

Észlelés

A szenzoros és motoros funkciók
szerveződése és integrációja

Példák a tapintáson keresztül, MERT...

- relatíve jól feltérképezett
- jól szemlélteti a szenzoros és motoros rendszer interakcióját
- bizonyos alapfogalmak bevezetése egyszerűbb
- következő féléves részletesebb tananyag

Ahogy a legutóbb is...

- Út:
 - Taktilis inger → bőrben mechanoreceptor → elektromos aktivitás → különböző állomások

3 anatómiai szempont

- Relatív keves típusú neuron
 - Hasonló struktúra, funkció
- Nucleusokból álló cluster-ek az agyban és a gerincvelőben, összekapcsolódva funkcionális rendszert alkotnak
- A kéreg egyes területei szenzoros, motoros vagy asszociációs funkcióra specializálódtak

Fontos elvek, szabályszerűségek

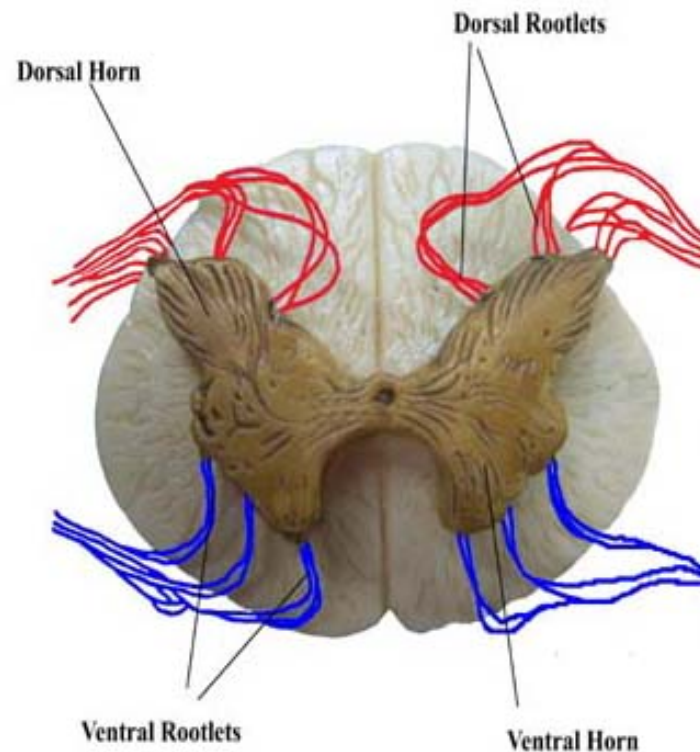
- Bármely komplex viselkedés - nucleusok és kérgi területek integrált akciója
- Hierarchikus feldolgozás
- Kéreg alatti és kérgi területek
- Anatómiailag elkülöníthető pályák szimultán feldolgozása
 - Cél: az agy komputációs kapacitásának növelése

Ezek alapján a tapintás...

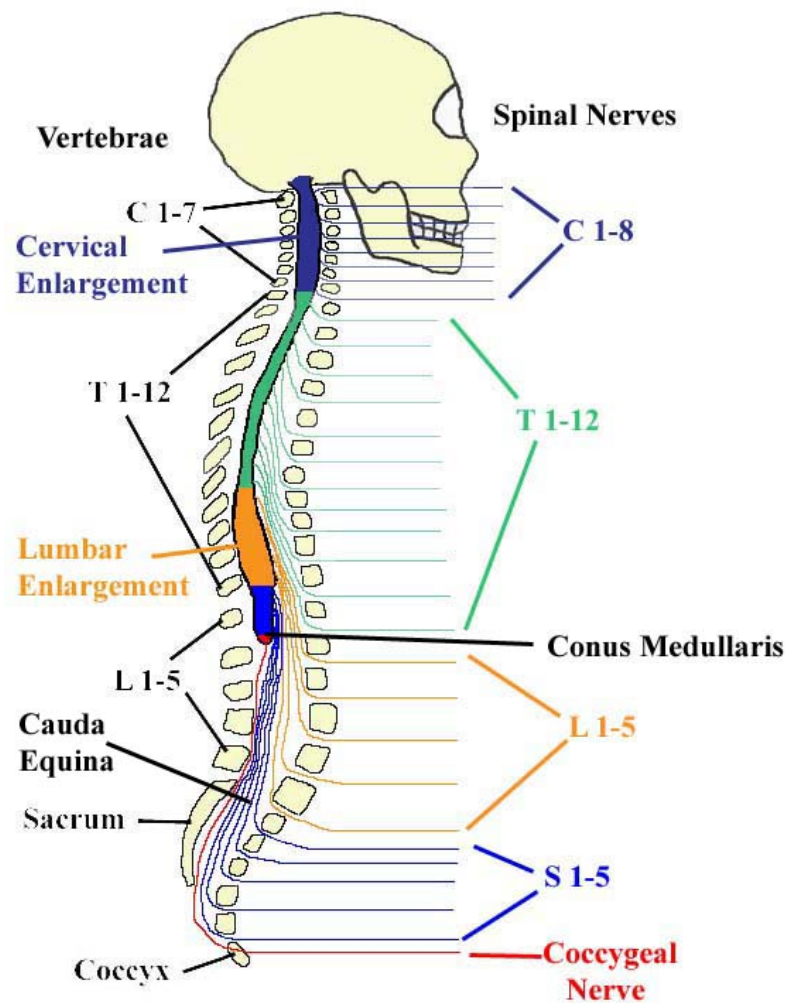
Repetitio est mater studiorum

- Törzs, végtagok szenzoros info → gv
- Dorzális szarv – szenzoros
- Ventrális szarv – motoros
- DE: motoros neuronok NEM rendeződnek cluster-ekbe, inkább kolumnák
- Különböző típusú interneuronok (sz.á.) – infómodulálás: szenzoros neuronoktól agy felé + parancsok magasabb központoktól a motoneuronokhoz

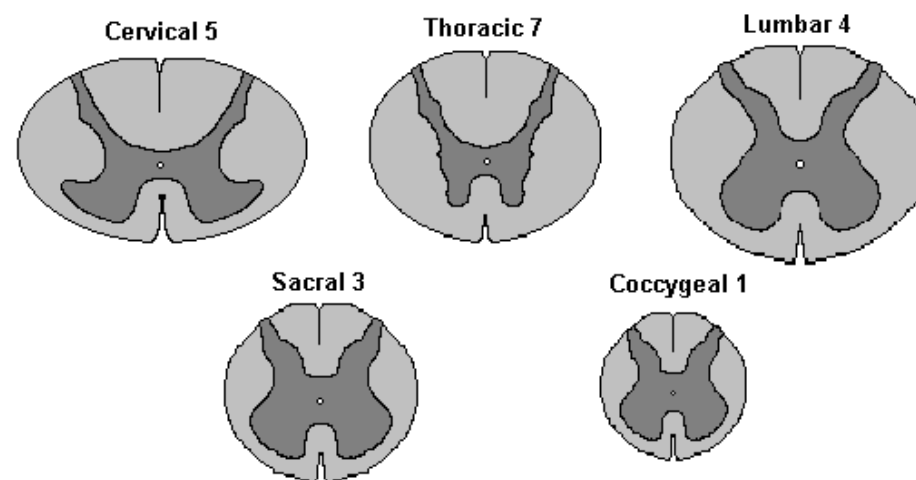
- Fehérállomány: dorzális, ventrális, laterális
 - Fel- és leszálló axonok
 - Dorzális: csak felszálló
 - Ventrális és laterális: mind2
 - Felszálló (szenz.), párhuzamos pályák, fájdalom, hőinfó
 - Leszálló (motoros), izmok, pozitúra kontrollja



Gerincvelő - 4 fő régió



- Cervikális
- Thoracális
- Lumbális
- Sacrális



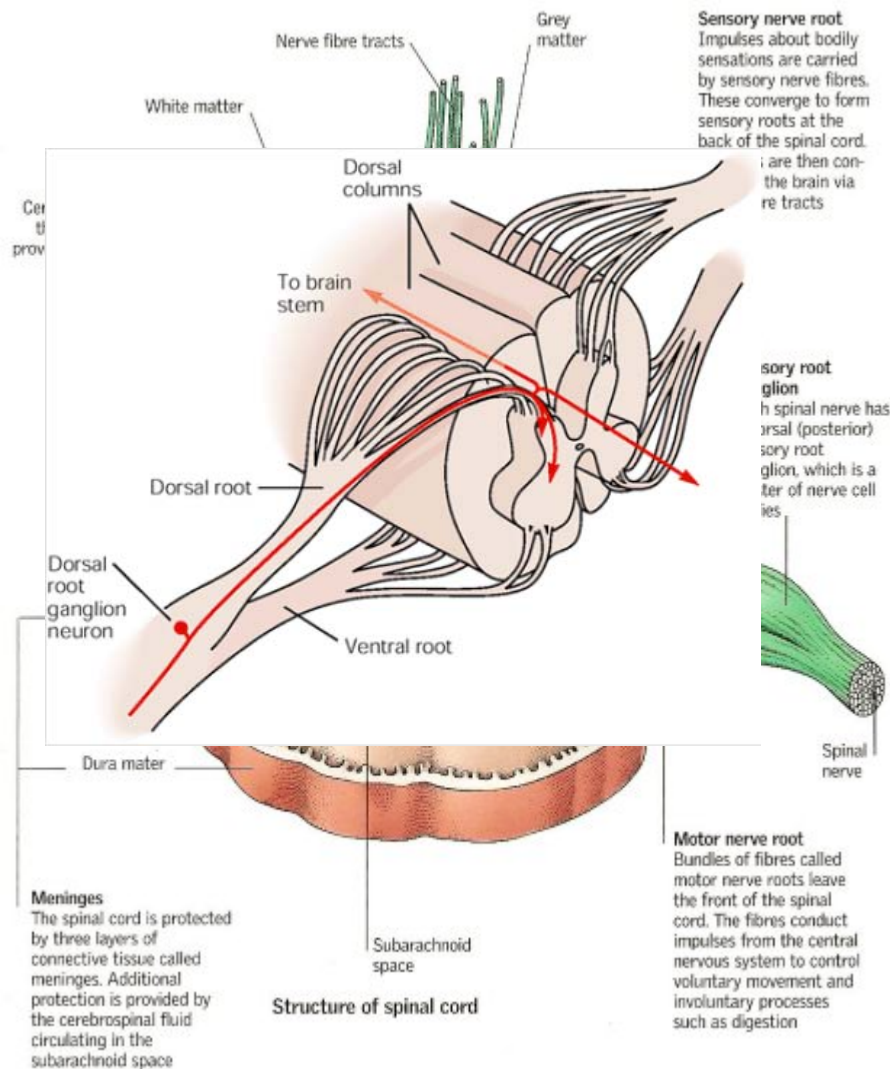
Gerincvelői idegek

- Szegmensekből kilépő, a testi struktúrákat beidegző axonok összessége
- Cervikálisok: szenzoros/motoros – fej hátulja, nyak, kar
- Thorakális: felső törzs
- Lumbális, szakrális: alsó törzs, hát, lábak
- C(8), T(12), L(5), S(5)

Keresztmetszet

- Változó méret, alak
- Ok (f.á.):
 - Szakrálisan kevés belépő axon
 - Cervikálisan: sokkal több leszálló axon (azaz nagyobb f.á.)
- Ok (sz.á.) = szarv méretének változása:
 - Nagyobb ventrális: végtagok beidegzése
 - Nagyobb dorzális: végtagok, mivel szenzoros receptorok nagyobb eloszlása

Törzs és végtagok elsődleges szenzoros neuronjai



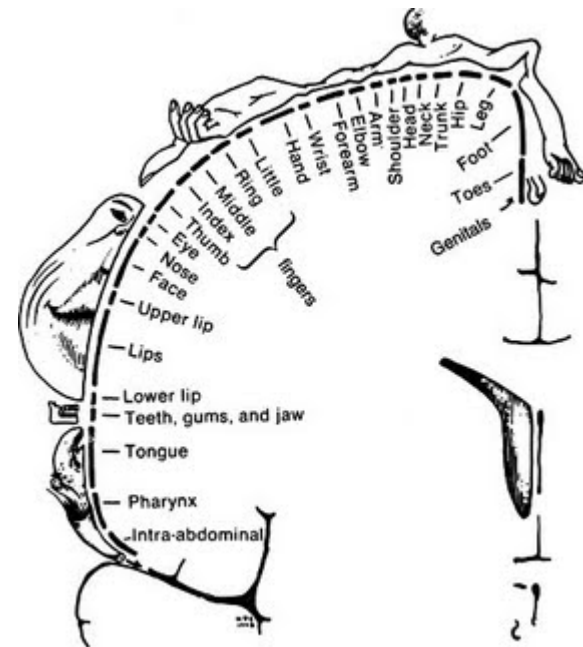
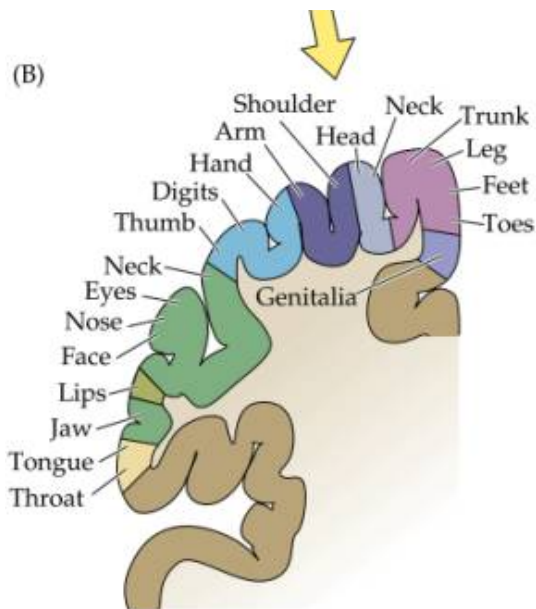
- clusterek a dorzális gyökér ganglionokban
- Neuronok pseudounipolárisak → bifurkális axon
 - Centrális és perifériás ágak

Centrális versus perifériás

- Centr.: a gv dorzális szarvának közelében
→ ágakra bomlik → sz.á. vagy a gv és a medulla találkozásánál lévő nucl.-hoz száll fel
- Perif.: bőr, izom, más szövetek
- Tehát vagy felszálló vagy lokális
 - Felszálló: agyba infó (pl. tapintás, fájdalom, pozíció-érzékelés)
 - Lokális: reflexhálózatok aktiválása

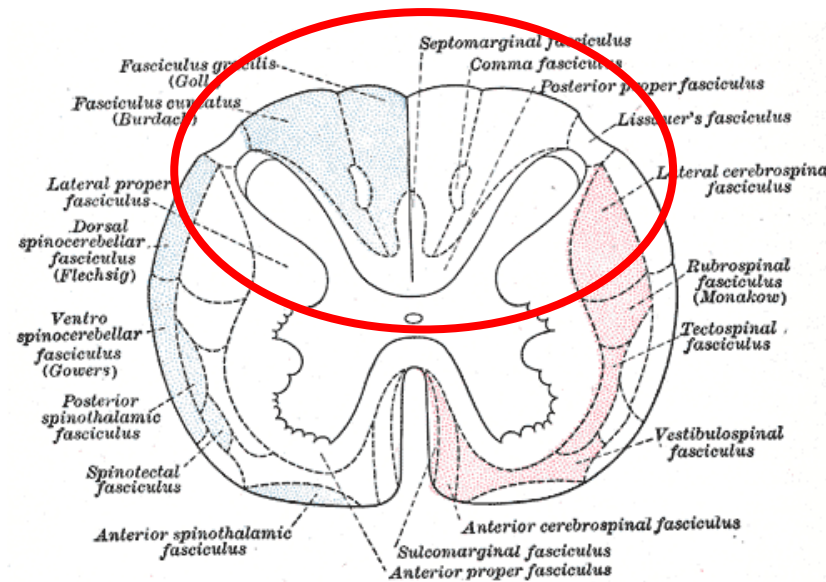
Szomatotópia

- Def.: a dorzális gyökér ganglion sejtjeinek centrális axonjai a testfelszín egy neuronális térképét formálják



Szerveződésük

- Szakrális régiókból jön → gv → dorzális köteg (kolumnák) KÖZÉPVONAL MELLETT
- Minél magasabbról, annál laterálisabban a dorzális kolumnákon BELÜL

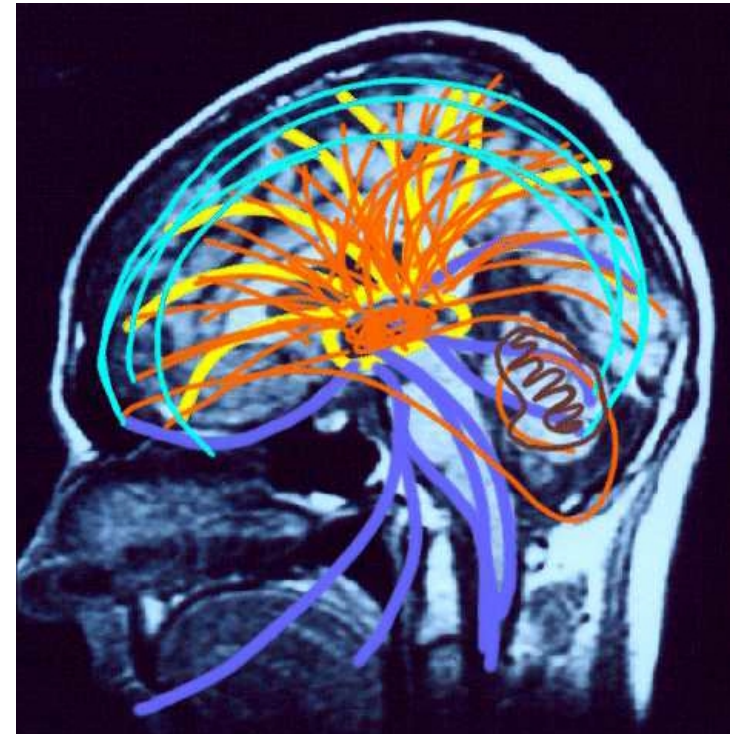


Szabály

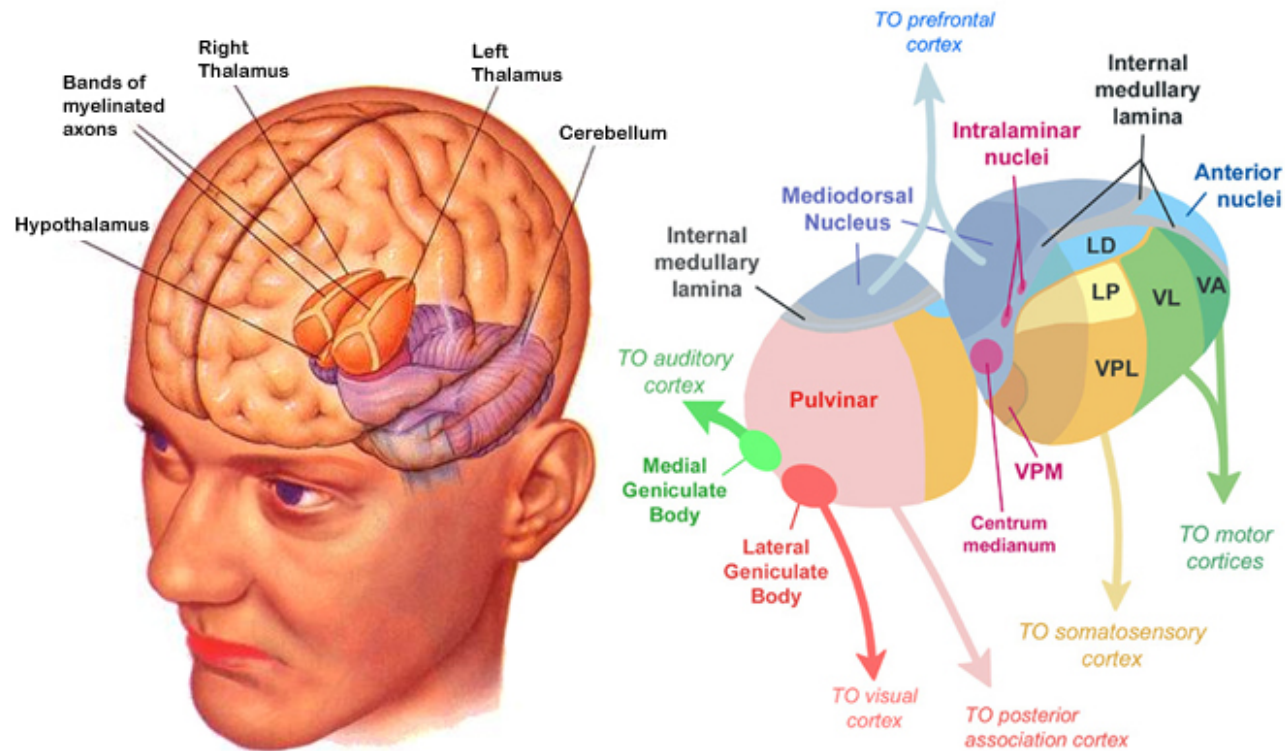
- Minden egyes szomatikus szubmodalitás különböző, a perifériából az agyba tartó alrendszeren dolgozódik fel
- Azaz: más pálya – más agyi terület
- Pl. a tapintás „útja”:
 - Elsődleges afferens szálak – ipsilateralis dorsalis kolumnák és contralateralis kolumnák (átkereszteződés nélkül) – felszáll a medullába – hosszú szálon (lemn. med.) Thalamusba (nucl. ventr. posterior) /lentről=lateralis, fentről=medialis/

Thalamus

- A diencephalon dorzális része
- Szenzoros receptorok és kéreg közötti kapcsolat
- Szenzoros input → primer kéreg
- Nem csupán relay
- Kb. 50 thalamus nucleus
 - Van, ami 1 adott modalitásra specifikus → spec. területre projektál
 - Axonok – belső kapszulán keresztül neocortexbe
 - Kivétel: külső kagyló (nucl. reticularis) – Thalamuson belüli projekció/feedback

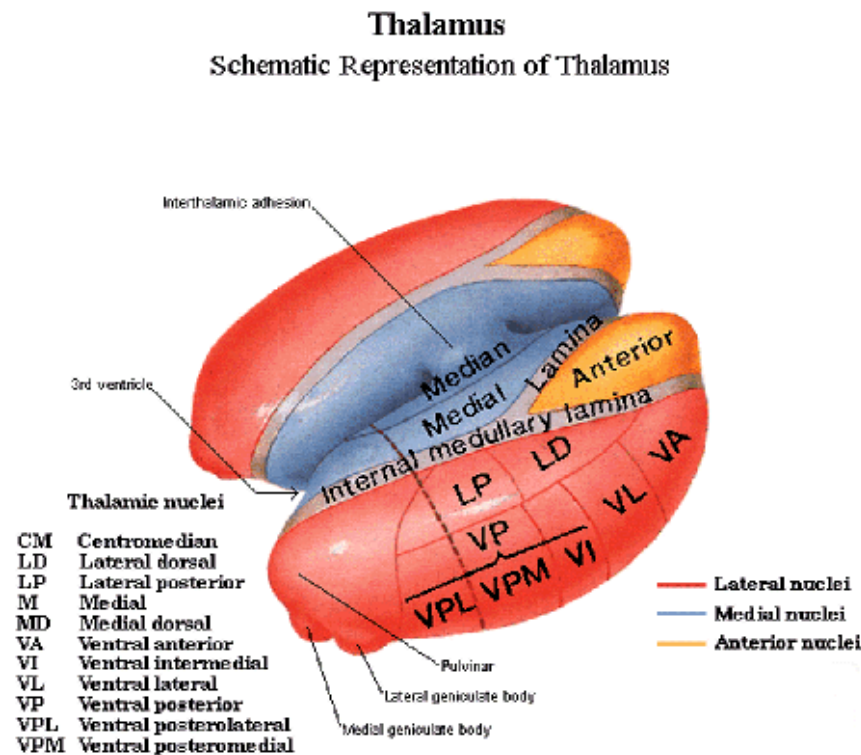


Thalamus magvak



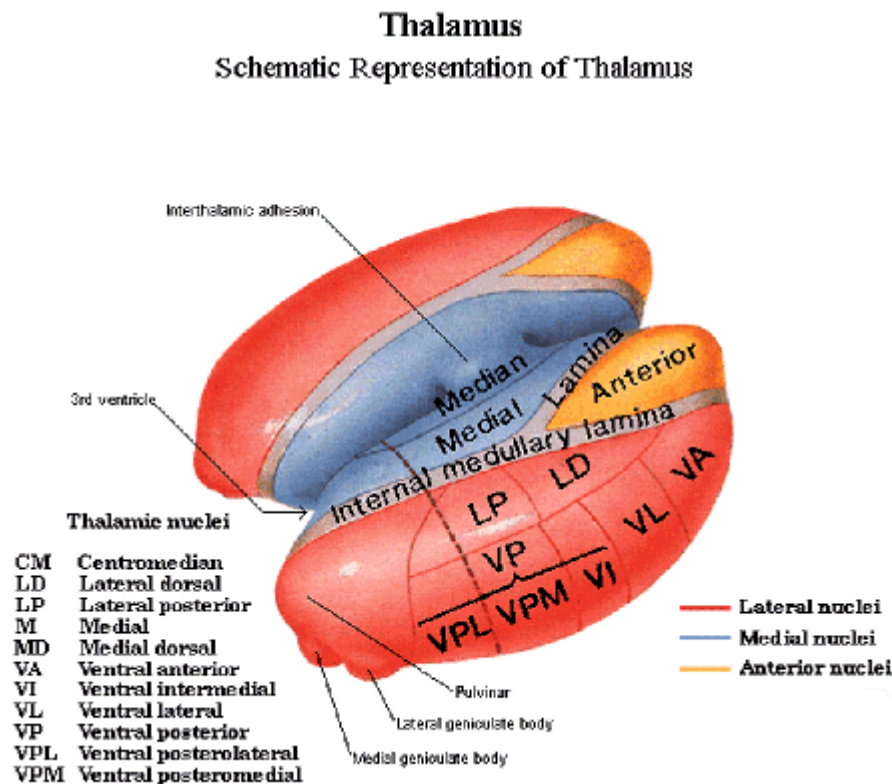
- 4 fő csoport: anterior, mediális, ventrolaterális, posterior
- Emellett: középvonalban lamina

Anterior Thalamus



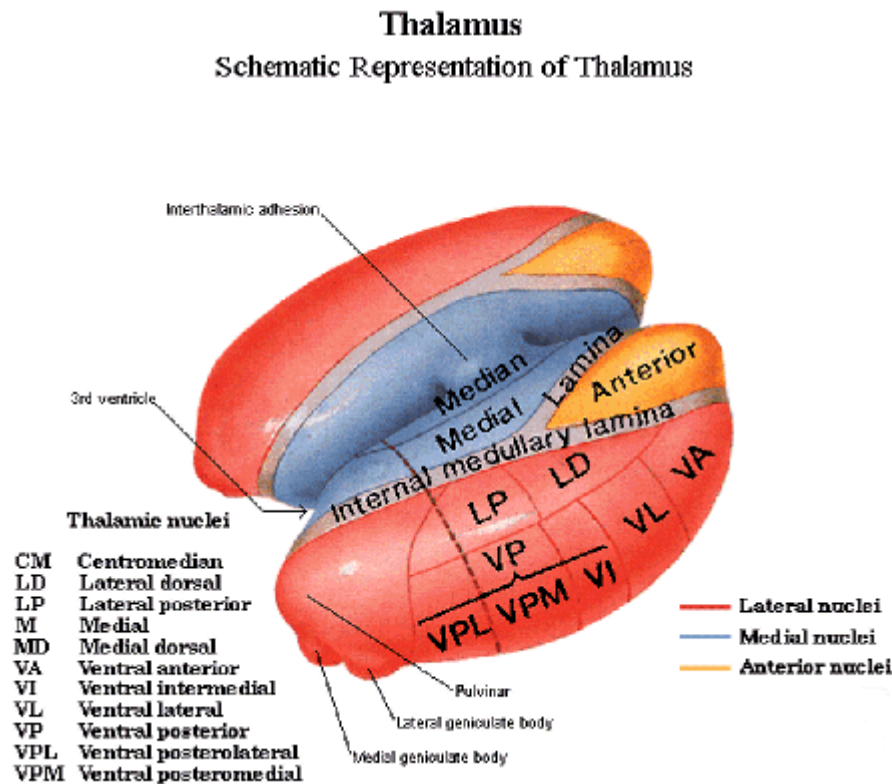
- Csupán 1 nucleusból áll
- Fő input:
hypothalamus nucl.
mamillaris és
hippocampus
presubiculum
- Szerepe???? Talán:
memória, érzelmek
- Kapcsolat: cingulum,
frontális kéreg

Mediális Thalamus



- Főként dorsomedialis
- Három alosztálya van, mindhárom a frontális kéreggel áll kapcsolatban
- Input: BG, amygdala, középgagy
- Szerep: memória

Ventrális és posterior Thalamus

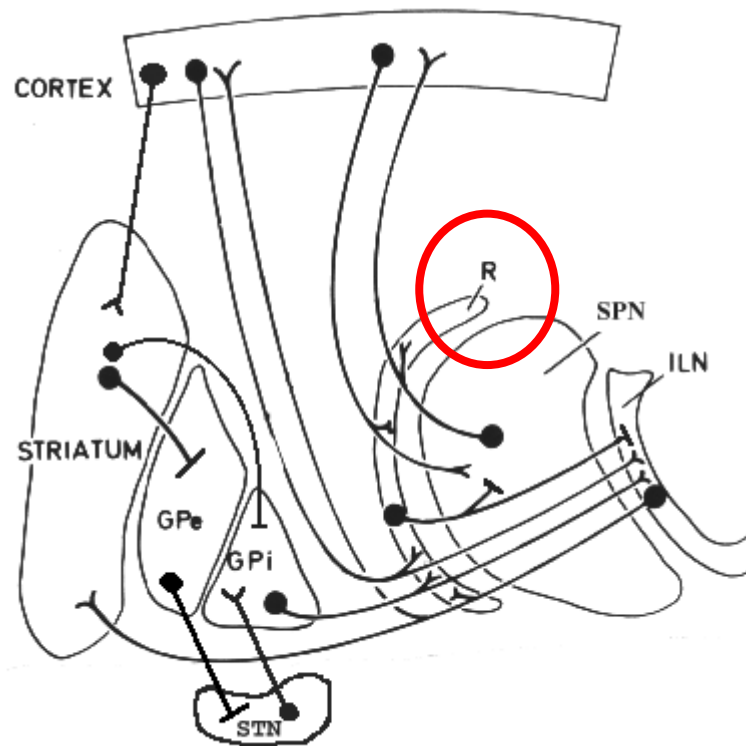


- Ventrális anterior/laterális
- Motoros kontroll
- Input: BG, kisagy, onnan motoros kéreg
- Ventrális posterior laterális – S1 (szomatoszenzoros infó)
- Posterior: CGL, CGM, laterális posterior, pulvinar
- Pulvinar: minimum 3 alrész, párhuzamos fejlődik a posterior parietális asszociációs kéreggel, kapcsolat: parietális, temporális, occipitális kéreggel, látáshoz kapcsolat agytörzsi nucleusokkal + visszainfó a neocortexből

Thalamus nucleusok másik csoportosítása

- Specifikus = szelektív kapcsolat a neocortex egy részével
- Nem-specifikus = számos kérgi és kéregalatti struktúrával kapcsolat
 - Inkább középvonalban
 - Legnagyobbak: nucleus paraventricularis, nucleus parataenalis, nucleus reuniens, nucleus intralaminaris, nucleus centromedialis
 - Intralaminális: limbikus rendszerbe vagy BG-ba, input: gv, agytörzs, kisagy, feladat: kérgi arousal mediálása, szenzoros almodalitások integrációja

Külső elülső rész

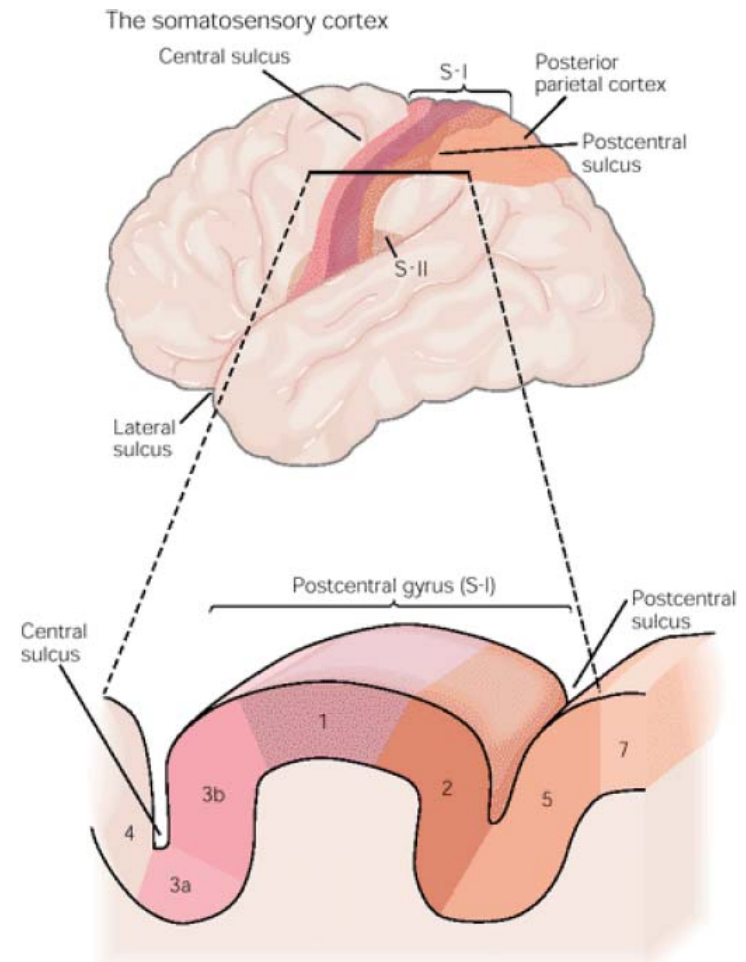


adapted from E. G. Jones, 1985

- Nucleus reticularis (thalami)
- Felhasznált transzmitter: gátló GABA, míg a többi serkentő glutamát
- Nem kapcsolódik a neocortexhez, inkább más thalamikus magvak → monitorozó szerep

A szenzoros infófeldolgozás a kéregben kulminál

- Eddig eljutottunk: Thalamus nucleus ventralis posterior lateralis
- Következő állomás: S1 (=Br3b)
 - Szomatotópia még itt is
 - Wilder Penfield
 - Lenti végtag – középvonal
 - Fenti végtag – laterálisan
- 4 szomatoszenzoros kérgi area: 3a,3b,1,2
 - 3: alap taktilis információ feldolgozása
 - 1: komplexebb
 - 2: taktilis és végtagpozíció – tapintás a tárgyészlelésben



Akaratlagos mozgás – avagy az út visszafelé

- Motoros kéreg (topogr.)=M1 layer V. – corticospinalis tractuson keresztül
- Út: subcorticalis f.á. (internális kapszula) – pyramidalis tractus – 90% átkereszteződik – monosynaptikus motoros neuron + interneuron /nagyobb izommozgásnál ez is/ (ventr. szarv)
- Ehhez még: kisagy, BG

Persze egy „apró” lépés
kimaradt...

avagy:

Hogyan és hol integrálódik a
szenzoros és motoros információ?

Ha nem is az ókori görögök...

- 1870-es évek
- John Hughlings Jackson:
 - A kéregben hierarchikus szerveződés, vannak szimplán szenzoros/motoros areák, de vannak ASSZOCIÁCIÓS területek is
 - Példái: szenzoros információ interpretálása, észlelet és korábbi tapasztalat asszociációja, figyelmi fókusz, környezet explorációja
 - Alap: léziós vizsgálatok



Asszociációs területek

- Út: primer szenzoros – magasabbrendű szenzoros (=unimodális asszociációs, feladata: felszálló infó integrálása egy adott modalitással kapcsolatban) – multimodális asszociációs (több, mint 1) – multimodális MOTOROS asszociációs (Frontális ctx) – magasabbrendű motoros areák (tervezett mozgás + ehhez progi számítása) – premotor és M1

A szomatoszenzoros felfelé vezető út vége

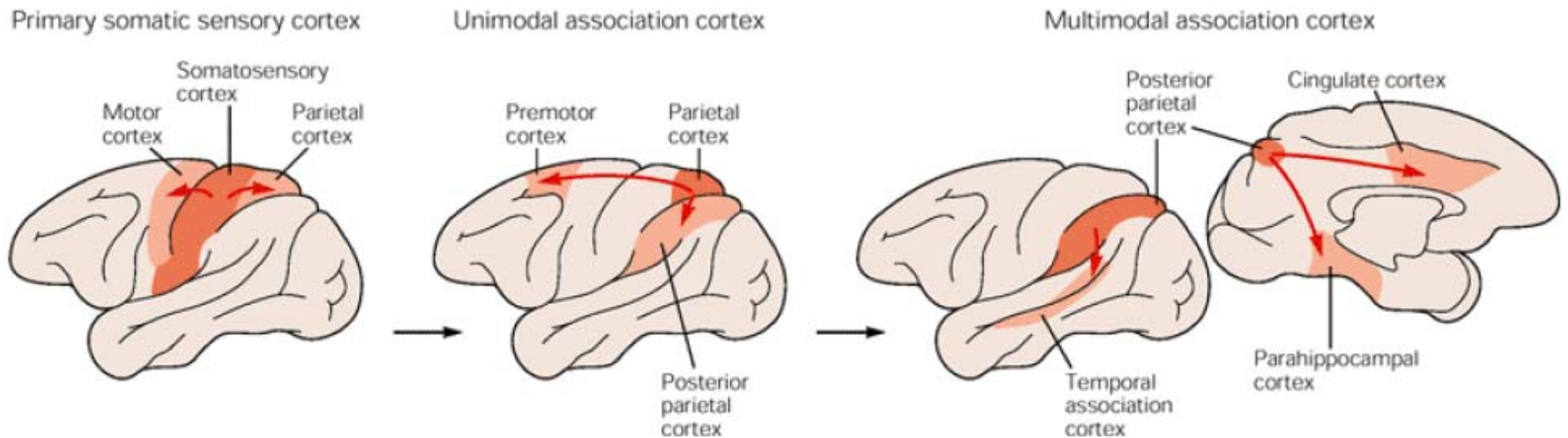
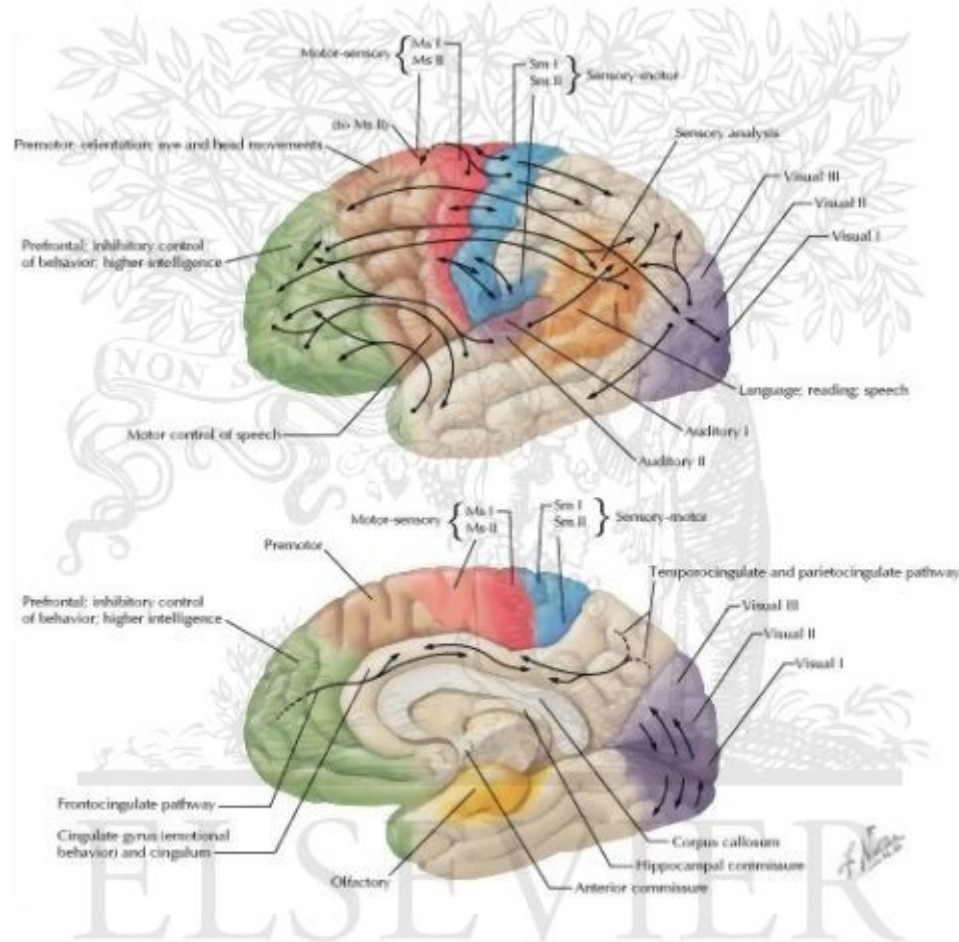


Table 19-1 Major Functional Areas of the Cerebral Cortex

Functional designation	Lobe	Specific location
Primary sensory cortex		
Somatosensory	Parietal	Postcentral gyrus
Visual	Occipital	Banks of calcarine fissure
Auditory	Temporal	Heschl's gyrus
Unimodal sensory association areas		
Somatosensory	Parietal	Posterior parietal
Visual	Occipitotemporal	Inferolateral surface of occipital and temporal lobes
Auditory	Temporal	Superior temporal gyrus
Multimodal sensory association areas		
Posterior multimodal sensory integration (including visuospatial localization, language, attention)	Parietotemporal	Junction between lobes
Anterior multimodal motor integration (including motor planning, language production, judgment)	Frontal	Prefrontal cortex, rostral to premotor areas on dorsal and lateral surfaces
Limbic (emotion, memory)	Temporal, parietal, frontal	Cingulate gyrus, hippocampal formation, parahippocampal gyrus, amygdala
Motor association cortex		
Premotor (motor preparation and programs)	Frontal	Rostral to primary motor cortex
Primary motor cortex		
Motor cortex (movement of a joint along a vector)	Frontal	Precentral gyrus

FONTOS!!!!

Fő asszociációs areák



- Posterior
 - Parietális, occipitális, temporális infó – percepció, nyelv
- Limbikus
 - Emóció, memória storage
- Anterior (PFCTX)
 - (mozgás)tervezés

Posterior parietális asszociációs kéreg

- Test tudatosulása és a téré, amelyben mozog
- Holmes & Luria: extraperszonális tér + elemek koherens egészé kapcsolása
- Majom: DL rész – vizuális és szomatoszenzoros infót kap + látás irányítás, explorációs viselkedés a kontralaterális látómezőben lévő inger felé

Limbikus asszociációs terület

- HM
- STM → LTM konverter
- Majom: mediális temporális és hippocampális – szinte minden más asszociális területről infó

Anterior asszociációs terület

- Döntés, jövőtervezés, események megtartása és szervezése
- Phineas Gage
- Ma: hosszútávú tervek, döntés
- Majom: DL – viselkedéstervezés folytonossága

Alapelvek

1. A szenzoros infófeldolgozás útja: periféria – primer szenzoros – unimodális asszociációs – multimodális asszociációs
2. A szenzoros infó kérgi területeken át konvergál, az infó polysensoros eseménybe integrálódik
3. Posterior asszociációs területek: többszörös kapcsolat a frontális kéreggel, ami a jövőbeni cselekvésről szóló terveket konkrét motoros válaszokba konvertálja

Alapelvek kifejtve 1.

- Szenzoros információ
 - Soros
 - Párhuzamos
- Unimodálistól multimodálishoz
 - Itteni neuronok más-más modalitásból származó jelek kombinálása, cél: belső reprezentáció kialakítása

Alapelvek kifejtve 2.

- Frontális kéreg
 - Nem erősen huzalozott → tüzelési mintázat alapján kódol mozzanattól komplex motoros tervig mindent
- Innen premotor (6,8,SMA) – mozgás előkészítésekor aktivitása megemelkedik
- Léziók: M1: hemiplégia, premotor: ellenoldali végtagot nem használ
- Input: Thalamus ventroanterior és ventrolateralis motoros magvak (BG-ból, kisagyból); S1, posterior asszociációs; anterior asszociációs

Prefrontális kéreg

- Részei
 - Laterális
 - Mediális
 - Orbitofrontális Direkt kapcsolat a limbikus rendszerrel
- Mindhárom input Thalamus MD, végrehajtó funkció
- Cél: motoros válasz, ehhez: kinti/benti infó integrálása
- Egysejt: tervezés, viselkedésreguláció, új problémára megoldás
- Lézió: memória, késleltetett motoros cselekvés sérülése

A dorzális prefrontális kéreg

- 3 rész
 1. Sulcus körüli
 2. Ettől ventrálisan
 3. Ettől dorzálisan
- 1971: Foster és Alexander – sulcus körüli területek: már nagyon speci esetekre válasz
- Ventrális: WHAT
- Dorzális: WHERE

Kognitív feladatok, funkciók

- Tervezés, szervezés
 - DE: lézió esetén ép marad: IQ, percepció, LTM
- Komplex viselkedéstervezés és végrehajtás
- PFCTX: dopaminerg beidegzés
- Szoros kapcsolat a többi multimodális asszociációs területtel valamint egyéb kérgi és kéregalatti területekkel

Minden mást ...



Irodalom

- Kandel – Schwartz – Jessell: Principles of neural science (4th Edition)
 - 18. – 19. fejezet

