

# **Idegrendszer**

Idegrendszer ontogenezise.

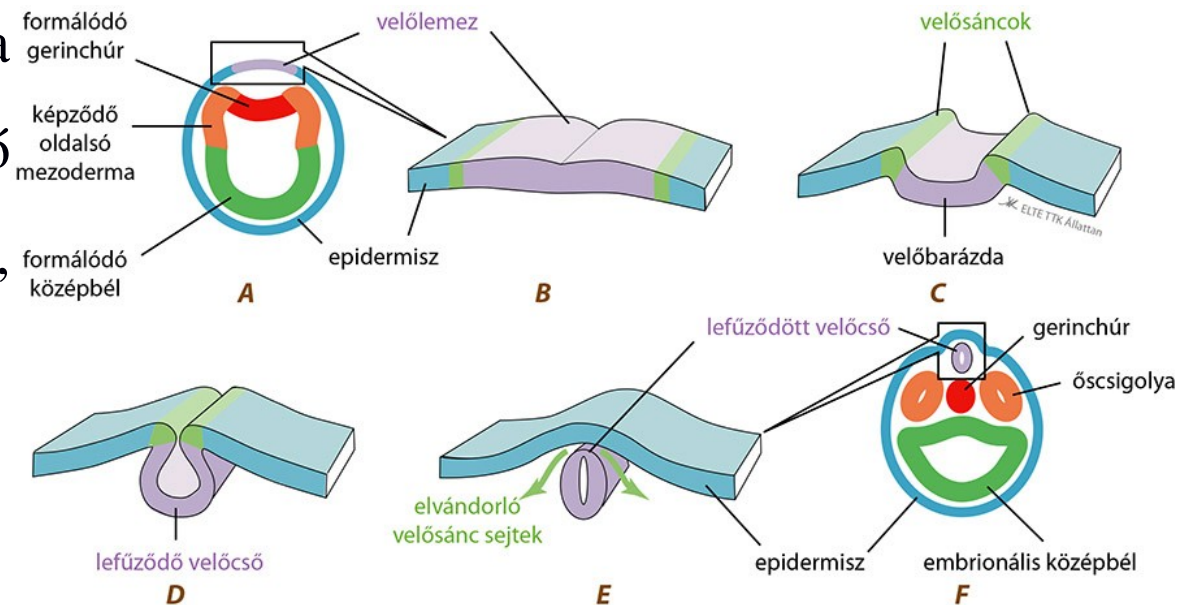
Idegrendszer burkai.

Idegrendszer evolúciója a gerinceseknél

## Az idegrendszer ontogenezise:

Neuroektoderma: az embrió dorsalis középsíkja mentén a felszínből kicsit kiemelkedő lemez (velőlemez), szélei felemelkednek kialakítják a velősáncokat.

Ezek a középsík felé fordulva összefeksznek, majd érintkező felszínükön fuzionálnak, lefűzve a velőcsövet.



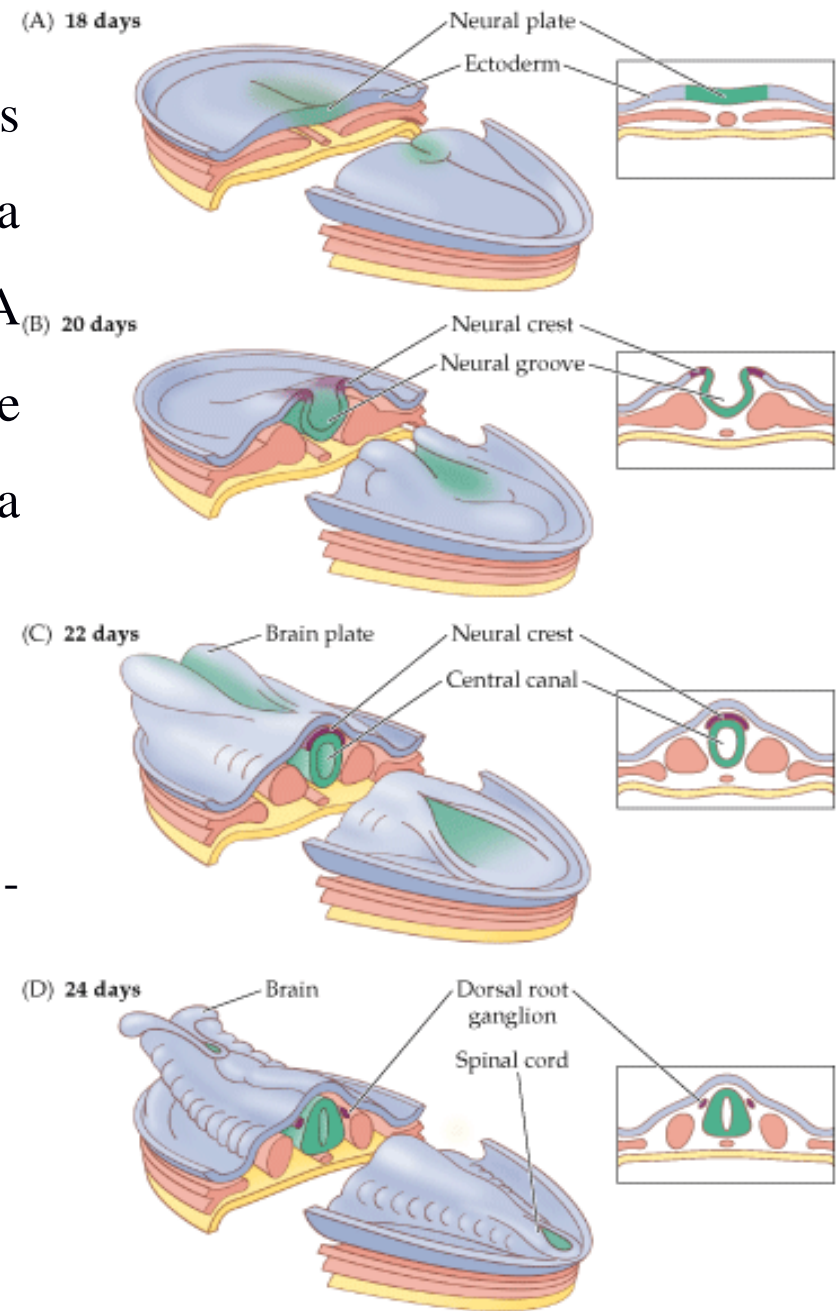
Az idegrendszer telepének kialakulása gerincesekben (A és F: teljes embrió

keresztmetszetek,

A velősáncot alkotó sejtek bekerülnek az epidermis alá, nem épülnek be a velőcsőbe, hanem a szelvényenként feltagolódó dúcléct képezik. A sejtek nagy része kivándorol innen (pl. a mellékvese velőállományát alkotja majd). Itt maradó sejtek a gerincvelői dúcok neuronjait képezik.

neural crest - velősánc, neural plate - velőlemez,

neural groove - velő barázda, spinal cord ganglion - gerincvelői dúc, brain - agy, spinal cord - gerincvelő



A velőcső a hossz tengely mentén nem egyforma:

feji végen három tágulat, 3 agyhólyag jelenik meg rajta: származékai minden gerincesben ugyanazok.

Előagy (*prosencephalon*):

köztiagy, (*diencephalon*)

két előagyi félteke (*telencephalon*)

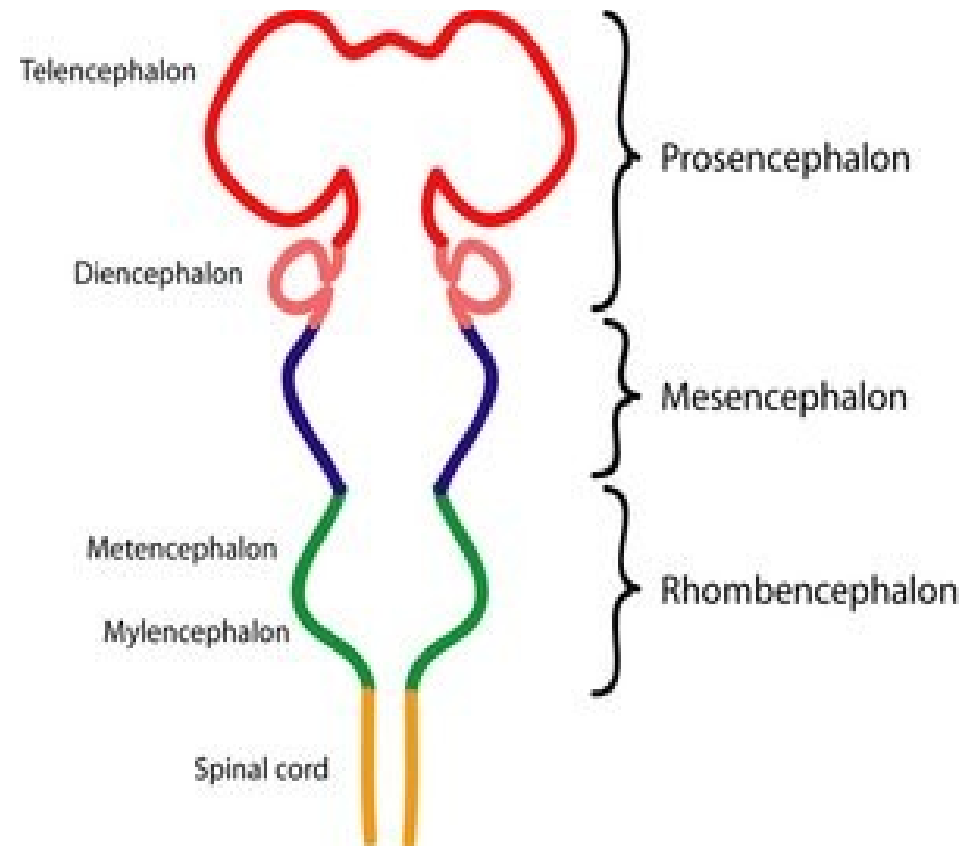
Középagy (*mesencephalon*)

Utóagy (*rhombencephalon*):

nyúltvelő (*medulla oblongata*)

hid (*pons*) magzatburkosoknál

kisagy (*cerebellum*).





# Határvonalak és organizációs központok a fejlődő velőcsőben

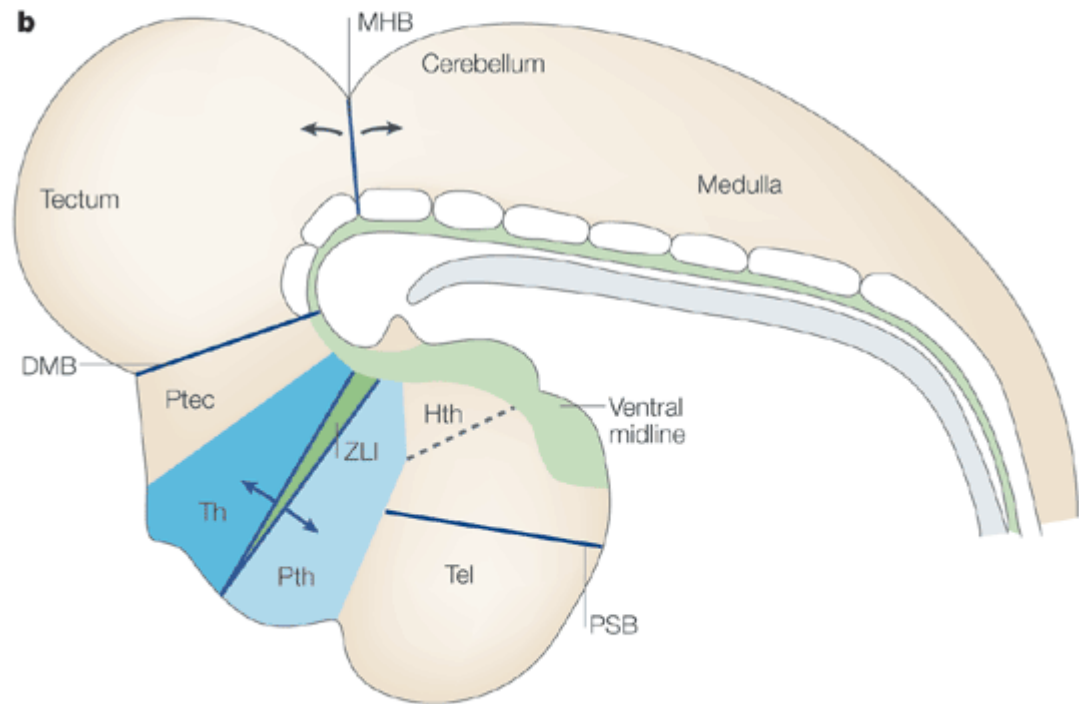
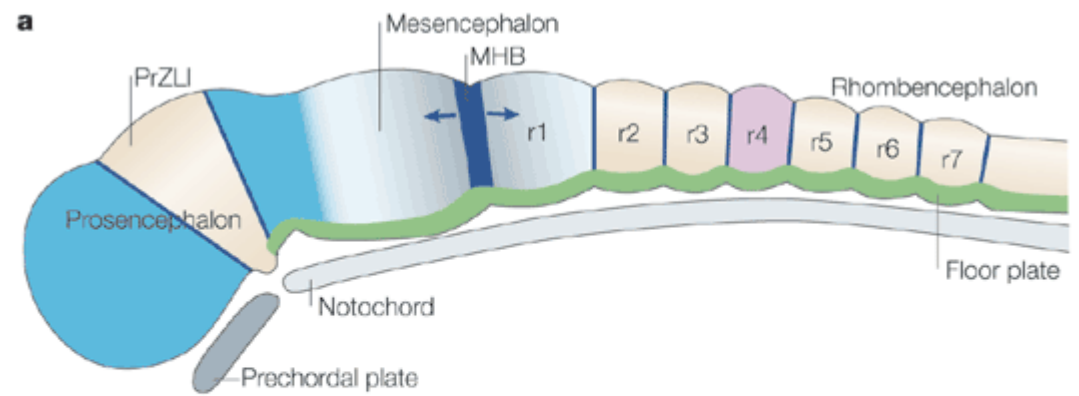
a) Sötétkék: határvonalak a rhombencephalon szelvényhatárainál, középgagy előagy között, diencephalon-telencephalon és diencephalon mezencephalon között.

Nagyobb organizációs központok: MHB: középgagy-utóagy határa, rhombencephalon 4. szelvénye

b) Határvonalak: pallial subpalliál határvonal kialakulása (PSB)

diencephalon midbrain (DMB) határvonal

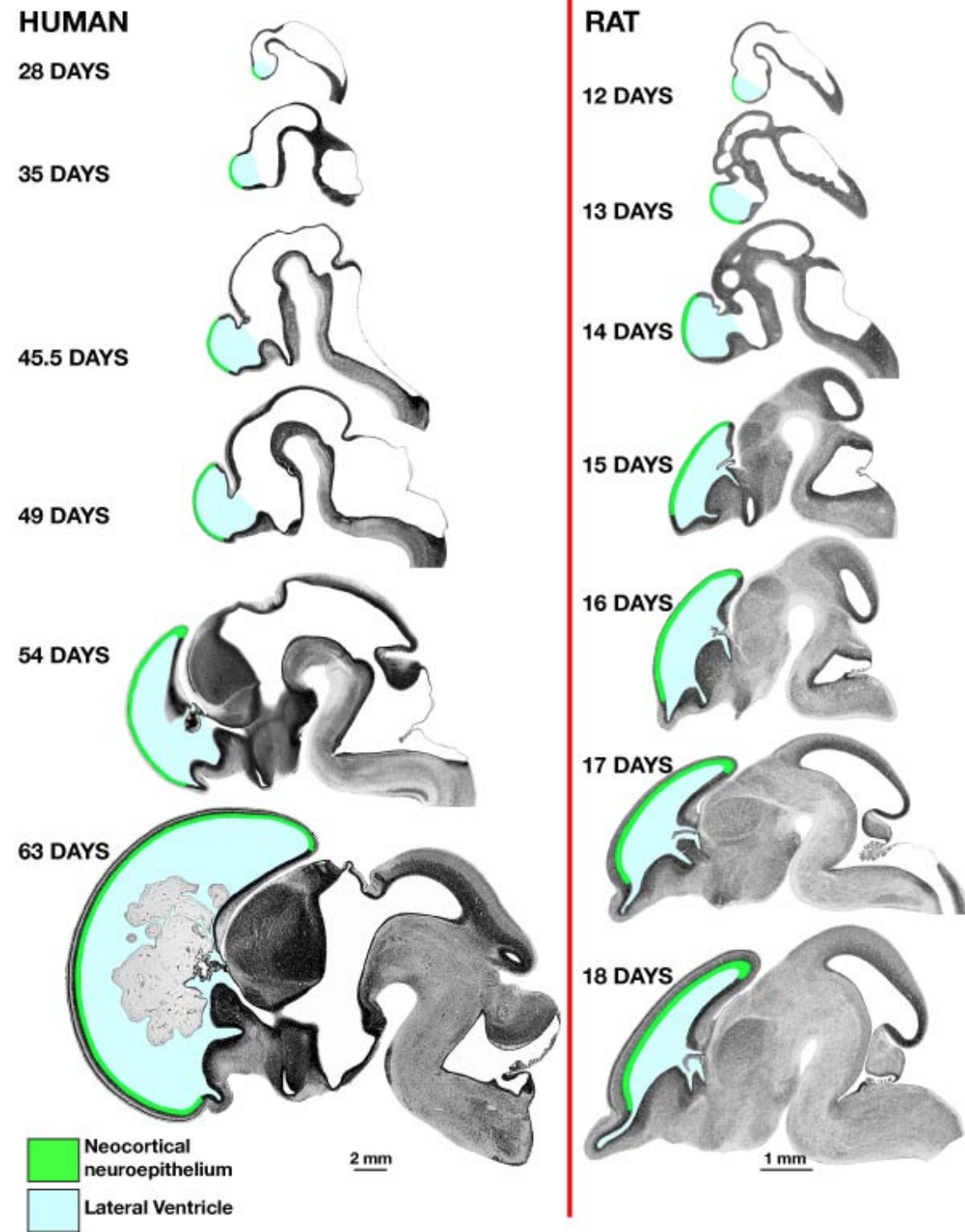
Nagyobb organizációs központok: ZLI zona limitans intrathalamica, MHB, ventrális középív



Kiecker és Lumsden 2005 Nature Reviews Neuroscience 6. 553

## THE BRAINS OF RAT AND HUMAN EMBRYOS AT SEVERAL MATCHED STAGES OF DEVELOPMENT

**Neocortex alakulása patkányban és emberben.** Kezdeti egyedfejlődési stádiumokban a neocortex a legkevésbé dinamikusan fejlődő része az agynak. Későbbi stádiumokra jellemző csak az neocortex abszolút és relatív tömegének növekedése is.

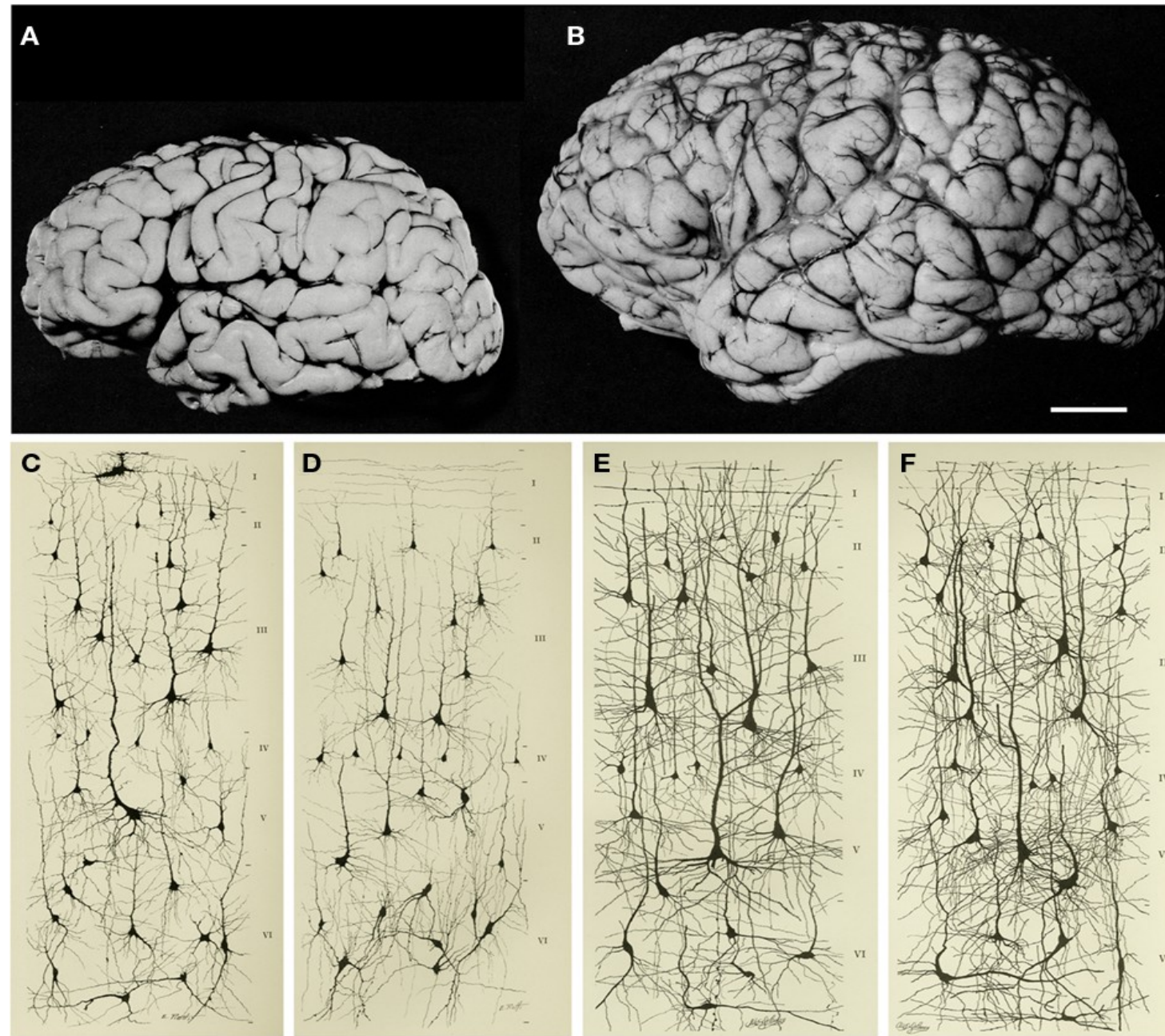




## Kortex fejlődése:

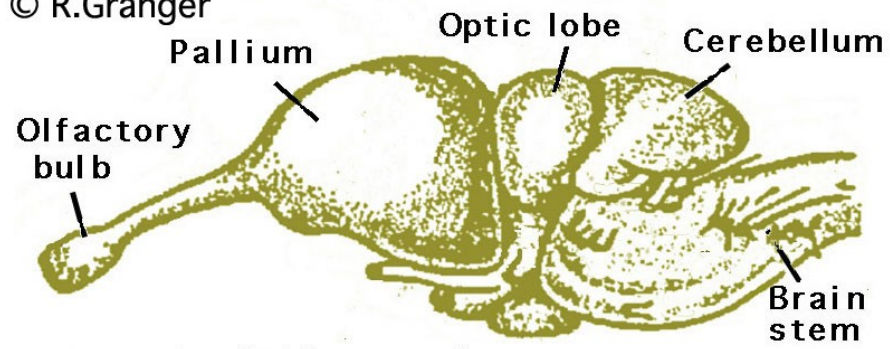
A mentális folyamatok és motoros funkciók fejlődése 4x agyméret növekedéssel jár 1 hónapos (A) és 6 éves kor (B) között

A növekedés együtt jár a dendritfa fejlődésével amit genetikai és környezeti faktorok együttesen határoznak meg.

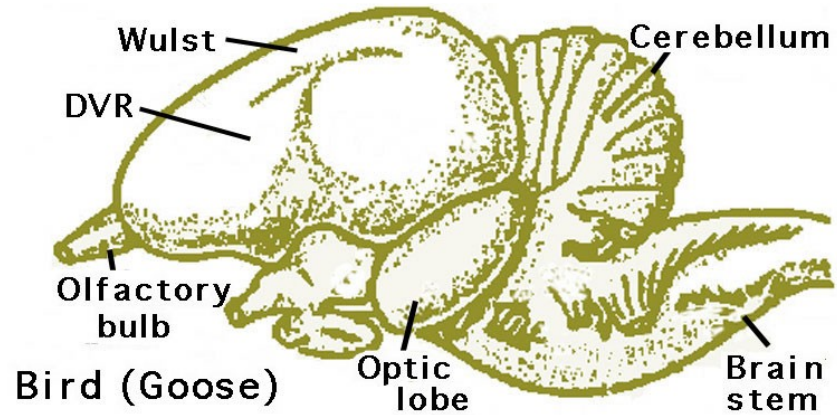


# Agyterületek jelentősége és fejlettsége a gerinces törzsekben:

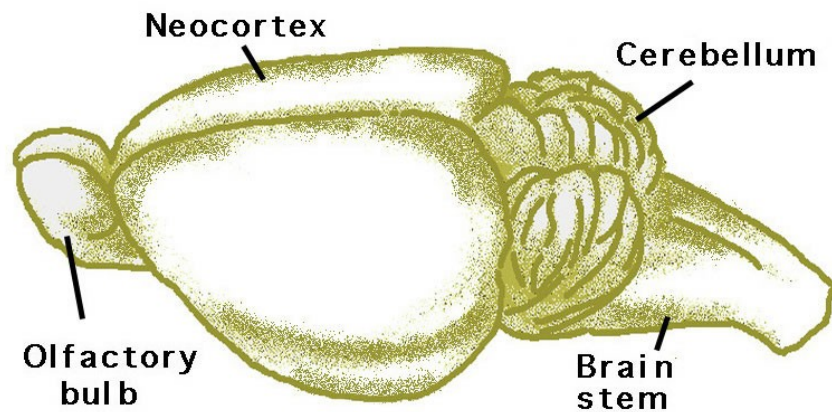
© R.Granger



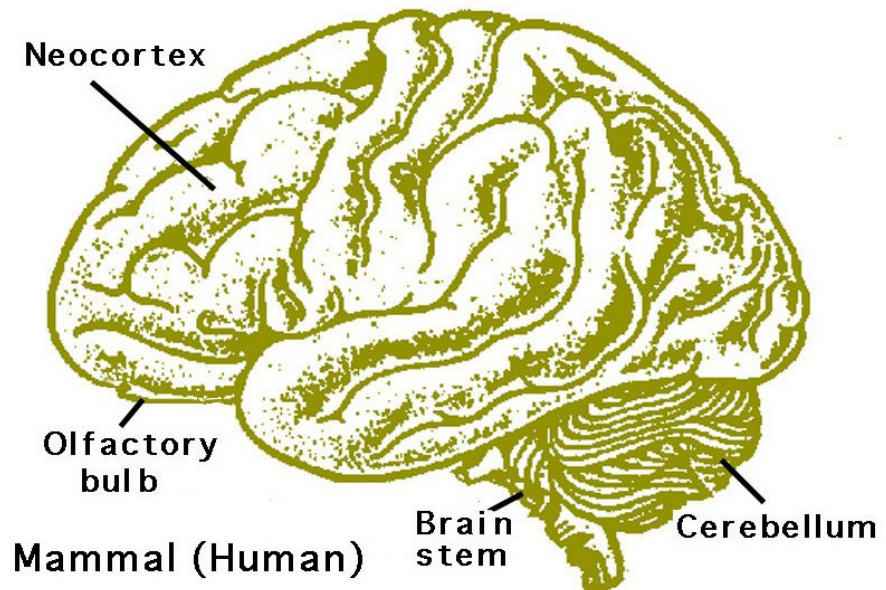
Reptile (Alligator)



Bird (Goose)

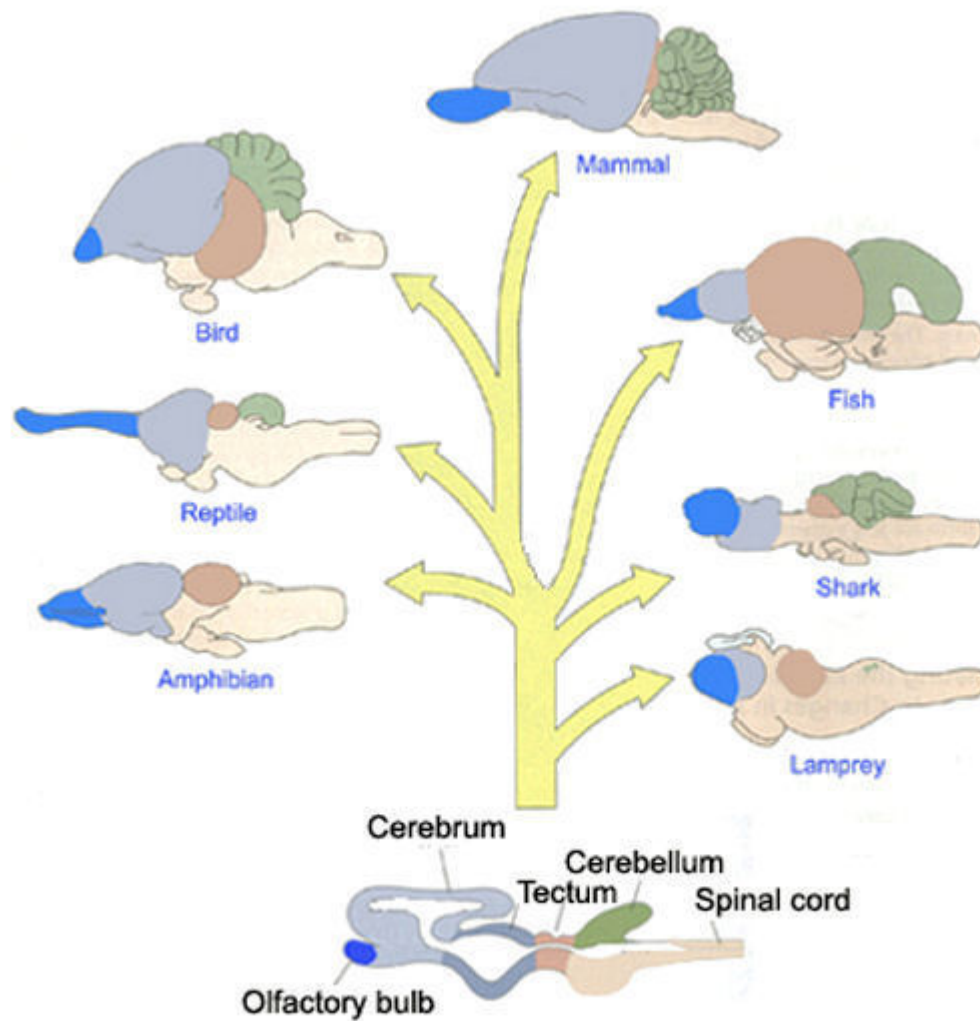


Mammal (Rat)



Mammal (Human)





Basic Plan of Vertebrate Brain

# Nyúltvelő:

Vegetatív központok:

légzőközpont

Formatio reticuláris

(agytörzsi hálózatos

állomány) gerincvelői

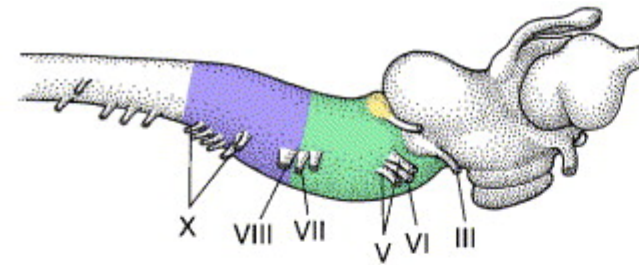
leszálló pálya fontos

komponense,

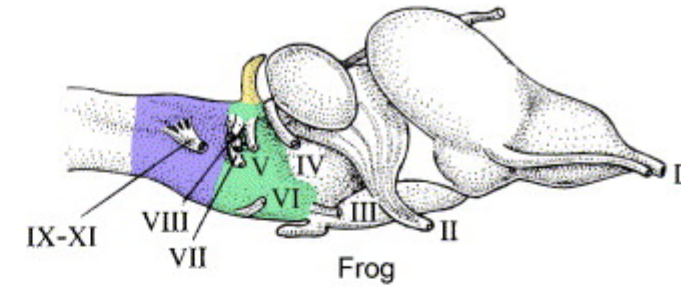
mozgáskoordináció

Környéki idegek

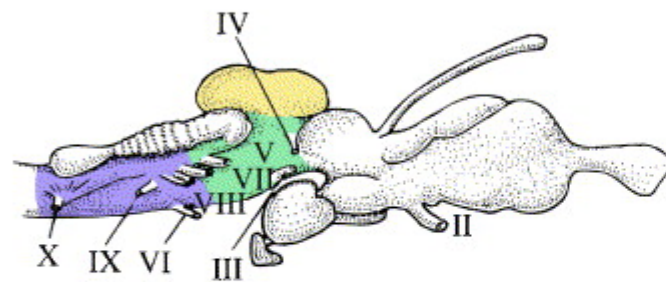
kiindulási helye



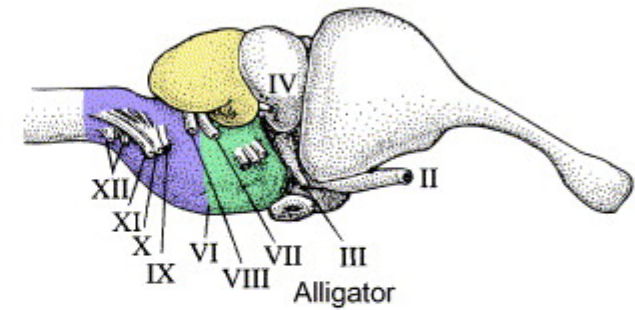
Lamprey



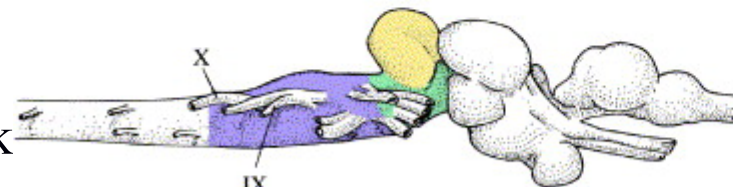
Frog



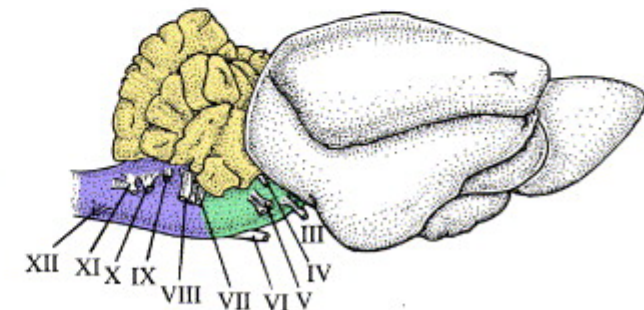
Shark



Alligator



Bowfin



Mammal



cerebellum



pons



caudal medulla

Hüllőktől nucleus gracilis és nucleus cuneatus megjelenése: szomato-szenzoros pályák átkapcsolódási helye.

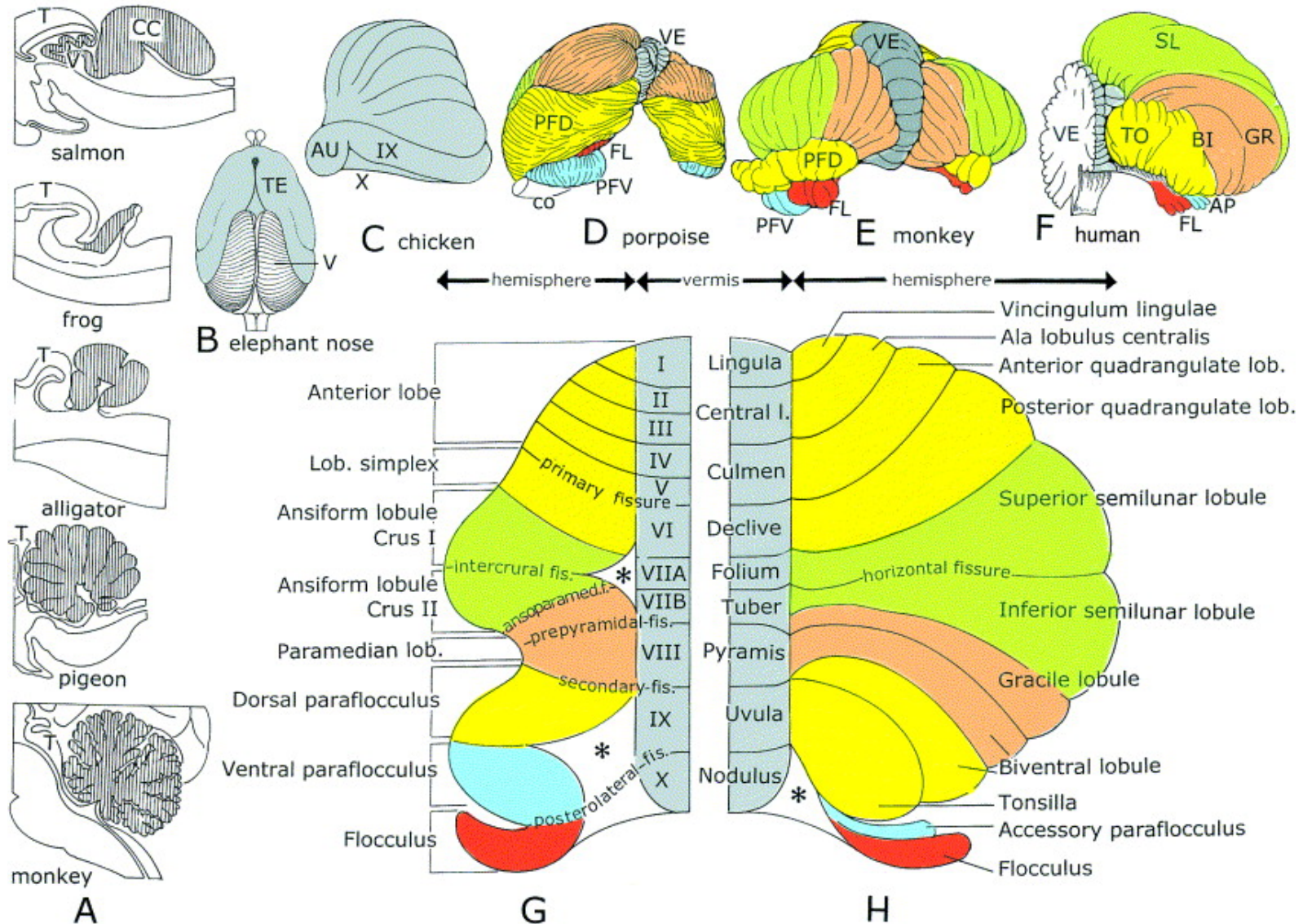
Bonyolult mozgások kivitelezéséhez szükséges izomérzési információk ezeken a magokon keresztül jutnak el a felsőbb központokba.

Madaraktól híd régió előfutára.

Oliva magvak: hallóközpont az alsó: mozgató központ



# Kisagy:



Mozgákoordinációs központ izomtónus és egyensúlyozás kontrollja. porpoise: barnadelfin



Halaknál nincs még vermis, helyette corpus cerebelli (kisagy teste): vermishez hasomló bemenet: gerincvelői érzőpályák nyúltvelői átkapcsolódás után érkeznek meg ide.

Hüllőknél megjelennek a kisagyi magvak, ezek a magok kétélűeknél még a nyúltvelőben voltak.

Madaraknál nagy tömegű, harántbarázdákkal tarkított képlett, fejlett repülés, kétlábon járás miatt.

Emlősöknél neocerebellum: új mozgási mintázatok, kognitív viselkedések kialakításában szerep

## Középagy:

Kétéltűekig legfontosabb asszociációs központ, hüllőktől már csak

előagyból alsóbb

központokba tartó

pályák átkapcsolási

helye.

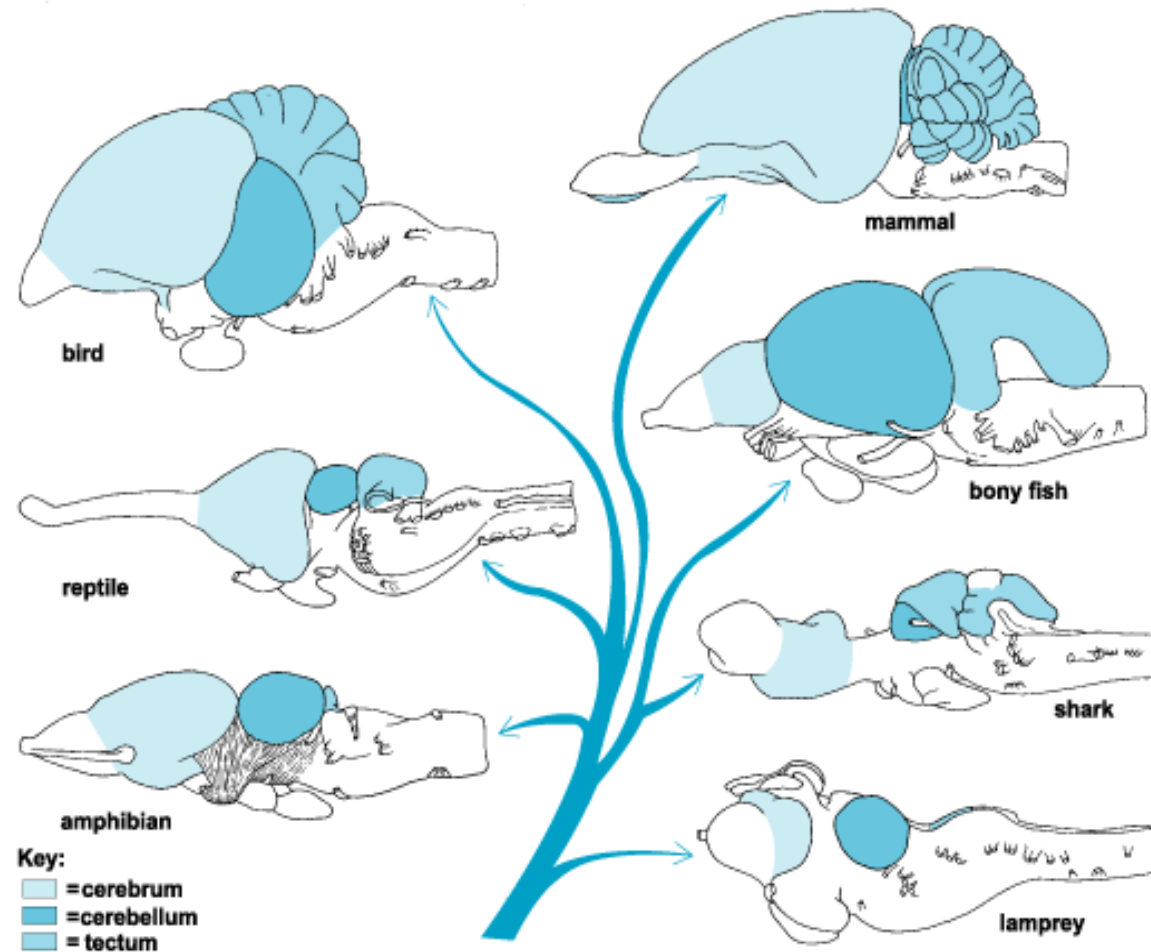
Középagyi formatio

reticularis a feltételes

reflexes

mozgássorozatok

rögzülésének helye.

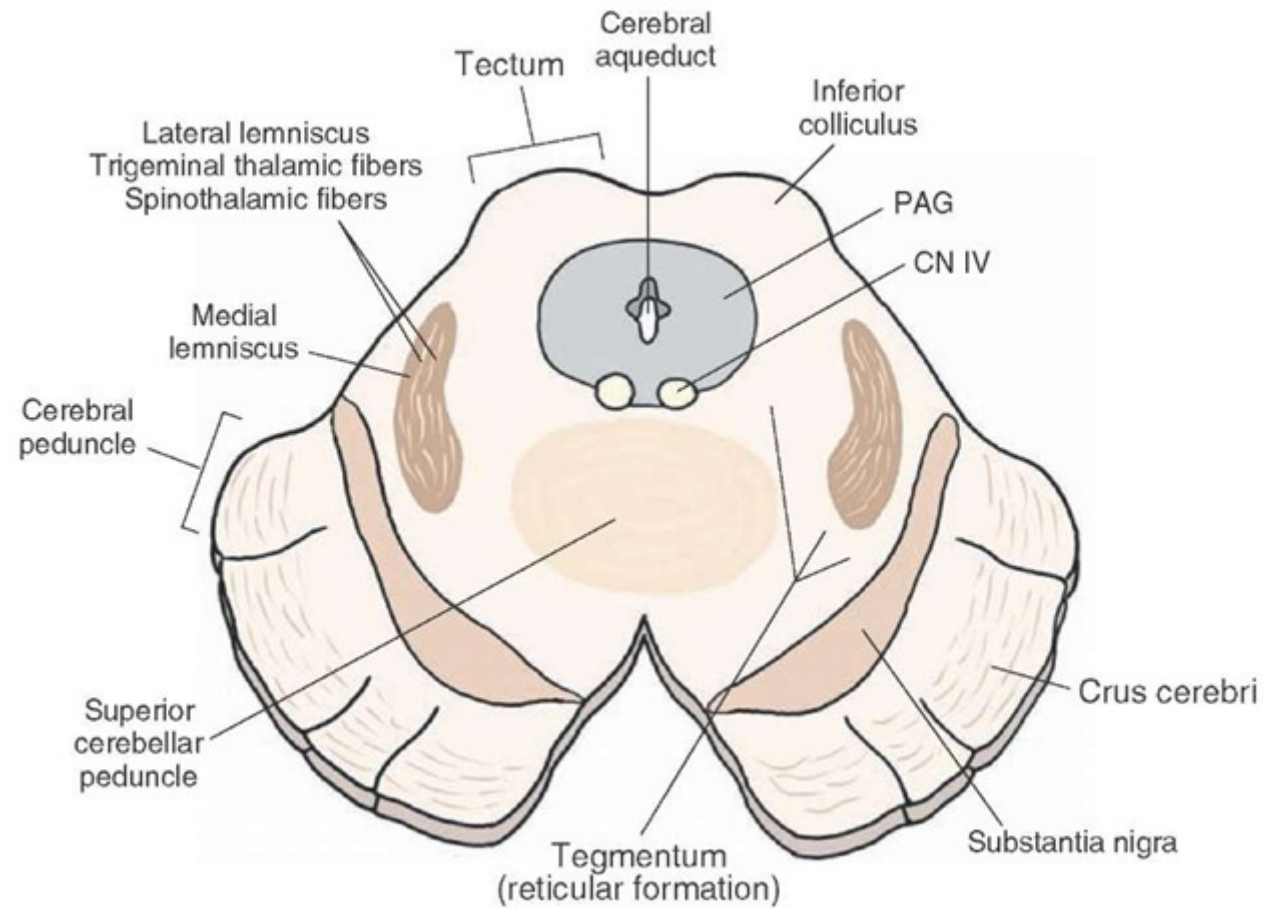


részei: tectum: dorzális tetőrész: ikertestek: látó információk

tegmentum: ventralis páros rész dorzális része: érző és mozgató

sejtcsoportok

bazális rész



Halaknál kétéltűeknél lefejlettebb része az agynak.

Hüllőktől jelentősége csökken, megjelennek a tectumban az ikermagvak: emlősök négyes ikertestével homológ struktúra kialakulása: látás és hallás információi is érkezik ide.

Kétéltűekhez viszonyítva kevesebb látórost ide, több a talamuszba.

Tegmentum a vörös mag előfutára, gerincvelő felé kapcsolatot teremtő pálya kiindulási pontja.

Jelentős talamikus kapcsolatok

Madaraktól a tectum ikermagvai a legfejlettebbek. Vörös mag (nucleus ruber) kialakul: mozgató központ, gerincvelőbe mozgatópálya, összeköttetés striátummal és kisaggyal.

## **Köztiagy:**

*Epitalamusz: habenula, szagló információ*

*Talamusz: dorzálirész: szenzoros információk*

*Hipotalamusz: neuroszekrécións sejtek*

Halaknál a habenulában a baloldali mag jóval nagyobb. Ez egyedülálló jelenség az állatvilágban. Előagy felől szaglással és táplálkozási mechanizmusokkal kapcsolatos információkat továbbító rostok.

Dorzális talamusz: valószínűleg csak látóinformációt kap.

Ventrális talamusz: hipotalamusszal funkcionális egységet képez.

Kételtűekben a dorzális talamusz az érzőimpulzusok integrációját és a középagyi motoros központok felé kifutó efferens instrukciók kidolgozását végzi.

Hüllőknél epitalamusz színváltoztatásban szerep

talamusz dorzális része jóval fejlettebb mint a kétéltűeké, látórostok zöme ide érkezik

Madaraknál állandó testhőmérséklettel a hypothalamuszban kialakul a thermoregulációs központ.

A talamusz: dorzális rész egyre inkább az előagyba futó érzőpályák átkapcsolási helye

Epitalamusz: habenula: valószínűleg a neuroendokrin szabályozásban résztvevő magcsoport.

Emlősöknél dorzális talamusz előagyi érzőpályák átkapcsolási helye.

## **Előagy:**

Halaknál szinte kizárólag szaglószervből jövő információ feldolgozása.

Agy legkisebb része. Alapi rész fejlett, dorzális része (pallium)hártya vékony.

Kétélűeknél a szaglás a fő funkció, de a látópálya is eljut ide.

Pallium már fejlettebb. Két hemiszféra között és a gerincvelő motoros rendszere közötti kapcsolat megjelenik.

Limbikus rendszer elemei megjelennek: amygdala, corpus striatum, még főleg szagló rostokat kapnak.

## Hüllők

Megjelenik a kéreg pallium.

pallium: paleopallium: szaglórостok

archipallium: hippocampus előfutára. szaglóinformációk főleg

neopallium: neocortex primordiuma

subpallium: csíktest. corpus striatum szaglástól függő viselkedésformák

összerendezése

## Madarak:

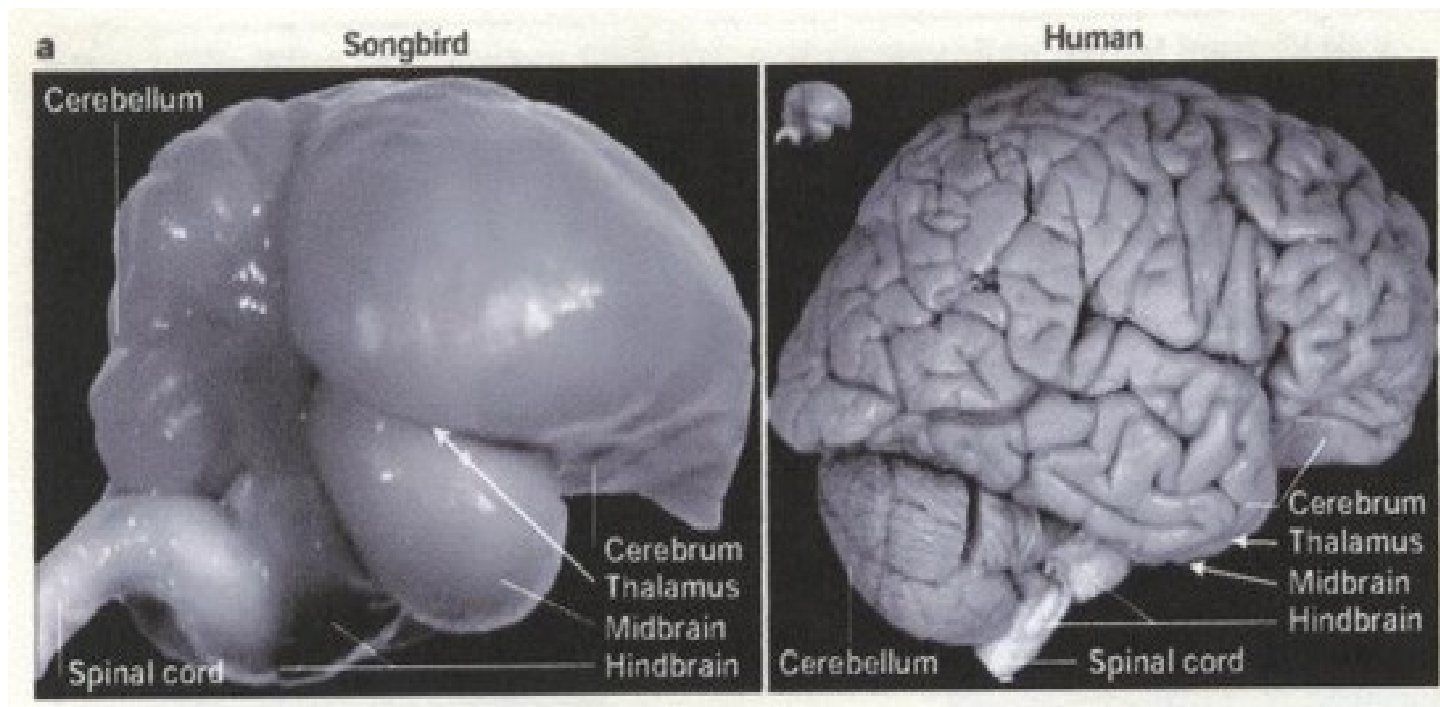
Az emlősökhöz hasonló komplexitású viselkedési mintákkal, tanulási képességgel rendelkeznek. Agyuk palliális dominanciájú, de míg az emlősöknél a pallium legnagyobb része neocortex addig madaraknál a 6 rétegű kéreg nem alakult ki.



Előagy:

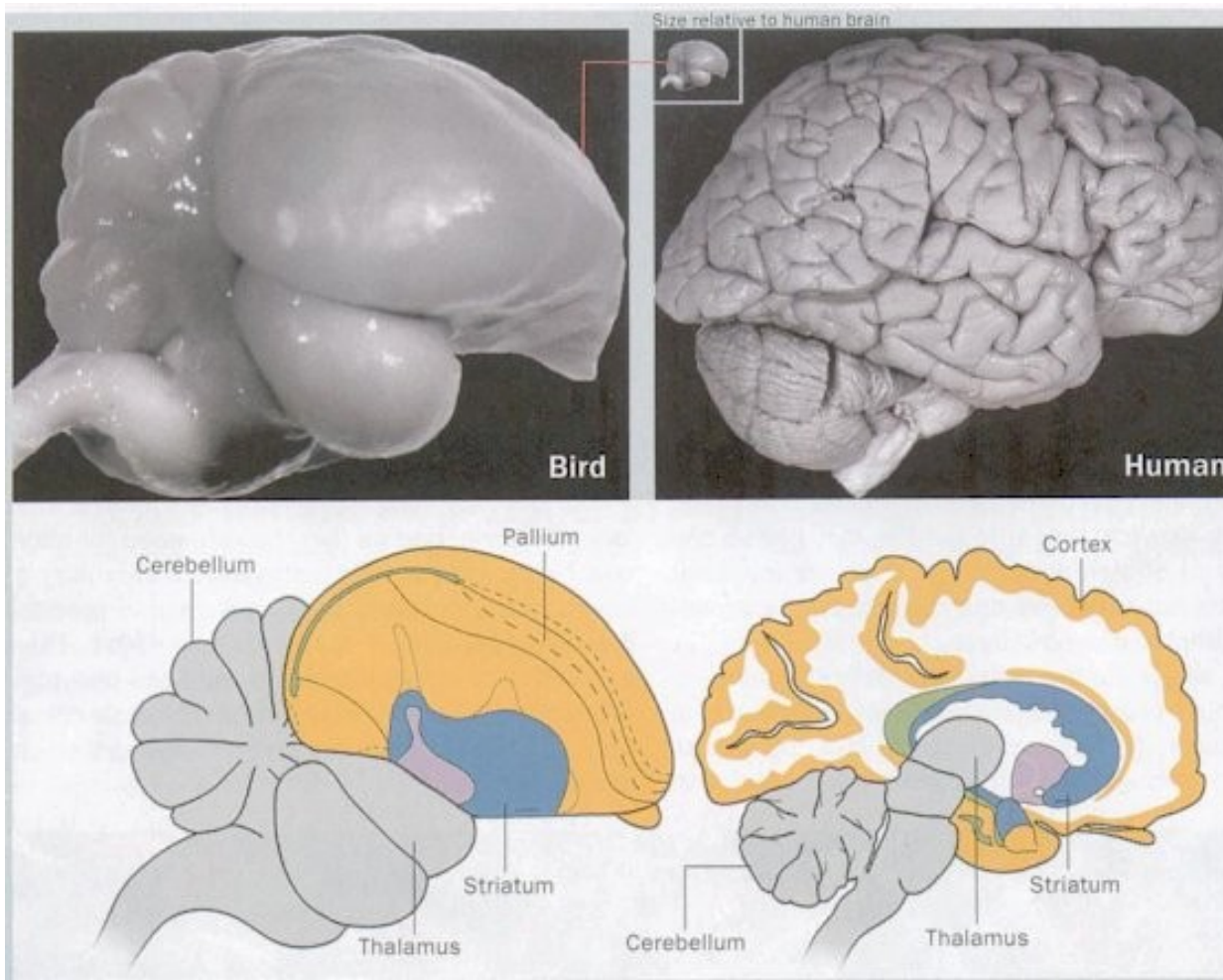
*Féltekék:*

Két jól fejlett félteké:, kisméretű szaglóhagymák mögött. Felszíne sima, 1 barázda van: mellette kidomborodás: Wulst.



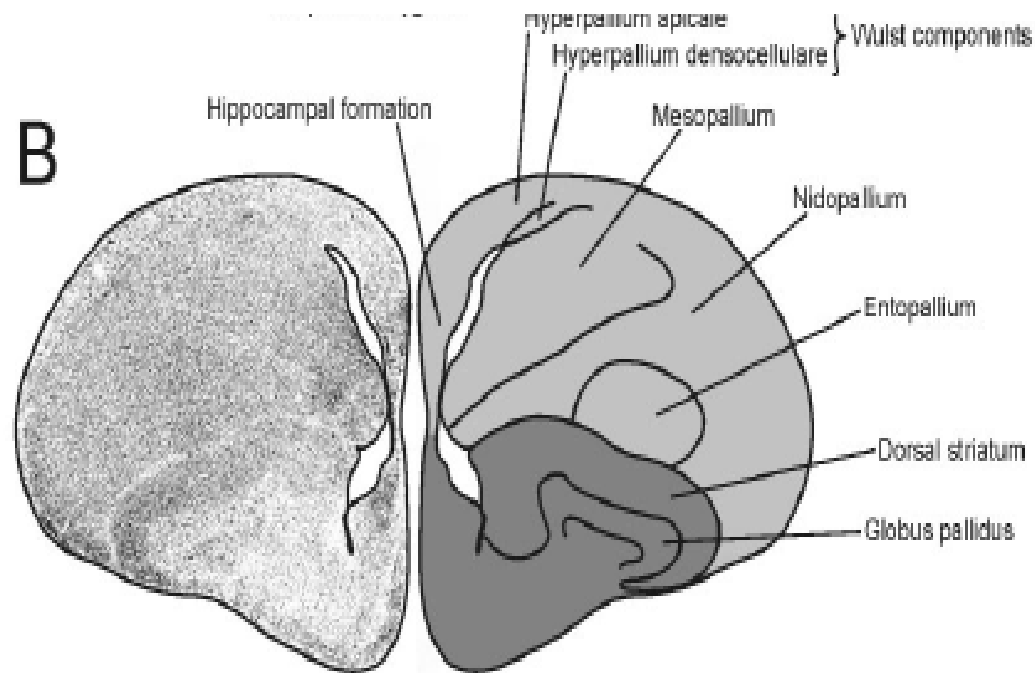
Jarvis et al. 2005. [Avian brains and a new understanding of vertebrate brain evolution](#). Nature Reviews Neuroscience 6:151-159.

## Madár agy és emlős agy főbb részei:



**Bird: madár**  
**cortex: kéreg**

## *Pallium:*



Wulst (hyperpallium): neocortexre emlékeztet. Dorzális talamuszból érkezik főleg bemenet. Első része mozgatóközpont, emlősök piramis pályájához hasonló pályarendszer részben innen részben a septumból indul ki. Hátsó része látóközpont.

Mesopallium, Nidopallium: szenzoros és asszociációs területek

Nidopallium: caudolateralis

területek: limbikus

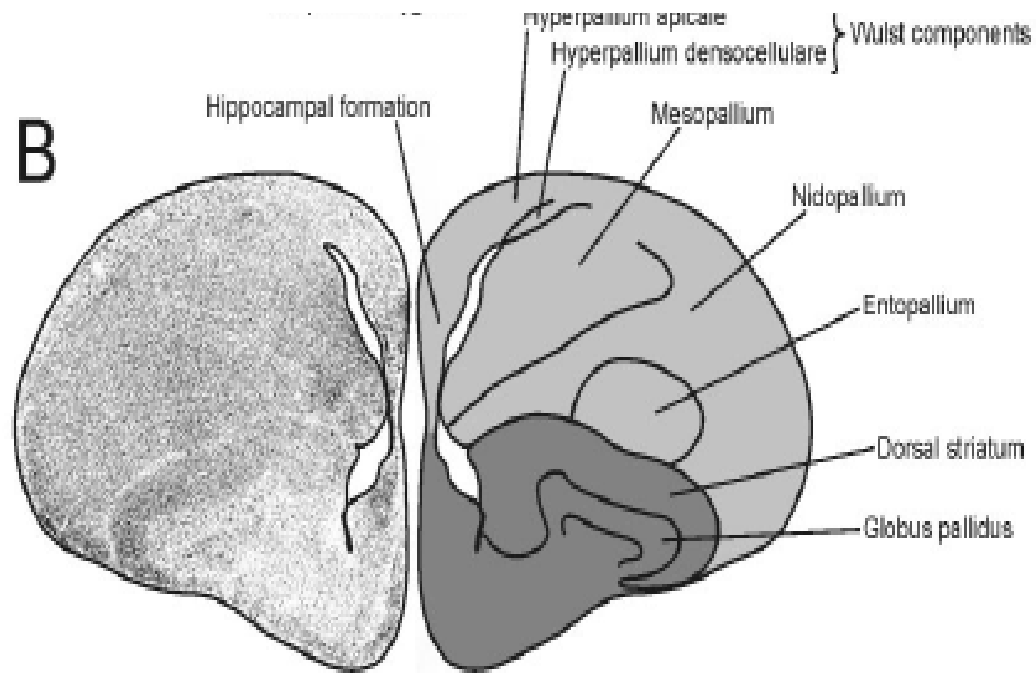
rendszer része

Entopallium: nidopallium

látással foglalkozó része.

*Subpallium:*

Az előagy ventrális része. Fő komponense a törzsdúcok, dorzális részek mozgásközpontok, ventrális részek limbikus rendszer részei.

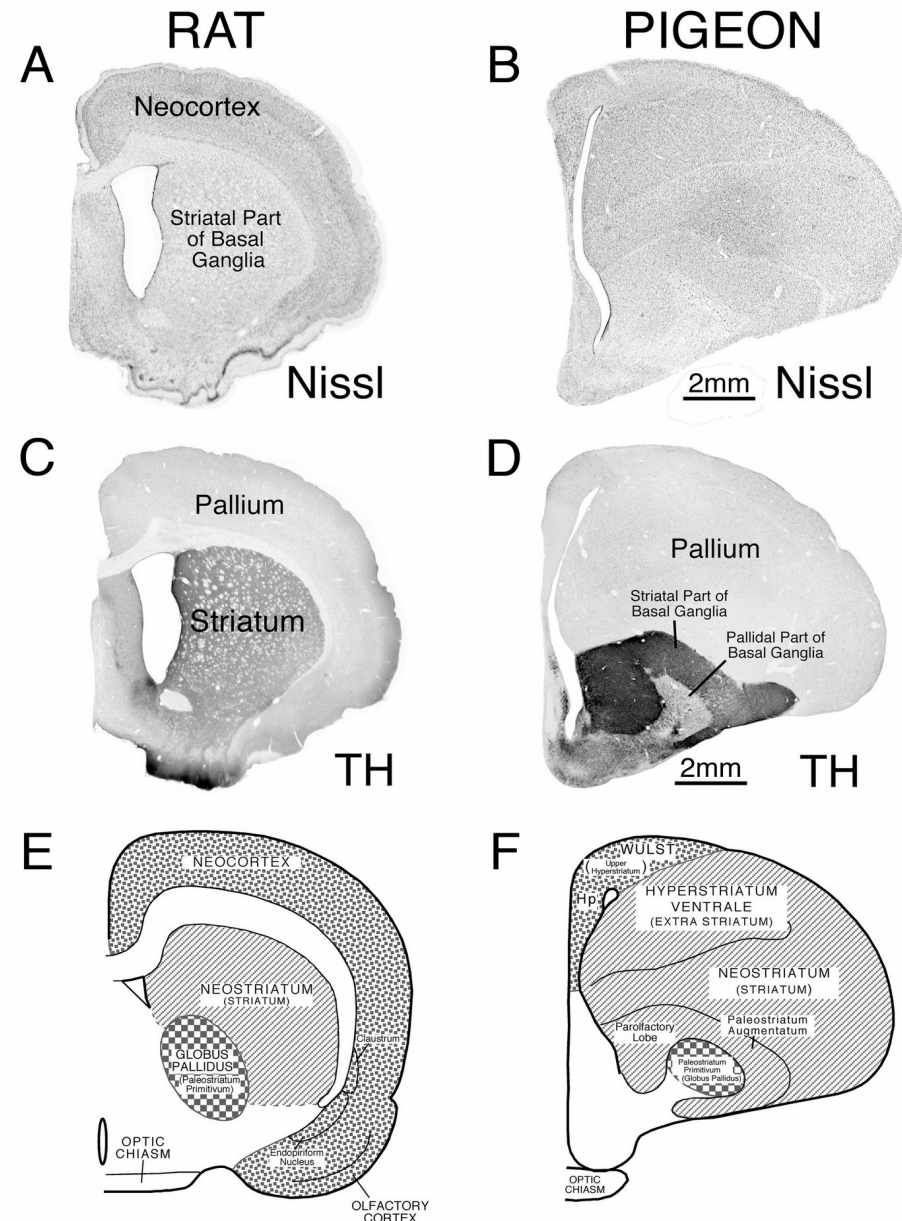


Patkány (A) és galamb (B)  
telencephalon szövettani képe Nissl  
festéssel.

Szövettanilag a madár agy az emlős  
bazális ganglionokra emlékeztet.

Dopaminerg terminálisok festése az  
egész emlős striatumot (C) és a madár  
telencephalon bazális részét (D) rajzolja  
ki.

(E F) striatális teoria schematikus  
ábrázolása: palliális részek a madár  
agynak kis részét teszik ki.





*Madár és emlős agy homolog  
részeinek ábrázolása.*

Két elfogadott elmélet:

bal oldalon:

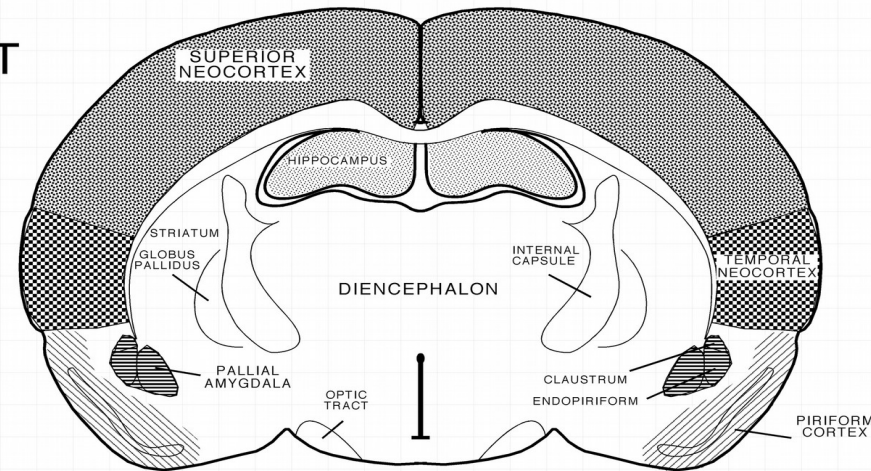
fejlődés során kifejeződő  
gének alapján, madár  
mesopallium-nidopallium az  
emlős claustrum, endopiriform  
cortex és amygdala egyes  
részeinek homologja.

Neocortex nagy részének nincs  
homologja a madarakban.

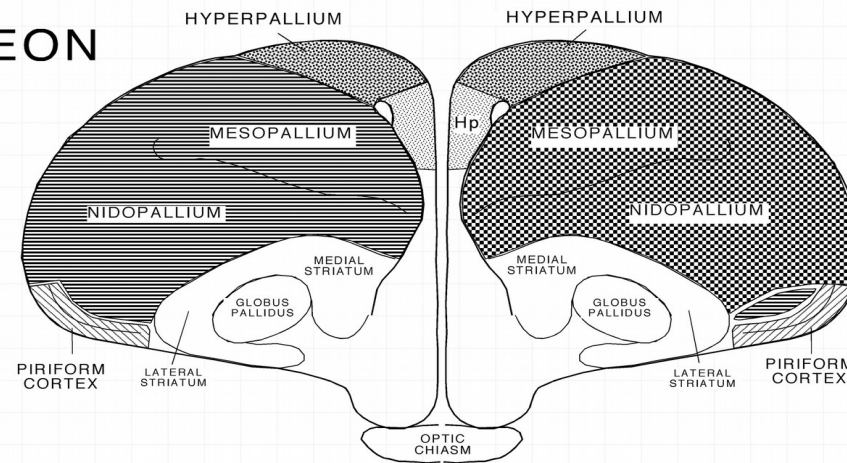
COMMON ORIGIN of  
Claustrum-Amygdala and  
Mesopallium-Nidopallium

COMMON ORIGIN of  
Temporal Neocortex and  
Mesopallium-Nidopallium

RAT



PIGEON



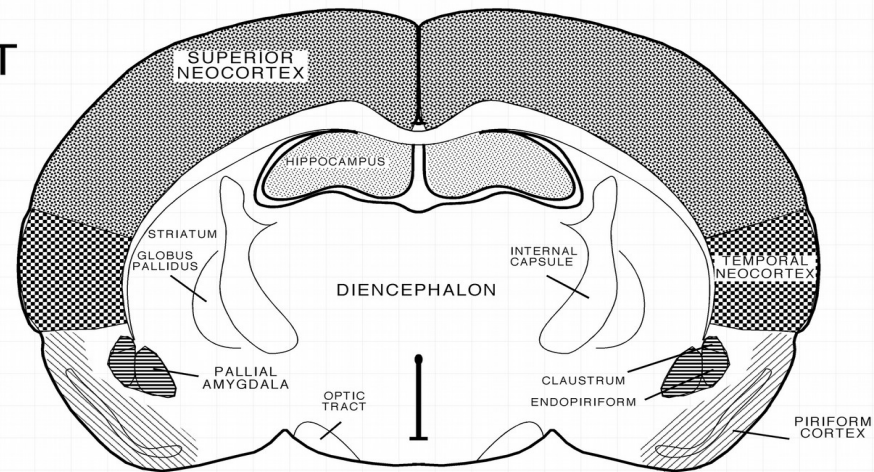
Jobb oldalon:

funkció és összeköttetések  
alapján a madár  
mesopallium-nidopallium  
az emlős temporális  
neocortex-szel homológ.

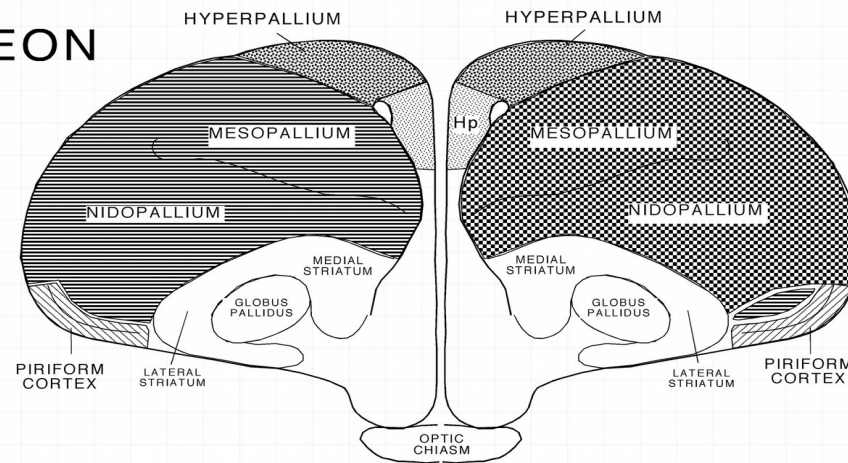
COMMON ORIGIN of  
Clastrum-Amygdala and  
Mesopallium-Nidopallium

COMMON ORIGIN of  
Temporal Neocortex and  
Mesopallium-Nidopallium

RAT



PIGEON



## **Emlősök:**

Neocortex kialakulása

Előagy (telencephalon) szürkeállománya többféle struktúra között oszlik meg:

### ***Törzsdúcok: Subpallium***

Törzsdúcok: nem akaratlagos mozgások koordinálása kisaggyal együttműködve indulattal (agresszió, félelem támadás, védekezés) illetve szexuális viselkedéssel kapcsolatos mozgások: limbikus rendszerrel együttműködve.

### ***Pallium:***

*archicortex:* hippokampális formáció: szaglás és memória (helymemória)

*paleocortex:* szaglóközpontok és amygdala

*neocortex:* a talamusz közvetítésével érzékszervi információ primer területekbe onnan információ másodlagos harmadlagos stb területekre kerül át.



## **Az agykéreg burkai: meninges**

A központi idegrendszert embrionális korban mesenchymából álló burok burkolja

A csontos koponya kialakulásakor két rétegre válik szét: ectomeninx, endomeninx.

Az ectomeninxből lesz a külső kemény agyvelőburok a dura mater.

Az endomeninxből lesz a középső pókhálóburok, arachnoidea, és az agyvelőre fekvő réteg a belső agyvelőburok, pia mater.

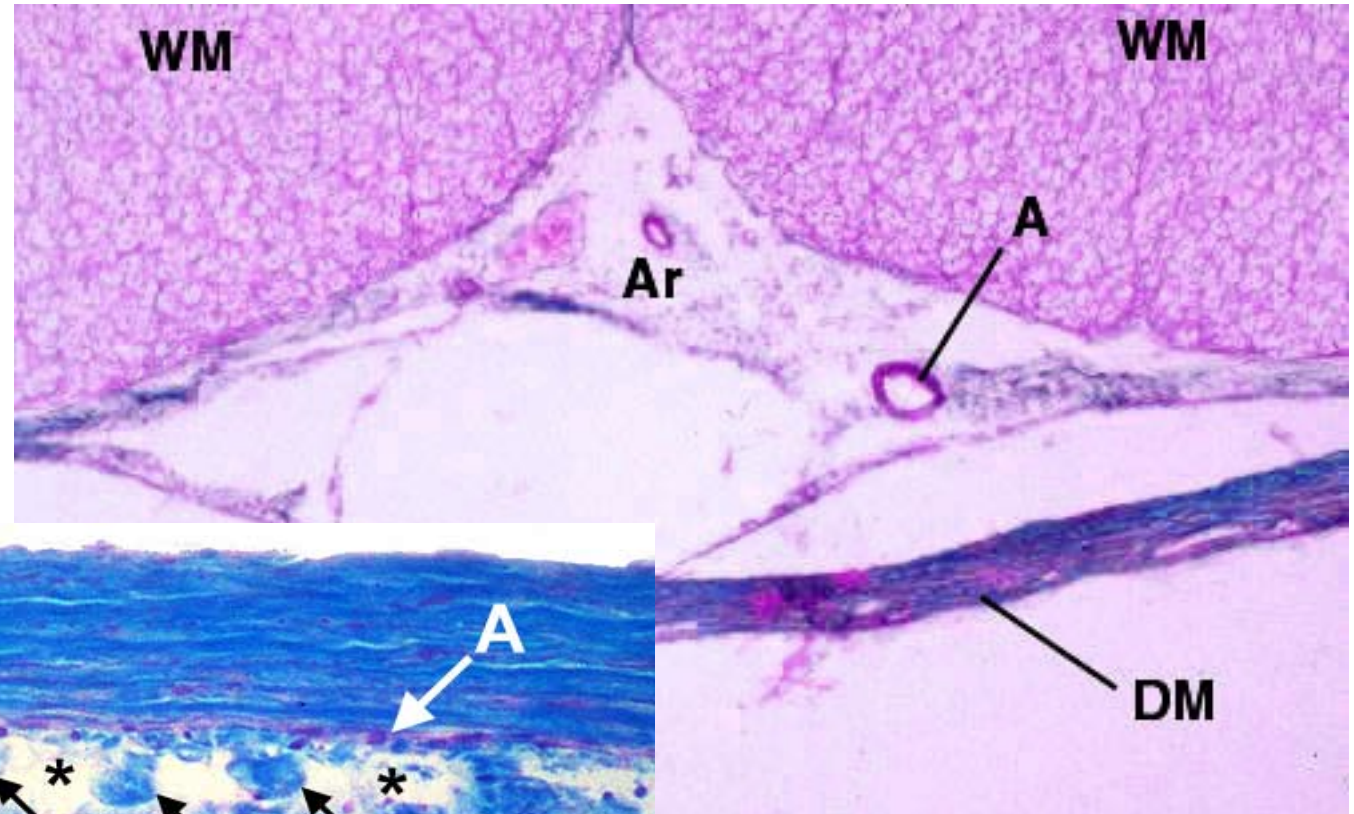
*Központi idegrendszer burkai a gerincvelőn:*

DM: dura mater

A: arteria

Ar: Arachnoidea

WM: fehérállomány



D: dura mater

A: Arachnoidea

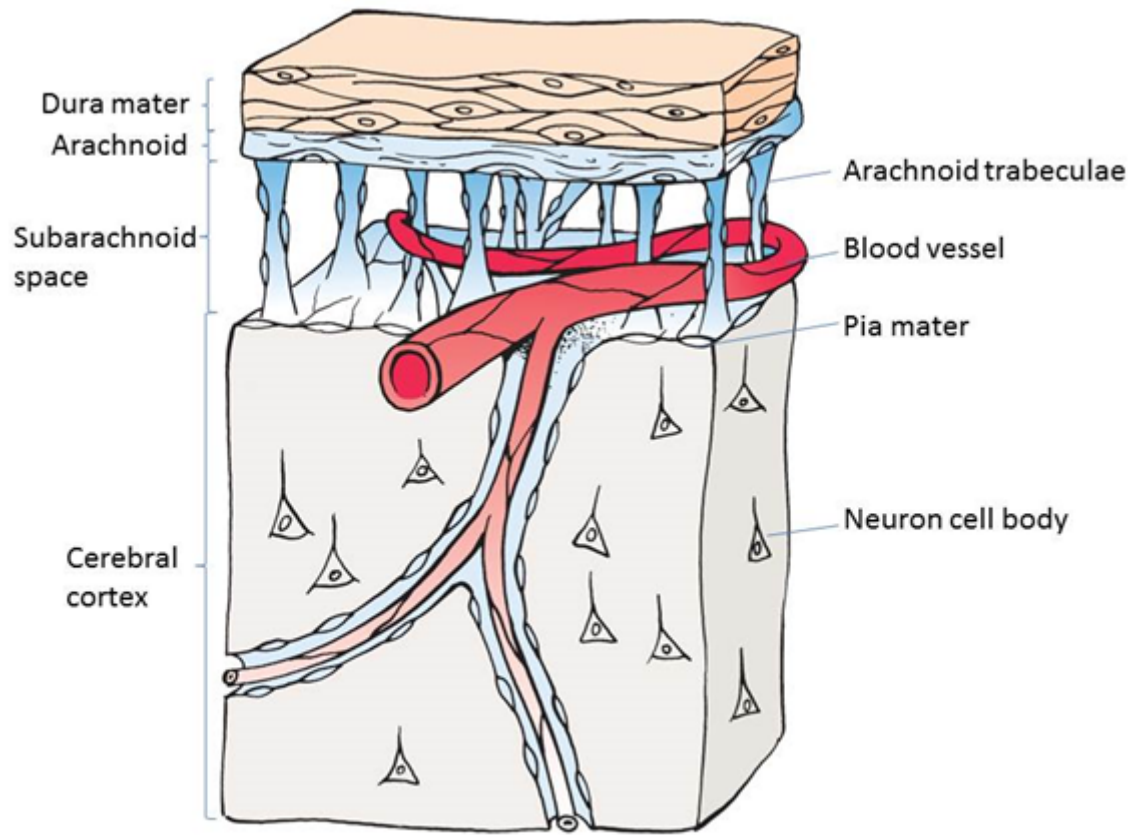
P: Pia mater

W: fehérállomány

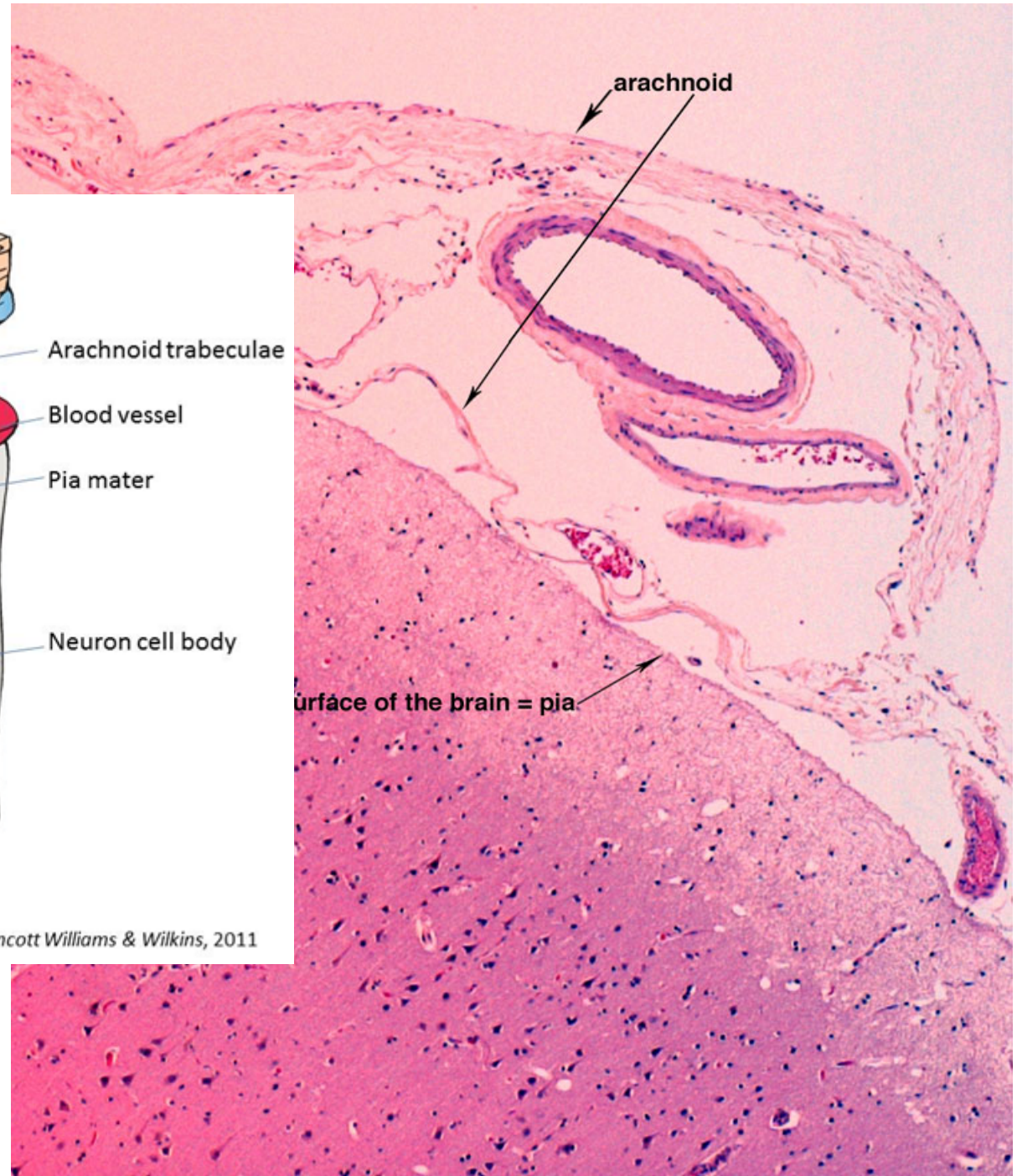


# Központi idegrendszer

## burkai az agyvelőn



Adopted from: M.H.Ross and W. Pawlina. Histology: a text and atlas, Lippincott Williams & Wilkins, 2011



## *Dura mater:*

A kemény agyvelőburok fehér, érszegény, vastag, collagen- és elasztikus rostokból álló hártya, amelynek koponyaüregi része, a koponyacsontok csonthártyájával szorosan összenőtt.

Az öreglyuk tájékán azonban a két hártya szétválik egymástól. A gerinccsatornában levő része, dura mater spinalis, és a csonthártya között az epiduralis üreg, cavum epidurale, keletkezik, az őt kitöltő laza kötő- és zsírszövetben erek, vénafonatok haladnak. A kötőszövet jó diffúziós és reszorpciós képessége teszi lehetővé itt a gerincvelőidegek helyi érzéstelenítését.

## *Arachnoidea:*

Az arachnoidea encephali az agyvelőt borító vékony, pókhálószerű, áttetsző, ér nélküli hártya, amely az agyvelőre csupán helyenként fekszik rá, árkait áthidalja. Vázát collagen-, elasztikus és rácsrostokból álló kötőszövet alkotja. A dura materrel párhuzamosan halad, mindkét felületét sima és fényes, pórus nélküli endothel borítja; a kilépő idegeket hüvelyszerűen körülveszi. A pia materhez vékony, endothellel borított, ereket tartalmazó kötőszövetes kötegek, gerendák rögzítik.

## *pia mater*

A pia mater encephali, az agyvelő belső burka, az agyvelőt szorosan bevonja, annak árkaiba, hasadékaiba benyomul. Ér- és idegdús hártya, amely a fibrocyták mellett változó számban monocytákat, histiocytákat, lymphocytákat és plazmasejteket is tartalmaz. Erei több helyütt az agyvelő állományába lépnek és abban ágazódnak el. Az agyvelő helyenként nagyon vékony, és a ráfekvő pia materrel érlemez, tela chorioidea, alkot, amely az egyes agyvelőkamrák érfonatát, plexus chorioideus, adja. A pia mater spinalis szorosan borítja a gerincvelőt.

## *Az agy–gerincvelői folyadék, liquor cerebrospinalis*

Az agyvelőkamrákat és a subarachnoidealis üreget kitöltő liquor cerebrospinalis az agyvelőkamrák plexus chorioideusaiban termelődik, filtráció és a hámsejtek aktív működése révén. A folyadék egyfelől kitölti az agyvelő ürrendszerét, másfelől a subarachnoidealis üreget, s ezáltal az agyvelő a folyadékban úszik, miközben minden oldalról egyenletes nyomás éri, s egyúttal védi az agyvelőt a mechanikai hatásoktól is.

# **Emlős agy felépítése**



## Nyúltagy:

Gerincvelő folytatása a koponyán belül

Hasonlóan a gerincvelőhöz szürkeállomány belül, fehérállomány kívül  
vegetatív központok helye: légzés, szívműködés, vérnyomás, nyelés

Oliva magvak:

mozgás-

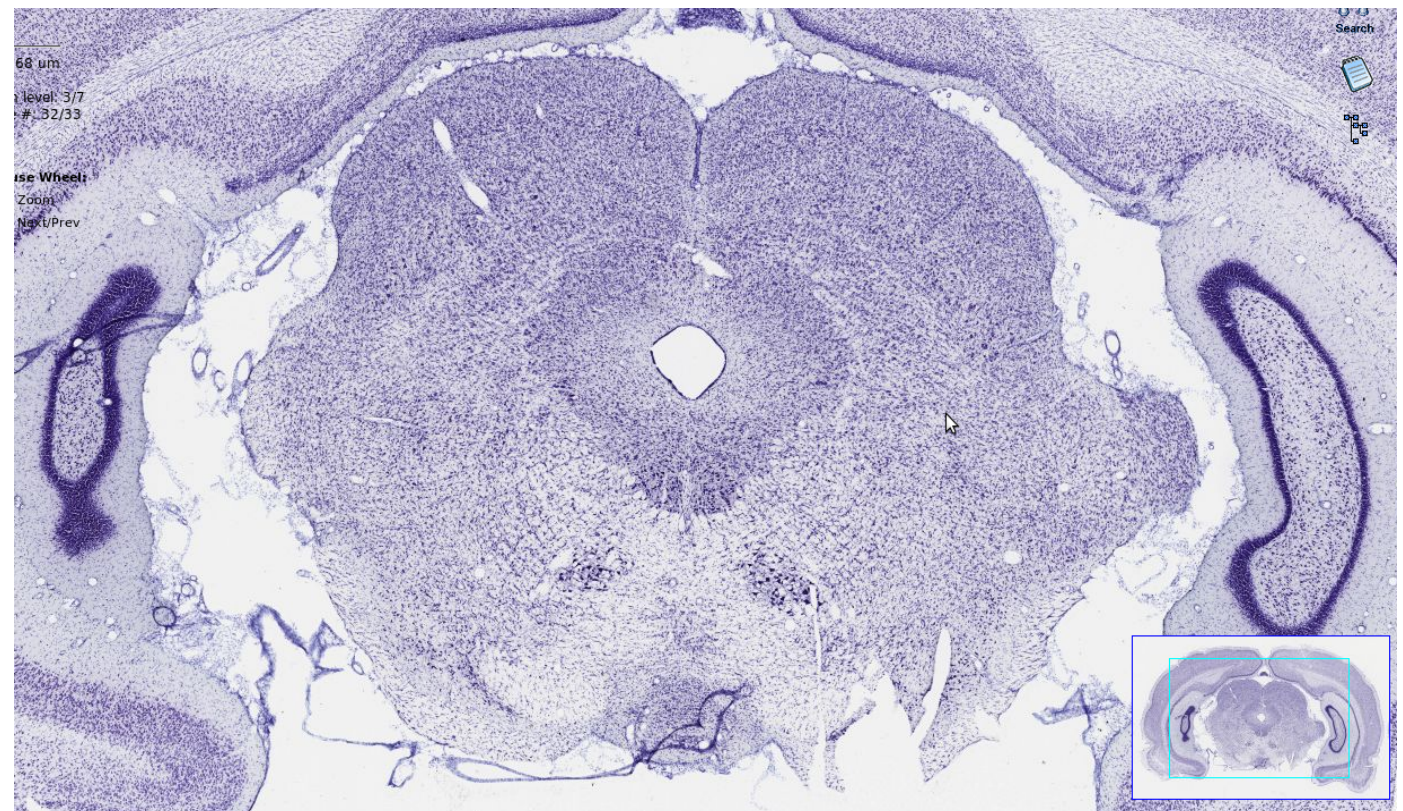
koordinációban

szerep

Formatio reticularis

Piramis pályák

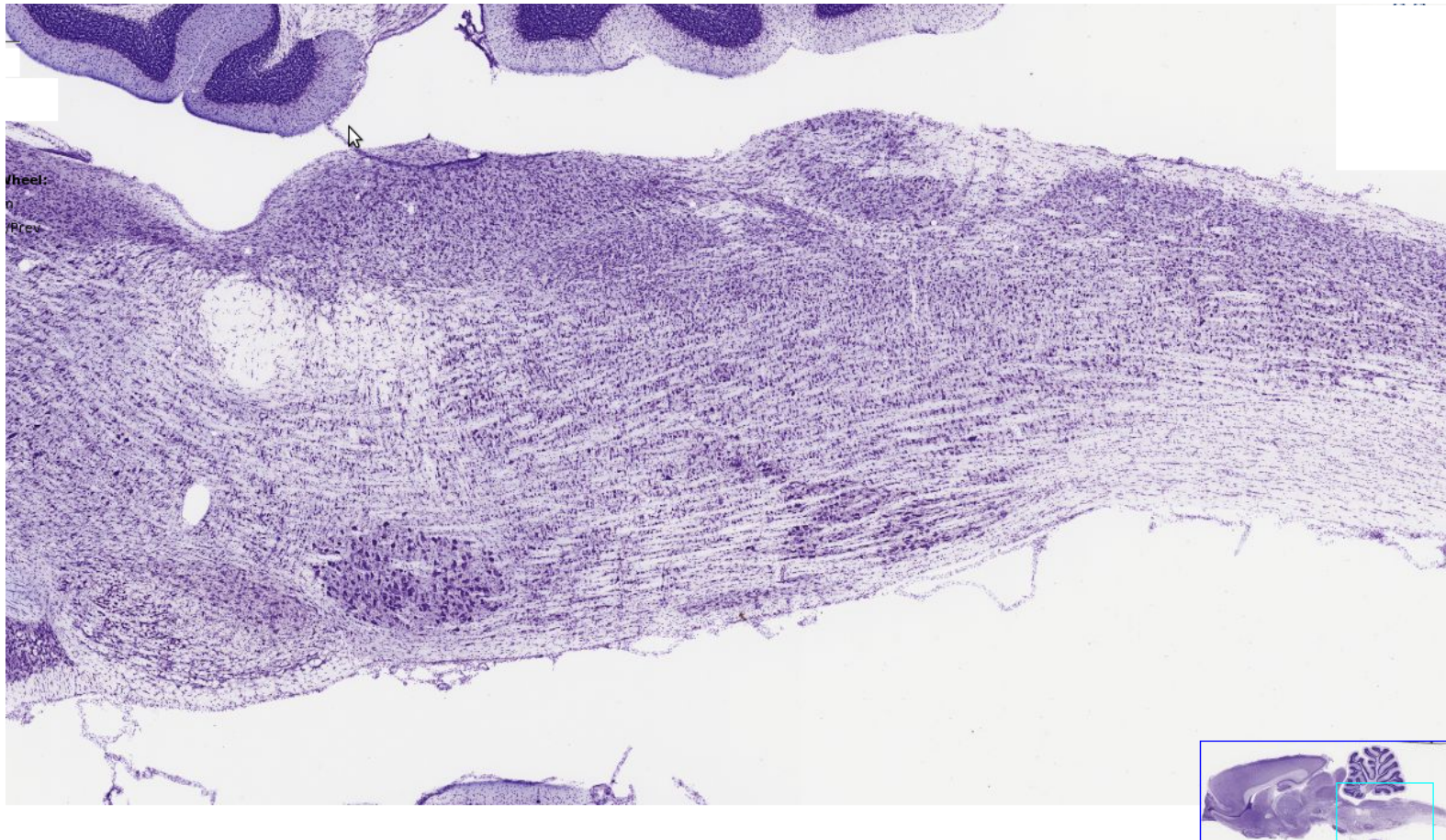
kereszteződése

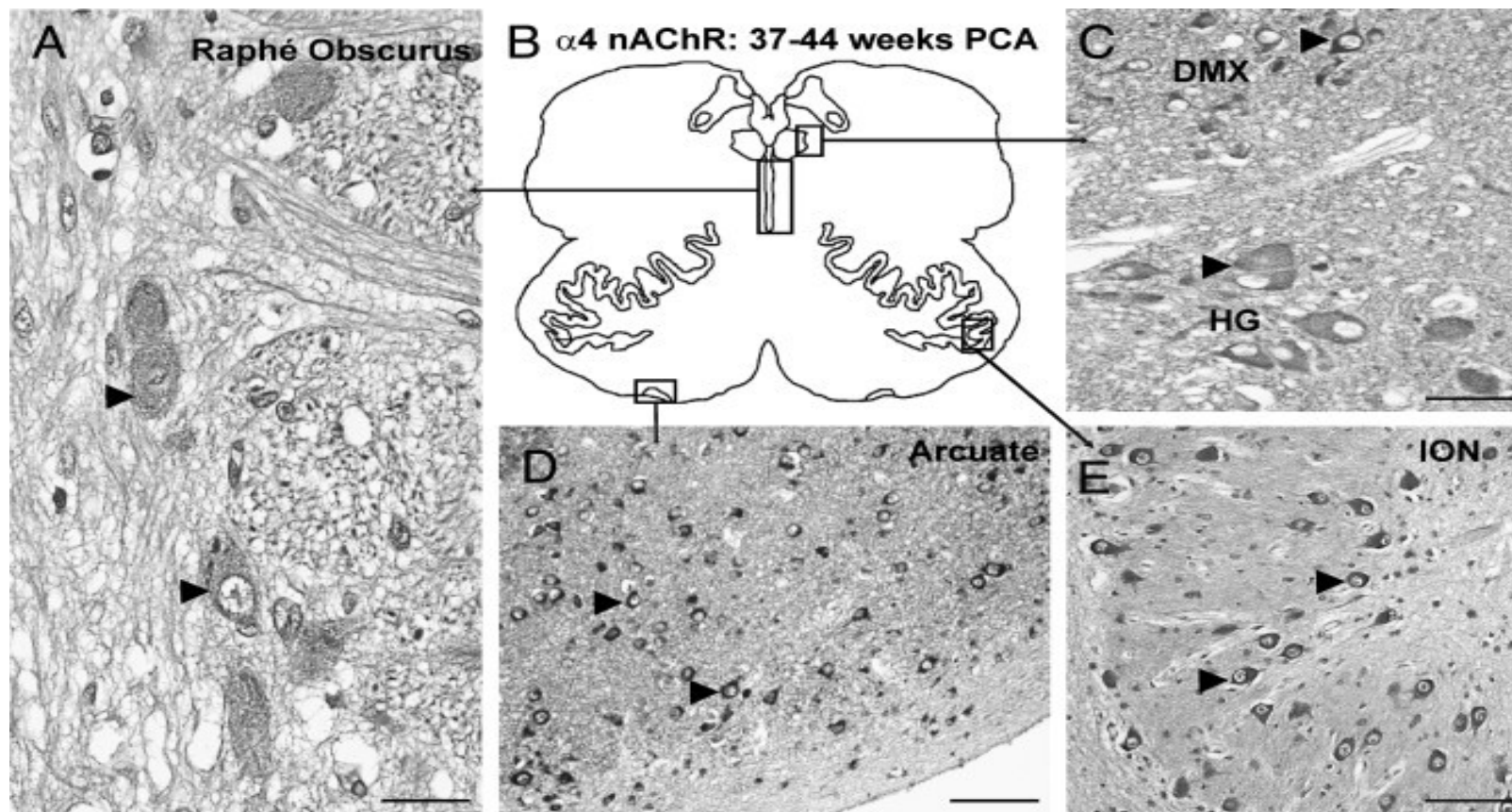




7 agyideg innen indul

Érzékszervi központok: belső fül idegei itt végződnek





$\alpha 4$  nikotonos ACh receptor immunoreaktivitás a nyúltagyban. DMX: dorsal motor nucleus of vagus, HG: hypoglossal nucleus, nucleus arcuatus, ION: oliva inferior. (B) Human medulla vázlatosan. Scales A: 30  $\mu\text{m}$ ; C: 65  $\mu\text{m}$ ; D: 93  $\mu\text{m}$ ; E: 103  $\mu\text{m}$ .

Duncan és mtsai *Autoic Neurosci* 144 61-75 2009

	<b>magyar név</b>	<b>tudományos név</b>	<b>lefutás, végállomás</b>
VI	szemtávólító ideg	<i>n. abducens</i>	a nyúltvelőből lép ki, szemmozgató izmot idegez be (mozgató)
VII	arcideg	<i>n. facialis</i>	a nyúltvelőből lép ki, a nyelvcsonti ív területét idegzi be (kevert)
VIII	halló - egyensúlyérző ideg	<i>n. stato-accusticus</i>	a belsőfülből indulva a nyúltvelőbe lép be (érző)
IX	nyelvgarat ideg	<i>n. glossopharyngeus</i>	a nyúltvelő idege, a harmadik zsigerív területét látja el (kevert)
X	bolygóideg	<i>n. vagus</i>	a nyúltvelő idege, a 4–6-dik zsigerívek területét látja el, ágakat ad a testüregi szervekhez is (kevert)
XI	járolékos ideg	<i>n. accessorius</i>	a X. agyideg önállósult ága, a nyúltvelőből lép ki (kevert)
XII	nyelvalatti ideg	<i>n. hypoglossus</i>	a magzatburok nélküliek első gerincvelői idegének felel meg, a nyelv belső izmait idegzi be (mozgató)



# Híd:

Csak emlősöknél

Jelentősége és

tömege a nagyagy

és kisagy

fejlettségével

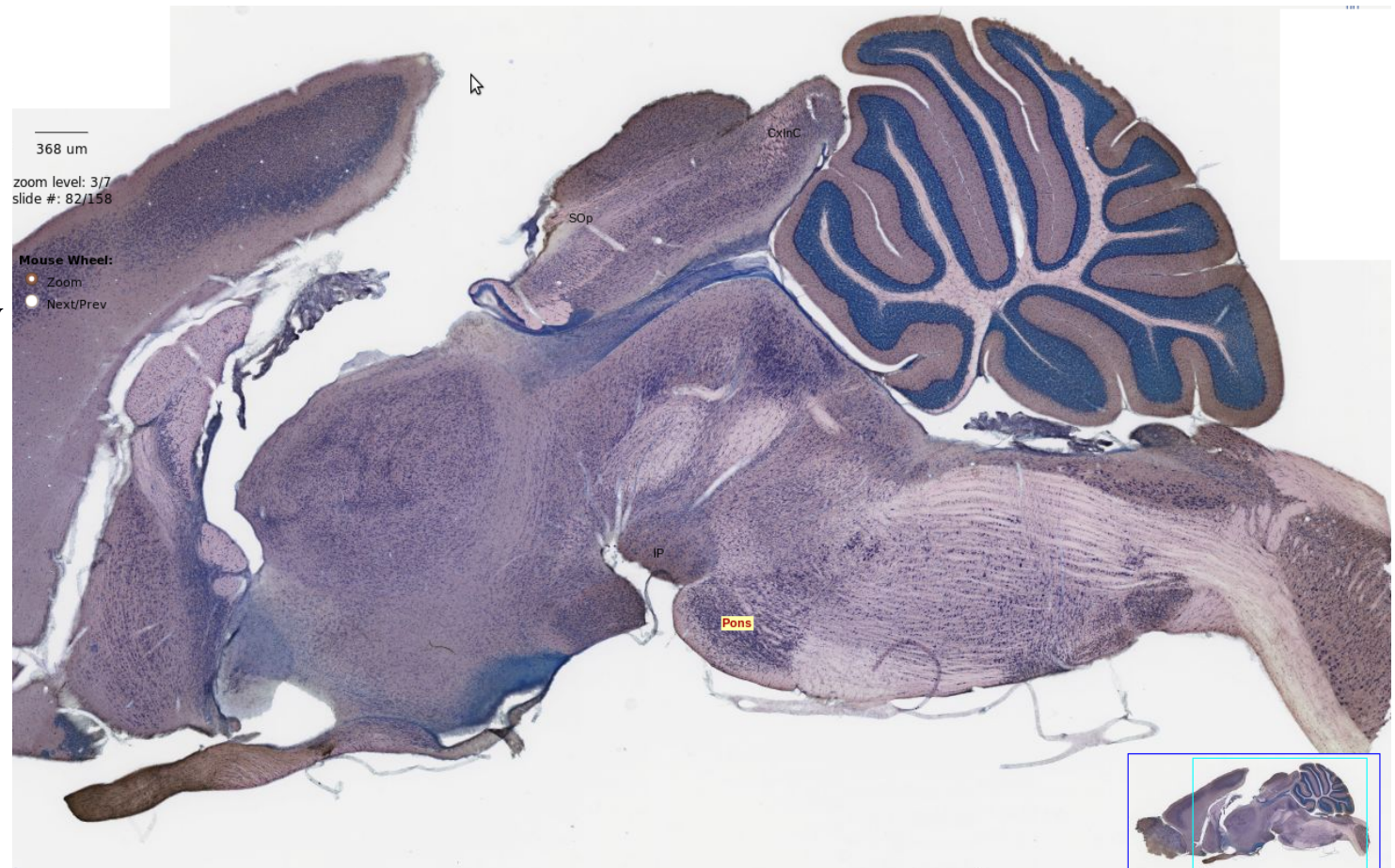
arányos

Nagyagy, kisagy,

gerincvelő

összekötése

Légző-központ helye



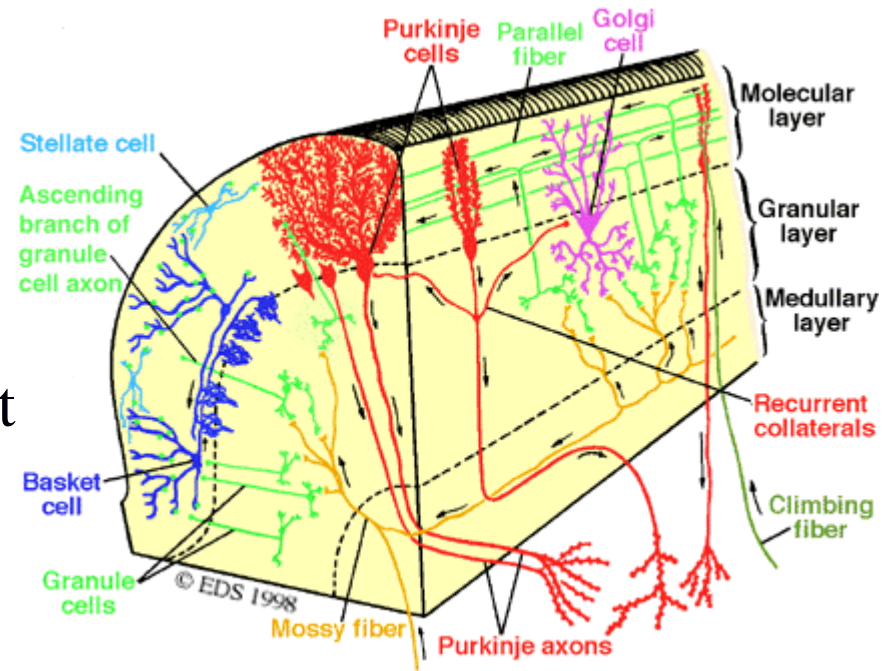
## Hídból induló agyidegek:

	<b>magyar név</b>	<b>tudományos név</b>	<b>lefutás, végállomás</b>
V	háromsz- tatú ideg	<i>n. trigeminus</i>	a legnagyobb és legbonyolultabb agyideg, három gyökérrel ered a <b>hídból</b> , a homloktájékot és az állkapcsi ív területét idegzi be (kevert)

**Kisagy:**

**Molekuláris réteg: *str moleculare***

Főleg rostok, dendritek és szinaptikus kapcsolatok alkotják. Itt található idegsejtek: csillagsejtek: felszínhez közel, mélyebben kosársejtek.



**Purkinje sejtek rétege:** *str gangliosum*: Purkinje sejtek sejttestje

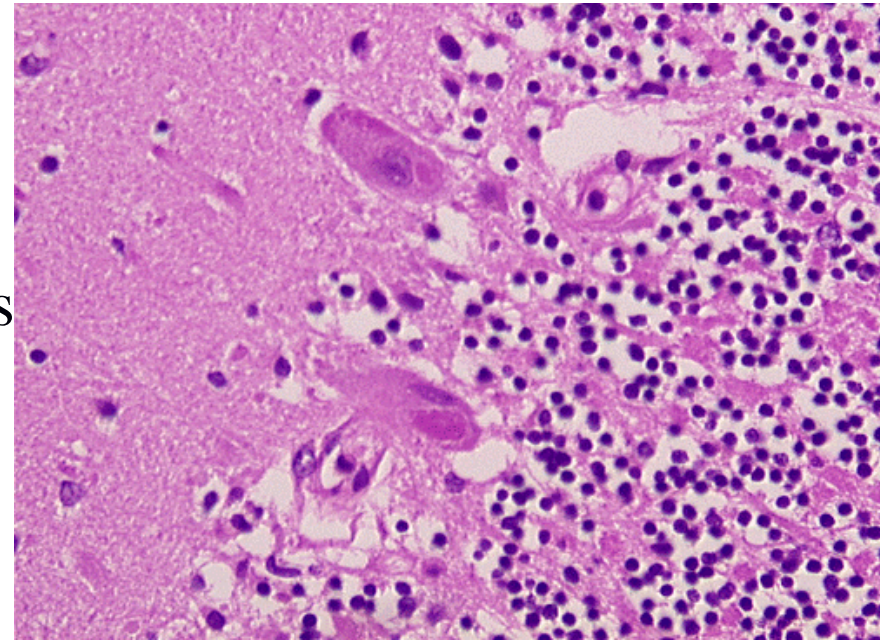
**Szemcsés réteg:** *str granulosum* kis gömb alakú sejtek.

**Moharostok:** gerincvelőből érkező velőshüvelyes axonok,

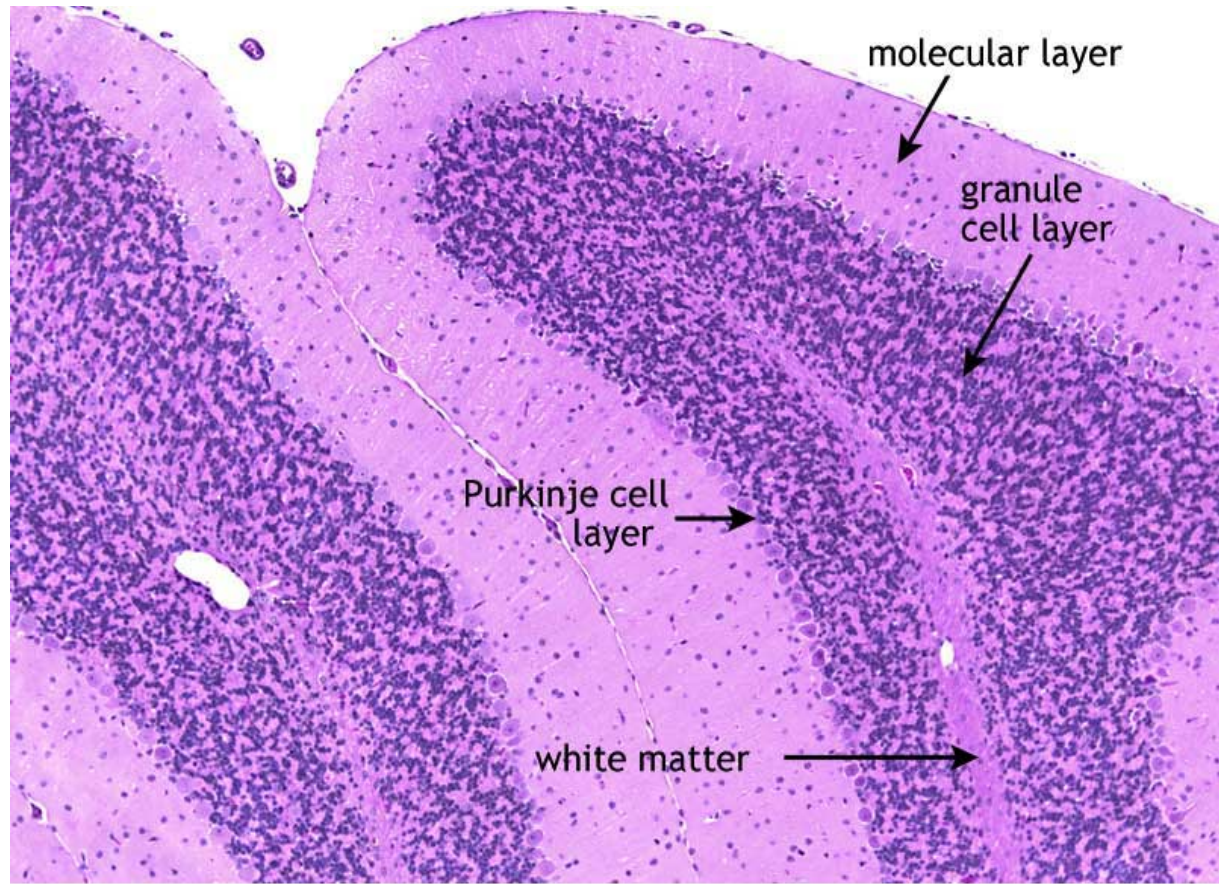
szemcsesejtek dendritjén végződnek. **Fogaskerék szinapszisok:**

moharostok által létesített szinapszisok a szemcsesejteken. Gazdagon elágazó axonvégződés. **Kúszórostok:** kisagy centrális magvaiból és a

hídból származó rostok. Purkinje sejtek dendritjén végigkúszva hoznak létre többszörös szinaptikus kapcsolatot.

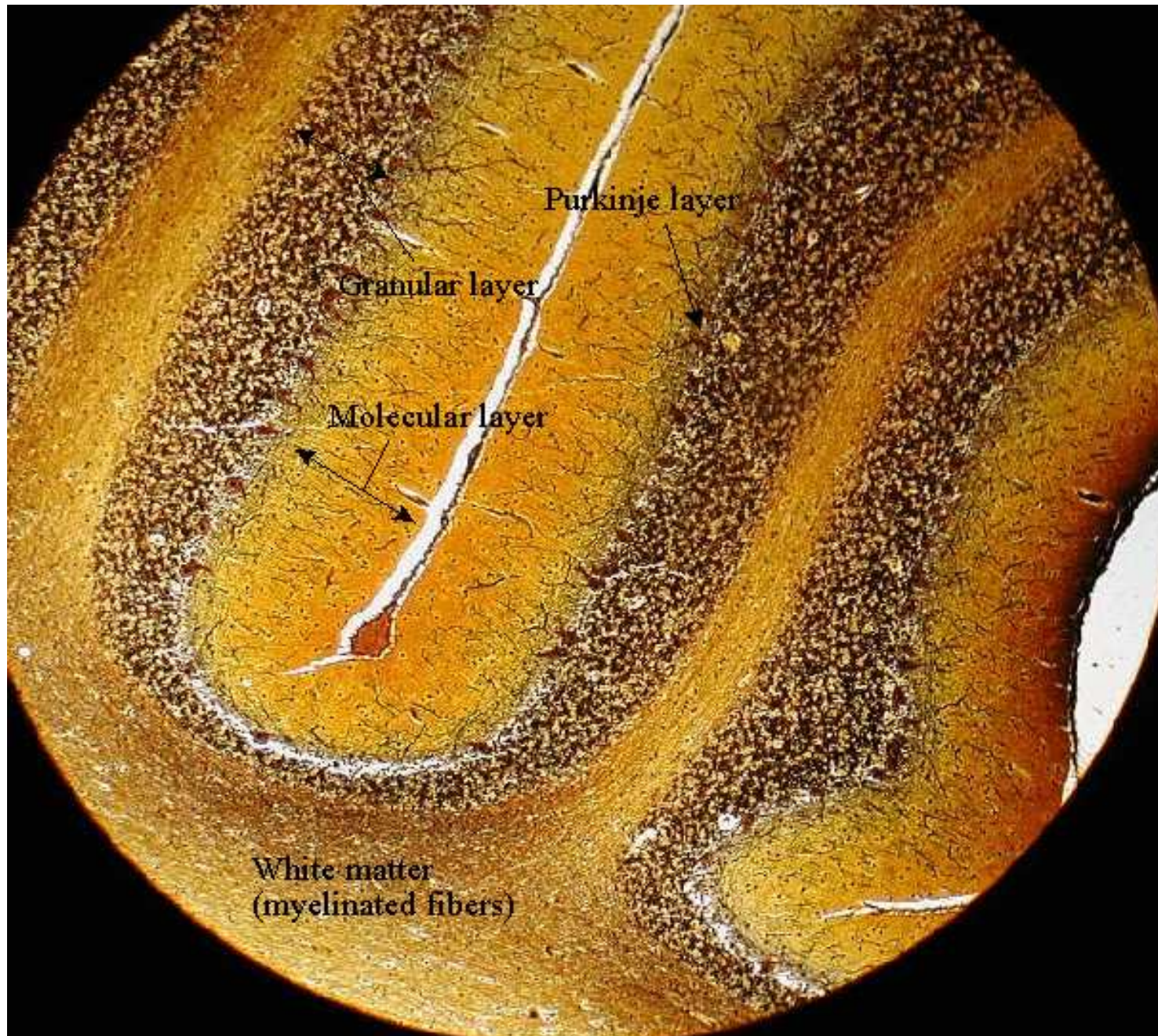








# Cerebellum sejttípusai



## **Középagy:**

Mozgás és érzékszervi központok

### **Tectum**

Középagy dorzális része.

*Colliculus superior*: vizuális rendszer része, szemmozgások, követés, pupilla reflexek központja

*Colliculus inferior*: hallórendszer része.

### **Tegmentum**

Tectum alatti rész.



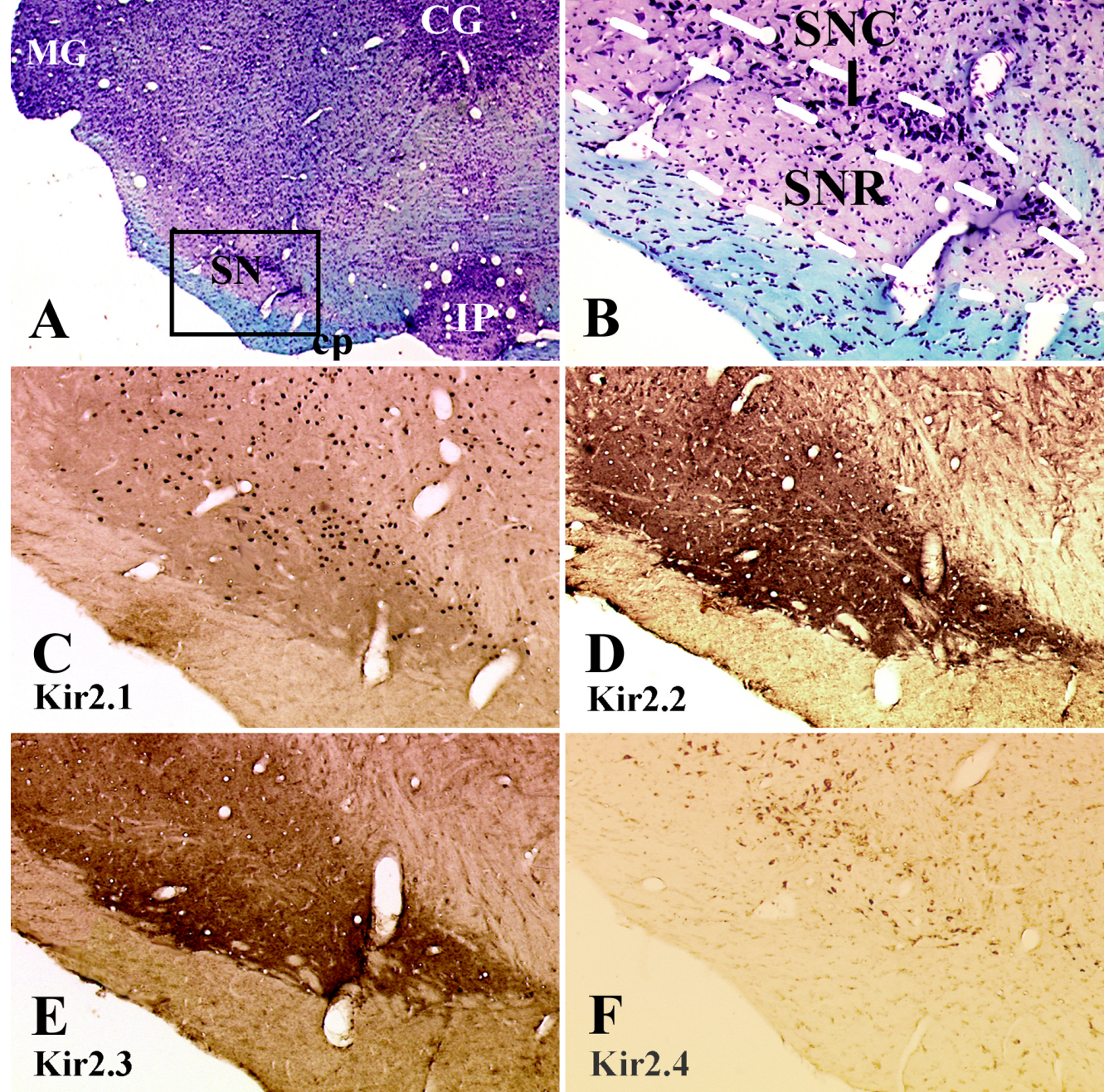
# Substantia nigra (SN)

Melanin és dopamin tartalmú neuronok miatt sötét színű

Két része van:

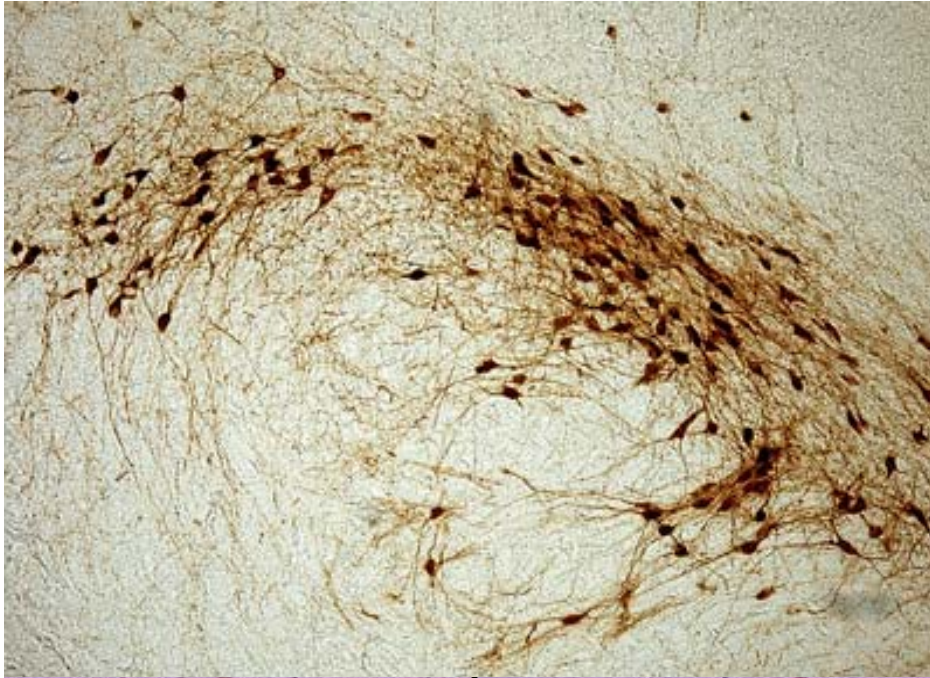
pars compacta: SNC  
striatum fő dopaminerg beidegzője

pars reticulata: SNR  
egyéb területek dopaminerg beidegzése





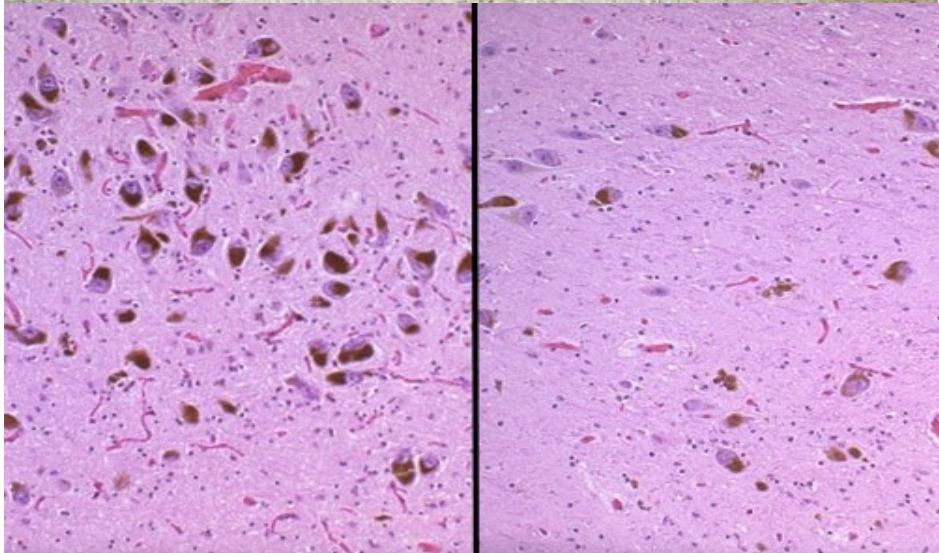
Dopaminerg neuronok a substantia nigra-ban

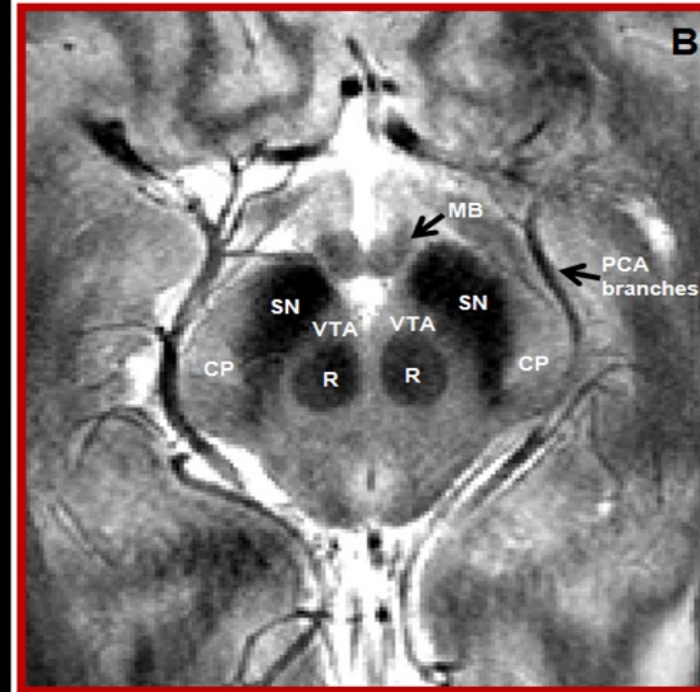
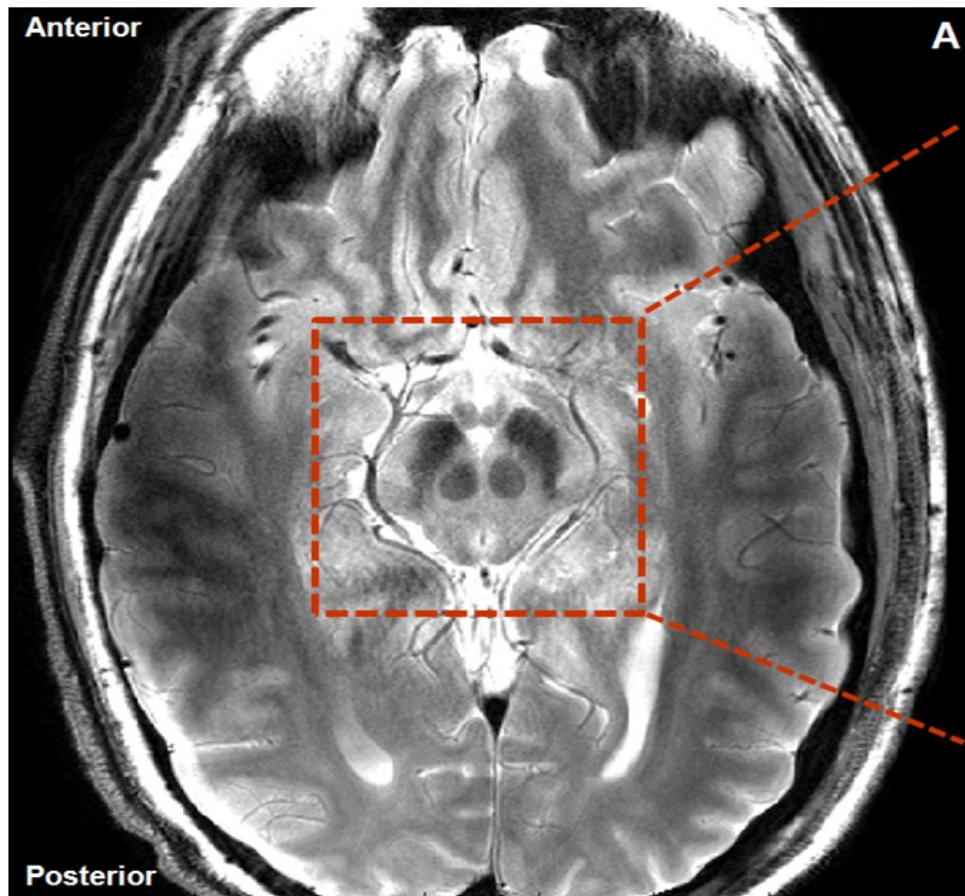


Substantia nigra:

Balra: Normál, magas pigmenttartalmú neuronok.

Jobbra: Parkinson kórban alacsony pigment tartalmú.





Tesla  
MRI  
felvétel.  
A)  
axiális  
kép a

középagyról a colliculus superior magasságában. B) Nagyítva: VTA= ventrális tegmentális area; SN= substantia nigra; CP= Cerebral Pedunculi; R= Vörös mag; PCA = Posterior Cerebralis Arteria; MB= Emlős test.

Eapen és Gore; Vanderbilt Brain Inst



## **Formatio reticularis**

Agytörzset és középagyat behálózó struktúra. Több mint 90 magot foglal magában.

Monoaminerg magok: raphe magok, locus coeruleus Agykéreggel, talamusszal és a gerincvelővel is kapcsolatban van.

Funkciói: alvás - ébrenlét kialakítása, figyelem, mozgás kialakítása, összehangolása és számos alapvető reflexközpont is van benne.

## **Vörös mag**

Főleg a váll és felkar mozgásának koordinálása.

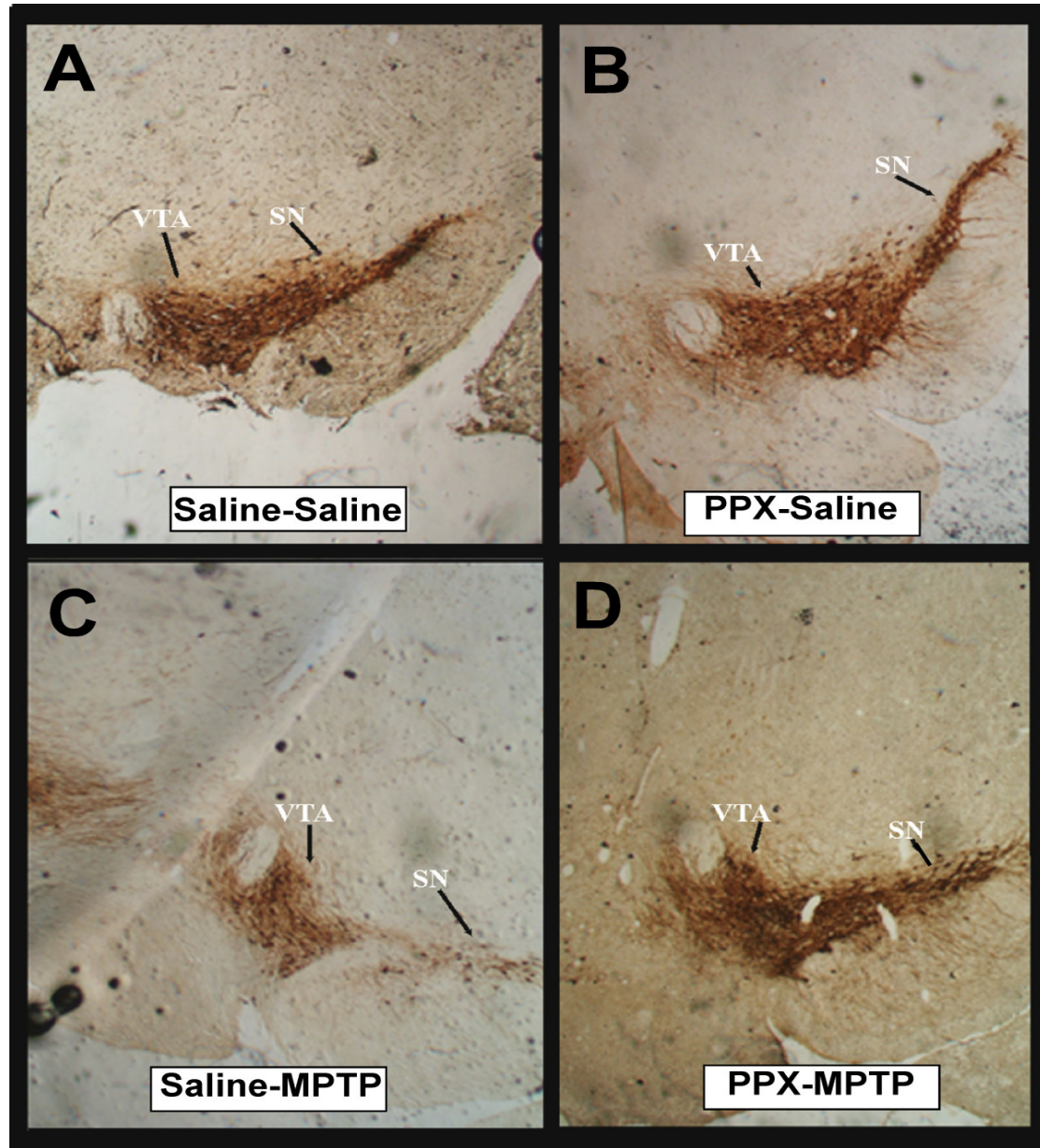
## **Ventral tegmental area (VTA)**

Dopaminerg neuronok

Mezolimbikus rendszer  
része.

Nucleus accumbens,  
prefrontális kéreg  
amigdala dopaminerg  
beidegzése

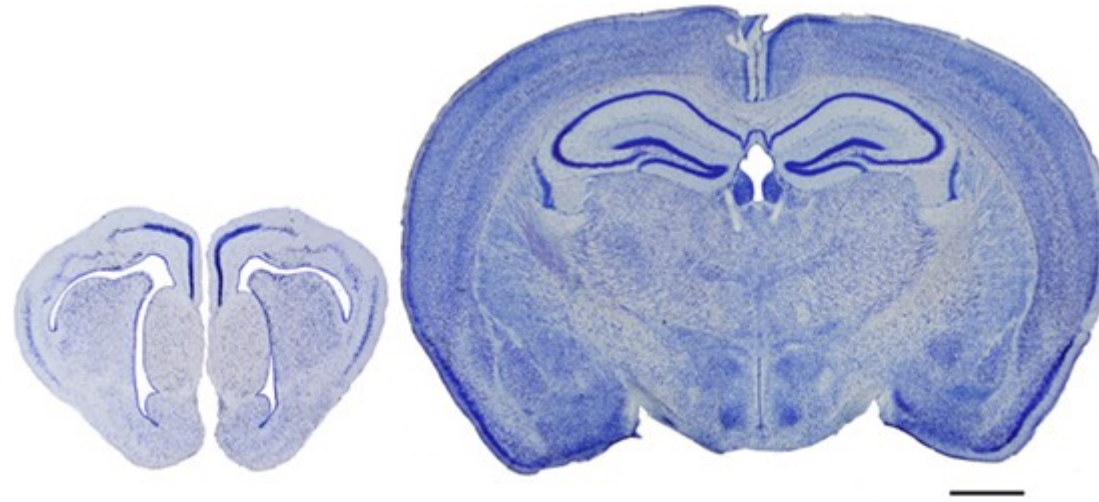
Agyi jutalmazó kör része



# Középagyból induló agyidegek

	<b>magyar név</b>	<b>tudományos név</b>	<b>lefutás, végállomás</b>
III	közös szemmozgató ideg	<i>n. oculomotorius</i>	a középagyból lép ki, több szemmozgató izmot idegez be (mozgató)
IV	sodorideg	<i>n. trochlearis</i>	a kisagy és középagy határáról ered, szemmozgató izmot idegez be (mozgató)
X	bolygóideg	<i>n. vagus</i>	a nyúltvelő idege, a 4–6-dik zsigerívek területét látja el, ágakat ad a testüregi szervekhez is (kevert)

# Telencephalon



## Cortex evolúciója

Coronális metszetek (100  $\mu\text{m}$  vastag szeletek Nissl-festéssel) a telencephalonból.

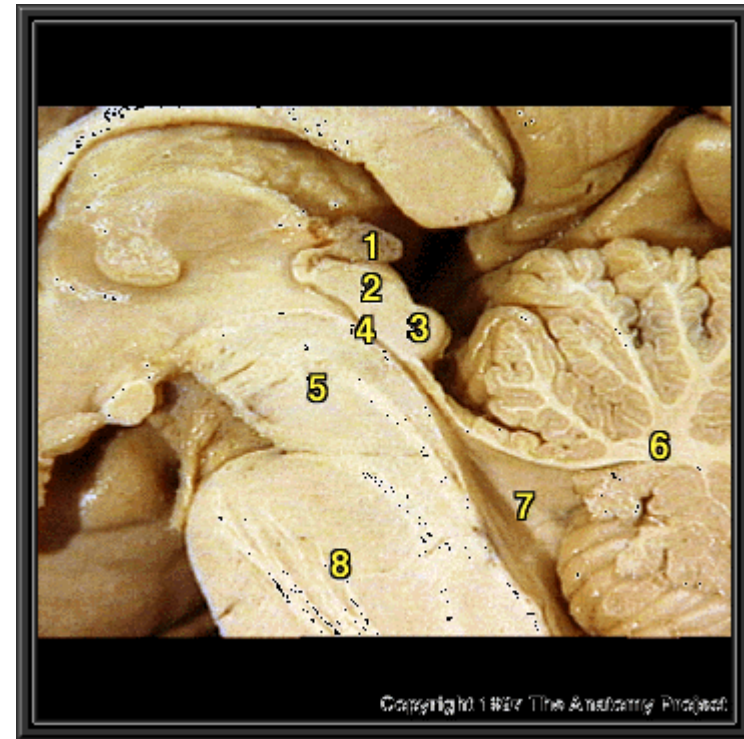
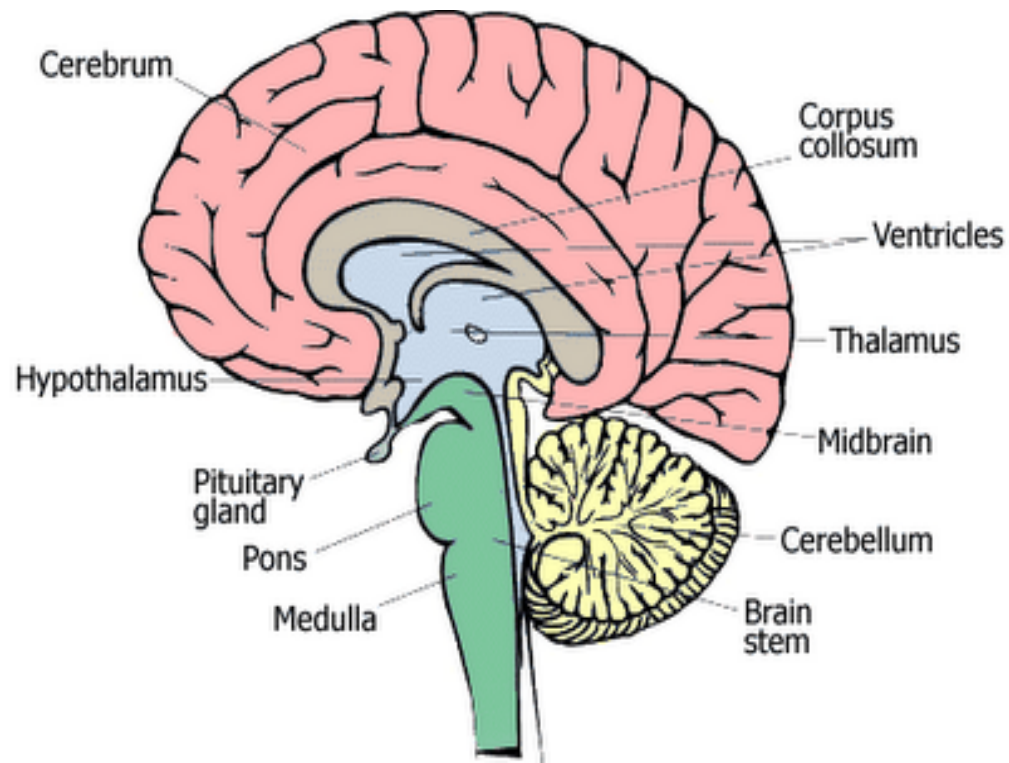
Bal oldal gekko jobb oldal egér

Lépték: 1000  $\mu\text{m}$ .

DeFelipe J. The evolution of the brain, the human nature of cortical circuits, and intellectual creativity. *Front. Neuroanat.*, 16 May 2011 | doi:

10.3389/fnana.2011.00029





1. Toboz mirigy

3. Colliculus inferior

5. Középagy

7. IV. agykamra

2. Colliculus superior

4. Cerebral aqueduct

6. Kisagy

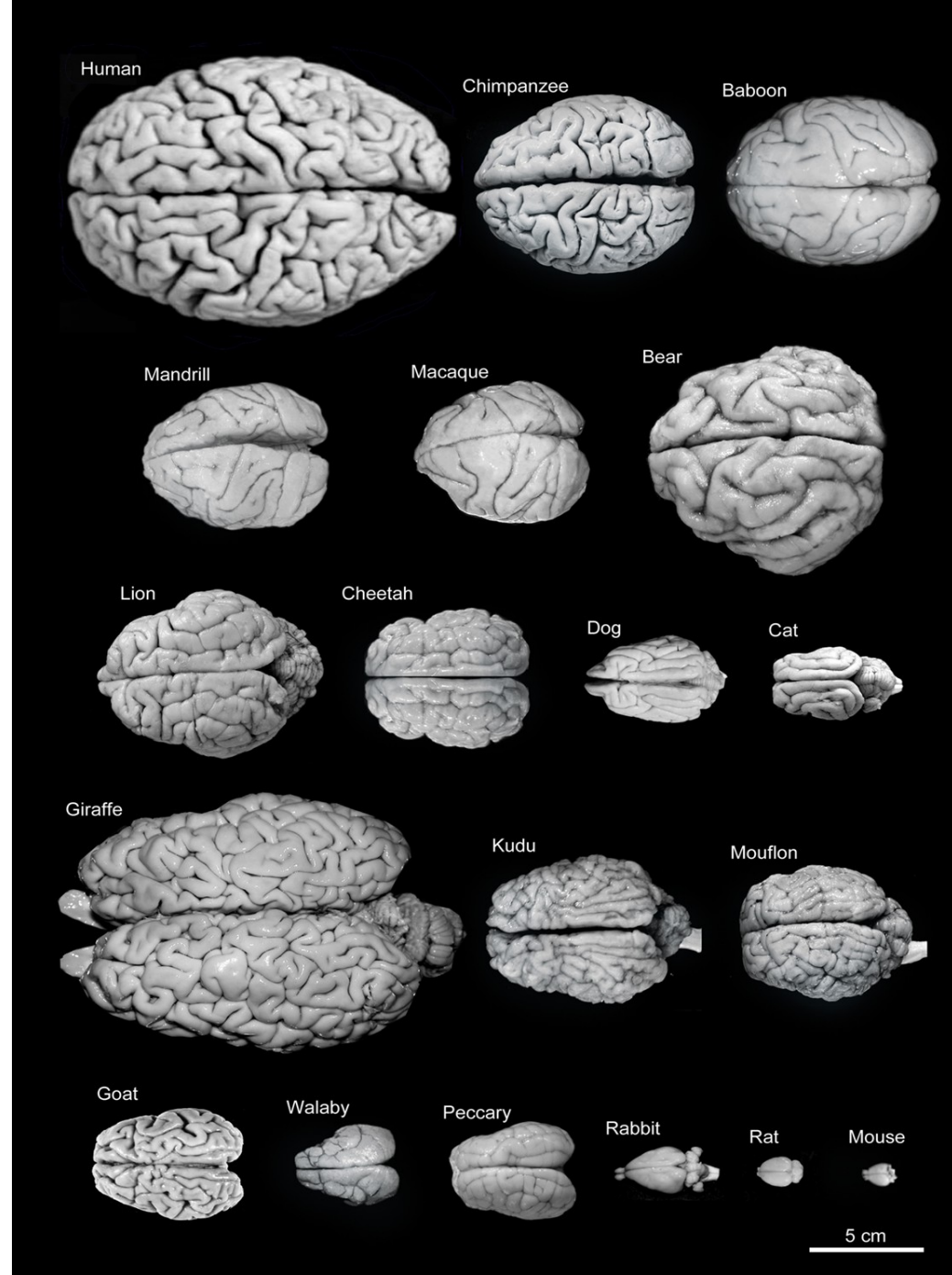
8. Híd

## Különböző emlős fajok agymérete

Legkisebb agy: 0.06g etruszk cickány  
(*Suncus etruscus*), testtömege 2–3 g.

Legnagyobb agy: 9.2 kg Ámbráscet  
(*Physeter macrocephalus*), test-tömege  
50 000 kg.

A Kékbálna (*Balaenoptera musculus*)  
testtömege 100,000 kg, agya 6.9 kg, az  
5000 kg-os Indiai elefántéhoz hasonló (6  
kg). Gorilla (*Gorilla gorilla*) agya 500g  
míg a csíkos delfiné (*Stenella  
coeruleoalba*) 1200g tömegük hasonló  
(160 kg).

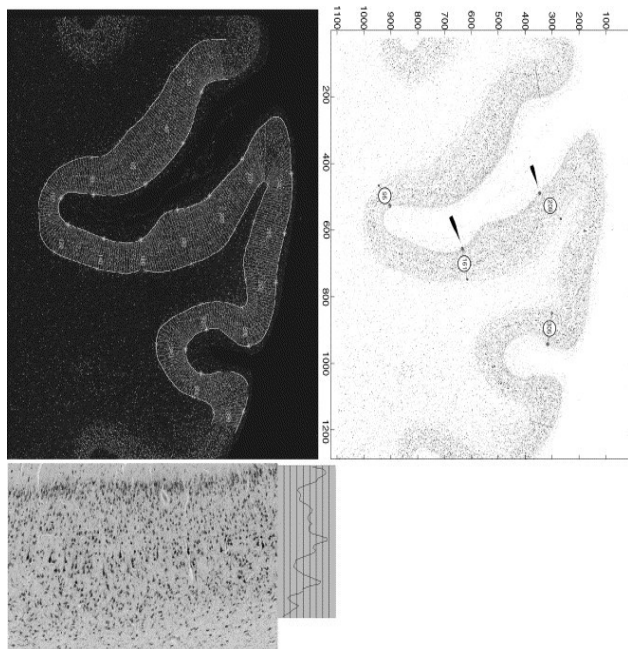




## Cytoarchitectura különbsége:

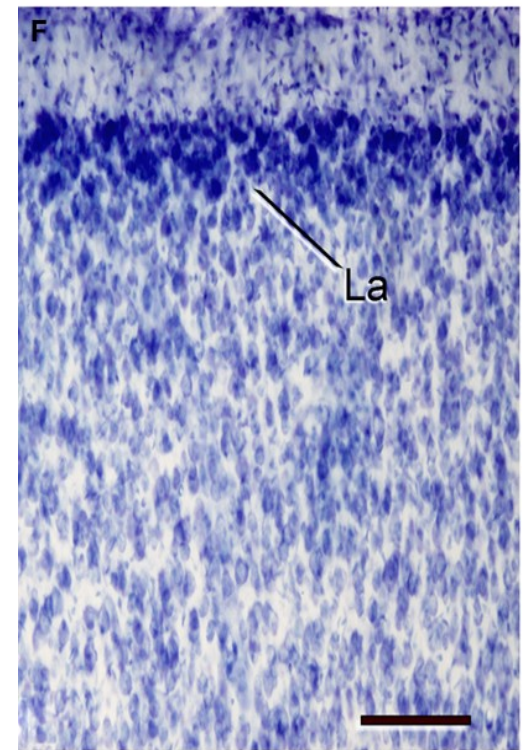
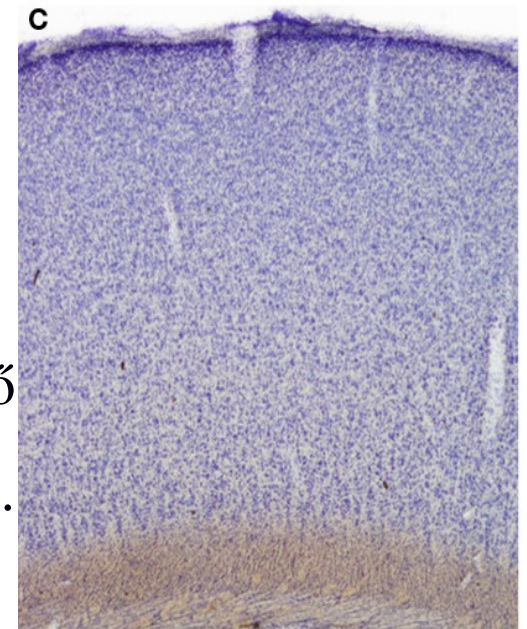
*Primitív emlősök: pl kacsacsőrű emlős, sündisznófélék*

Neocortexben nem különülnek el a funkcionálisan különböző területek, a kéreg mindenütt azonos felépítésű. Neocortex IV. rétege még hiányzik. Kortikális területek aránya kicsi.



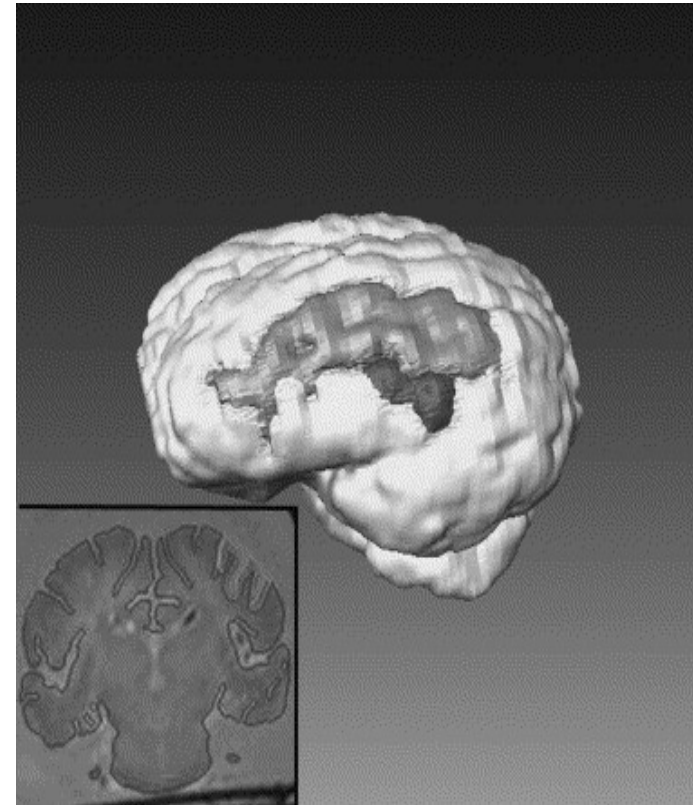
(Jobbra) Kacsacsőrű emlős primer szomatoszenzoros kérgé (thionin festés)

La: legnagyobb sejtdenzitás II rétegben



## *Cetfélék:*

Hatalmas felületű neocortex. Hasonlóan a sündisznóhoz csak 5 réteg, a IV. réteg hiányzik. Nincsen variabilitás a rétegek vastagságában a kéreg funkciójával összefüggésben. Minden kérgi területen az I és a VI rétegek a legfejlettebb, ez is ősi sajátosság (a kéreg külső kapcsolatai fejlettebbek mint a belsők)



Nisll festett coronális metszetek Risso delfin A, csíkos delfin B, palackorrú delfin C, lépték 300 $\mu$ m.

D-F Golgi festett neuronok a fenti fajokból (lépték 100 $\mu$ m)

I réteg (molekuláris réteg);

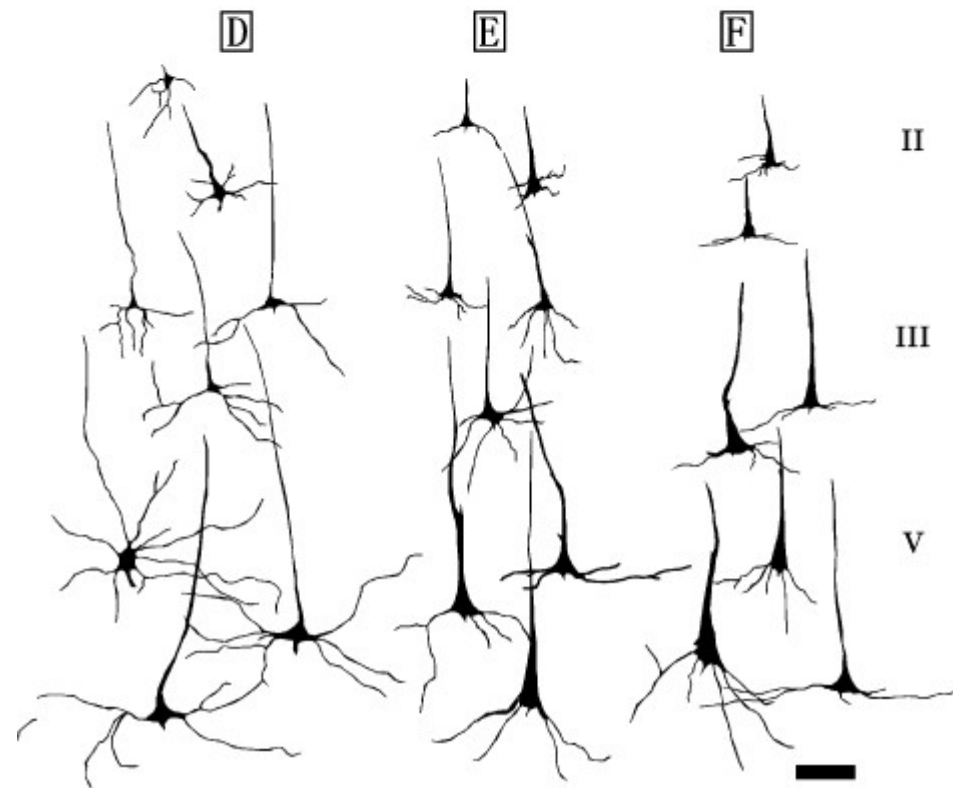
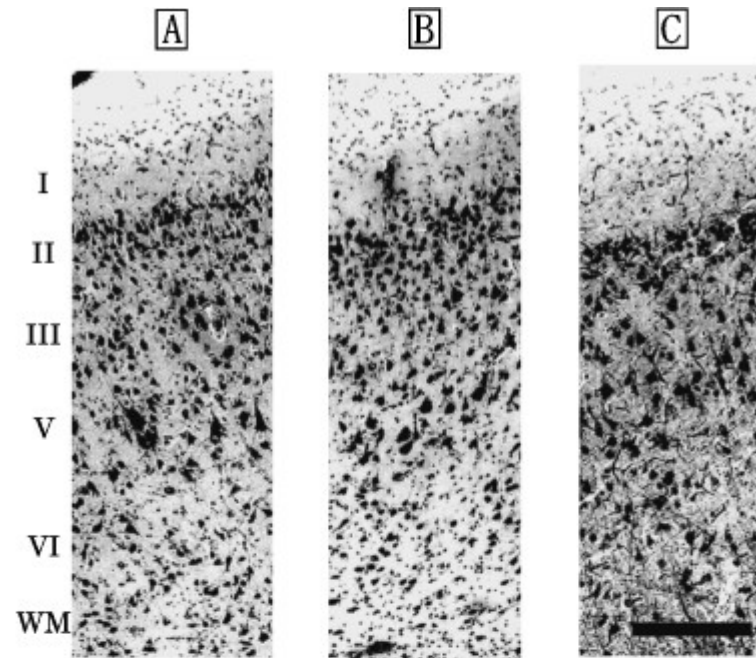
II réteg (external granularis réteg);

III réteg (external pyramisisejt réteg);

V réteg (internal pyramisisejt réteg);

VI réteg (fusiform réteg);

WM: fehér állomány



Szimpla kérgi architektúra hatalmas mérettel kombinálva eredményezi a delfinek speciális intelligenciáját. Analógia az informatika világából: delfin agy egy olyan számítógép amely rengeteg egyszerű egységből áll, míg a szárazföldi emlősök agya bonyolultabb egységekből álló számítógép.

A delfin agyban a nagyszámú egység nagy mennyiségű információ processzálását engedi meg, de kevésbé flexibilis, mint a szárazföldi emlősök eltérő összetevőkből álló agya



## Telencephalon: Előagy: Nagyagy

Elsődlegesen a szaglószerével áll kapcsolatban.

Hüllőktől kezdve egyre inkább a magasabb rendű idegi tevékenységek centruma

Kételtűekig még a középagy a legfontosabb asszociációs központ

Két agyideg átkapcsolási helye:

	magyar név	tudományos név	lefutás, végállomás
I	szaglóideg	<i>n. olfactorius</i>	a szaglóhagymából az előagy szaglólebenyébe fut (érző)
II	látóideg	<i>n. opticus</i>	a szemgolyóból kilépve a köztiagy alapján kereszteződik, annak oldalsó peremén át a középagytetőbe érkezik (érző)



## Emlősök subpalliuma: törzsdúcok (bazális ganglionok)

A nagyagyféltekék mélyében elhelyezkedő szürkeállomány.

Idegsejt tömörülések (magok) fehérállománnyal elválasztva egymástól.

Nincsenek rétegek, de a neuronok kapcsolatai rendezettséget mutatnak,

Bazális ganglion részei: striátum, nucleus accumbens, globus pallidus,

cc: corpus callosum

CPu: caudate Putamen nucleus  
caudatus és Putamen

AcbC: nucleus accumbens core

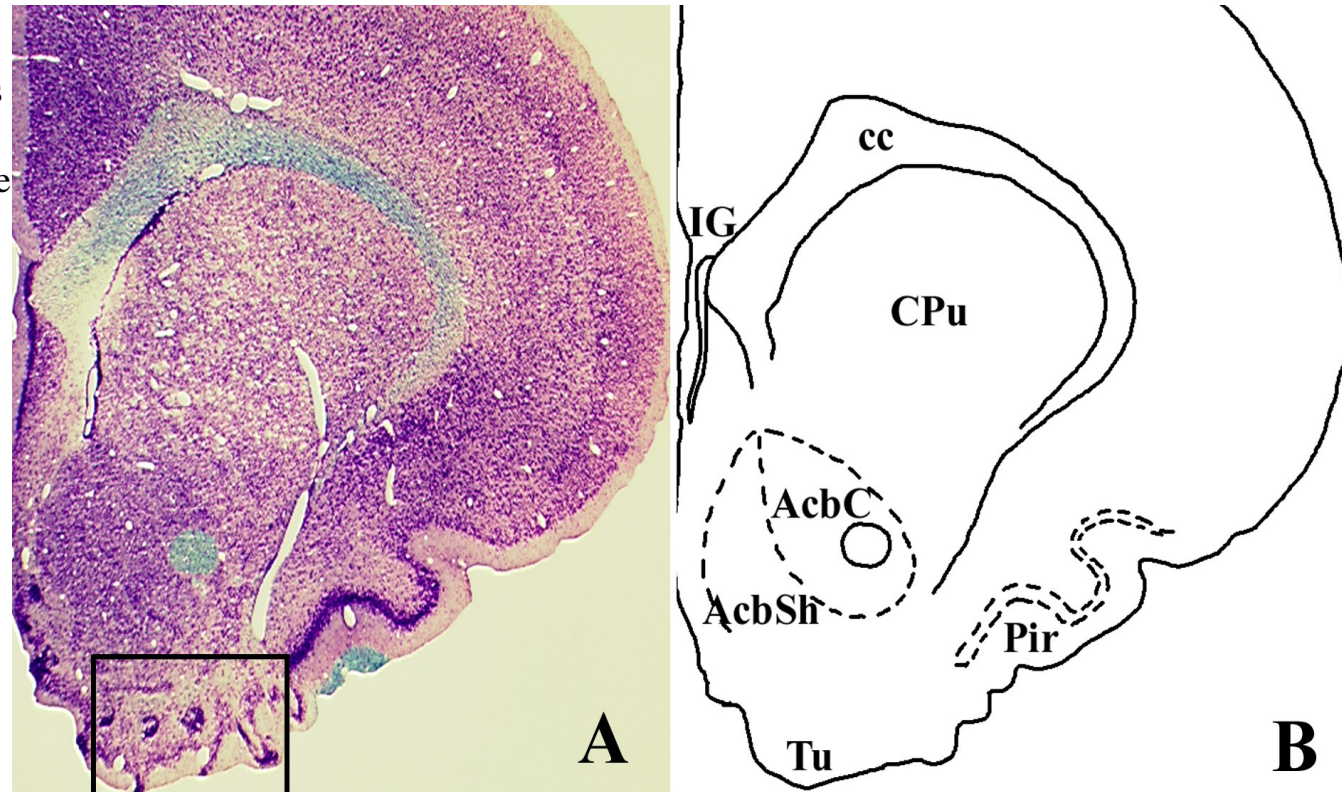
AcbSh: nucleus accumbens  
shell

Tu: Tuberculum olfactorium

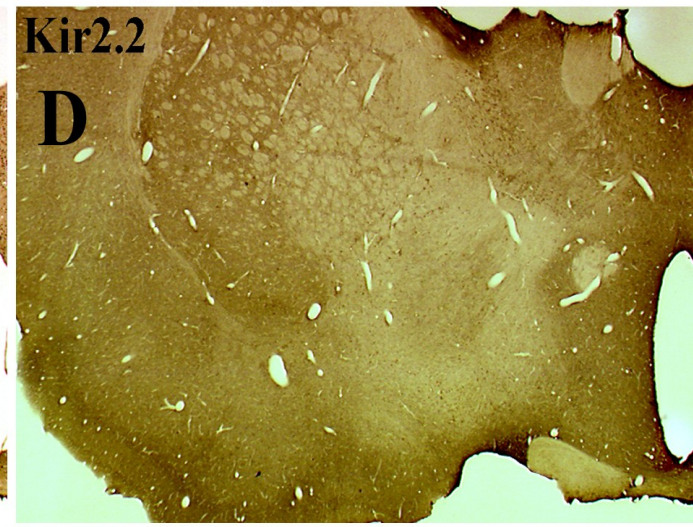
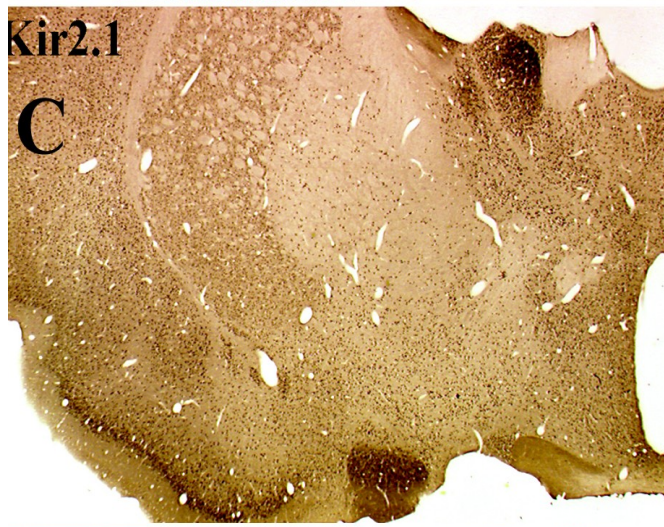
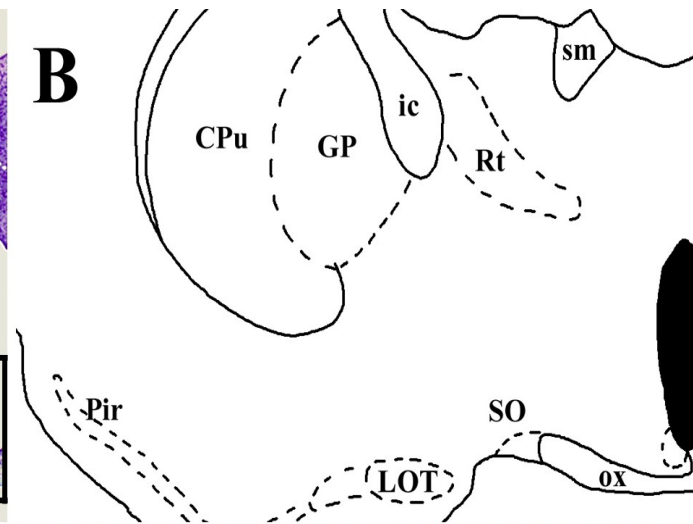
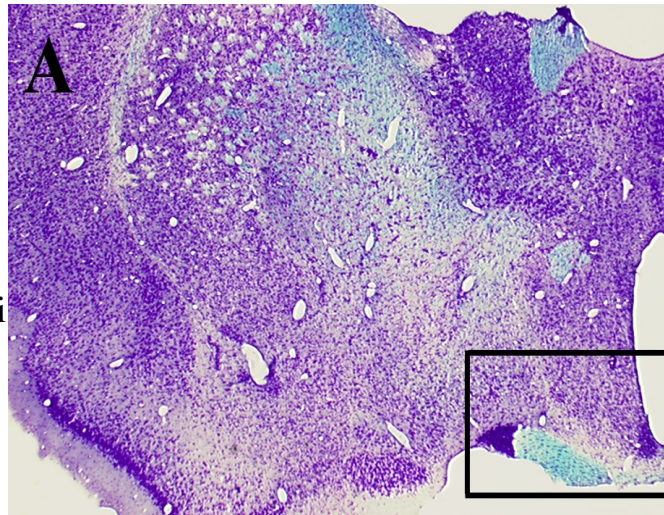
Pir: piriform cortex

prefrontalis kéreg

IG: induseum griseum



GP: globus pallidus ic  
capsula internalis  
Rt: nucleus reticularis thalami  
LOT: nucleus tractus  
olfactorius laterale sm: stria  
medialis  
SO nucleus supraopticus  
ox chiasma opticus



## *Archicortex:*

Legősibb kéregtípus. A hippocampális formatio tartozik ide. Már halakban megjelenik. Hüllők és emlősök hippocampusa nagyon hasonló felépítésű.

Régiók:

DG: gyrus dentatus,

CA3, cornu ammonis regio 3

CA2: embernél van patkányban csökevényes,

CA1: kimenet subiculumba.

3 rétegű struktúra



*Cornu ammonis:*

(CA) rétegei:

Külső réteg:

polimorf sejtek

rétege: alveus

(alv)és str oriens

alv: Alveus. piramis  
sejtek axonjai.

Fimbriában (fim)  
majd a fornixban  
folytatódnak.

Str oriens: kosársejtek (piros), interneuronok, piramis sejtek bazális dendritje, axon kollaterálisai, szeptális és komisszurális rostok.

Középső réteg: piramis sejtek rétege Str Pyramidale:

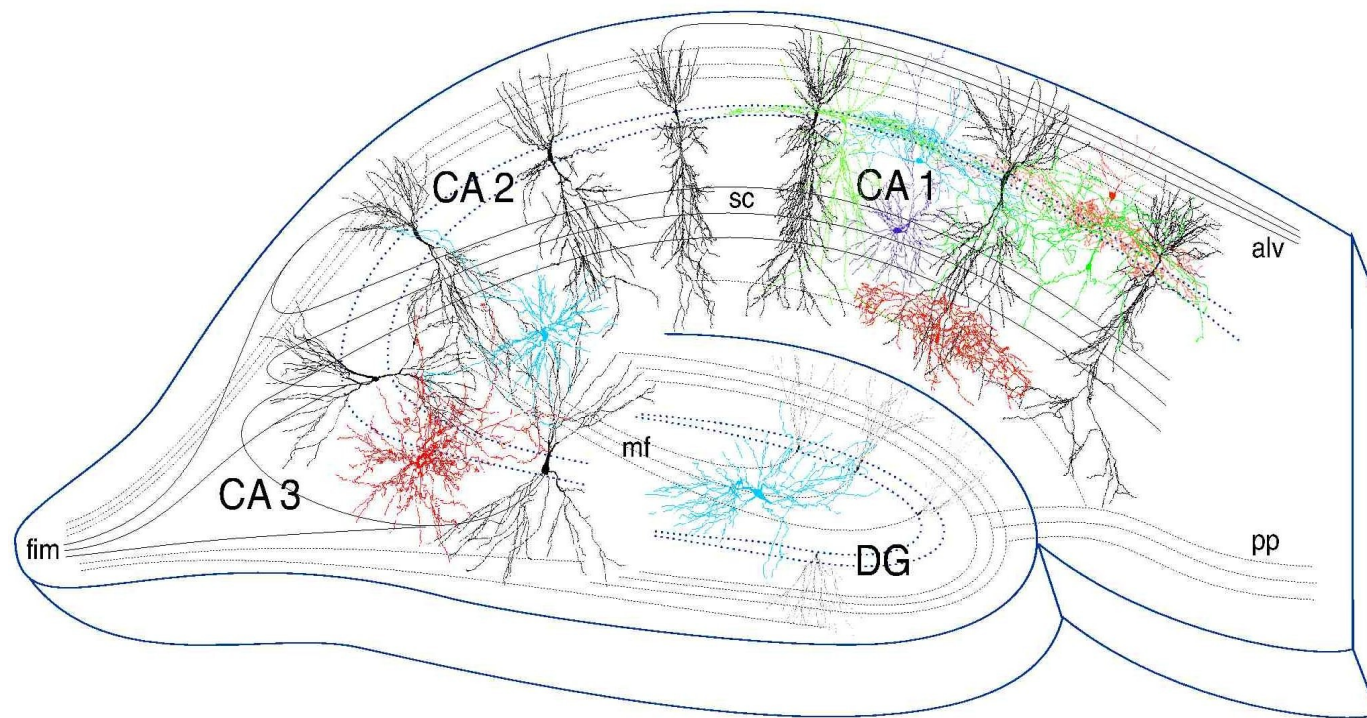
Piramis sejtek sejtteste. Moharostok (mf) szinapszisai CA3-ban. Interneuronok

Külső réteg: molekuláris réteg: str. lucidum, str radiatum, és str lacunosum -moleculare.

str lucidum: CA3-ban moharostok (mf): gyrus dentatusból.

Str. radiatum: szeptális és komisszurális rostok illetve Schaffer kollaterálisok. Interneuronok.

Str lacunosum-moleculare: Schaffer collaterálisok és perforáns pálya (pp)





## *Gyrus dentatus (DG) rétegei*

Polimorf sejtek rétege, (hilus vagy CA4):

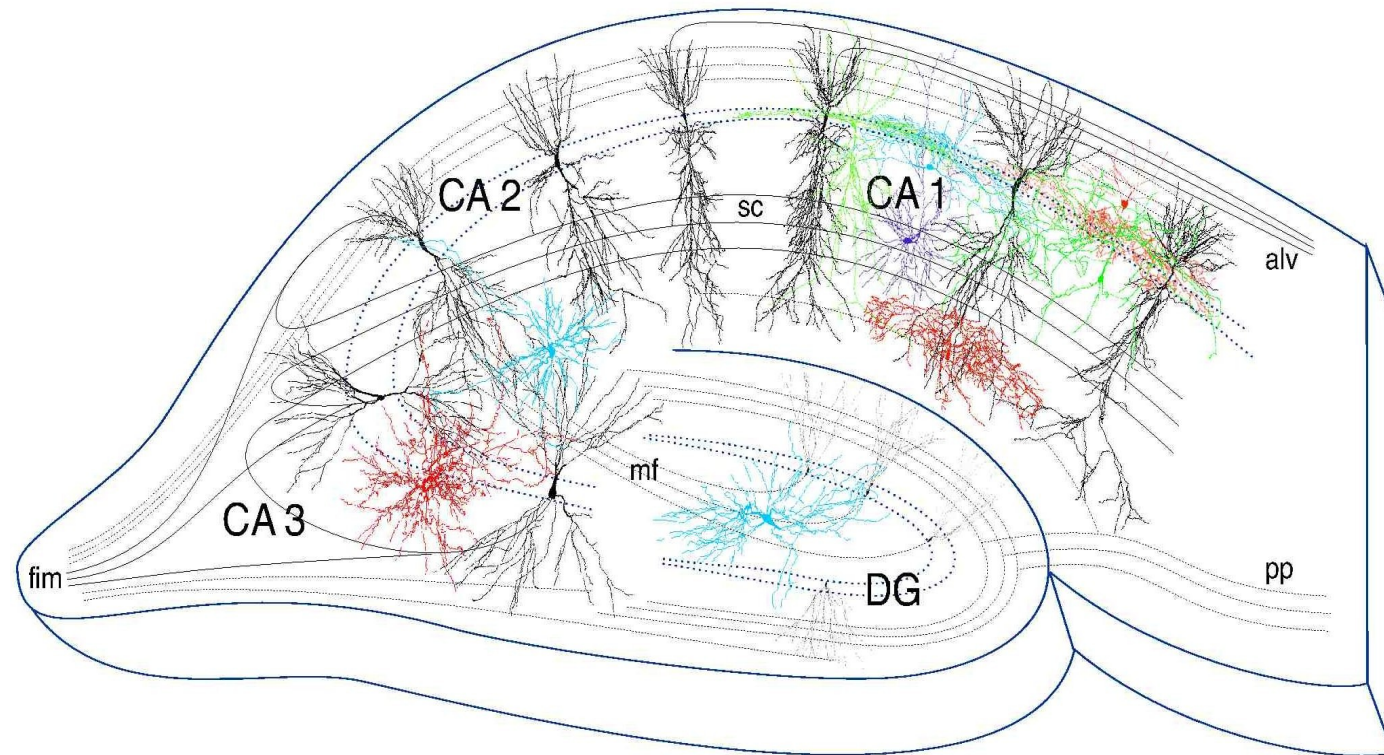
mohasejtek, interneuronok, granula sejtek axonjai

str granulosum:

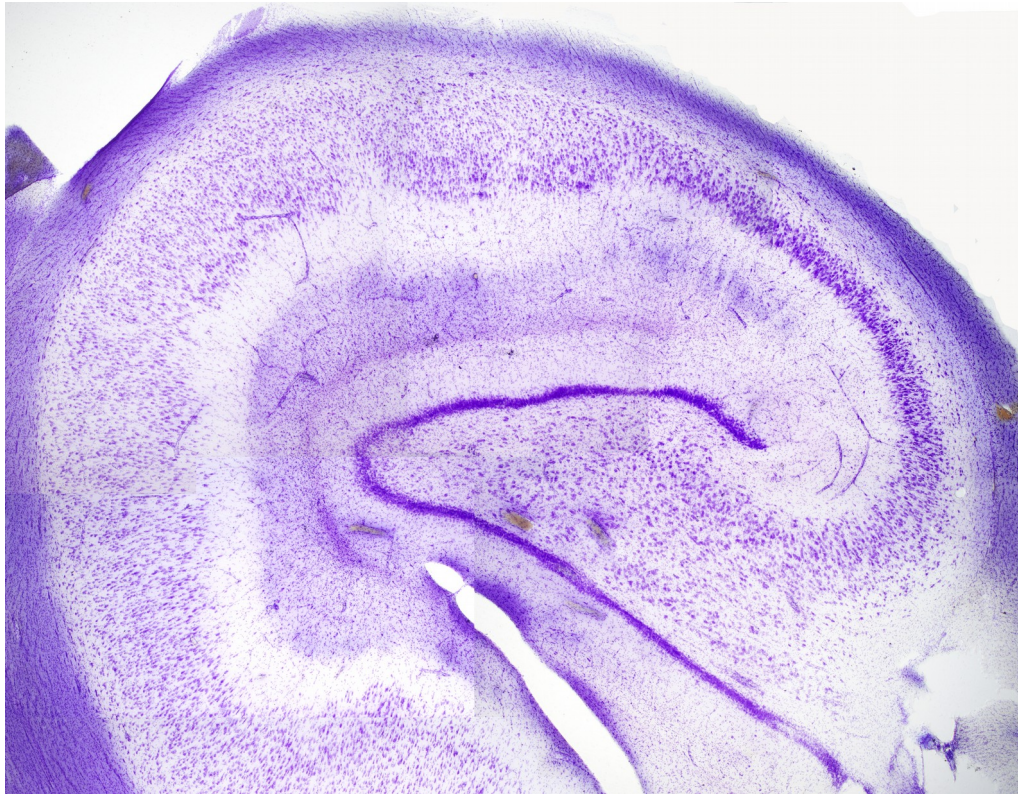
gyrus dentatus fősejtjeinek sejtteste

str moleculare:

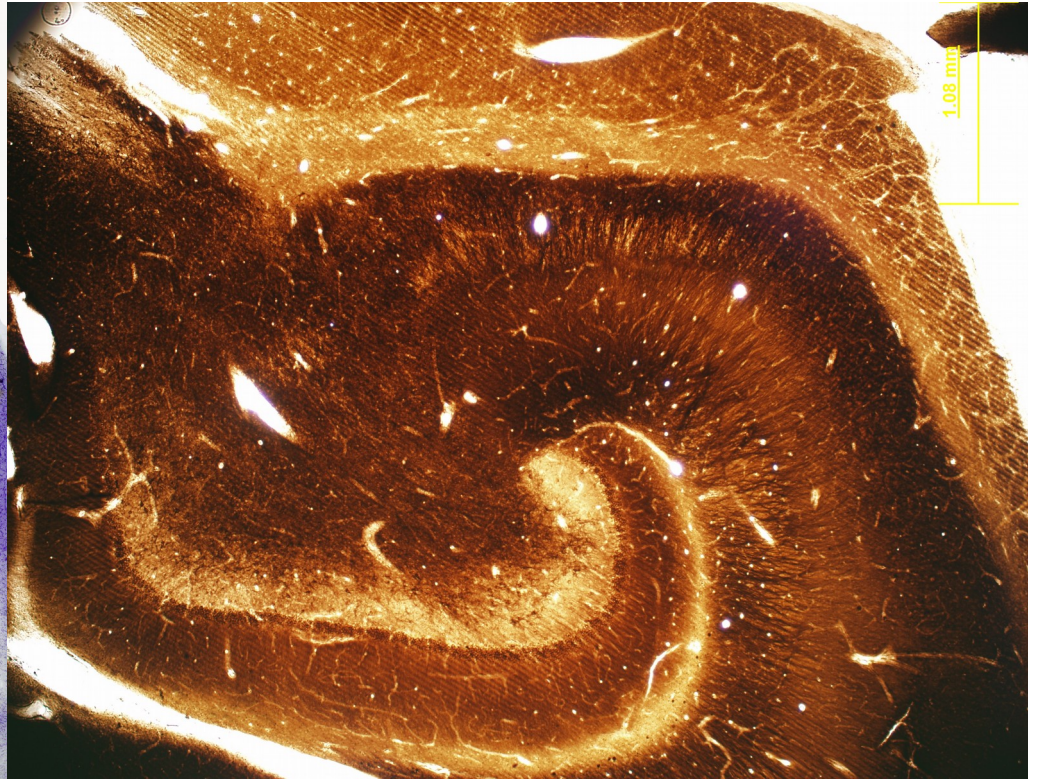
belső 1/3: contralateralis gyrus dentatusból komisszurális rostok, és bement a szeptumból. külső 2/3: perforáns pálya (pp).







Human hippocampus  
Nissl festés (Maglóczy Zs)



Golgi festés (Maglóczy Zs)

## *Paleocortex:*

Szaglókéreg: ősbibb előagyterületek, szaglóinformáció feldolgozása, szaglóhagymákkal direkt kapcsolatban álló agyterületek.

### Részei:

lobus piriformis, amygdala, tuberculum olfactorium.

Már a cápáknál megjelenik, kétéltűekben világosan kirajzolódik.

Archicortexszel parallel fejlődést mutat.

Archicortexhez hasonló szövettani felépítésű, 3 rétegű:



Plexiform réteg:

Főleg dendritek, idegrostok, kevés apró gátló neuron. (H horizontális sejtek és G neuroglia-szerű sejtek).

Ia: superficiális rész:

szaglógymából érkező rostok

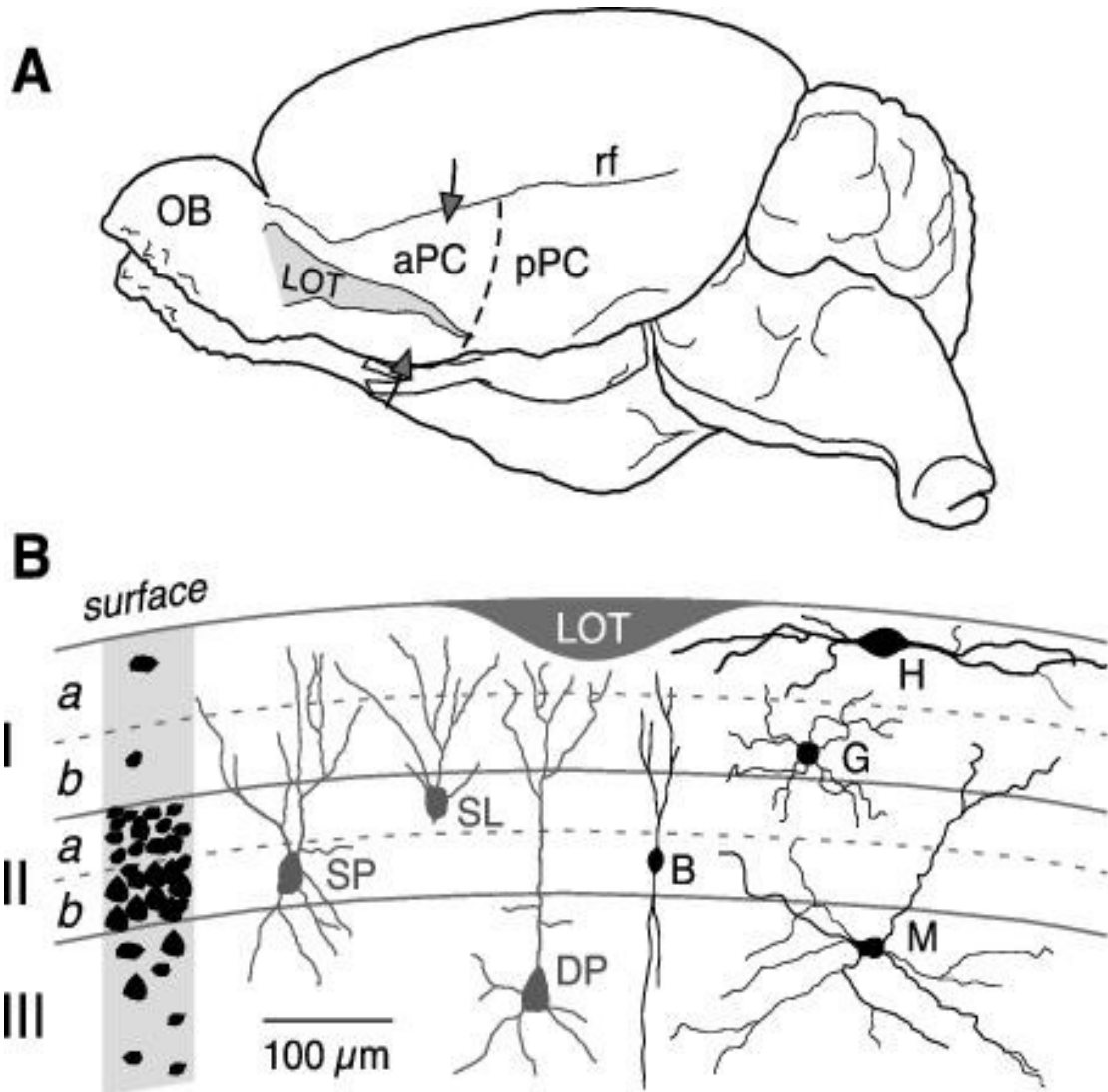
Ib: mélyebb rész: asszociációs rostok a piriform cortex és a szaglókéreg egyéb területeiről.

Projekciós sejtek rétege:

Több típusú fősejt: SP superficiális piramissejt, SM semilunar (félhold alakú) piramissejt, interneuronok (B bitufted: kétbojtos sejt)

Multipolaris sejtek rétege:

felső részében még fősejtek is (DP: mélyen fekvő piramissejt) interneuronok (M multipoláris sejt)

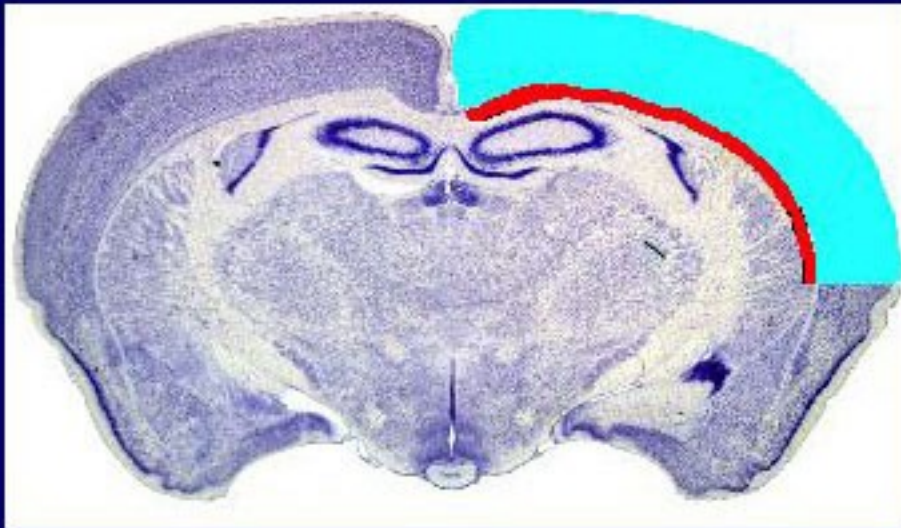


OB: szaglógyma LOT: szaglópálya aPC és pPC piriform cortex anterior és posterior rf. rhinal fissura

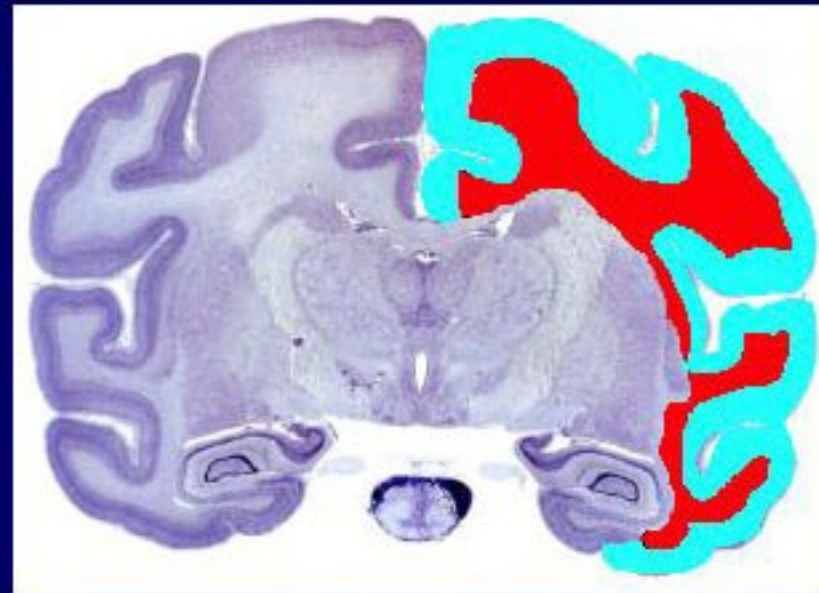


## Neocortex felszínének alakulása

Kéreg növekedésekor kéreg redőződik, tekervények (gyri), közöttük barázdák (sulci), mélyebb hasadékok (fissura) és árkok (fossae) jönnek létre.



Mouse

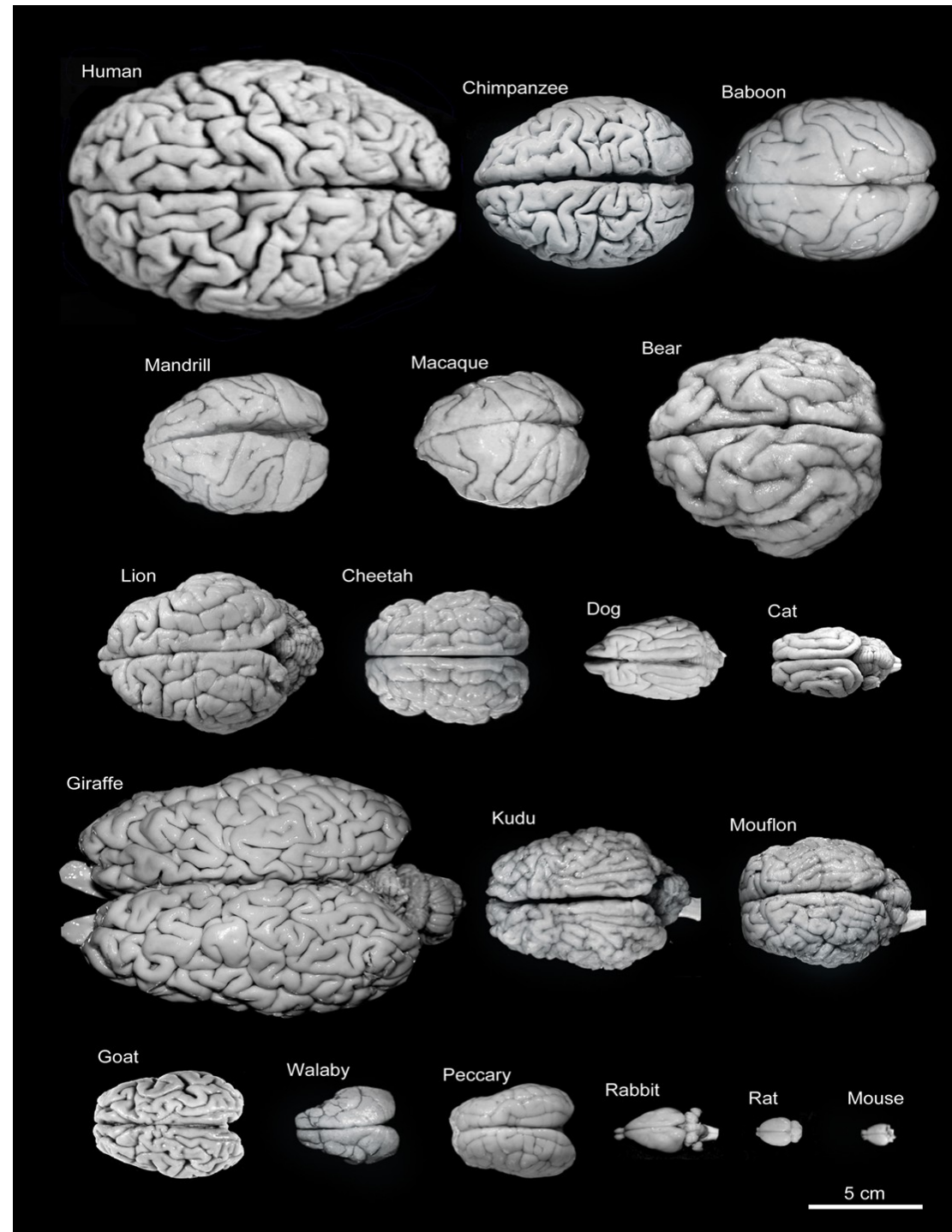


Monkey

# **Különböző állatfajok agyfelszínének brázdáltsága**

deFelipe 2011

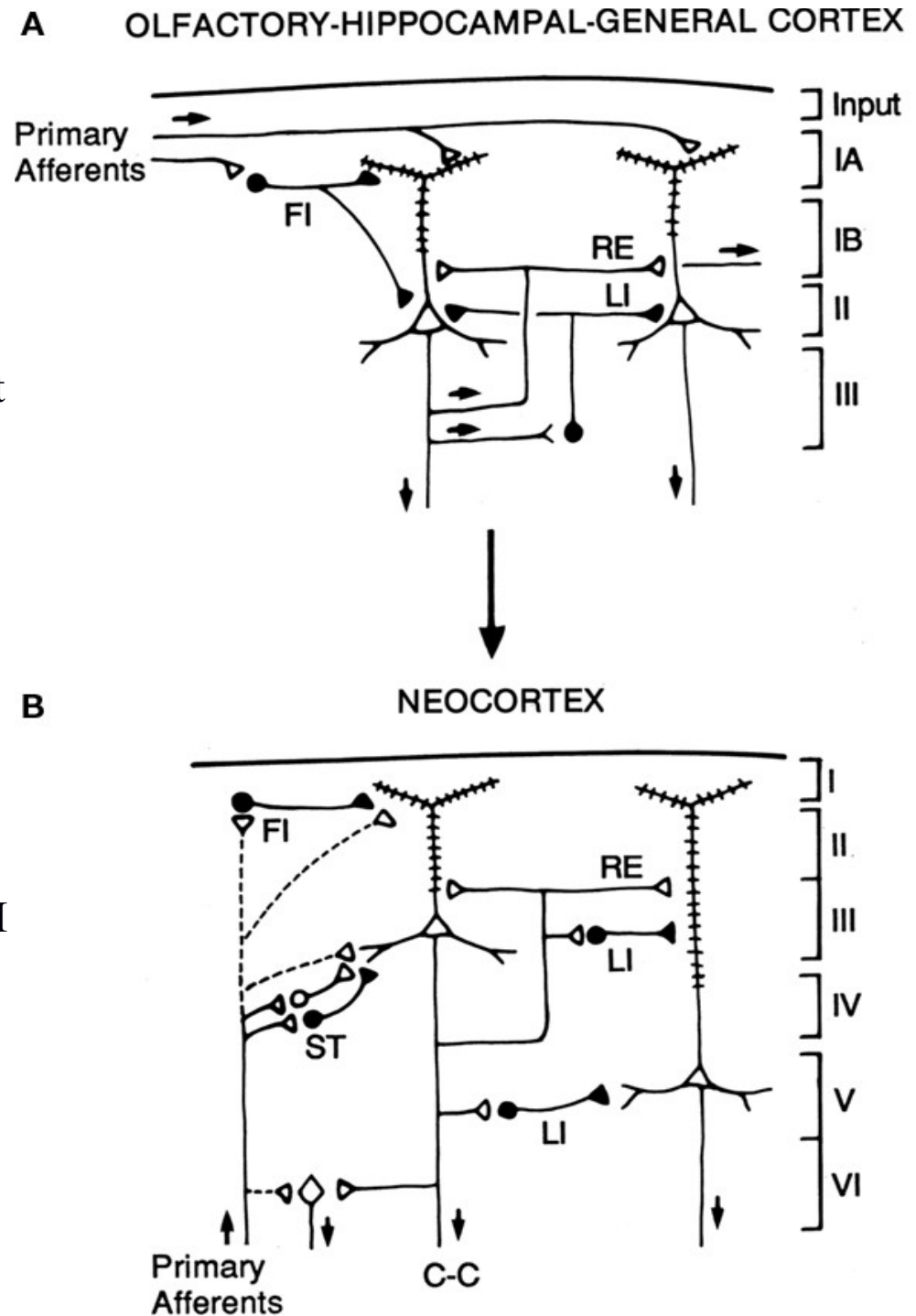
# Neocortikális rétegek kialakulása:



Sepherd GM. The microcircuit concept applied to cortical evolution: from three-layer to six-layer cortex *Front. Neuroanat.*, 2011 doi: 10.3389

A) 3 rétegű kéreg kapcsolatrendszere.  
 primer afferensek piramisisejtek apikális dendritjén végződnek. Lokális inter-neuronok feed forward (FI) és laterális (LI) gátlást, a piramis sejtek kapcsolatai recurrens serkentést (RE) biztosítanak.

B) 6 rétegű neocortex kapcsolatrendszere  
 Kortikocortikális rostok (C-C) kötik össze a különböző kéregrészeket. Afferensek a mélyebb rétegek felől érkeznek. Csillagsejtek (ST) külön réteget alkotva fogadják az afferenseket. A 3 rétegű kéregre jellemző talamikus afferenseket szaggatott vonal mutatja. Piramis sejtek két rétegben helyezkednek el, mindkét réteg rendelkezik LI és RE kapcsolatokkal.





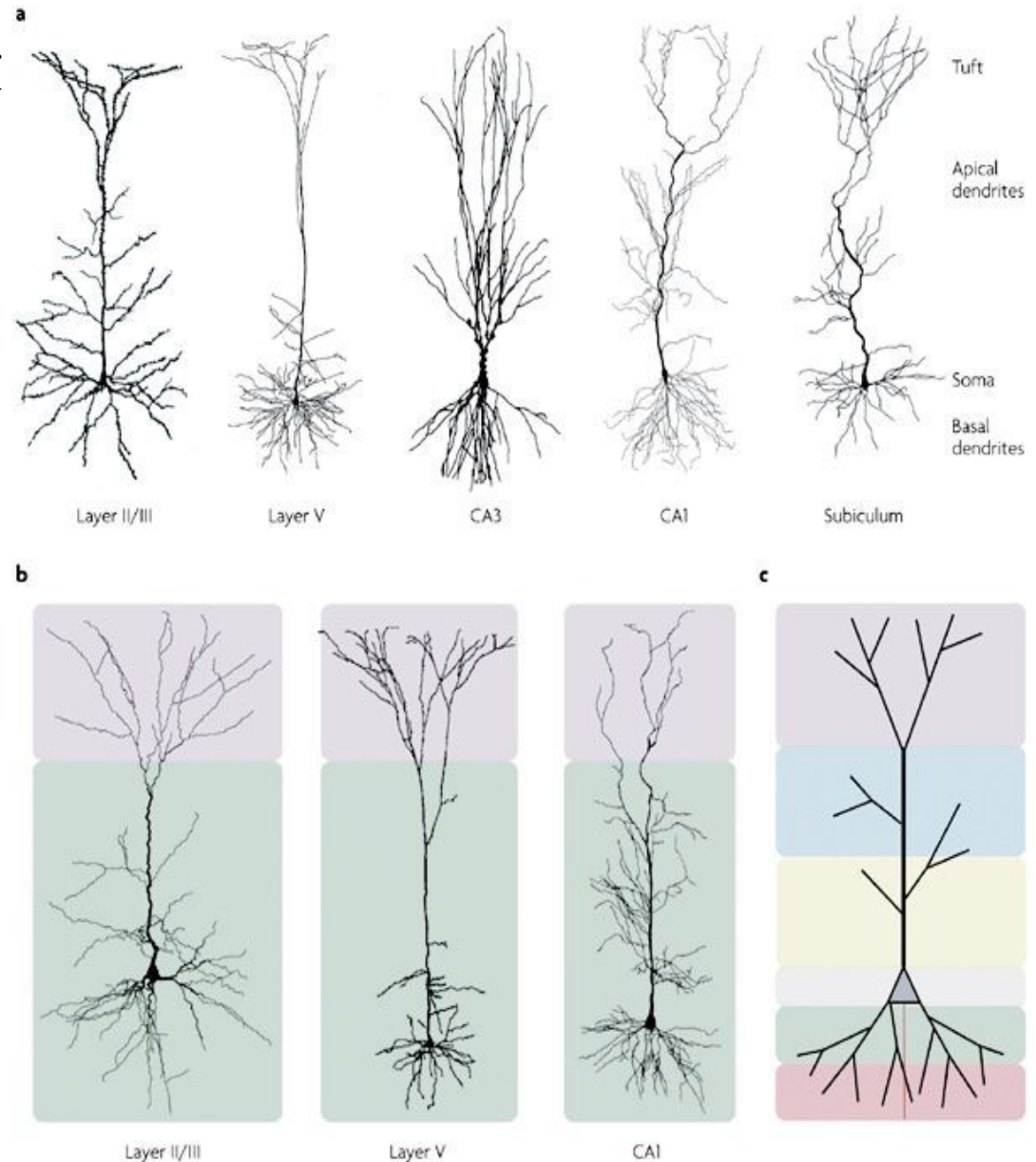
## Főbb hasonlóságok a 3 és 6. rétegű kéreg között

Fő sejtípus a piramissejtek amelyek apikális és bazális dendritfával rendelkeznek.

Serkentő bemenet a dendrittűskékre érkezik.

Piramissejtek rekurrens axon kollaterálisokon keresztül kapcsolódnak egymáshoz.

Gátló interneuronok laterális és feed forward gátlást biztosítanak.



## **Főbb különbségek a 3 és 6 rétegű kéreg között:**

- A 3 rétegű kéregben az afferensek felülről érkeznek az efferensek a III rétegből indulnak. A neocortexben az afferensek és az efferensek is áthaladnak a legtöbb rétegen. Mindegyik réteg kimenet potenciális forrása lesz.
- A neocortexben megjelennek a csillagsentek amelyek az afferenseket fogadják és eljuttatják a piramissejtekre.
- A 3 rétegű kéregben a gátló interneuronok a középső kéreg piramissejtjei köré szerveződnek a neocortexben a felszíni és mély rétegek köré egymással kapcsolódó külön rendszer szerveződik.
- A rétegeken végigmenő afferens és efferens rostok, a két réteg piramissejt köré szerveződő gátló interneuronok és a csillagsejtek kapcsolatai miatt a potenciálisan kialakítható kapcsolat típusok száma a neocortexben nagyon megnő.