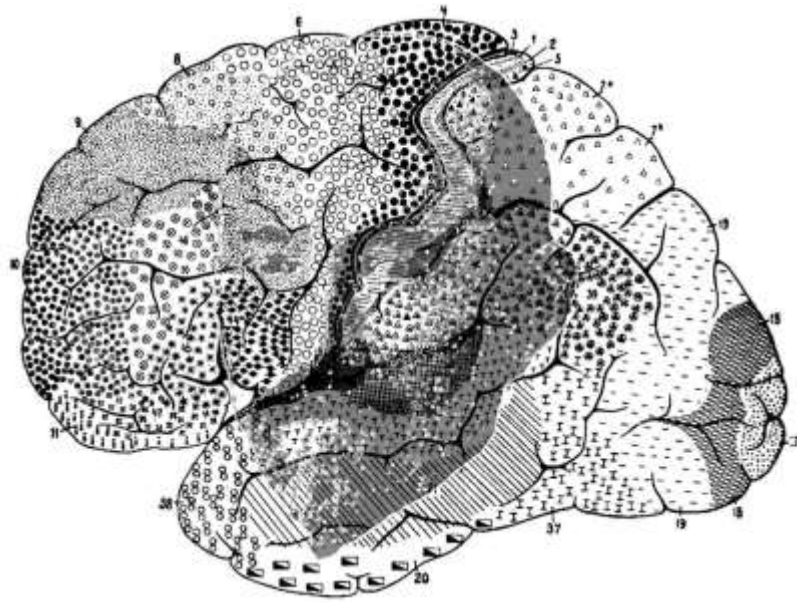


Az agykéreg további felosztása:

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

Brodmann féle területek

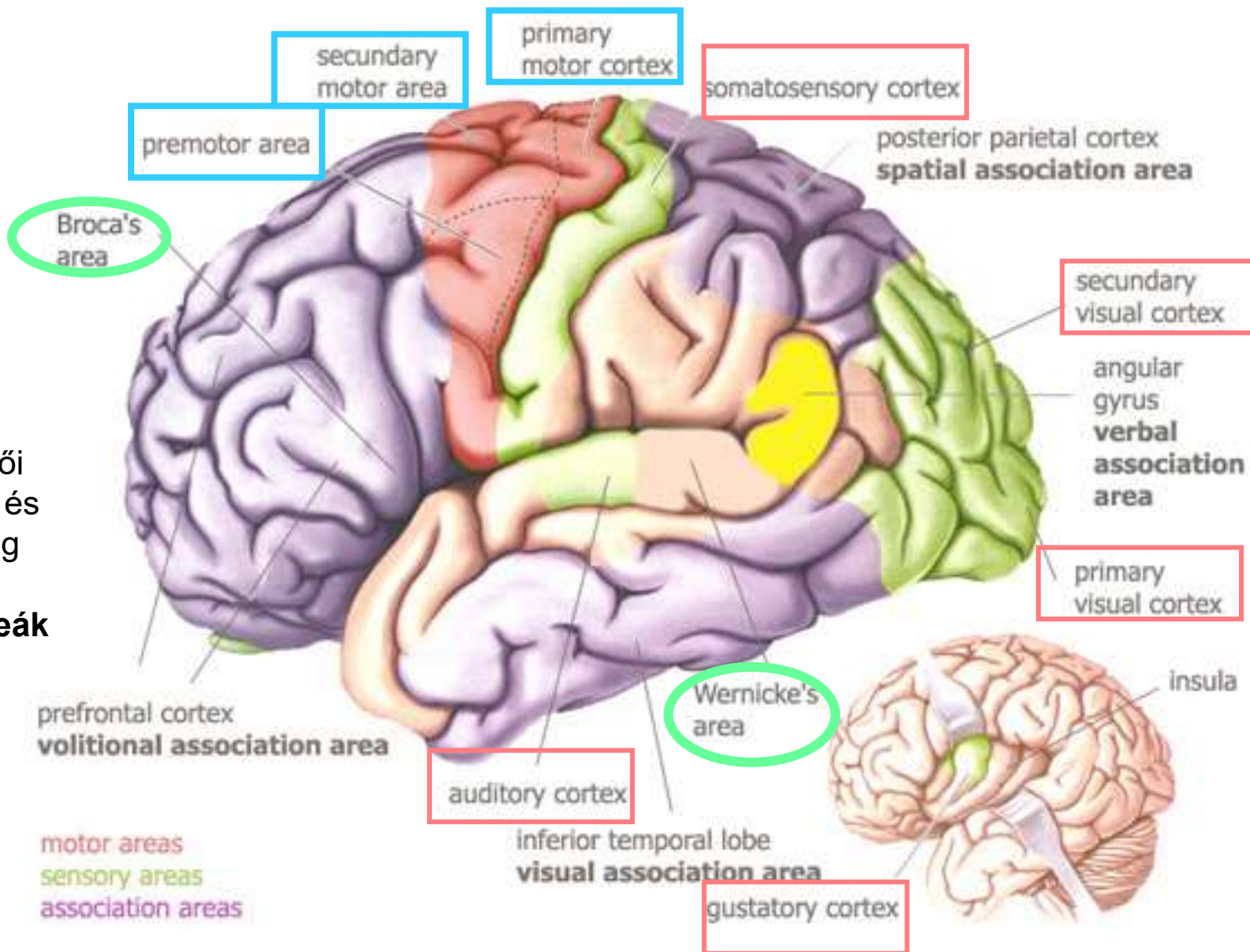
A kéreg felszínén való
tájékozódást szolgálják



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

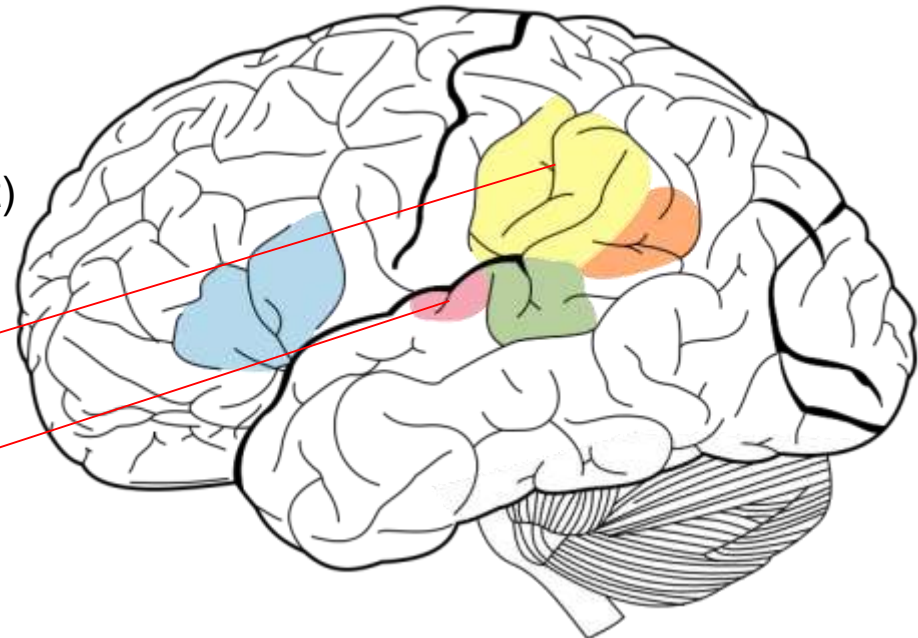
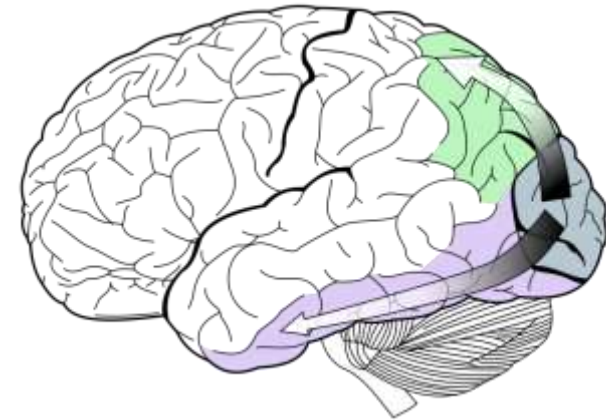
Inferior temporaliis kéreg (komplex objektumfelismerés-nagymama sejtek)

3. primer hallókéreg

- gyrus temporalis superior
- Tonotopikus organizáció (frekvenciák szerint)

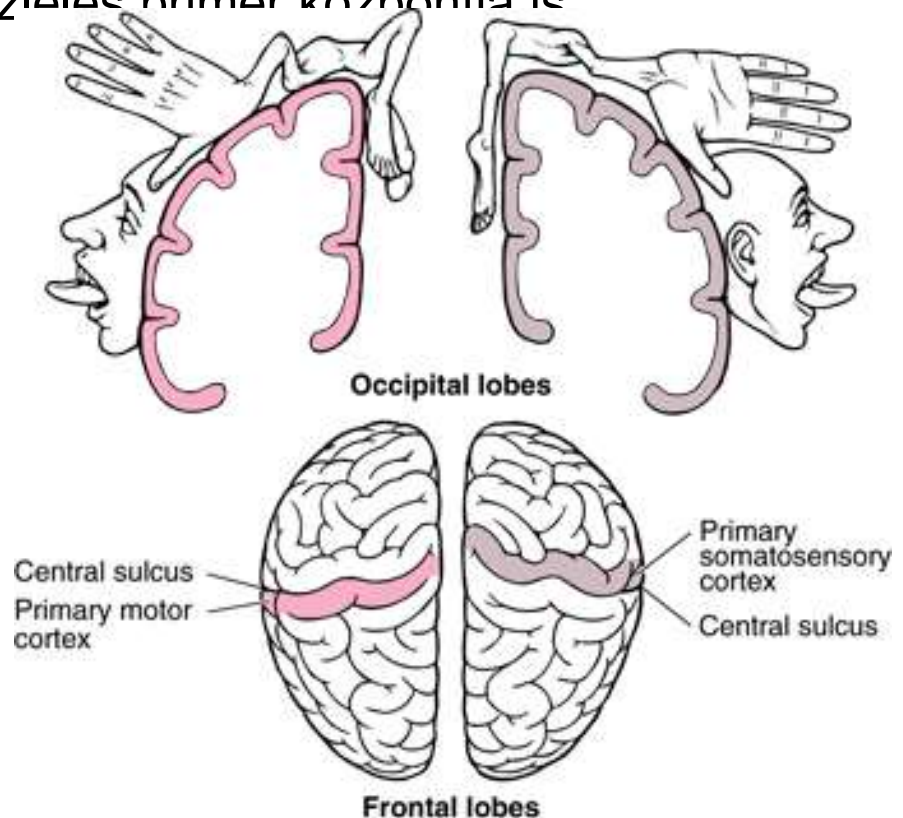
Wernicke area (beszédértés)

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

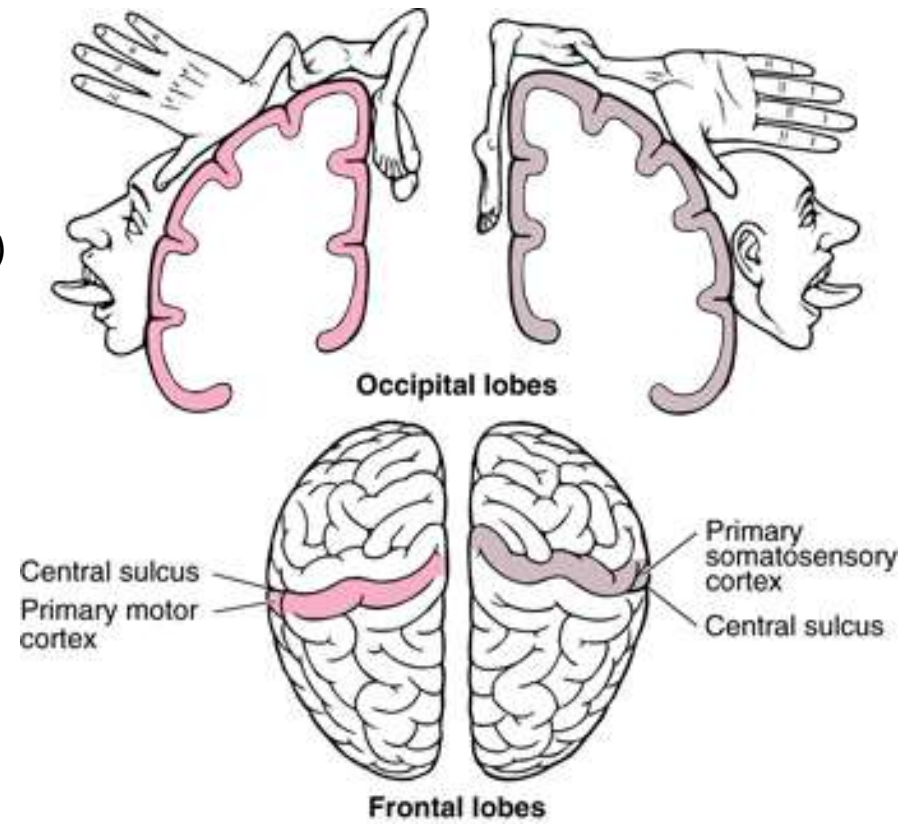
1. *Primer motoros kéreg*

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

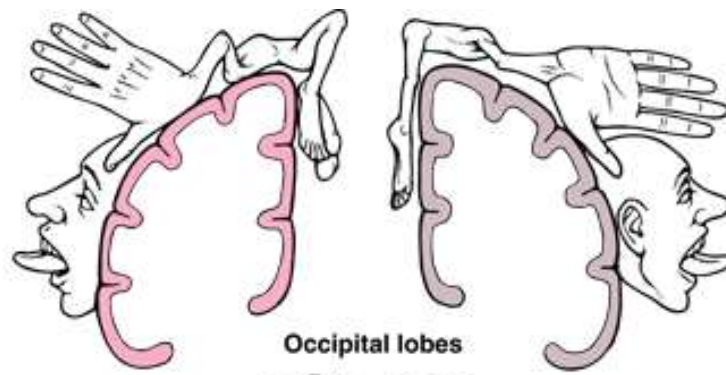
2. *Premotor area és suplementer motoros area*

- a mozgások kiválasztása, tervezése
- tükröneuronok

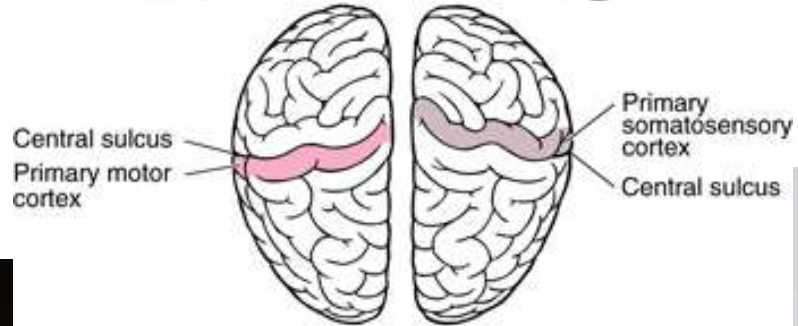
A **Broca-féle motoros beszédközpont** az alsó homloki tekervényben (*gyrus frontalis inferior*) található – a domináns agyféltekében



motoros
homunculus



Occipital lobes



Frontal lobes

Szomatoszenzoros
homunculus



Egyéb kérgi mezők

Pallium, neocortex

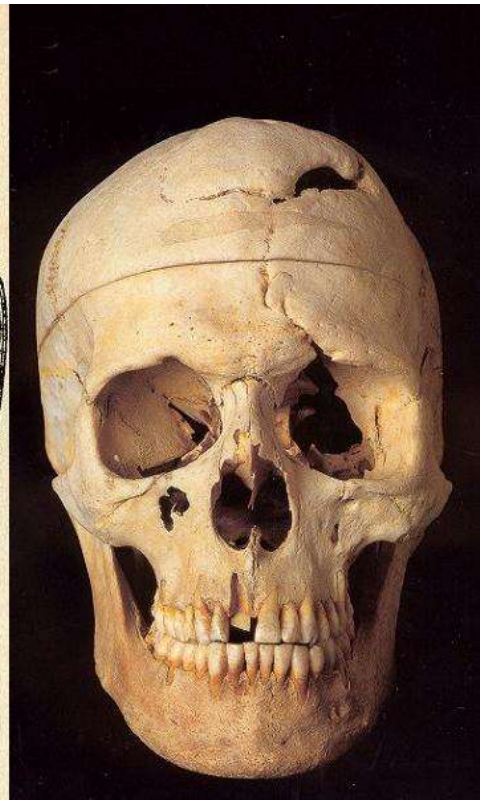
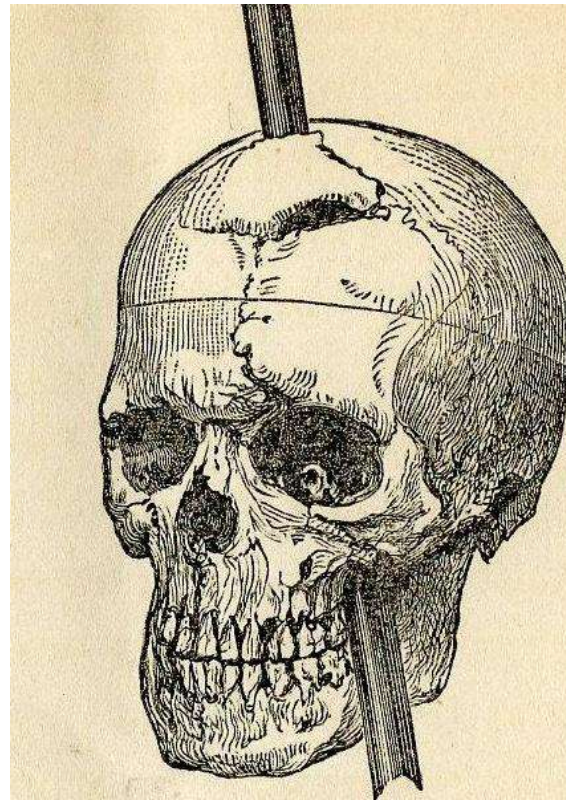
Asszociációs kérgék

- többszörös *afferentációval* és *efferentációval* rendelkeznek – **integrációs működés**
- szerep: érzékelt információk értelmezésében, magatartás kialakítása

1. *Prefrontalis*

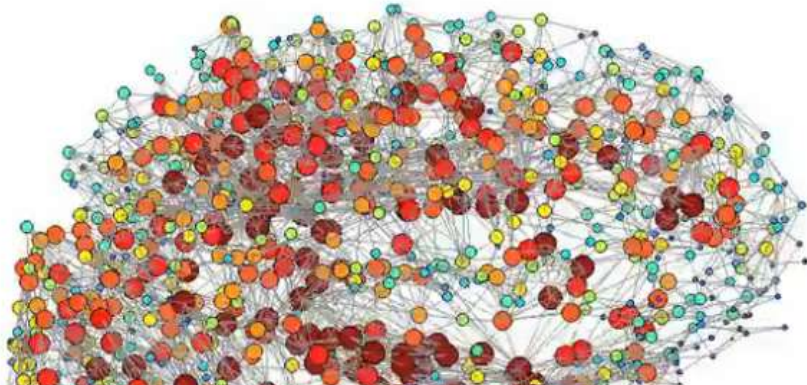
- precentralis mező előtt van (9, 10, 11 és 12-es Brodmann mezők).
- személyiség
- kezdeményező és ítélőképesség
- Érzelmek kontrollja

Phineas Gage (1823-1860)

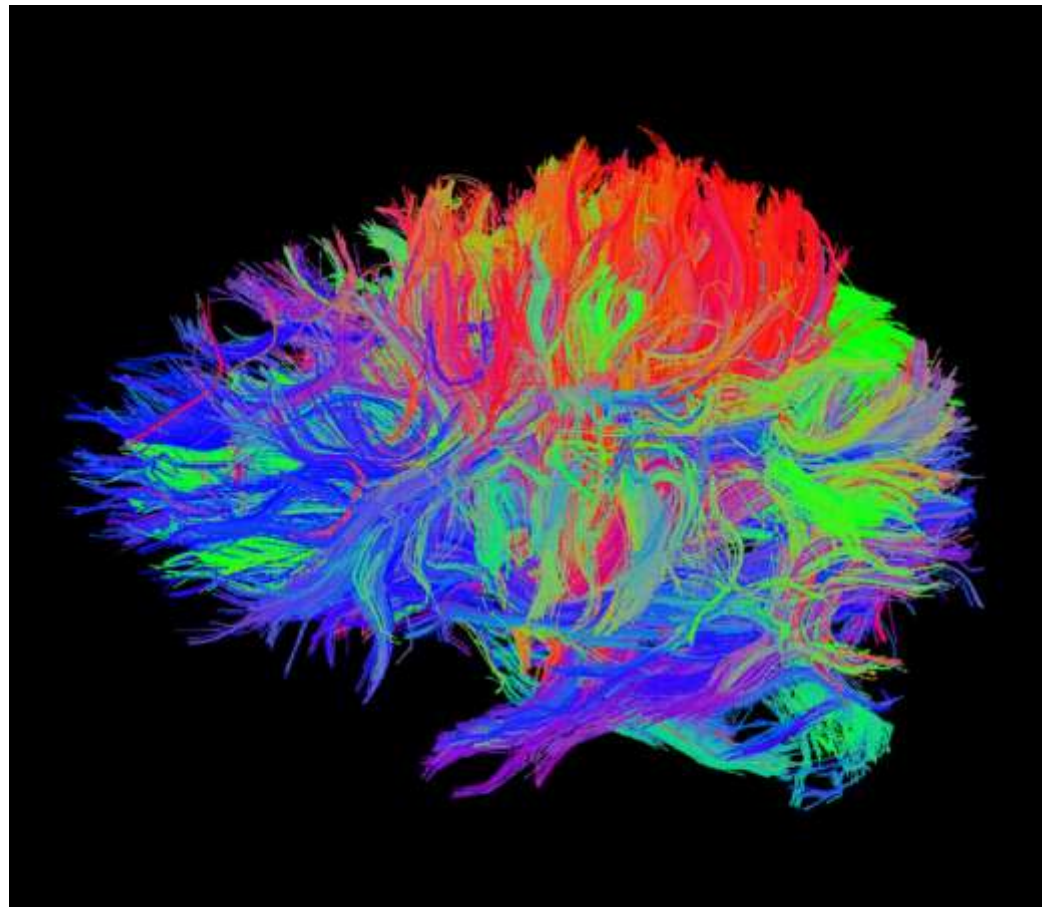
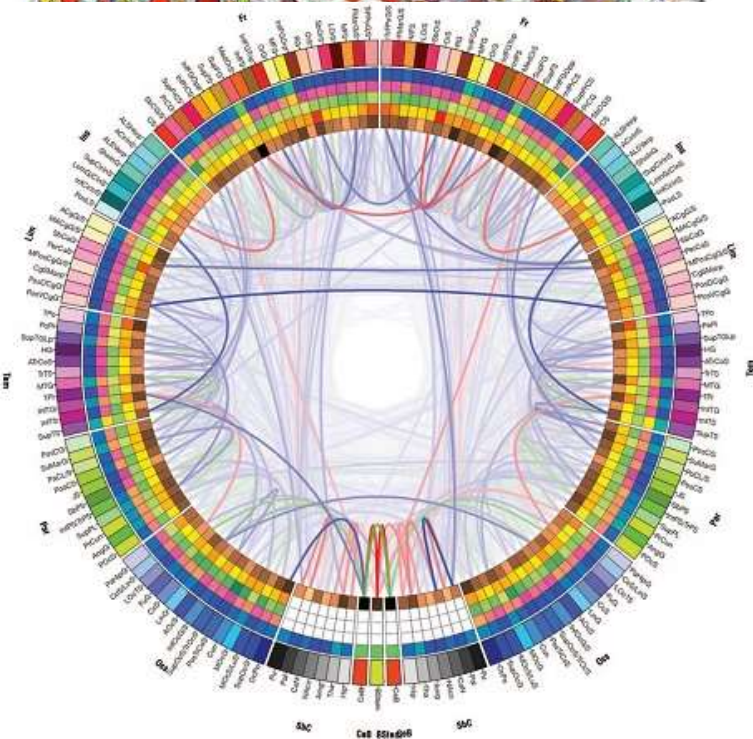


Az agykéreg további felosztása:

- Kapcsolatrendszer (hodológia) alapján



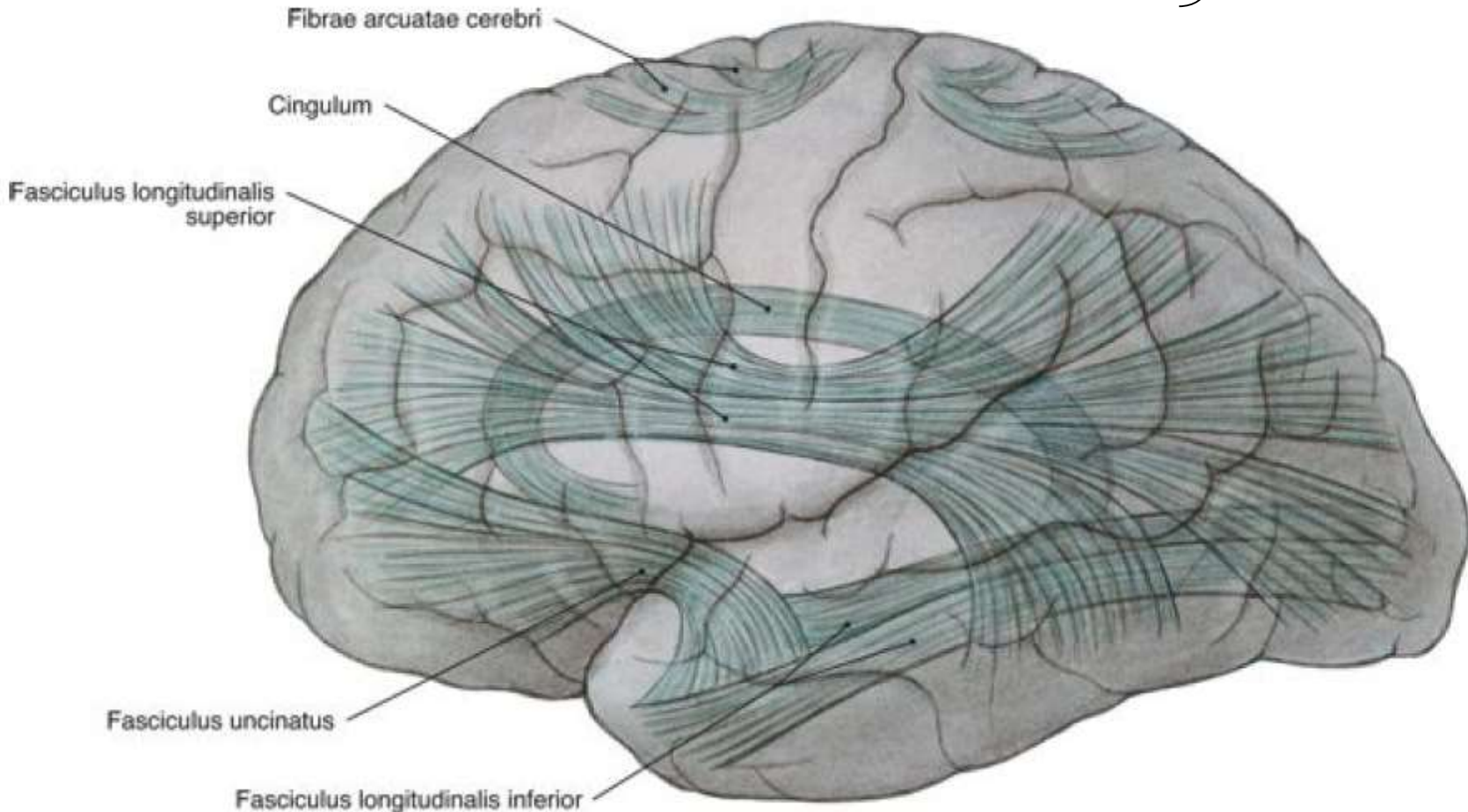
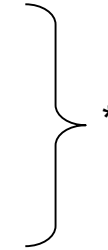
Afferens pálya: egy adott területre érkező axonok
Efferens pálya: egy adott agyterület neuronjainak elvezető axonjai



Asszociációs pályák

- egy agyféltekén belül különböző kéregrészeket kötnek össze

- *fibrae arcuatee 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



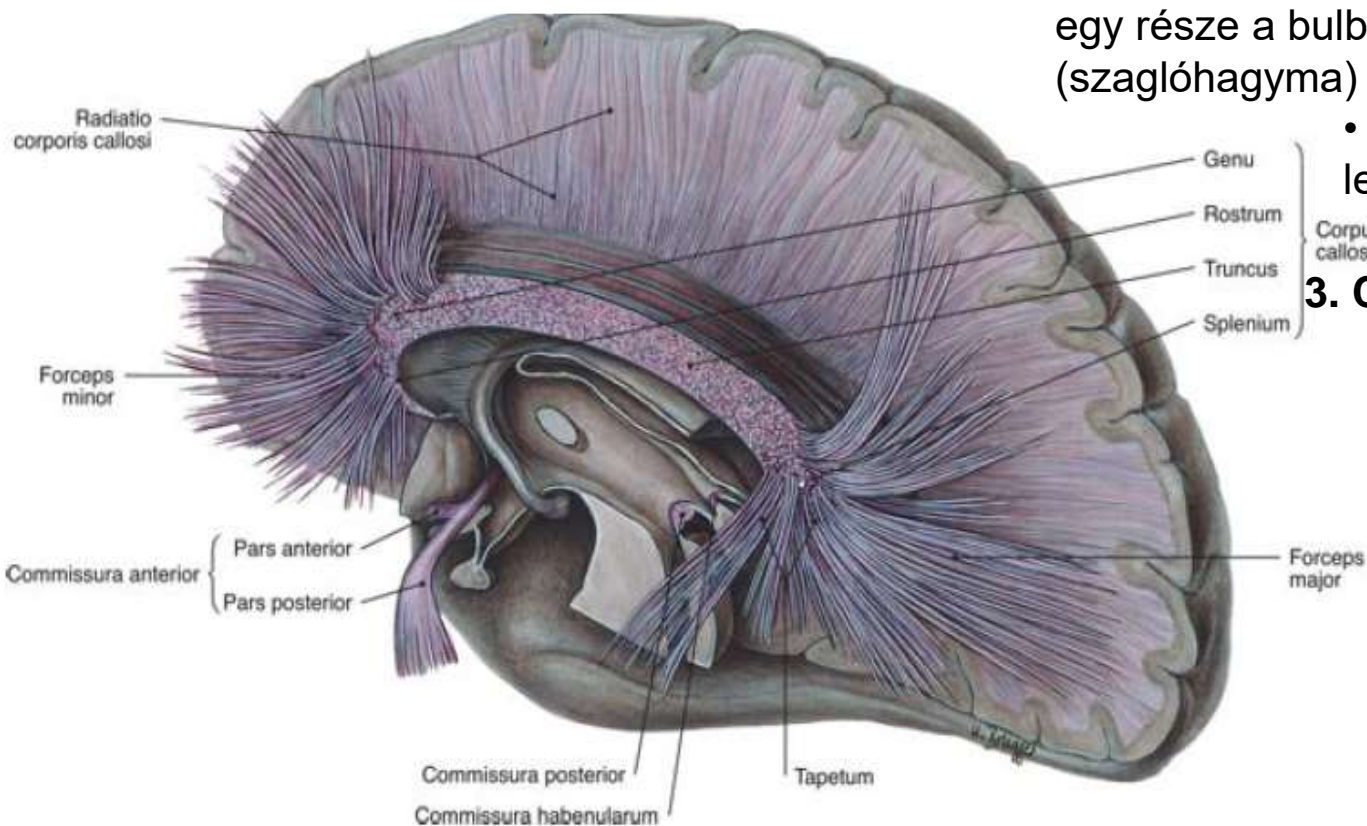
1. Corpus callosum (kérgestest)

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 sejtnak, 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

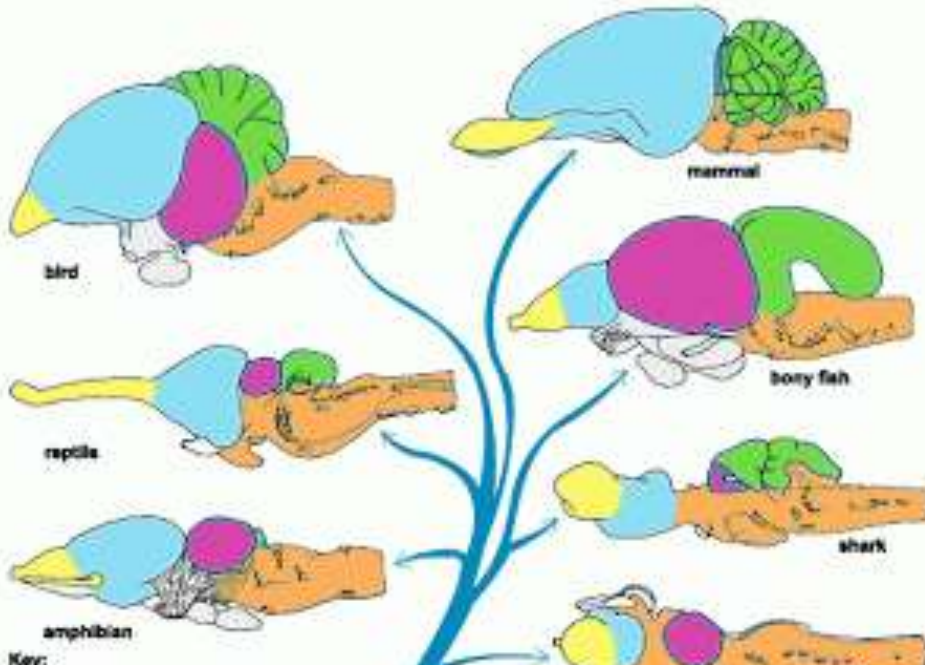
Szervező elvek az idegrendszerben:

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

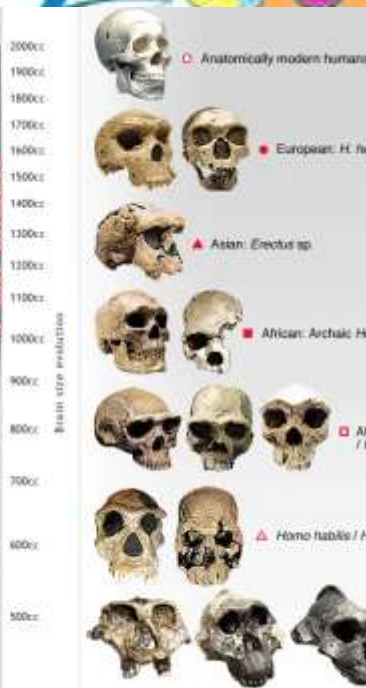
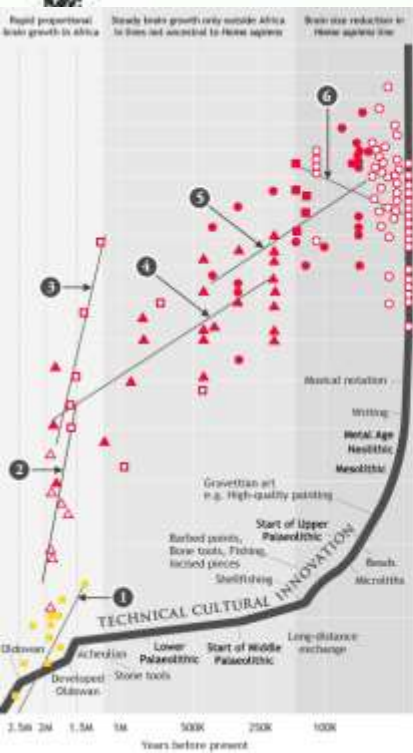
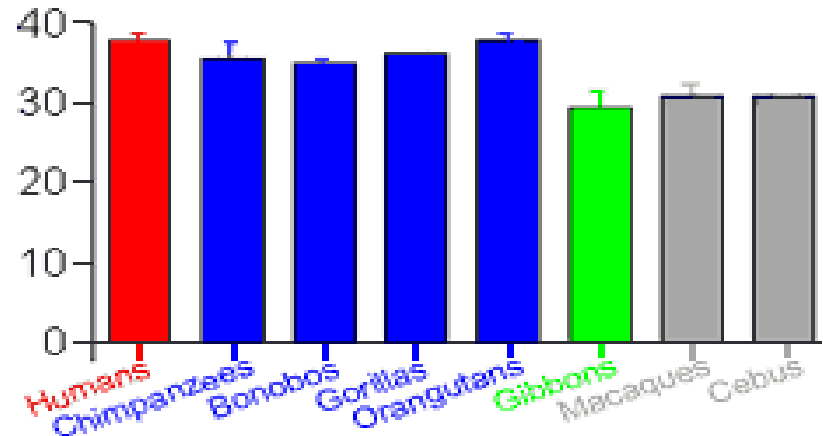
Idegkutatási módszerek

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

Evolúció



Relative Size of the Frontal Cortex (%)



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

