

A központi idegrendszer  
sejtjei: neuronok.

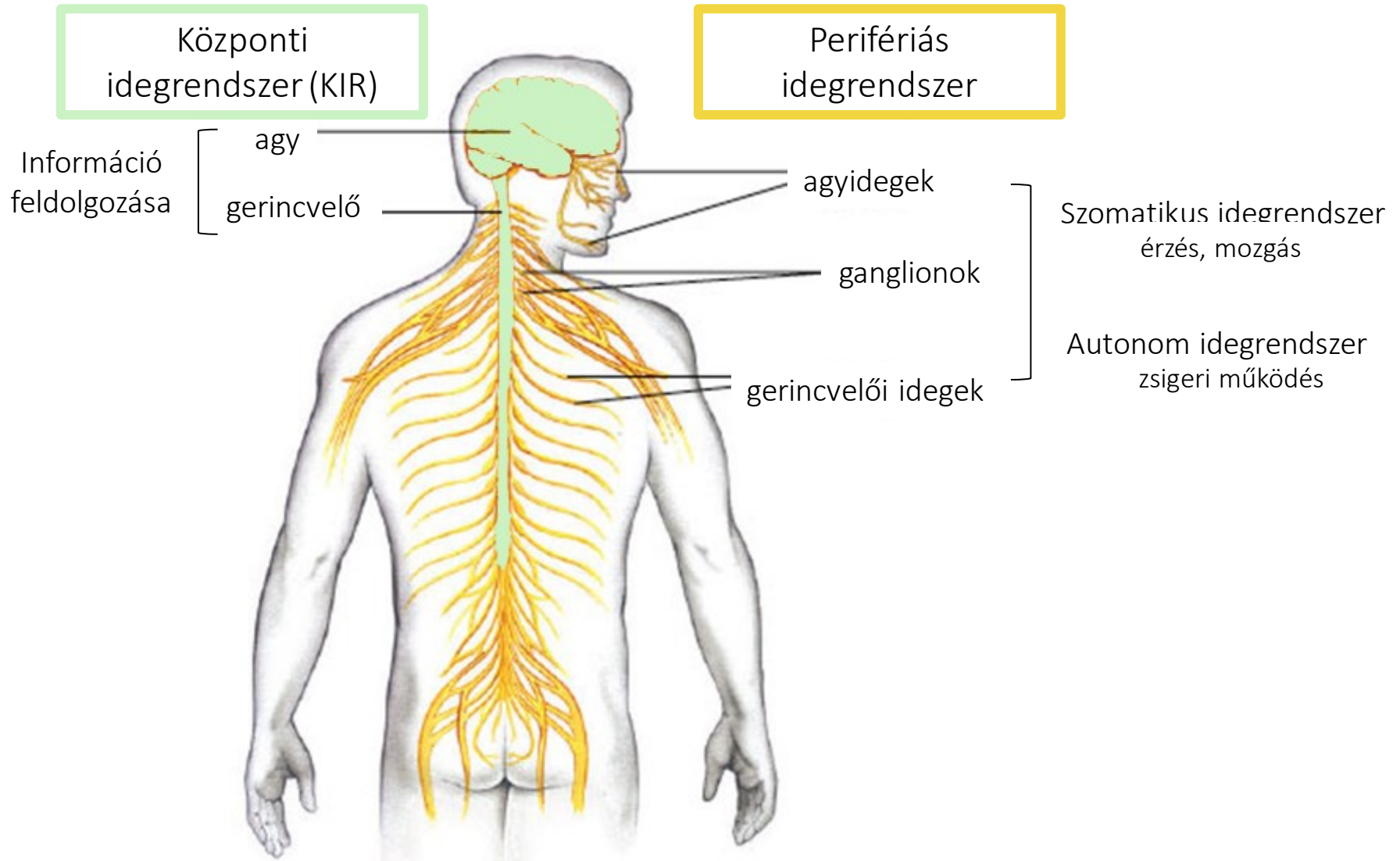
Synapsis, a  
neurotranszmisszió és  
idegélettani folyamatok  
morfológiai alapjai.  
Gliasejtek. Idegrostok  
típusai.

Dr. Pálfi Emese

Semmelweis Egyetem

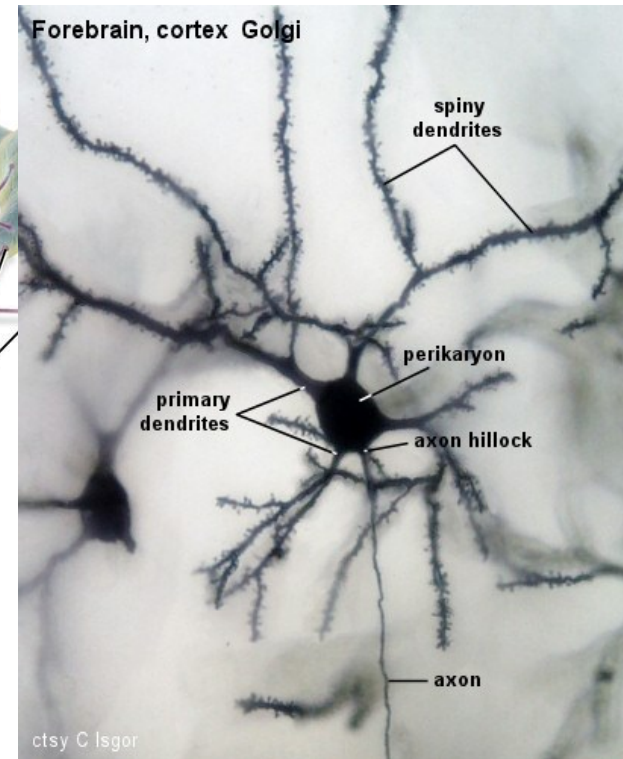
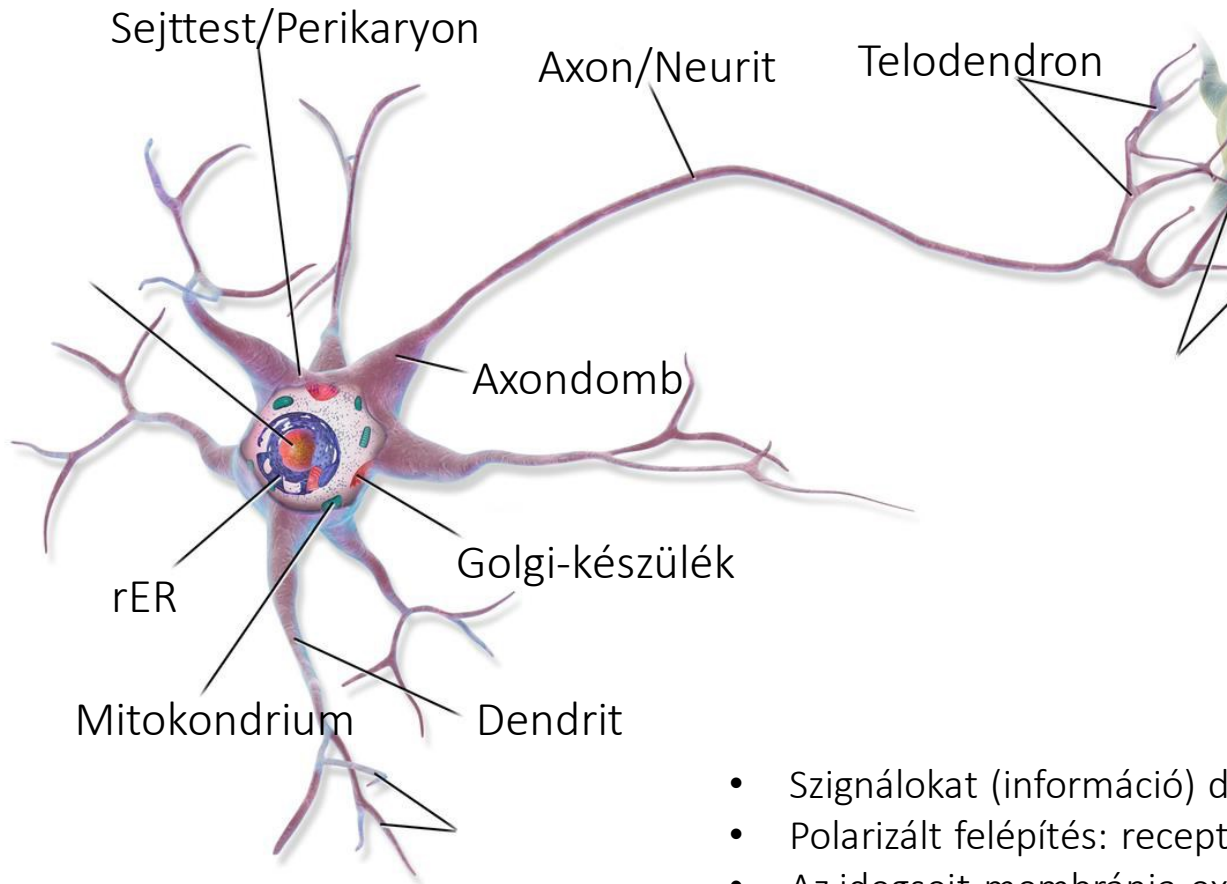
Anatómiai, Szövet- és Fejlődéstani Intézet

# Az idegrendszer felosztása



Idegek: hozzátartoznak a motoros véglemezek és receptorok is!

# A neuron felépítése

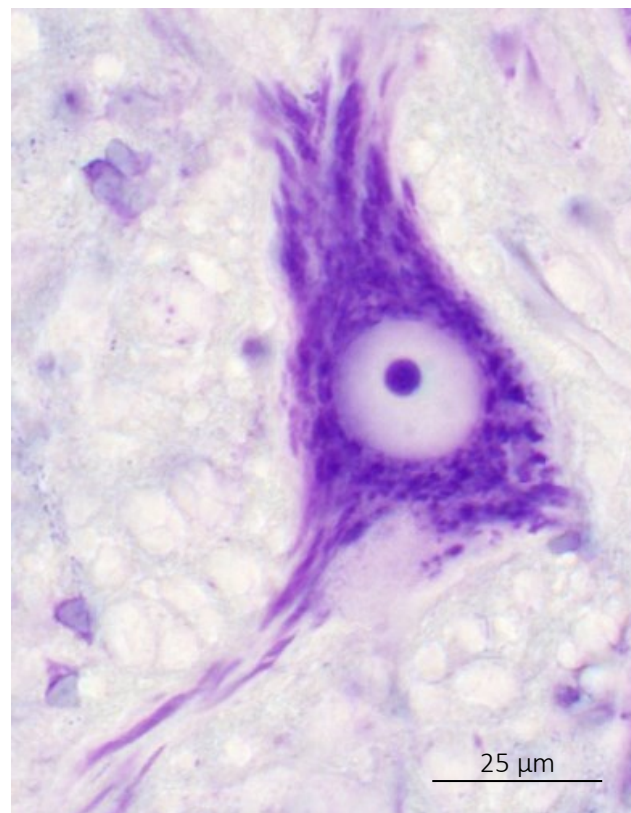
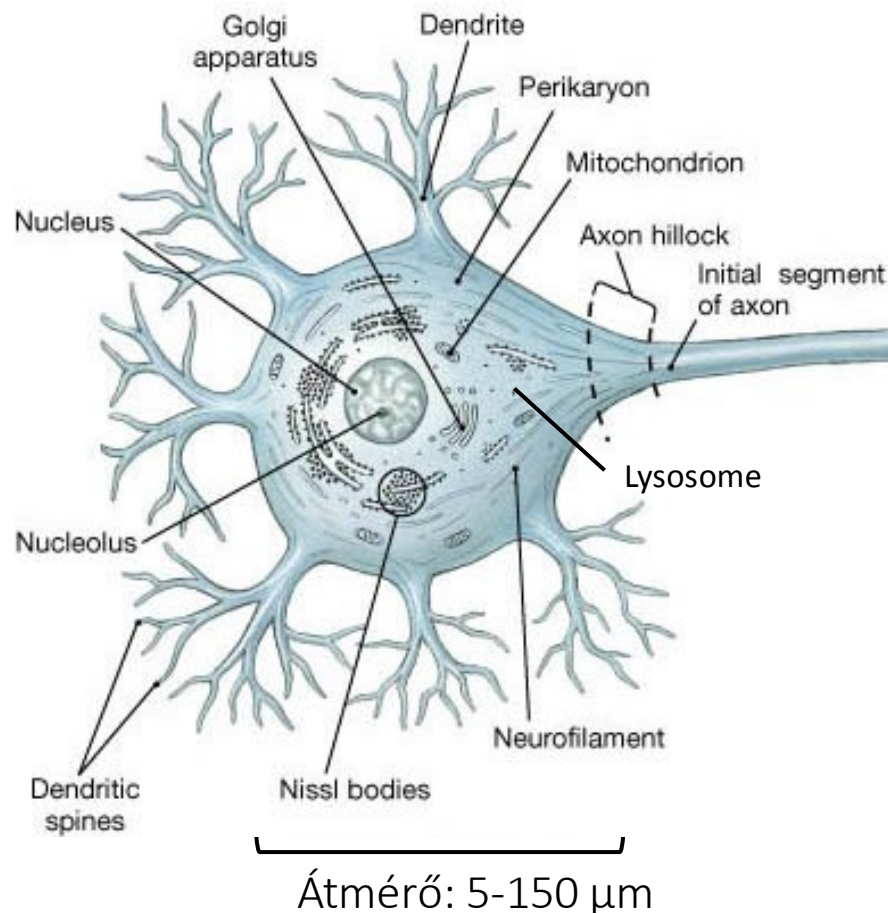


- Szignálokat (információ) dolgoz fel és továbbít
- Polarizált felépítés: receptor és effektor régiók
- Az idegsejt membránja excitábilis
- A neuron izgalmi állapota során elektromos impulzus - akciós potenciál - keletkezik
- Az akciós potenciál az axonban a végződés felé halad
- Szinapszis



# Perikaryon

- Nagy, eukromatikus sejtmag
- Prominens nucleolus
- rER = Nissl-szemcse/tigroid
- Szabad riboszómák
- Golgi-apparátus: neuropeptidek
- Neurofilamentumok: 10nm vastag speciális intermedier filamentek (vimentin, desmin, GFAP, nestin)
- Axondomb →  $\emptyset$  Nissl-szemcse
- Axon Initial Segment

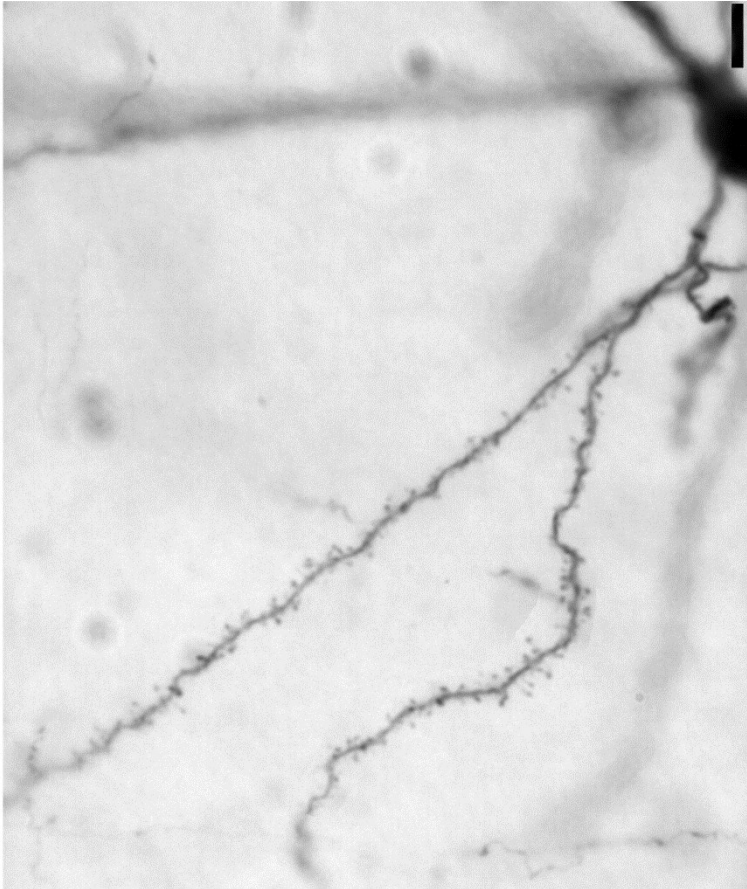


# Az idegsejtmembrán fehérjekomponensei

- Rés kapcsolat → konnexin (Cx)
- Feszültségérzékeny ioncsatornák
- Transzmittervezérelt ioncsatornák  
(kolinerg-, glutaminsav-, purinerg receptorok)
- Metabotróp receptorok  
(rodopszinszerű-, glukagonreceptor szerű fehérjék, glutaminsav-ill. kalciumreceptorok)
- Plazmamembrán transzporterek → facilitált diffúzió  
( $\text{Na}^+/\text{K}^+$  függő vagy  $\text{Na}^+/\text{Cl}^-$  függő)
- Ionpumpák  
( $\text{Na}^+/\text{K}^+$  pumpa,  $\text{Ca}^{2+}$  pumpa)
- Sejtadhéziós molekulák  
(CAM)

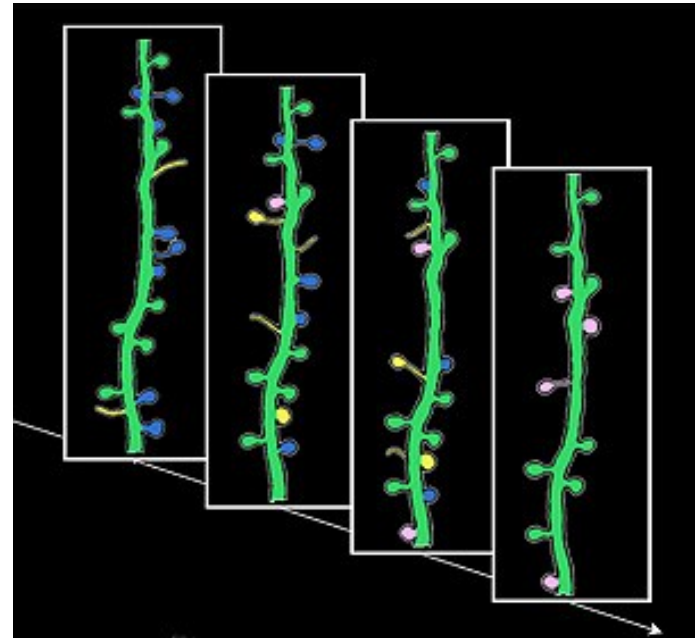
# Dendrit

- Cytoplasma szerkezete megegyezik a perikaryonéval



- Dendrittüskék

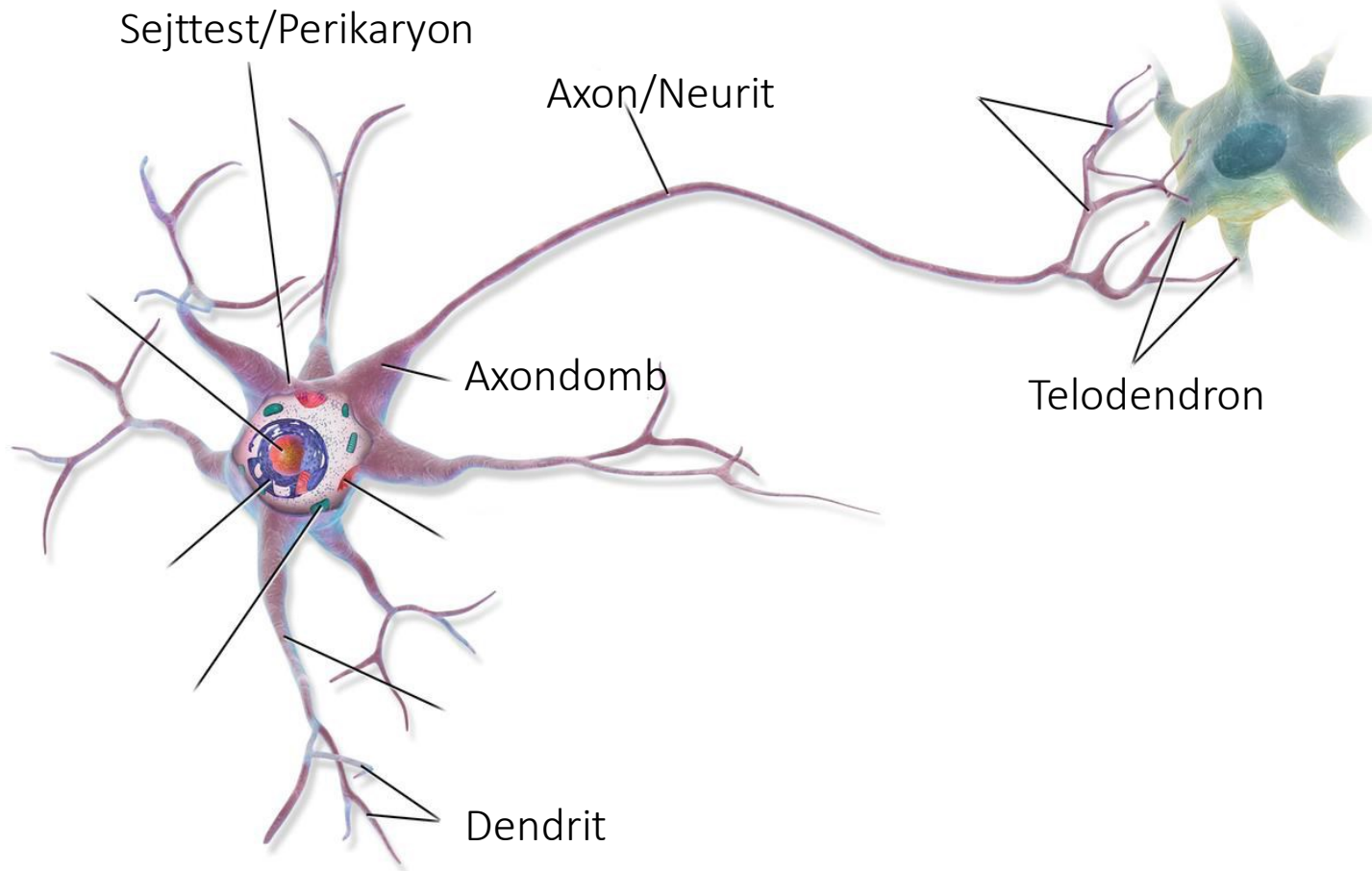
- a dendritek kis nyúlványai
- sok aktin, kevés mikrotubulus és intermedier filamentum
- plaszticitás jellemző



Egy nap különböző időpontjaiban azonos dendritről készült képek egy új feladat megtanulása során (egér). A dendrittüskék átrendeződnek, újak keletkeznek mások eltűnnek.

# Axon

- Axondomb →  $\emptyset$  Nissl-szemecse
- Iniciális szakasz
  - varikozitások
  - collateralisok
- Fő lefutási szakasz
- Telodendron

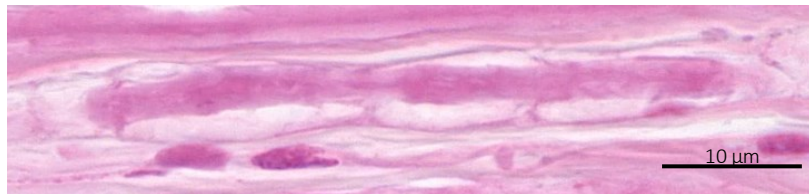
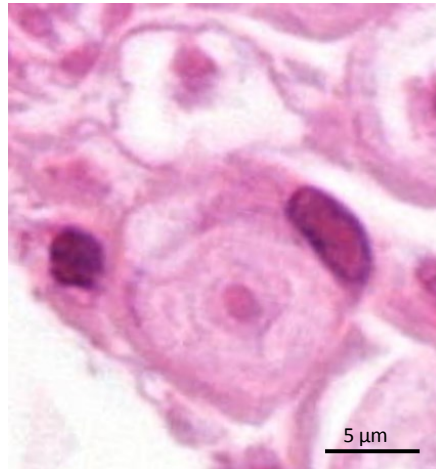
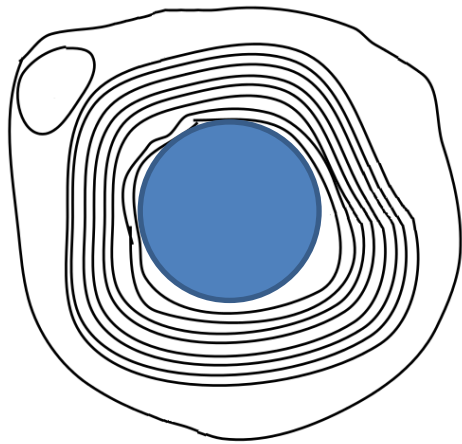




# Az idegrost gliaburkai

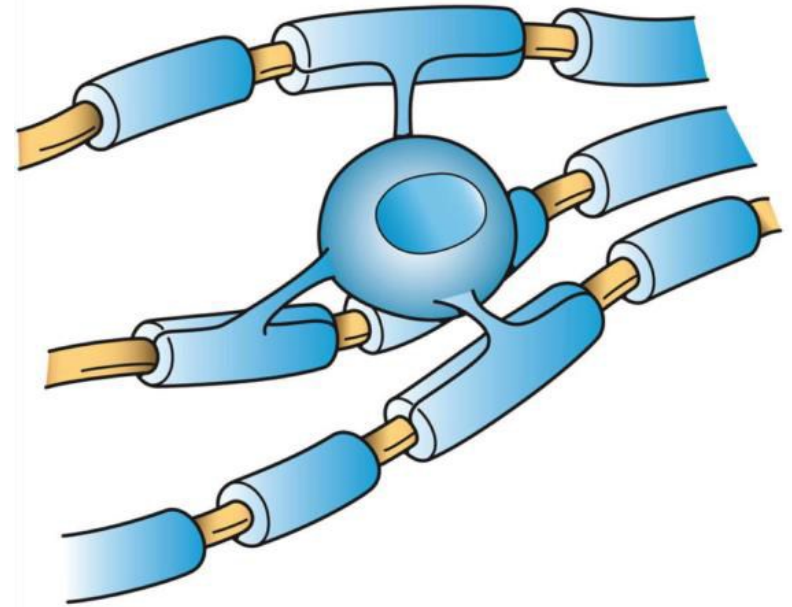
PNS

Schwann-sejt



CNS

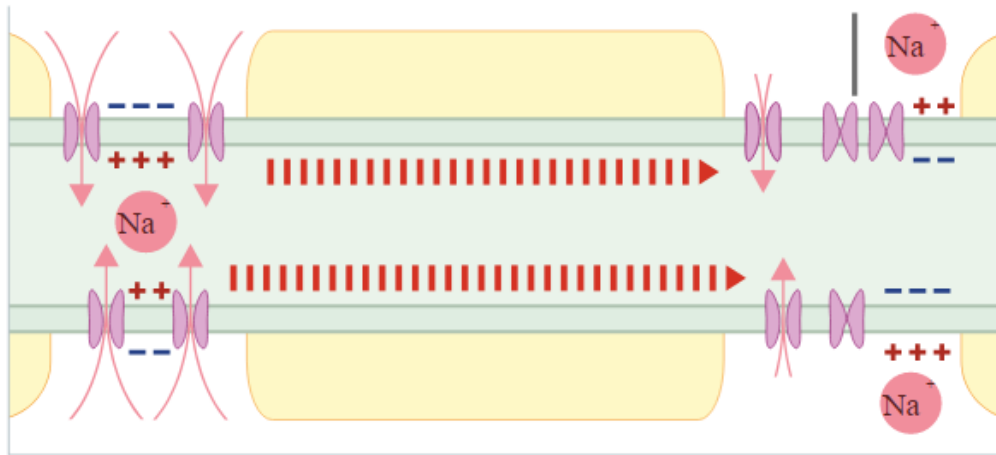
Oligodendroglia





# Ranvier-befűződés

Szaltatórikus ingerületvezetés



Velőshüvelyes rostok felosztása

A-rostok 120 m/sec

$\alpha$ /Ia rost 120 m/sec

harántcsíkolt izom motoros rostjai

$\beta$ /Ib rost 60 m/sec

bőr tapintásérző rostjai

$\gamma$ /II rost 30 m/sec

izomorsó afferensek

$\delta$ /III rost 15m/sec

bőr fájdalomérző rostjai

B-rostok 6 m/sec preanglionáris vegetatív rostok

C/IV rostok 0,5-2 m/sec postganglionáris vegetatív rostok

Velőtlen rostok

# Neuronális transzport

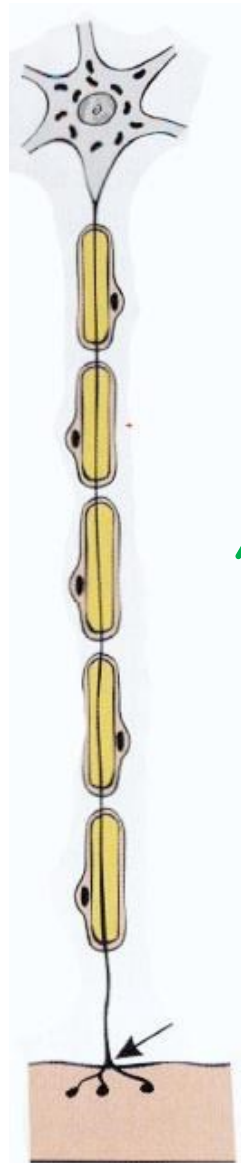
## Dendritikus transzport

- csak lassú komponens
- centralis irány

## Axonalis transzport

### Anterográd

- lassú komponens (0,2-8 mm/nap)  
cytoplasma áramlás  
skeketalis komponensek
- gyors komponens (50-400 mm/nap)  
mikrotubulus mentén – kinezin  
fehérjék, vezikulumák



### Retrográd

- dinein
- nagy vezikulumák szállítása lebontásra

# A neuron-tan

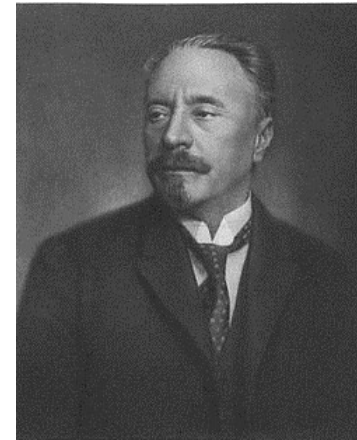


Camillo Golgi

VS



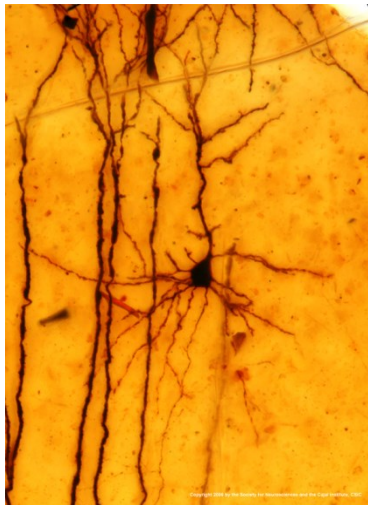
Ramón y Cajal



Lenhossék Mihály

## Retikularis elmélet:

- az idegrendszer elemei hálózat-szerű continuumot alkotnak.



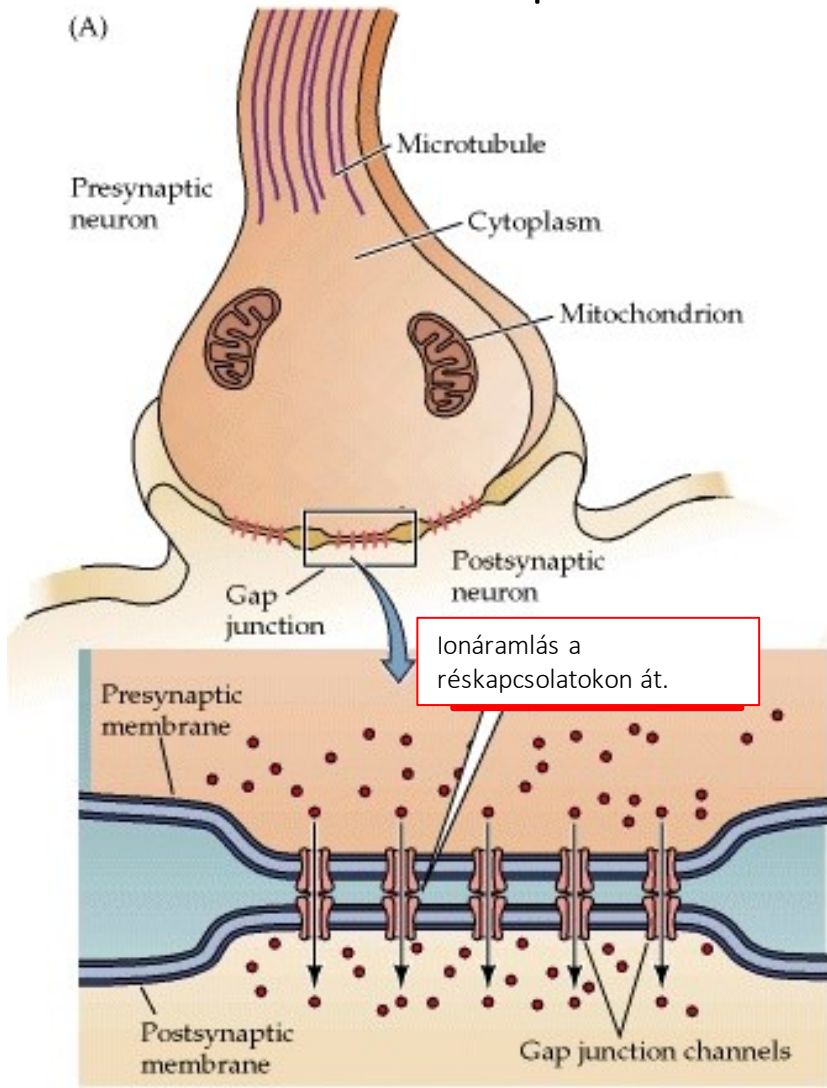
## Neuron doktrina:

- az idegrendszer struktúrális és funkcionális egysége a neuron
- a neuronok egy másik neuronnal szinaptikus kapcsolat útján kommunikálnak

# Szinapszis

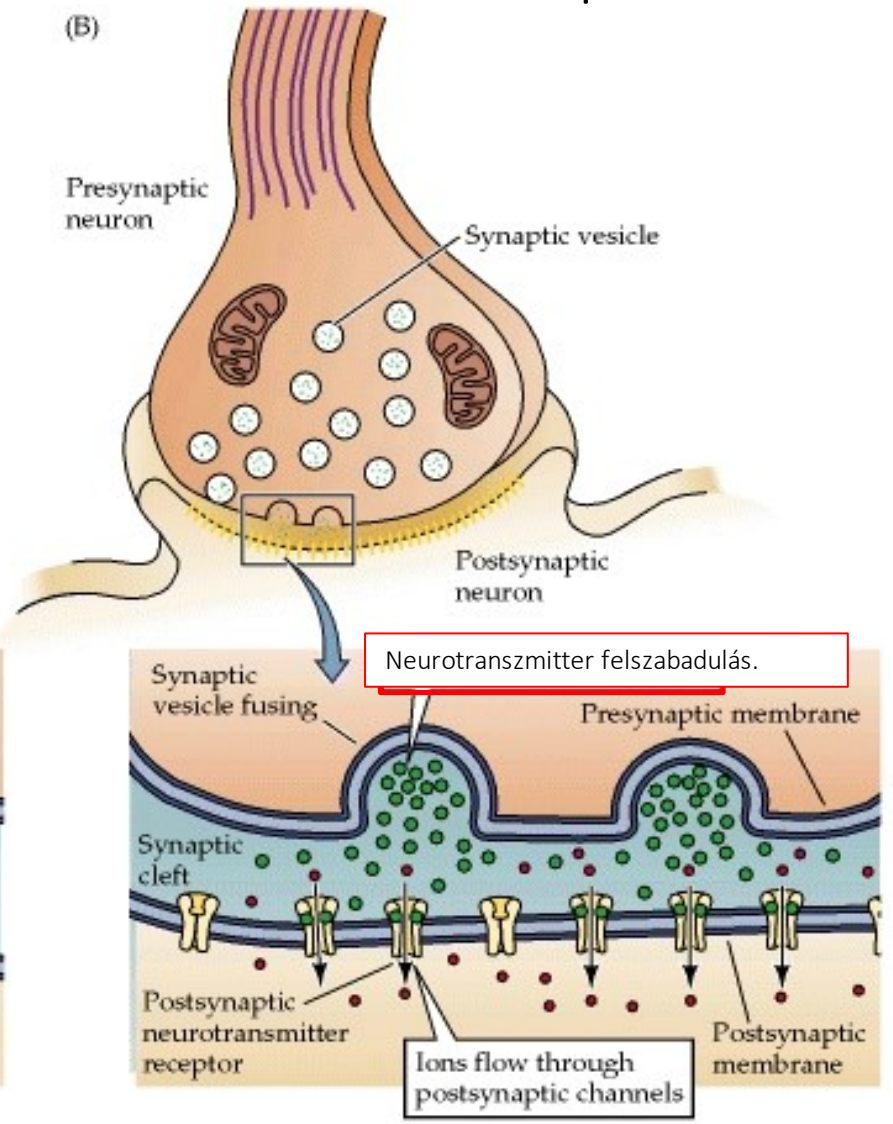
## Elektromos szinapszis

(A)



## Kémiai szinapszis

(B)





# Transzmitterrendszerek

Serkentő aminosav transzmitterrendszer

glutaminsav

Gátló aminosav transzmitterrendszer

GABA

glicin

Kolinerg transzmitterrendszer

acetilkolin

Biogén aminok transzmitterrendszere

katekolaminok – dopamin,  
noradrenalin, adrenalin

indolaminok – szerotonin

hisztamin

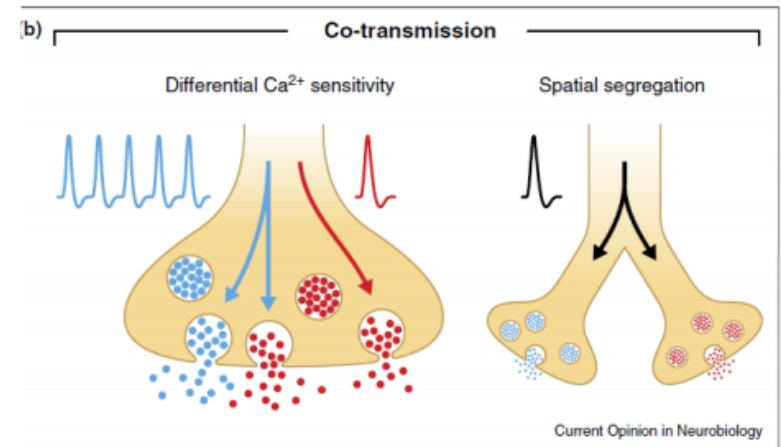
Neuropeptidek

Egyébjelátvivő anyagok

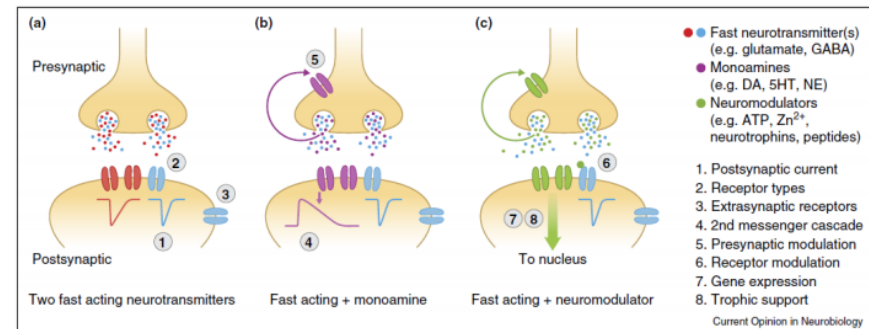
ATP, adenzin, kannabionoidok

## Kotranszmisszió

Dale–Eccles-szabály: „egy neuron–egy transzmitter”

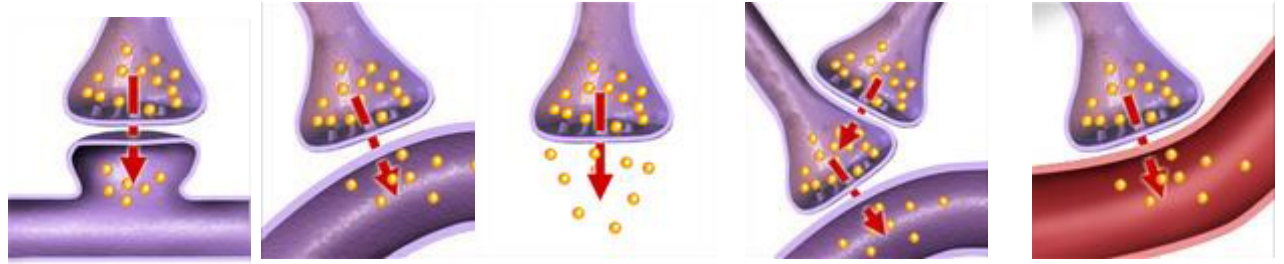


## Corelease



Az axon helyzetétől függően:

- axodentritikus
- axosomatikus
- axoaxonikus
- axoextracellularis
- axosynaptikus
- axosecretorikus

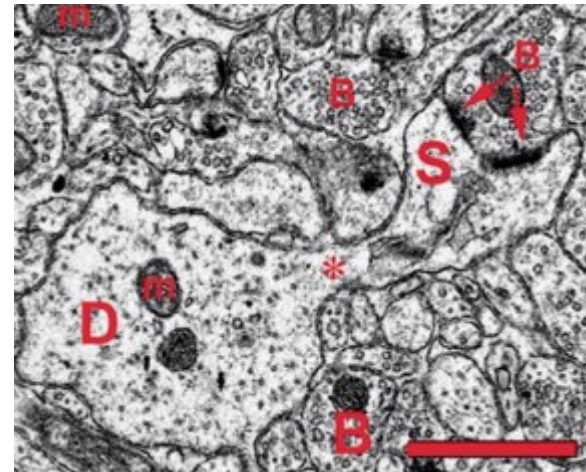
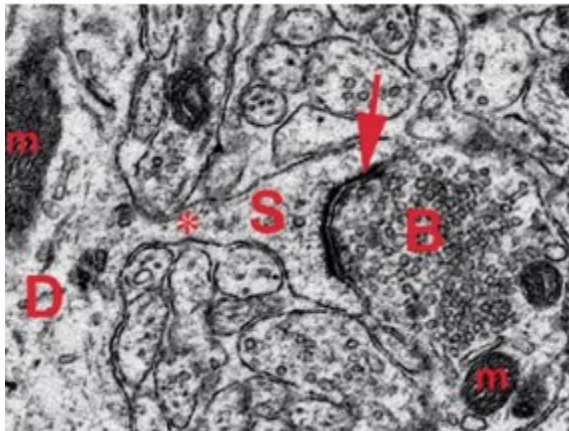


Funkció szerint:

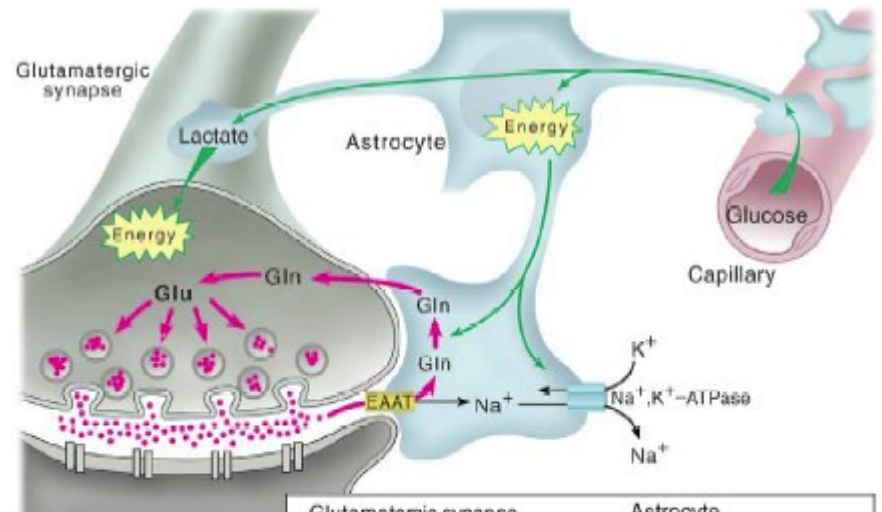
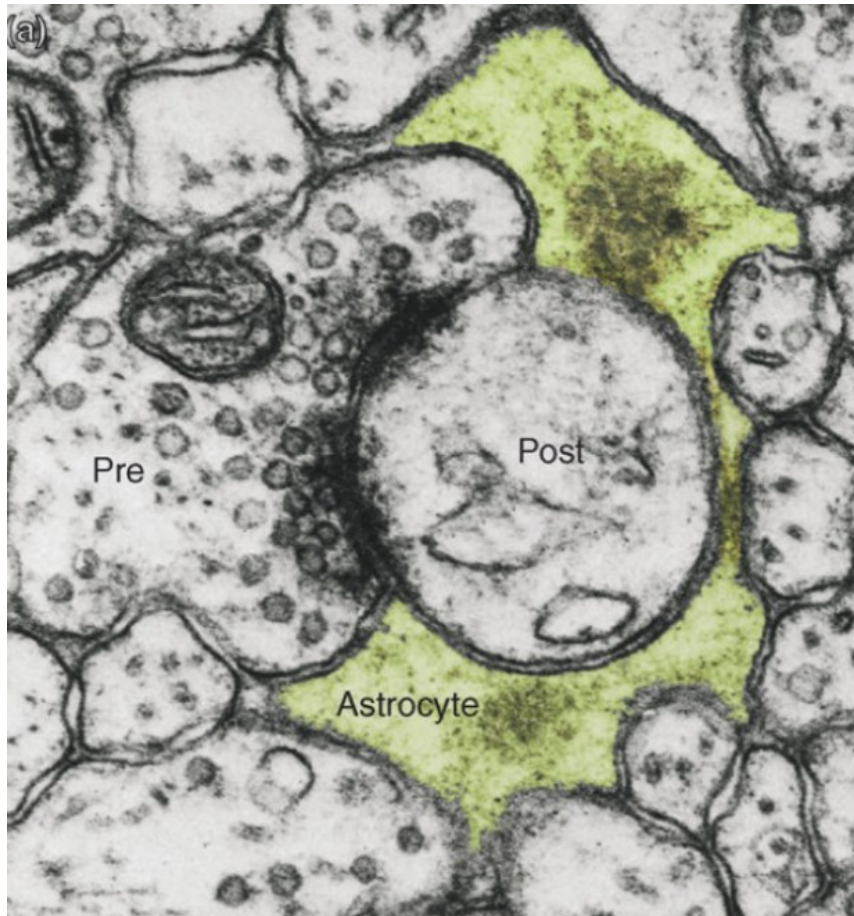
- serkentő (excitatorikus)
- gátló (inhibitoros)

Morfológia szerint:

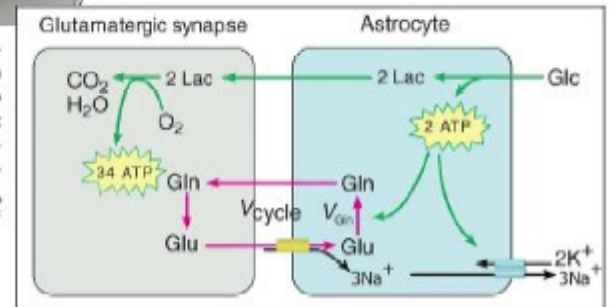
- szimmetrikus (Gray II): variábilis, nagy vezikulák; ált. gátló
- aszimmetrikus (Gray I): kis, kerek vezikulák; ált. serkentő



# Tripartite szinapszis

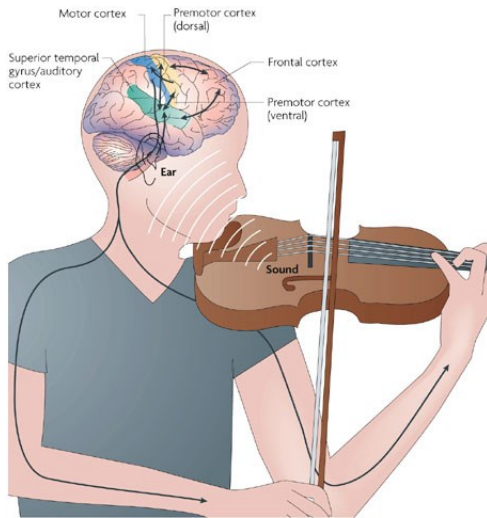


**Food for thought.** Upper panel: The mechanisms by which synaptic activity is coupled to glucose usage. Lower panel: Stoichiometry of glutamate-mediated synaptic transmission and glucose usage.  $V_{\text{cycle}}$  rate of TCA cycle;  $V_{\text{gln}}$  rate of neurotransmitter cycle

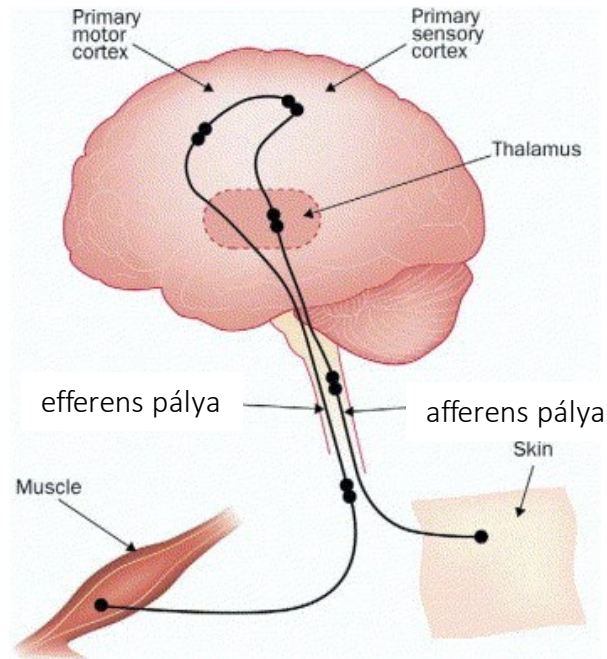




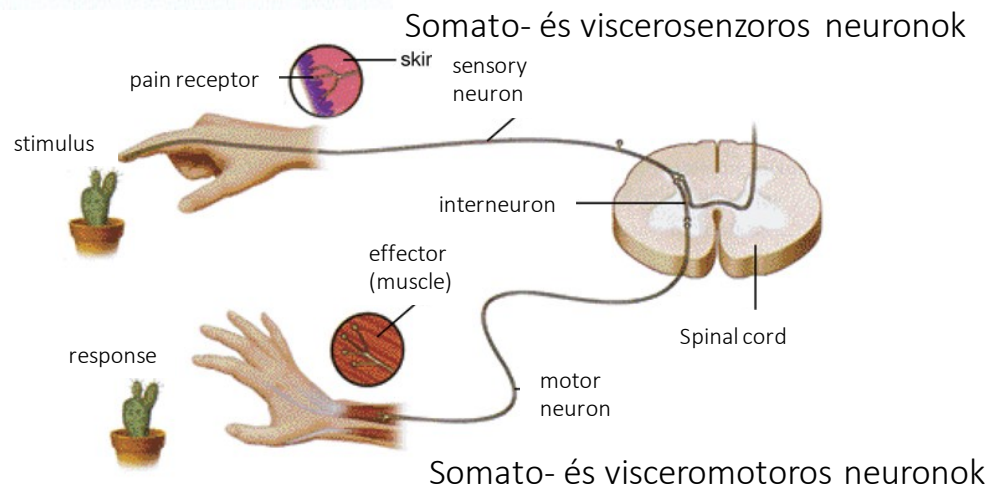
# Neuronok funkcionális csoportosítása



Nature Reviews | Neuroscience

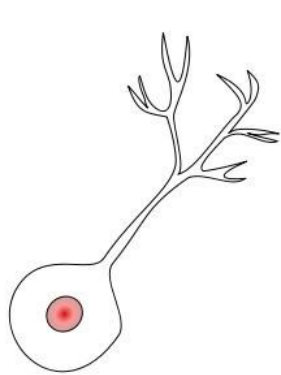


- szenzoros neuron
- motoros neuron
- projekciós neuron

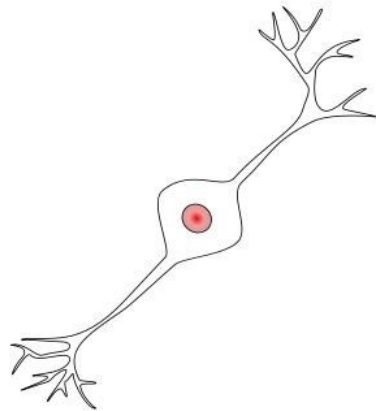




# Neuronok morfológiai csoportosítása

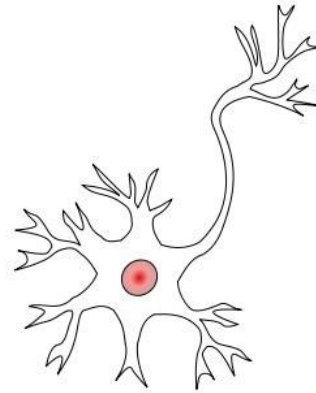


Unipoláris



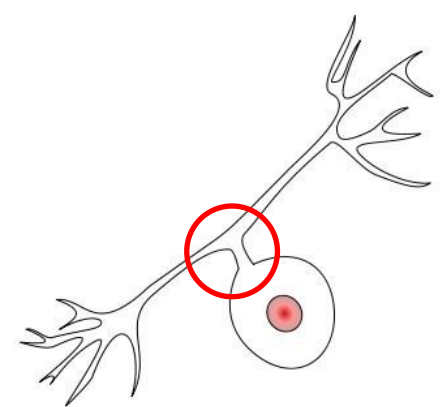
Bipoláris

- retina
- ggl. spirale



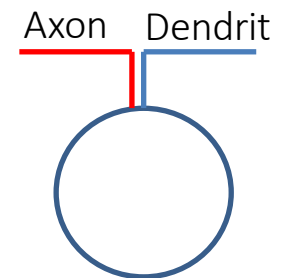
Multipoláris

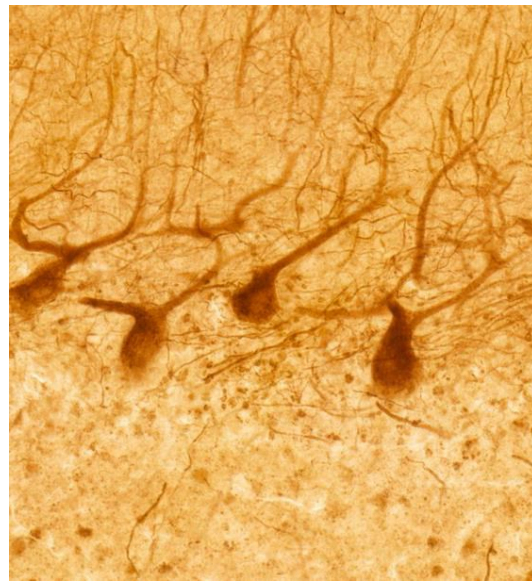
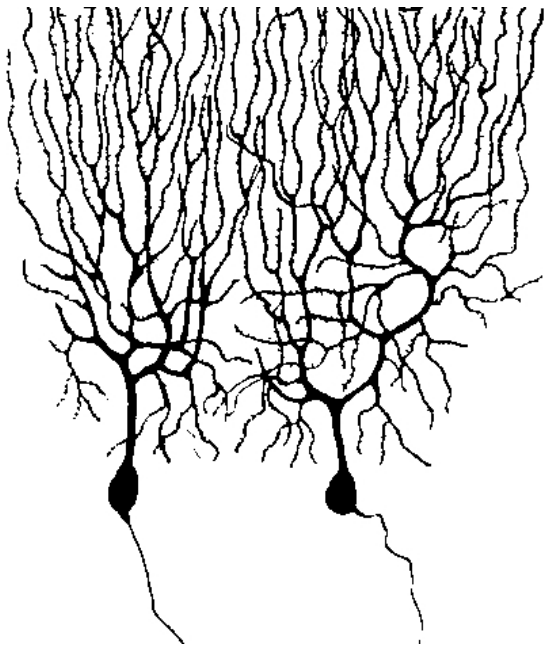
- agykéreg
- kisagykéreg
- gerincvelő
- vegetatív ganglionok



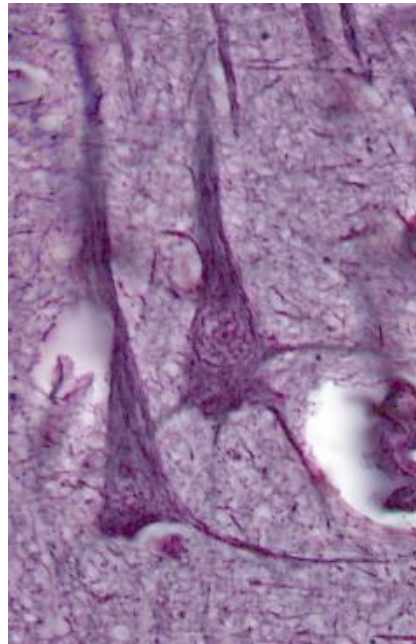
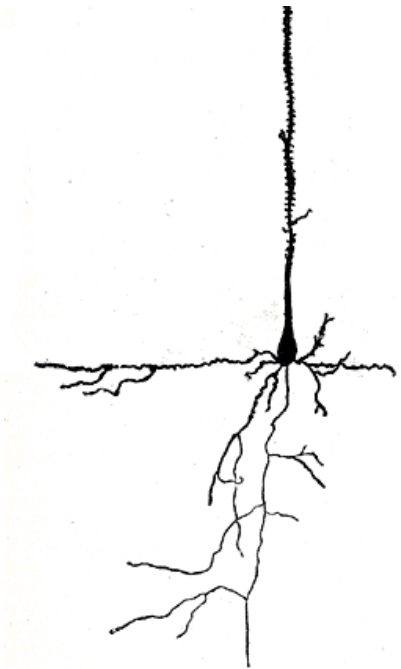
Pseudounipoláris

- ggl. spinale
- nucl. mesenc. n. V.





Purkinje-sejt (kisagy)



Betz-sejt (nagyagykéreg)

# Gliális sejtípusok az idegrendszerben

Neuroektodermális eredet

Mezodermális eredet

Neuron

Neuroglia

Erek falát és agyhártyákat alkotó sejtek

Asztroglia

Oligodendroglia

Ependyma

Mikroglia

radiális glia  
perivaszkuláris asztrociták  
periszinaptikus asztrociták  
Bergmann glia  
Müller glia  
tanyciták  
pituicita  
corpus pineale sejtjei  
adenohipofízis csillagsejtjei  
enterális gliasejtek

oligodendrociták  
szatellitasejtek  
Schwann sejtek

ependymociták  
ependyma- szervek sejtjei  
choroid plexus hámsejtjei

rezidens mikroglia  
bevándorolt makrofágok



# Asztroglia

plazmás

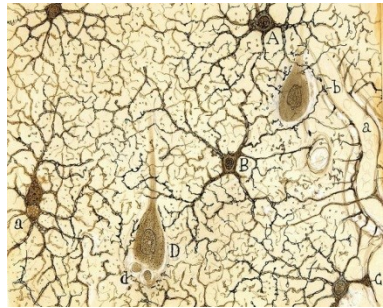
szürke állományban

rostos

fehér állományban



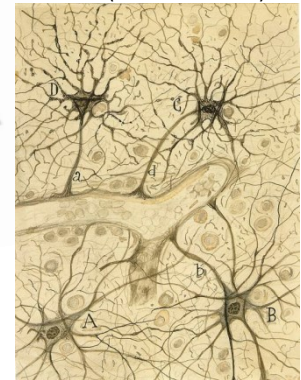
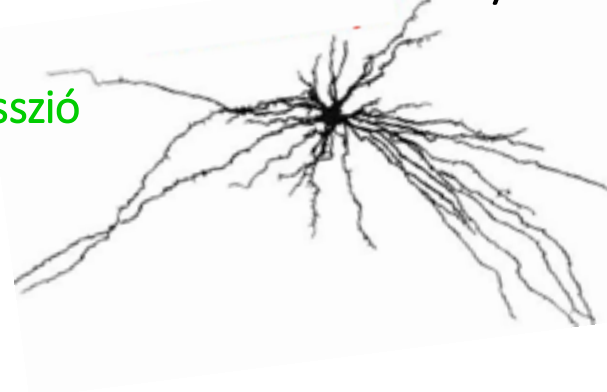
Lenhossék Mihály  
(1863-1937)



Cajal



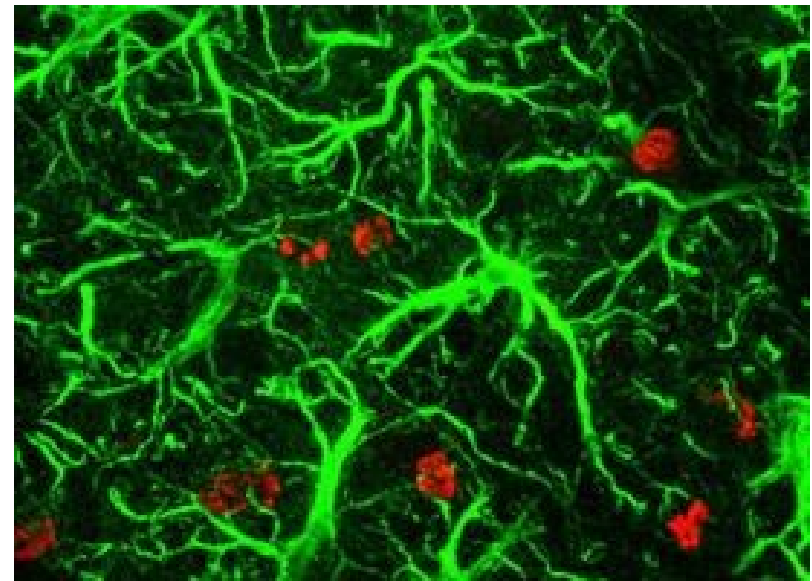
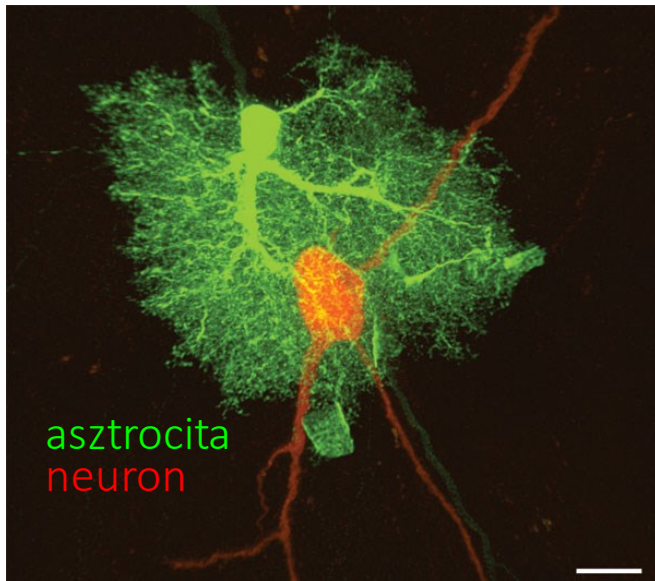
GFAP expresszió



Cajal

Rövid, finoman elágazó nyúlványok.

Hosszú, kevésbé elágazó nyúlványok



GFAP: glial fibrillary acidic protein (intermediér filamentum)



Struktúrális támasz. Az extracelluláris pH és  $K^+$  ion koncentráció rendbentartása.

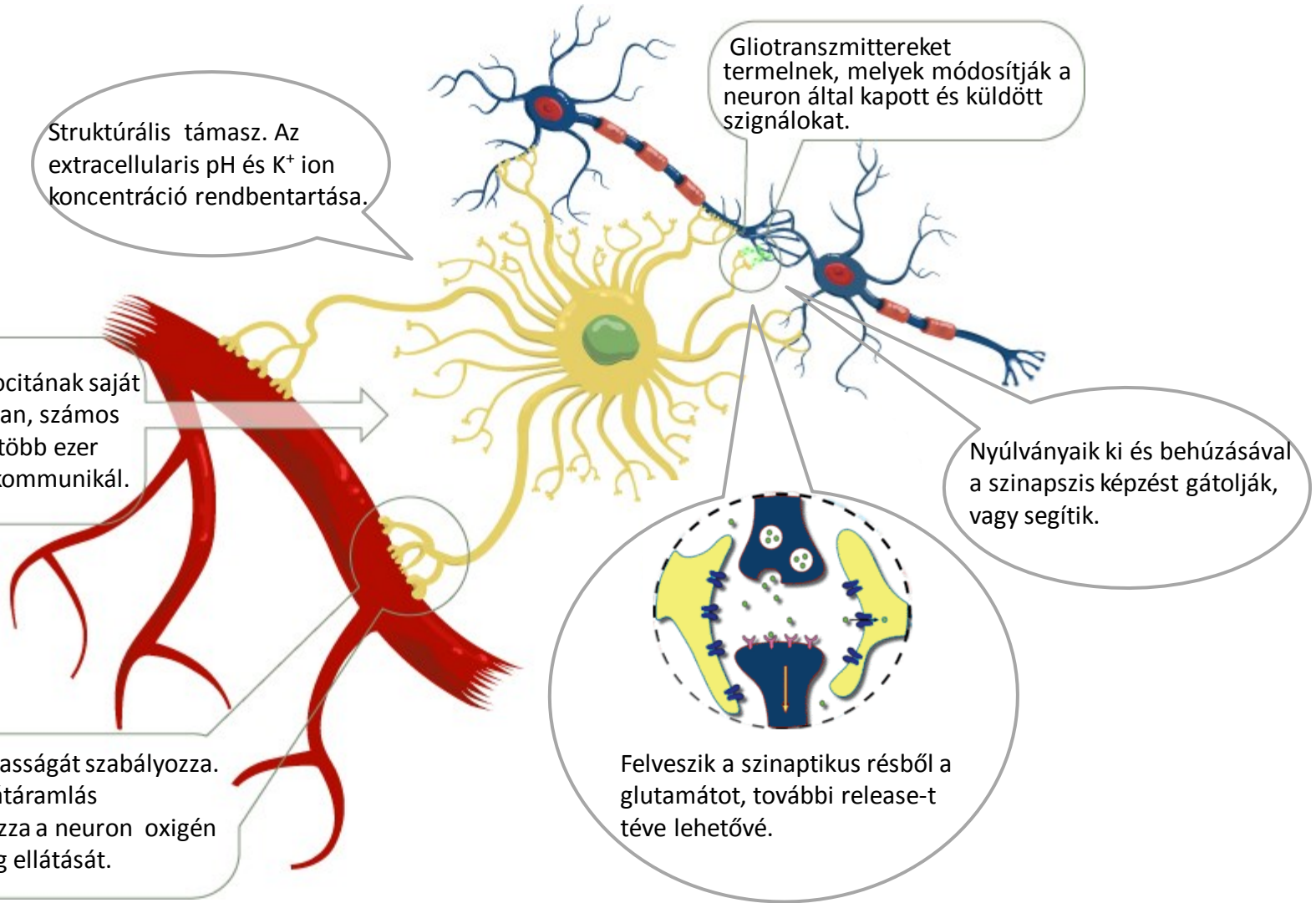
Minden asztrocitának saját territóriumuk van, számos neuronnal és több ezer szinapszissal kommunikál.

Az erek tágasságát szabályozza. A helyi vérátáramlás meghatározza a neuron oxigén és tápanyag ellátását.

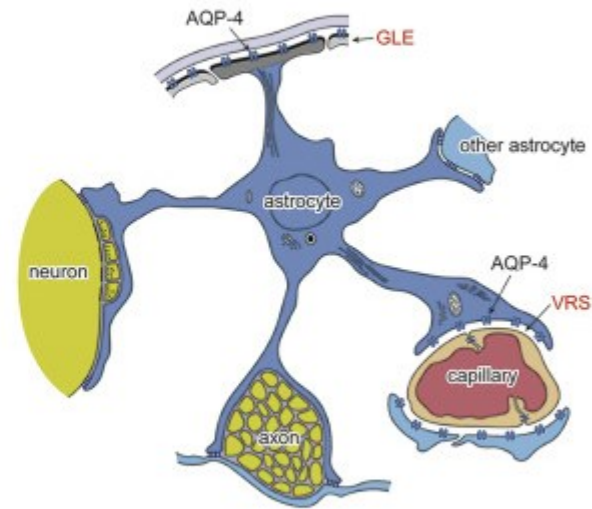
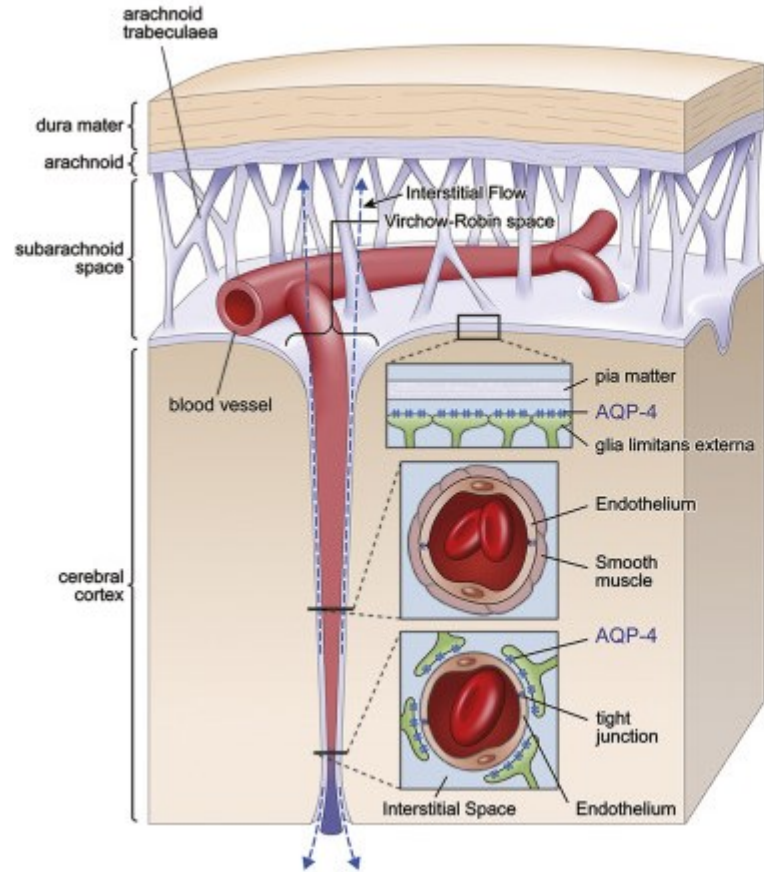
Gliotranszmittereket termelnek, melyek módosítják a neuron által kapott és küldött szignálokat.

Nyúlványaik ki és behúzásával a szinapszis képzést gátolják, vagy segítik.

Felveszik a szinaptikus részből a glutamátot, további release-t téve lehetővé.



# Glia limitans: mechanikai és immunológiai barrier



**Membrana limitans gliae superficialis** asztrocita végtalpak alkotta barrier, ami a pia mater alatt húzódik.

**Membrana limitans gliae perivascularis:** gliavégtalpak bélése a perivascularis tér körül.

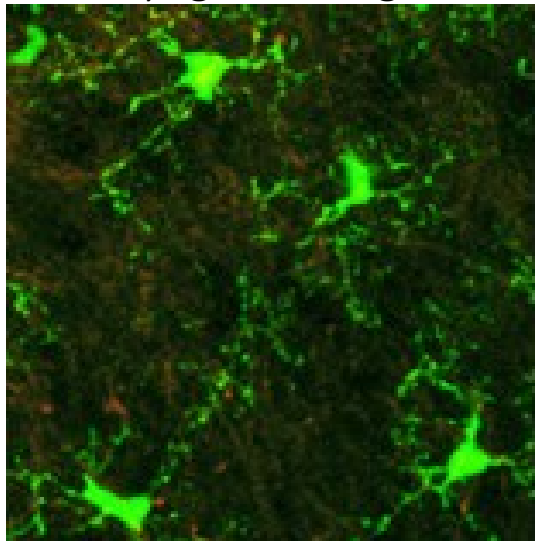
# Microglia



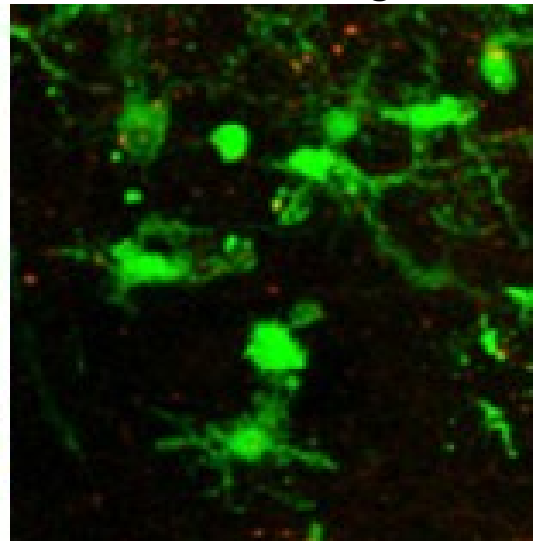
Iba1 immunfestés

- Hortega glia
- szürke- és fehérállományban is előfordul
- hematopoetikus
- **mononuclearis phagocita rendszerhez (immunrendszer) tartozik.**

nyugvó microglia



aktivált microglia



## Funkciók:

- sejtörmelék phagocytálása
- immun sejtek toborzása
- trophikus és gyulladás ellenes faktorok termelése
- őssejtek vonzása a sérülés helyére
- neurotoxikus anyagokat is termel!

Források:

Dr. Alpár Alán: A központi idegrendszer sejtjei: neuronok. Synapsis, a neurotranszmisszió és idegéletani folyamatok morfológiai alapjai. Gliasejtek. Idegrostok típusai.

Dr. Bárány László: Einführung in Nervensystems

Dr. Környei Zsuzsanna: Glia sejt típusok

Dr. Tóth Zsuzsanna: A központi idegrendszer sejtjei: neuronok. Synapsis, a neurotranszmisszió és idegéletani folyamatok morfológiai alapjai. Gliasejtek. Idegrostok típusai.

Dr. Világi Ildikó: Neurokémia (Dialóg Campus Kiadó, 2003)

[KiyotakaSuzuki<sup>a</sup>KenichiYamada<sup>a</sup>KazunoriNakada<sup>a</sup>YujiSuzuki<sup>a</sup>MasakiWatanabe<sup>a</sup>Ingrid L.Kwee<sup>ab</sup>TsutomuNakada](http://www.lab.anhb.uwa.edu.au/mb140/CorePages/Nervous/Nervous.htm): MRI characteristics of the glia limitans externa: A 7T study  
<http://www.lab.anhb.uwa.edu.au/mb140/CorePages/Nervous/Nervous.htm>