

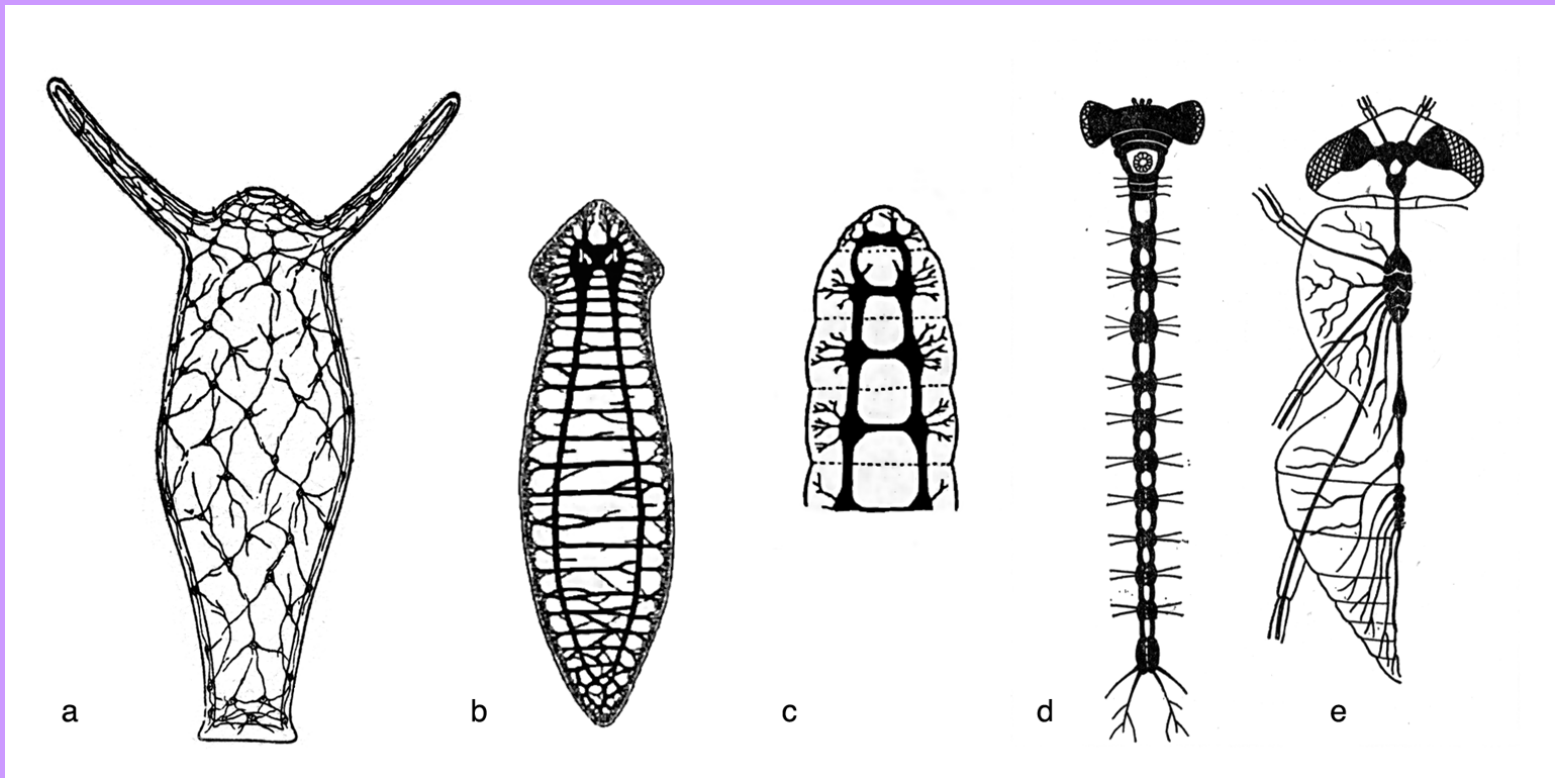
NERVNI SISTEM

- povezan sa endokrinim sistemom,
- reguliše sve funkcije organizma i
- povezuje organe u jedinstvenu funkcionalnu celinu.

Informacije (stimulusi) iz spoljašnje sredine ili unutrašnjosti tela se primaju preko modifikovanih nervnih ćelija, receptora odnosno čulnih ćelija, zatim se sprovode određenim putevima do efektor, organa koji će reagovati na stimulse.

Između receptora i efektor - veliki broj različitih neurona, koji su organizovani, grupisani i međusobom povezani.

Kompleks neurona u telu, zajedno sa neuroglijom, čini nervni sistem.



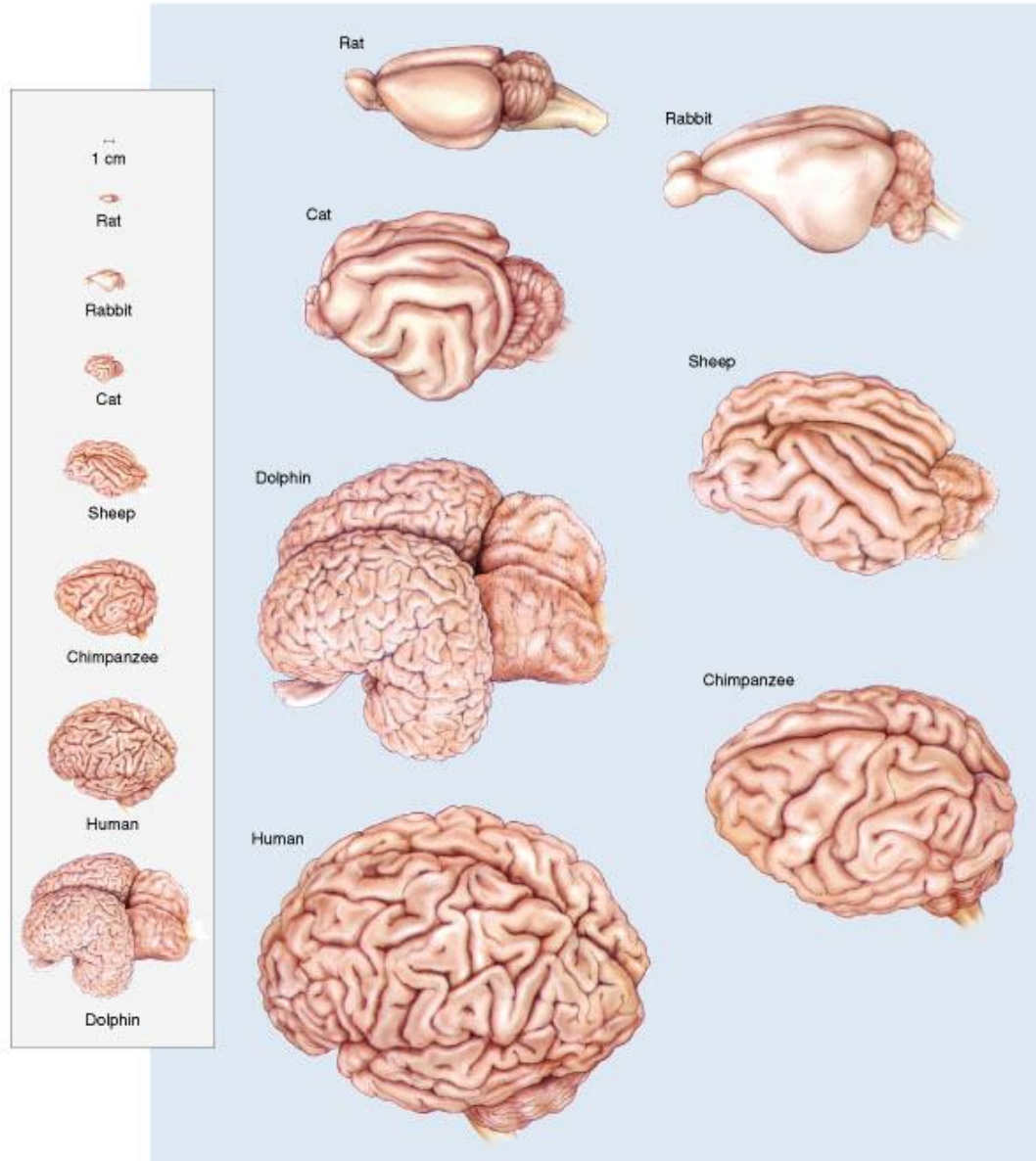
Tipovi nervnog sistema: a – mrežast, b – vrpčast, c – lestvičasto ganglijski nervni sistem Annelides, d - lestvičasto ganglijski nervni sistem sa spojenim ganglijama u svakom segmentu kod većine Arthropoda, e – grupisanje ganglija po telesnim segmentima kod nekih Insecta

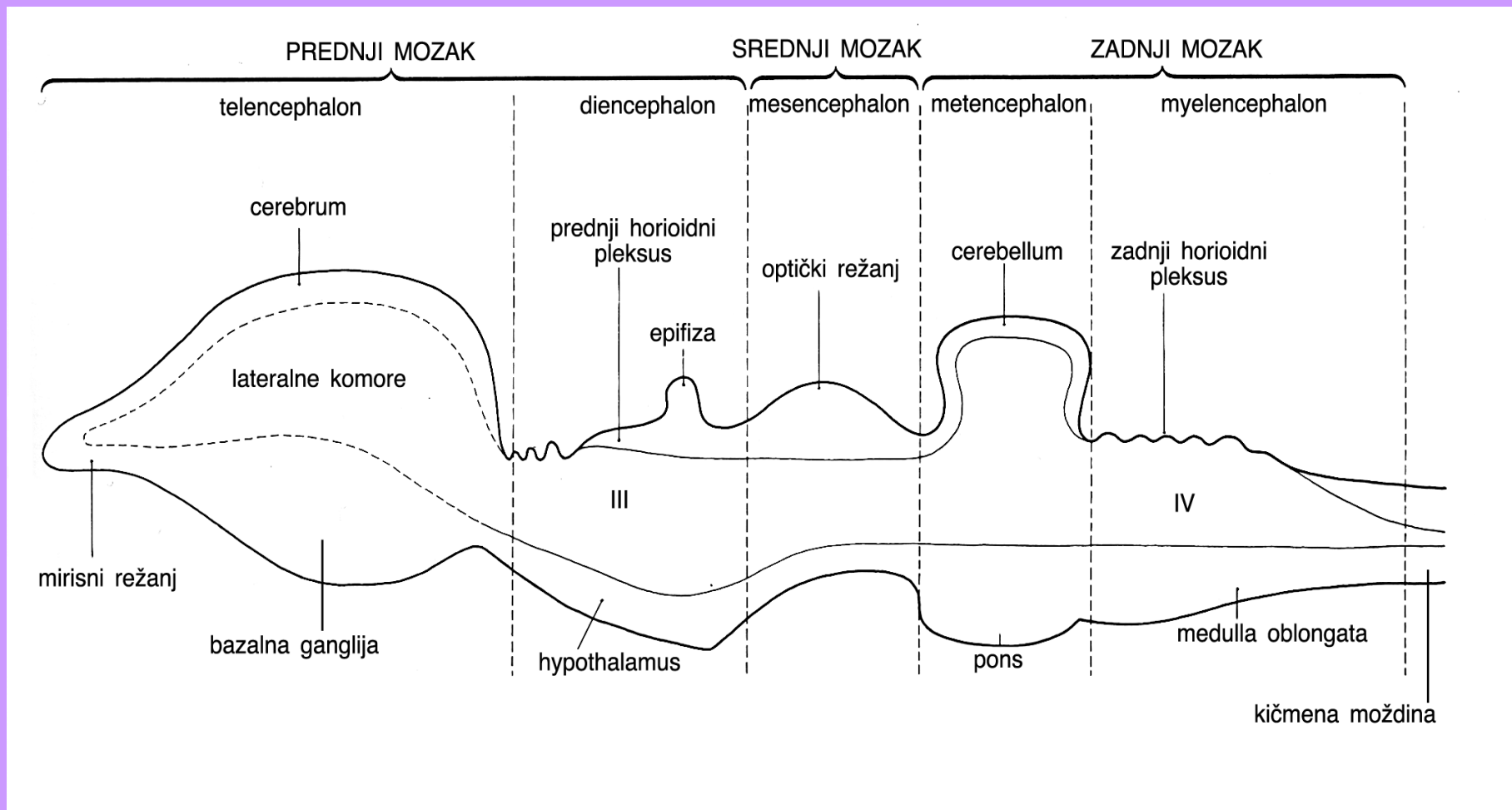
Poreklo i delovi CNS kičmenjaka

embrionalni stadijumi	odrasli	strukturno-funkcionalni regioni		šupljine u centralnom nervnom sistemu sisara
		Kičmenjaci izuzev sisara	sisari	
Prednji mozak {	Telencephalon{	Mirisni režnjevi (ribe)	}Moždane hemisfere	Lateralne šupljine (I i II komora)
		Neopallium (reptili)		
		Corpora striata (ptice)	Bazalna ganglija	
	diencephalon{	thalamus	thalamus	III komora
		hypothalamus	hypothalamus	
Srednji mozak	mezencephalon {	Optički režnjevi (vodozemci)		Aquaeductus Sylvii
		tectum	Corpora quadrigemina	
Zadnji mozak{	metencephalon {	Cerebellum	Cerebellum	IV komora
		pons	pons	
	myelencephalon	Medulla oblongata		
Prvobitna cev	Kičmena moždina			Centralni kanal kič. moždine

Figure 7.1

Mammalian brains. Despite differences in complexity, the brains of all of these species have many features in common. The brains have been drawn to appear approximately the same size; their relative sizes are shown in the inset on the left.





Opšti izgled mozga kičmenjaka u medijalnom preseku

Moždane komore i kanal kičmene moždine

Prve dve komore (I i II) u hemisferama velikog mozga.

III komora je u međumozgu, a

IV u produženoj moždini.

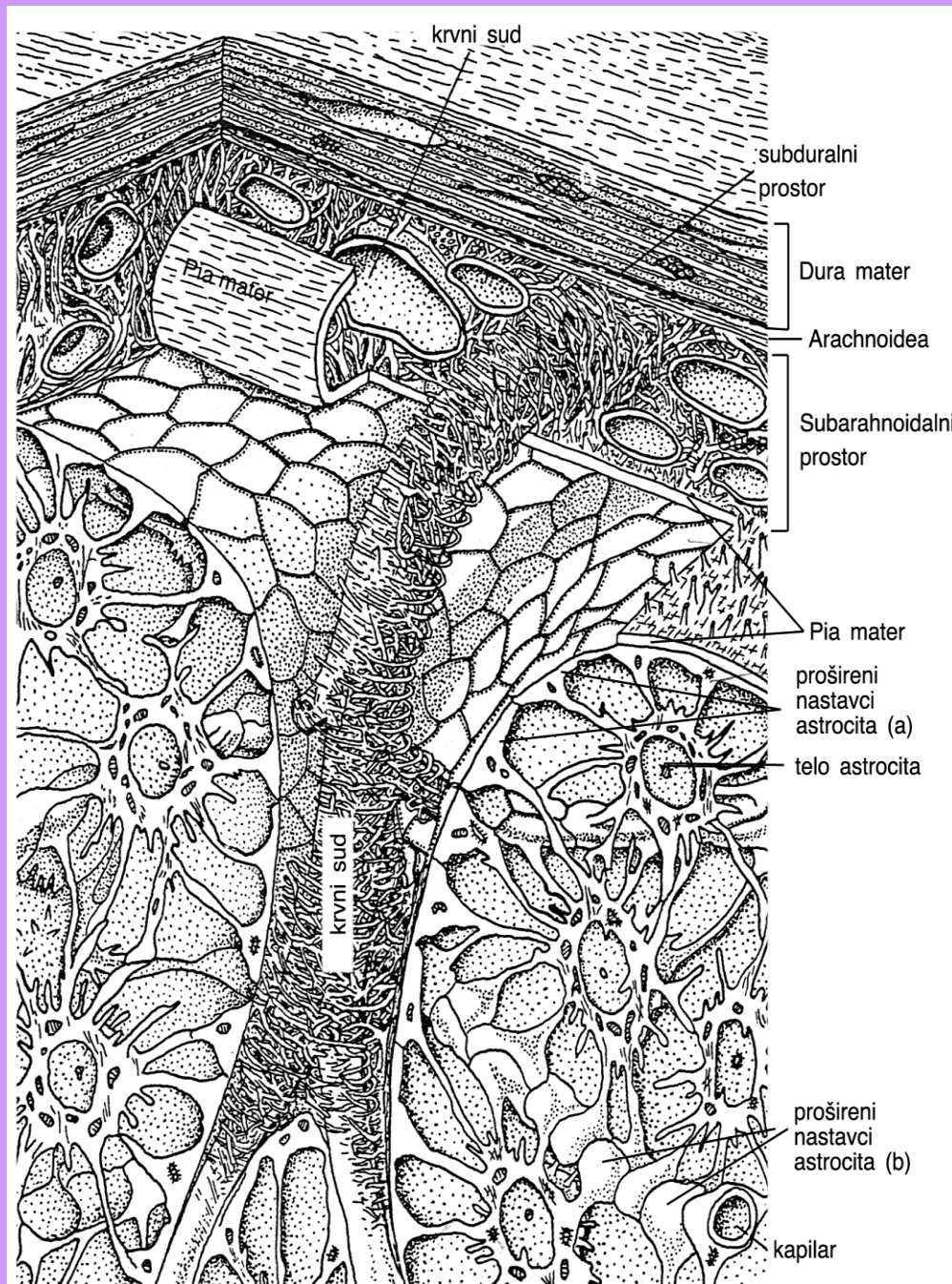
Sve su povezane, a četvrta se nastavlja u centralni kanal kičmene moždine.

Komore i centralni kanal kičmene moždine ispunjava **cerebrospinalna tečnost** koja je slična limfi po sastavu.

Uloga - zaštitna i trofička, razmenjuje hranu i otpadne produkte između krvi i centralnog nervnog sistema, reguliše intrakranijalni pritisak.

Sve moždane šupljine obložene su **ependimskim** ćelijama koje imaju potpornu ulogu, potpomažu kretanje cerebrospinalne tečnosti.

Čine selektivnu barijeru između cerebrospinalne tečnosti i nervnog tkiva.



Moždani omotači

Pored skeletne zaštite (lobanja i kičmeni stub) nežni centralni nervni sistem štite vezivne opne (meninge).

Na račun mezenhima nastaje primarna moždana opna (*meninx primitiva*) koja je kod riba jedina moždana opna.

Kod suvozemnih kičmenjaka primarna opna se diferencira u

tvrdnu opnu (*dura mater*) i meku opnu (*pia mater*).

Sisari imaju i treću, između meke i tvrde moždane opne –

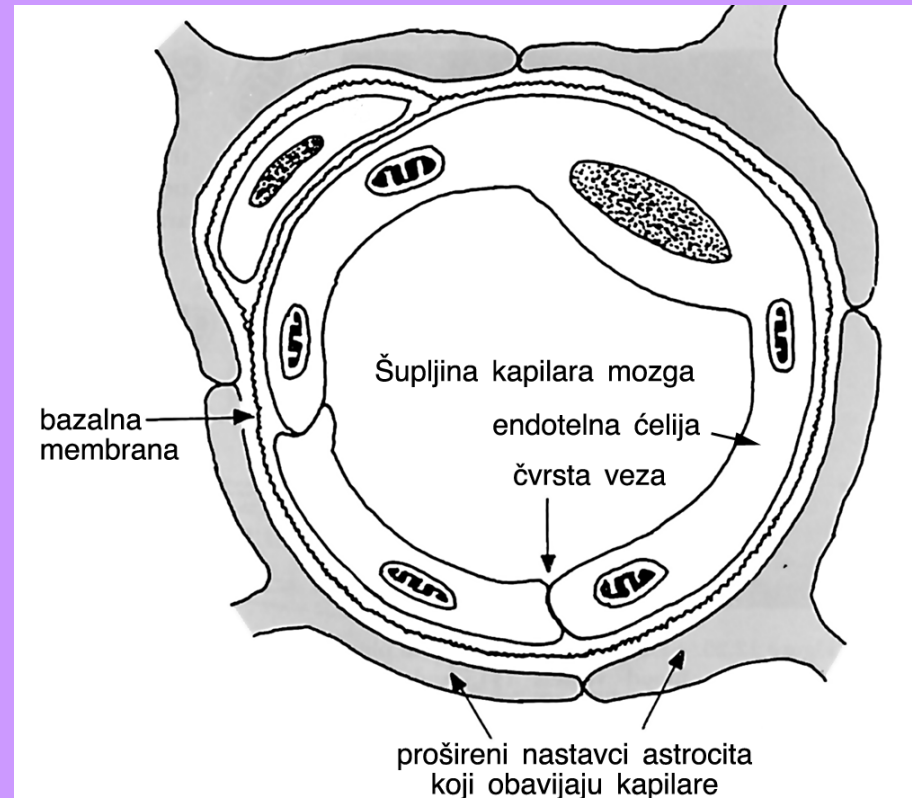
paučinasta opna (*arachnoidea*)

Krvno-moždana barijera

Grada kapilara smanjuje permeabilitet kapilara i stvara krvno-moždanu barijeru koja sprečava prelaz nekih supstanci, kao što su antibiotici, toksini bakterija i neke štetne hemijske supstance, iz krvi u nervni sistem.

Histološki, krvno-moždanu barijeru čine:

- nefenestrirani endotel kapilara,
- bazalna membrana i
- prošireni nastavci astrocita, koji potpuno omotavaju kapilare.



Horioidni splet (*plexus chorioideus*)

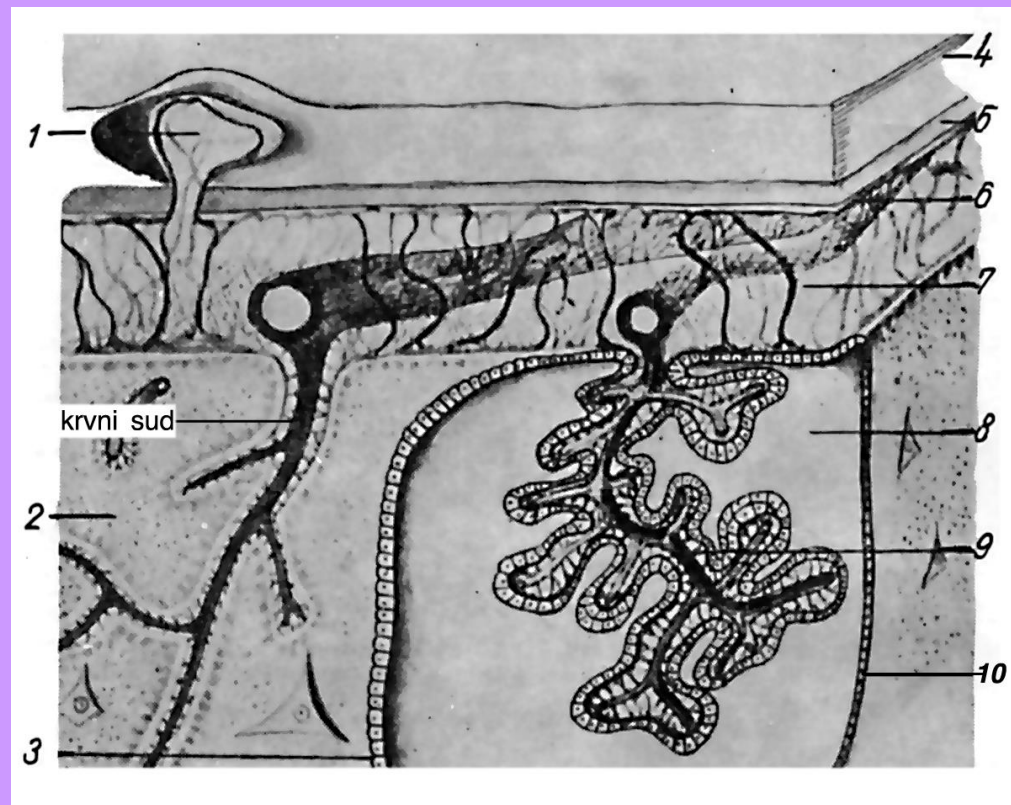
Na krovu III i IV moždane komore - prednji i zadnji chorioidni plexus.

Vaskularizovane stukture izvrtati meke moždane opne koji štrče u moždanu komoru.

Funkcija - lučenje cerebrospinalne tečnosti - veza između cerebrospinalne tečnosti u komorama i prostora između moždanih omotača.

Cerebrospinalna tečnost je značajna za metabolizam centralnog nervnog sistema, a ima i zaštitnu funkciju.

U nervnom sistemu nema limfnih sudova.



1-resica paučinaste opne, 2-siva masa, 3-tela astrocita, 4-tvrda opna, 5-subduralni prostor, 6-paučinasta opna, 7-subarahnoidalni prostor, 8-moždana komora, 9-horioidni pleksus

Mozak - pet regiona

Produžena moždina (*medulla oblongata*)

Nastavlja se na kičmenu moždinu. U njoj je **IV** moždana komora.

Od nje polazi najveći broj moždanih nerava, kao i svi ushodni i nishodni nervni putevi, koji povezuju nervne centre sa receptorima i efektorima.

Vitalni centri - za disanje, regulisanje rada srca, za kašalj, kijanje, lučenje suza, žvakanje i gutanje, povraćanje i lučenje pljuvačke.

Mali mozak (*cerebellum*)

U potiljačnom delu lobanje, na dorzalnom zidu IV moždane komore.

Dve nabrane hemisfere.

Centar mišićnog tonusa, koordinira mišićnu aktivnost, reguliše položaj i ravnotežu tela.

Ispred produžene moždine a ispod malog mozga (ventralni deo metencephalona) je most - *pons*. Iz njega izlazi V moždani nerv.

Srednji mozak (*mesencephalon*)

U vidu mosta, vezuje prednja dva i zadnja dva mozga - sva nervna vlakna unutar mozga prolaze kroz taj region.

Kroz centralni deo prolazi uzani kanal koji spaja III i IV moždanu komoru (*aquaeductus Sylvii*).

Na krovu izdiferencirani optički režnjevi u kojima se završavaju optički nervi. Primarni optički centar. Kod sisara optički centar je pomeren na međumozak. Kod sisara - je centar vizuelnih refleksa (širenje zenice) i auditornih refleksa, u smislu pokretanja glave da bi se otkrio izvor zvuka.

Međumozak (*diencephalon*)

Mali moždani mehur, u predelu III moždane komore. Kod sisara, prepokriven hemisferama velikog mozga.

Donji deo, pod III moždane komore – **hipotalamus**, a dorzo-lateralni deo je **talamus**. Diferencijacija hipotalamusa u vidu levka je moždani levak (*infundibulum*). Na krovu međumozga je neparna evaginacija - **epifiza**, kod nižih kičmenjaka treće, temeno oko, a kod sisara se razvija u endokrinu žlezdu. Preko infundibularne drške vezan za hipofizu.

Hipotalamus je glavni koordinacioni i kontrolni centar autonomnog nervnog sistema - centri za iniciranje sna, uzimanje hrane i pića i dr. Zajedno sa hipofizom, kontroliše lučenje većine hormona u telu.

Većina nastavaka senzitivnih neurona koji nose impulse u centralni nervni sistem završavaju se u talamusu, gde se analizira poreklo i priroda impulsa i šalje u odgovarajuće senzitivne centre kore velikog mozga. Povreda talamusa kod čoveka dovodi do promene ponašanja.

Neposredno ispred talamusa je prednji horioidni pleksus.

Veliki mozak (*cerebrum*)

Najviše evoluirani deo, i morfološki i funkcionalno.

U vodenih kičmenjaka - relativno mali i jednostavne građe.

Kod riba ima izražene olfaktorne režnjeve - centar mirisa.

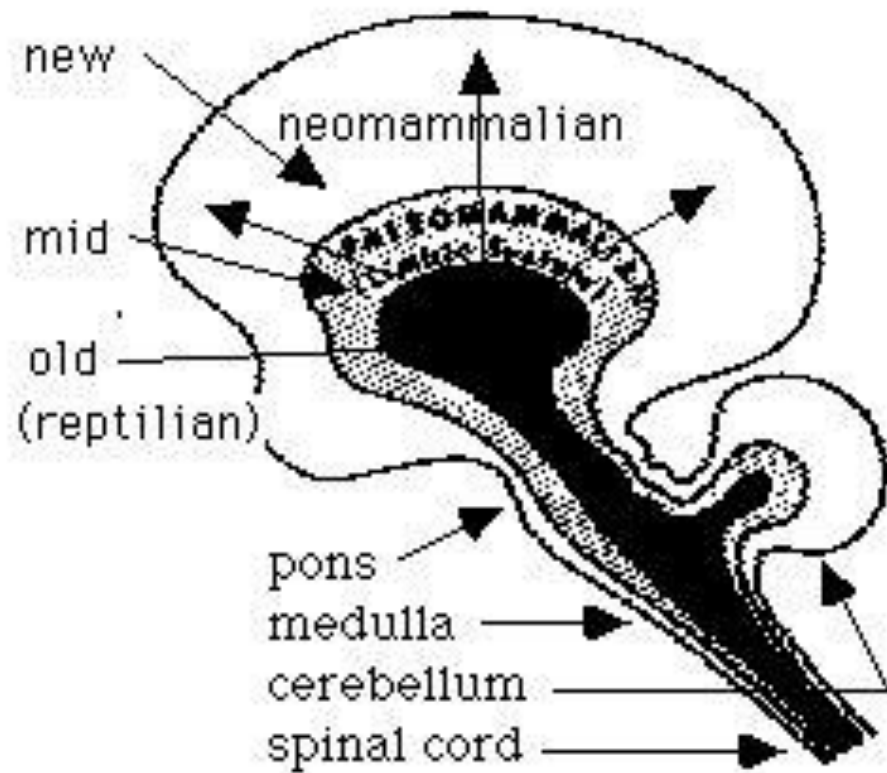
Kod kopnenih kičmenjaka prevazilazi i prepokriva ostale delove mozga.

Površinski deo velikog mozga, posebno kod čoveka, je znatno povećan pojavom nabora (*gyrus*) i brazda (*sulcus*) između njih.

Sastoji se iz **leve i desne hemisfere** spojene moždanom masom koja se sastoji iz širokog snopa nervnih vlakana.

Svaka hemisfera - podeljena na četiri režnja a tri oblasti prema funkcijama: osećajne, motorne i asocijativne.

Kora velikog mozga utiče i koordinira sve voljne u neke nevoljne aktivnosti tela.



Histološka građa centranog nervnog sistema

Centralni nervni sistem, mozak i kičmena moždina, histološki se sastoje iz dva jasno odvojena dela:

- **siva masa** (*substantia grisea*) i
- **bela masa** (*substantia alba*).

U sivoj masi su tela neurona sa dendritima i nemijeliniziranim delovima aksona i ćelijama neuroglije. U beloju masi centralnog nervnog sistema su mijelinizirani delovi aksona i ćelije oligodendroglije.

U mozgu je siva masa periferno postavljena, neposredno ispod pia mater i predstavlja koru (*cortex*) mozga. Bela masa mozga je u centralnom delu. U slučaju kičmene moždine bela masa ima periferan položaj a siva masa je centralno postavljena.

U svim delovima centralnog nervnog sistema i u kori i u srži se nalaze ćelije neuroglije.

Histološka građa velikog mozga

Siva masa (kora velikog mozga) je tanak površinski sloj - oko 10^9 gusto zbijenih nervnih ćelija, raspoređenih u slojevima. Slojevi nisu uvek jasno ograničeni, debljina varira. Moguće je izdvojiti 6 slojeva ćelija u kori velikog mozga u kojima su ćelije različitog oblika i funkcije.

Raspored slojeva ćelija kore velikog mozga, polazeći od meke moždane opne, je sledeći:

1. *Stratum zonale* (molekularni sloj)
2. *Stratum granulosum externum* (spoljašnji zrnasti sloj)
3. *Stratum pyramidale* (piramidalni sloj)
4. *Stratum granulosum internum* (unutrašnji zrnasti sloj)
5. *Stratum pyramidale internum* (unutrašnji piramidalni sloj)
6. *Stratum multiforme* (ćelije različitog oblika)

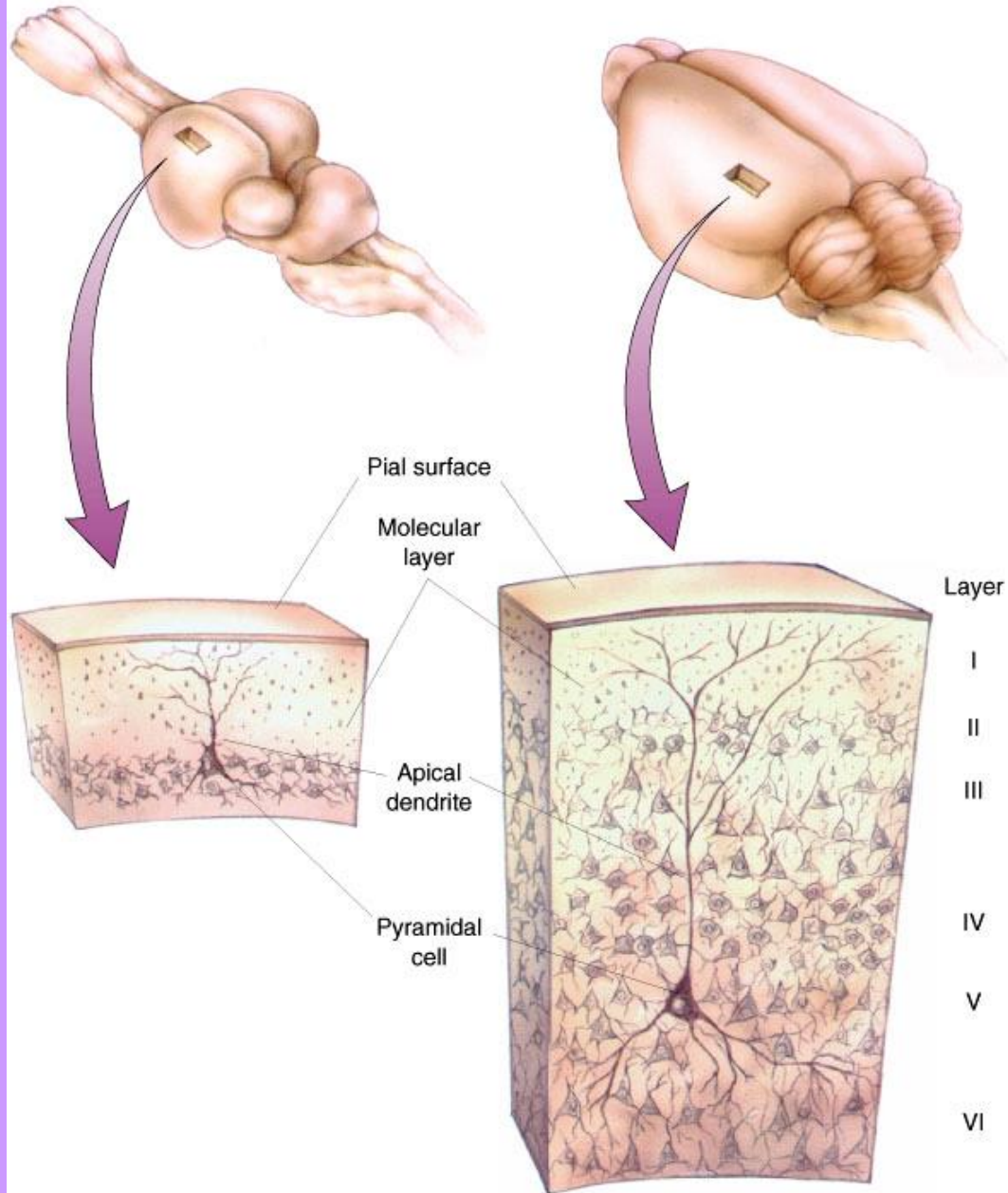
Bela masa se sastoji od snopova mijeliniziranih nervnih vlakana.

U dubljim slojevima bele mase velikog mozga - grupe nervnih ćelija u vidu ostrva - bazalna jedra ili nukleusi. Neki od nukleusa su **vegetativni centri** koji preko hipotalamusa ostvaruju vezu i koordinaciju kore velikog mozga sa vegetativnim nervnim sistemom.

7.24 General features of cerebral cortex. On the left is the structure of cortex in an alligator; on the right is the structure of cortex in a rat. In both species, the cortex lies just under the pia of the cerebral hemisphere, contains a molecular layer, and has pyramidal cells arranged in layers.

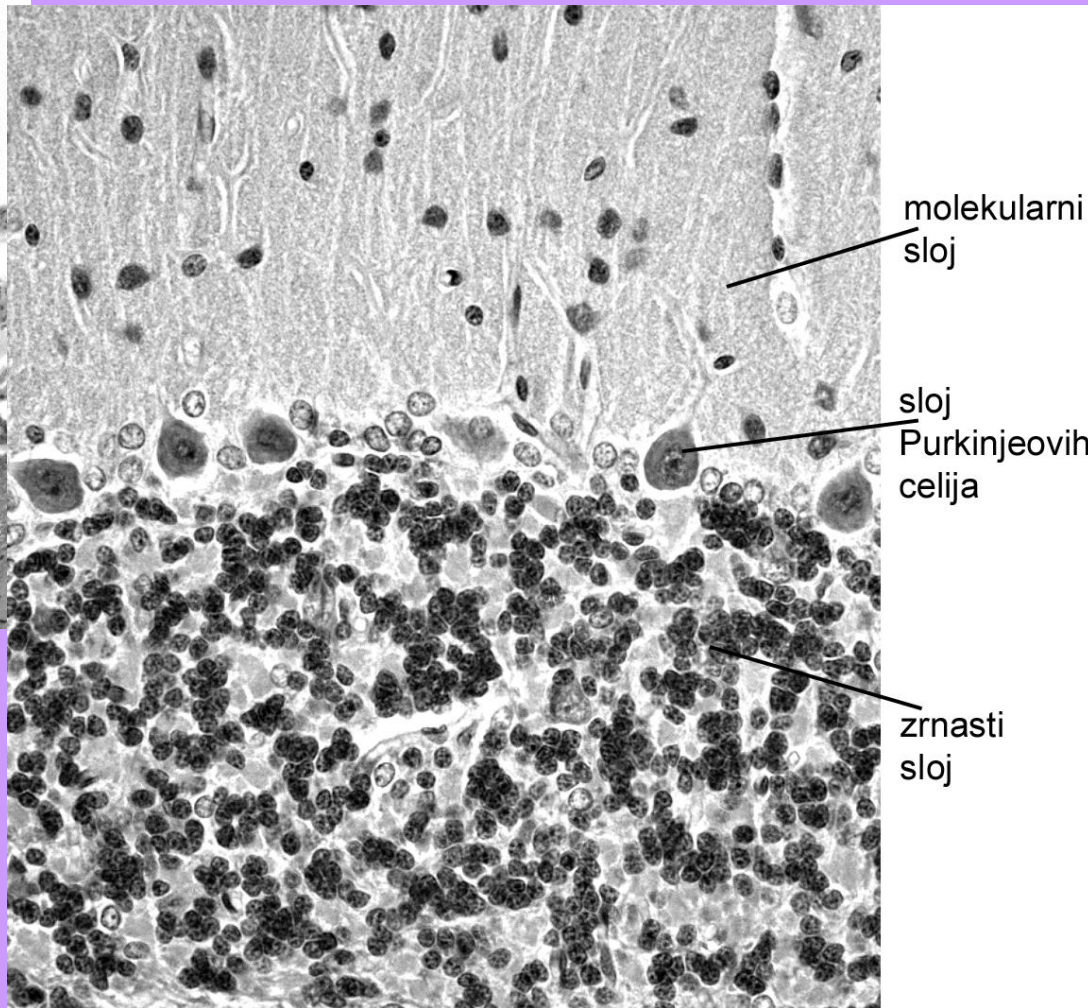
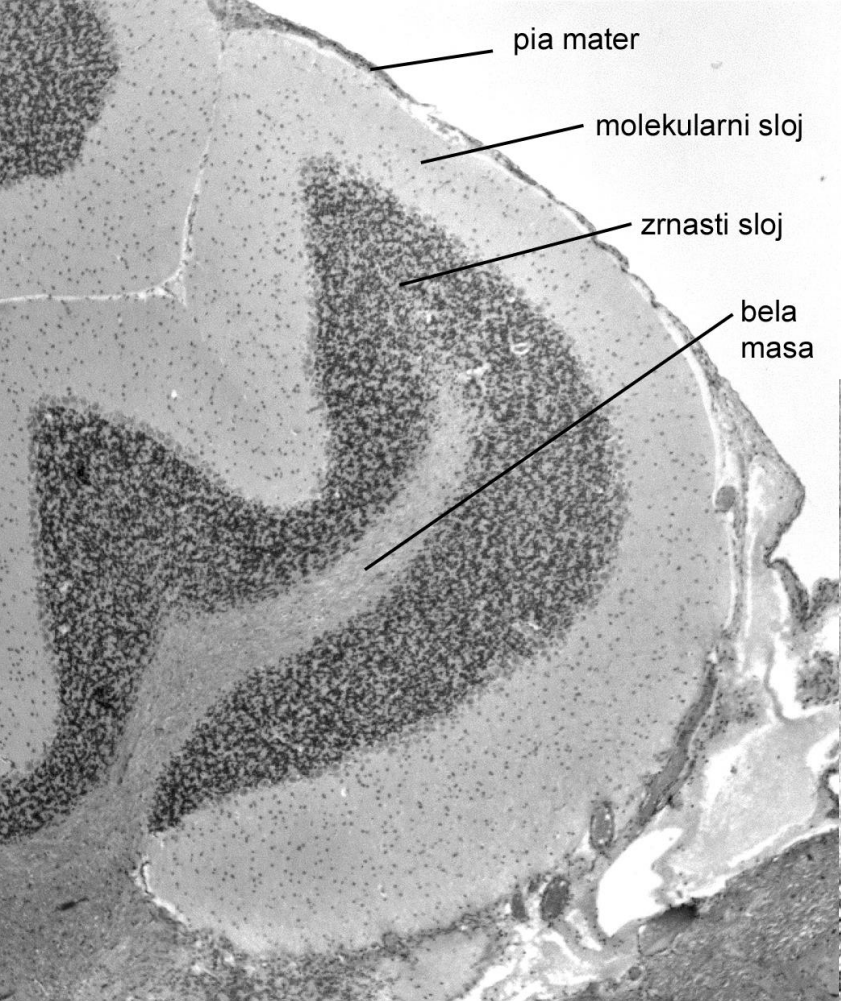
Alligator

Rat

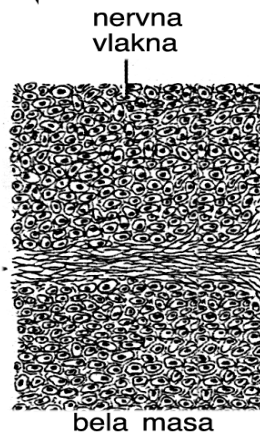
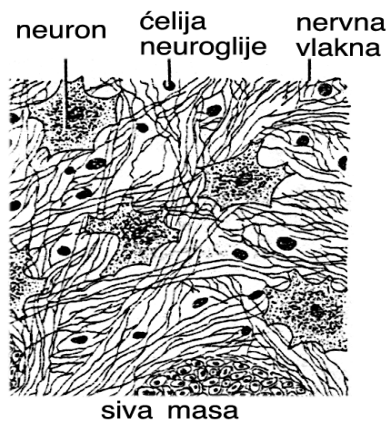
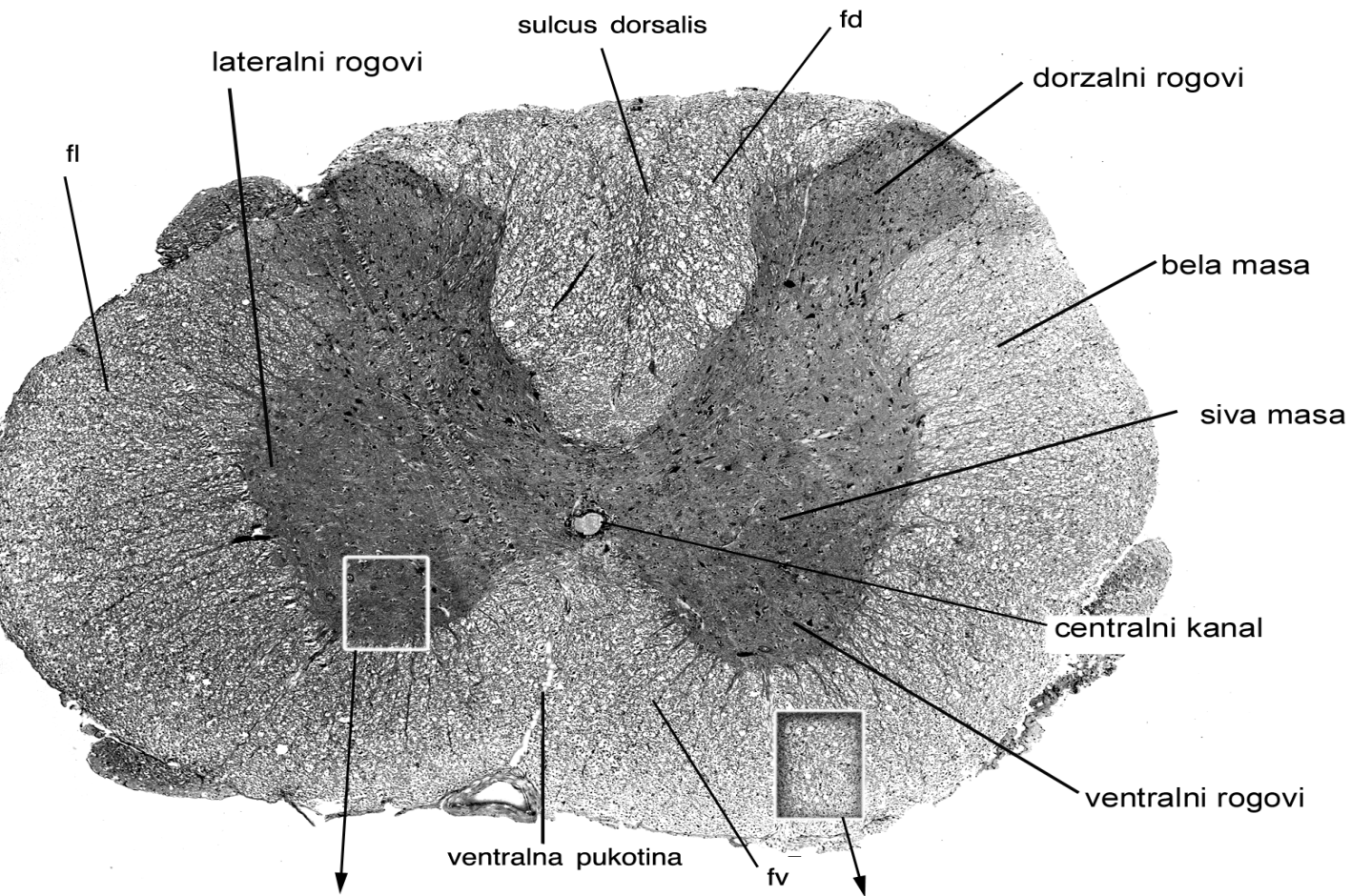


Slojevi ćelija kore velikog mozga:

- | Layer | |
|-------|-------------------|
| I | — zonnale |
| II | — granulosum ext. |
| III | — pyramidale |
| IV | — granulosum int. |
| V | — pyramidale int. |
| VI | — multiforme |



Histološka građa malog mozga



Histološka građa
 kičmene moždine

Periferni nervni sistem

Mijelinizirani ili nemijelinizirani nervi i ganglije koje su van CNS.

Nerv

Nervi su izgrađeni od snopova nervnih vlakana (*fascicula*) i vezivnih omotača sa krvnim i limfnim sudovima.

Tri omotača nerva:

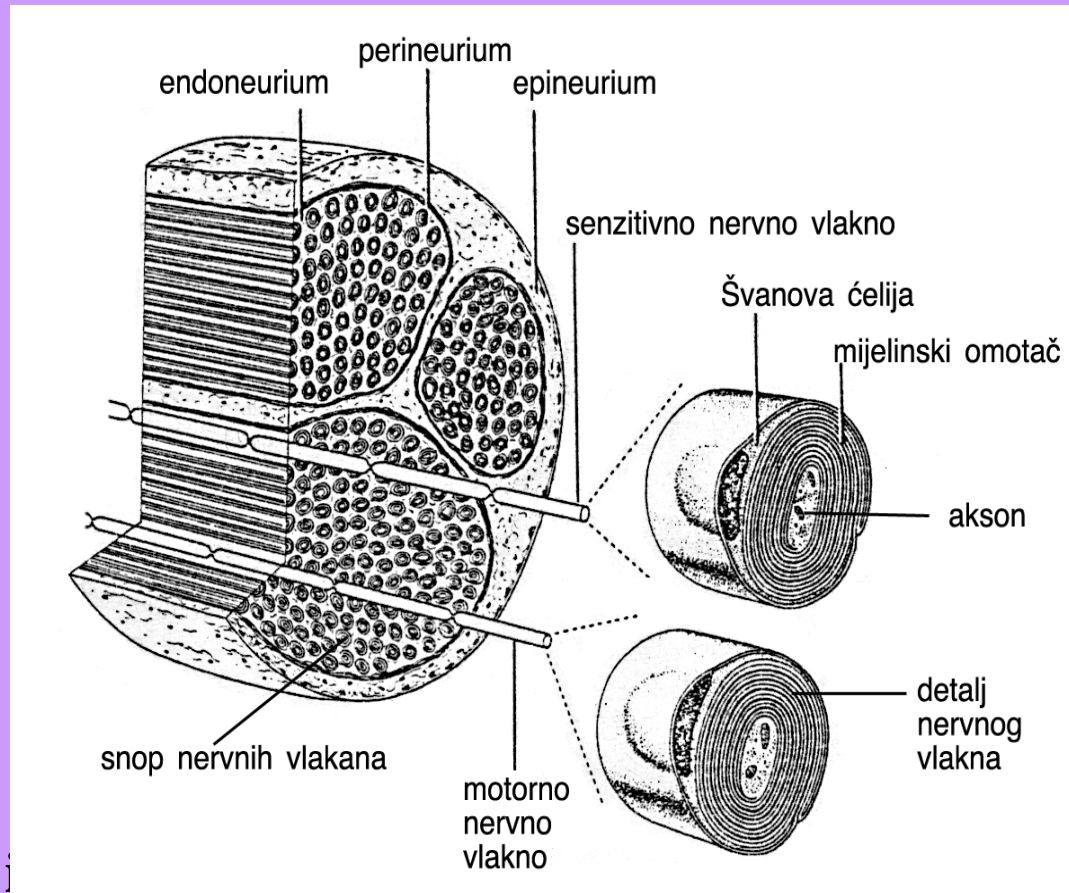
Epineurium obuhvata ceo nerv i ispunjava prostore između snopova nervnih vlakana.

Perineurium

- slojevi pločastih ćelija
- uloga u zaštiti nervnih vlakana.

Neposredno oko Švanovih ćelija - tanak sloj retikularnih vlakana *endoneurium*.

Periferni nervni sistem obuhvata somatski periferni nervni sistem i autonomni nervni sistem.



Presek perifernog nerva

Somatski periferni nervni sistem

Receptori koji reaguju na promene u okolnoj sredini, senzitivni nervi koji prenose impulse do CNS i motorni nervi koji vezuju CNS sa efektorima.

Somatski periferni nervni sistem pomaže telu da se uskladi sa promenama u spoljašnjoj sredini.

Čine ga **kranijalni i spinalni nervi.**

Kranijalni nervi - moždani nervi

polaze sa baze mozga.

Niži kičmenjaci imaju 10 pari, a sisari 12 pari kranijalnih nerava.

Mogu biti senzitivni, motorni i mešoviti.

- Senzitivni nervi primaju impulse od receptora i informišu centralni nervni sistem o promenama u spoljašnjoj sredini.
- Motorni nervi prenose informacije centrifugalno, od CNS prema efektorima.
- Mešoviti nervi sadrže i senzitivna i motorna vlakna.

Kranijalni nervi	Ime	Tip	Inervacija	Funkcija
I	n. olfactorius	senzitivni	mirisni organi	miris
II	n. opticus	senzitivni	retina	vid
III	n. oculomotorius	motorni	4 očna mišića	pokreti oka
IV	n. trochlearis	motorni	1 očni mišić	pokreti oka
V	n. trigeminus	mešoviti	mišići vilice zub, koža lica	pokreti vilice reupcija bola i dodira
VI	n. abducens	motorni	1 očni mišić	pokreti oka
VII	n. facialis	mešoviti	mišići obraza lica, jezik	pokreti lica, usana, nosa, ušne školjke
VIII	n. vestibulocochlearis	senzitivni	puž, i polukružni kanali	sluh i ravnoteža
	n. glossopharyngeus	mešoviti	jezik, mišići ždrela	lučenje suznih, nosnih i pljuvačnih žlezda, gutanj osećaj gorkog, slatkog, kiselog, slanog
X	n. vagus	mešoviti	grkljan, ždrelo, srce, crevo	govor, gutanje, smanjenje srčanog ritma, stimulacija peristaltike
XI	n. accessorius	motorni	glava i vrat	pokreti glave
XII	n. hypoglossus	motorni	jezik	pokreti jezika

Spinalni nervi

Polaze od kičmene moždine.

Od svakog segmenta (između dva kičmena pršljena) polazi po jedan par. (Čovek - 32 para)

Grupa nerava određenog regiona čini pleksus:

- *plexus brachialis* ulazi delom u prednje ekstremitete i
- *plexus lumbosacralis* inervira zadnje ekstremitete.

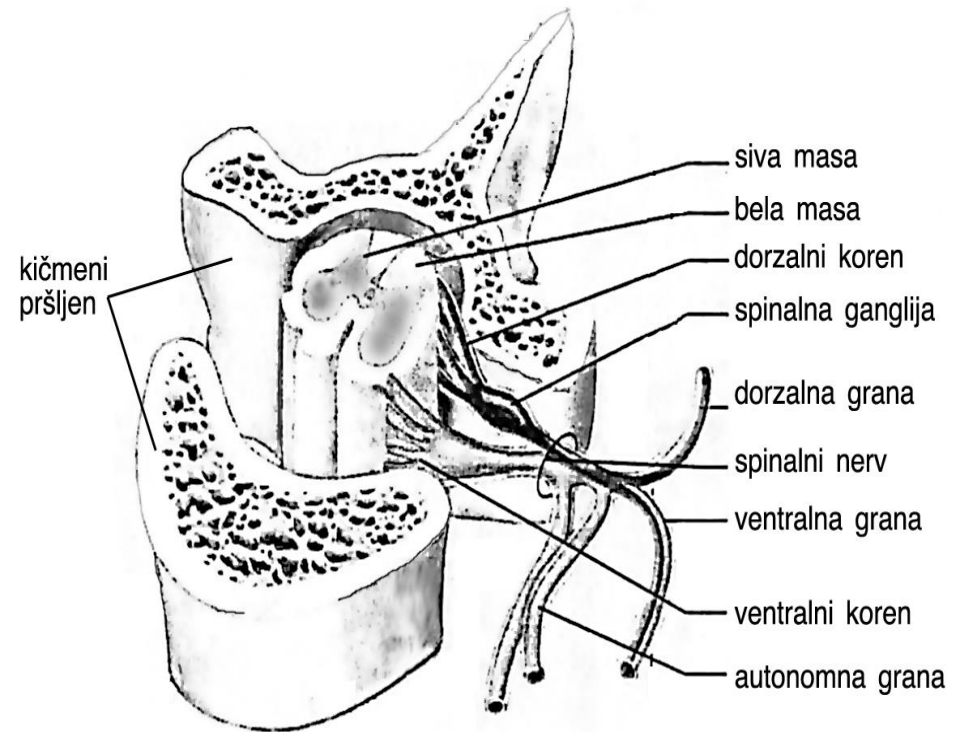
Svaki spinalni nerv - dva korena:
dorzalni i ventralni.

✓ Dorzalni koren - senzitivna aferentna vlakna, prenose informacije od senzitivnih receptora do kičmene moždine preko spinalne ganglije.

✓ Ventralni koren - grupe motornih eferentnih vlakana, poreklom od motornih ćelija sive mase, napuštaju kičmenu moždinu i provode impulse prema efektoru (mišić ili žlezda).

✓ Ventralni i dorzalni - u mešoviti spinalni nerv koji se razdvaja ponovo, na dorzalnu i ventralnu granu. Dorzalna inervira mišiće leđa i kožu, a ventralna mišiće bokova i ventralnog dela tela.

Kranijalni i spinalni nervi su beli zbog prisustva mijelina.



Autonomni (visceralni) nervni sistem

deo perifernog nervnog sistema

kontrolise rad glatke muskulature, sekreciju nekih žlezda (znojenje), modulacije srčanog ritma i dr.

usklađivanje nekih aktivnosti u telu, kako bi se održala homeostaza.

Funkcija autonomnog nervnog sistema je kontrolisana CNS.

Autonomni nervni sistem grade:

- grupacije nervnih ćelija u centralnom nervnom sistemu (nukleusi),
- vlakna koja napuštaju CNS preko kranijalnih ili spinalnih nerava i
- ganglije koje su smeštene na putu pomenutih vlakana.

Autonomni nervni sistem ima dve grane koje se razlikuju anatomske i funkcionalno. To su **simpatici** i **parasimpatici** nervni sistem.

Simpatički nervni sistem

Sinapse i tela postganglijskih neurona smeštena u ganglijama koje se nalaze blizu kičmene moždine.

Simpatičke ganglije susednih segmenata kičmene moždine povezane su simpatičkim nervom u vidu lanca simpatičkih ganglija sa obe strane kičmenog stuba.

Svaka simpatička ganglija je povezana sa kičmenom moždinom belim snopom nerava (**beli *ramus communicans***) a sa spinalnim nervom preko **sivog *ramus communicans***.

Hemijski medijator u sinaptičkim vezikulama postganglijskih vlakana simpatičkog nervnog sistema je **noradrenalin**.

Parasimpatički nervni sistem

Postganglijski neuron parasimpatičkog nervnog sistema nalazi se u gangliji koja je manja u odnosu na gangliju simpatičkog nervnog sistema i **uvek je locirana blizu ili u organu efektoru**. Ovi su **neuroni obično u zidu organa efektoru** (*želudac ili creva, na primer*) **gde ulaze preganglijska vlakna i formiraju sinapsu sa postganglijskim ćelijama**.

Hemijski medijator koji se oslobađa između završetaka preganglijskih i postganglijskih nerava parasimpatičkog nervnog sistema je **acetilholin**.

Većina organa koji su inervirani autonomnim nervnim sistemom primaju i simpatička i parasimpatička nervna vlakna.

Efekat dejstva na organ simpatičkog i parasimpatičkog nervnog sistema je suprotan. Simpatički nervni sistem stimuliše organe i troši energiju (naročito u slučaju odgovora na stres). Parasimpatički nervni sistem inhibira organe i čuva energiju.

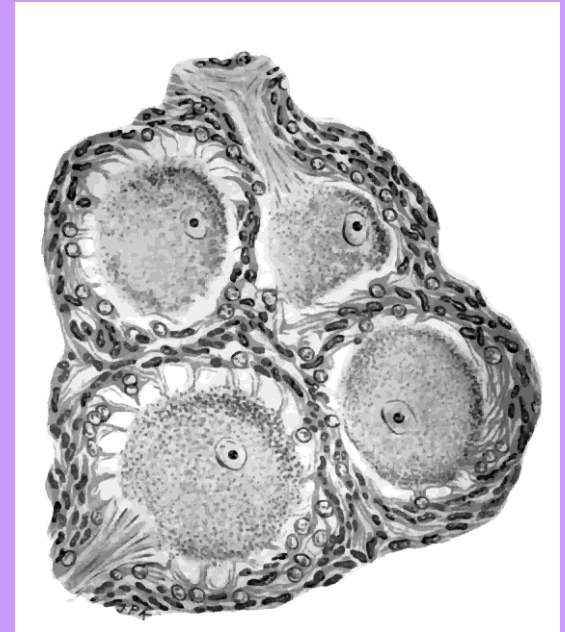
Ubrzan rad srca prouzrokovan lučenjem noradrenalina simpatičkih neurona kompenzira se lučenjem acetilholina parasimpatičkih neurona. Ovaj primer ilustruje dejstvo oba autonomna sistema na isti organ.

Ganglije

Grupacije tela neurona ovoidnog oblika koje se nalaze na putevima neurona van CNS, pripadaju perifernom nervnom sistemu.

Ganglije se sastoje od tela neurona, vlakana, vezivnog tkiva i ćelija neuroglije.

Oko svake ganglijske ćelije je omotač (kapsula). Između ćelija je vezivno tkivo.



Četiri ganglijske ćelije spinalne ganglije okružene satelitskim ćelijama