

Idegrendszer motoros működése

Mozgás élettani hatásai

Szomatomotoros funkciók:

- Elemi reflex
- Testtartás
- Helyváltoztatás
- Létfenntartó működések (légzési, táplálkozási mozgások)
- Szexuális aktus egyes részei
- Emóciók
- Intellektuális funkciók (beszéd, írás)

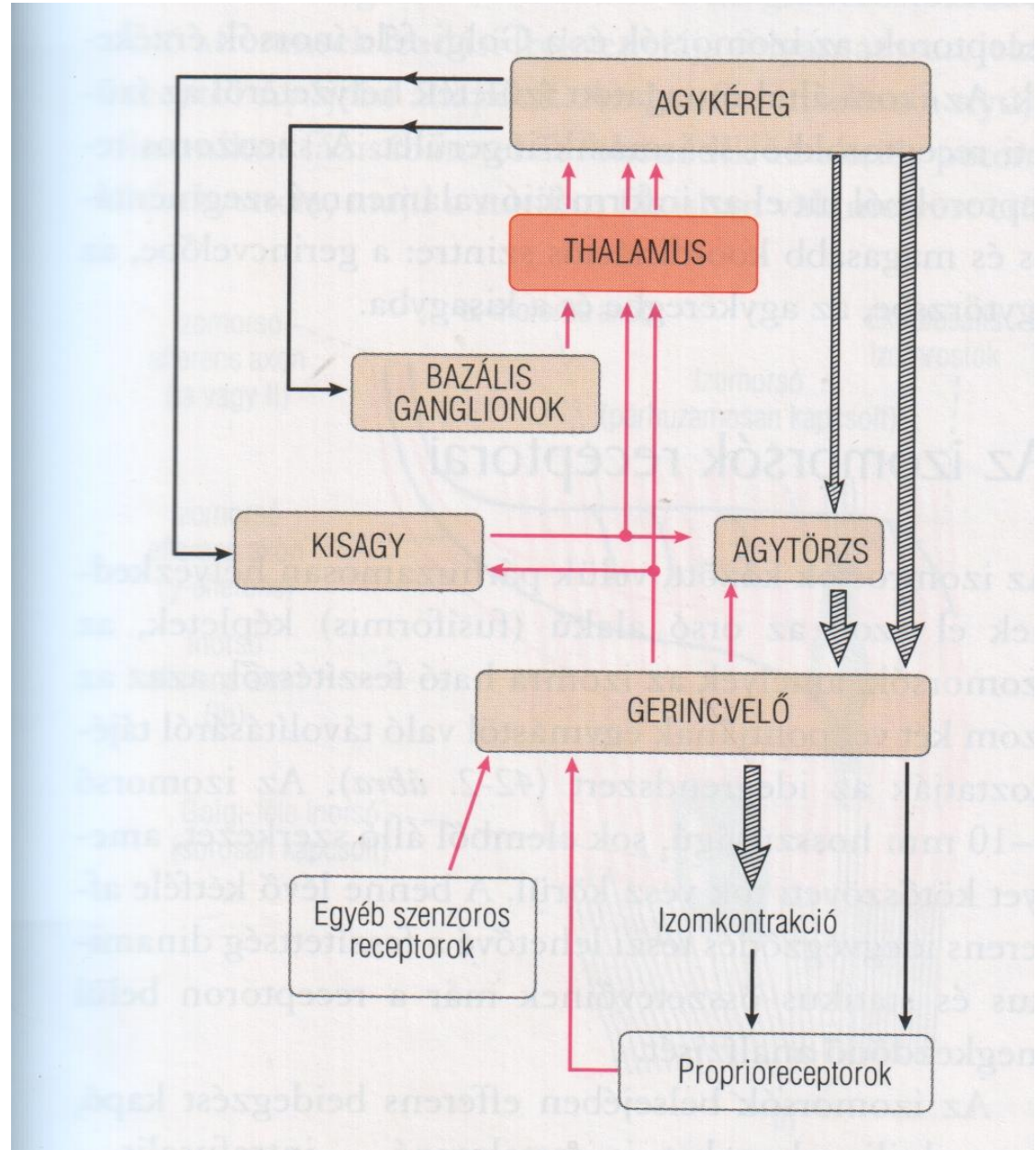
Mozgatórendszer szerveződése

Minden mozgás a gerincvelő vagy agytörzs α -motoronjainak közvetítésével.

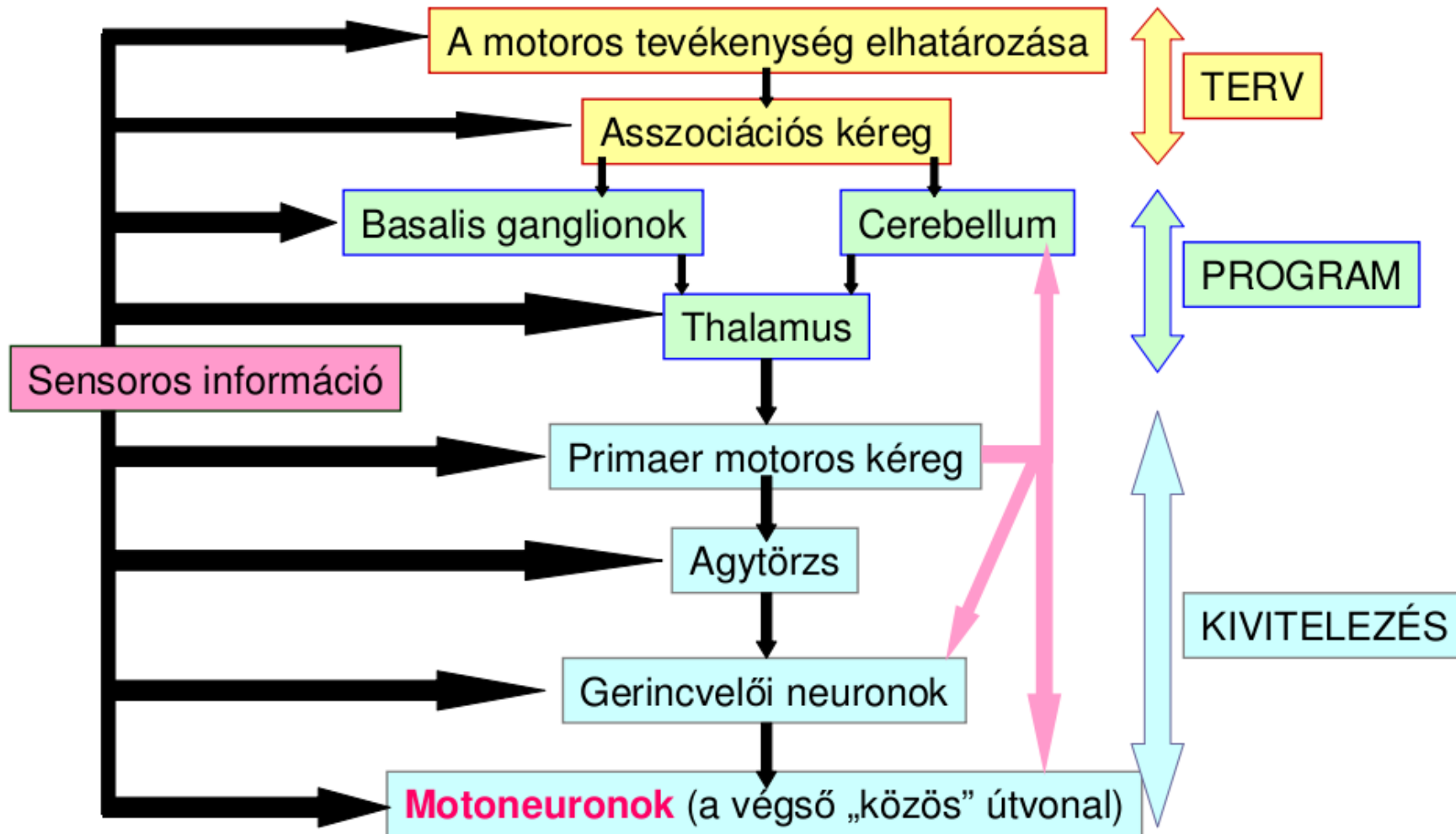
Magasabb központokból kontroll.

Szenzoros információk feldolgozása minden szinten folyamatosan.

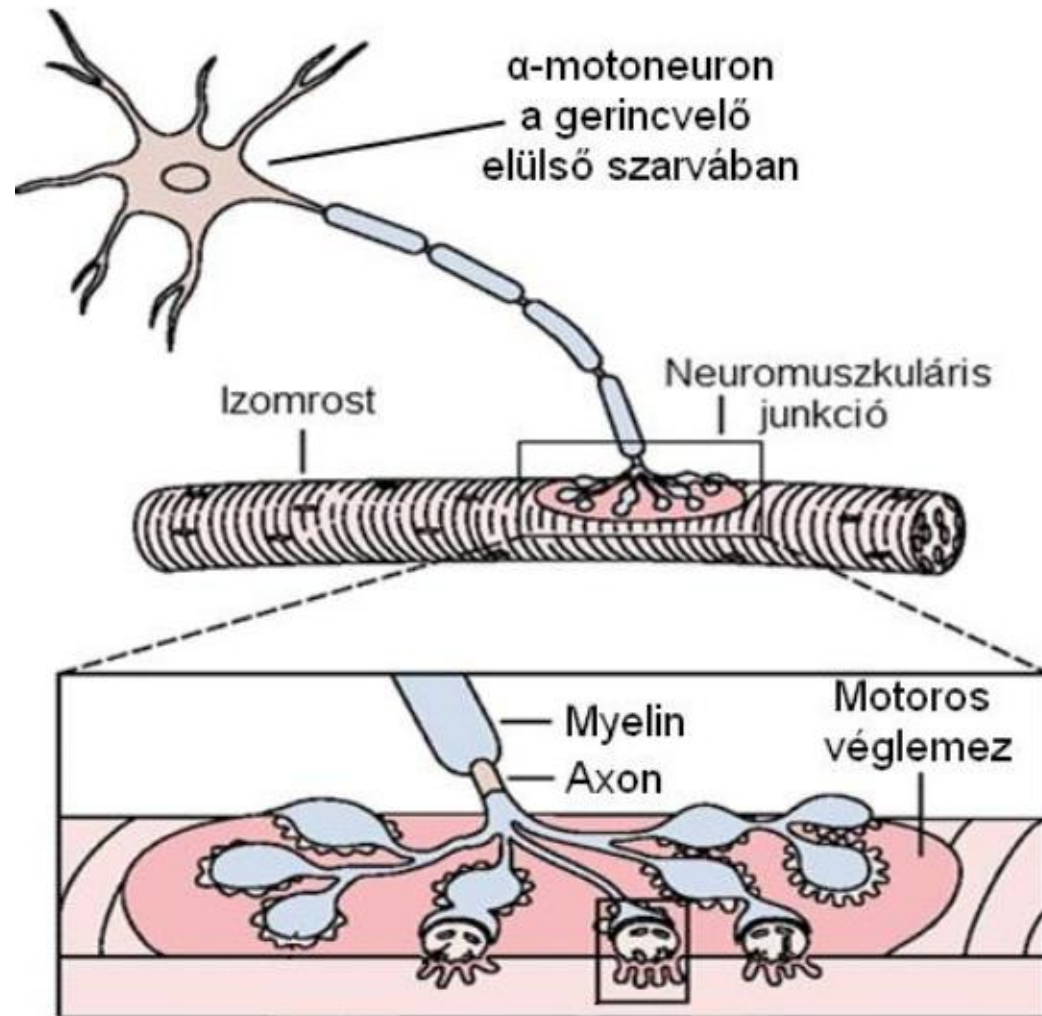
Szomatotópia: szomszédos izmokat szomszédos neuronok idegzik be.



A motoros rendszer szerveződése



Gerincvelő:



α-motoneuron: izmokhoz

γ-motoneuron: izomorsókhöz

Neuromuszkuláris kapcsolat:

transzmitter: ACh

Motoros egység: α -motoneuron + beidegzett izomrostok

eltérő mennyiségű izomrost tartozhat egy-egy motoros egységhez

azonos fajtájú rostok gyors-fáradékony, FF

gyors-közepesen fáradó FR

lassan összehúzódó és kitartó S

Az izom-összehúzódás erősítésének egyik módja a részt vevő motoros egységek számának növelése:

meghatározott sorrendben történik:

S -> FR -> FF

Szomatomotoros működés proprioceptív ellenőrzése:
mozgást végrehajtó izmok állapotáról folyamatos tájékozódás
feszítettség, fázis, statikus állapot aktív kontrakció.

Izomorsók: információ az izmok nyújtottságáról

Ínorsók: információ az izmok összehúzódásának mértékéről

Gerincvelői reflexív:

Reflex: motoros működés alapvető egysége

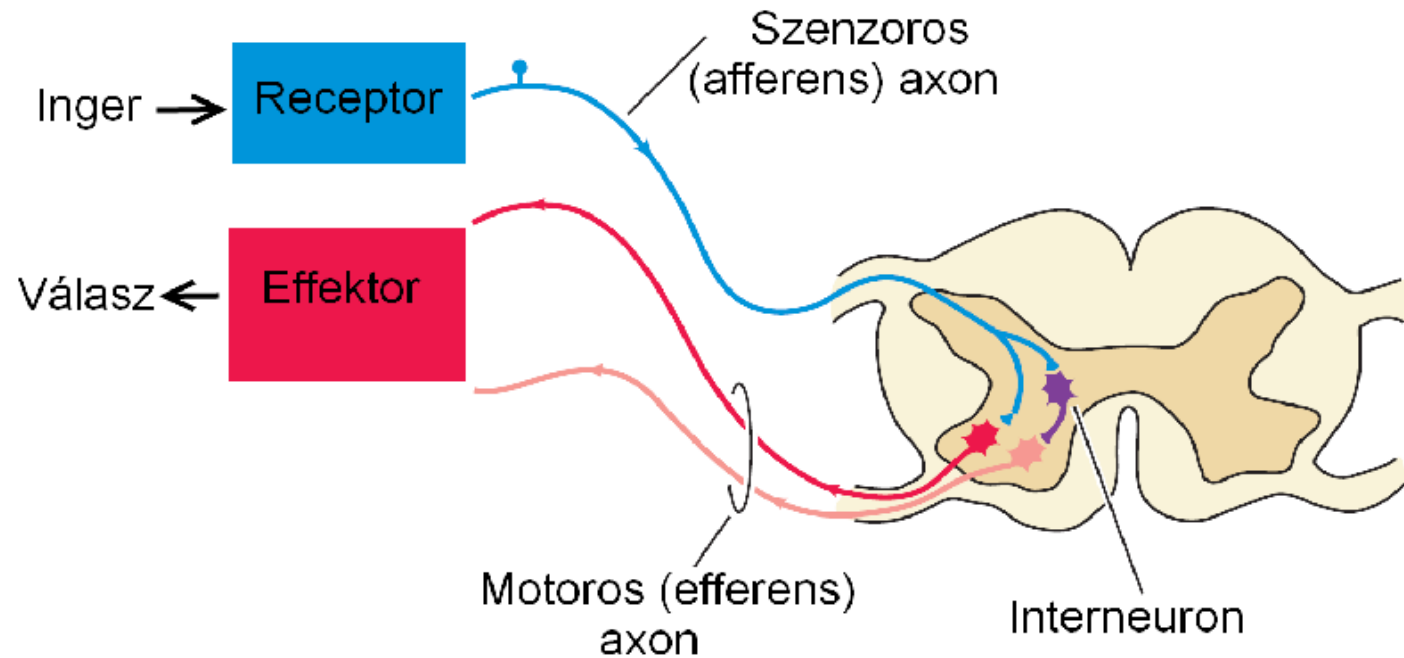
Anatómiai alapja: reflexívek

Feladat: izomaktivitás koordinációja.

Ez képezi az alapját minden mozgásnak. Magasabb rendű motoros központok a gerincvelői reflexeket aktiválják a megfelelő sorrendben és megfelelő intenzitással.

Gerincvelői reflexív sérülése bénuláshoz vezet akkor is, ha a felső központok megmaradtak, mert a felsőbb központok az izmokat nem tudják elérni.

Gerincvelői reflexív részei:



- szenzor (receptor): fájdalom érzékelő idegek, nyomást izom feszülését érzékelő receptorok,
- afferens pálya: hátsó gyöki ganglionok neuronjainak a rostjai a receptortól a CNS-ig. Gerincvelőben kettéágaznak: gerincvelői szegmens szürkeállományába, felsőbb szegmensbe, agyba
- központi rész: α -, γ -motoneuronok és interneuronok
- efferens (motoros pálya) motoneuronok axonja
- effektor (izom):

Központi rész feladatai:

α -motoneuronok: axonjuk az izmokban végződik.

γ -motoneuronok: izomorsókban végződik

interneuronok: diffúzan helyezkednek el a motoneuronok között.

Számuk 30x-sa a motoneuronokénak, gazdag kapcsolatrendszer, divergencia, konvergencia reverberáció, soros és párhuzamos információ feldolgozás alapját képezi.

Divergencia:

Információ 1 fogadó neuronról több további feldolgozó neuronra terjed át.

Konvergencia:

Több forrásból ugyanarra a neuronra érkezik információ

Reverberáció:

Egy neuronális körben az információ ismétlődően áthalad.

Soros információfeldolgozás:

Egységek egymást követően aktiválódnak

Párhuzamos információfeldolgozás:

Ugyanazt az információt legalább két neuron kapja meg egyszerre és mindkettő külön effektort aktivál (flexor és extensor egyidejű aktiválódása).

Gerincvelői reflexek:

Nyújtási reflex:

monoszinaptikus reflexív

pl patella reflex

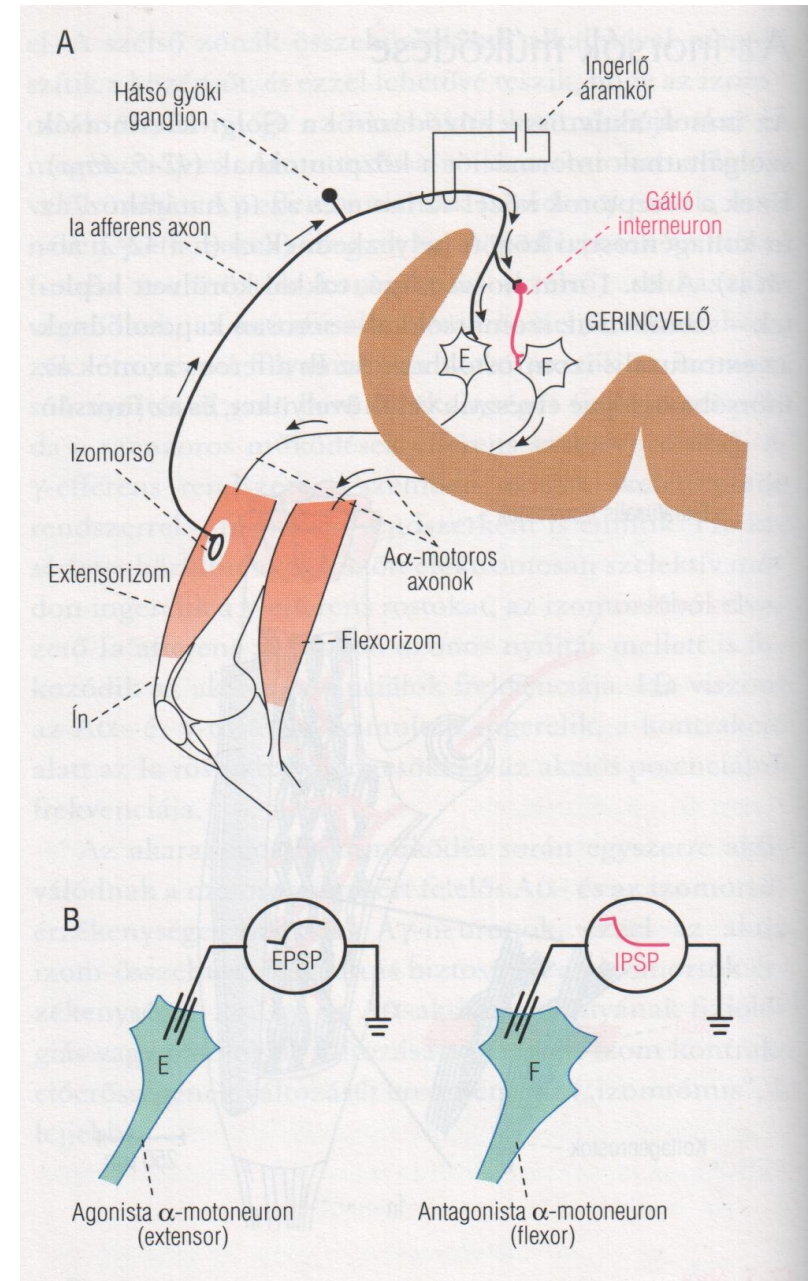
izom megnyújtását eredményező passzív

feszítés ugyanezen izom reflexes

összehúzódásához vezet.

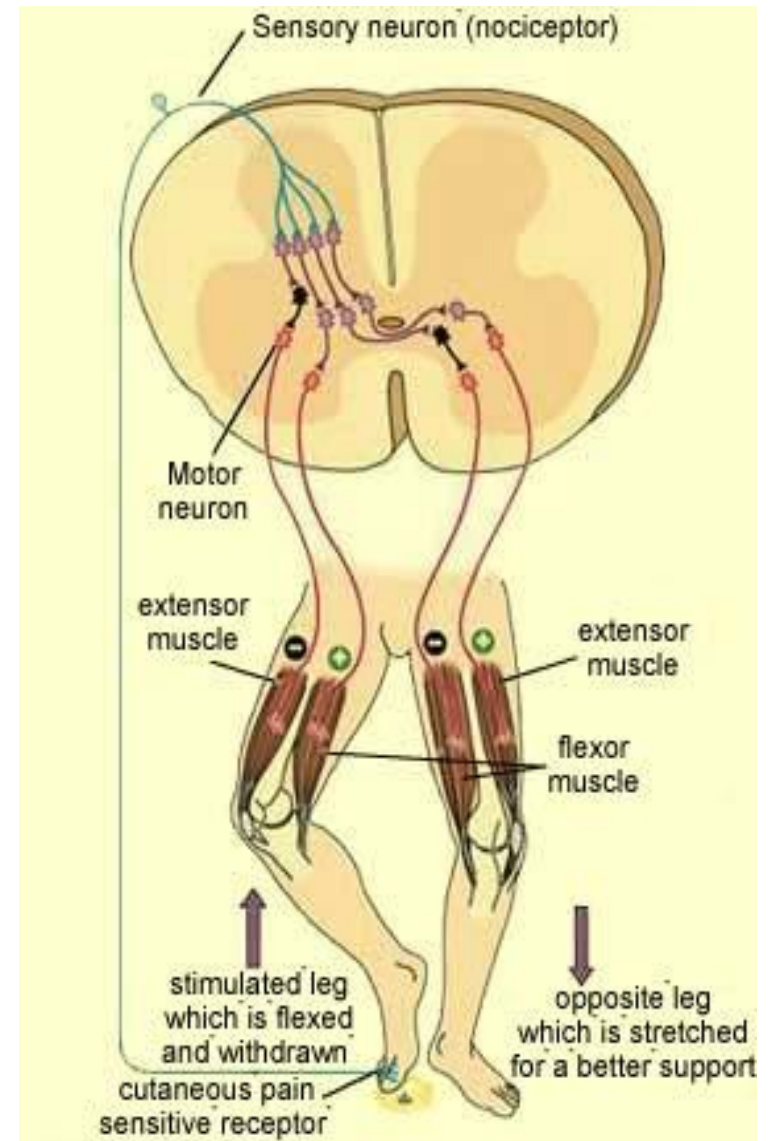
izom hosszának állandóan tartásában játszik

szerepet.



Flexorreflex

Végtagok bőrének erőteljes mechanikai ingerlése (fájdalom) az ingerelt végtag behajlítását eredményezi: flexorizmok összehúzódnak, extenzor izmok ellazulnak. Másik végtag megtámasztja a törzset, ott flexorizmok ellazulnak, extenzor izmok megfeszülnek.



Testtartási reflexek:

Minden akaratlagos vagy reflexes mozgás a testtartásnak megfelelő izomtónus hátterében zajlik.

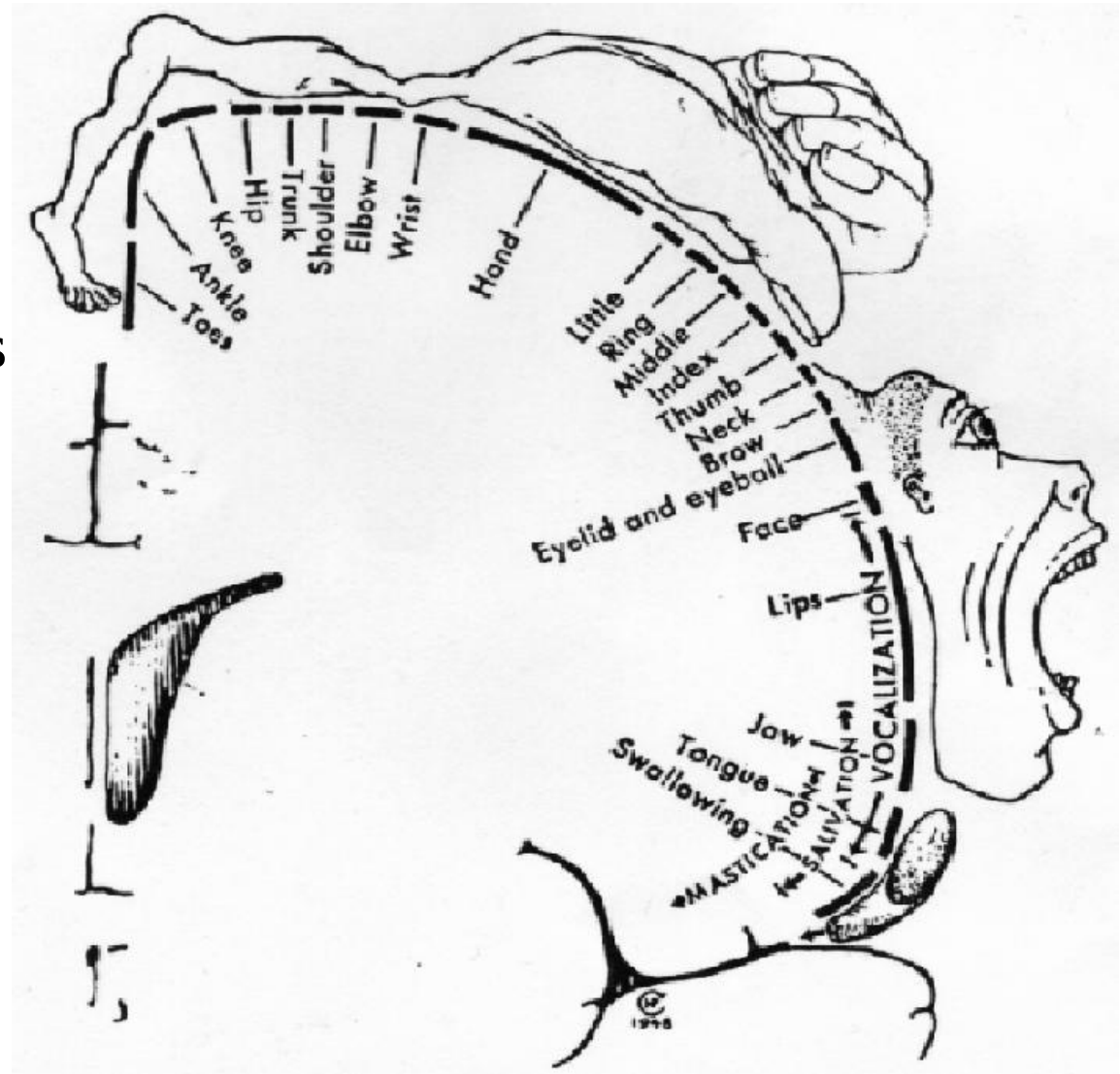
Az izomtónus megfelelő átrendezésének hiányában a mozdulat kezdetén felborulhat az egyensúly, ezért a motoros kéreg az izomtónust a tervezett mozgáshoz megfelelően alakítja.

Izomtónus alapja a nyújtási reflex.

Agytörzs, kisagy és nagyagykéreg is ellenőrzi.

Akaratlagos mozgások szervezése

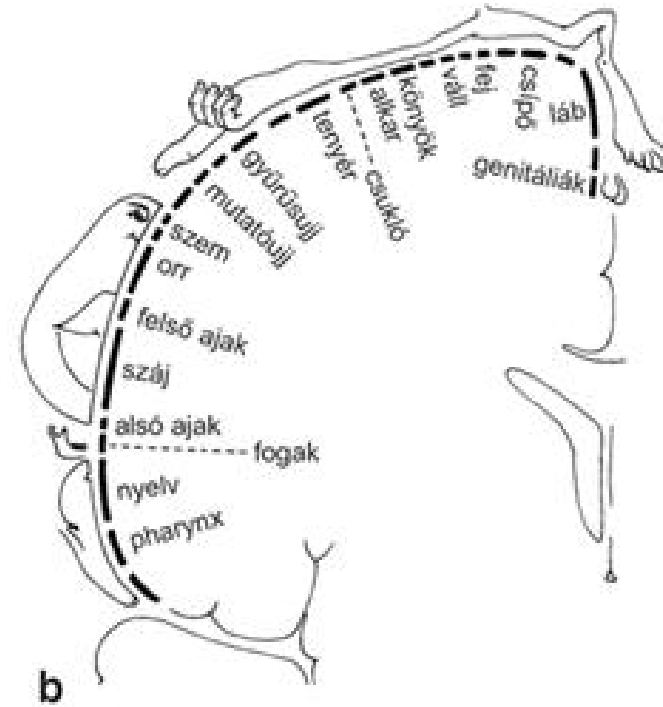
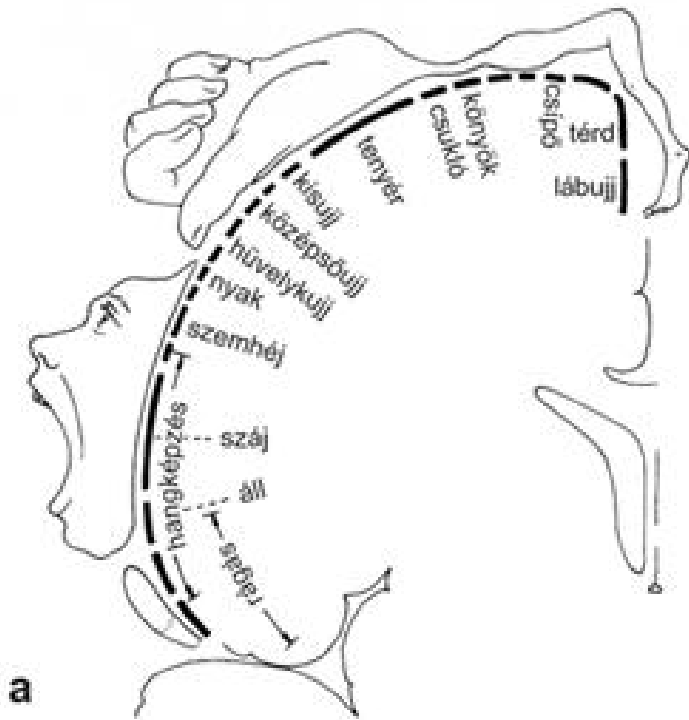
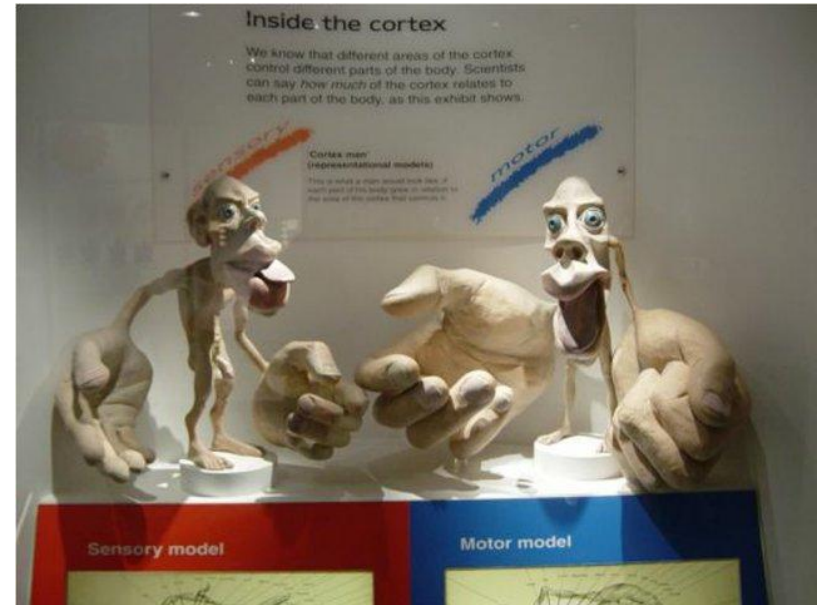
A gerincvelői és agytörzsi szervezésű motoros működések jelentős része hátteret biztosít az akaratlagos mozgások számára.



Motoros és szenzoros homunculus

motoros

szenzoros



Szomatomotoros kéreg működése:

Primer motoros area: gyrus precentralis

Motoros homunculus

Primer motoros area neuronjai adják a legfontosabb pályát a tractus corticospinalis (piramis pálya) axonjainak kb 50%-át.

A neuronok aktivitása megelőzi az izmok összehúzódását: akaratlagos mozgás.

Ellenkező oldali gerincvelő ventralis szarvában az α -motoneuronokon végződnek, kevesebb a γ -motoneuronokon (izomorsó) illetve interneuronokon.

A de facto kivitelezett mozgás végső fázisáért felelős

Nem egyes izmokat, hanem izomcsoportokat idegeznek be,
mozgáselemeket kódolnak.

Elsődleges kéreg - egyfajta mozgási lexikon:

tárgy megfogása kézzel: teljes kéz izmainak koordinálása
csipesz fogás. hüvelyk és mutatóujj koordinálása

- Mozgás erejét
- Mozgás irányát kódolják

Premotoros kéreg:

Mozgások corticális szervezése több fázisban megy végbe.

Mozgások előkészítése: feladat felismerése, mozgássor megtervezése.

Neuronok aktivitása megelőzik a mozgás tényleges kivitelezését.

Axonok vagy a corticospinalis pálya részét képezik, vagy a primer motoros areaban végződnek.

Mozgási elemek kiválasztása a viselkedési céloknak megfelelően

Tükörneuronok: tüzelnek, ha az állat végrehajt egy bizonyos cselekvést és akkor is, ha megfigyeli ugyanezt

Szomatomotoros kéreg afferenciációja:

szomatoszenzoros kéreg: izmok proprioreceptorai és izomösszehúzódnás régiójába eső bőrfelületről

thalamus VL: kisagy és bazális ganglionok felől jövő információ
reciprok összeköttetések

Kisagy működése:

- Egyensúly megtartása
- Mozgási koordináció – különösen a gyors mozgásoké (korrekció)
- Motoros tanulás
- Cognitív funkció

Elektromos stimulációja nem indukál érzetet, és azt nem követi jelentősebb mozgás

Számos helyről kap szenzoros információt, de az nem tudatosul

Komoly szerepe van a mozgások bonyolításában, DE KÖZVETLENÜL nem vesz részt azok kivitelezésében

Ipsilateralis kapcsolat a gerincvelővel, DE contralateralis a nagyagy-féltekékkel

Cerebellum funkcionális részei

Vestibulocerebellum (a flocculo-nodularis lebeny) - Archicerebellum

– A törzs izmainak koordinációja

- Az egyensúly megtartása

– Az extraocularis izmok koordinációja (vesztibuláris reflex: fej mozgatása

közben is tudunk egy tárgyra fókuszálni, annak helye állandó marad a retinán)

Spinocerebellum (vermis és a kapcsolt kérgi terület) - Paleocerebellum

– A mozgások proprioceptív bemeneteken alapuló nyomonkövetése és korrekciója

- Törzs és végtagmozgások - járás

Cerebrocerebellum (a kisagyi féltekék) - Neocerebellum

– Nagy ügyességet kívánó mozgások tervezése, nyomonkövetése és kognitív funkció

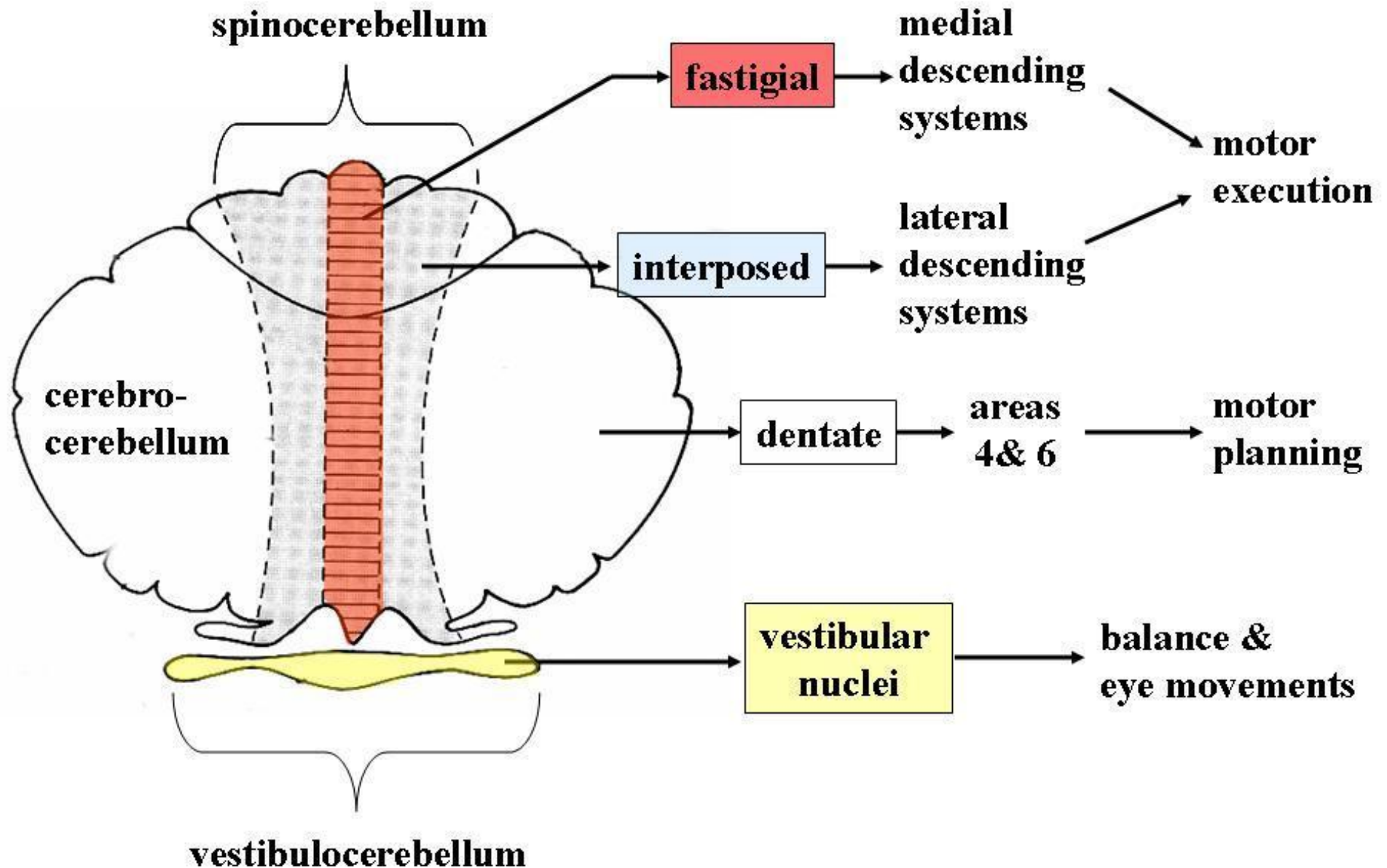
- Nagy ügyességet kívánó, tanult, akaratlagos mozgások

Kognitív funkcióval kapcsolatos ismereteink a leghiányosabbak, holott a kisagyi kapcsolatok nagy részét a kéreggel való kapcsolat alkotja.

Szenzomotoros információk mellett Purkinje sejtek jutalmazó körből származó információt is gyűjtenek. Az „elvárt” és a meglepetés szerű jutalom más-más választ vált ki a kisagyban is.

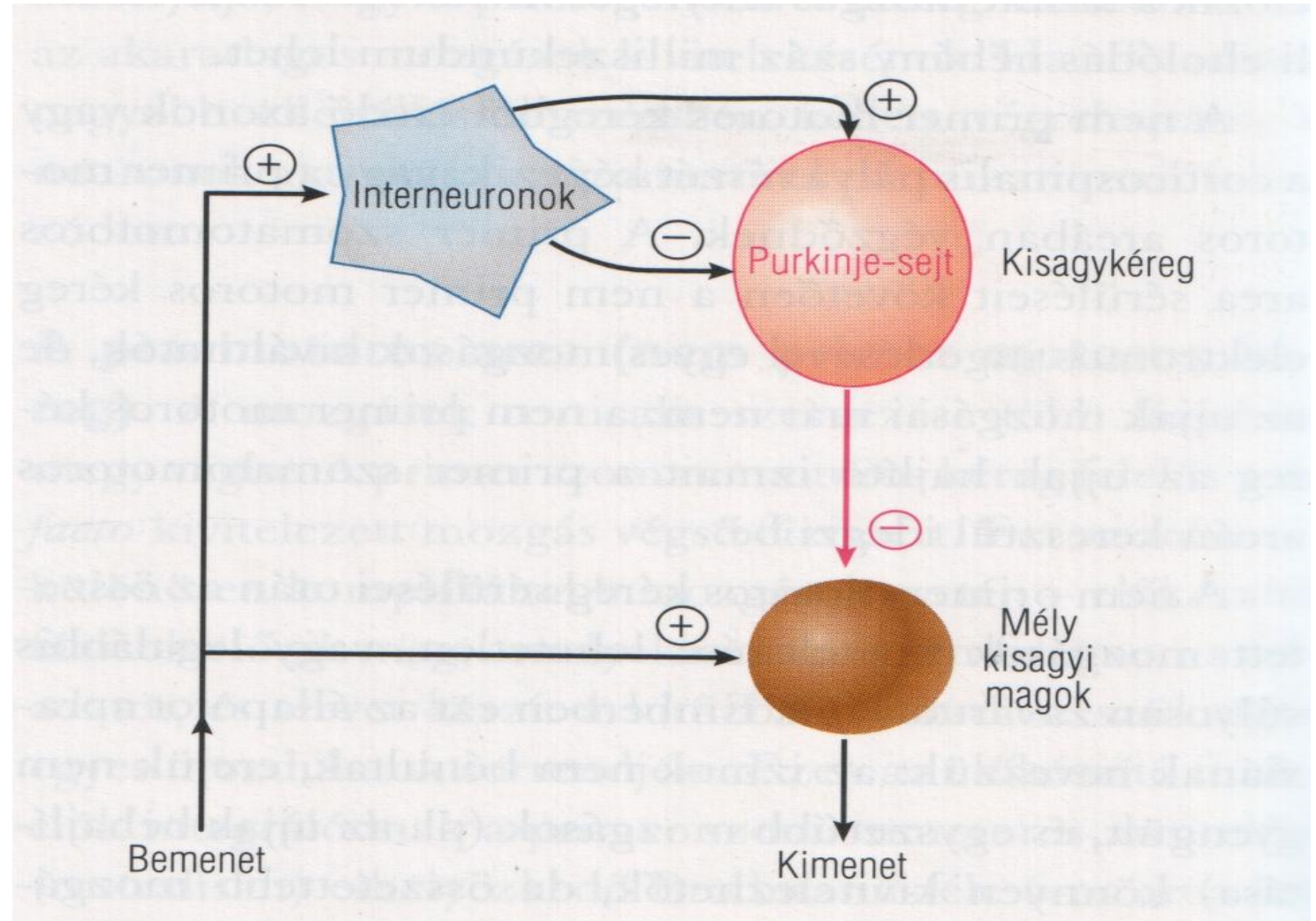
Kisagyi károsodást kimutattak sok kognitív funkciókat érintő betegségnél is (autizmus, skizofrénia)

Cerebellar Output



Kisagyi modulok:

1. bemenet:
modulon belül
ágazik el
2. kéregsejt
3. mély kisagyi
magok
4. kimenet



Kisagykéreg neuronális összeköttetései:

Purkinje sejt

bemenetei:

moharost:

agytörzsből és

gerincvelőből

kúszórostok:

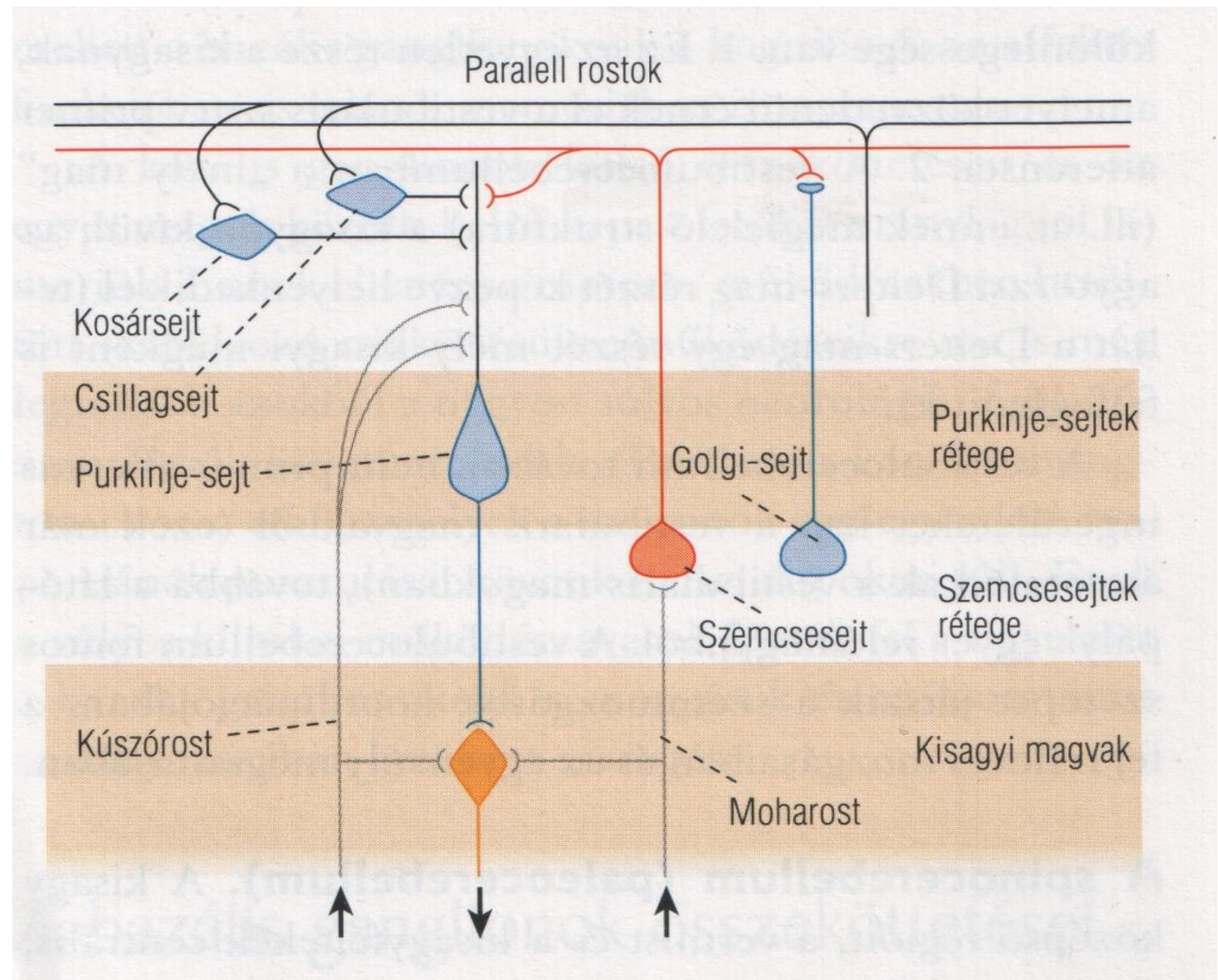
nyúltvelői oliva

inferiorból

paralell rostok:

szemcsesejtek

axonjai



Kisagyi kapcsolatok:

serkentő:

moharostok

szemcsesejtek parallel

rostok

kúszóróst

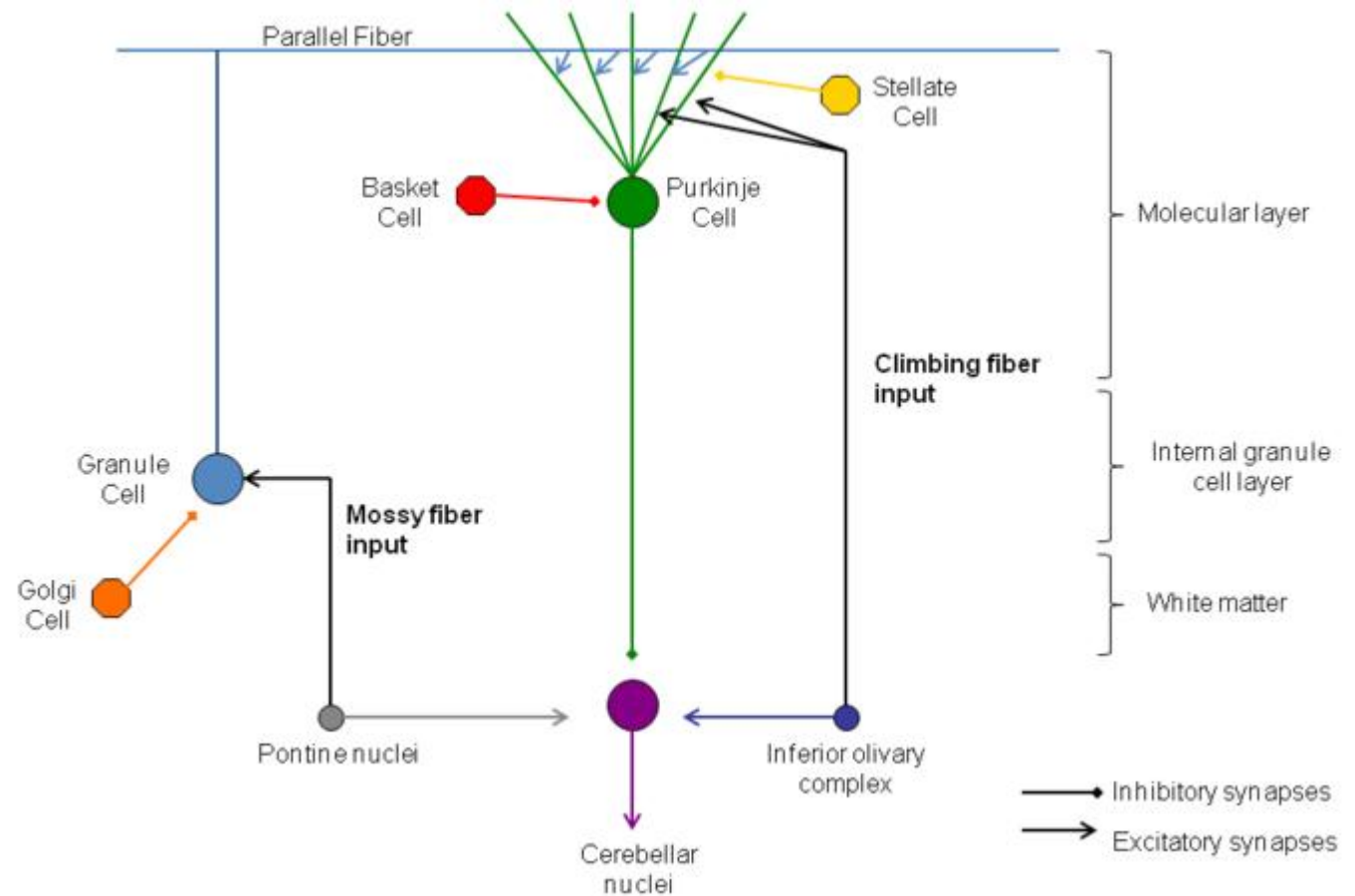
gátló:

Golgi sejtek

Purkinje sejtek

kosársejtek

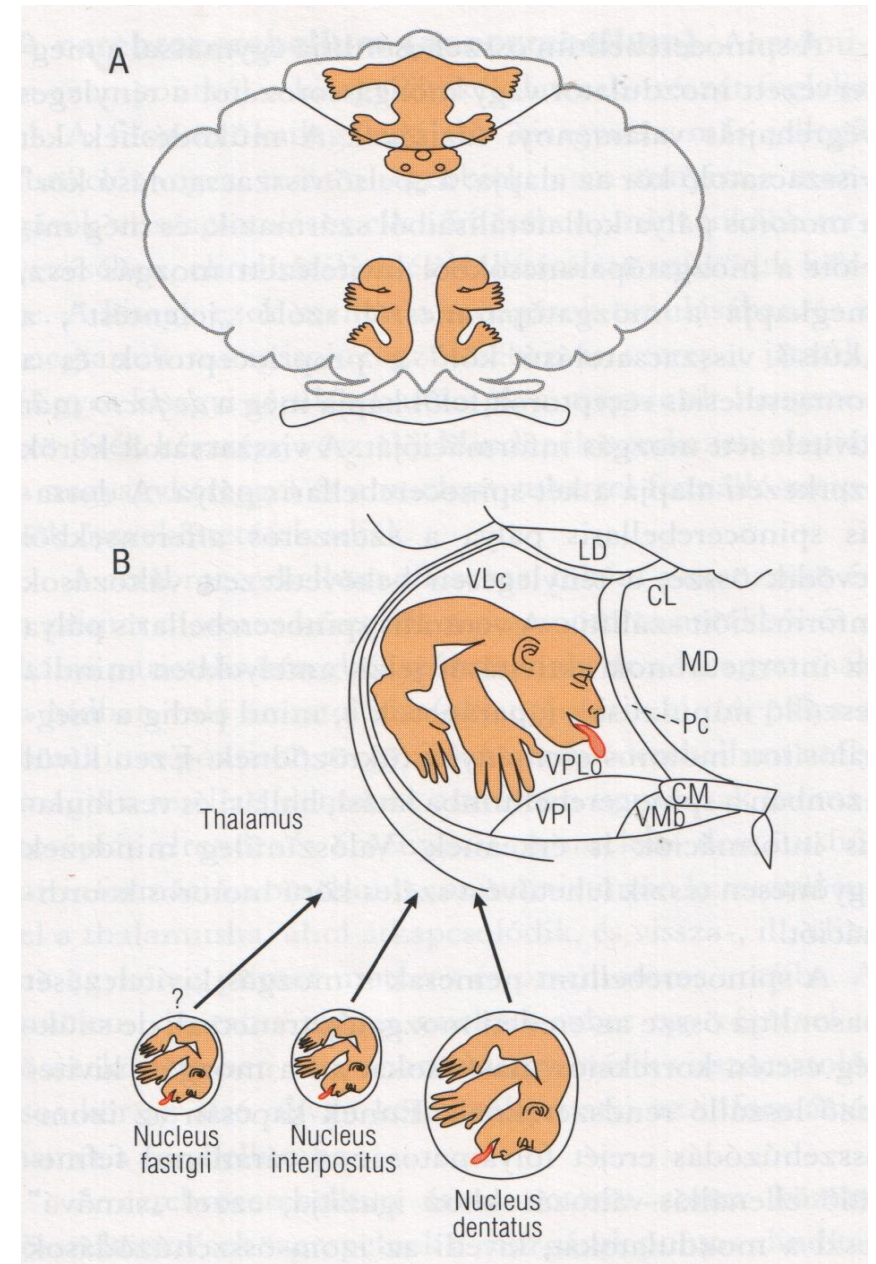
csillagsejtek



Szomatotópiás elrendeződés:

A: kisagykéreg többszörös szomatotópiás elrendezése. Bemenet spinocerebelláris pálya

B: szomatotópiás elrendezés majomban a három mély kisagyi magban. A kisagyi bemenet leképeződik a thalamus ventropodterolateralis oralis részében is.



Kisagy károsodásának következményei:

A kisagyi sérüléseket **izomhipotonia követi:**

A végtagok csak kevéssé állnak ellen a passzív mozgásoknak, ill. a mozgással szembeni ellenállás csak jelentős késéssel kezdődik meg.

A mozgások kivitelezése nehézkes, ügyetlen.

A mozgások késéssel indulnak, a kivitelezés során a beteg rosszul méri fel a tárgy megragadásához szükséges távolságot és a kifejtendő erőt.

Ritmikus feladatok nem kivitelezhetők, a beteg nem képes ütemesen tapsolni.

A beteg nem képes gyorsan alternáló mozgásokat végrehajtani: ez a **dysdiadochokinesis**.

Összetett mozgásoknál a beteg hibás sorrendben végzi az egyes mozdulatokat (**asynergia** vagy a **mozgások dekompozíciója**).

A megfogó mozdulatok alkalmával jelentkező, egyre erősödő mozgáshullámzás, intenciós tremor jelentkezik.

- Jelentős tudatos szabályozás kell a mozgások kivitelezéséhez – olyan mozgások esetében is, ahol ez nem lenne szükséges
- Jó a tünetek enyhülésének esélye – a nagyagykéreg „átveszi” a kisagy feladatait

Bazális ganglionok:

1. Neostriatum:

nucleus caudatus

és putamen

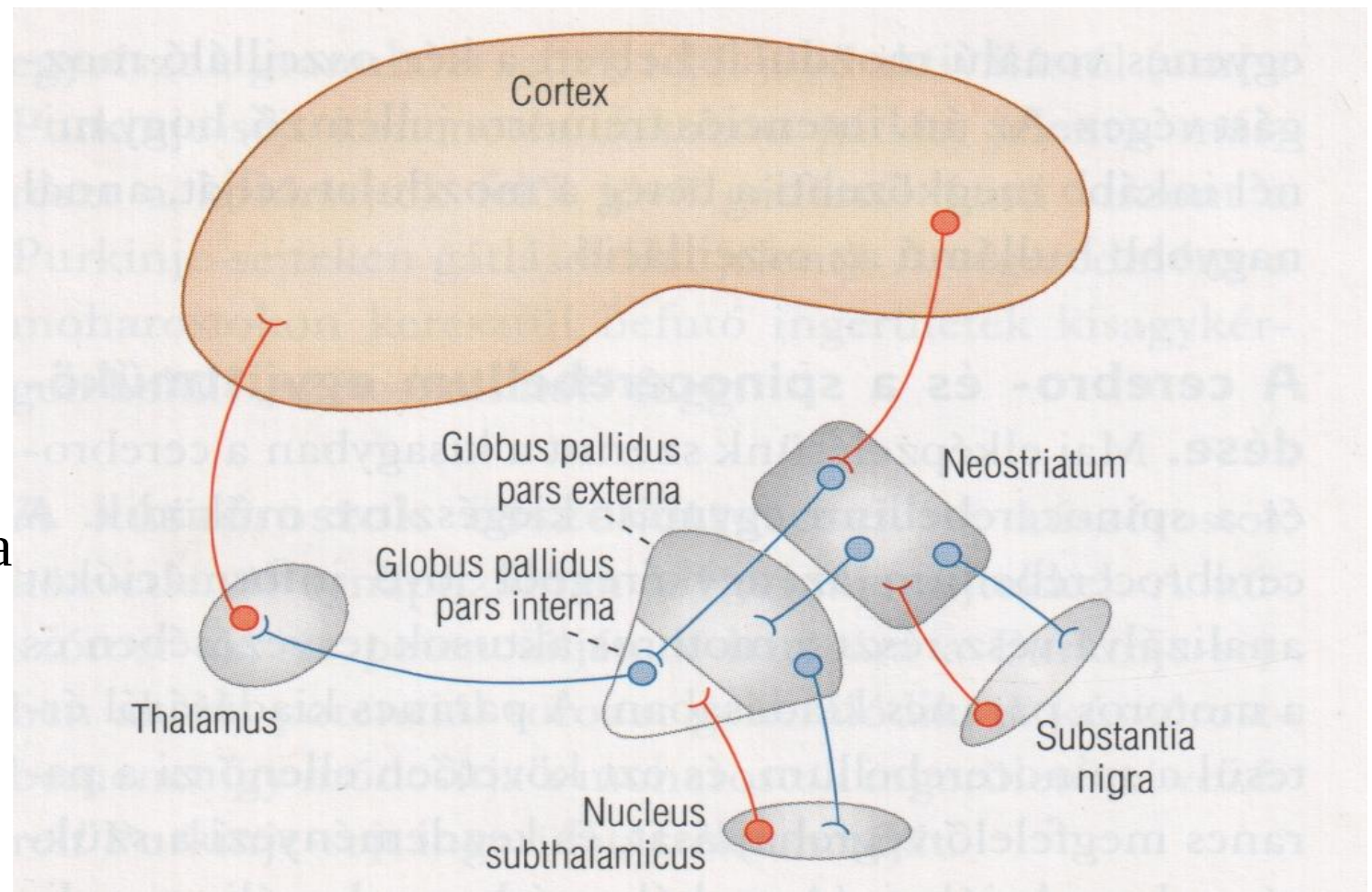
2. Pallidum

(globus pallidus)

3. substantia nigra

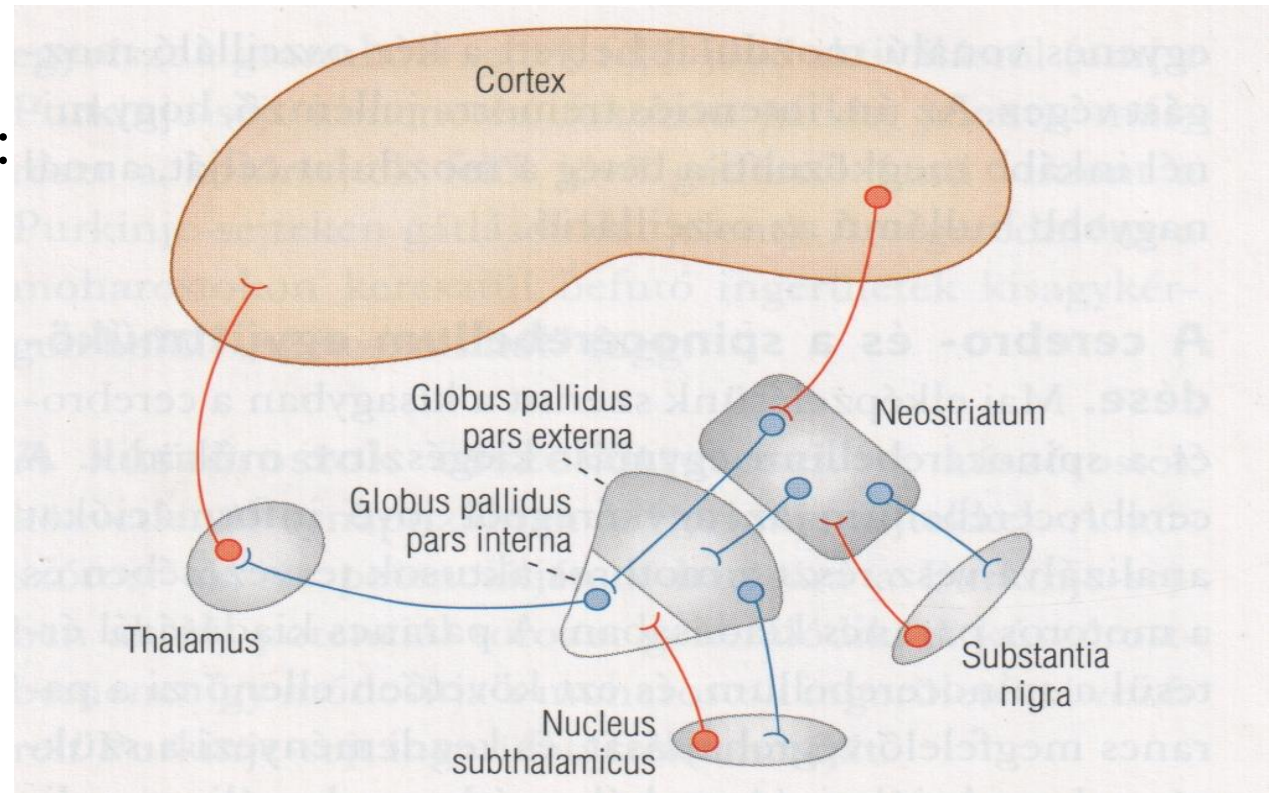
4. nucleus

subthalamicus



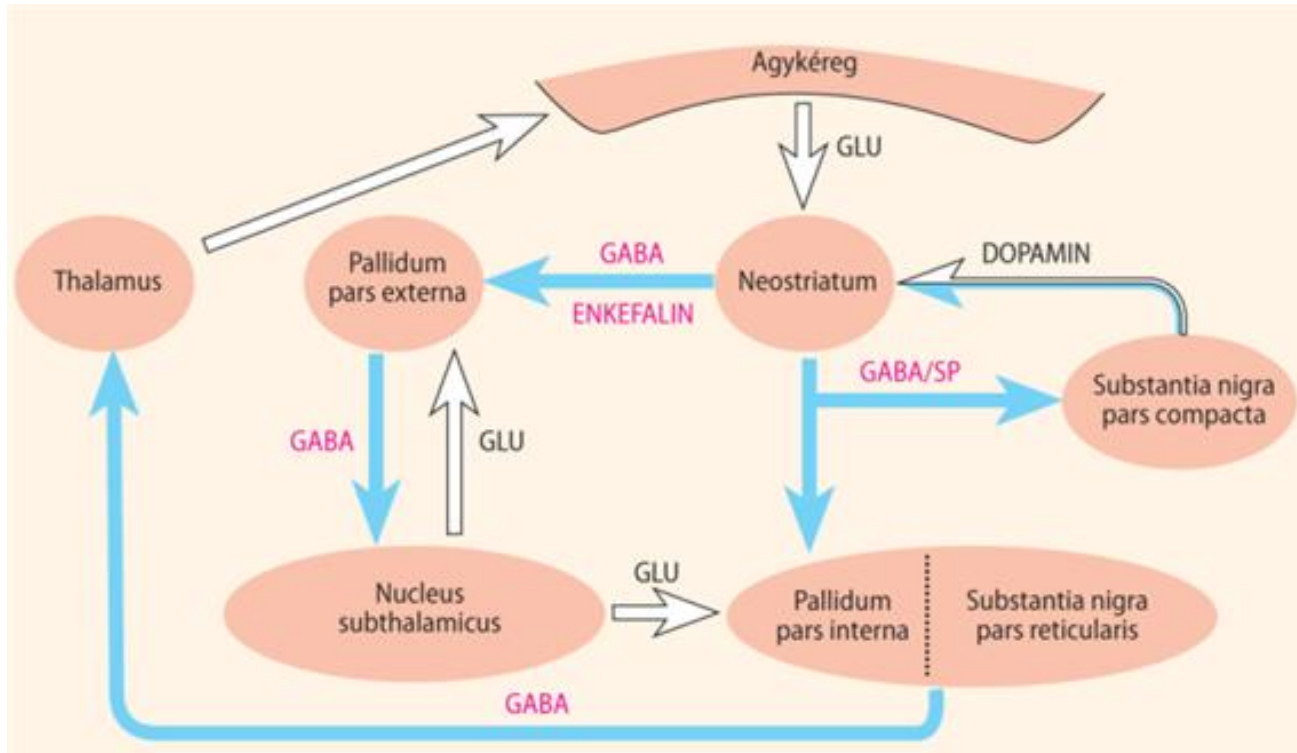
Feladata:

- Alapvető mozgási mintázatok generálása: motoros programokat prezentálnak az asszociációs cortexből érkező információk hatására
- Izomtónus szabályozása
- Emócionális indíttatású mozgások elindítása
- Kognitív funkció



Basalis ganglionok kapcsolatai

- Kevés bemenet érkezik a gerincvelő felől
- A legfontosabb struktúra, ami információt fogad: neostriatum (putamen és nucl. caudatus)
- Fő bemenő információ forrása: cortex, hypothalamus, nucleus subthalamicus, substantia nigra
- Kimenő csatornák:
 - Lefelé: nucleus ruber és formatio reticularis
 - Felfelé: thalamus, gyrus precentralis



Kéregből bemenet a Neostriátumba (nucl. Caudatus, Putamen). Mediális és ventrális rész (nucl. accumbens) a frontális kéreggel és a limbikus területekkel kapcsolódnak (jutalmazó rendszer részei, diszfunkciójukkor pl skizofrénia), dorzális területek mozgásszabályozás. A nucleus caudatus és a Putamen a substantia nigra-val reciprok kapcsolatban van, fő kimenete a

globus pallidus.

A substantia nigra részei: pars compacta és pars reticulata. A pars reticulata reciprok kapcsolatban áll a nucleus caudatussal és a putamennel. Bazális ganglionon kívüli kapcsolatai a fej- és szemmozgások koordinálásában vesznek részt. Dopaminerg neuronokból áll.

Globus pallidus részei: pars externa kimenete a nucl. subthalamikus, a pars interna kimenete a nucl. Subthalamicus és a thalamus.

Funkció:

Sokféle neurotranszmitter fordul elő a basális előagyi magokban: ACH. GABA,
Dopamin

Fő hatás a talamuszra: gátlás

Fő funkciója a „motoros mozgások fékje”

Ahhoz, hogy mozdulatlanul tudjunk ülni szükség van az összes mozgás megfékezésére kivétel azok amik kialakítják az ülés alatti testtartásunkat.

Majd ahhoz, hogy megmozduljunk a testtartást fenntartó egyes reflexek gátlására van szükség.

Ha a bazális agy működése károsodik két alapvető funkciózavar keletkezik:

Extra, nemkívánatos mozgások jelenléte

Mozgáskivitelezés nehézsége, zavara

Bazális ganglionok károsodása:

Parkinson kór: substantia nigra DAerg neuronjainak pusztulása
putamen dopaminerg bemenete csökken –kérgi aktivitás gátlása érvényesül
Nyugalmi remegés, izommerevség, mozgás meglassultsága

Huntington chorea

Hirtelen fellépő, gyorsan lezajló akaratlan mozgások (choerák)
Idegsejt-pusztulás a BG és agykéreg területén -örökletes

Felhasznált irodalom:

https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/2011_0001_524_Elettan/ch10s06.html

<http://fb.lt.cz/en/skripta/regulacni-mechanismy-2-nervova-regulace/8-motoricke-funkce/>