

**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  $\alpha$ -moto-

neuronjainak közvetítésével.

Magasabb központokból

kontroll.

Szenzoros információk

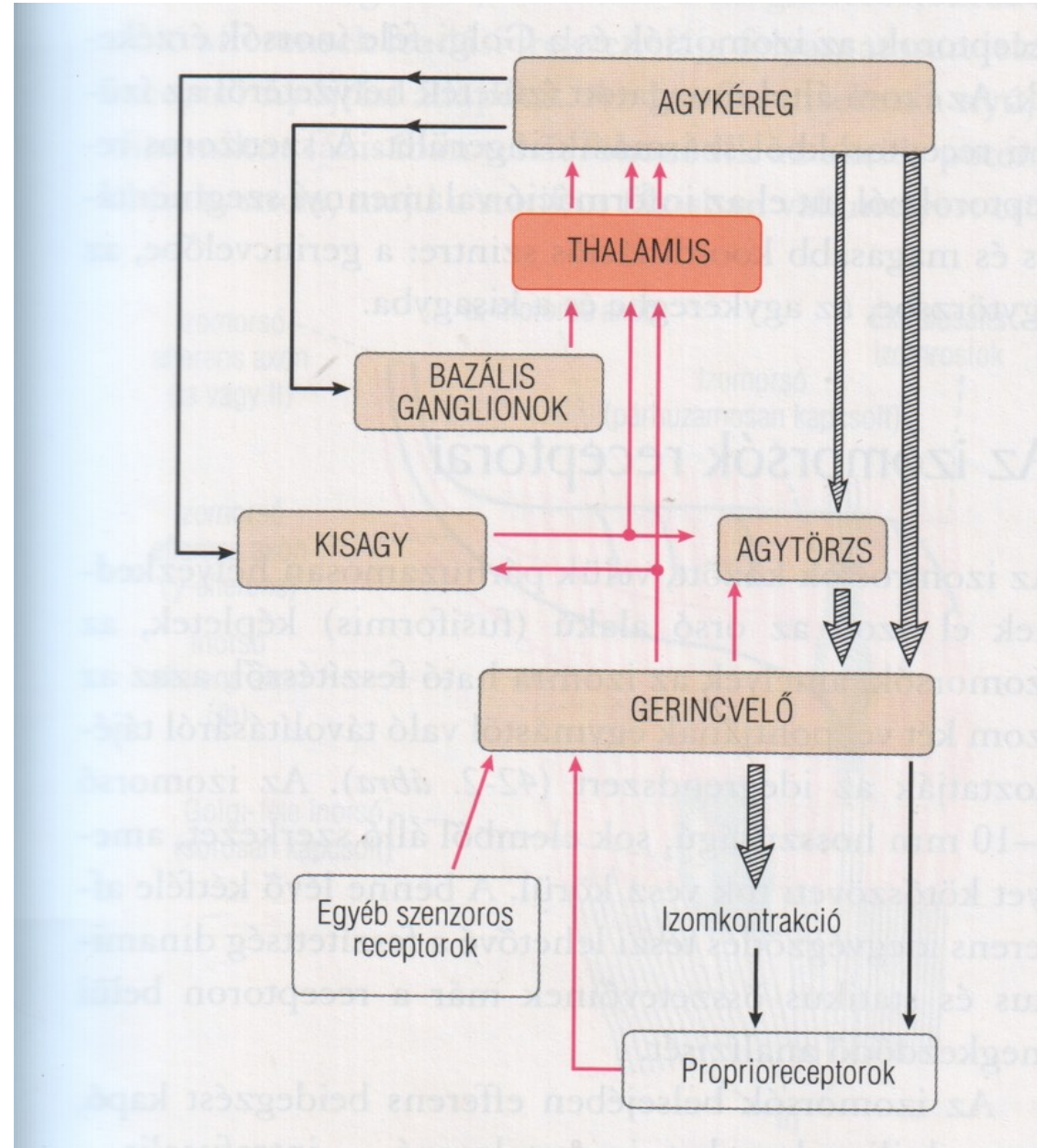
feldolgozása minden szinten

folyamatosan.

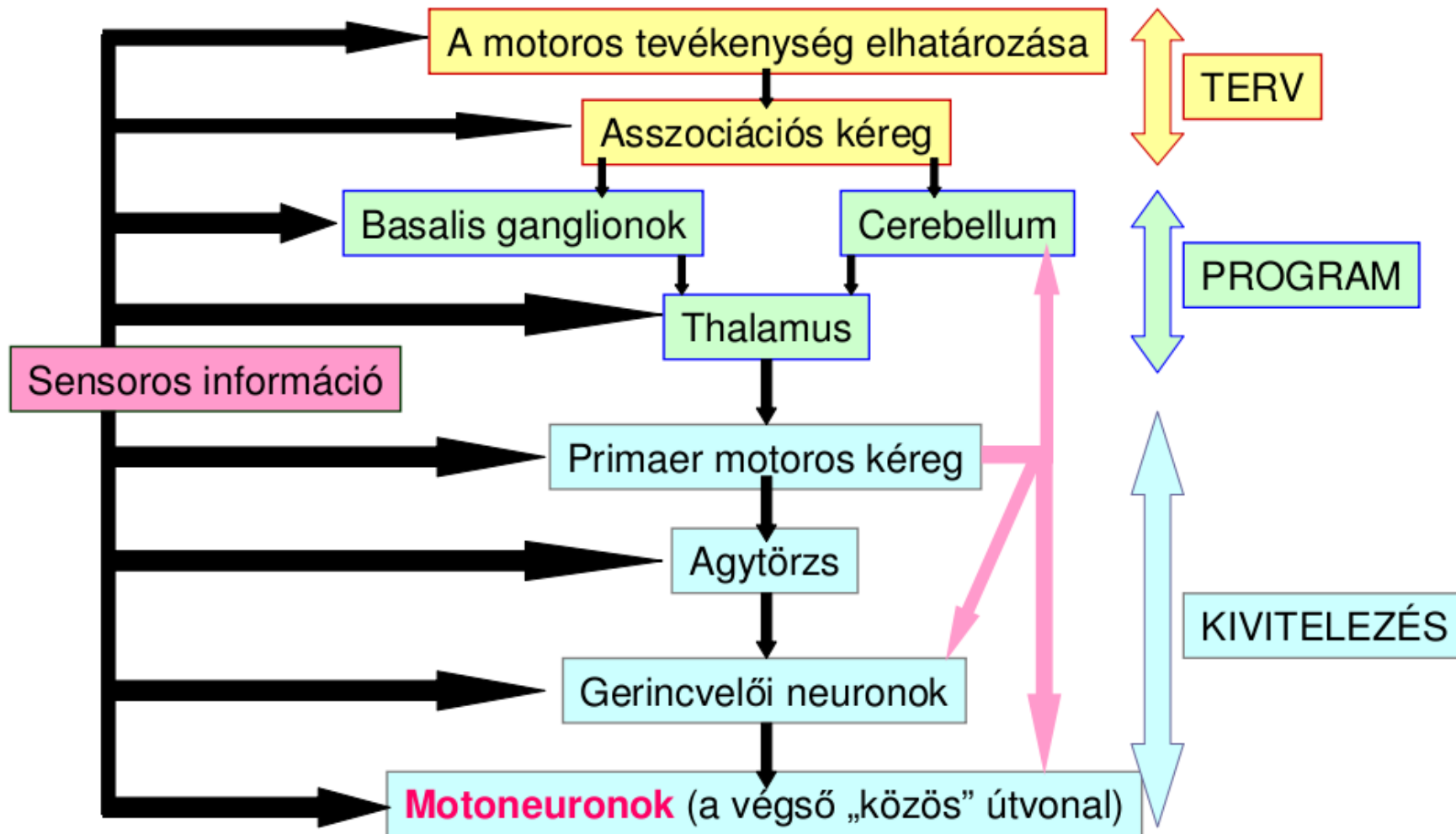
Szomatotópia: szomszédos

izmokat szomszédos neuronok

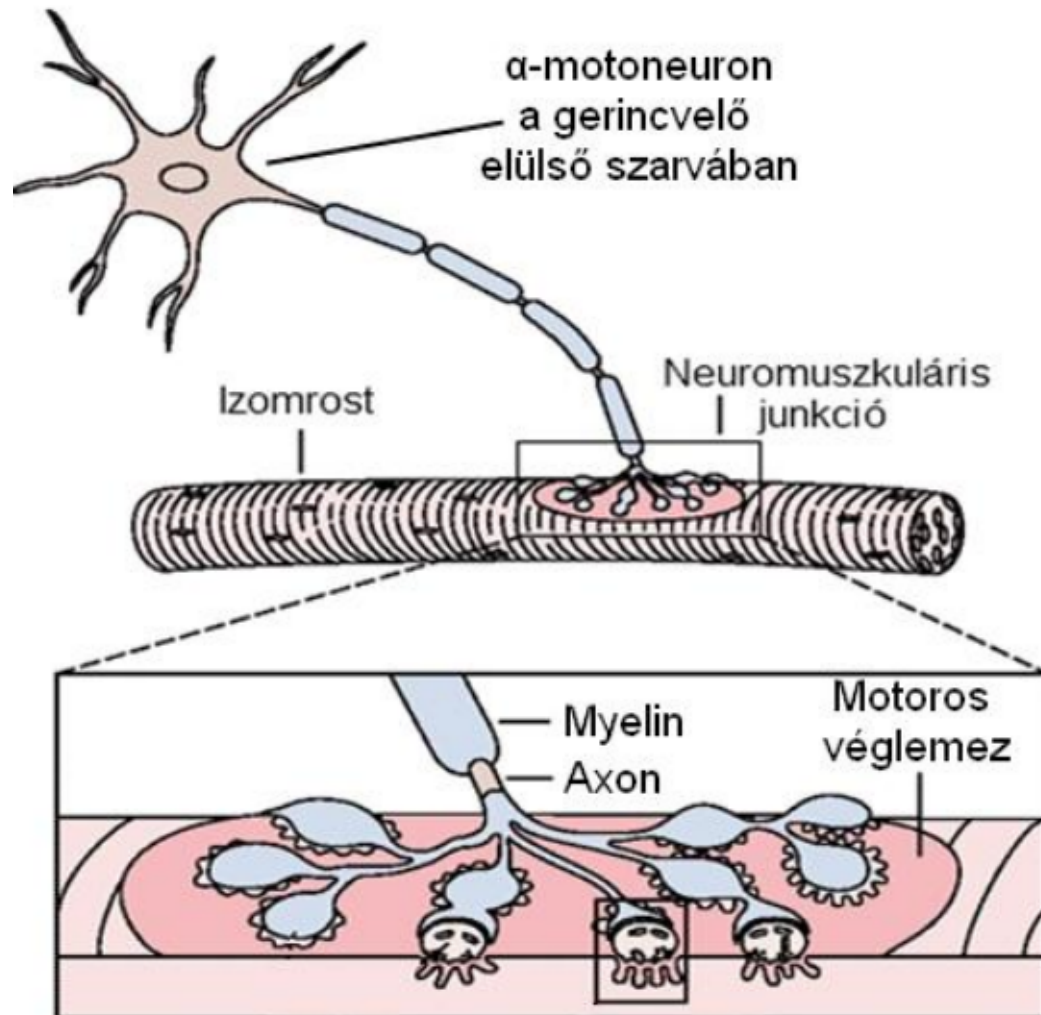
idegzik be.



# A motoros rendszer szerveződése



Gerincvelő:



α-motoneuron: izmokhoz

γ-motoneuron: izomorsókhoz

Neuromuszkuláris kapcsolat:

transzmitter: ACh

Motoros egység:  $\alpha$ -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:

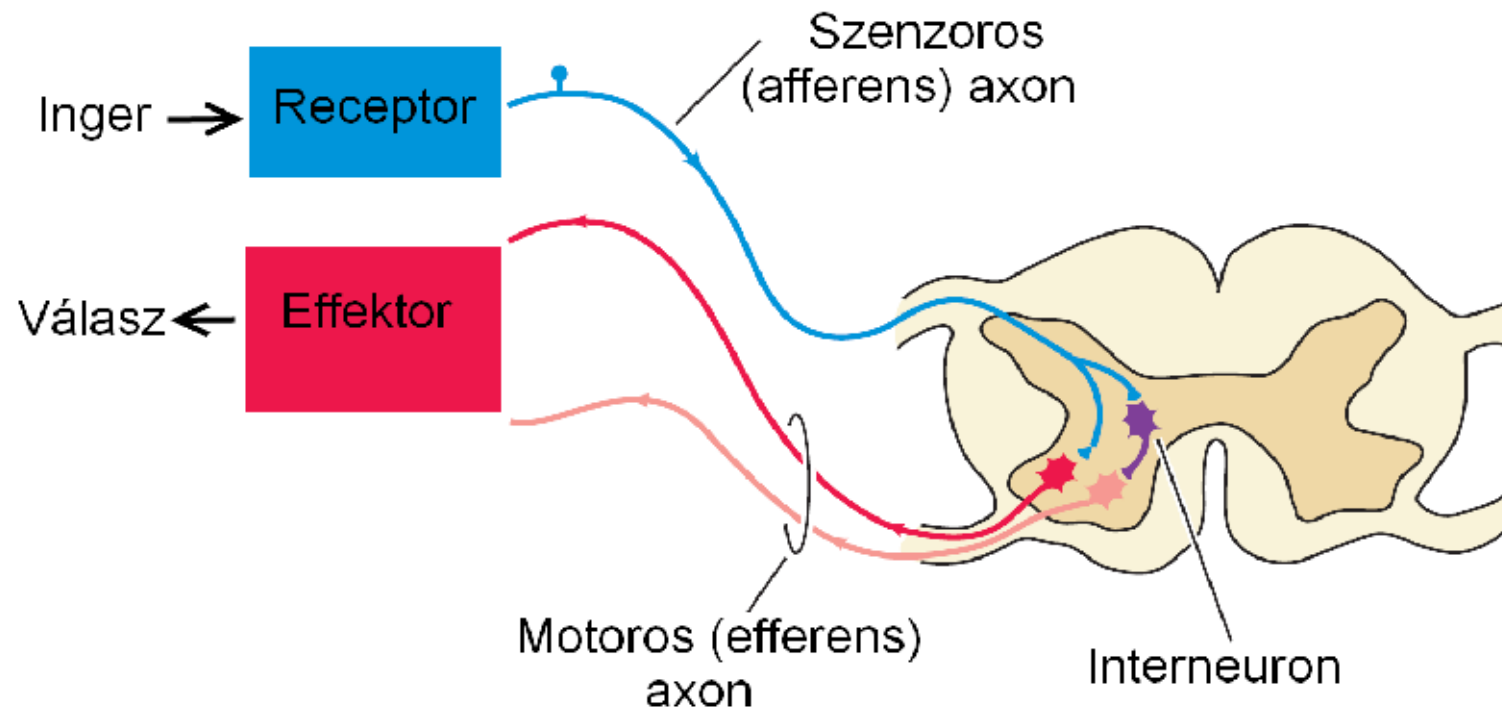
S -> FR -> FF

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:





## Gerincvelői reflexek:

### Nyújtási reflex:

monoszinaptikus reflexív

pl patella reflex

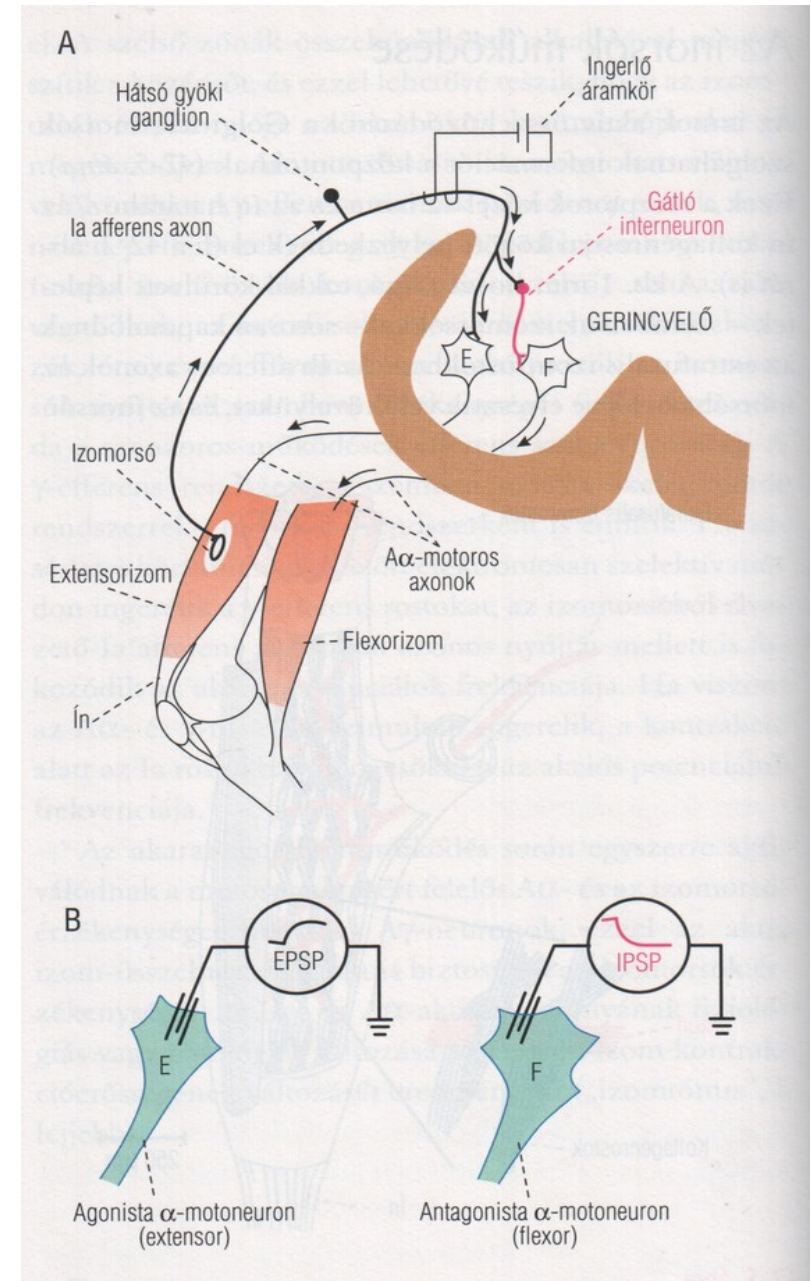
izom megnyújtását eredményező passzív

feszítés ugyanezen izom reflexes

összehúzódásához vezet.

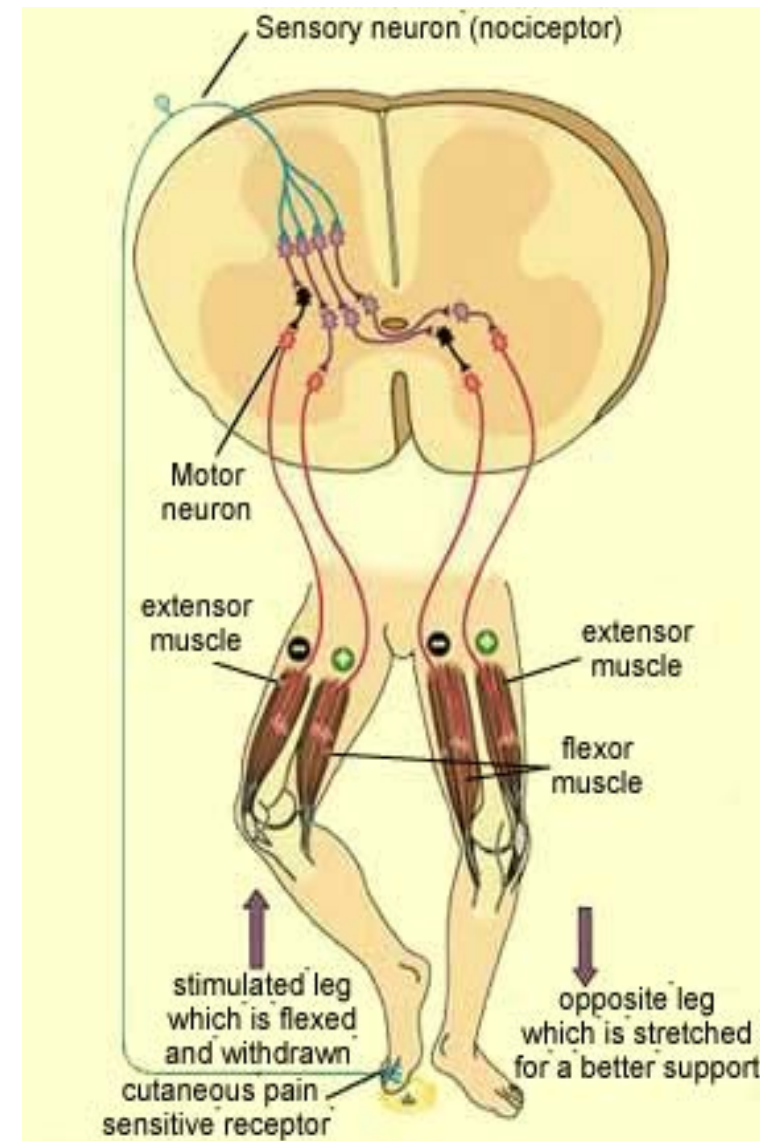
izom hosszának állandóan tartásában játszik

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.

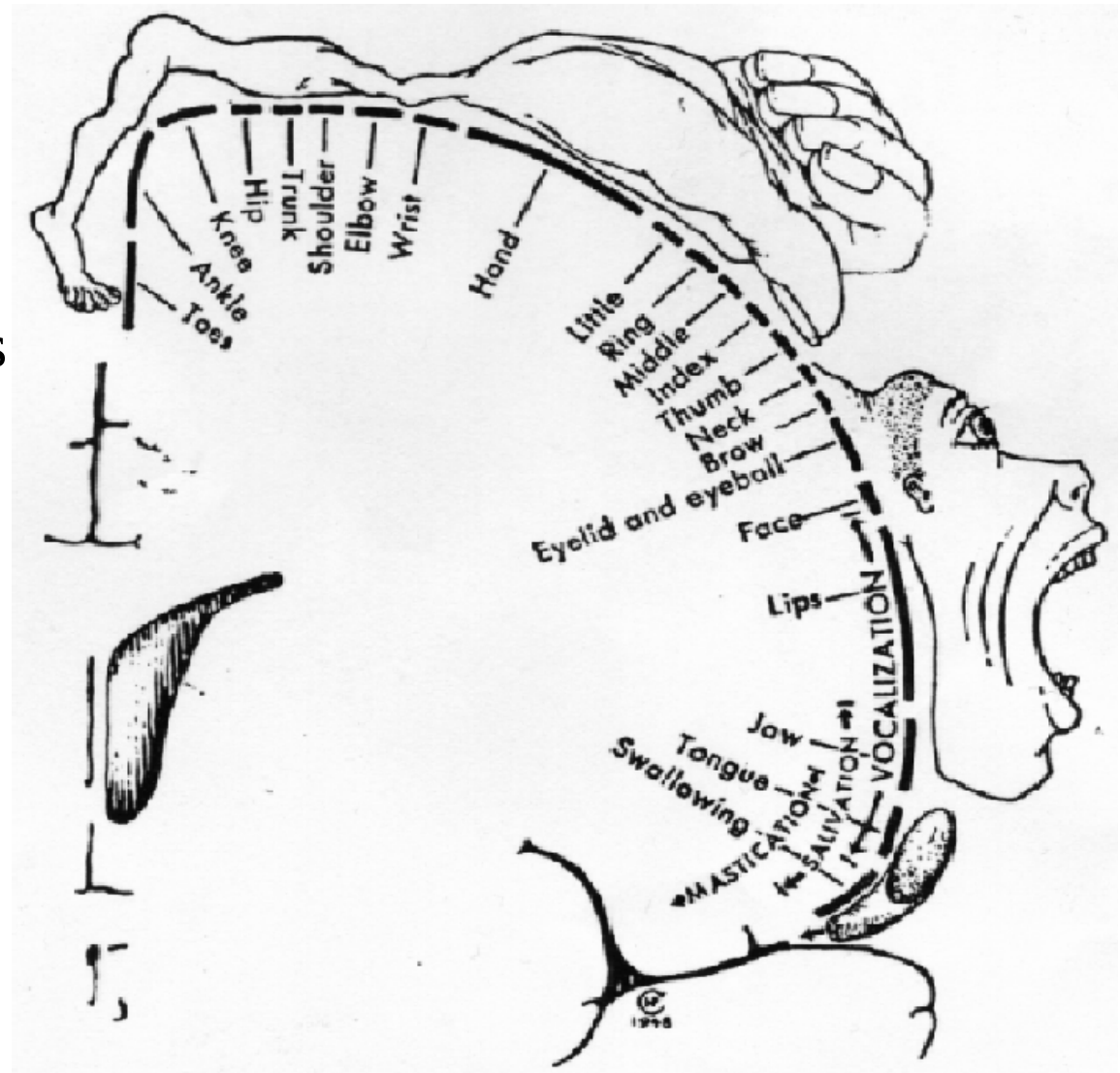
Az izomtónus megfelelő átrendezésének hiányában a mozdulat kezdetén felborulhat az egyensúly, ezért a motoros kéreg az izomtónust a tervezett mozgáshoz megfelelően alakítja.

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.



## 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  $\alpha$ -motoneuronokon végződnek, kevesebb a  $\gamma$ -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

- Mozcás erejét
- Mozcás 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 afferenciája:**

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 mozgása

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

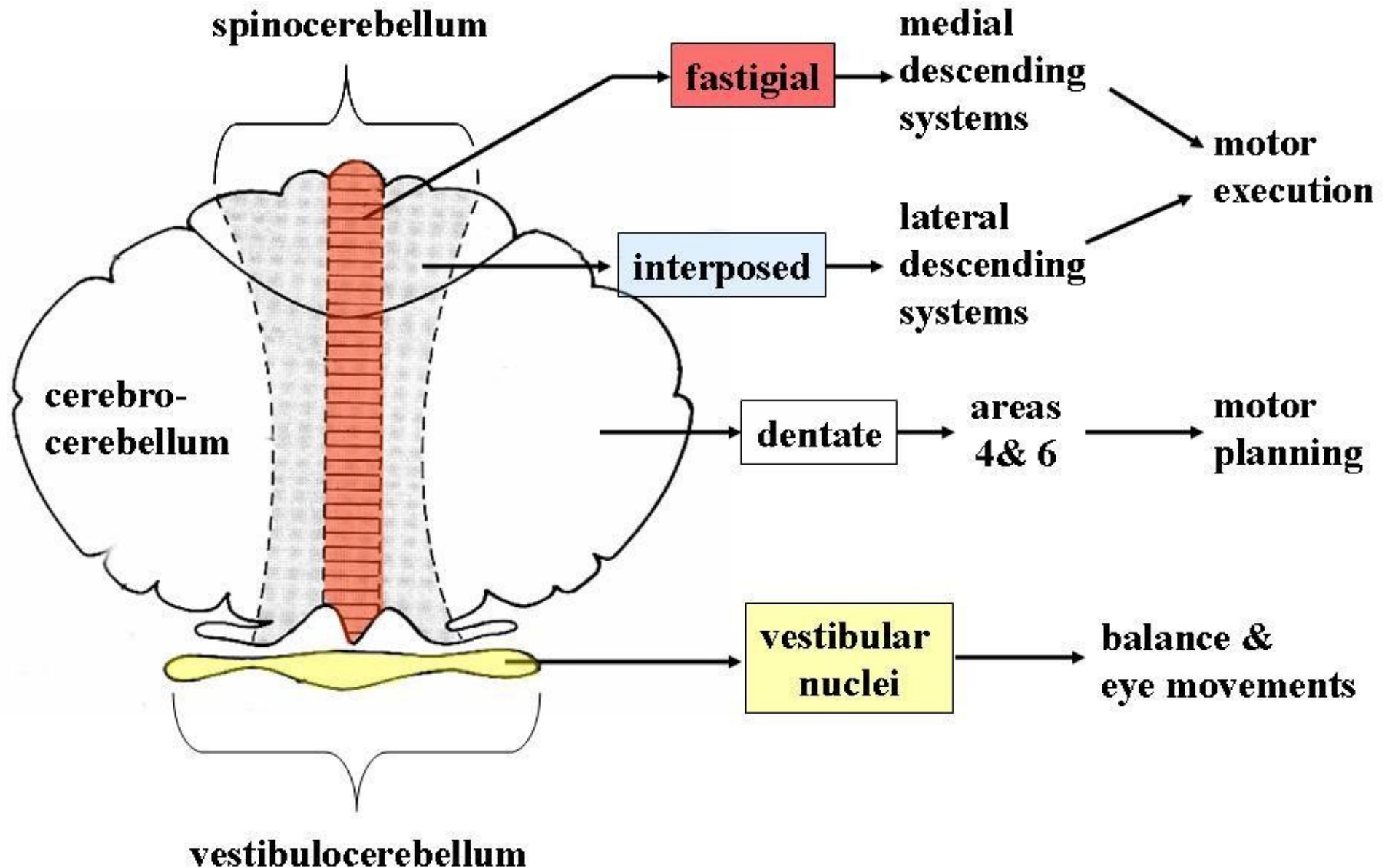
- Nagy ügyességet kívánó, tanult, akaratlagos mozgások

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.

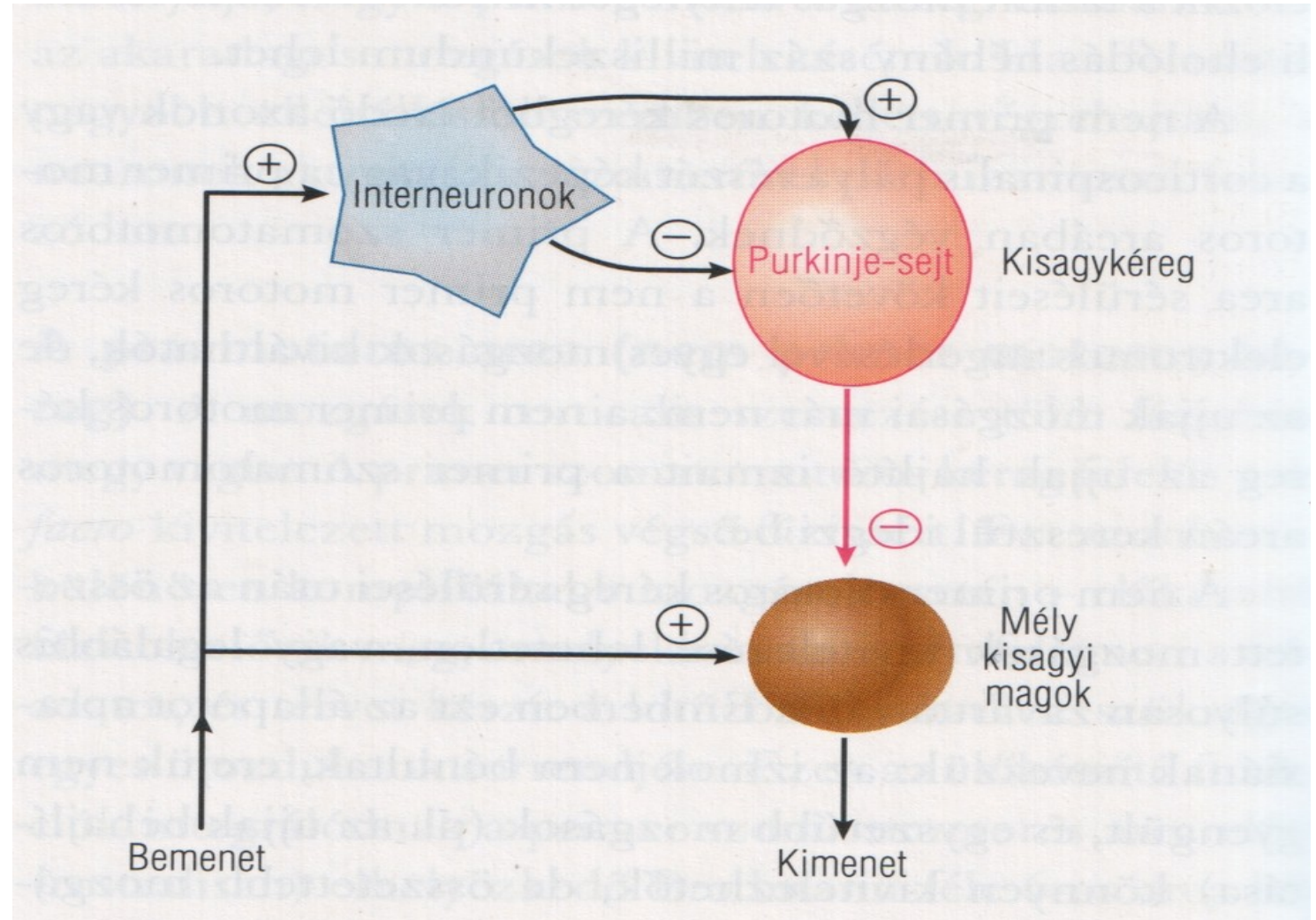
Kisagyi károsodást kimutattak sok kognitív funkciókat érintő betegségnél is (autizmus, skizofrénia)

# 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:

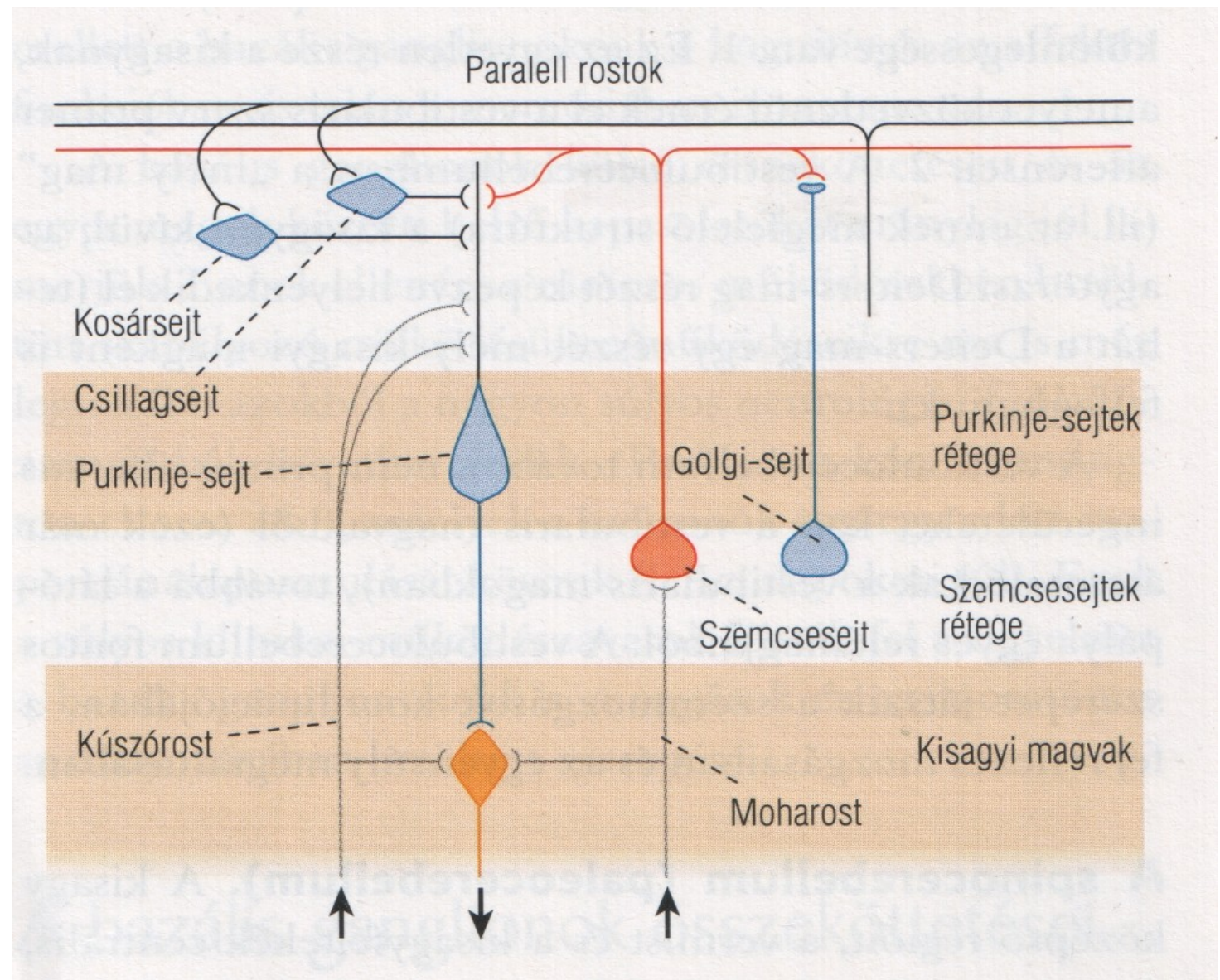
nyúltvelői oliva

inferiorból

paralell rostok:

szemcsesejtek

axonjai



# Kisagyi kapcsolatok:

serkentő:

moharostok

szemcses sejtek parallel

rostok

kúszóróst

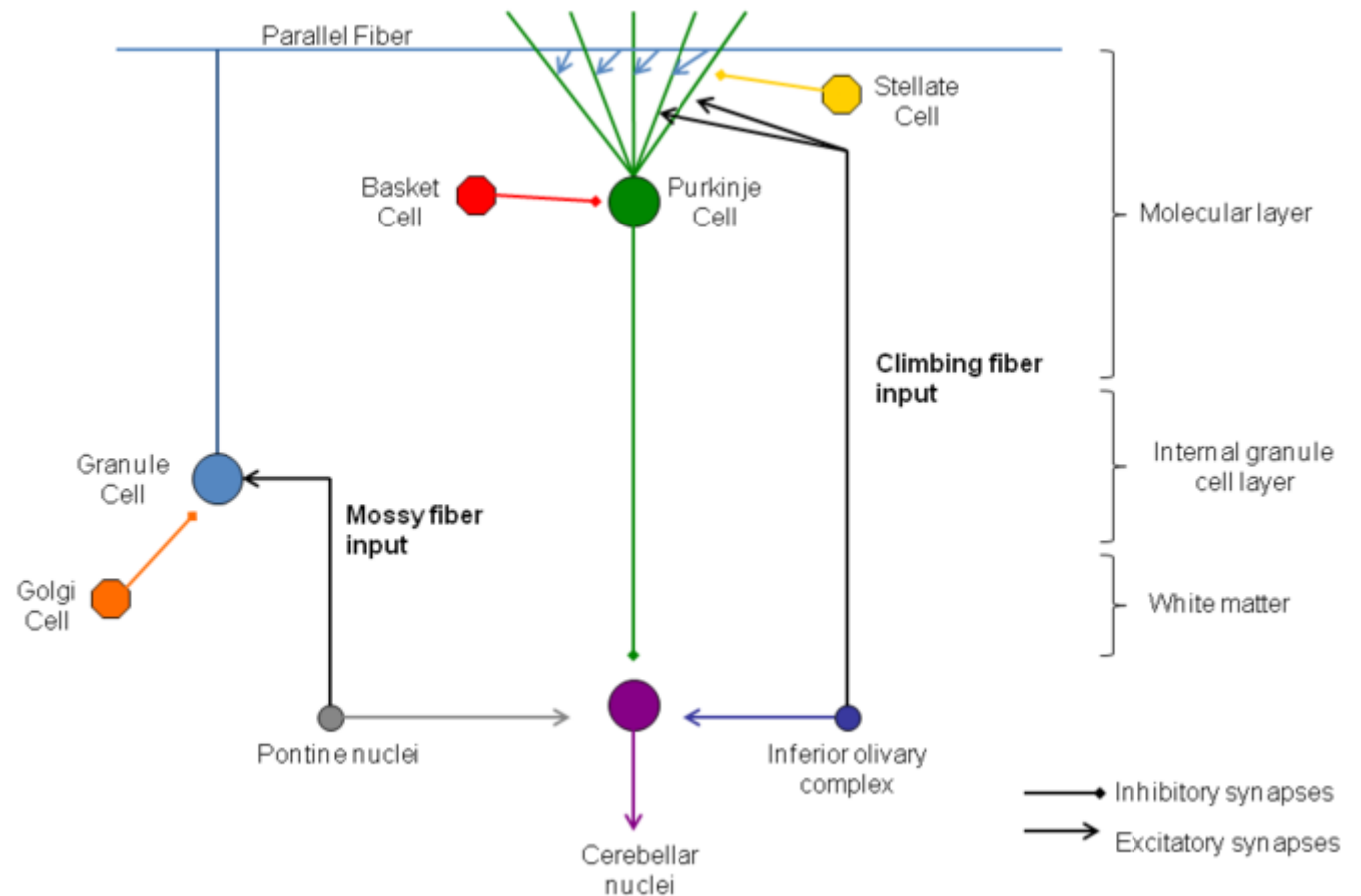
gátló:

Golgi sejtek

Purkinje sejtek

kosársejtek

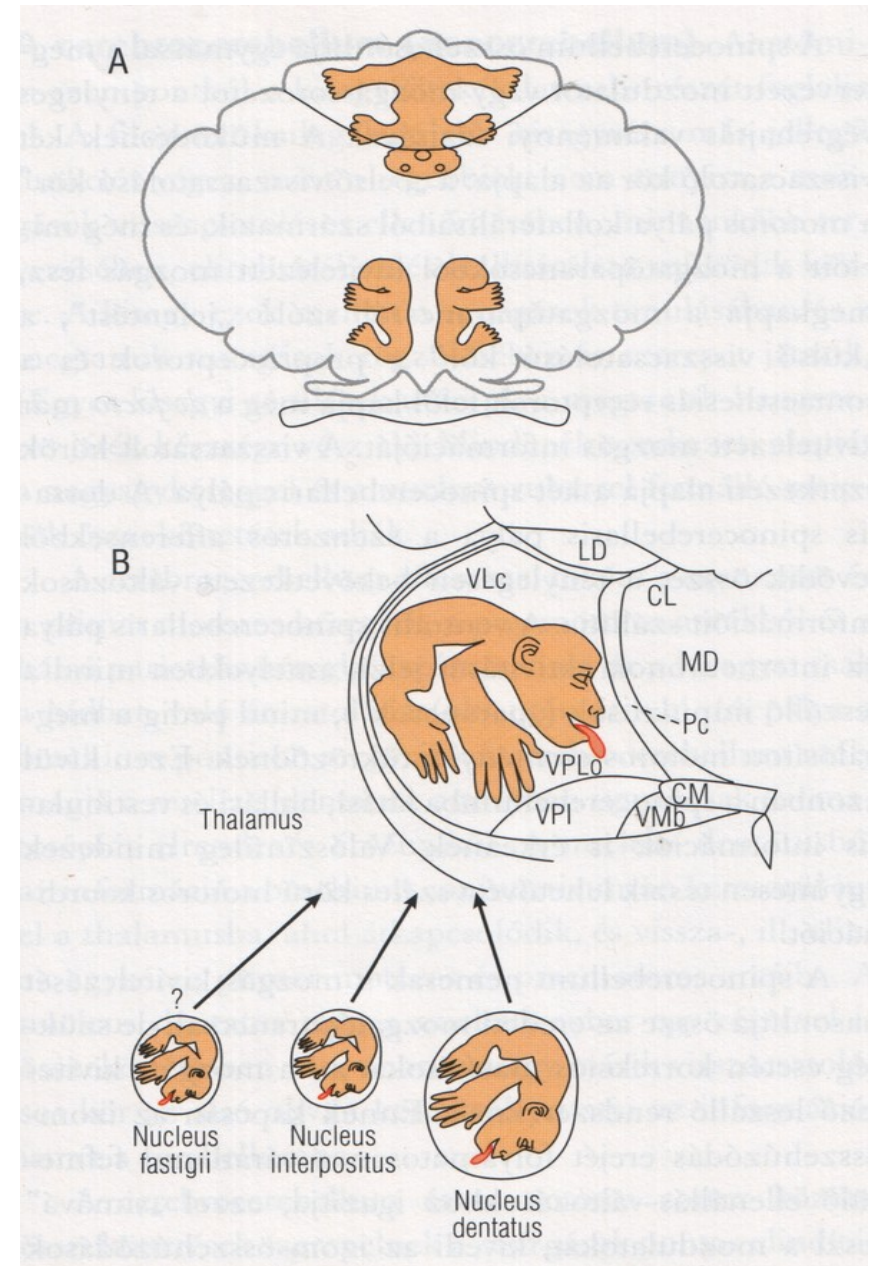
csillagsejtek



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 mozgáshullámszerű, 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

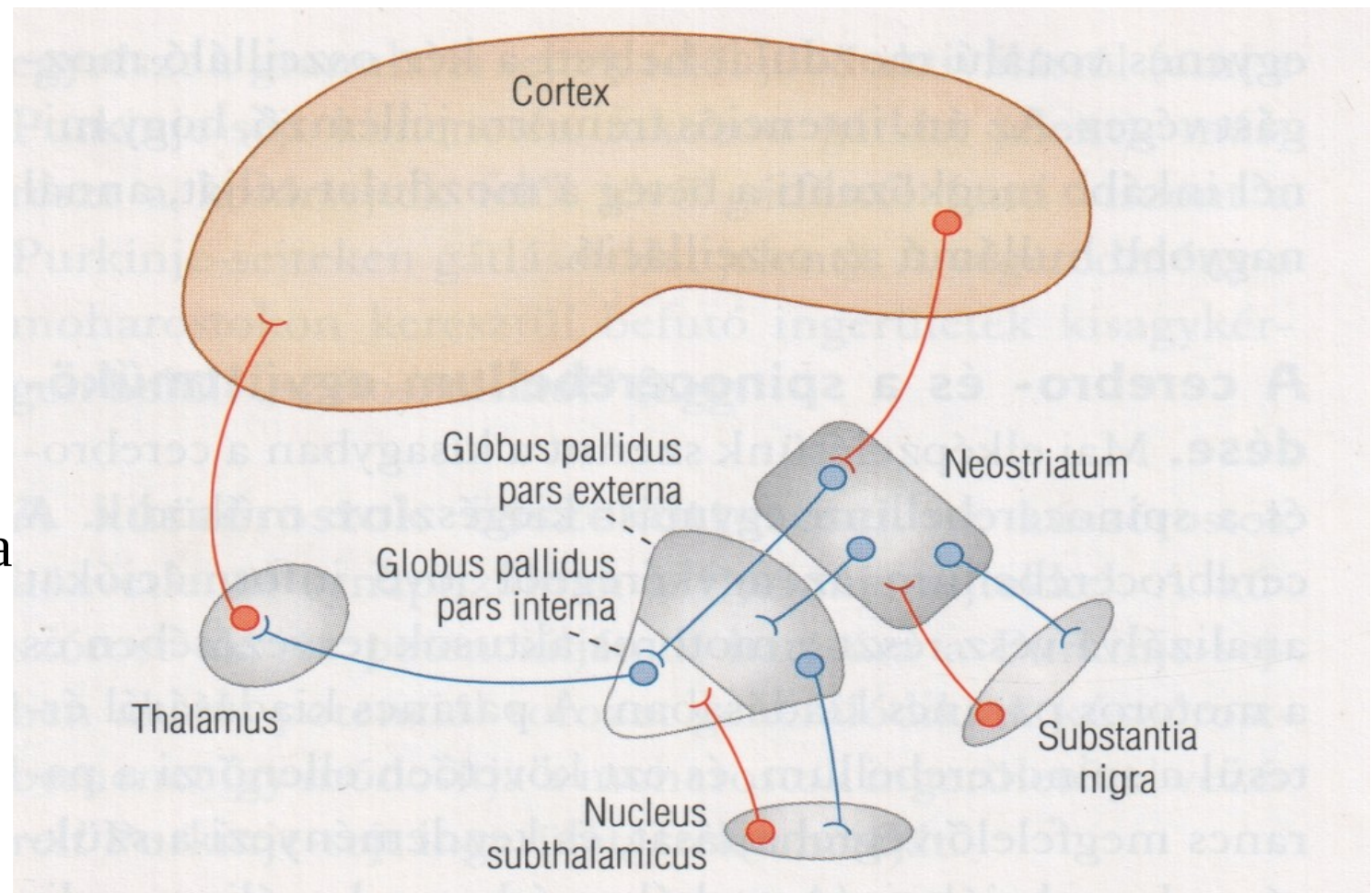
## Bazális ganglionok:

1. Neostriatum:  
nucleus caudatus  
és putamen

2. Pallidum  
(globus pallidus)

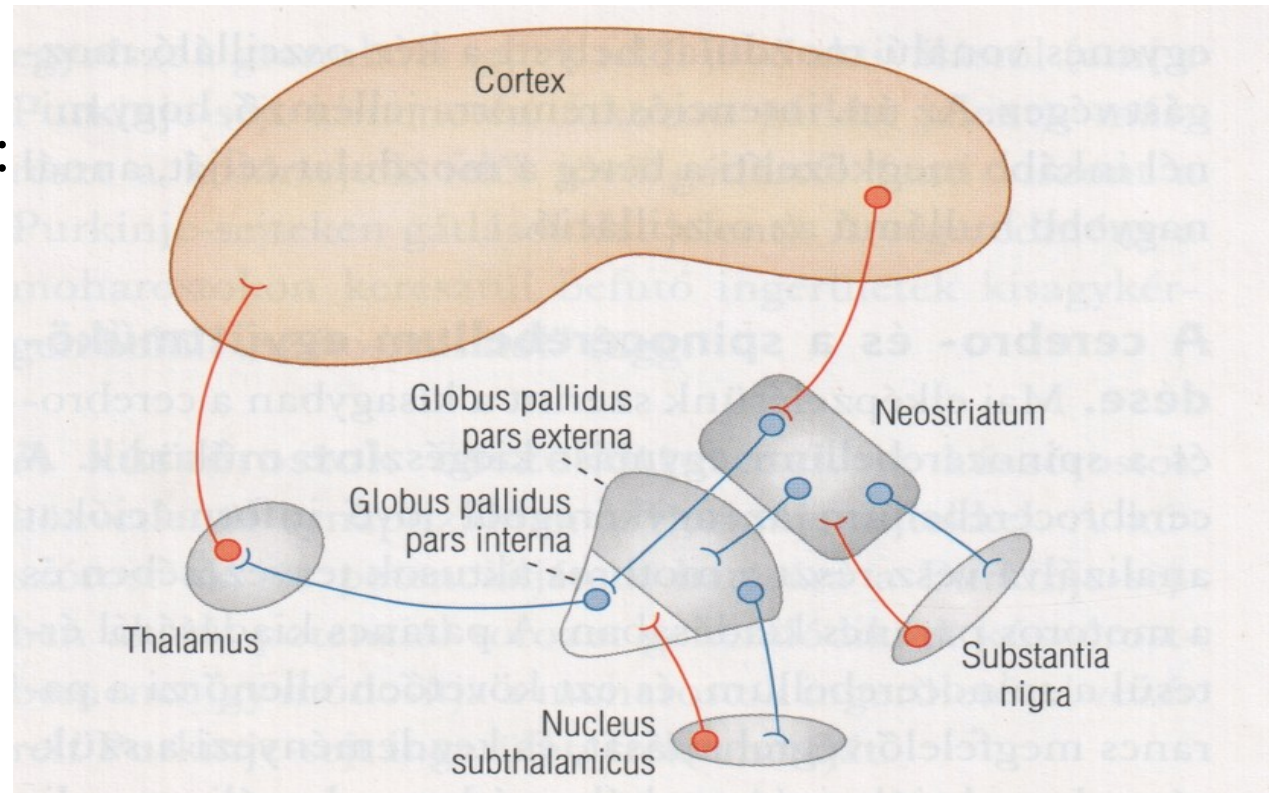
3. substantia nigra

4. nucleus  
subthalamicus



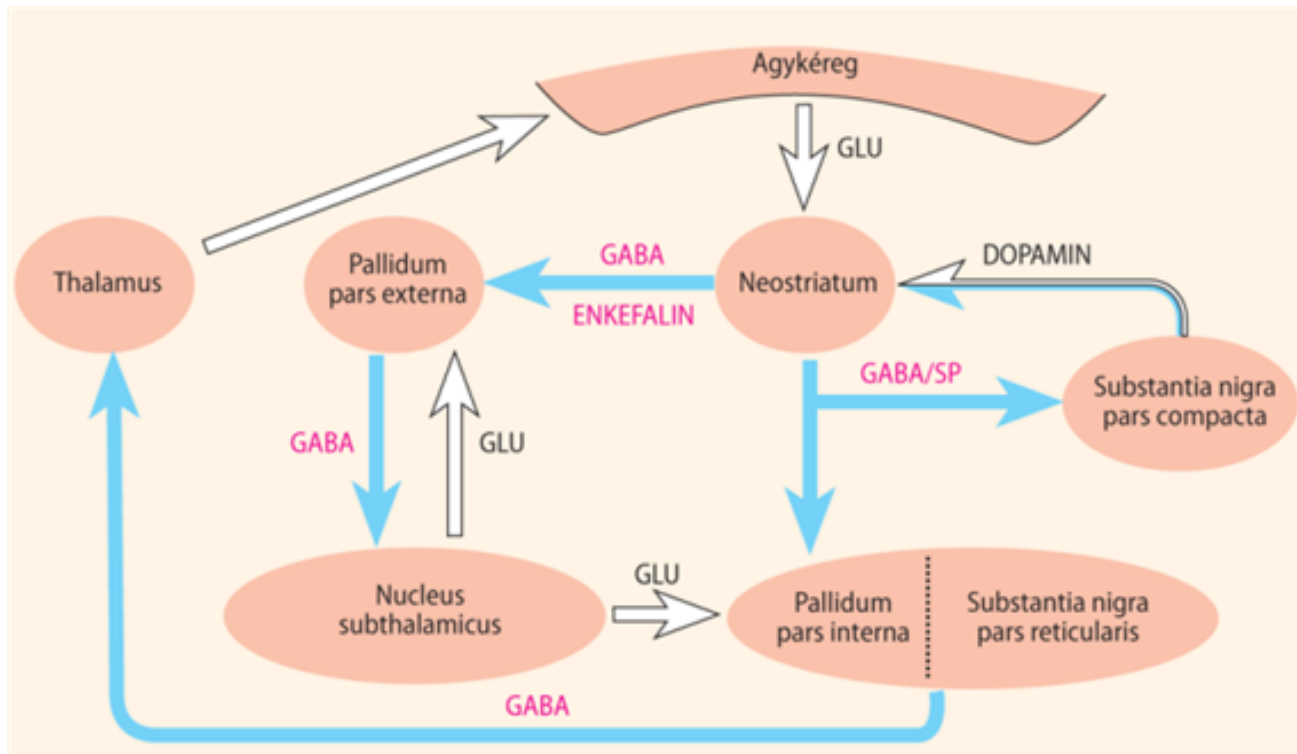
## Feladata:

- 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

[https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/2011\\_0001\\_524\\_Elettan/ch10s06.html](https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/2011_0001_524_Elettan/ch10s06.html)