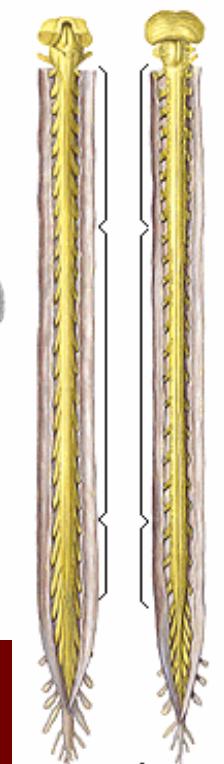
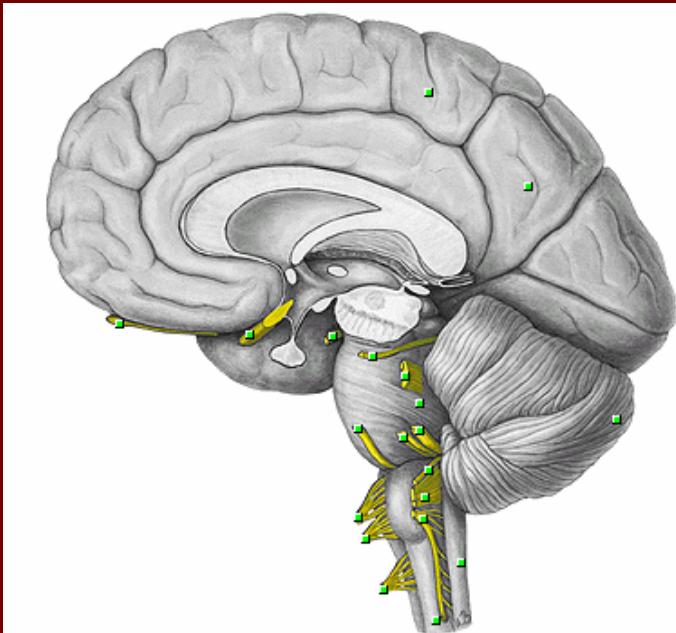


Živčani sustav

Središnji

Mozak Leđna moždina



Periferni

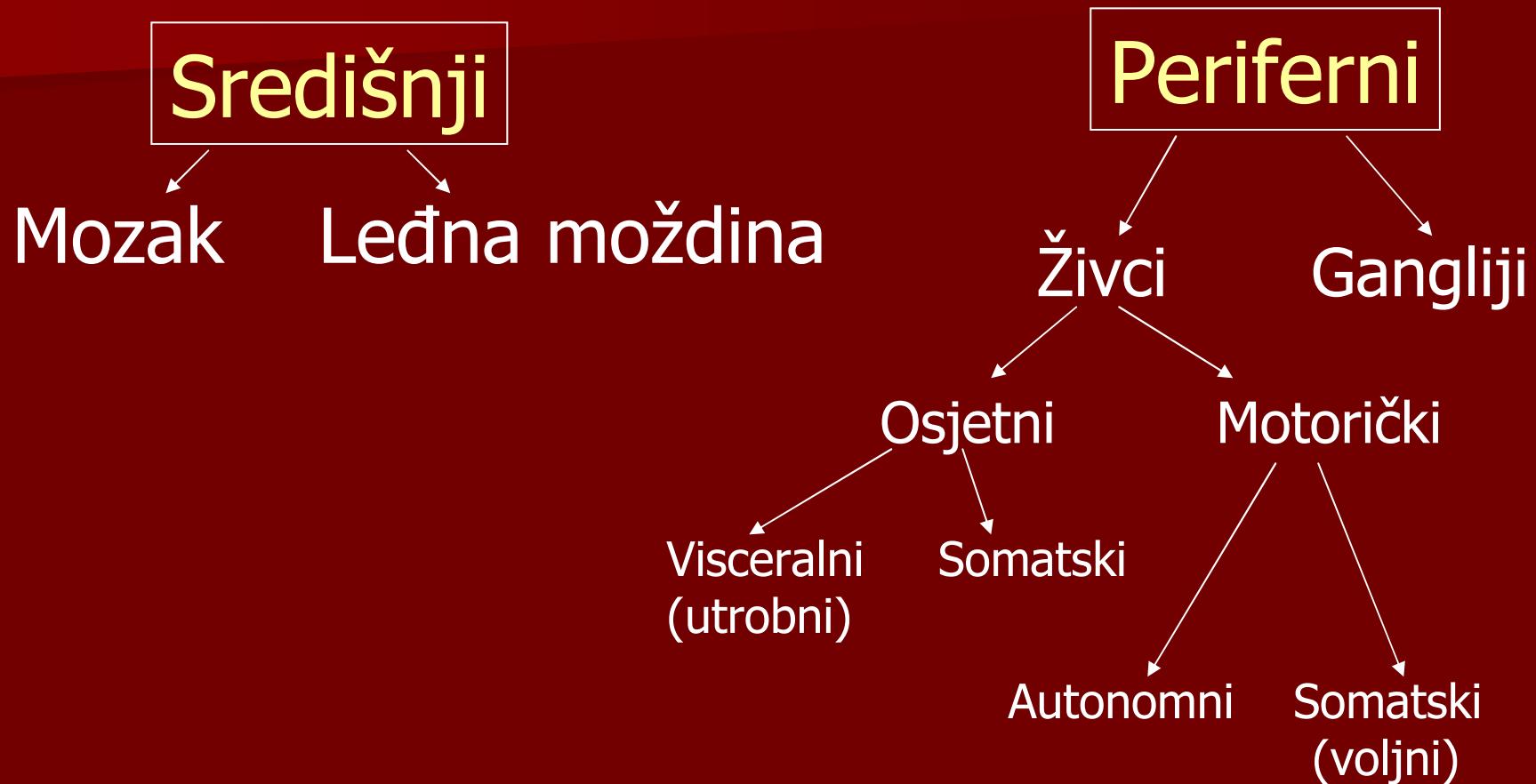
Živci

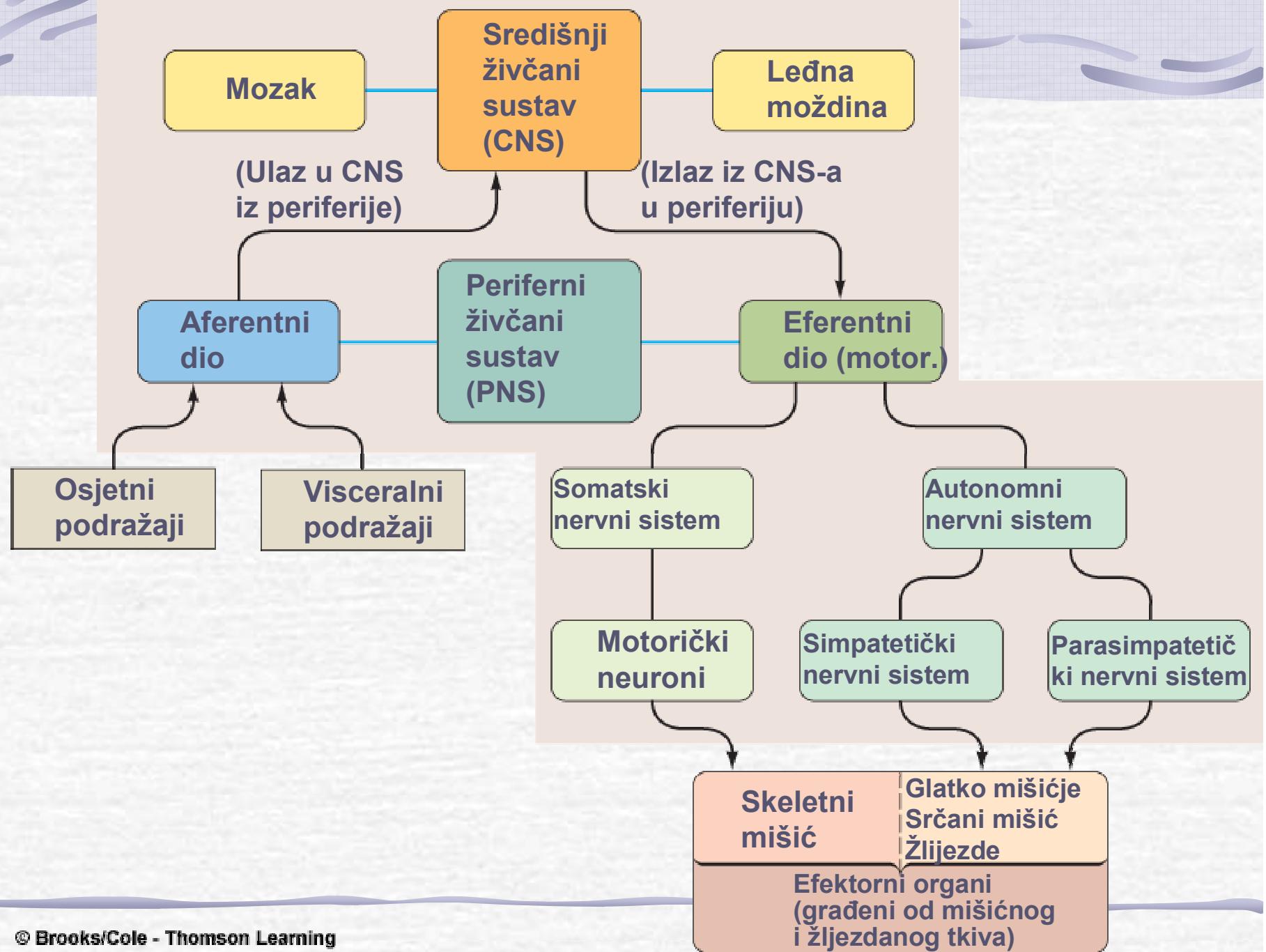
Gangliji

Moždani Moždinski



Živčani sustav





Funkcije živčanog sustava



Složenje značajke ŽS:
intelekt, svjesnost, emocije, pamćenje, govor, asocijacije,

Funkcije živčanog sustava

1. Osjetni ulaz – prikupljanje informacija

- Praćenje promjena koje se zbivaju unutar i izvan tijela (promjene = podražaji)

2. Integracija –

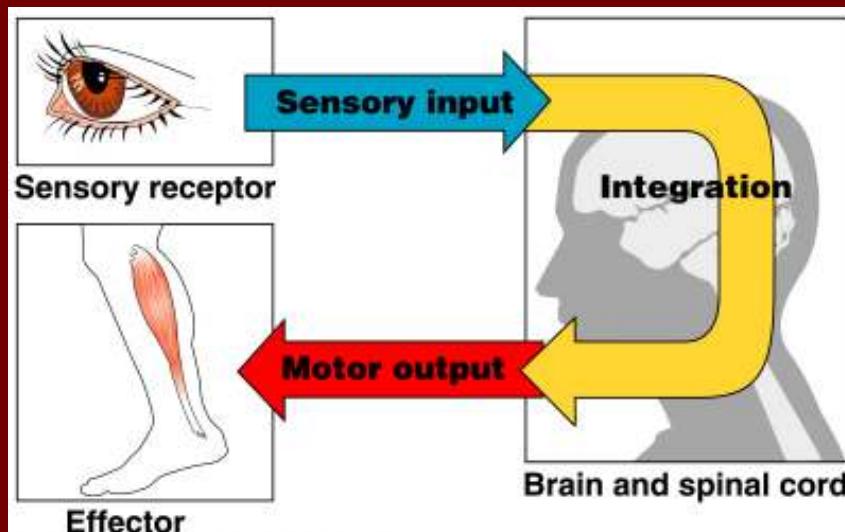
- procesiranje i interpretacija osjetnih informacija i odluka da li je potrebna akcija

3. Motorički izlaz

- Odgovor na integrirane podražaje
- Odgovor aktivira mišiće ili žljezde

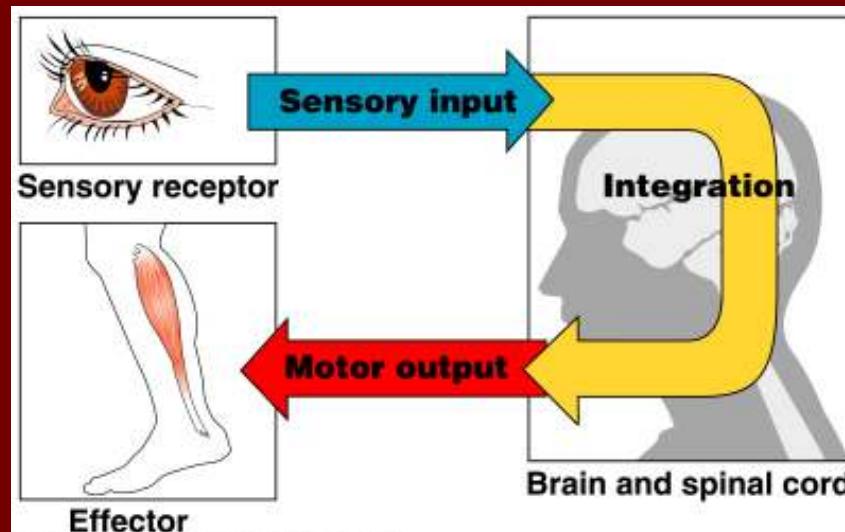
Funkcionalna klasifikacija perifernog živčanog sustava

- Osjetni (afferentni) dio
 - Živčana vlakna koja nose informaciju do središnjeg živčanog sustava



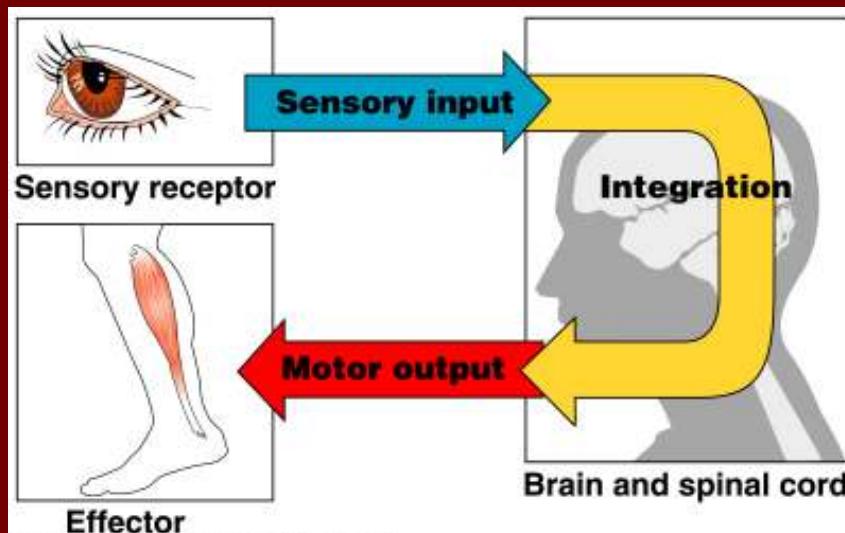
Funkcionalna klasifikacija perifernog živčanog sustava

- Motorički (eferentni) dio
 - Živčana vlakna koja vode impulse od središnjeg živčanog sustava

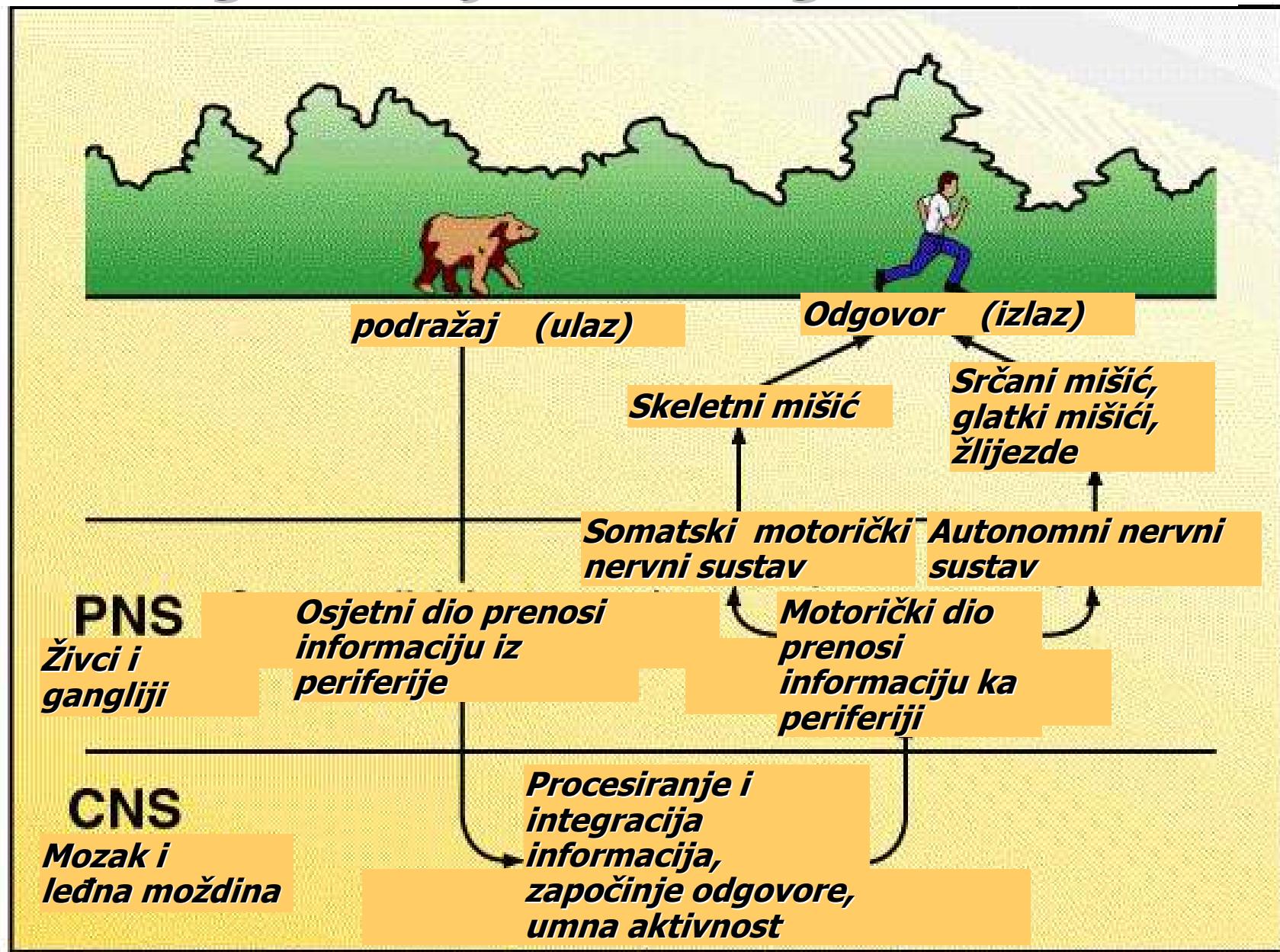


Funkcionalna klasifikacija perifernog živčanog sustava

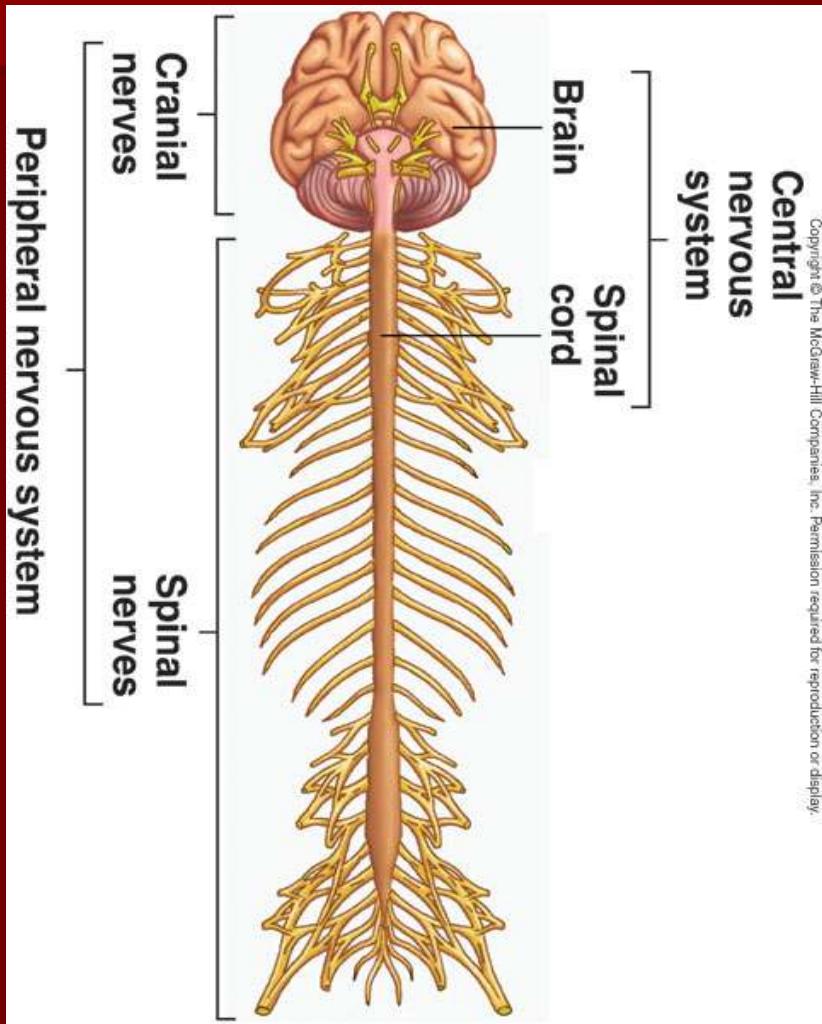
- Motorički (eferentni) dio
 - Dva dijela
 - Somatski živčani sustav = voljni
 - Autonomni živčani sustav = involuntarni



Organizacija živčanog sustava



Centralni nervni sustav



■ Sastavni dijelovi:

1. Mozak

- Smješten u lubanjskoj šupljini

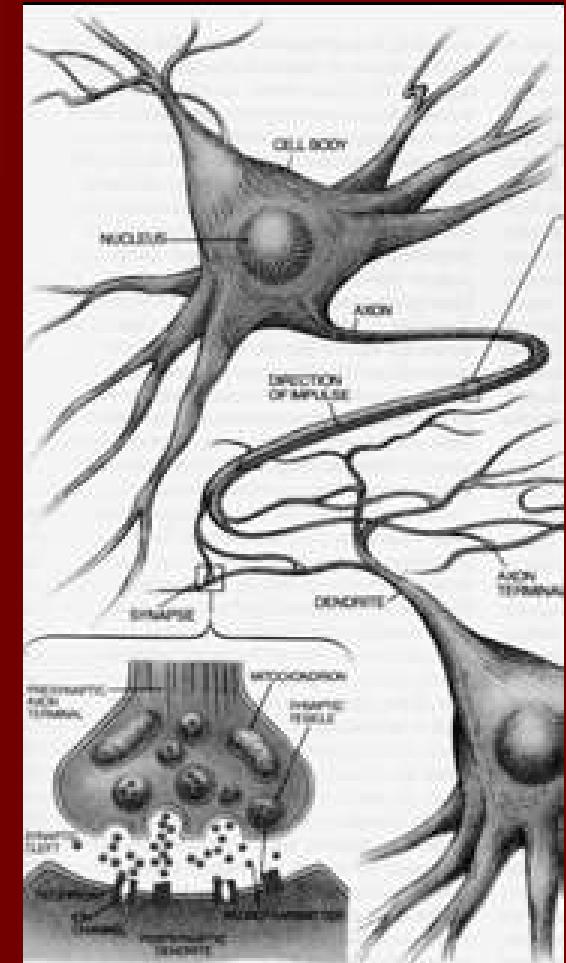
2. Leđna moždina

- Smještena u kralješničkom kanalu
- Nastavlja se na mozak od velikog zatiljnog otvora (*foramen magnum*)

■ Živčana stanica - NEURON

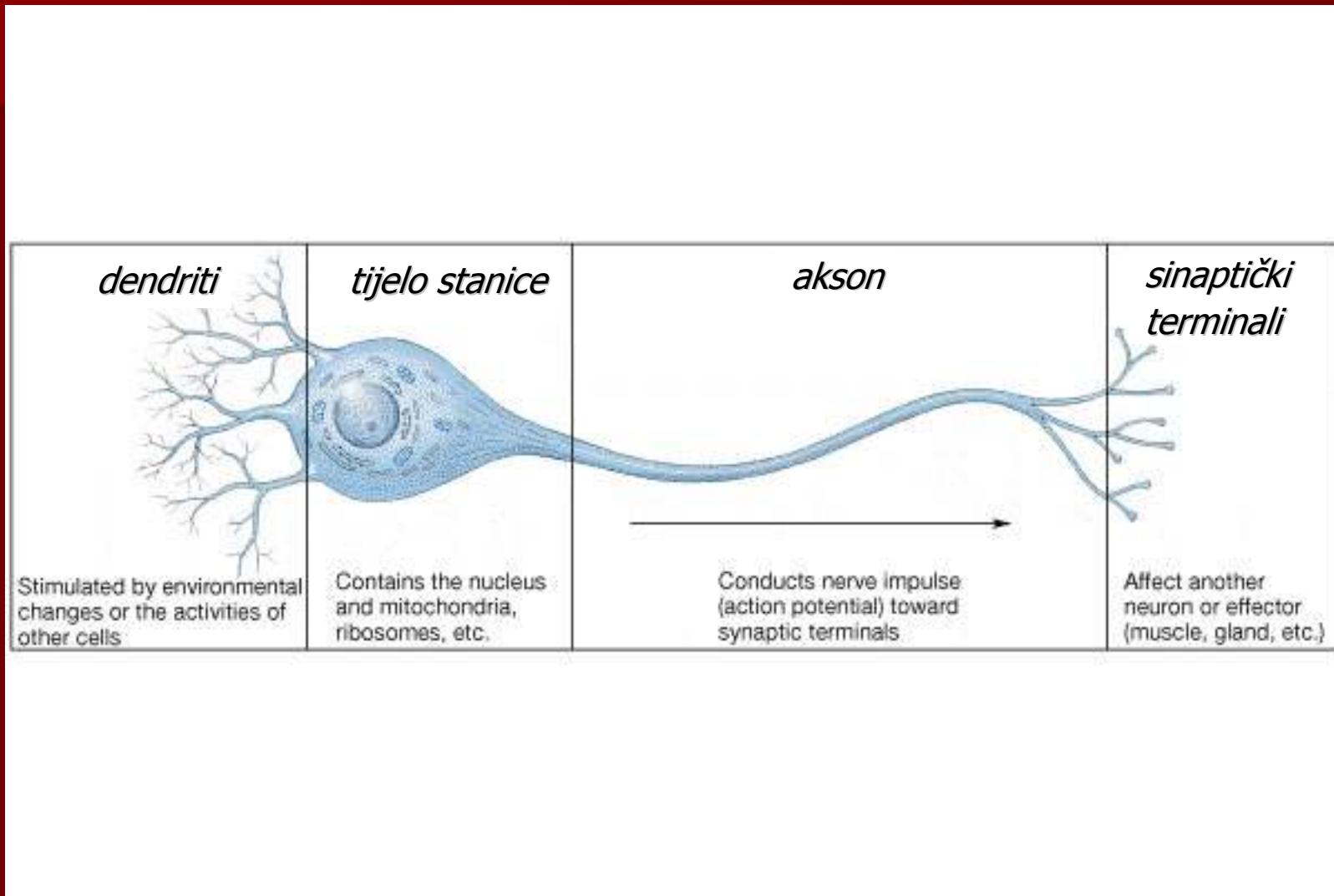
- prenosi električne signale (akcijski potencijal), dužina i preko 1 m

- **Tijelo** – centralni dio
- **Dendriti** – kratki nastavci koji primaju impulse iz drugih neurona ili osjetnih stanica (receptora)
- **Akson** – dugi nastavak koji odvodi signal do drugih neurona, mišića ili žljezda
- mijelinska (Schwanova) ovojnica (bijela)



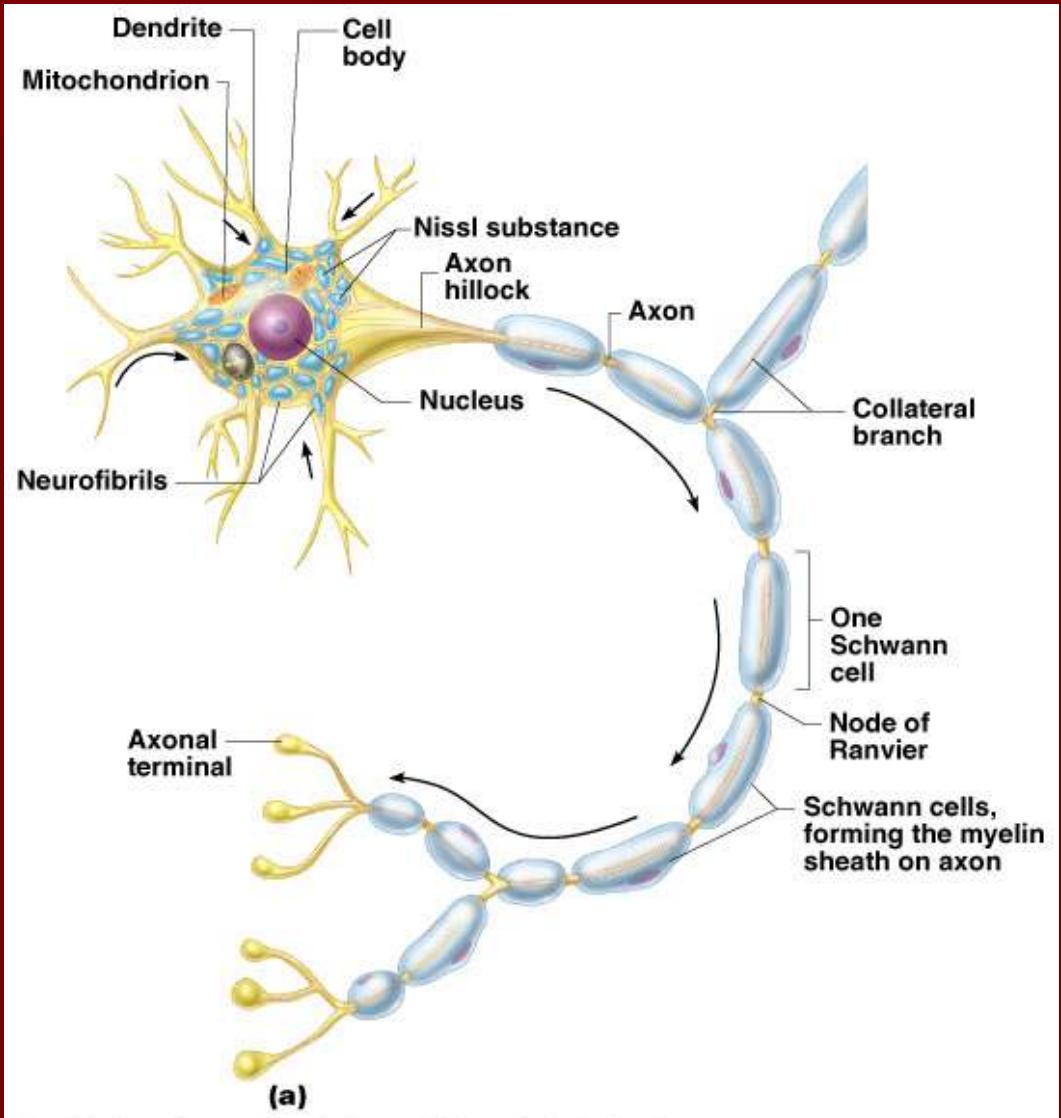
■ Neuroglia – vezivna i zaštitna funkcija

NEURON



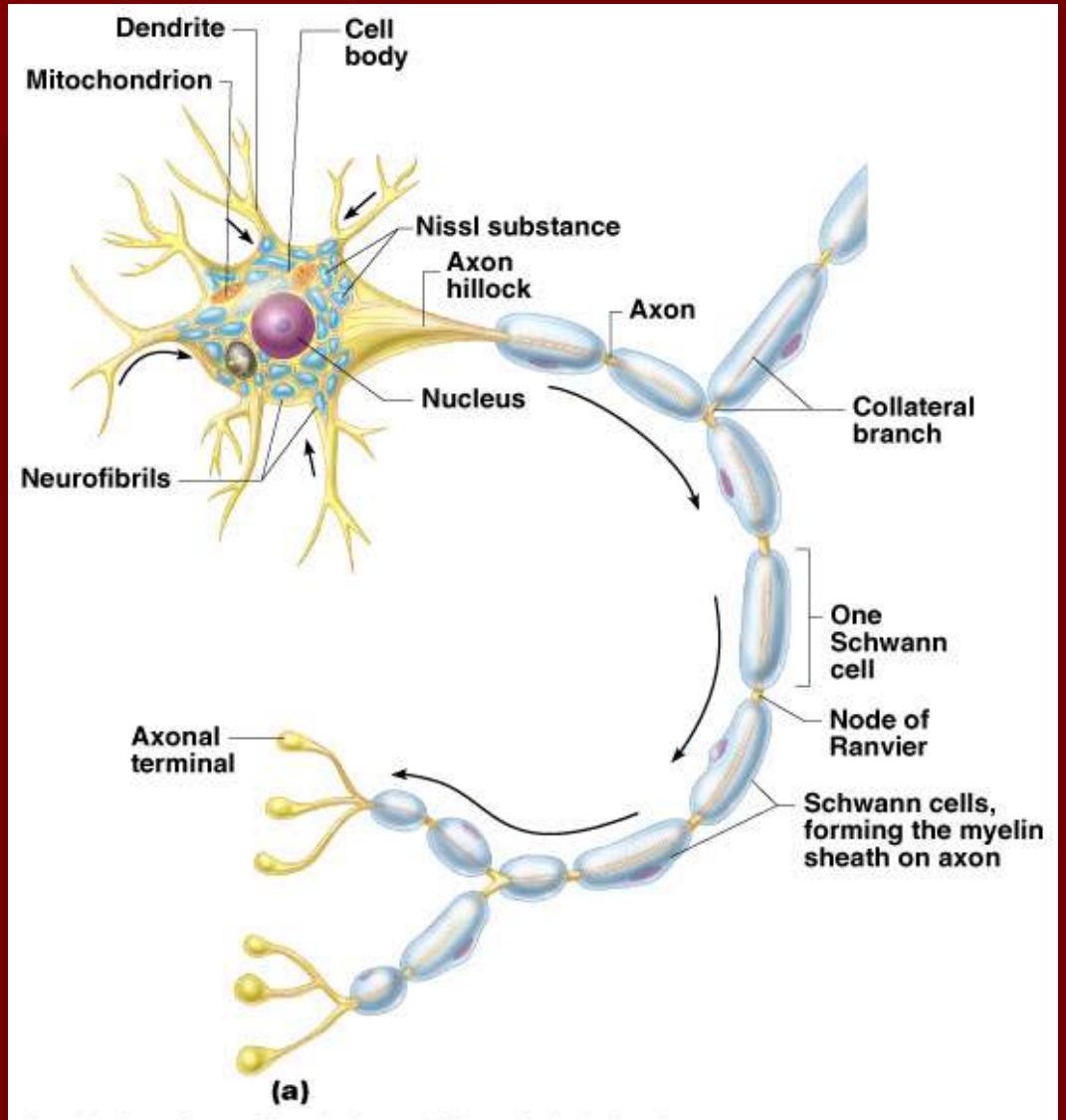
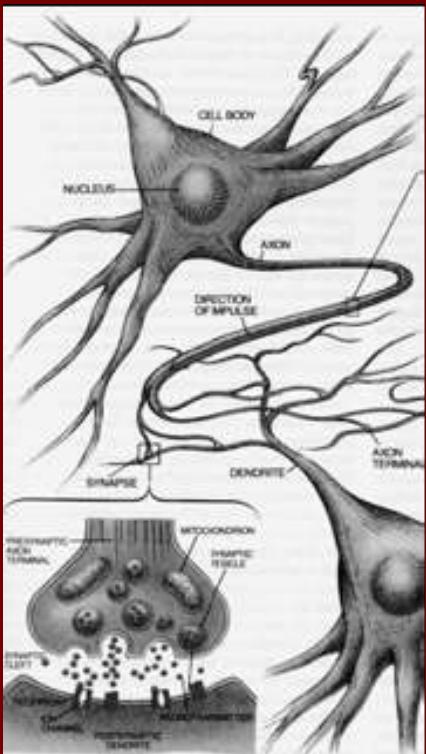
NEURON

- mijelinska (Schwanova) ovojnica
- podražljivost, provodljivost (tzv. saltatorna kondukcija)

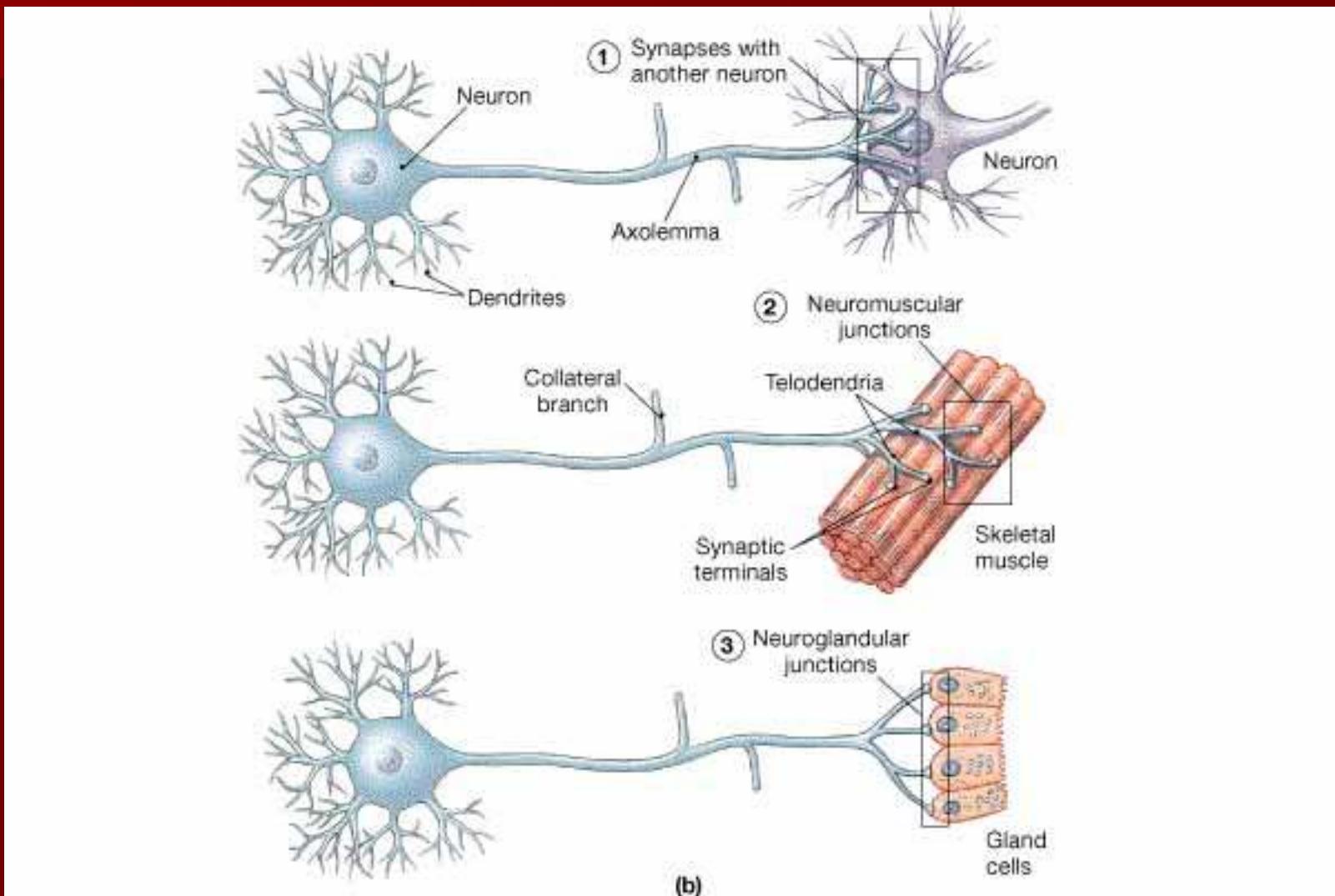


NEURON

- sinapsa,
neurotransmiteri

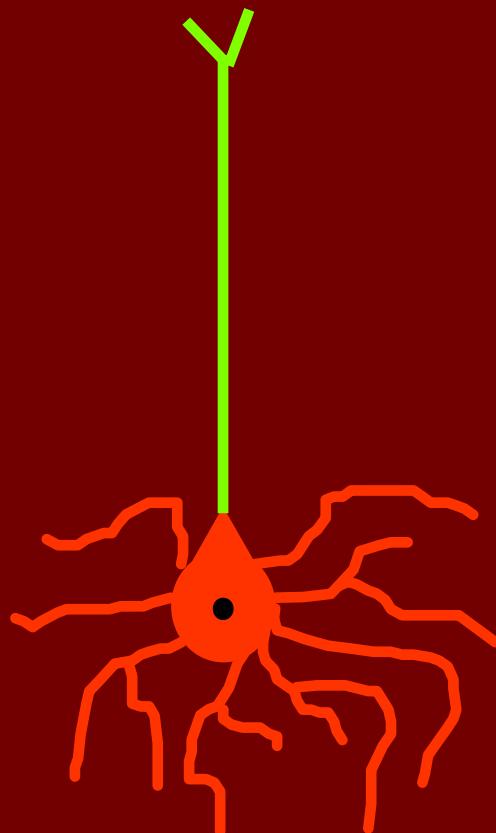


NEURON



Strukturalna klasifikacija neurona

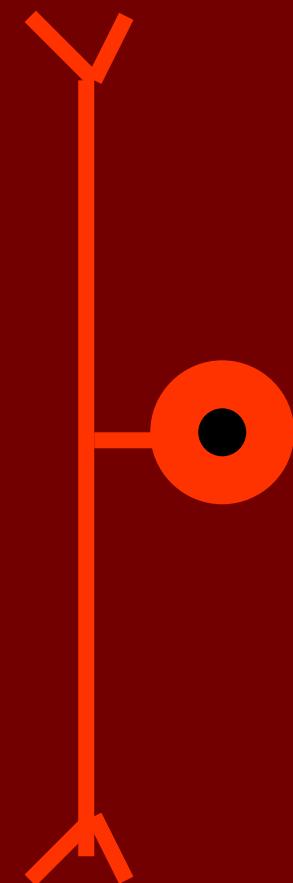
Multipolarni



Bipolarni

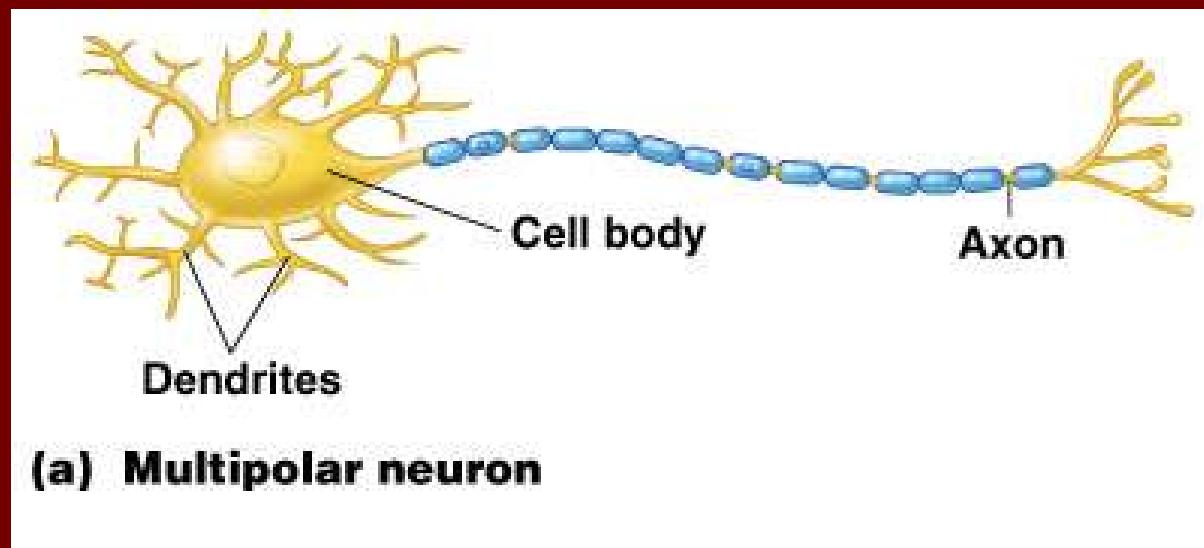


Unipolarni



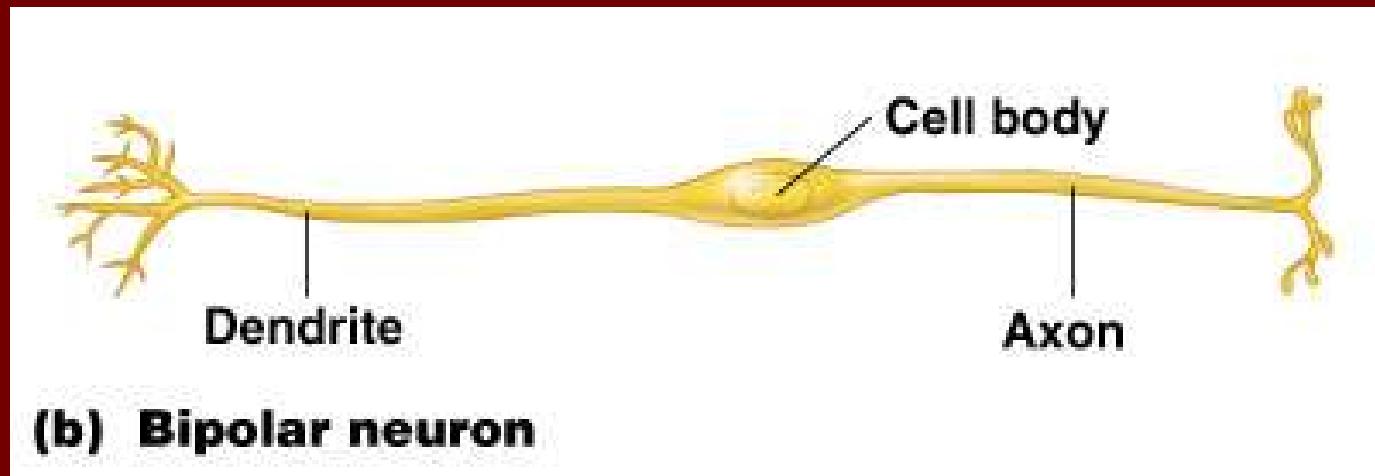
Strukturalna klasifikacija neurona

- Multipolarni neuroni – brojni izdanci iz tijela stanice



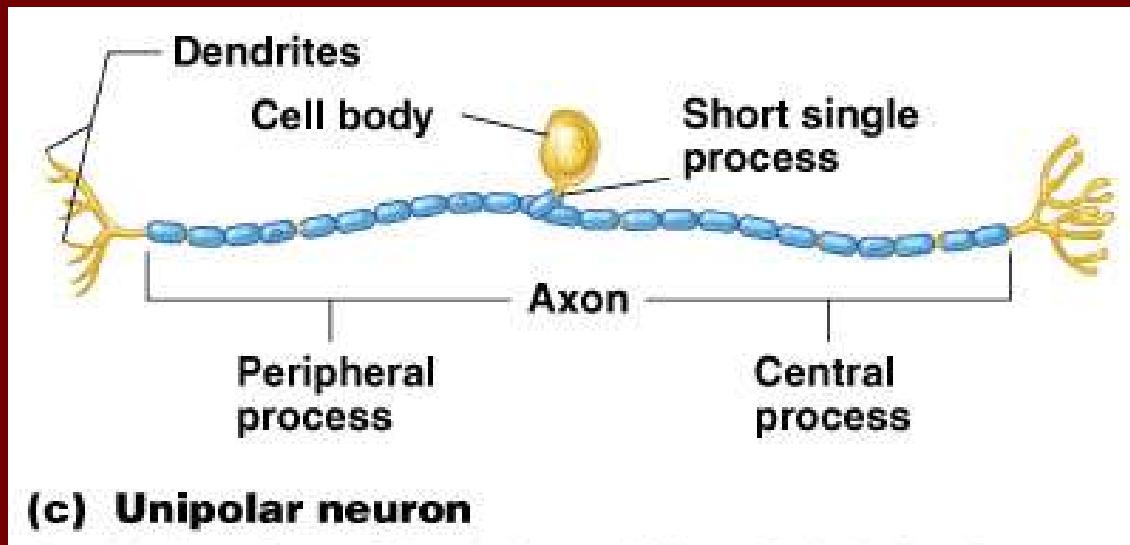
Strukturalna klasifikacija neurona

- Bipolarni neuroni – jedan akson i jedan dendrit



Strukturalna klasifikacija neurona

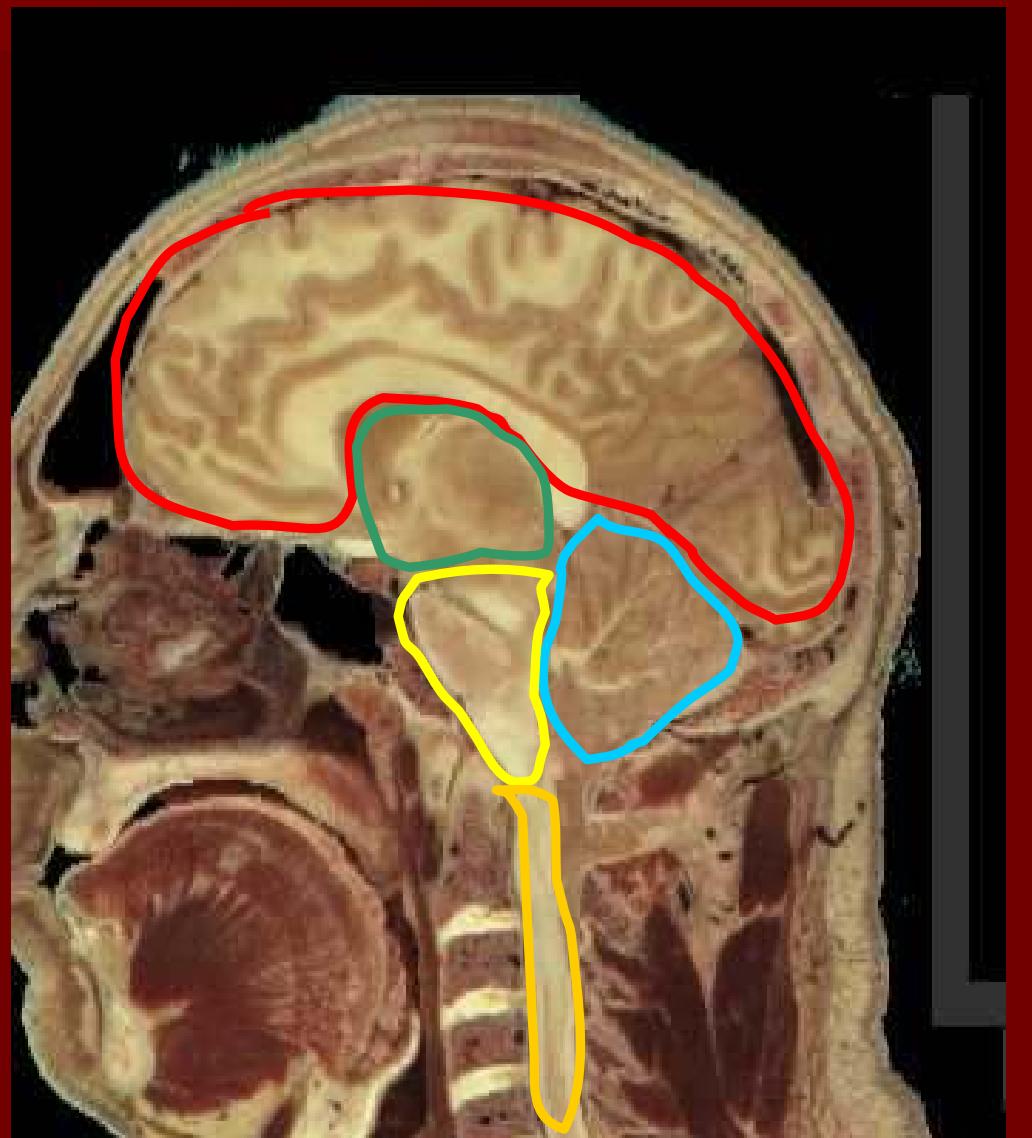
- Unipolarni neuroni – imaju jedan kratki nastavak koji izlazi iz tijela stanice



Mozak: osnovna građa...

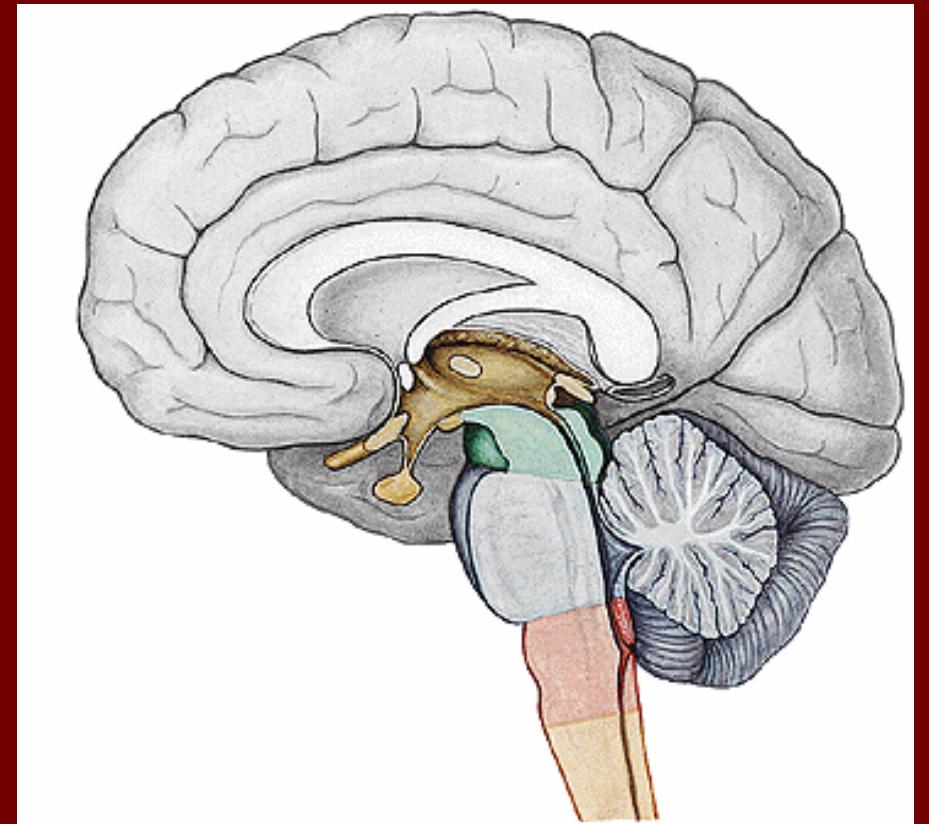
- Veliki mozak
(*cerebrum*)
- Međumozak
(*diencephalon*)
- Mali mozak
(*cerebellum*)
- Mozgovno deblo
(*truncus cerebri*)

... leđna moždina



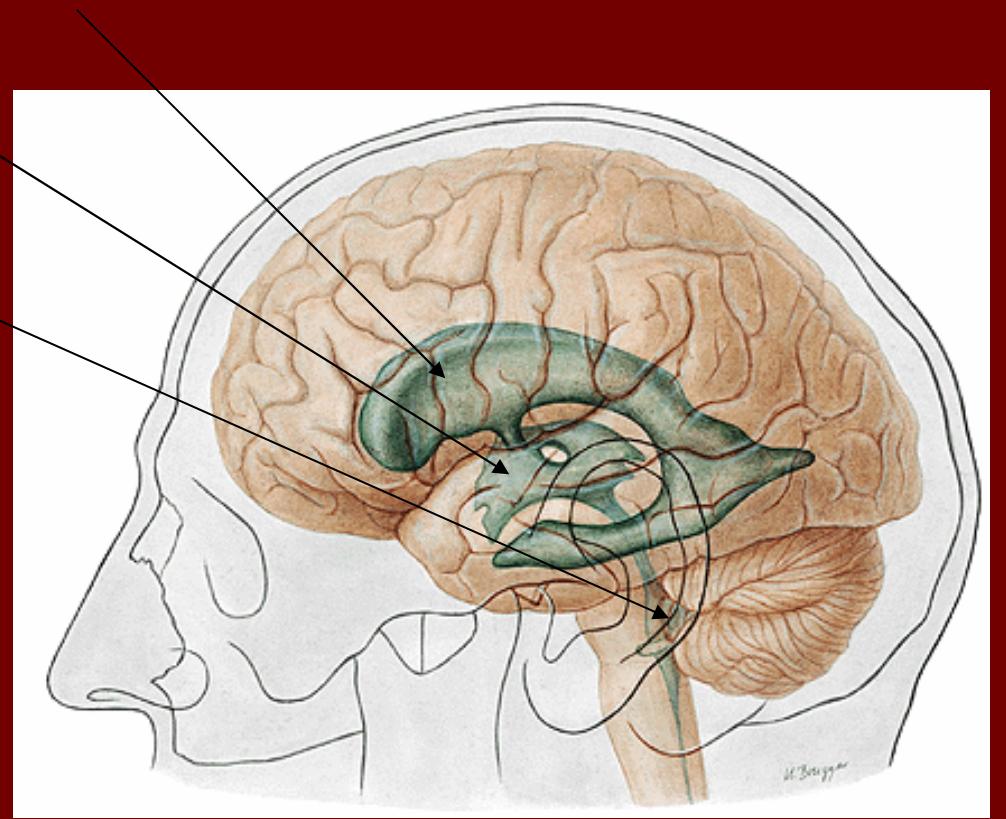
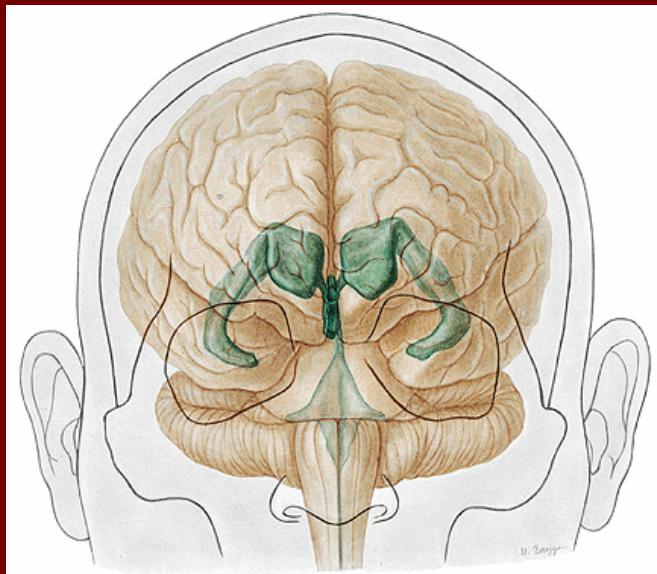
MOZAK

- Veliki mozak
- Međumozak (*diencefalon*)
- Moždano deblo
- Mali mozak



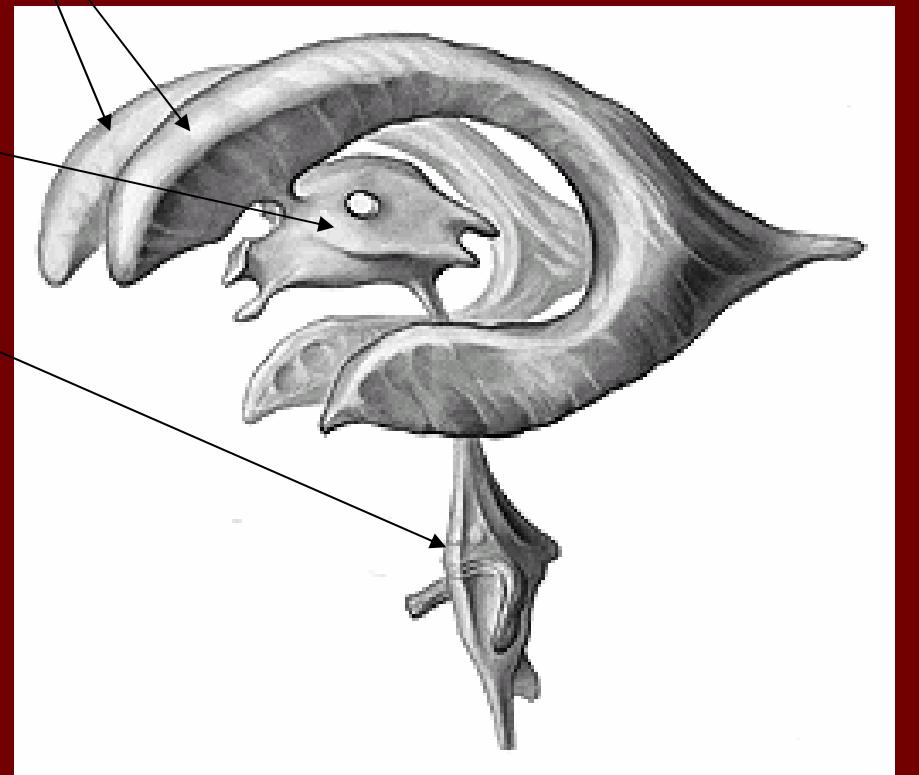
Moždane klijetke

- 2 lateralne moždane klijetke - ventrikuli
- III moždana klijetka
- IV moždana klijetka



Moždane klijetke

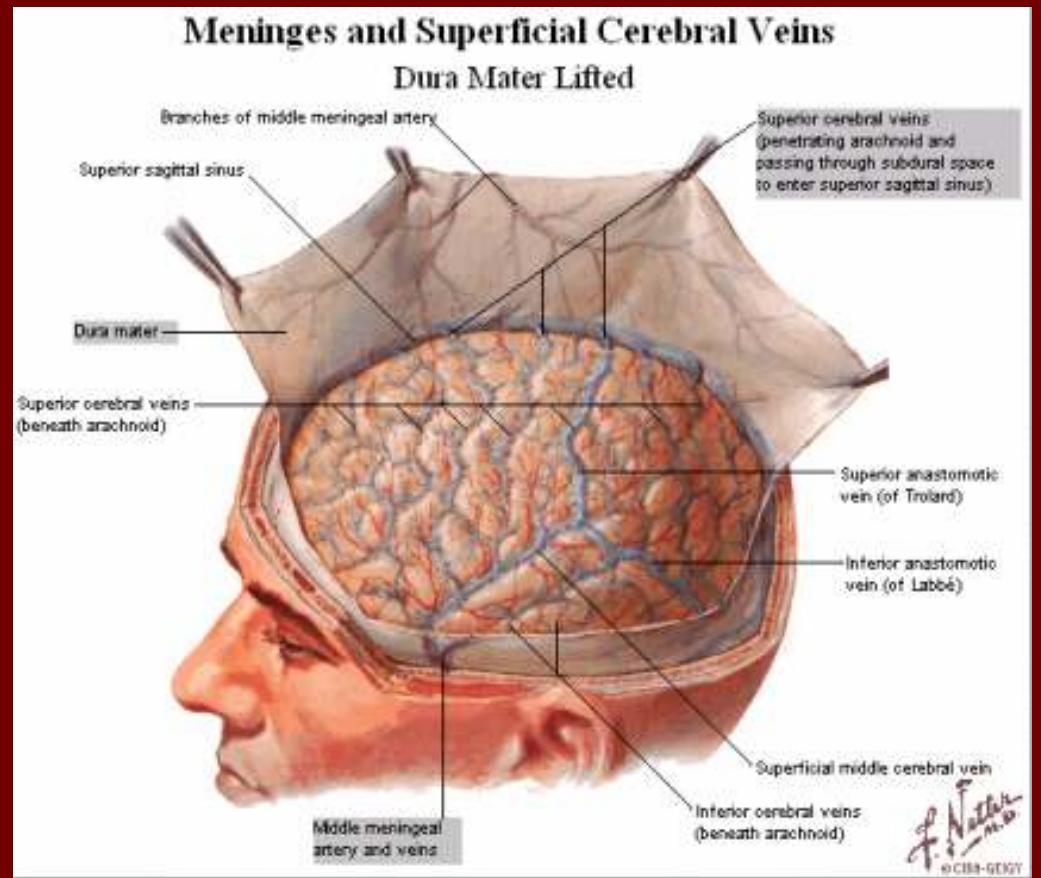
- 2 lateralne moždane klijetke
- III moždana klijetka
- IV moždana klijetka



Moždane ovojnice

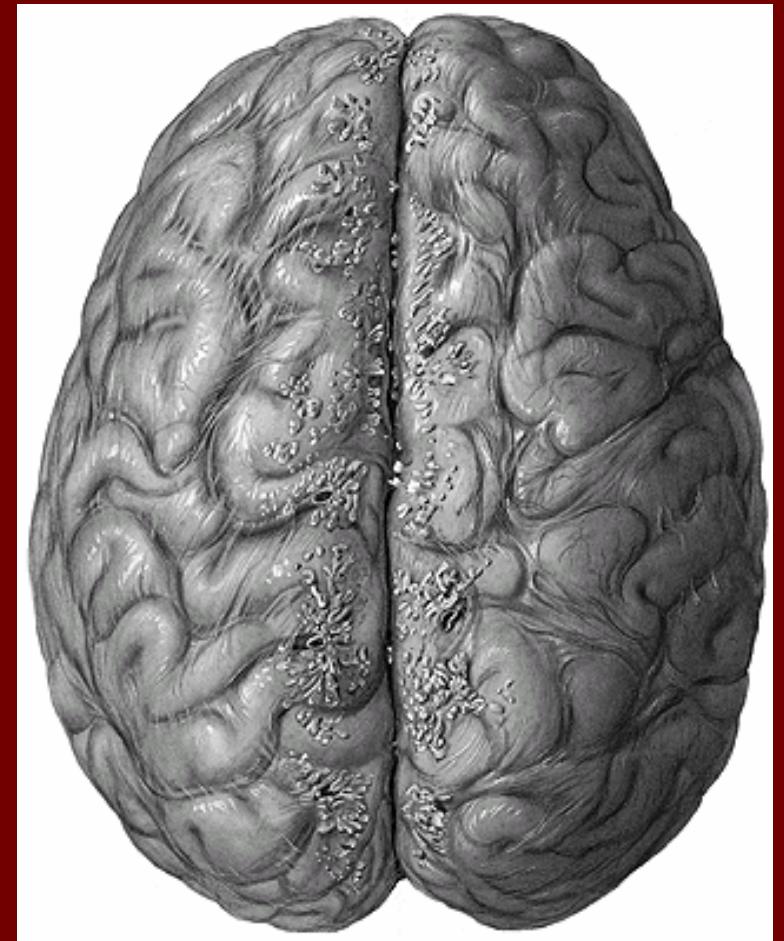
Moždanice (*meninge*) obmataju i štite mozak i leđnu moždinu: tvrda, paučinasta i meka

- Tvrda moždanica (*dura mater*) – čvrsta, priraska uz lubanju; mjestimično formira pregrade mozga
 - dva lista (mozak);
 - jedan list (leđna moždina)



Moždane ovojnice

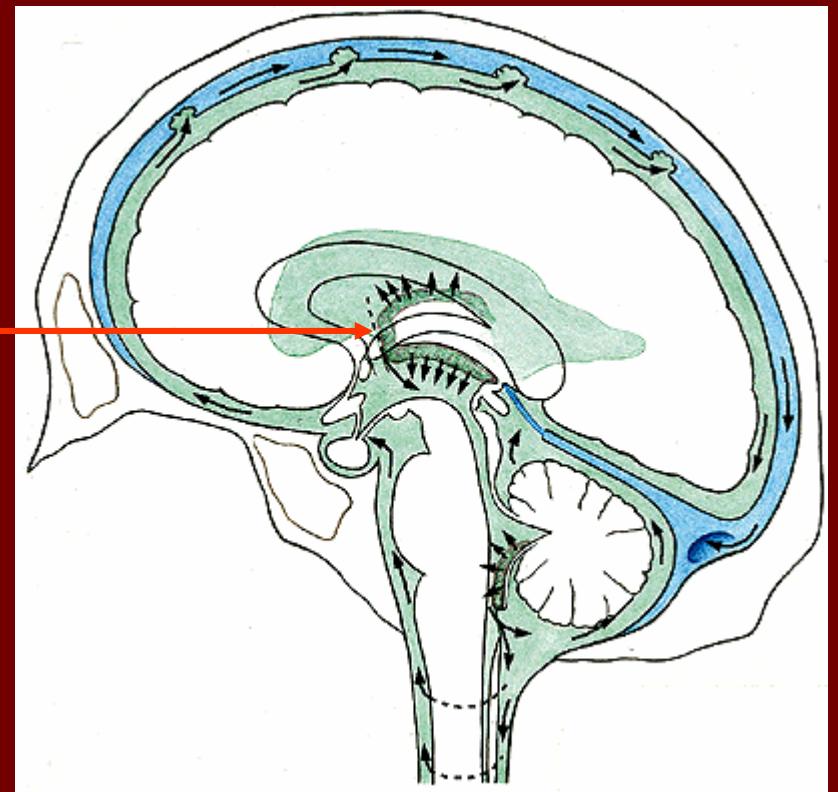
- Paučinasta moždanica (*arachnoidea mater*) - između tvrde i meke
- Meka moždanica (*pia mater*) na površini mozga i leđne moždine, sadrži krvne žilice koje hrane SŽS



Moždane ovojnice

- Subarahnoidalni prostor

- *cerebrospinalna tekućina (likvor)*
- tekući jastuk, sprečava veće pomake mozga
- 800 ml/dan; 150-200 ml
- horoidni pleksus



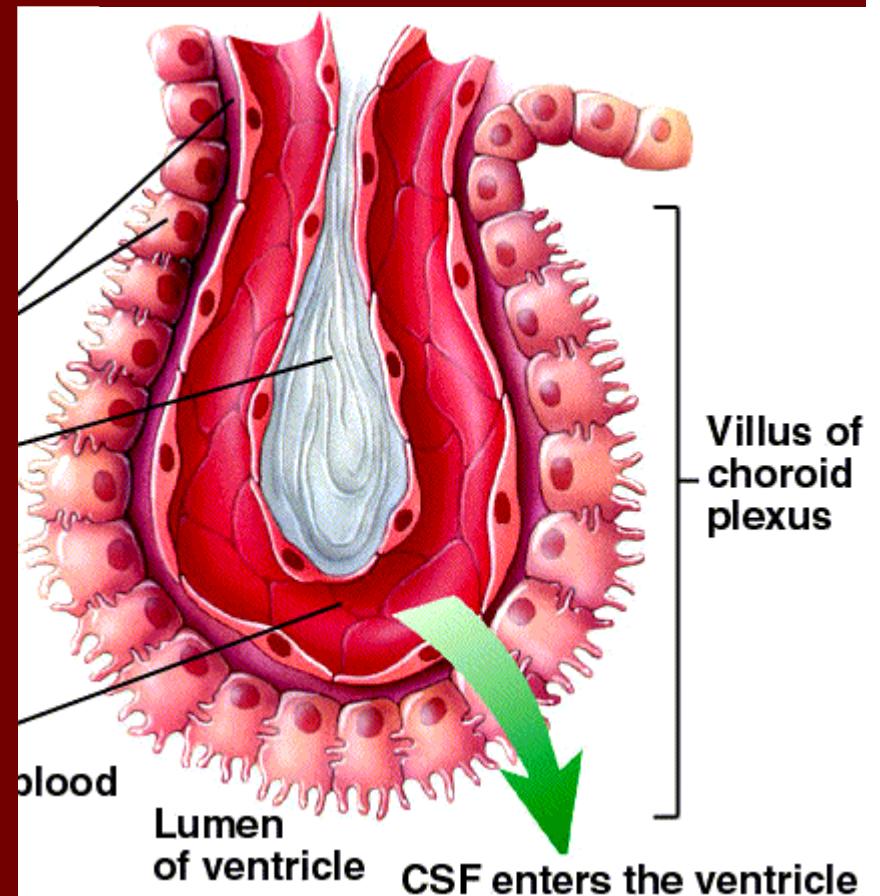
Mozak: izvana prema unutra...

Dura mater stabilizira položaj mozga, a cerebrospinalna tekućina (CSF) štiti i čini možak laksim

Odakle dolazi cerebrospinalna tekućina?

Iz horoidnih spletova na stijenkama moždanih klijetki

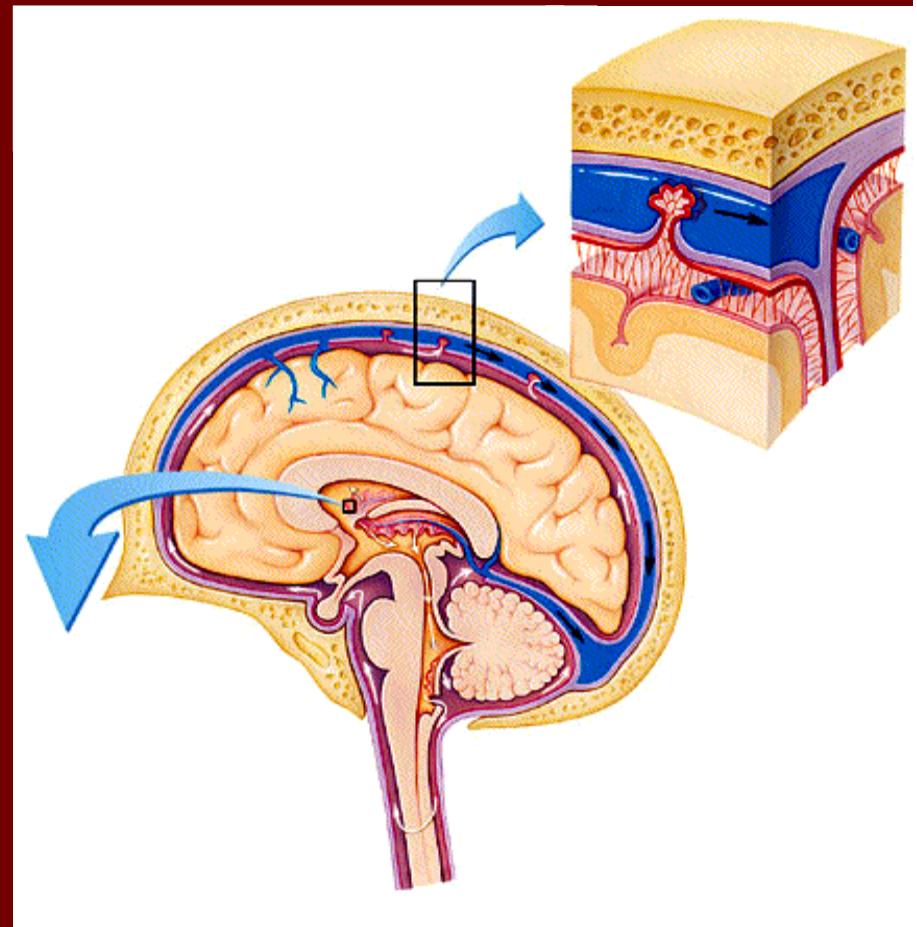
Ependimalne stanice propuštaju tekućinu iz kapilara



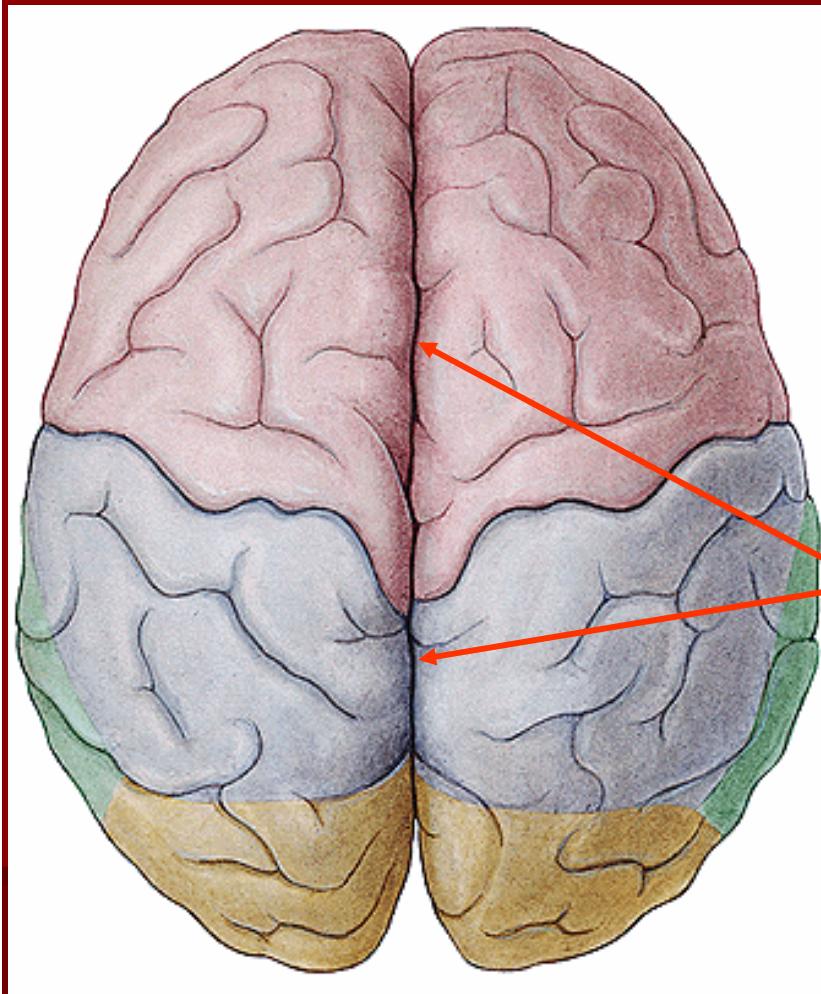
Mozak: izvana prema unutra...

CST cirkulira kroz moždane klijetke, dolje do centralnog kanala ledjne moždine i unutar **subarahnoidnog prostora**.

CST se *reapsorbira* natrag u krv prvenstveno u venskim sinusima (resicama) unutar dure mater.



Veliki mozak



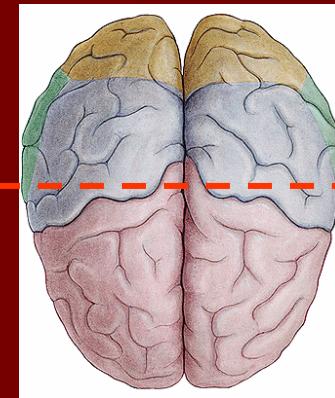
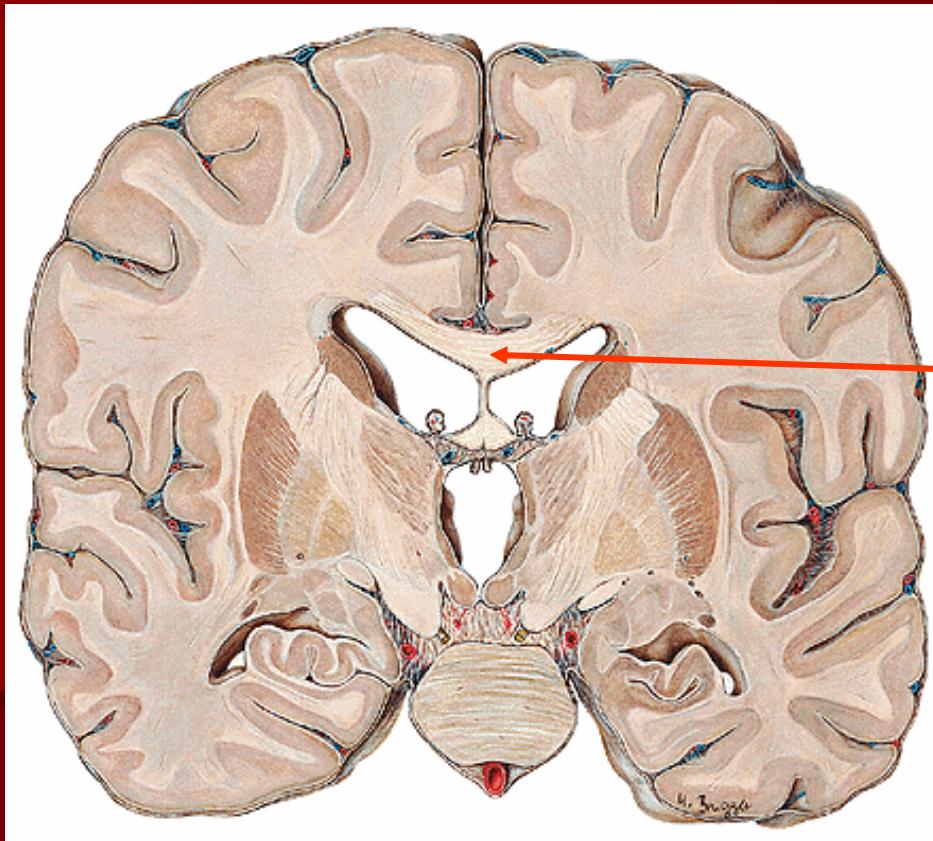
■ 2 hemisfere (*upravljaju suprotnom stranom tijela*)

- L.H. – matematičke, verbalne sposobnosti

- D.H. – prostorne, umjetničke sposobnosti

uzdužna brazda – dijeli hemisfere

Veliki mozak

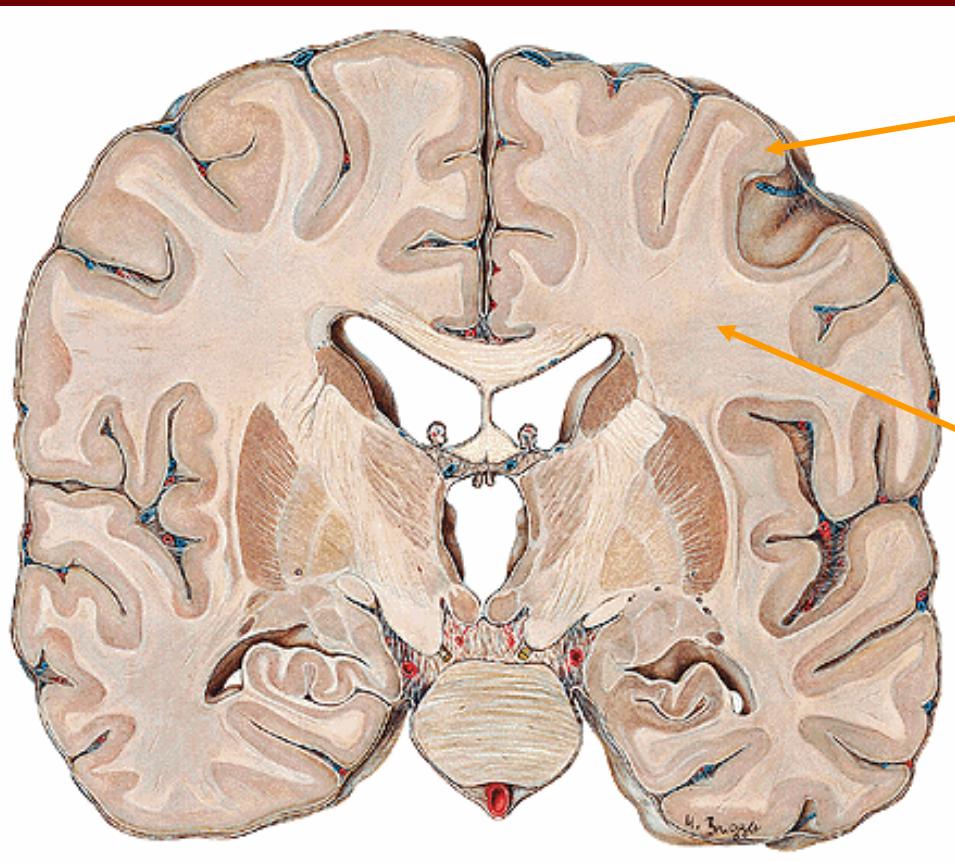


žuljevito tijelo

snop vlakana koji spaja hemisfere

Veliki mozak

1.5 kg, 10^{11} stanica



Siva tvar (*tijela stanica*)

- kora (*cortex*)

- $3\text{mm } \varnothing$, brojne brazde i vijuge → velika površina

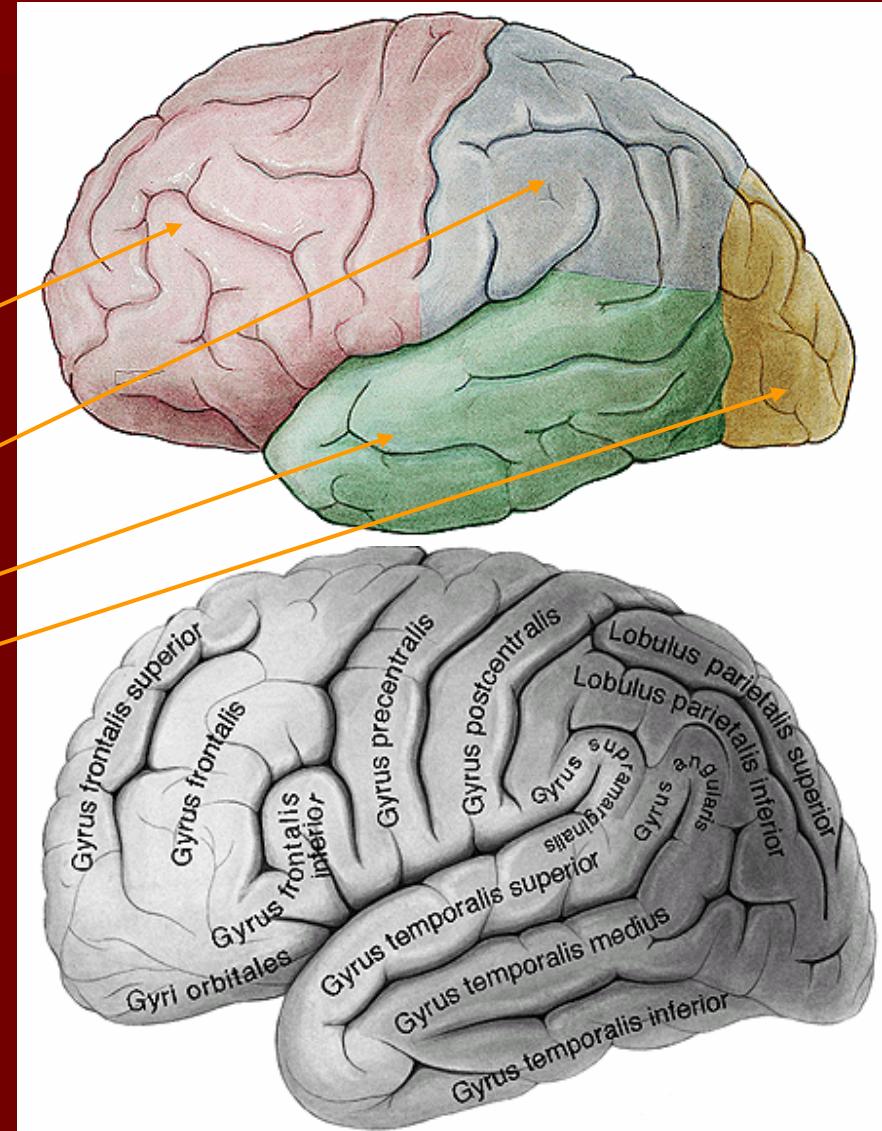
Bijela tvar

(mijelinizirani aksoni) – asocijacijska, komisuralna i projekcijska vlakna

Veliki mozak

Režnjevi

- Čeoni (frontalni)
- tjemeni (parijetalni)
- sljepoočni (temporalni)
- zatiljni (okcipitalni)



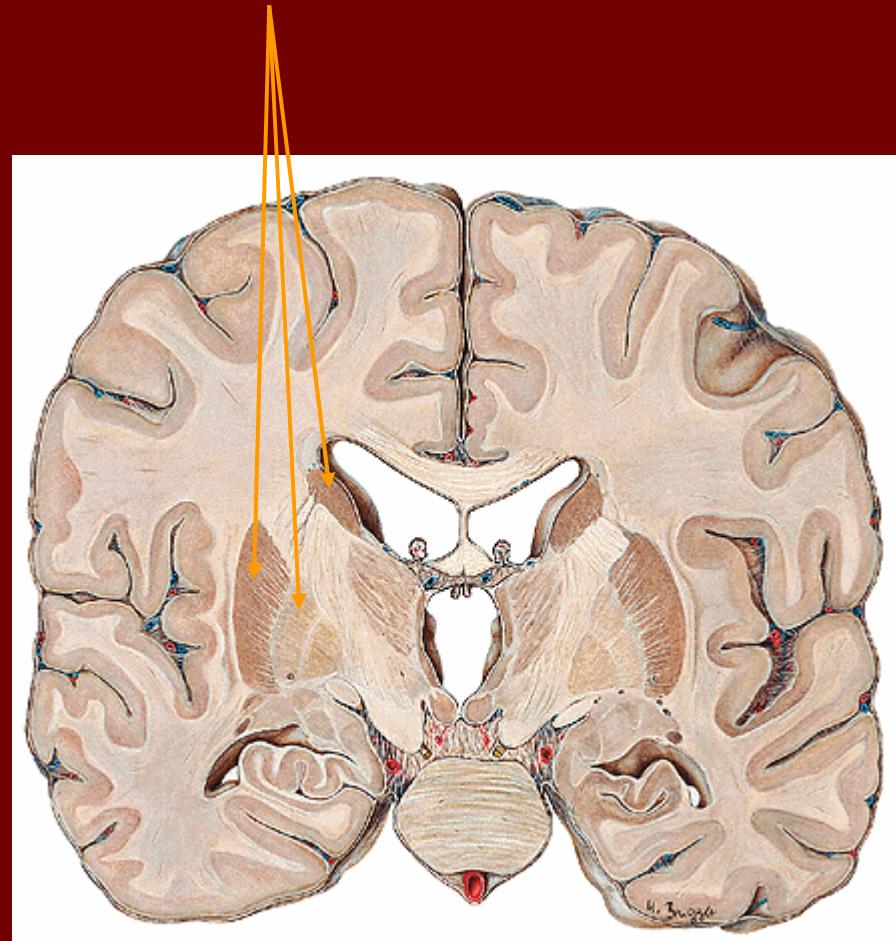
Veliki mozak

Subkortikalni(bazalni) gangliji

regulacija voljnih pokreta

tereotipni pokreti

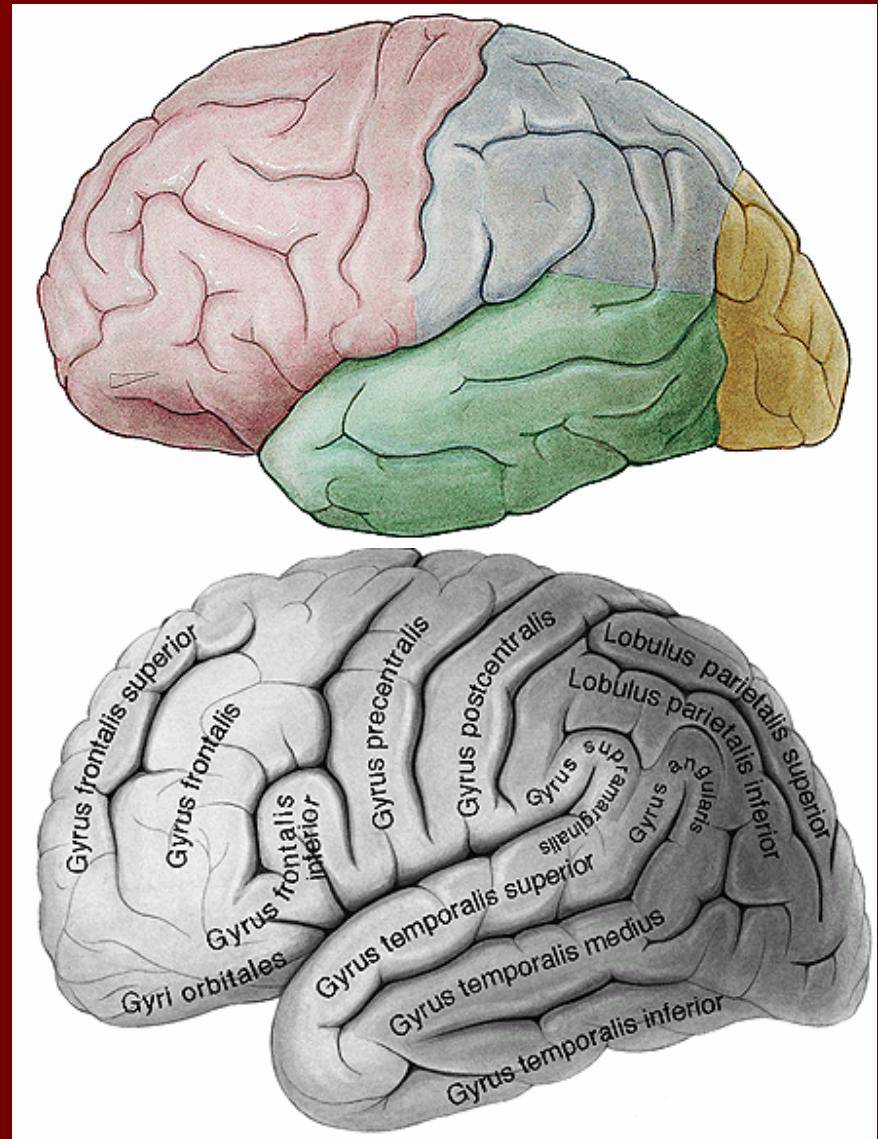
onus mišića



Veliki mozak

Čeoni režanj

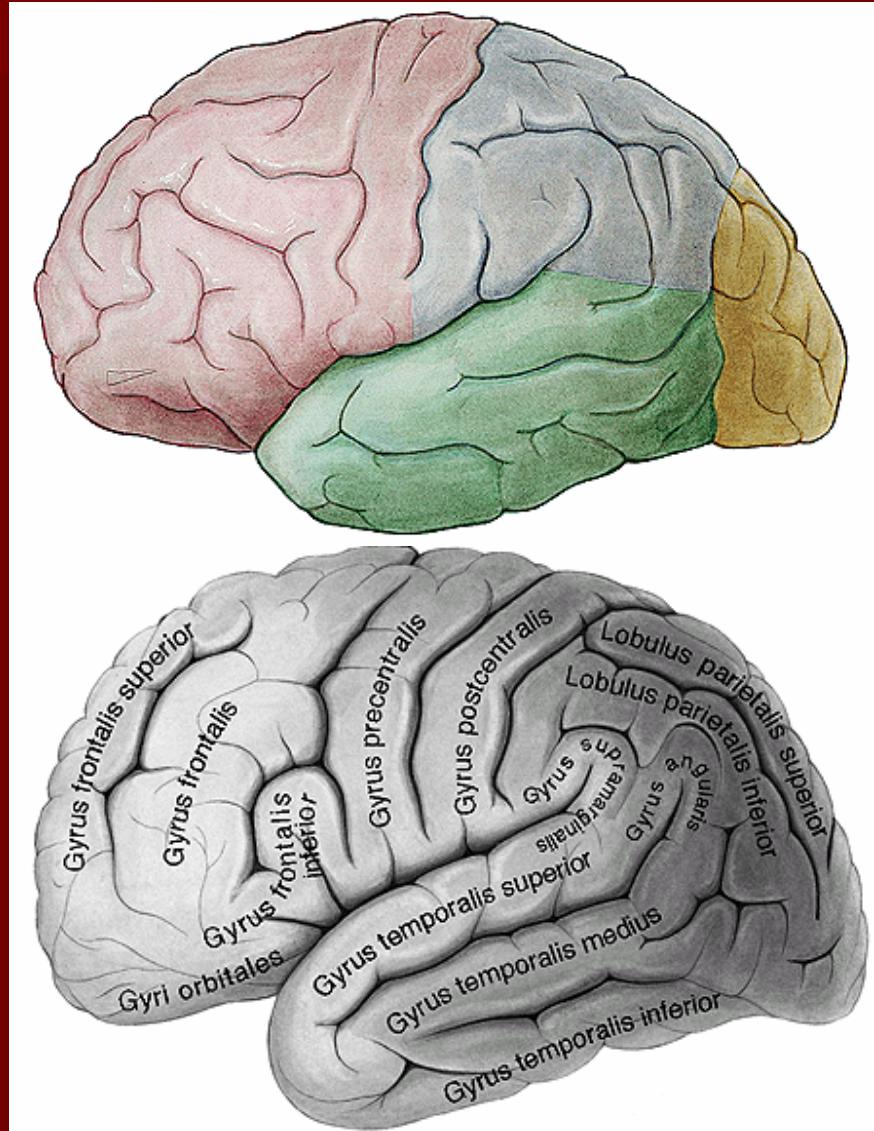
- ispred centralne brazde – primarna motorička kora (fini pokreti)
- pažnja
- miris,
- planiranje akcija
- raspoloženje, agresija;



Veliki mozak

Tjemeni režanj

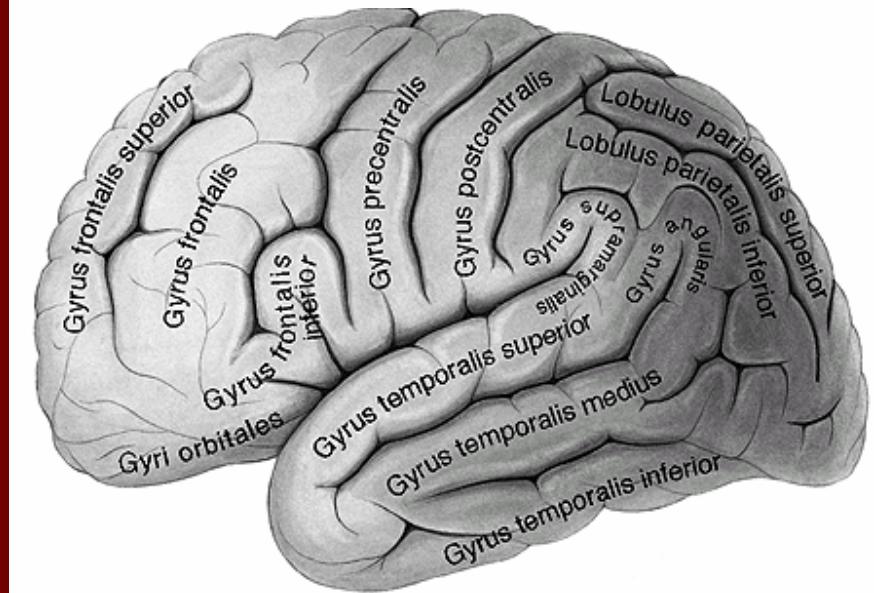
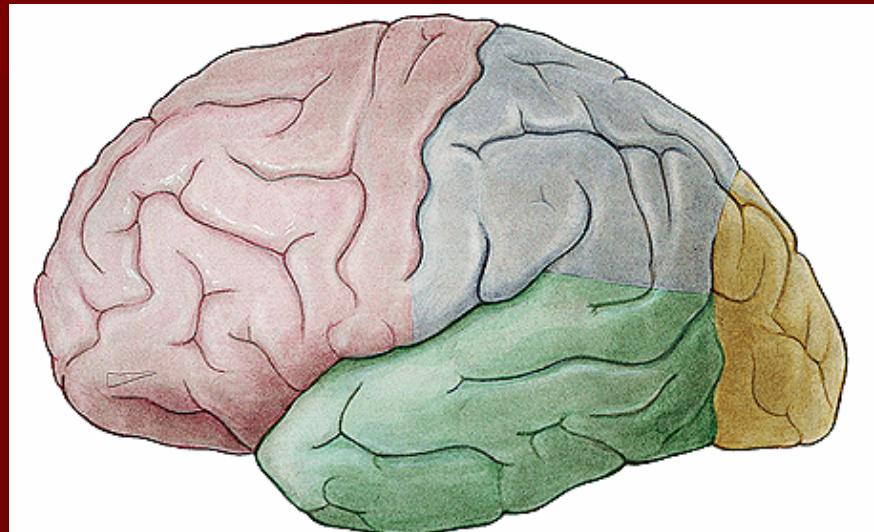
- iza centralne brazde – primarna somatosenzorička kora – osjeti dodira, položaja zgloba...



Veliki mozak

Zatiljni režanj

- iza tjemenog – primarna vidna kora;

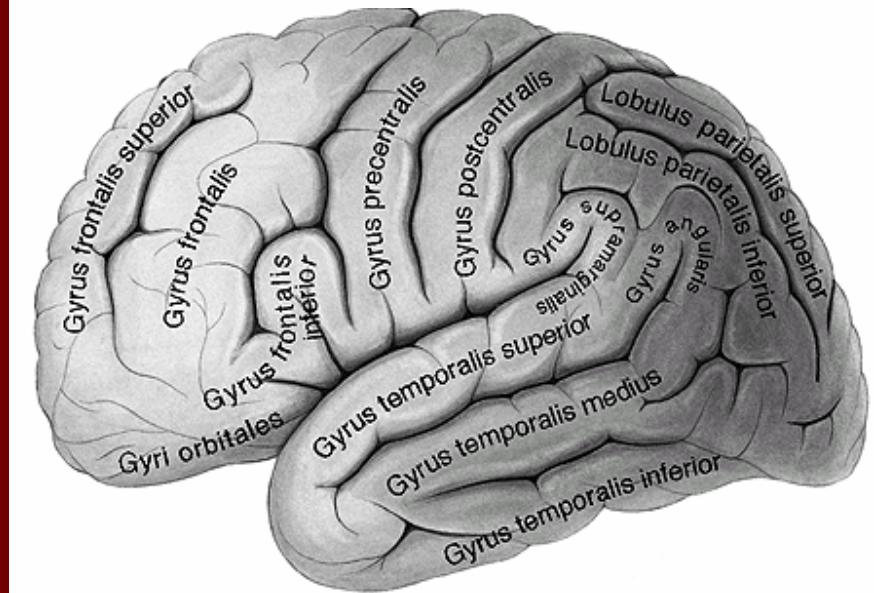
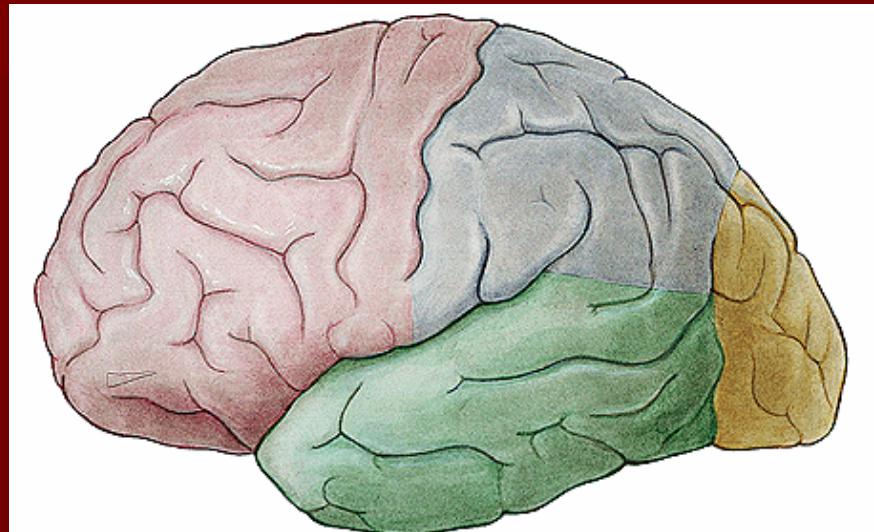


Veliki mozak

Sljepoočni režanj

lateralne strane hemisfera

- apstraktno mišljenje
- pamćenje
- sluh
- razumijevanje govora
- emocije
- složeni vidni procesi

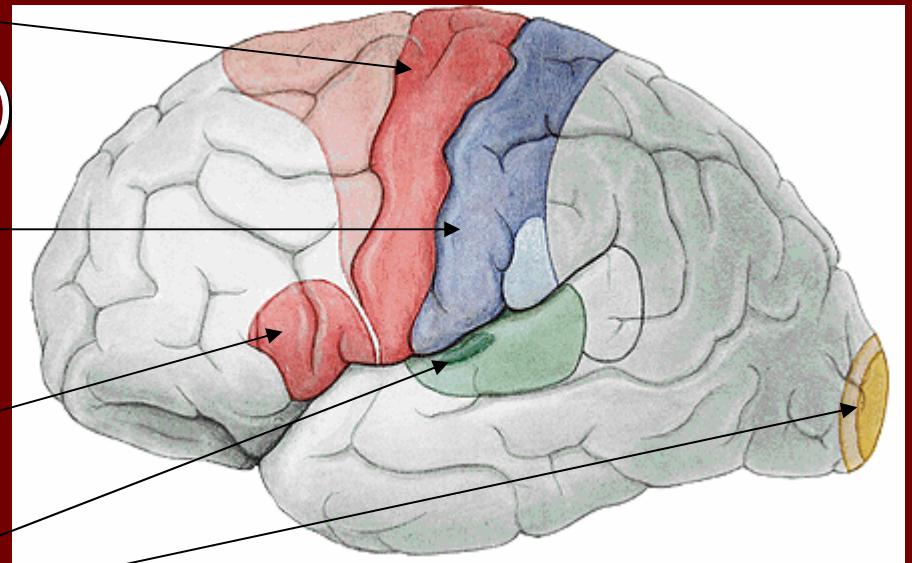


Specijalizirana područja (aree) velikog mozga

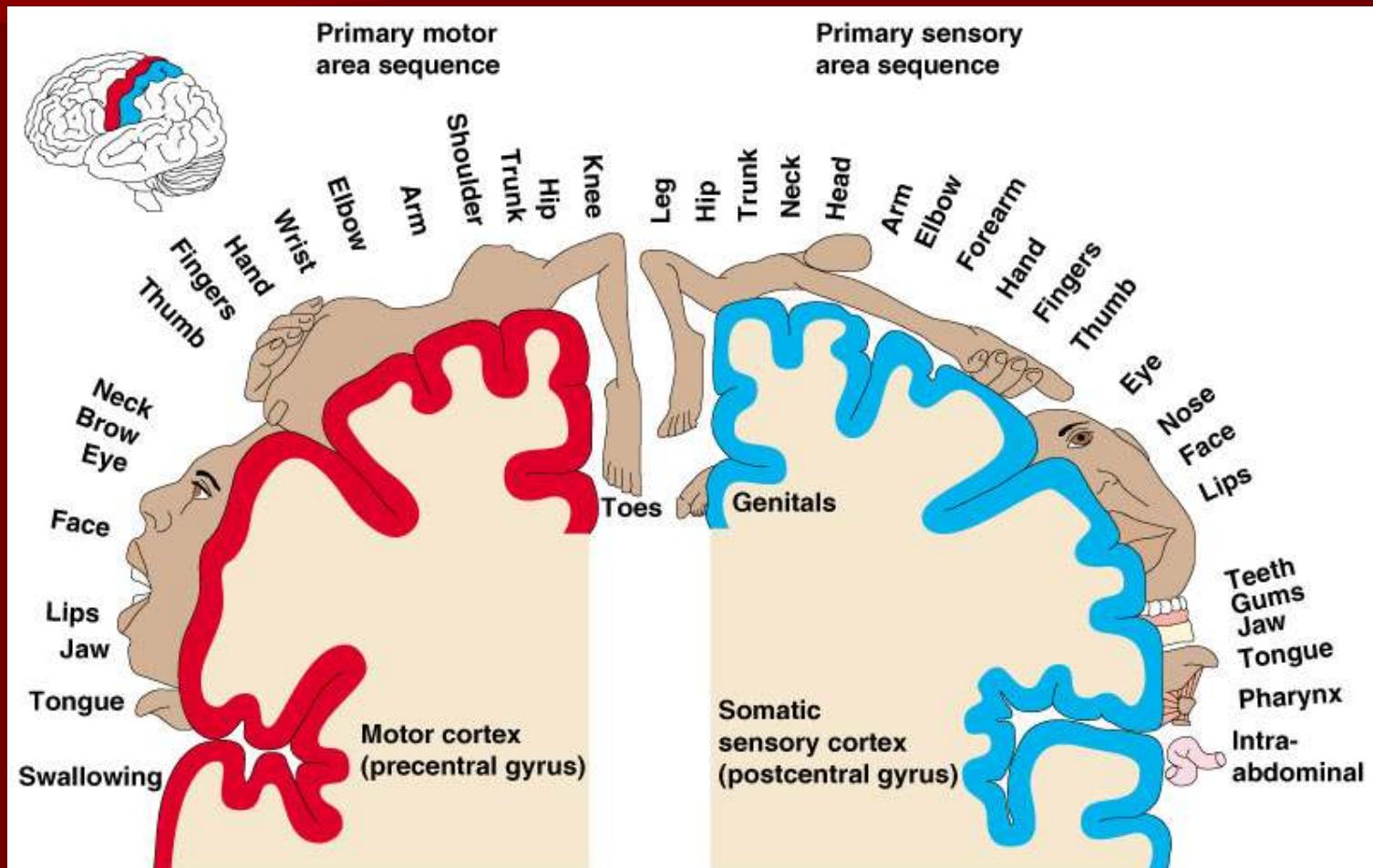
- Somatosenzoričko područje (area) – prima impulse iz osjetnih receptora iz tijela
- Primarno motoričko područje (area) – šalje impulse ka skeletnim mišićima
- Brokino područje – sposobnost govora

Veliki mozak

- Precentralna vijuga
motorički centri
(inicijacija voljnih pokreta)
- Postcentralna vijuga
osjetni centri
- Brokin centar za govor
(materijalizira misli)
- Vidni, slušni centri



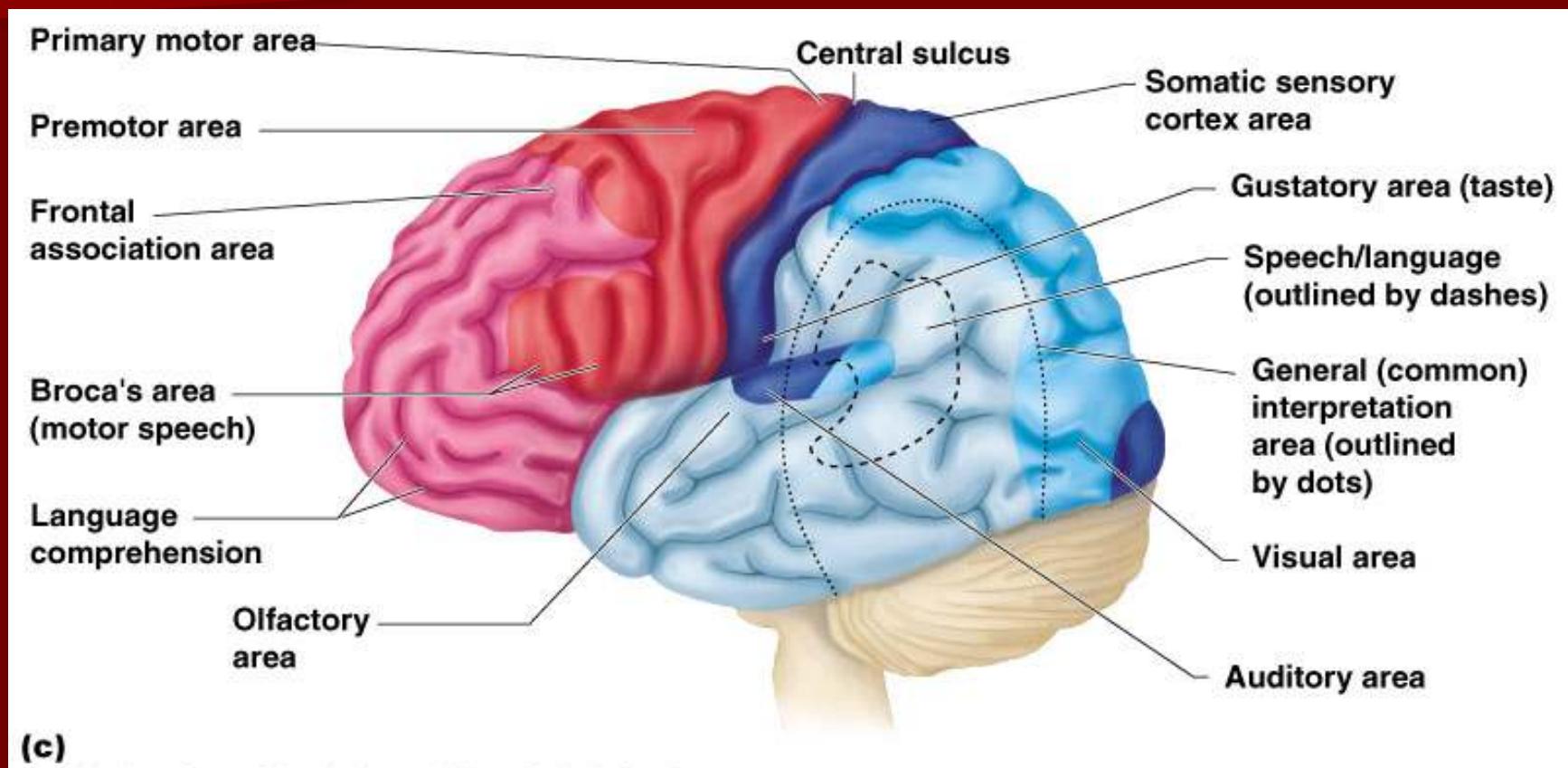
Osjetno i motoričko područje moždane kore



Specijalizirana područja velikog mozga

- Mozgovna područja za osjetila
 - Olfaktorna area (njuh)
 - Vidna area
 - Slušna area
 - Gustatorna area (okus)

Specijalizirana područja velikog mozga

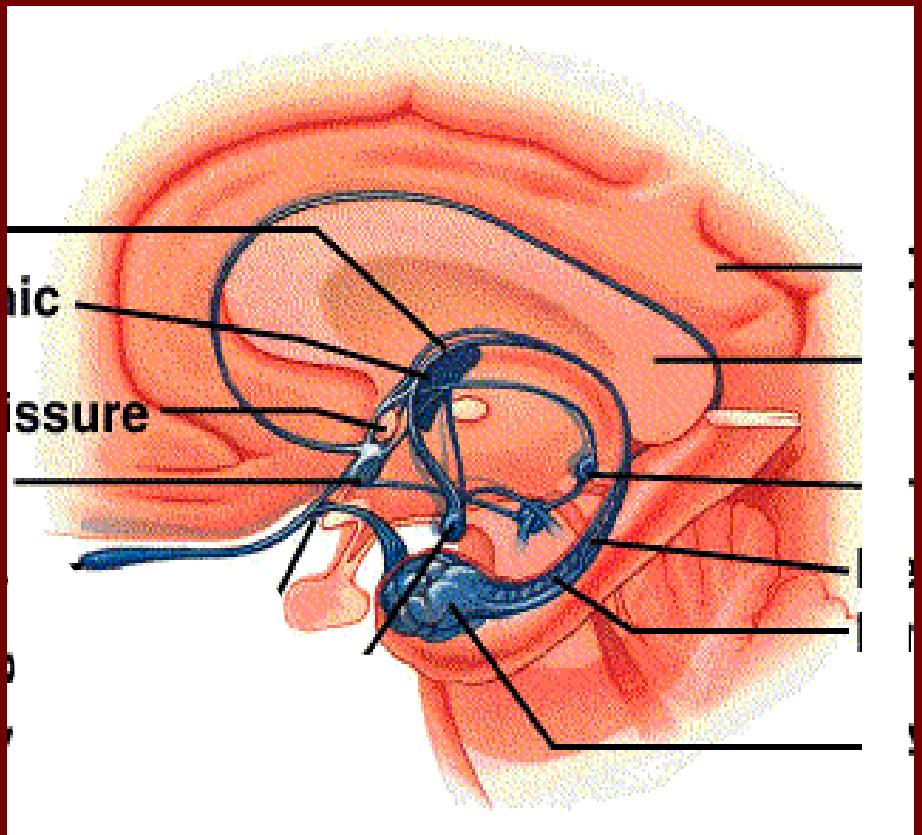


Veliki mozak – sječanja...

Najdublji dio velikog mozga vezan uz mozgovno deblo – **limbički sustav**

Sudjeluje pri promjeni raspoloženja, osnovnim emocijama i povezan je s hipotalamusom u regulaciji unosa hrane/ H_2O .

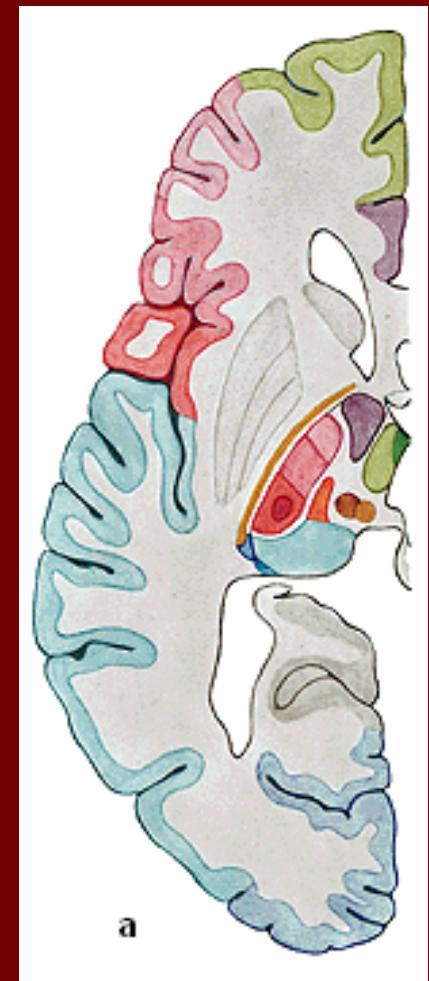
Najviše je pod utjecajem osjeta **mirisa**



Diencefalon

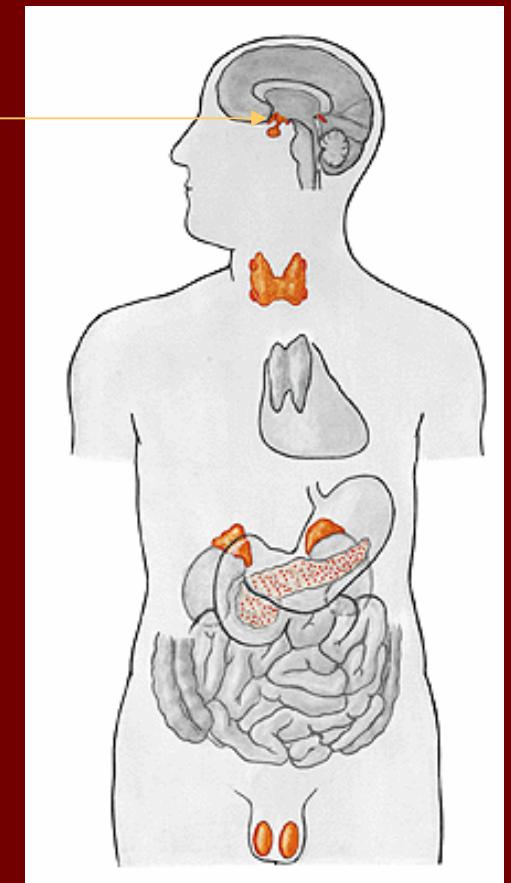
3 bilateralne strukture iznad mozgovnog debla:

- brežuljak (*thalamus*),
 - podbrežje (*hipothalamus*)
 - nadbrežje (*epithalamus*)
-
- Brežuljak (*thalamus*) – velika ovalna masa, glavni relezni centar svih osjetnih vlakana usmjerenih prema kori velikog mozga



Diencefalon

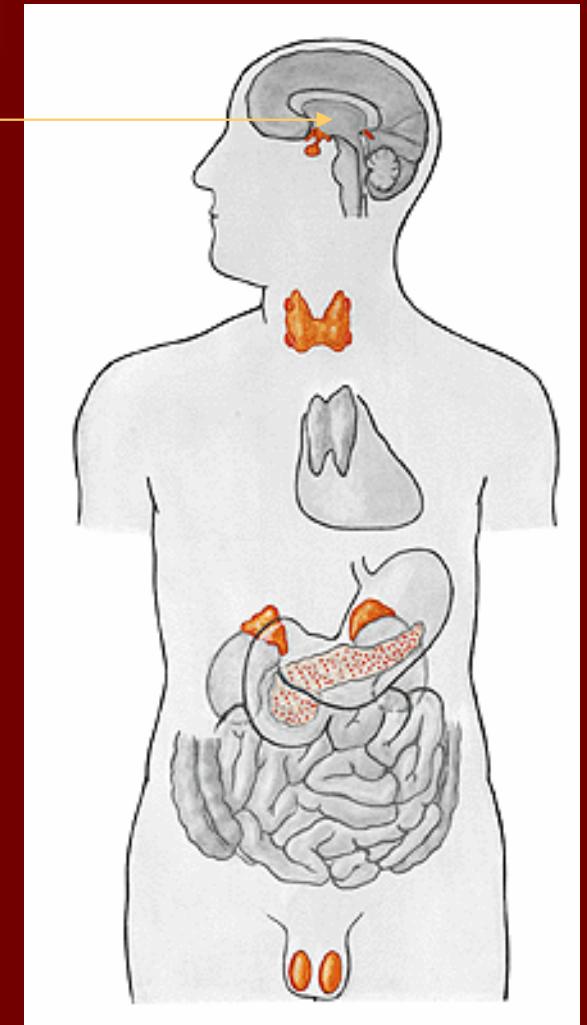
- Podbrežje (*hipotalamus*)
- *Ispod talamusa*
- *Glavni kontrolni centar autonomnog nervnog sustava i endokrinog sustava*



Diencefalon

Podbrežje (*hipotalamus*)

- ***Upravlja vitalnim autonomnim funkcijama, tj. regulacija:***
 - ***krvnog tlaka***
 - ***temperature tijela***
 - ***metabolizma***
 - ***tjelesnih tekućina***
 - ***endokrinih žljezda,***
 - ***Libida***
 - ***emocionalnih reakcija
(ljutnja, strah, bol, užitak)***



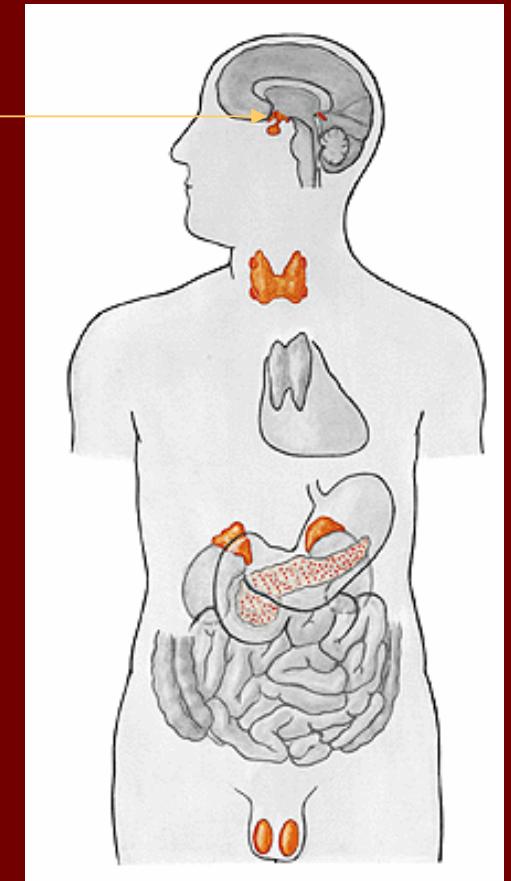
Diencefalon

■ Podbrežje (*hipotalamus*)

Kad detektira promjene u tijelu izlučuje regulacijske faktore koji stimuliraju ili inhibiraju hipofizu

■ Nadbrežje (*epitalamus*)

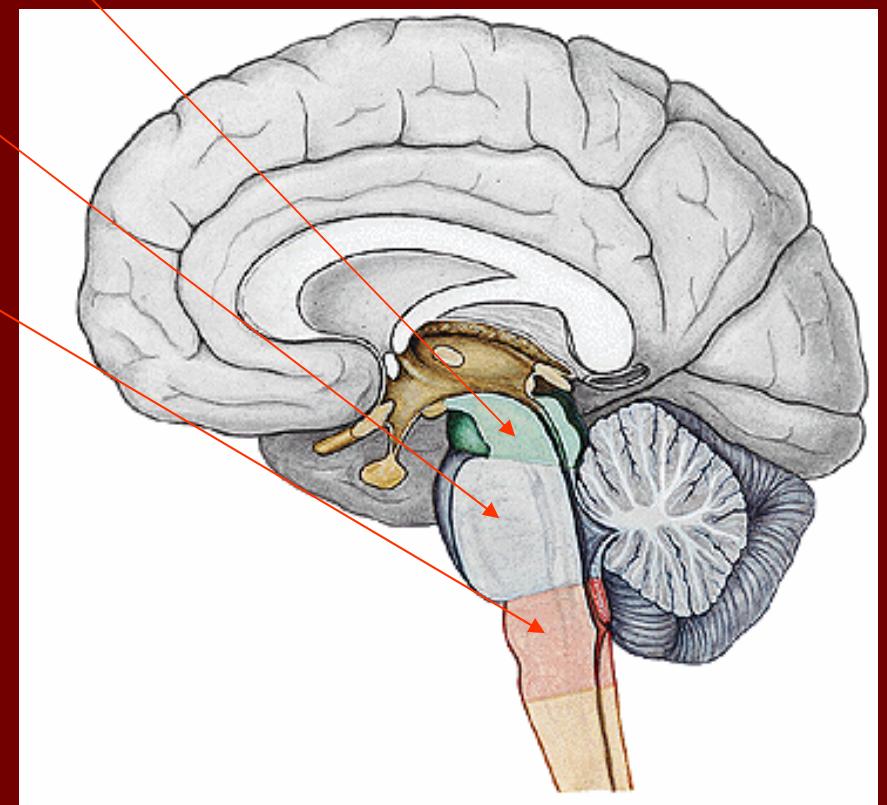
kontrola bioritma, lučenje CSF?



Moždano deblo

➤ Spaja veliki i mali mozak sa leđnom moždinom

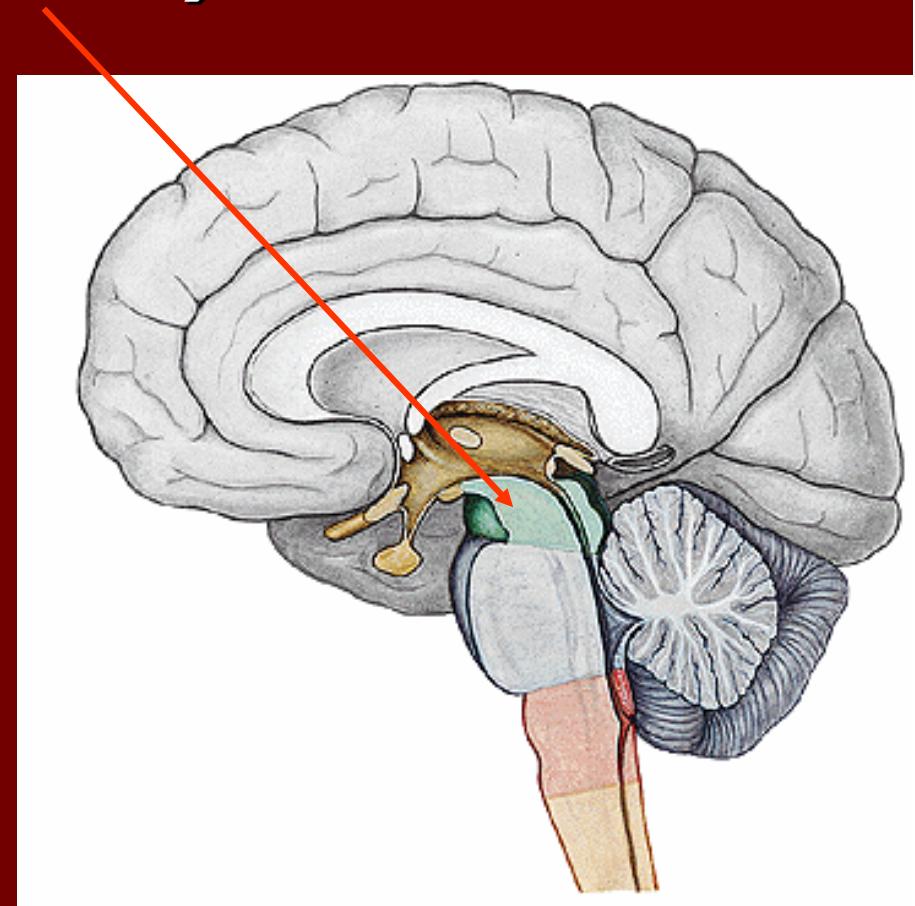
- **Srednji mozak** (*mezencefalon*)
- **Most** (*pons*)
- **Produžena moždina** (*medulla oblongata*)



Moždano deblo

Srednji mozak (*mezencefalon*)

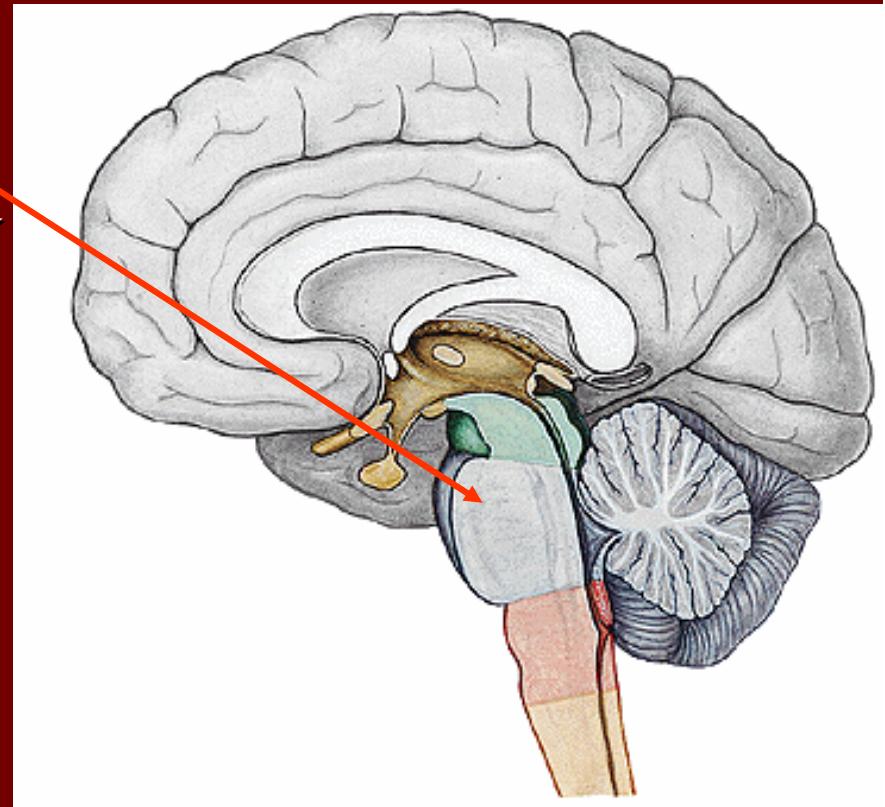
- centar za vidne i slušne refleksе (npr. treptanje, prilagodba uha na jačinu zvuka) – koljenasta tijela



Moždano deblo

Most (*pons*)

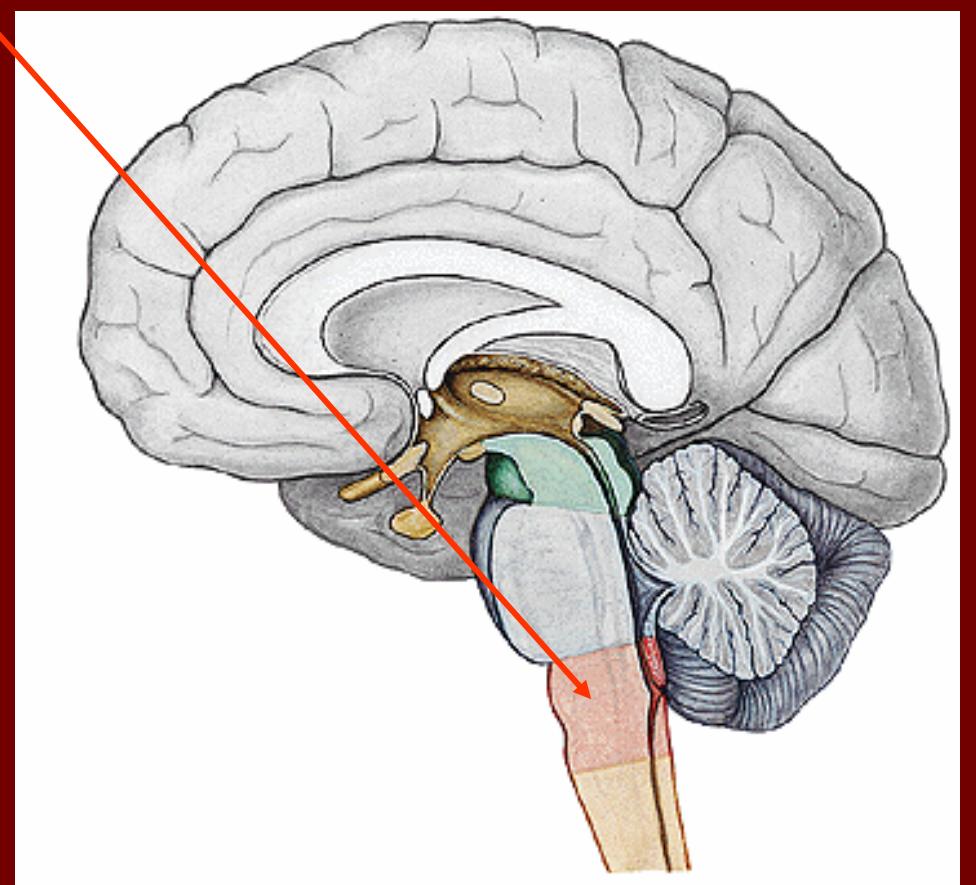
- povezuje veliki i mali mozak s leđnom moždinom
 - centri za regulaciju disanja
 - jezgre moždanih živaca



Moždano deblo

Produžena moždina (*medulla oblongata*)

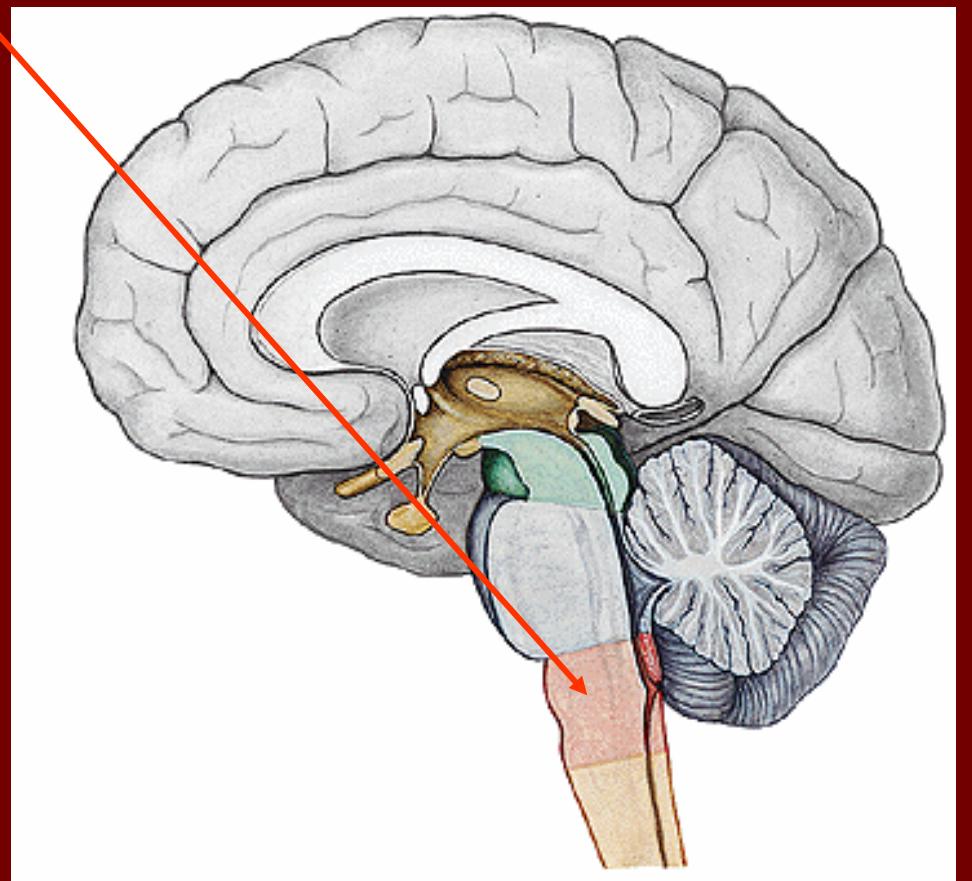
- *centar za disanje*
- *centar za gutanje*
- *centar za probavu*
- *centar za rad srca*



Moždano deblo

Produžena moždina (*medulla oblongata*)

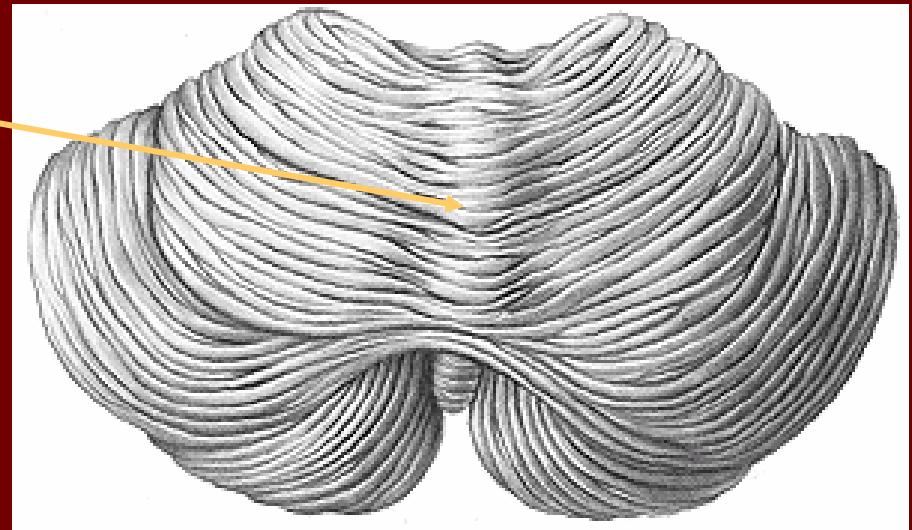
- *Retikularna formacija
mreža jezgara i neurona*
 - svjesnost
 - spavanje
 - filtracija osjetnih
impulsa



Mali mozak

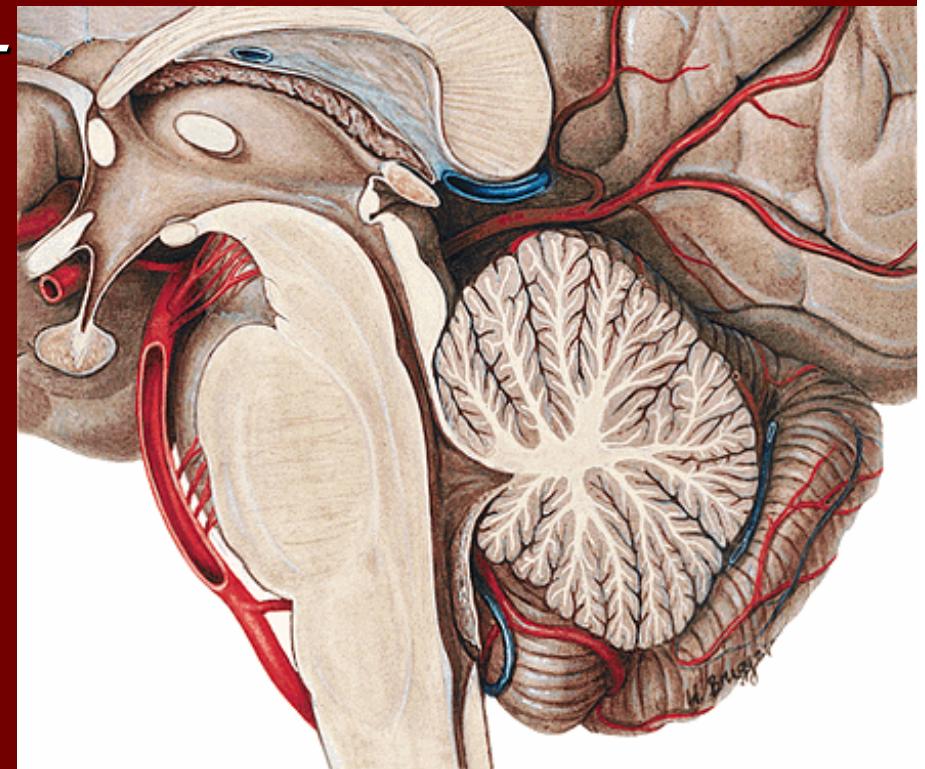
- 2 hemisfere – *stražnja lubanjska jama*
- Vermis

Vodoravne brazde



Mali mozak

- Siva tvar (*tijela stanica*) - kora
- Bijela tvar ('drvo života', mijelinizirani aksoni)
- Usklađuje tonus i rad mišića; koordinacija svjesnih i refleksnih pokreta; propriocepcija; ravnoteža



Razlike M – Ž mozak

Ženski mozak:

- duži sljepoočni režanj
- veće žuljevito tijelo (manja lateralizacija)
- bolje verbalne sposobnosti, čitanje, rukopis
prepoznavanje lica, boja, oblika i veličine predmeta

Muški mozak:

- kraći sljepoočni režanj
- veći neuronski skloovi u leđ. moždini za
vanjske genitalije
- bolje matematičke sposobnosti, čitanje mapa,
vizualizacija 3D objekata, orijentacija L-D

Razlike M – Ž mozak

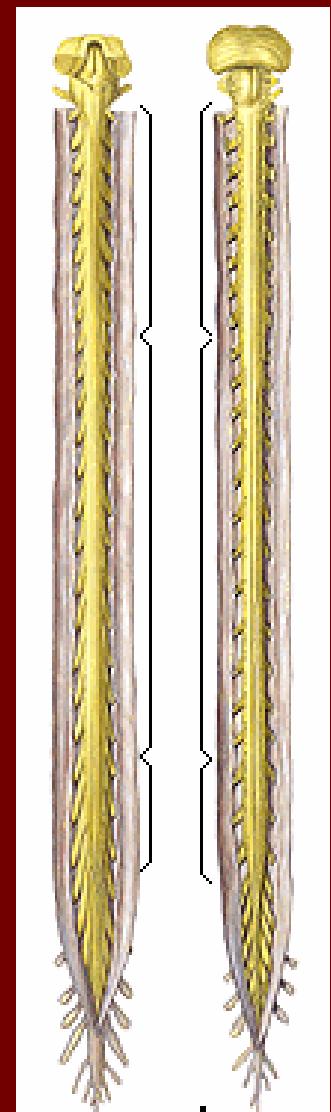
- kod djevočica mozak vrhunac razvoja postiže s jedanaest i pol godina, dok kod dječaka to nastupa s četrnaest i pol godina
- Većina dijelova mozga razvija se brže kod djevojčica, no neki se dijelovi ipak brže razvijaju kod dječaka, primjerice centri za orijentaciju i vizualnu percepciju

Razlike M – Ž mozak

- seksualno dimorfna jezgra (hipotalamus):
M – kastracija nakon rođenja → ženski oblik
Ž – injekcije testosterona nakon r. → muški oblik
(testosteron uzrokuje maskulinizaciju genitalija, ali i mozga)

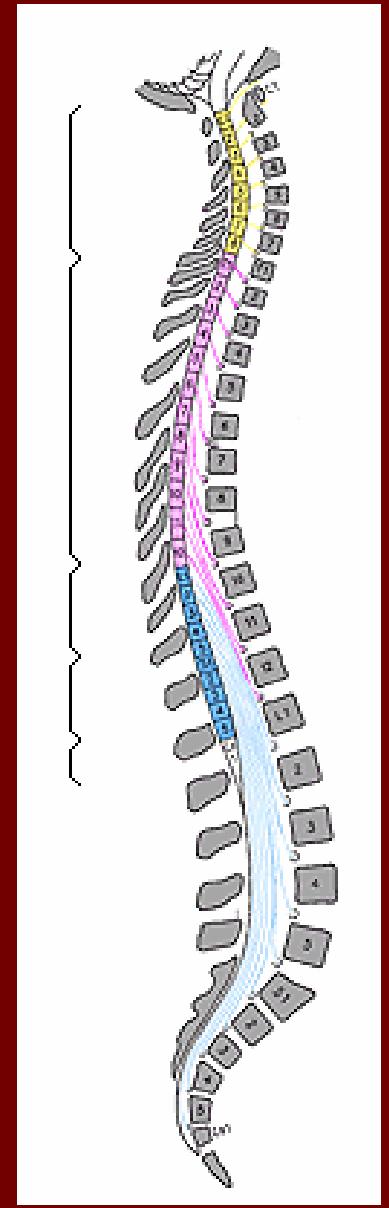
Leđna moždina

- *Nastavak produžene moždine, dužine 40-50 cm (u kralješničkom kanalu, od velikog zatiljnog otvora do drugog slabinskog kralješka)*
- *Vratni, prsni i slabinski dio; kralješnički čunj, završna nit (filum terminale)*
- *Vratni (C_3-T_2) i slabinski (T_9-L_2) dio su zadebljani*



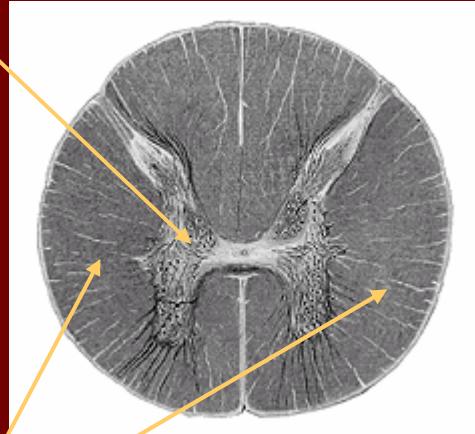
Leđna moždina

- Provodi centripetalne i centrifugalne (osjetne i motoričke) živčane impulse
- Putevi (*traktusi*) – snopovi živčanih vlakana koji povezuju dijelove središnjeg živčanog sustava



Leđna moždina

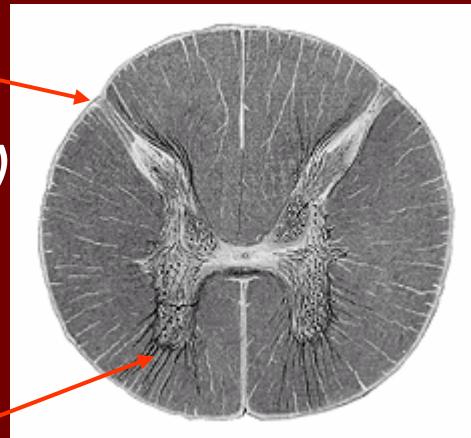
Siva tvar (*tijela stanica*) – u obliku slova **H**



Bijela tvar (*mijelinizirani aksoni*)

Leđna moždina

stražnji rog
(stražnji, osjetni
korijen spinalnog živca)



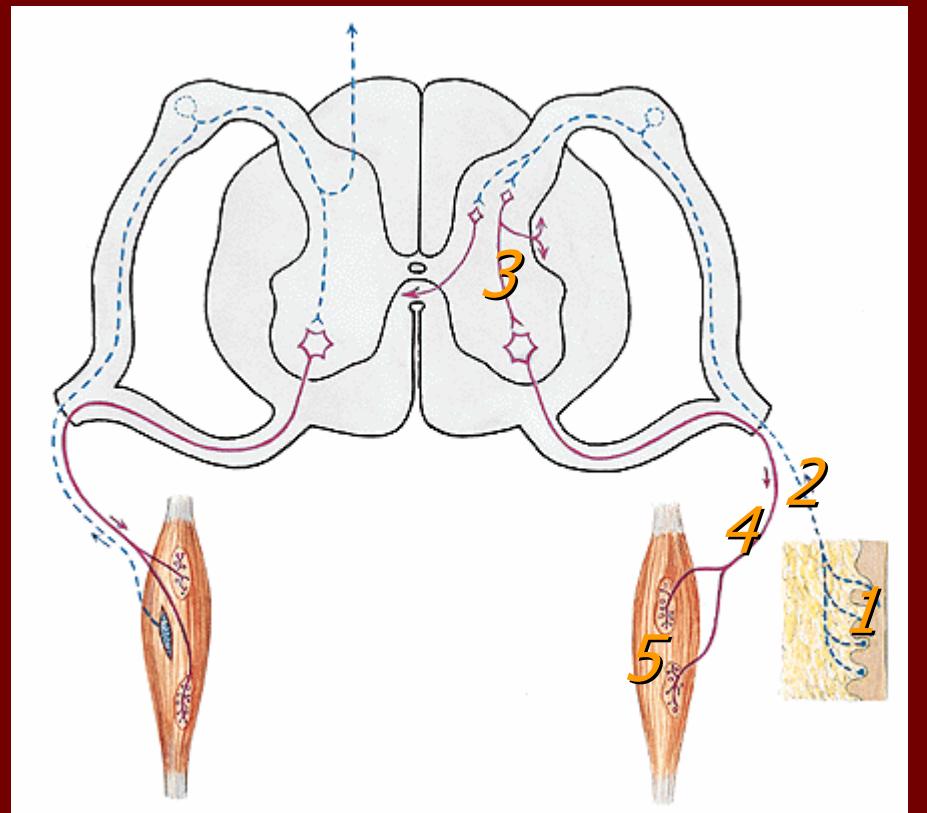
prednji rog (prednji, motorički
korijen spinalnog živca)

Leđna moždina

Refleksni luk → *autonomni (srčani, glatki mišići)*
→ *somatski (skeletni mišići)*

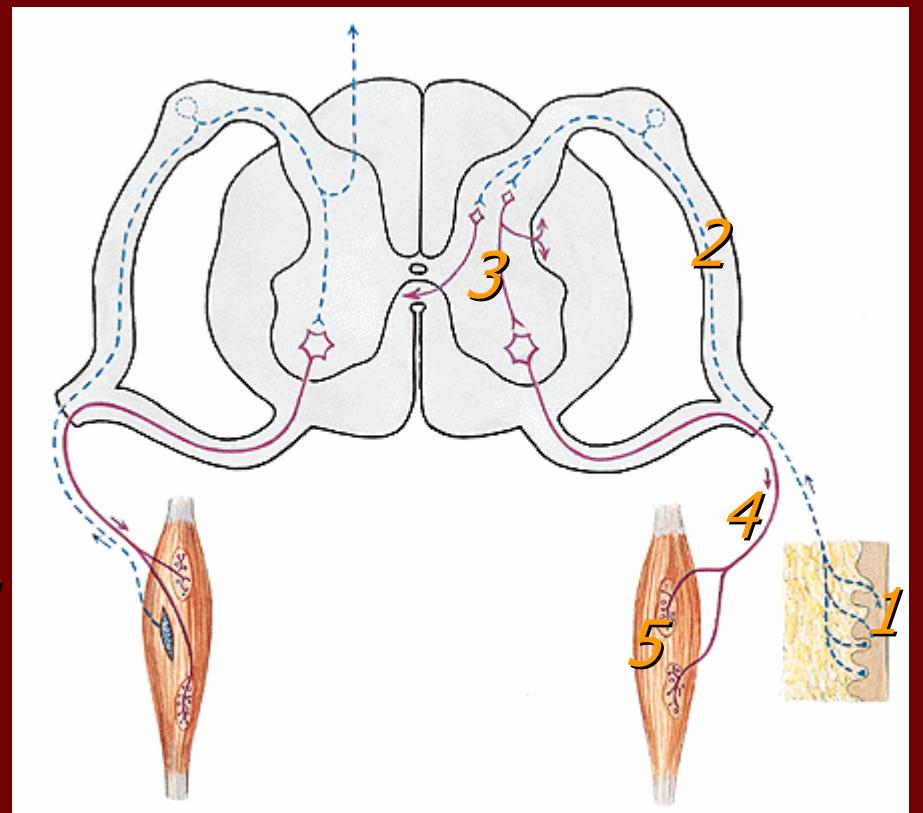
- brzi motorički odgovor
na podražaj

1. Receptor
2. Osjetni (afferentni) neuron
3. Integracijski centar
4. Motorički neuron
5. Efektor (npr. kontrakcija mišića fleksora)



Leđna moždina

- *Spinalni refleks - odgovor nastaje prije integracije i interpretacije u kori velikog mozga*
- refleks istezanja (npr. patelarni refleks)



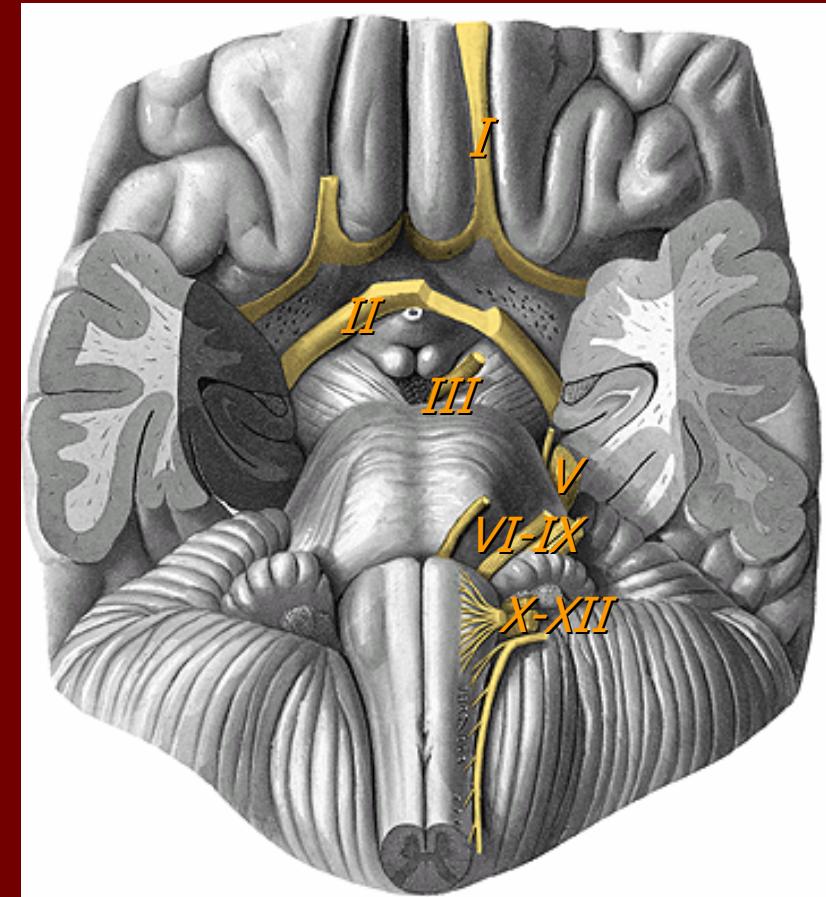
Periferni živčani sustav



Živci – *snopovi živčanih vlakana izvan središnjeg živčanog sustava*

Moždani (kranijalni) živci

- *izlaze iz mozga; osjetila mirisa, okusa, vida, ravnoteže, sluha;*
- *osjeti iz općih receptora, pretežno na glavi;*
- *motorička vlakna;*
- *autonomna vlakna;*

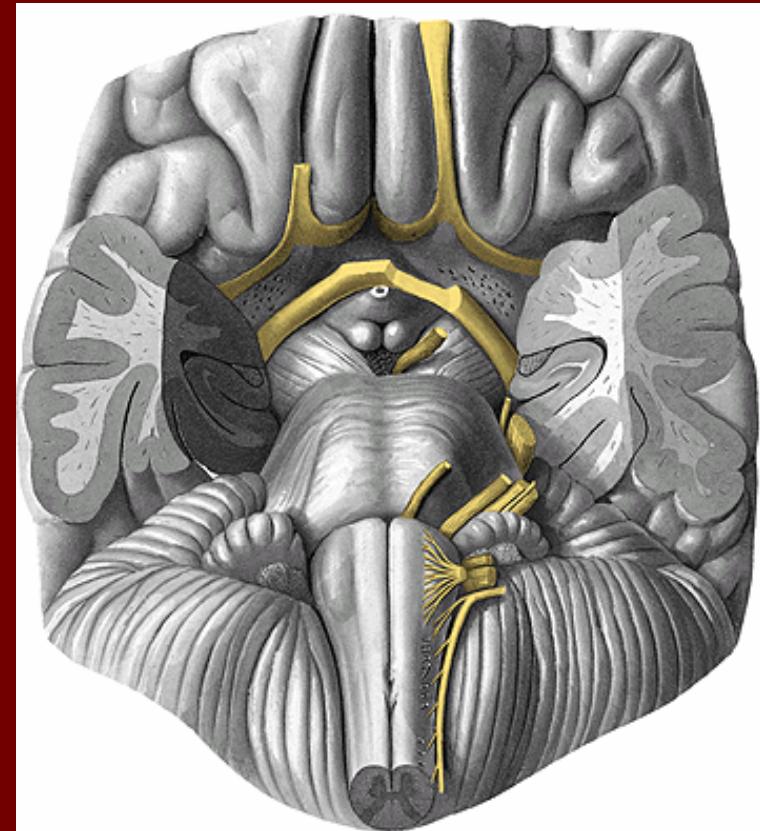


Moždani (kranijalni) živci

12 pari (I-XII)

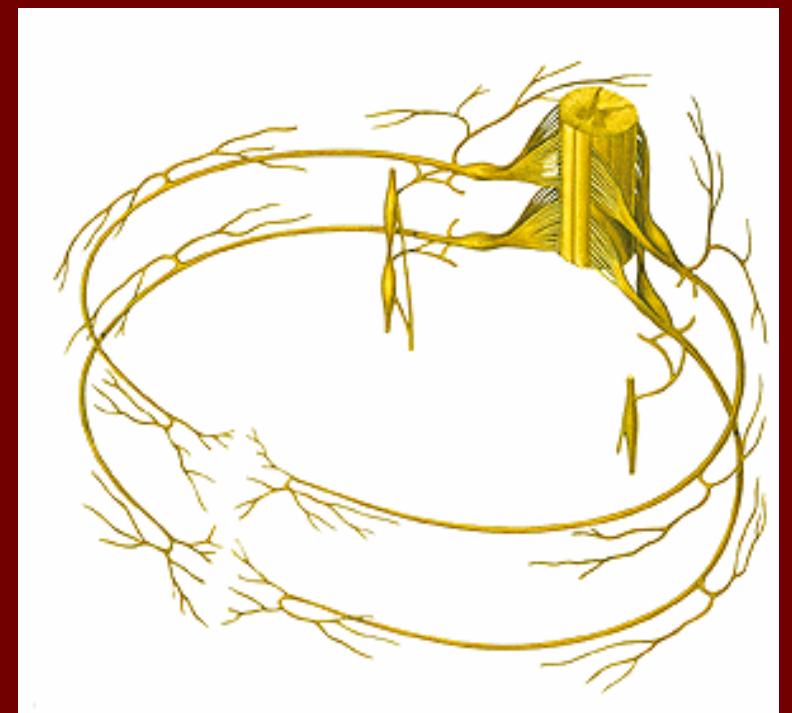
- I Njušni živac
- II Vidni živac
- III Ž. pokretač oka
- IV Koloturni živac
- V Trodijelni živac
- VI Ž. odmicač (oka)
- VII Živac lica
- VIII Slušnoravnotežni ž. (ž. predvorja i pužnice)
- IX Jezičnoždrijelni živac
- X Lutajući živac

- XI Pridodani živac
- XII Podjezični živac



Moždinski (spinalni) živci

- izlaze iz leđne moždine kao prednji (MOTORIČKI) i stražnji (OSJETNI) korijen, koji se spajaju i tvore moždinski živac
- **31 par :**
 - 8 vratnih ($C_1 - C_8$)**
 - 12 prsnih ($T_1 - T_{12}$)**
 - 5 slabinskih ($L_1 - L_5$)**
 - 5 križnih ($S_1 - S_5$)**
 - 1 trtični**



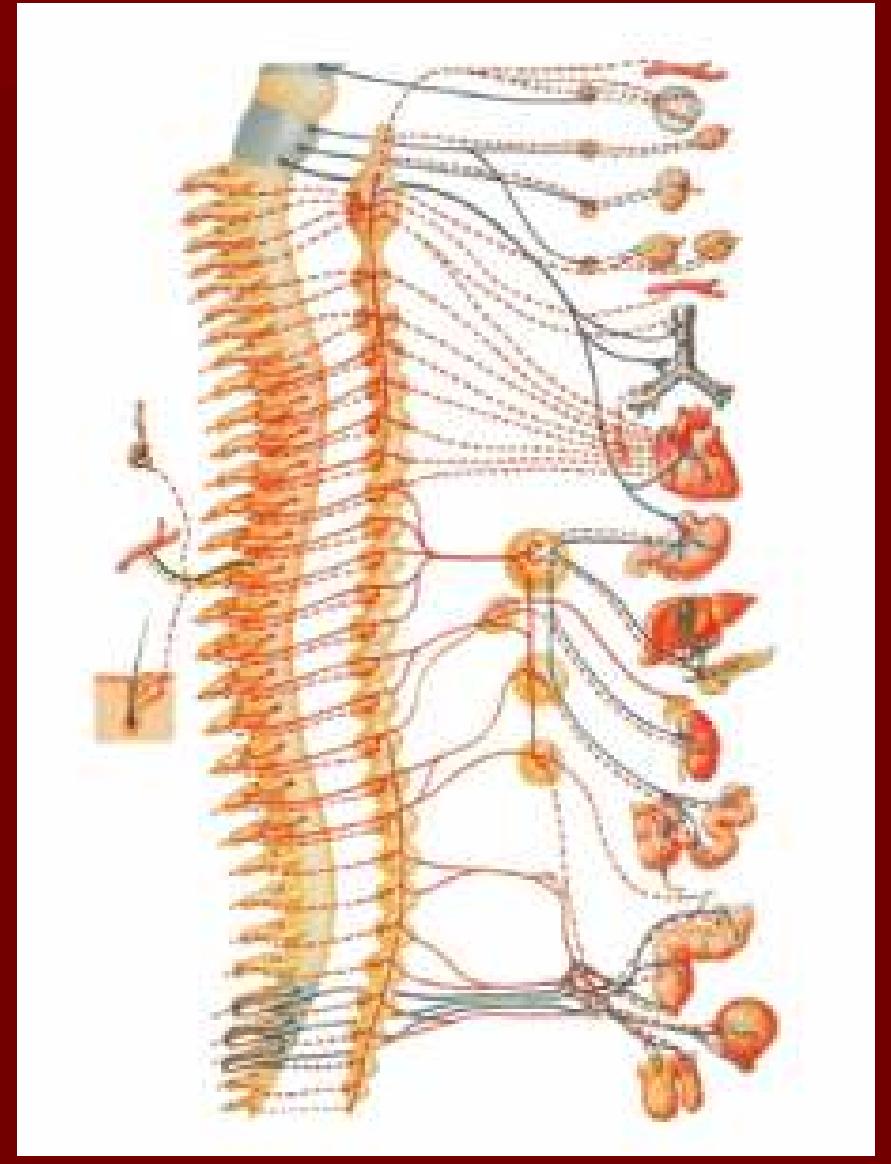
Moždinski (spinalni) živci

Tvore živčane spletove (pleksuse):

- ***vratni (cervikalni) $C_1 - C_5$***
- ***ručni (brahijalni) $C_6 - T_1$***
 - ***pazušni, palčani, lakatni, mišićnokožni, središnji ž.***
- ***slabinskokrižni (lumbosakralni) $L_1 - S_3$***
 - ***bedreni, sjedalni ž. (n. ischiadicus)***
- ***stidni ($S_1 - S_4$), trtični ($S_5 - Co_1$) splet***

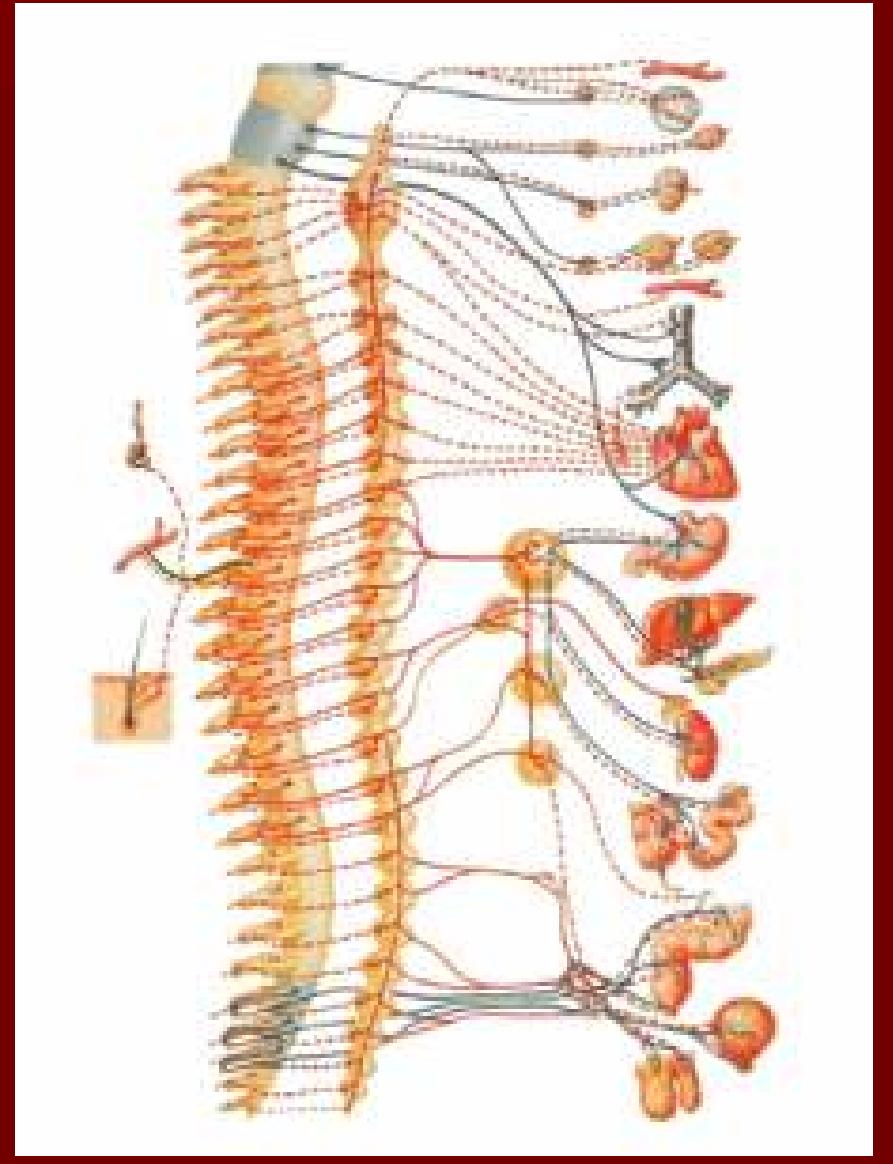
Autonomni živčani sustav

- *Upravlja funkcijama glatkih mišića, srca i žljezda i održava homeostazu*
- *bez utjecaja naše volje (npr. probava i kretanje hrane kroz probavnu cijev dok spavamo, disanje, rad srca, regulacija krvnog tlaka, temperature tijela...)*

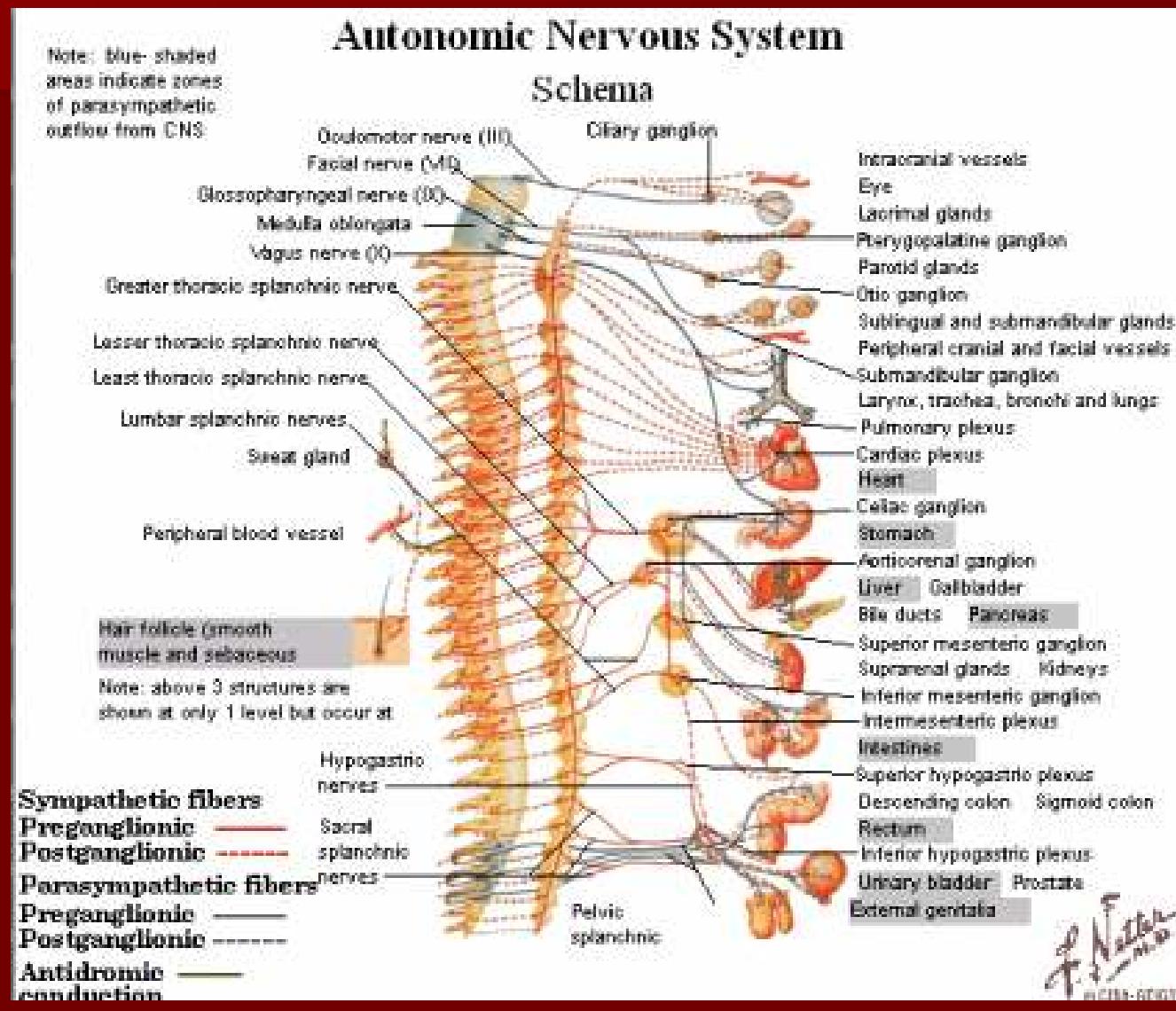


Autonomni živčani sustav

- *Dijeli se na dva dijela: simpatikus i parasimpatikus, koji imaju oprečno djelovanje na izvršne organe*
- *Dva motorička neurona – preganglijski i postganglijski, koji se spajaju u autonomnom gangliju;*

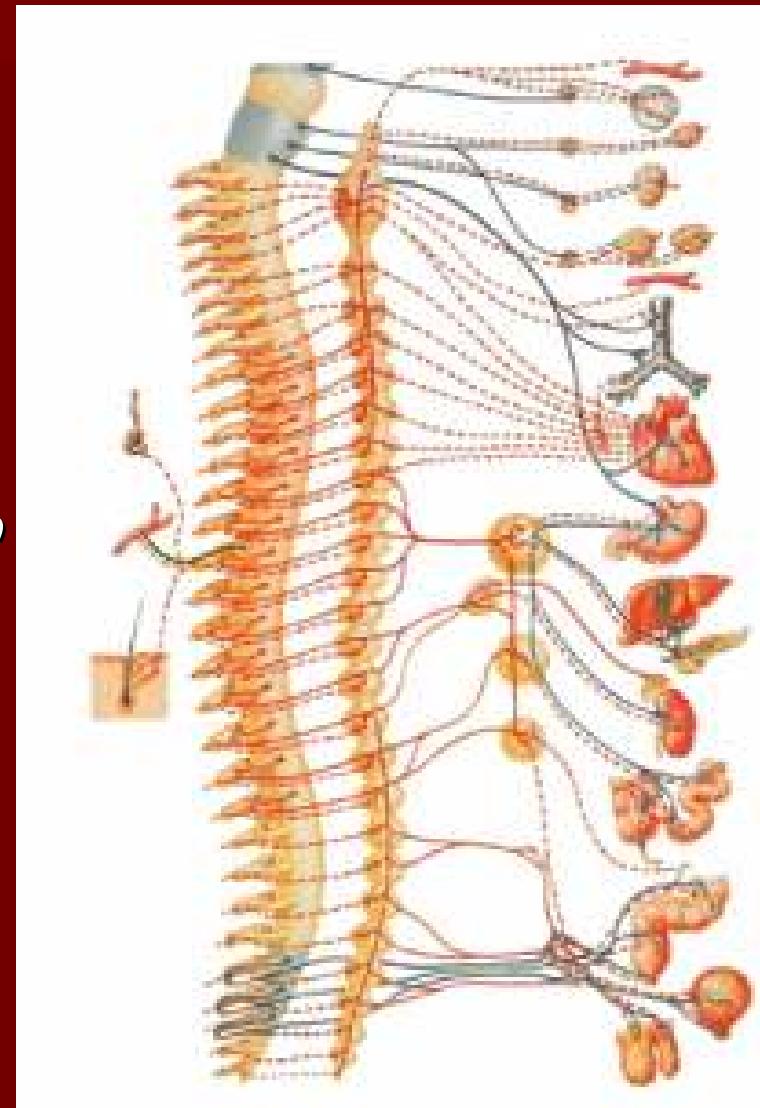


Autonomni živčani sustav



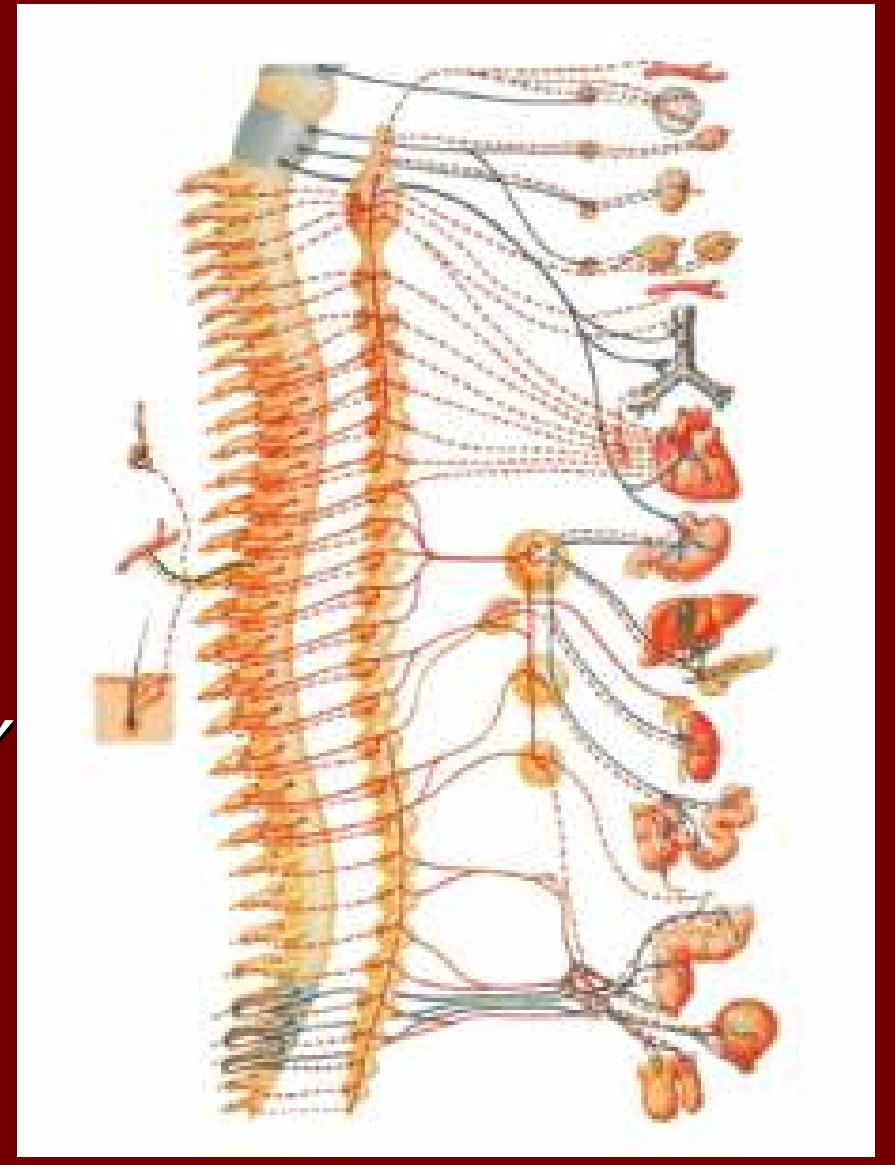
Simpatetički živčani sustav

- *Mobilizacija energije (priprema tijelo za tjelesnu aktivnost) – ubrzava metabolizam, rad srca, disanje, znojenje, temperaturu tijela, širi zjenice, podiže krvni tlak, ...)*
- **"Fight or flight" ("Bori se ili bježi")**
- *preganglijski i postganglijski neuroni spajaju se u lancu paravertebralnih ganglija;*
- *Srž nadbubrežne žlijezde (adrenalin, noradrenalin)*



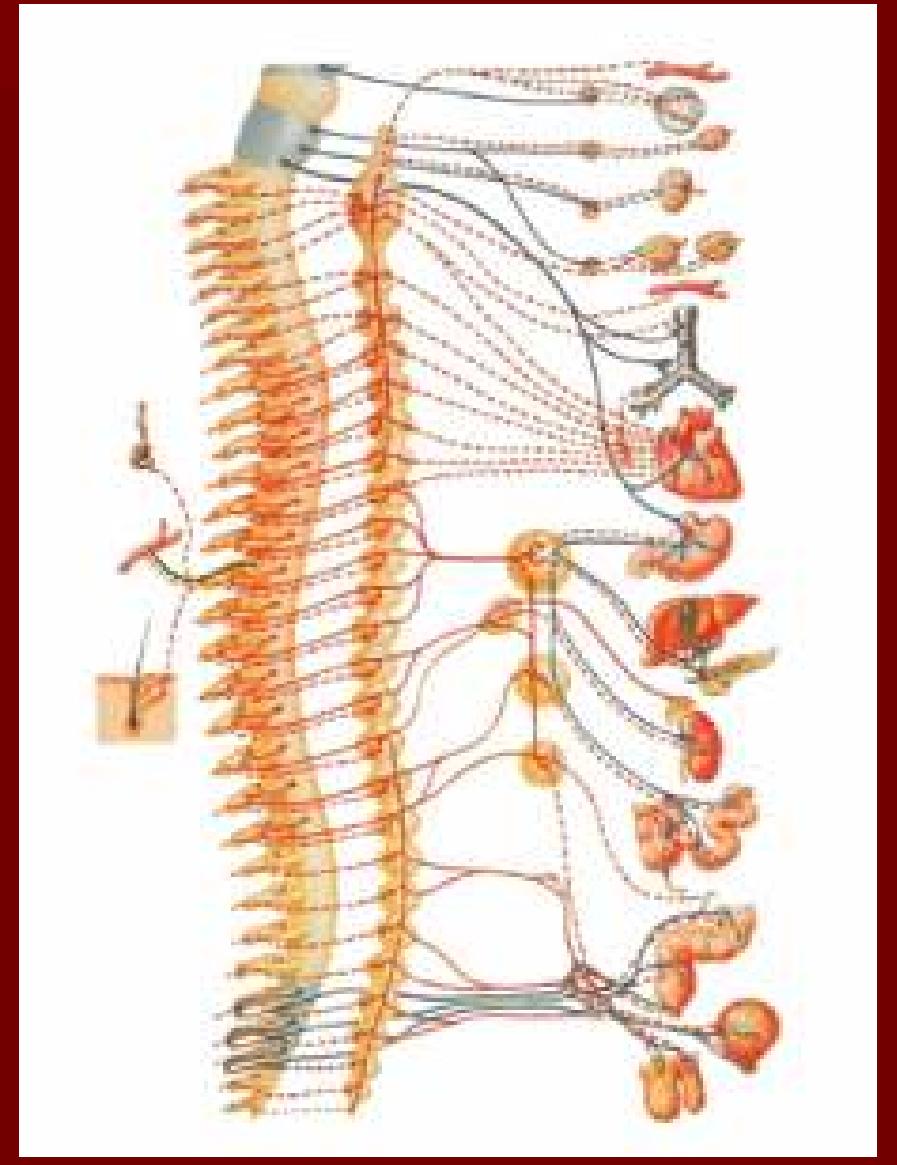
Parasimpatički živčani sustav

- *Suprotno djelovanje od simpatikusa (usporavanje rada srca, disanja, temperature tijela, sužava zjenice, snižava krvni tlak, ubrzava rad probavnog sustava...)*
- **"Resting and digesting"** ("Mirovanje i probava")



Parasimpatički živčani sustav

- *Dva dijela: moždani (kranijalni) i križni (sakralni) dio*
- *preganglijski i postganglijski neuroni spajaju se u blizini izvršnih organa (terminalni ganglij);*



Osjetila

- Visokospecijalizirane strukture koje primaju informacije iz okoline ili tijela
- Sadrže posebne osjetne receptore (od vrlo složenih kao kod vida i sluha, do jednostavnih kao kod okusa i mirisa)
- **Kemoreceptori** – miris, okus – kemijski osjeti
 - **Miris** – nosna sluznica proizvodi tekućinu koja otapa kemijske spojeve iz zraka i stimulira receptore u epitelu
 - **Okus** – u slini otopljeni kemijski spojevi

Osjetila

- *Miris i okus djeluju sukladno, često i na iste stimuluse*
- Fotoreceptori – štapići (*periferni vid*), čunjići (*boja*)
→ *vidni živac* → *vidni put* → *zatiljni režanj*
- Mehanoreceptori – *dodir, tlak, istezanje, pokret, položaj* – mijenjaju oblik kad su *stimulirani*
 - Proprioceptori – *položaj zgloba, brzina pokreta*
 - *Kinestetski*
 - *Mišićna vretena*
 - *Golgijevi tetivni organi*

Osjetila

Opći osjeti:

- *Bol – slobodni završetci živaca*
- *Dodir – Meissnerova tjelešca (Braille - > 100/min)*
- *Tlak – Pacinijeva tjelešca*
- *toplina/hladnoća – termoceptori – goli ravni završeci živčanih vlakana*

Osjetila

1. *Eksteroreceptori*
 2. *Visceroreceptori*
 3. *Proprioreceptori*
-
1. *štapići, čunjići; Cortijev organ; olfaktorni (njuh); okusni, kožni (dodir, tlak, temperatura, bol)*
 2. *bol, glad, žed, umor, mučnina, baroreceptori, kemoreceptori (O_2 , CO_2 , H^+)*

Osjetila



Oko

- *Orbita*
- *Obrve, trepavice, vjeđe*
- *Vjeđe – duplikature kože, m. orbicularis oculi, tarzalna ploča*
- *Spojnica (konjunktiva)* → *palpebralna*
- *Očni kutovi (komisure)* → *bulbarna*
- *Karunkul (medijalni kut) – lojne i znojne žljezde*
- *Suzni aparat – suzna žljezda, s. kanalići, suzna vrećica, nazolakrimalni kanal* → *donji nosni hodnik*

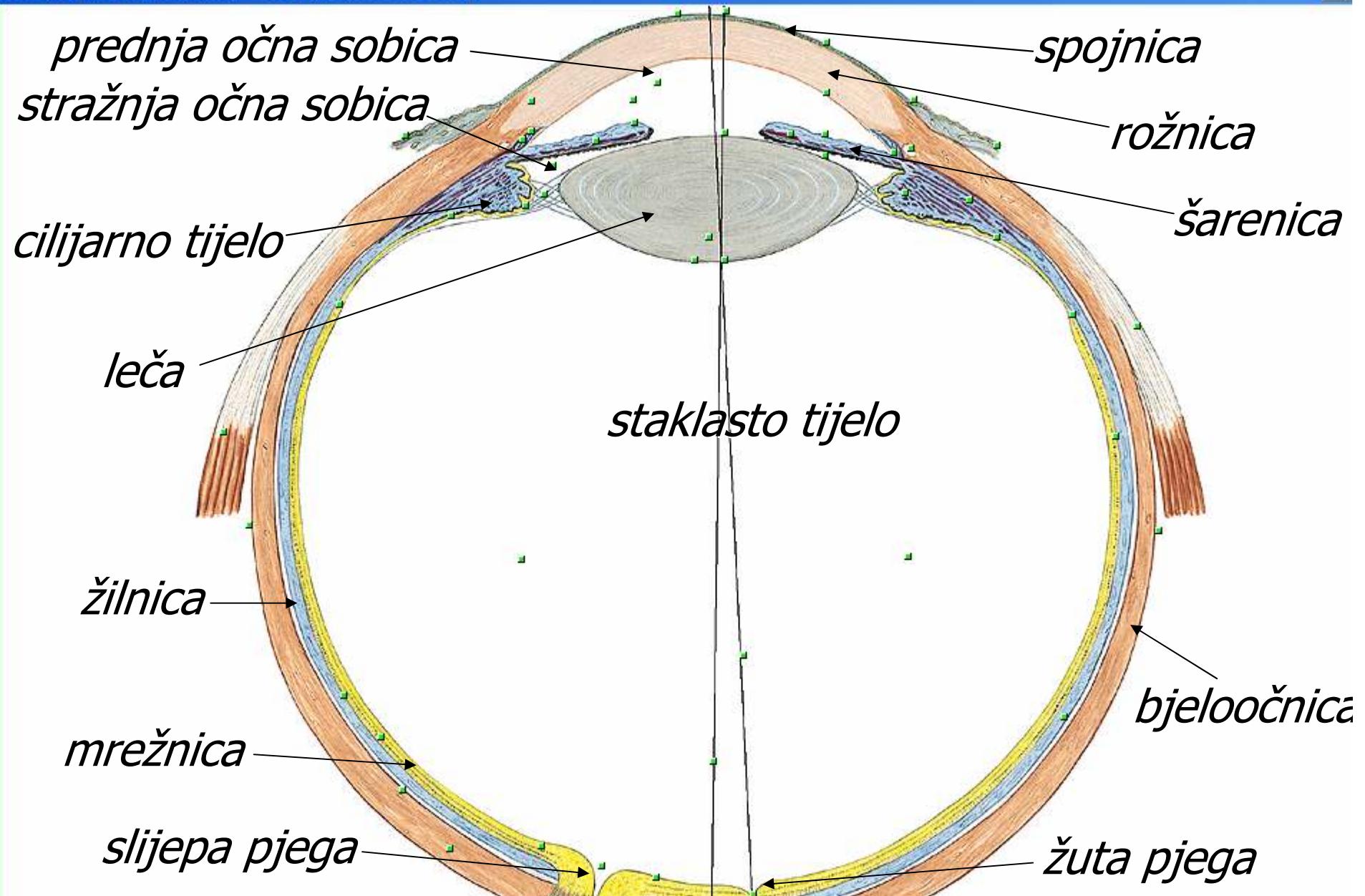


Abb. 611 Augapfel, Bulbus oculi; schematisierter Horizontalschnitt in Höhe des Abgangs des Sehnervs.
* Klinisch: BOWMANSche Membran; ** Klinisch: DESCemettsche Membran; *** Klinisch: SCHLEMMscher Kanal

Oko

- *Očni mišići: 4 ravna (gornji, donji, medijalni i lateralni) i 2 kosa (gornji i donji)*
- *Ovojnica oka:*
 1. Bjeloočnica (*sclera*) + rožnica (*cornea*)
 2. Žilnica - *cilijsko tijelo, zonularna vlakna*
 - *šarenica (daje boju), zjenica (m. sfinkter i dilatator)*
 - *leča – prozirna, vezivna čahura*

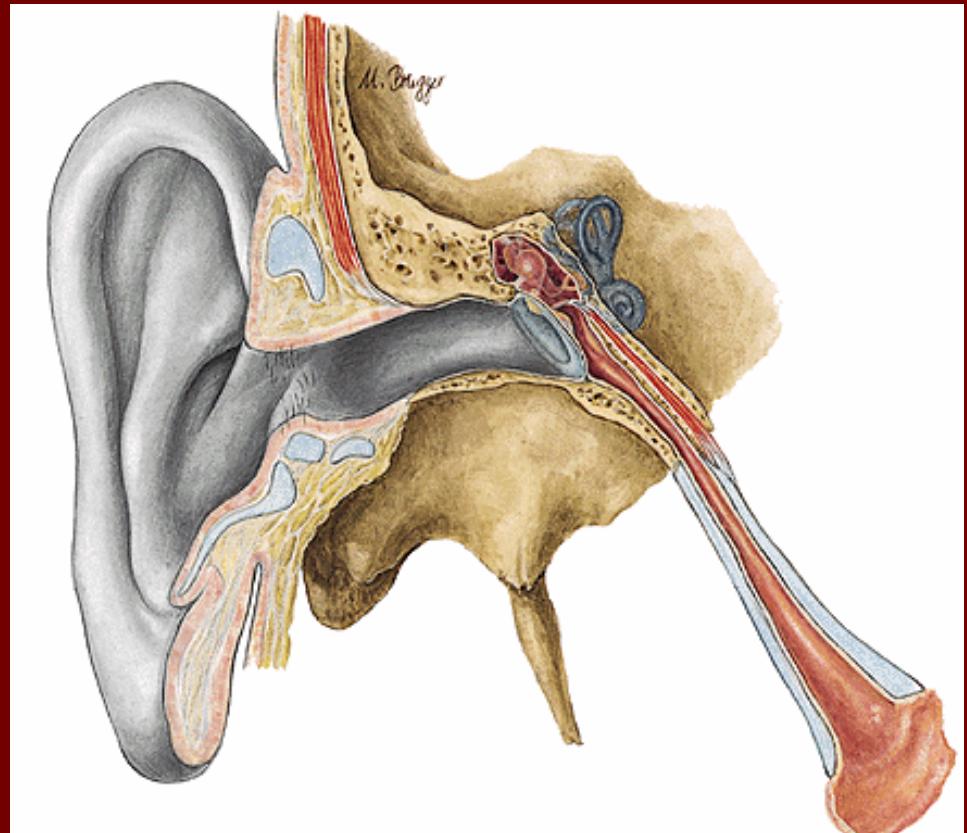
Oko

- *Prednja očna sobica*
- *stražnja očna sobica*
- *Očna vodica*
- 3. *Mrežnica* - pigmentni sloj; štapići (CB) i čunjíci
 - žuta pjega, slijepa pjega
- *Staklasto tijelo – hladetinasta, prozirna tvar*

Uho

Vanjsko uho

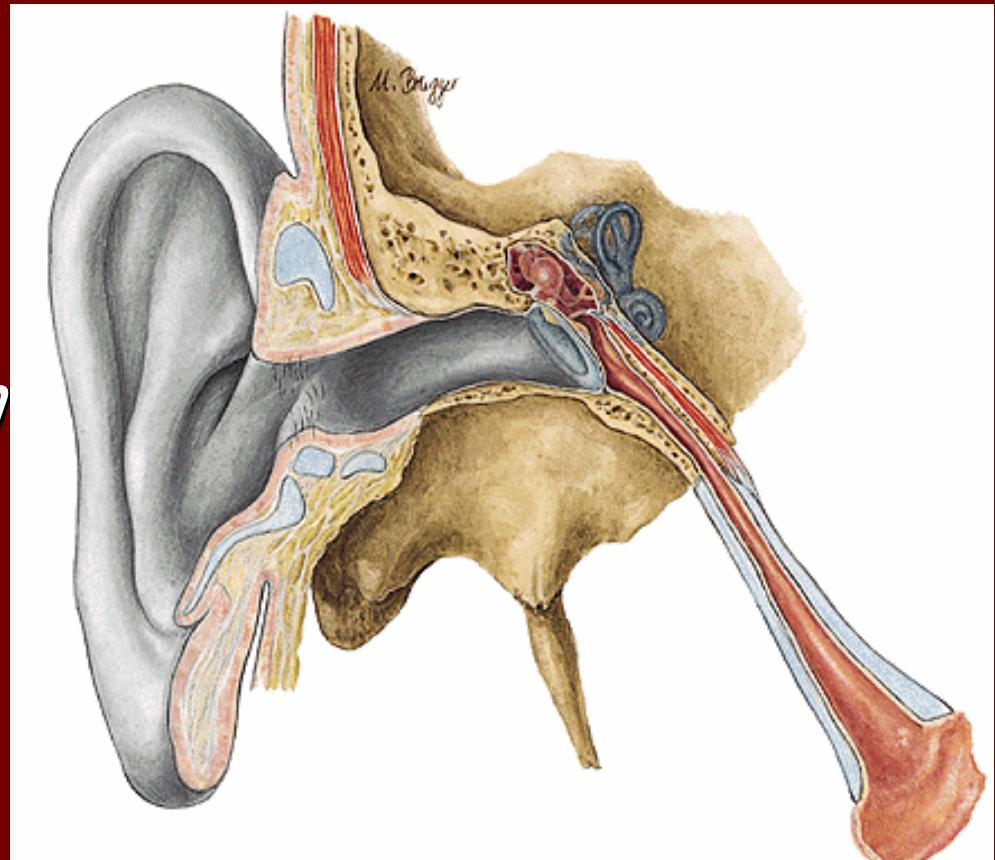
- *uška (auricula)*
- *vanjski zvukovod;*
žljezde lojnice
(cerumen)
- *bubnjić – tanka opna,*
dijeli vanjsko i srednje
uho



Uho

Srednje uho

- *bubnjište – u sljepoočnoj kosti,*
- *slušne košćice (čekić, nakovanj i stremen) - najmanje u tijelu*
- *povezano sa mastoidnim zračnim čelijama i sa ždrijelom (eustahijevom tubom) za izjednačavanje tlaka zraka*



Uho

Unutrašnje uho_(lабиринт)

1. *Koštani labirint:* - predvorje

- 3 polukružna kanalića
- pužnica

2. *Membranozni labirint* (unutar koštanoj l.)

- između 1. i 2. je perilimfa, a unutar 2. je endolimfa

Slušnoravnotežni živac

Pužnica

*Polukružni
kanalići*

