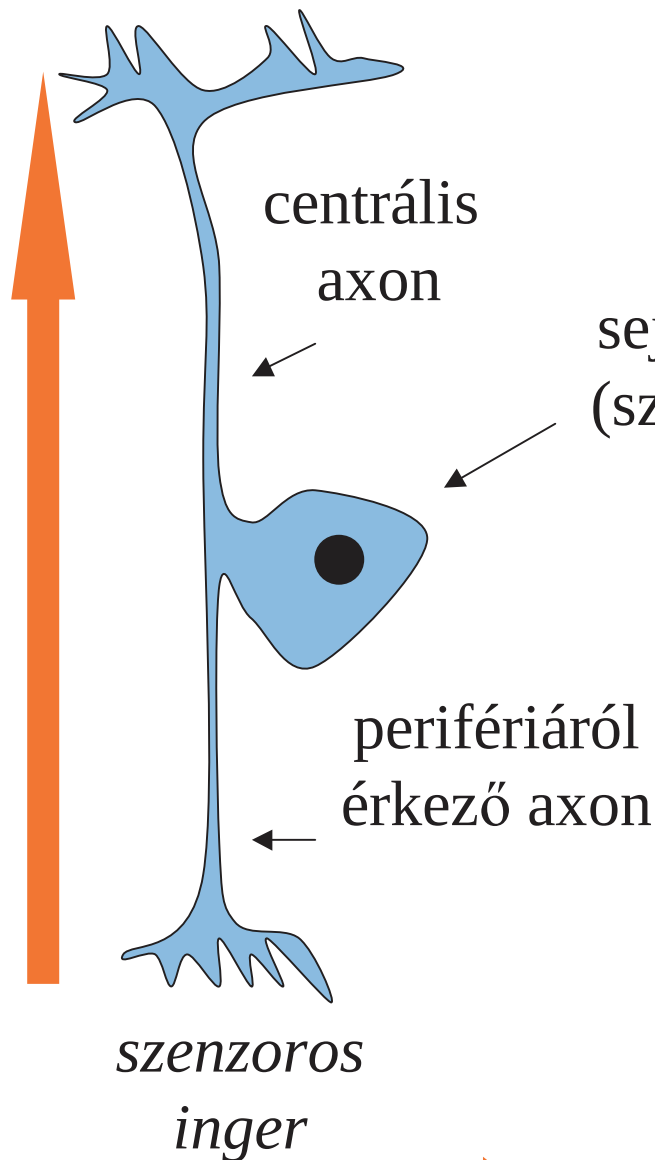


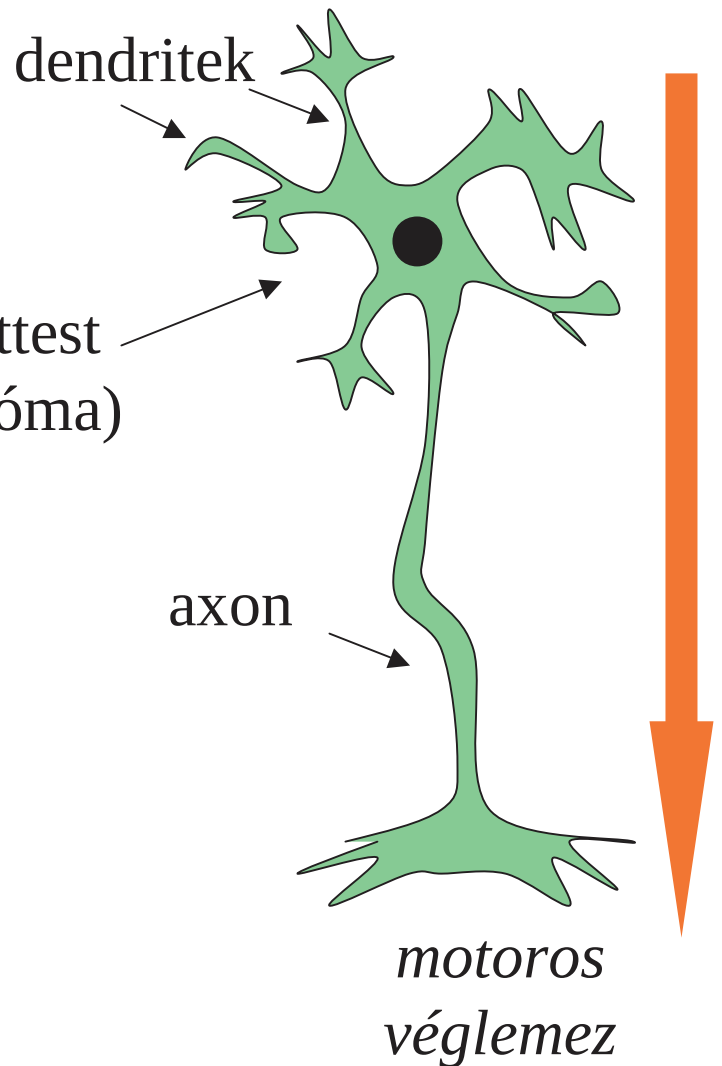
Az idegsejtek

- Ingerületvezetésre és –továbbításra szakosodott sejtek

**gerincvelői
elsődleges érző
(szenzoros)
idegsejt**
*szinaptikus
kimenet*



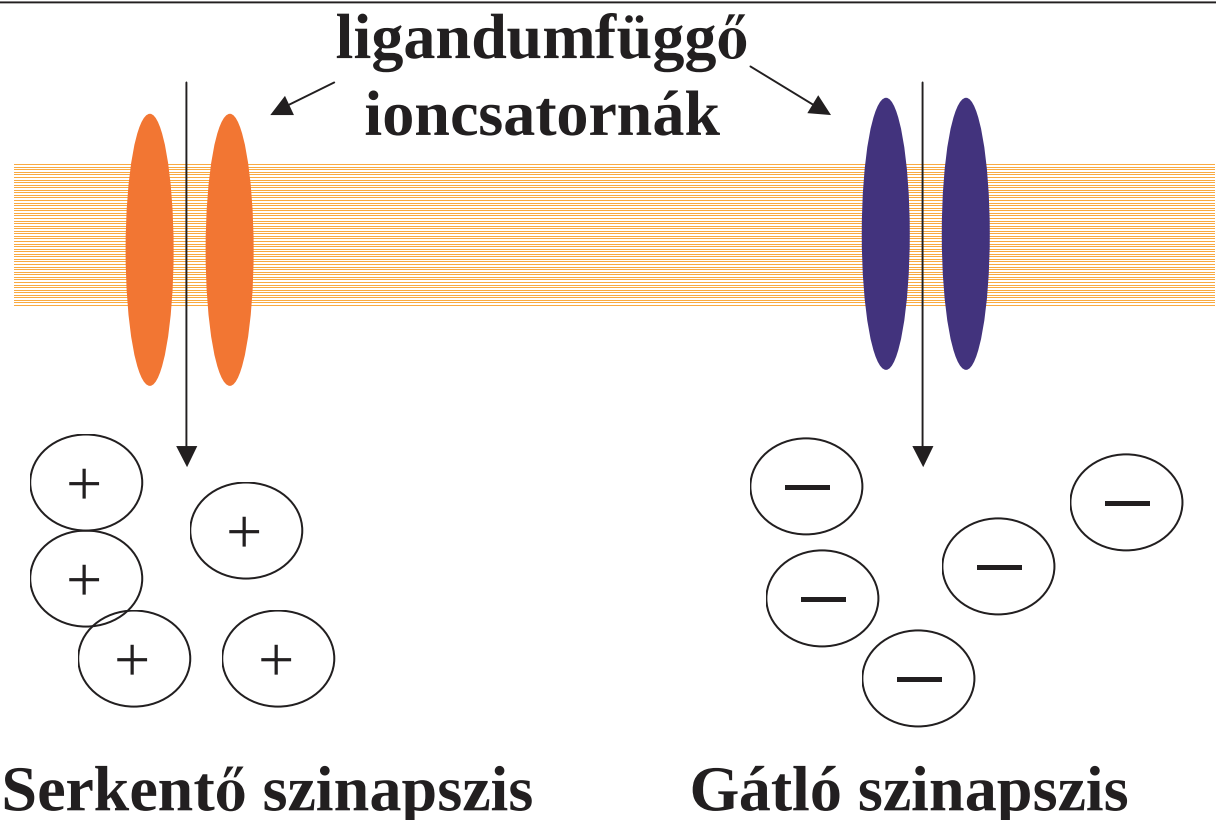
**gerincvelői
mozgató
(motoros)
idegsejt**
*szinaptikus
bemenet*



 : az ingerületterjedés iránya

Az ingerület és terjedése: a membránpotenciál

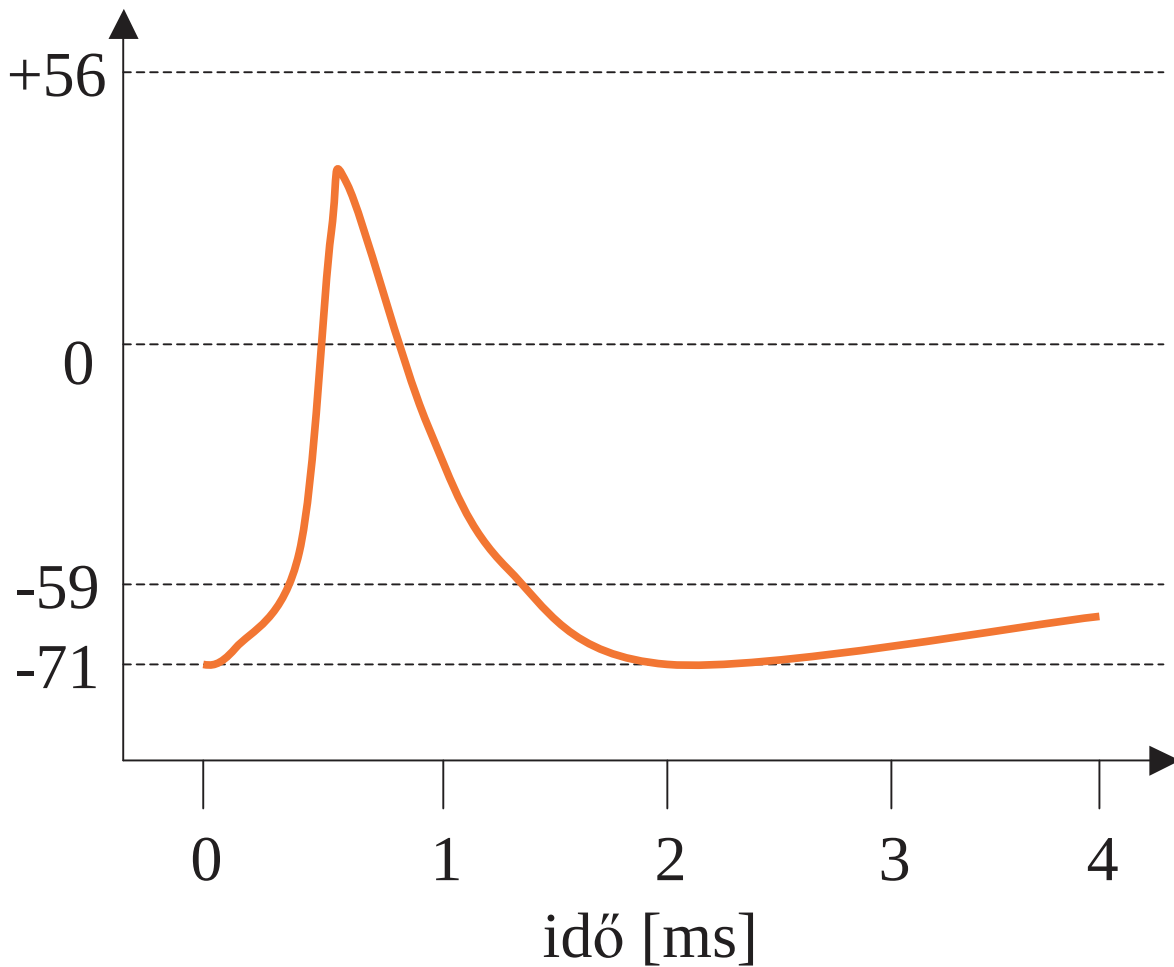
- Elektromos potenciálkülönbség a membrán két oldalán (egyenlőtlen ioneloszlás): $[Na^+]_i = 15 \text{ mM}$, $[Na^+]_e = 140 \text{ mM}$, $[K^+]_i = 150 \text{ mM}$, $[K^+]_e = 4 \text{ mM}$ (vvt)
- Ezt aktív ionpumpák tartják fent: Na-K-ATPáz:
 $1 \text{ ATP} \rightarrow 3 \text{ Na}^+ \text{ ki}, 2 \text{ K}^+ \text{ be}$
- Bemenet: a membránpotenciál megváltozása (analóg)
- Akciós potenciál: igen vagy nem (digitális)



- Az idegsejt számos jelet kaphat egyszerre, a jelek összessége dönti el, lesz-e akciós potenciál (időbeli [ms nagyságrend] és térbeli szummáció)
- A membrán polarizációjának megváltozása dönti el, lesz-e akciós potenciál

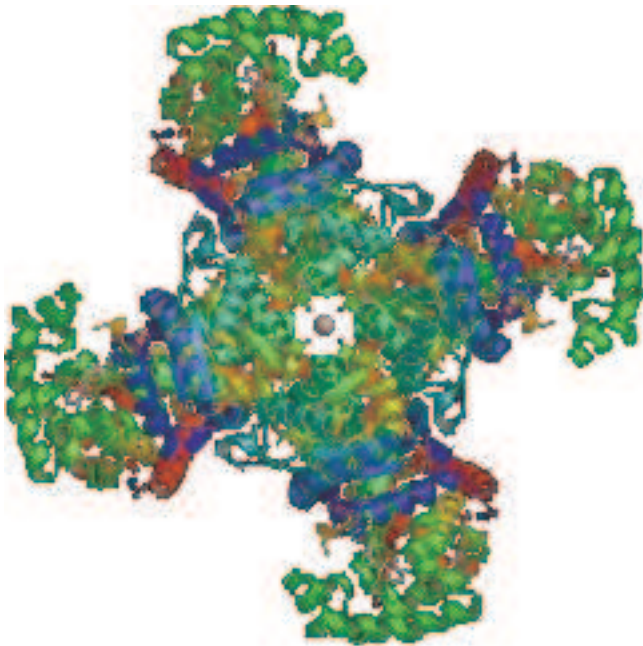
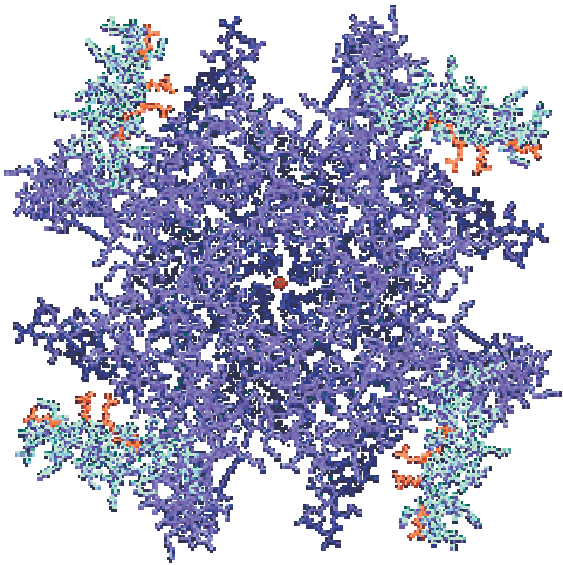
Az ingerület és terjedése: az akciós potenciál

membránpotenciál [mV]



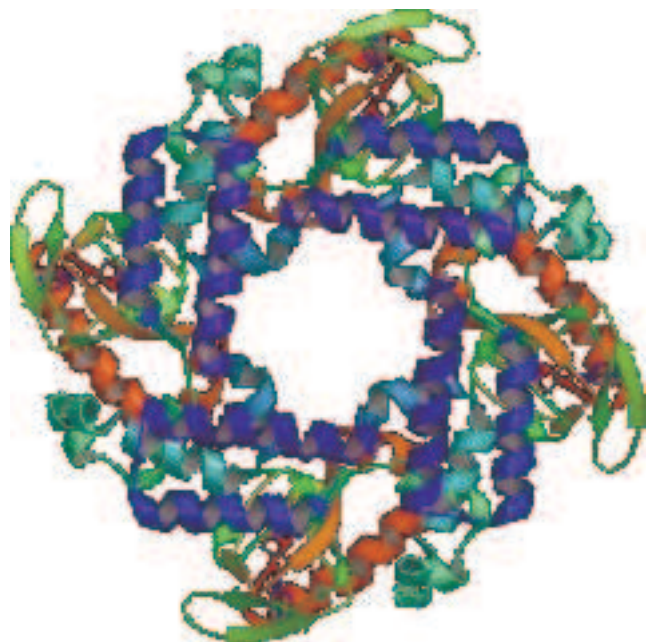
- depolarizációkor Na^+ -ionok be- és K^+ -ionok kiáramlása történik
- A folyamatban kulcszerepet játszanak a feszültségfüggő Na^+ -csatornák, ezek csak adott ideig vannak nyitva (pár ms), majd inaktiválódnak (refrakter stádium)
- A repolarizáció során feszültségfüggő K^+ -csatornák aktiválódnak
- A kiváltó inger nagysága az akciós potenciálok frekvenciájában kódolódik (logaritmikus függés)

Az ingerület és terjedése: ioncsatornák

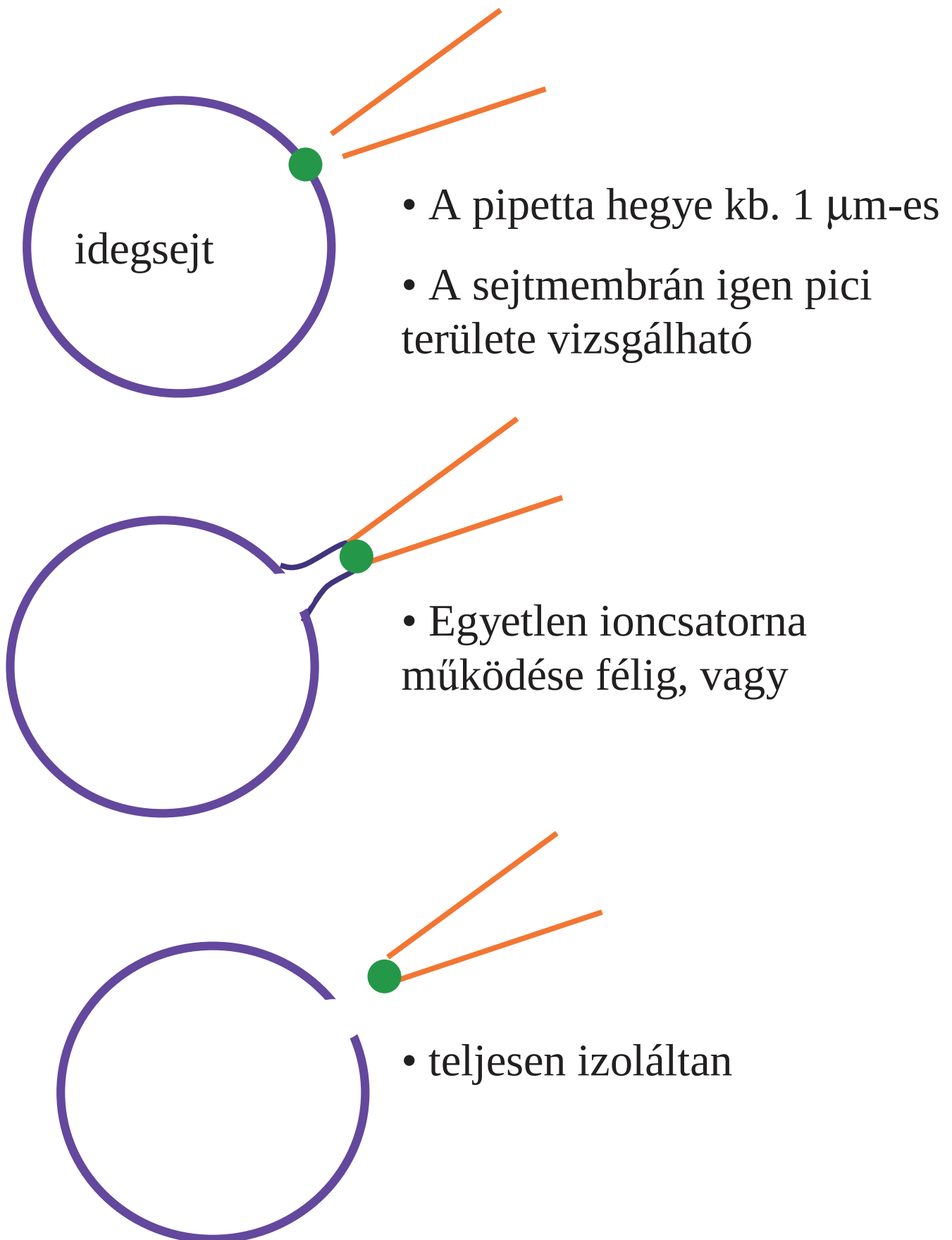


feszültségfüggő
 K^+ -csatornák

ciklikus
nukleotidok által
modulált
feszültségfüggő
kationcsatorna

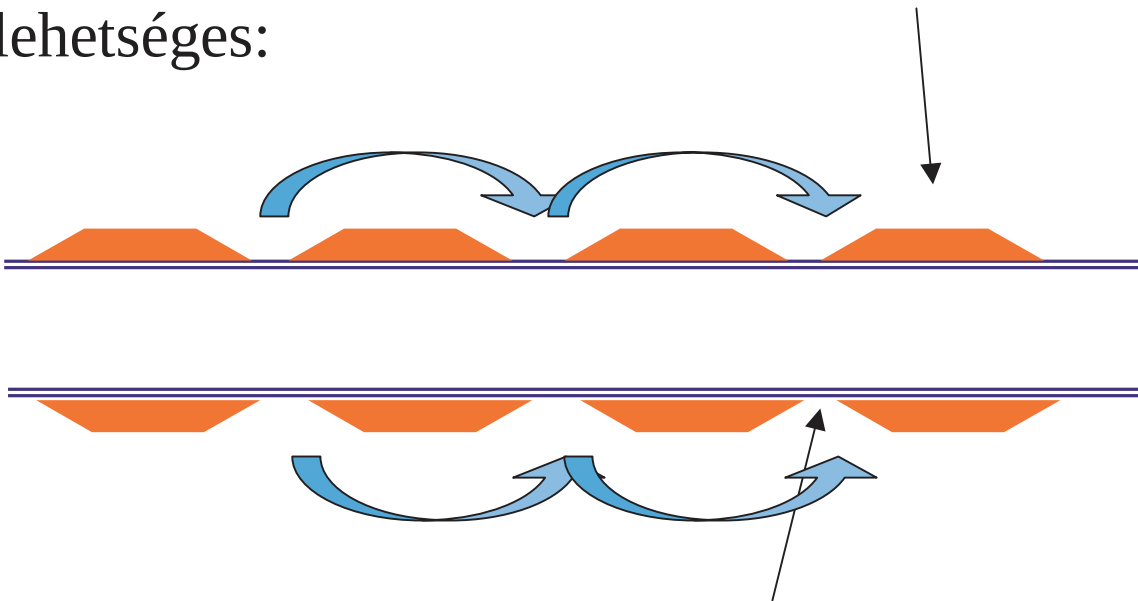


Az ingerület és terjedése: a „patch clamp” technika



Az ingerület és terjedése: az ingerületvezetés

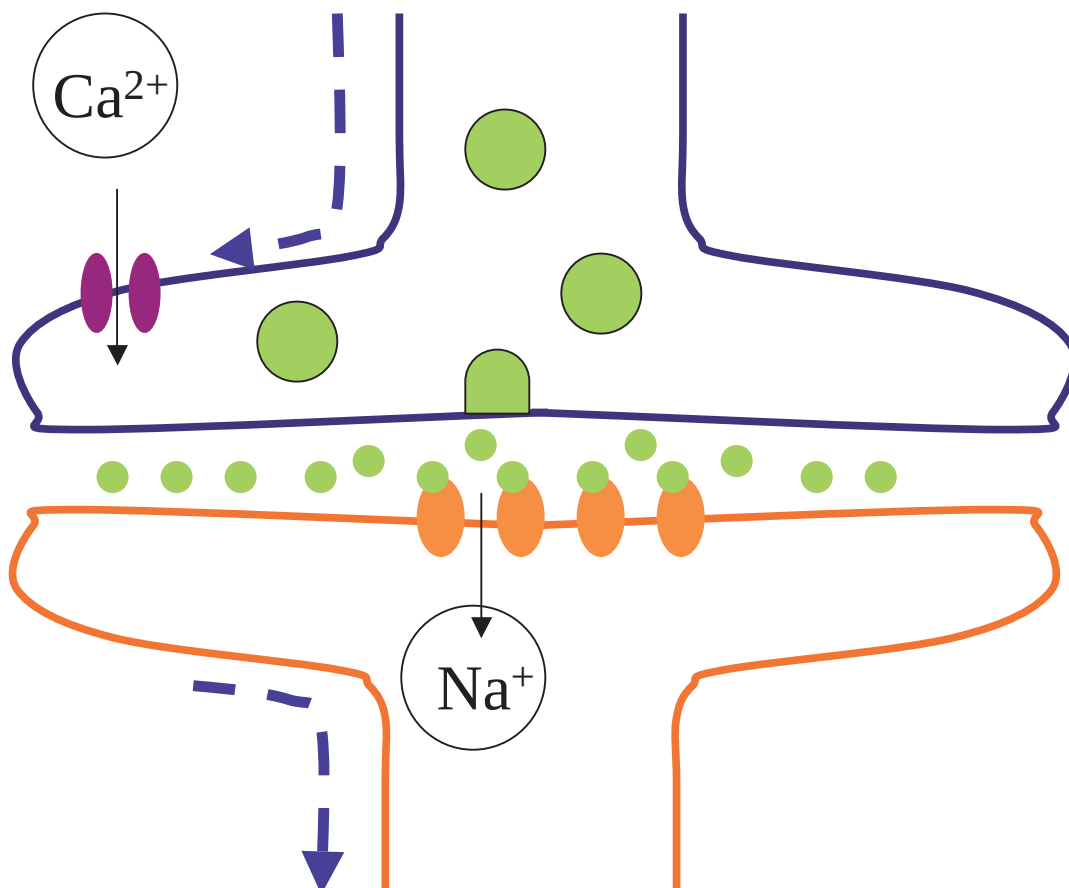
- Az akciós potenciál a sejtmembrán közeli részein is képes a feszültségfüggő Na^+ -csatornák aktiválására $\longrightarrow$ az ingerület továbbterjed
- Ez azonban viszonylag lassú : 0,5 - 2 m/s
- Az axon átmérőjével együtt nő a vezetési sebesség (csökken a belső tér ellenállása)
- Gyorsabb ingerületvezetés velőhüvelyes rostokkal lehetséges:



- Akciós potenciál csak a Ranvier-féle befűződéseken alakul ki, ez az ún. szaltatórikus ingerületvezetés
- Vastag, velőhüvelyes rostokban az ingerületvezetés akár 100 m/s is lehet!

Az ingerület és terjedése: a szinaptikus folyamatok

- Az axonok végéhez folyamatosan érkeznek az átvivőanyagokkal teli vezikulumok (aktívan, a mikrotubuláris rendszeren motorfehérjékkel „utaznak”!)
- A vezikulumokból exocitózissal szabadulnak fel az átvivőanyagok, egy idegvégződésből akár többféle is!
- Az akciós potenciál az axonvégződésbe érve feszültségfüggő Ca^{2+} -csatornákat nyit
- A további folyamatokat a lokálisan megnövekedett Ca^{2+} -koncentráció indítja el ($0.1 \mu\text{M} \rightarrow 40\text{-}400 \mu\text{M}$)

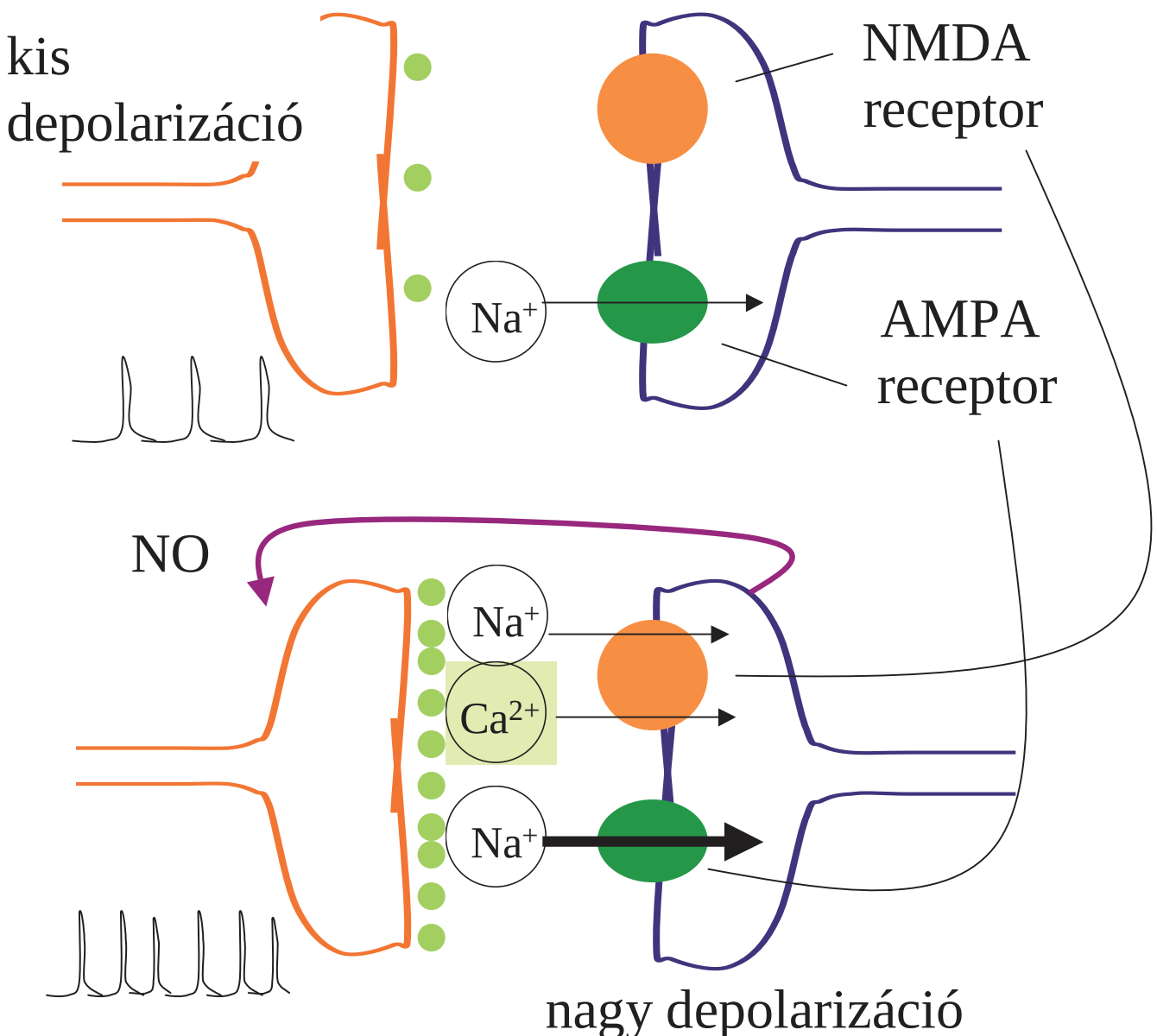


Az ingerület és terjedése: a szinaptikus folyamatok

- A szinapszisba érkező akciós potenciált befolyásolhatják pl. axoaxonikus kapcsolatok: serkenthetik vagy gátolhatják a Ca^{2+} -csatornák kinyílását
- Mi lesz az átvivőanyaggal?
 - „Elúszik” (diffúzió)
 - A szinaptikus térben lévő enzimek lebontják
 - A kibocsátó sejt visszaveszi (reuptake)
 - Gliasejtek (pl. asztrociták) veszik fel
- Konvergencia: egy neuron több százezer (!) másiktól is kaphat bemenetet
- Divergencia: egy idegsejt rengeteg másikat képes szinapszisokkal ekérni
- Az idegsejthez érkező ingerek az ún. axondombon adódnak össze (itt van a legtöbb Na^{+} -csatorna)
- Új akciós potenciál csak repolarizáció után keletkezhet, tehát a annak sebessége meghatározza a kimenő AP lehetséges legnagyobb frekvenciáját
- Az axondombon lévő feszültségfüggő K^{+} -csatornák gyorsítják a repolarizációt, így nagyobb frekvenciát tesznek lehetővé

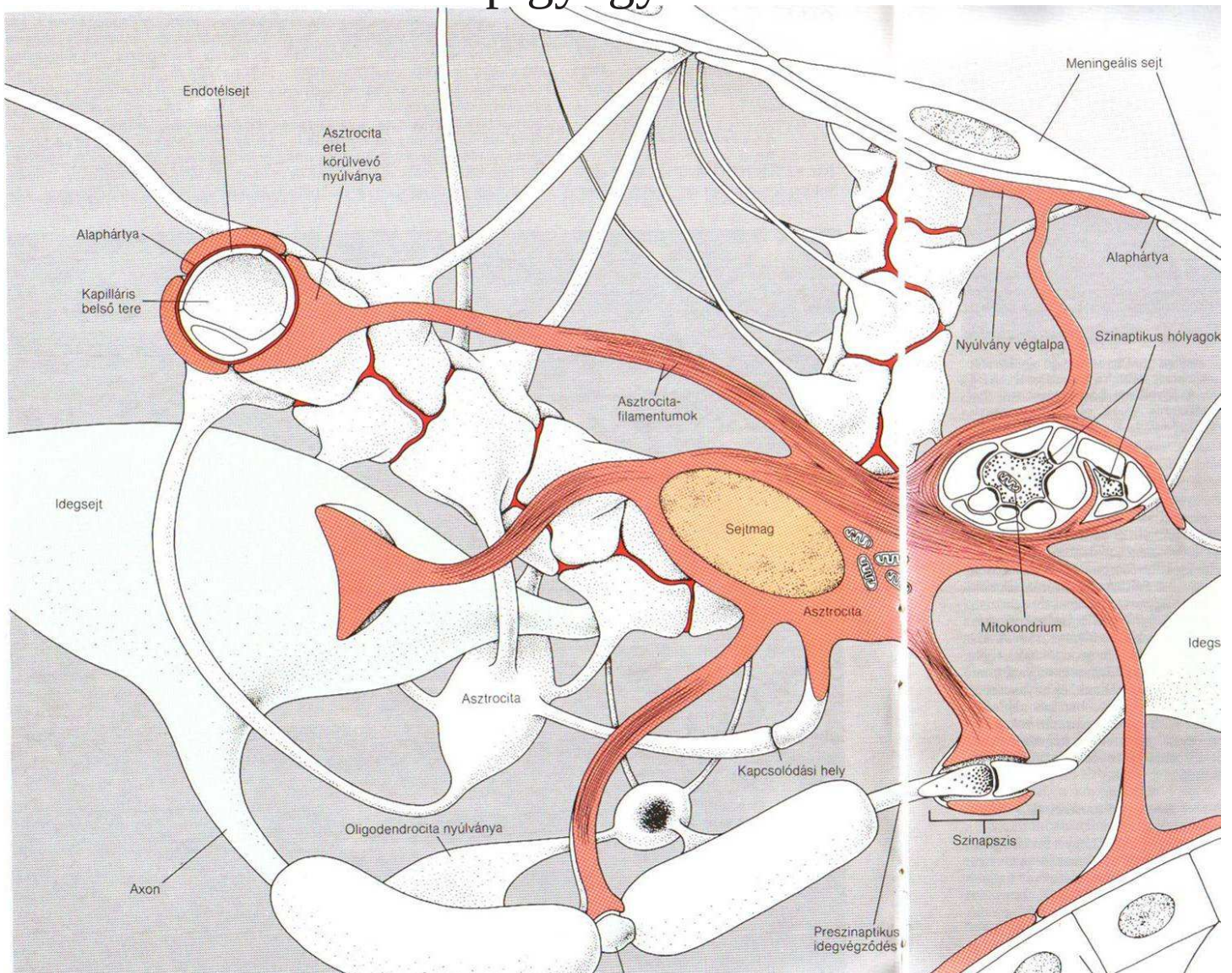
A hosszútávú potenciáció (LTP)

- Szinaptikus plaszticitás: a posztszinaptikus potenciál függése a megelőzően kapott ingerületektől
- LTP: hosszabb ingerületsorozat után posztszinaptikus membrán könnyebben ingerelhető lesz
- Hippocampusban igazolt mechanizmus: kétféle glutamátreceptor szerepe:

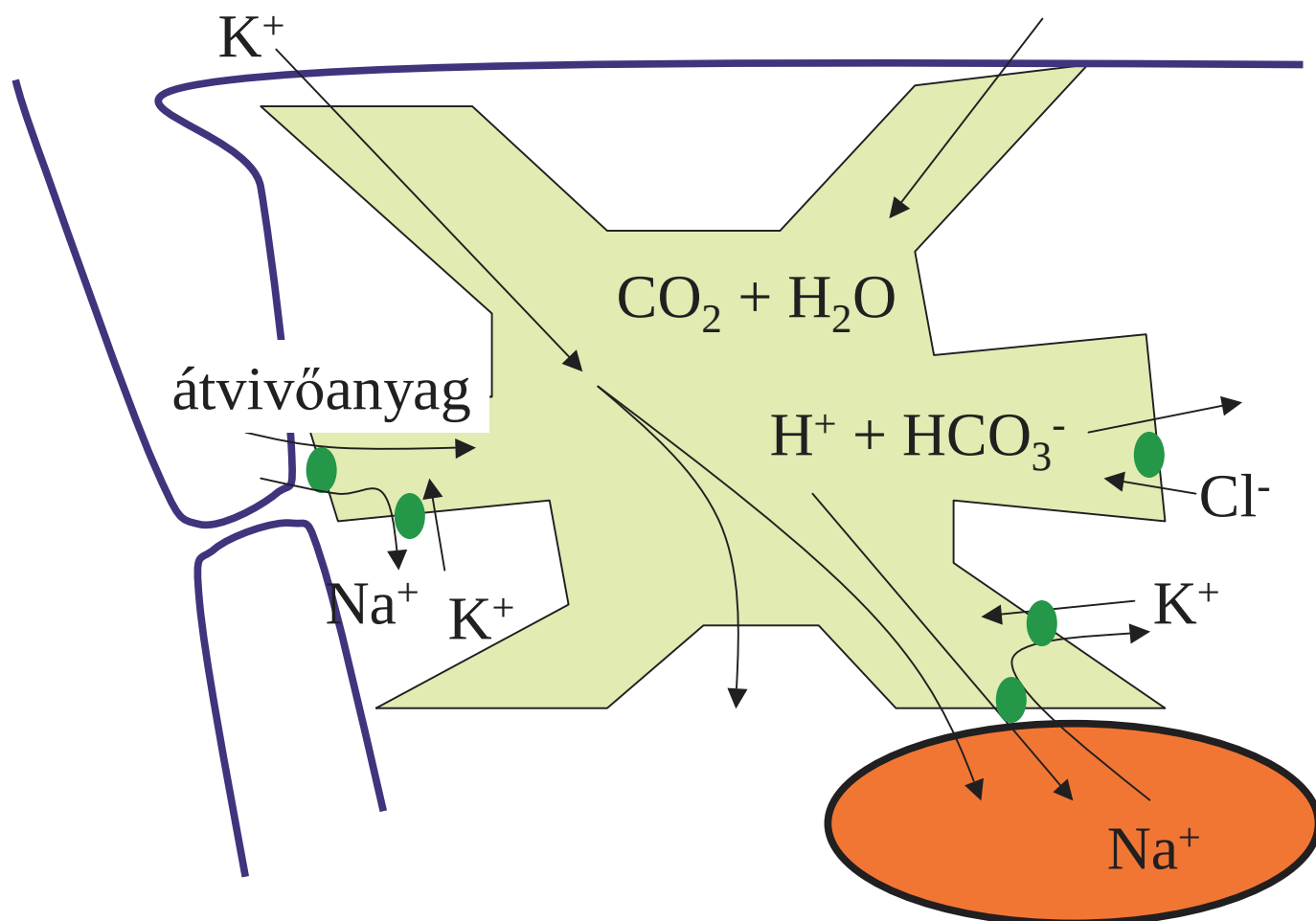
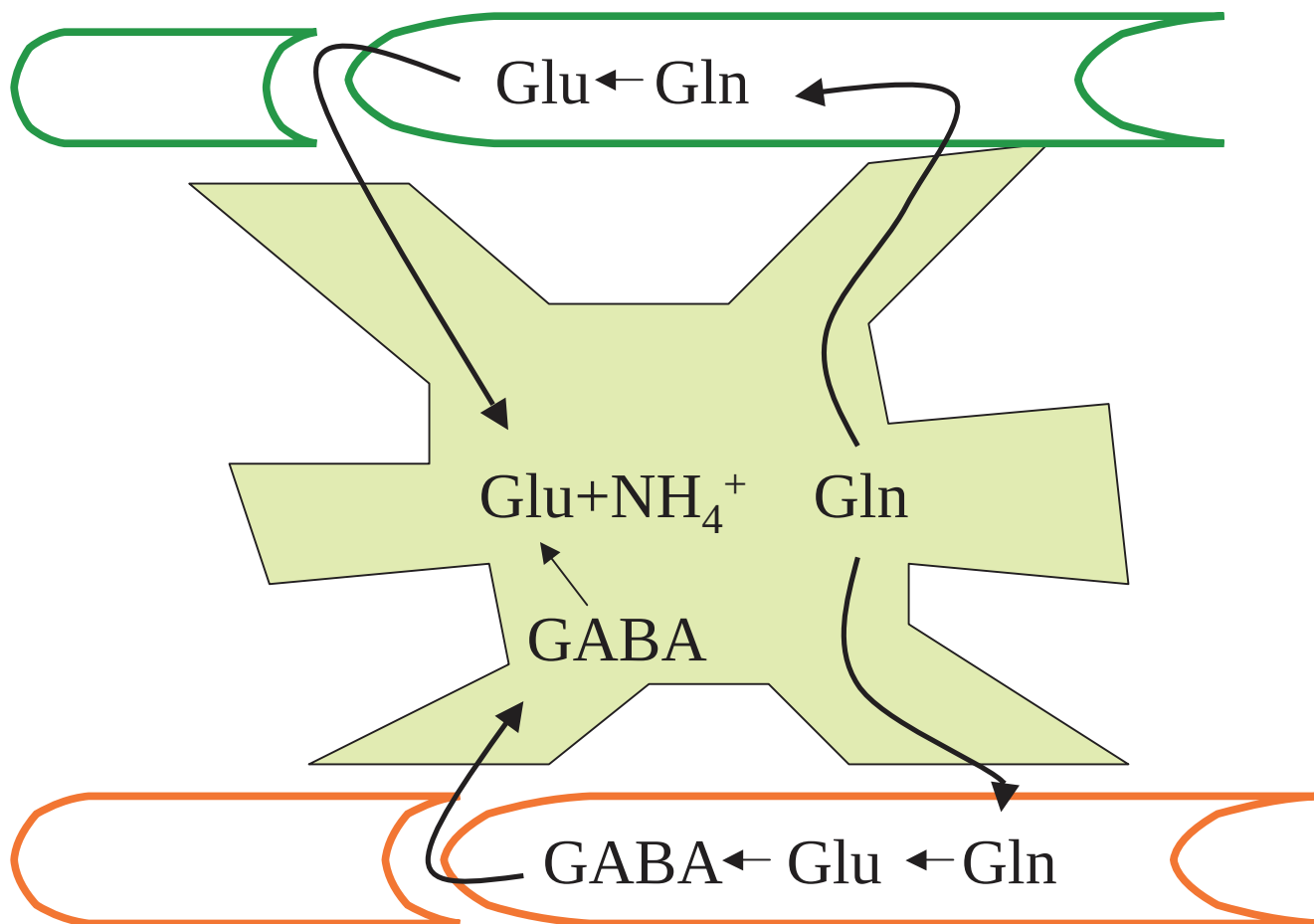


Az asztrociták

- A gliasejteket hagyományosan az idegszövet „támasztó sejtjeinek” tekintik
- Szerepük azonban ennél jóval sokrétűbb:
 - Velőhüvely létrehozása (pl. oligodendrocita)
 - K^+ -ionháztartás
 - Ingerületátvivő anyagok metabolizmusa
 - Vér-agy gát kialakítása, anyagtranszport az idegsejtek és a vér között
 - Embriionális fejlődésben az idegsejtek növekedését irányítják
 - Feltehető szerep gyulladásban

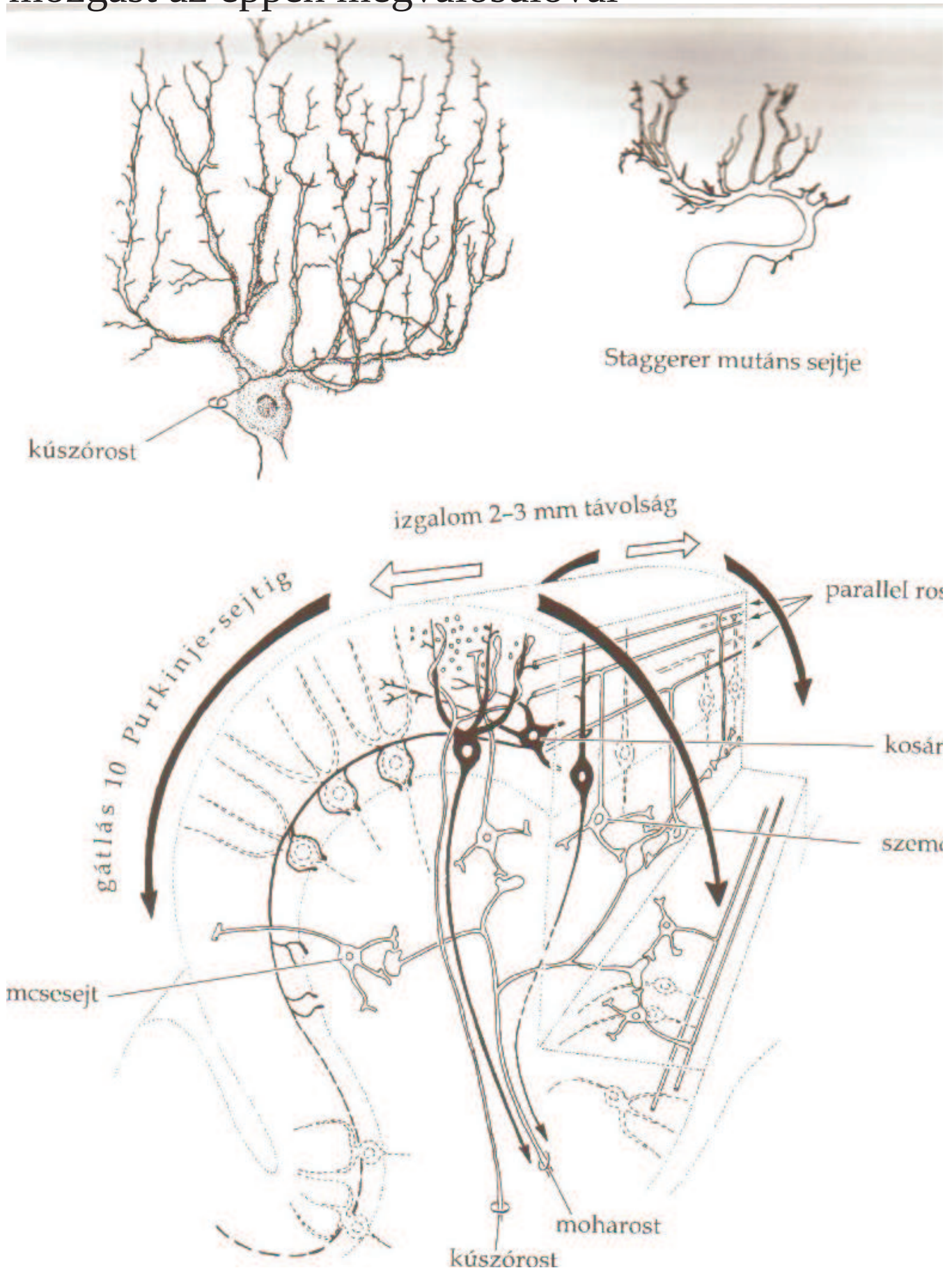


Az asztrociták



A kisagy működése

- Mozgáskoordináció: képes összevetni a tervezett mozgást az éppen megvalósulóval



A nagyagy működése

- Brodmann-areák: morfológiai különbségek → funkcionális területek (pl. 17-es: látókéreg)

