

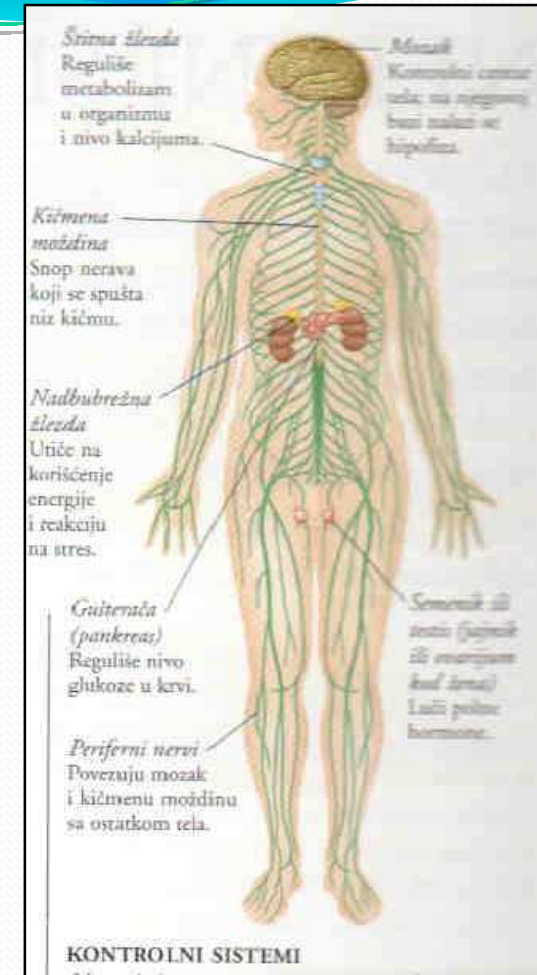
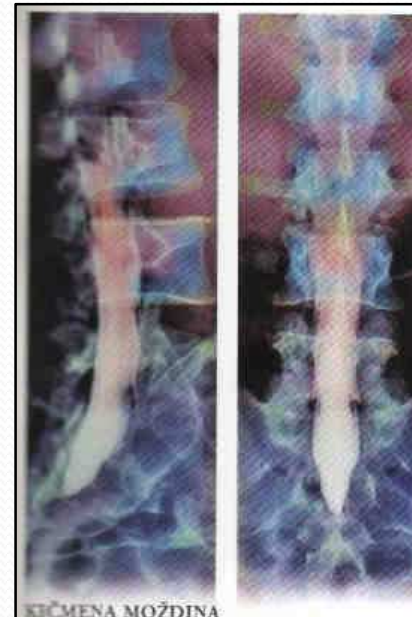
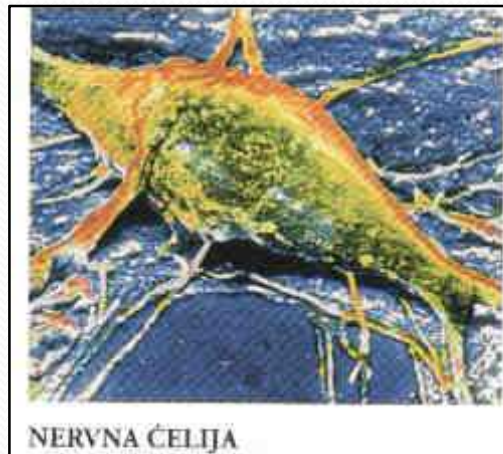
NERVNI SISTEM ČOVEKA

**Doc. dr Snežana Marković
Institut za biologiju i ekologiju
Prirodno-matematički fakultet
Univerzitet u Kragujevcu**

NERVNI SISTEM

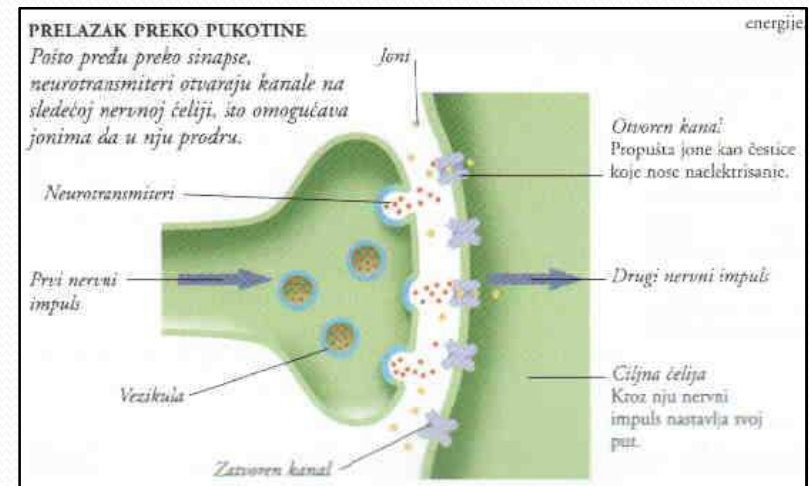
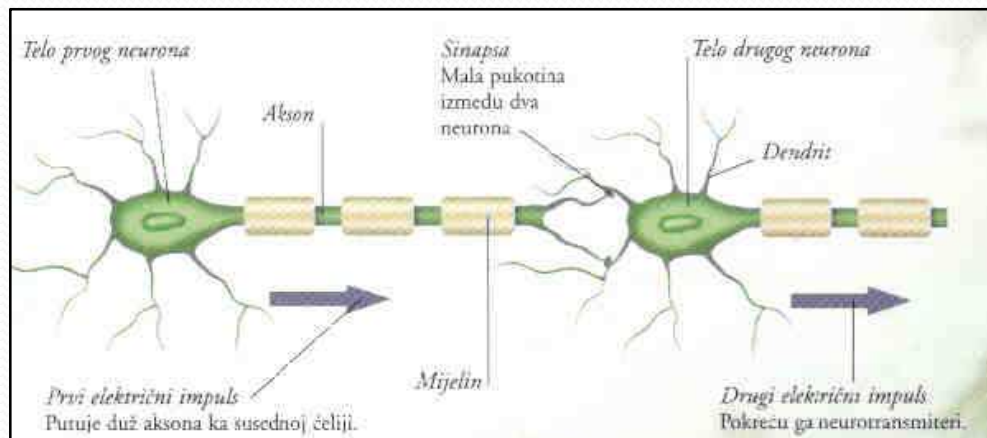
KONTROLA TELA

- Nervni sistem kontroliše ukupni metabolizam, rast, razvoj i mentalne aktivnosti našeg organizma
- Voljna i automatska kontrola tela – unutrašnja komunikacija
- Integrativni sistemi organizma – nervni i endokrini
- Nervni sistem omogućava komunikaciju između mozga (kontrolnog centra tela) i ostalih delova organizma putem nervnih veza
- Centralni nervni sistem: mozak i kičmena moždina
- Periferni nervni sistem: nervi koji potiču iz CNS i inervišu sve delove organizma
- U sastav mozga ulaze oko 100 milijardi nervnih ćelija
- Mozak je središte, kontrolni centar svih telesnih funkcija i aktivnosti
- Ljudski UM



• NERVNE ČELIJE

- Nervno tkivo čini morfološku i funkcionalnu osnovu perifernog i centralnog nervnog sistema; prijem, prenos i obrada informacija i njihovo pretvaranje u određenu reakciju
- Receptori i primanje nadražaja, obrada, inervacija efektornih ćelija
- Nervne i potporne ćelije
- Neuron – perikarion, akson, dendriti
- Nadražljivost i konduktivnost (spровodljivost) neurona
- Mijelinizirana i nemijelinizirana nervna vlakna
- Sprovođenje nervnih impulsa – električni signali putuju duž aksona brzinom i do 400 km/h
- Sinapse – električna, hemijska; oko 2×10^{14} sinapsi u ljudskom telu
- Hemijski neurotransmiteri – prenos informacije u hemijskim sinapsama



NIH IMPULSA

u električnih signala, spustajući se na 100 km/h. Pomoću impulsa dostiže obližnju mijelinu, a upravo bogatom preli s jednog neurona na drugi, impulsi su izlaze iz ćelije. Nervi impulsi su izlaze iz ćelije. Nervi impulsi su izlaze iz ćelije. Nervi impulsi su izlaze iz ćelije.



Stavak 17. stavak koji je

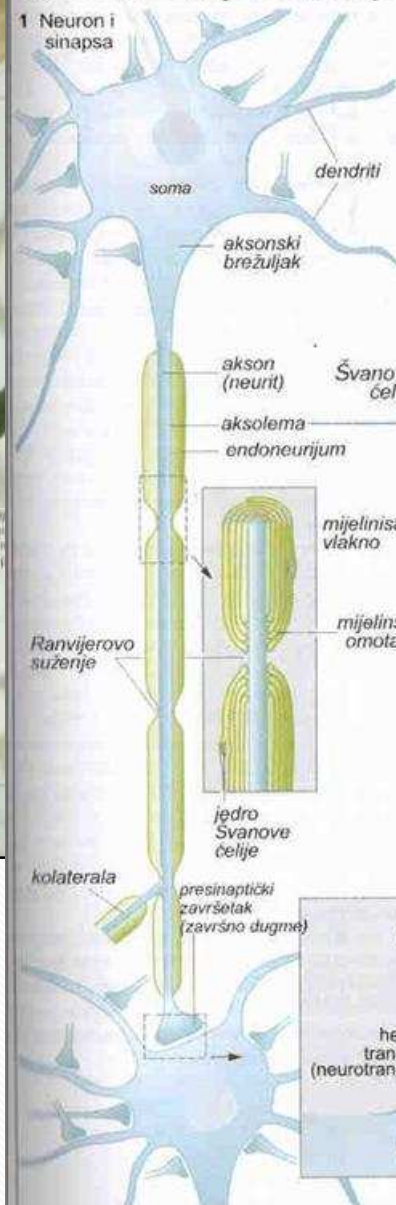
Stavak 17. stavak koji je

Stavak 17. stavak koji je

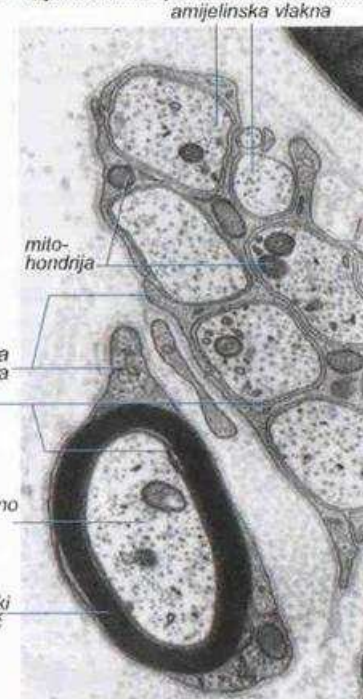
Stavak 17. stavak koji je

A. Građa i funkcija nervne ćelije

1 Neuron i sinapsa

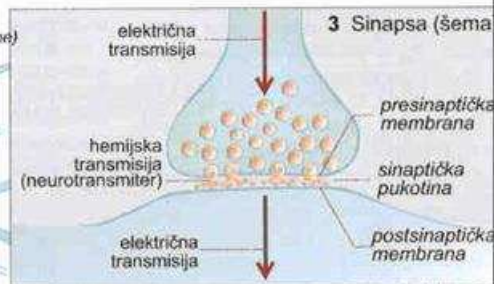


2 Mijelinska i amijelinska nervna vlakna

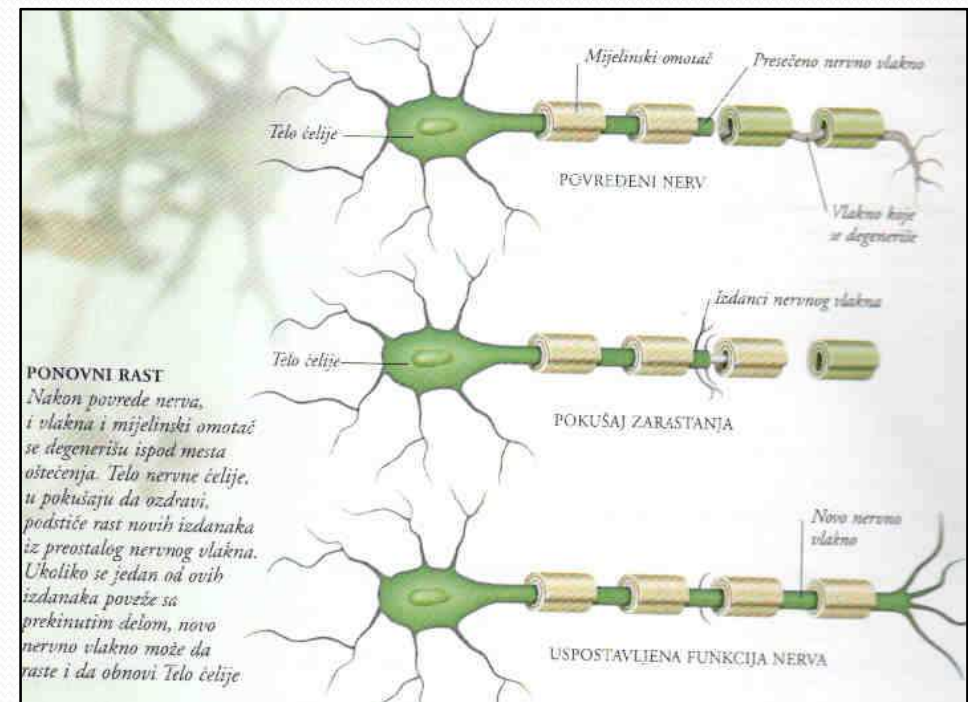


Pogled elektronskom mikroskopijom, Uvećanje 1: 22000 Ljubaznošću: Dr. Lauren A. Langford-a

3 Sinapsa (šema)

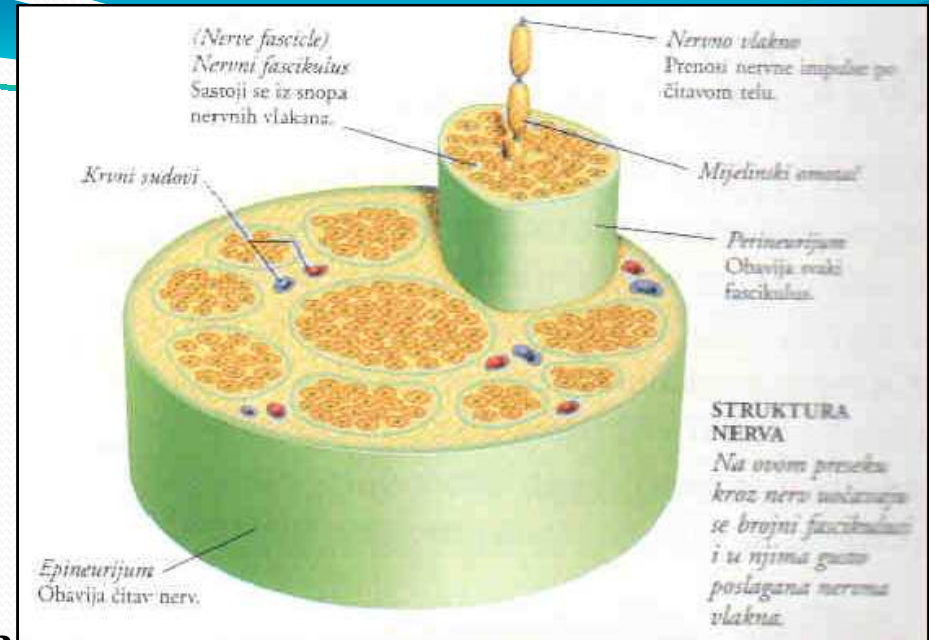


- **NEUROGLIJA – potporne ćelije CNS i PNS**
 - **Astrociti** – energetske ćelije, promet materije, citoplazmatskim produžecima povezane sa krvnim sudovima
 - **Oligodendrociti** – stvaraju mijelinski omotač oko aksona u mozgu i kičmenoj moždini
 - **Ependimociti** – oblažu komore i kanale mozga i kičmene moždine
 - **Mikroglije** – moždani makrofag
 - **Periferni gliociti** – Švanove i satelitske ćelije
- Faktori rasta i diferencijacije CNS: NGF (nervni faktor rasta), BDNF (moždani faktor rasta), GDNF (glijalni neurotrofični faktor)
- **OBNAVLJANJE NERAVA**
- Presecanje/nagnječenje nerva → izumiranje nerva (prekinuta veza sa telom neurona) → ozleđeni deo tela gubi inervaciju i funkciju
- Regeneracija nerva – rast/izdanci nervnog vlakna – uspešnije ako je mijelinski omotač neoštećen
- Kada je mijelin oštećen – nervno vlakno raste u svim pravcima – nervno klupko → izaziva bol
- Ožiljno tkivo (od astroglije) u CNS sprečava regeneraciju nerava



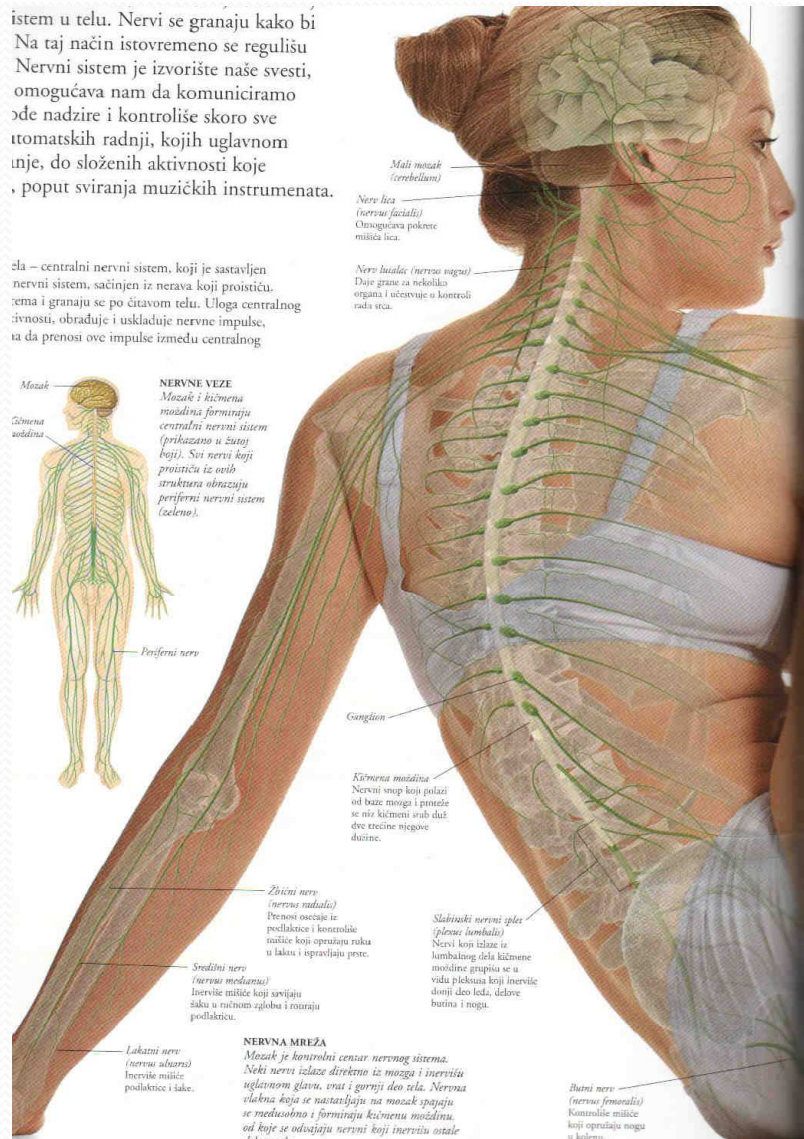
NERVNI SISTEM

- **Mozak, kičmena moždina, nervi**
 - Regulacija metabolizma
 - Svest, inteligencija, kreativnost
 - Emotivnost
 - Komunikacija
- **Centralni i periferni nervni sistem**
- **CNS – mozak i kičmena moždina**
 - Regulacija telesnih aktivnosti
 - Obrada i usklađivanje nervnih impulsa
- **PNS – prenosi nervne imupulse od CNS do svih delova organizma i obrnuto**
- **NERVI – nervna vlakna grupisana u snopove (fascikuluse), obavijeni mijelinskim omotačem ili ne**
- **Perineurijum (čvrsto, elastično tkivo) obavija fascikuluse – grupe nervnih vlakana zajedno**
- **Epineurijum obavija više fascikulusa, krvnih sudova, masnih ćelija – zaštita nervnih vlakana, olakšava uvrtnanje nerva tokom pokreta tela**
- **Nervi: *nervus facialis* (lice), *n. vagus*, *n. medianus*, *n. radialis*, *n. ulnaris* (ruka), *n. digitales palmares communes* (zajednički dlanski nervi za prste), *n. femoralis*, *n. ischiadicus*, *n. peroneus communis*, *n. tibialis* (noga), *plexus lumbalis* (slabinski nervni splet)**
- **Kičmeni ganglion (*ganglion spinale*)**



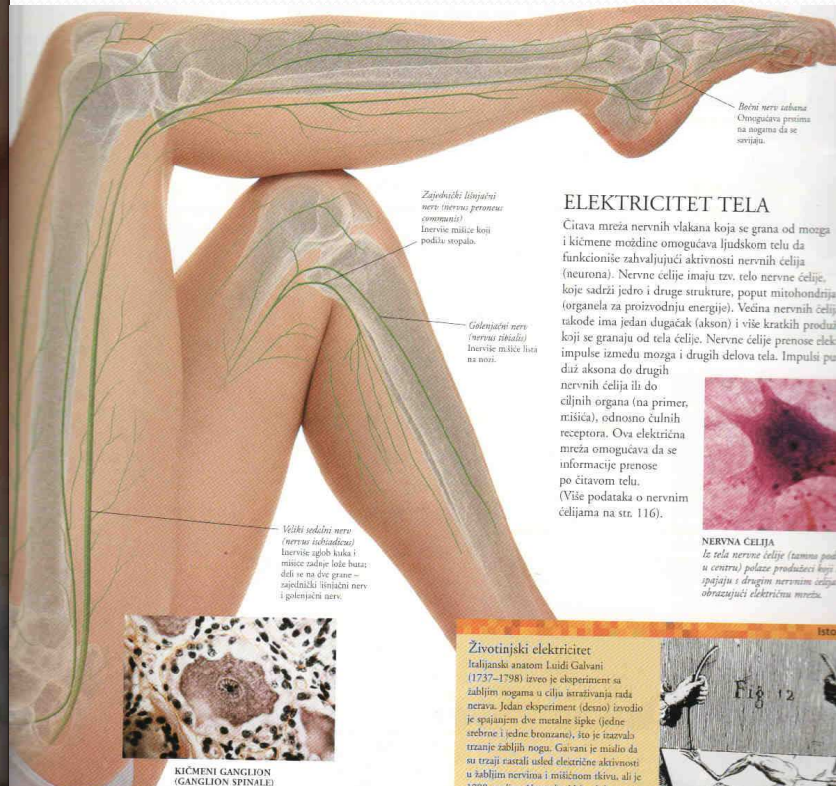
istom u telu. Nervi se granaju kako bi
Na taj način istovremeno se regulišu
Nervni sistem je izvor naše svesti,
omogućava nam da komuniciramo
i nadzire i kontroliše skoro sve
tomijskih radnji, kojih uglavnom
nje, do složenih aktivnosti koje
, poput sviranja muzičkih instrumenata.

ela – centralni nervni sistem, koji je sastavljen
nervni sistem, sačinjen iz nerava koji proističu
i granaju se po čitavom telu. Uloga centralnog
ivnosti, obrađuje i uskladuje nervne impulse,
a da prenosi ove impulse između centralnog



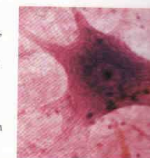
NERVNA MREŽA

Mozak je glavni centar nervnog sistema. Neki nervi izlaze direktno iz mozga i inerviraju uglavnom glavu, vrat i gornji deo tela. Nervna vlakna koja se nastavljaju na mozak spajaju se međusobno i formiraju kičmenu moždinu, od koje se odvajaju nervi koji inerviraju ostale delove tela.



ELEKTRICITET TELA

Čitava mreža nervnih vlakana koja se grana od mozga i kičmene moždine omogućava ljudskom telu da funkcioniše zahvaljujući aktivnosti nervnih ćelija (neurona). Nervne ćelije imaju tzv. telo nerвне ćelije, koje sadrži jedro i druge strukture, poput mitohondrija (organela za proizvodnju energije). Većina nervnih ćelija takođe ima jedan dupčak (akson) i više kratkih produžaka koji se granaju od tela ćelije. Nervne ćelije prenose električne impulse između mozga i drugih delova tela. Impulsi putuju duž aksona do drugih nervnih ćelija ili do ciljnih organa (na primer, mišića), odnosno čulnih receptora. Ova električna mreža omogućava da se informacije prenose po čitavom telu. (Više podataka o nervnim ćelijama na str. 116).



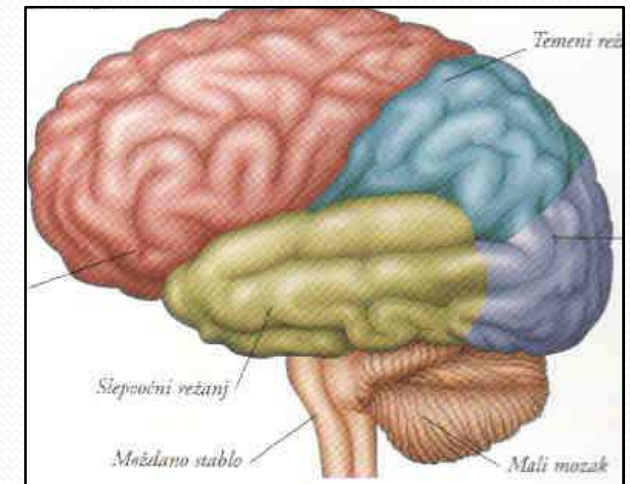
NERVNA ĆELIJA
Iz tela nerвне ćelije (tamna područja u centru) polaze produžci koji se spajaju i drugim nervnim ćelijama obrazujući električnu mrežu.

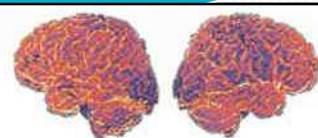
Životinjski elektricitet

Italijanski anatom Luidi Galvani (1737-1798) izveo je eksperiment sa žabljim nogama u cilju istraživanja rada nerava. Jedan eksperiment (desno) izvodio je spajanjem dve metalne igle (jedne srebrne i jedne bronзанe), što je izazvalo trzanje žabljih nogu. Gavani je mislio da su trzaji nastali usled električne aktivnosti u tablijim nervima i mišićnom tkivu, ali je 1800. godine Alessandro Volta dokazao da je



- **MOZAK I NERVNE VEZE**
- **Centar svesti, mišljenja i rasuđivanja**
- **Obrada informacija i stvaranje smislene slike i odgovarajuće reakcije**
- **Mozak u direktnoj vezi sa gornjim delom tela (glavom), dok sa ostalim delovima organizma komunicira posredno – preko kičmene moždine i PNS**
- **Od kičmene moždine se odvajaju nervi u parovima**
- **Mozak**
 - **veliki mozak,**
 - **talamus (relejna stanica), hipotalamus (kontrolise endokrini sistem, metabolički centar, emotivni centar)**
 - **moždano stablo (produžena moždina, pons i srednji mozak) – kontrola nevoljnih funkcija (rad srca, disanje), jedra kranijalnih nerava**
 - **mali mozak – pokreti, ravnoteža**
- **Veliki mozak (cerebrum) – najmasivniji kod sisara, posebno čoveka**
- **Kora stvara vijuge i žlebove**
- **Dve moždane hemisfere podeljen centralnom pukotinom (fisurom), a povezane žuljevitm telom (*corpus callosum*)**
- **Svaka hemisfera od četiri režnja (lobusa)**
 - **Potiljačni (okcipitalni)**
 - **Temeni (parijetalni)**
 - **Slepoočni (temporalni)**
 - **Čeoni (frontalni)**
- **Spoljašnji deo velikog mozga je siva masa (tela neurona), a unutrašnji sloj je bela masa (nervi)**





SLEVA

ZDESNA

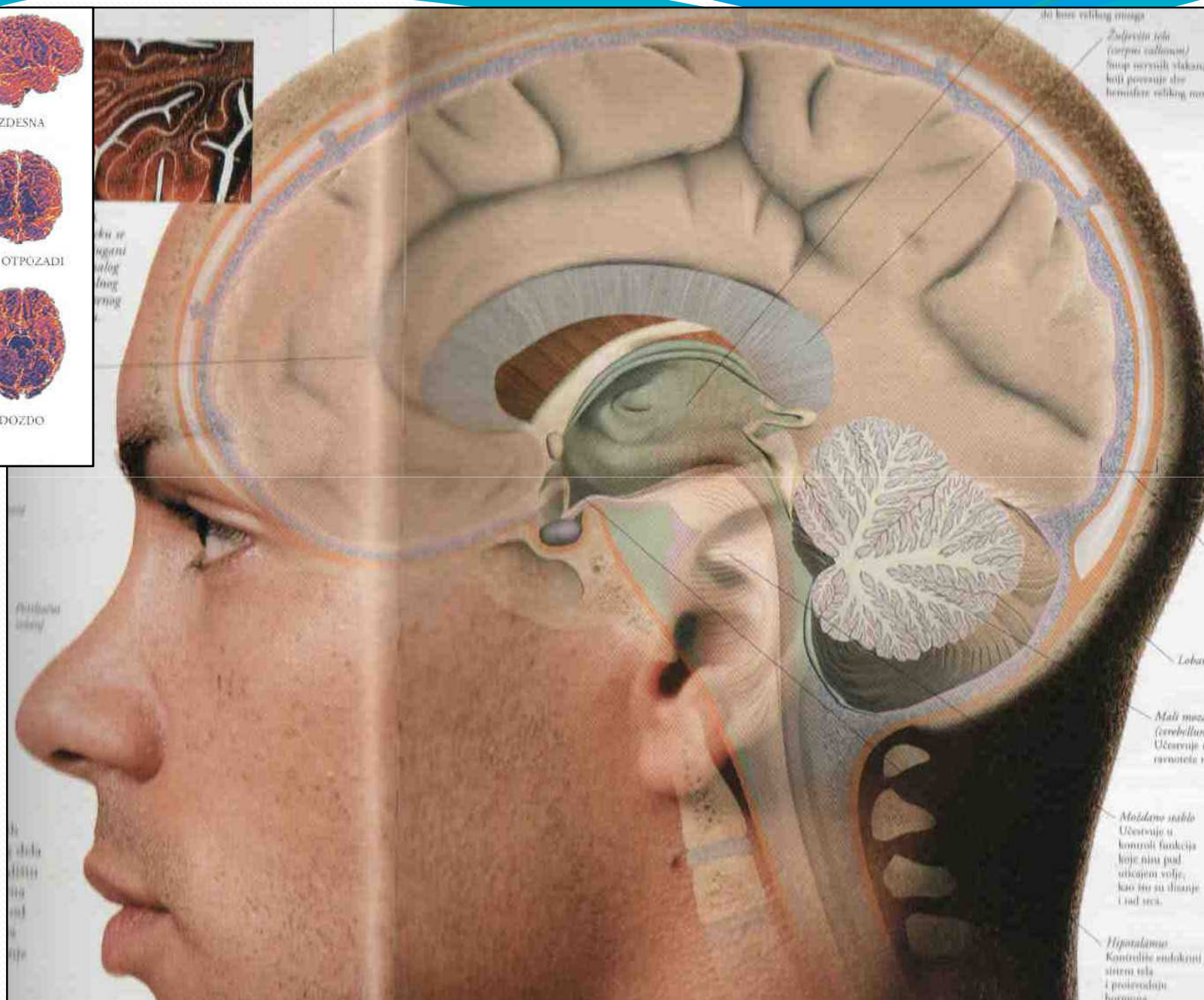
NAFRED

OTPOZADI

ODOZGO

ODOZDO

POGLED NA MOZAK



- **KIČMENA MOŽDINA**

- **Snop nervnog tkiva (odrastao čovek – dužina oko 45 cm, a debljina malog prsta)**

- **Od moždanog stabla do donjeg dela leđa**

- **Središnji deo od sive mase (tela neurona), a spolja bela masa od nervnih vlakana**

- **Somatska i visceralna vlakna ulaze preko dorzalnog korena, a motorna vlakna odlaze preko prednjeg (ventralnog) korena**

- **Kičmena moždina zaštićena kičmenim stubom**

- **SPINALNI NERVI**

- **31 par spinalnih nerava izlaze iz kičmene moždine i prolaze između kičmenih pršljenova; svaki nerv se deli na veliki broj grana**

- **Spinalni nervi:**

- **vratni (cervikalni) – dva vratna spleta (pleksusa) inervišu zadnju stranu glave, vrat, ramena i dijafragmu**

- **grudni (torakalni) – inervišu međurebarne mišiće, duboke mišiće leđa i delove trbuha**

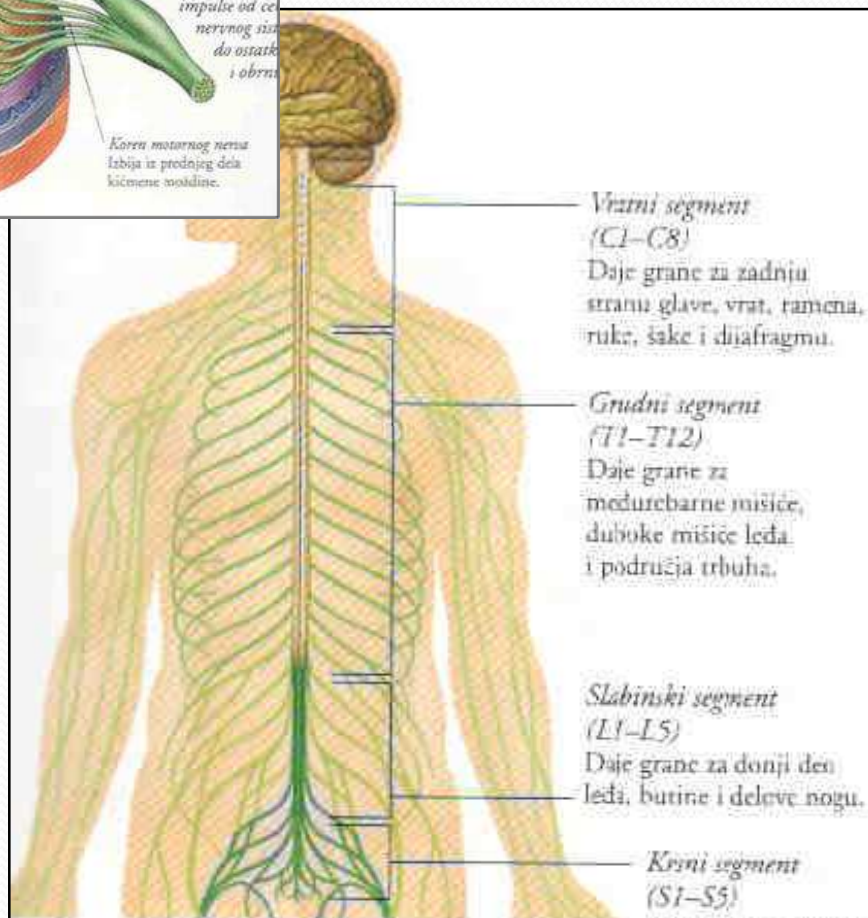
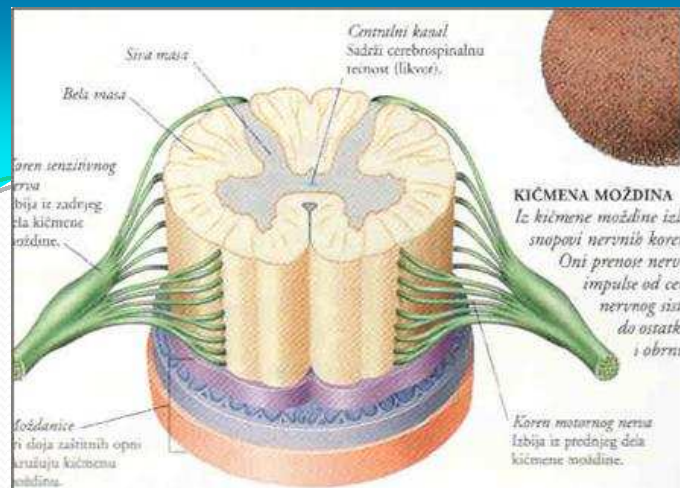
- **slabinski (lumbalni) – inervišu donji deo leđa, delove butina i nogu**

- **krsni (sakralni) – inervišu butine, zadnjicu, mišiće i kožu nogu i stopala, analno i genitalno područje**

- **trtični (kokcigealni)**

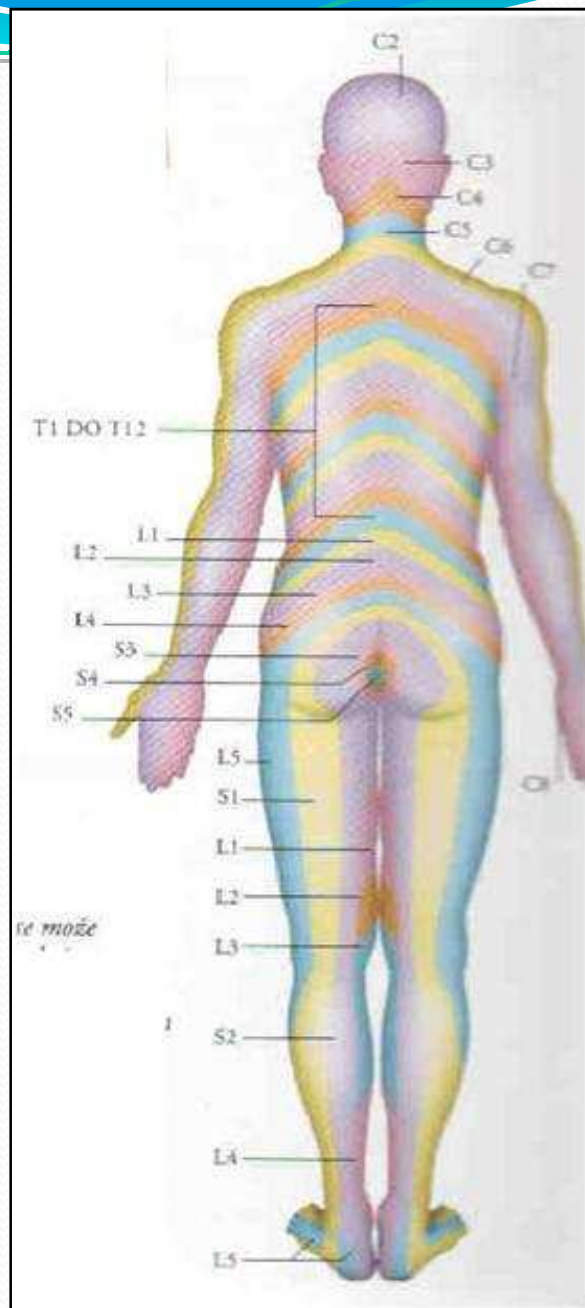
- **Dermatomi – površina kože izdeljena na zone koje inervišu pojedini spinalni nervi**





SEGMENTI KIČMENE MOŽDINE

Spinalni nervi, koji izbijaju iz različitih segmenata kičmene moždine, inervišu određena područja tela.



• KRANIJALNI NERVI

• Sa donje strane mozga izlazi 12 parova kranijalnih nerava od senzornih i motornih nervnih vlakana

• Jedino n vagus samo od autonomnih efektornih vlakana

• I n olfactorii – mirisne informacije do olfaktornog bulbusa

• II n opticus – impulsi iz štapića i čepića do mozga

• III n oculomotorius, IV n trochlearis i VI n abducens – regulišu pokrete oka i akomodaciju oka

• V n trigeminus – senzitivna vlakna iz oka, lica i zuba; motorna vlakna inervišu mišiće zvakavanja

• VII n facialis – senzitivna vlakna iz gustativnih papila i kože spoljašnjeg uva; efektorna vlakna inervišu suzne žlezde, pljuvačne žlezde, mimičku muskulaturu

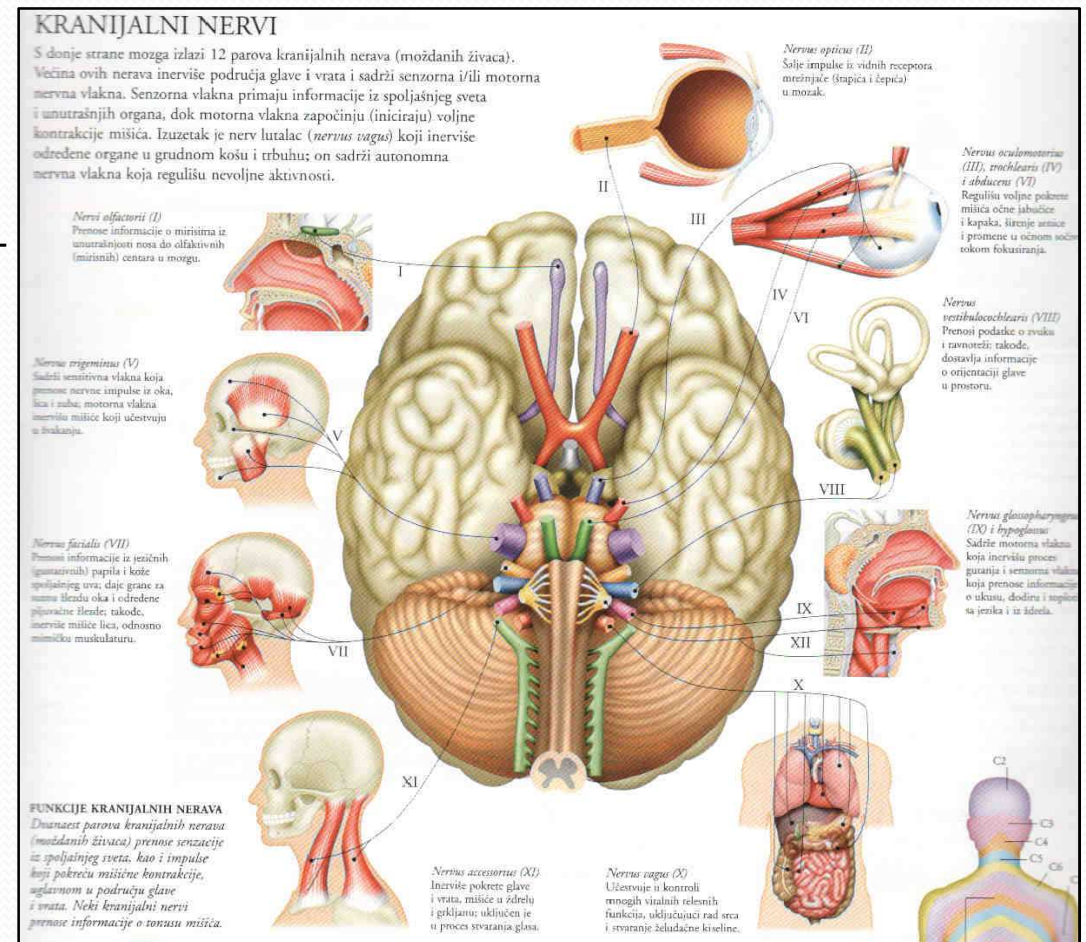
• VIII n vestibulocochlearis –

senzitivna vlakna nose informacije o zvuku i ravnoteži, orijentaciji glave u prostoru

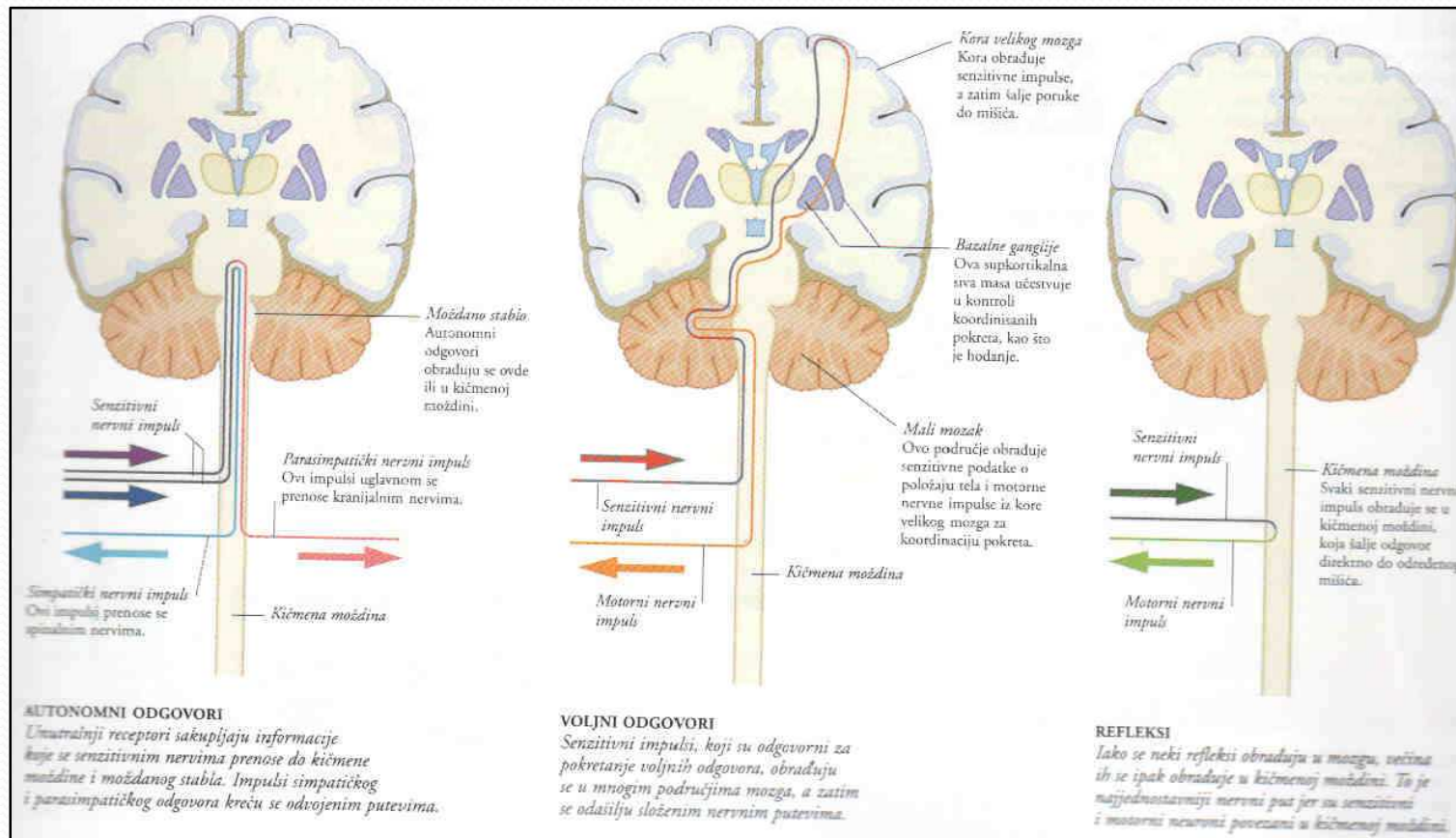
• IX n glosopharingeus i XII n hypoglossus – senzitivna vlakna nose informacije o ukusu, dodiru i toploti sa jezika i iz ždrela; motorna vlakna inervišu proces gutanja

• X n vagus – inervacija vitalnih telesnih funkcija – autonomna inervacija; “skenira” unutrašnju sredinu (GIT) i šalje informacije o infekciji u CNS (85% aferentnih vlakana); meditacija

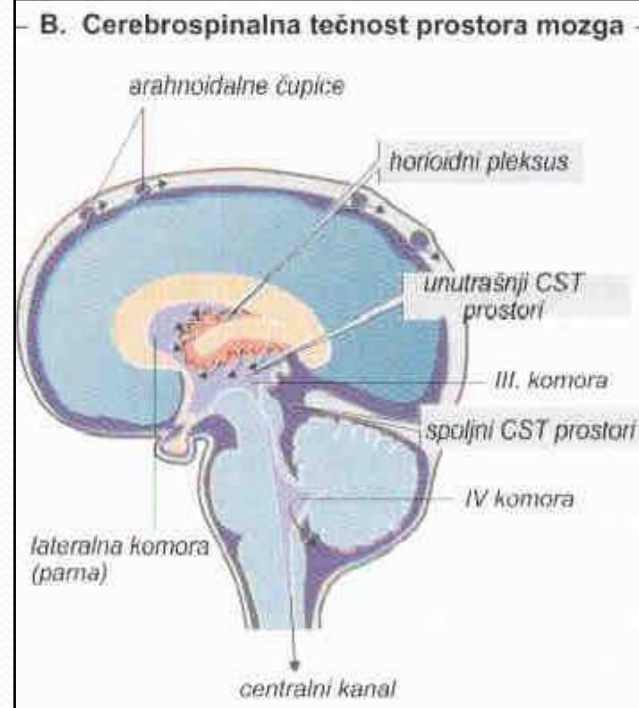
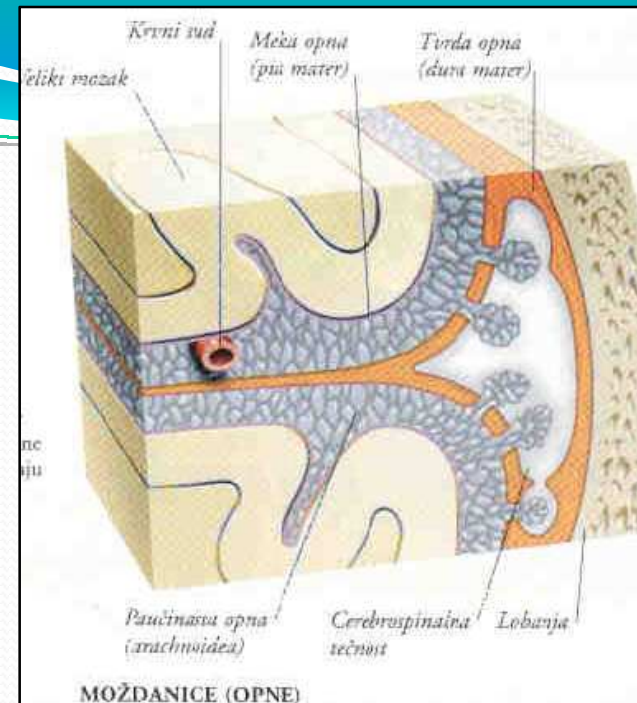
• XI n accesorius – inervišu pokrete glave i vrata, mišiće u zdrelu i grkljanu, stvaranje glasa

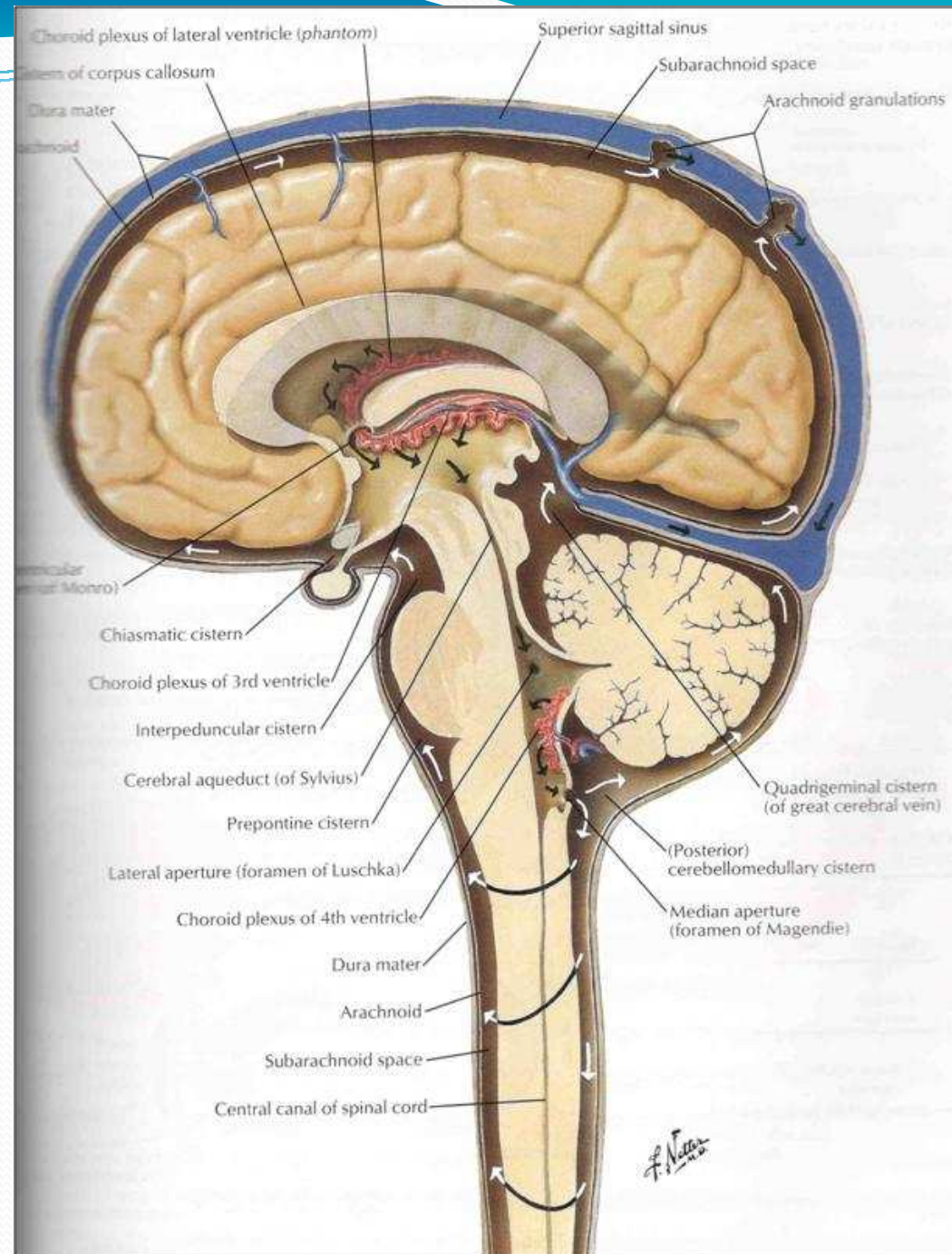


- **FUNKCIJE PERIFERNIH NERAVA**
- **Kranijalni i spinalni nervi prenose informacije do mozga (senzitivna vlakna) i od mozga do efektornih organa (motorna vlakna)**
- **Autonomna nervna vlakna inervišu organe i žlezde i nisu svesno kontrolisana**
- **Simpatička nervna vlakna (stres) i parasimpatička nervna vlakna (čuvanje i obnavljanje energije)**
- **Voljne aktivnosti su regulisane moždanim aktivnostima; inicirane mislima ili senzitivnim podsticajima**
- **Refleksne aktivnosti obrađene u kičmenoj moždini**



- **ZAŠTITA CNS**
- **Kosti lobanje i kičmeni stub**
- **Troslojna opna**
 - Dura mater (tvrda opna)
 - Pia mater (mekka opna)
 - Arachnoidea (paučinasta opna) → CST
- **Cerebrospinalna tečnost (likvor) CST – luče** je ependimske ćelije horioidnog pleksusa, a drenira se preko arahnoidalnih čupica
- **CST se reapsorbuje u krv i obnavlja 3-4 puta dnevno**
- **CST ispunjava spoljašnje CST prostore, I-IV komoru i centralni kanal kičmene moždine**
- **Uloga CSLa – odbrambena**
 - Mehanička zaštita centralne n. mase
 - Hemijska i imunološka zaštita (barijera krv – likvor i krv – mozak)
 - Održavanje opšte hidrodinamičke i hemodinamičke ravnoteže

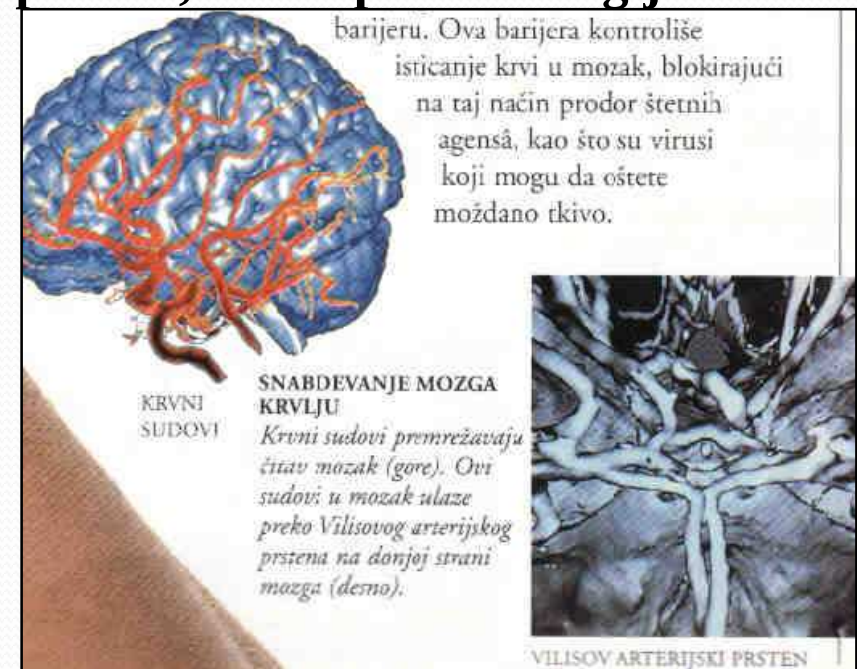




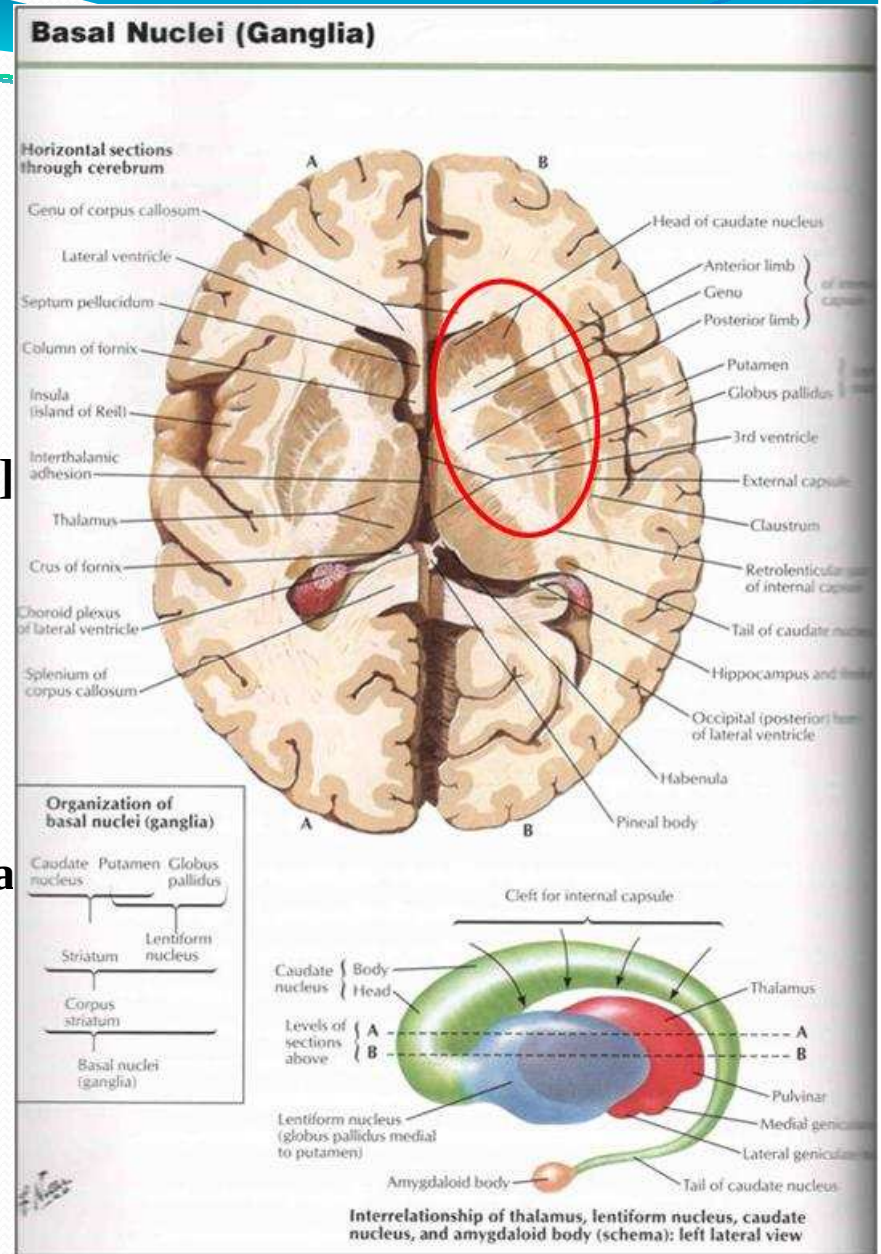
- **Cirkulacija i ishrana CNSa**

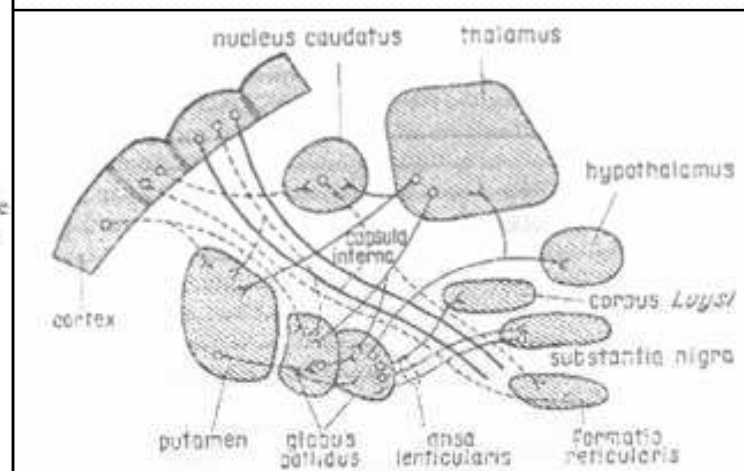
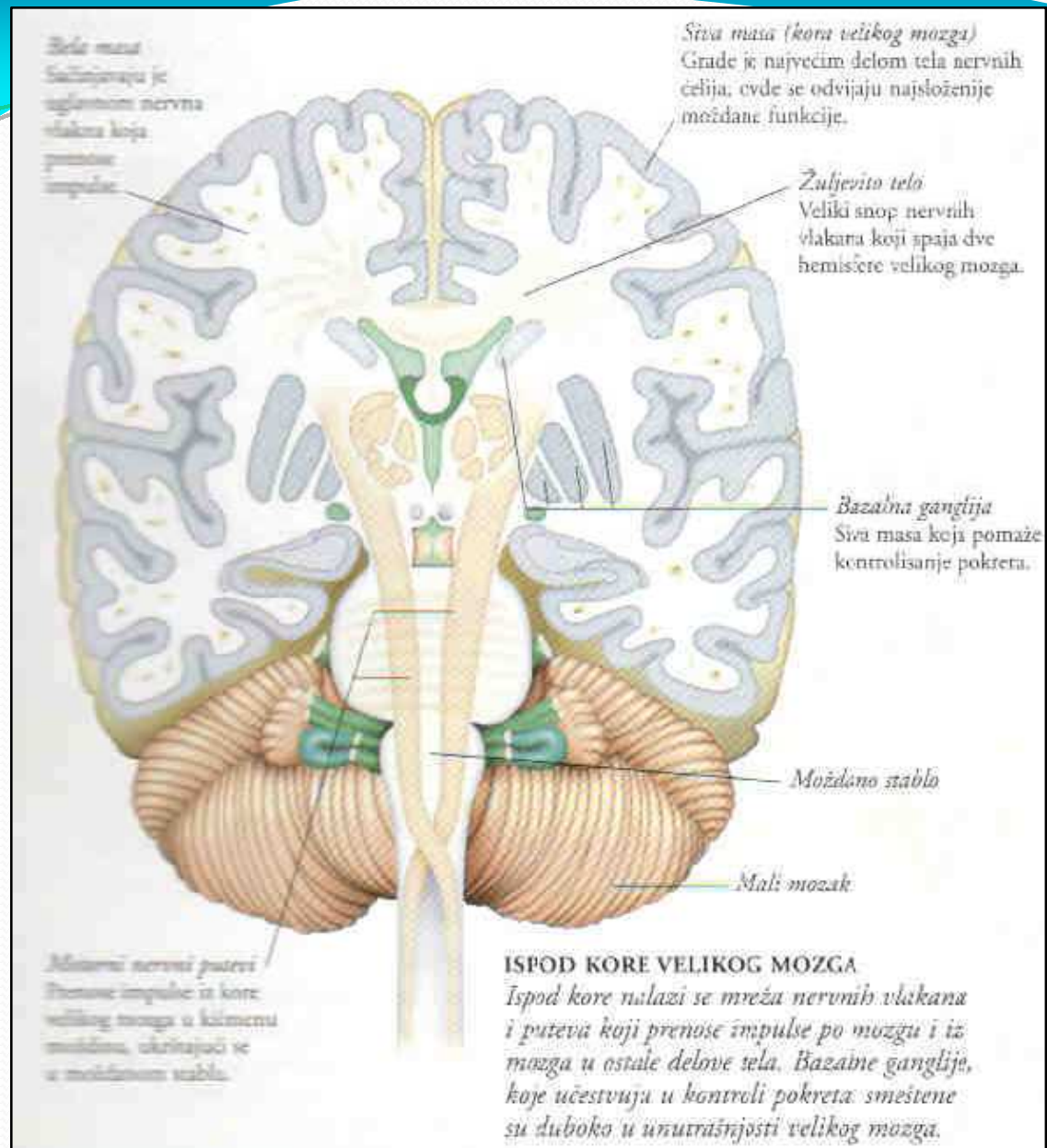
- **20% MVS**

- Četiri glavne arterije (dve a. carotis interna i dve a. vertebralis) – spajaju se u Vilisov arterijski moždani prsten na donjoj strani mozga
- Krv se odvodi preko v. jugularis interna
 - Glatka muskulatura arteriola je tanja sa više elastičnih elemenata
 - Zidovi vena su tanji sa velikim brojem vezivnih elemenata
 - Veliki broj terminalnih arterija
 - 750 ml/min;
- Kapilari čine krvno-moždanu barijeru
- Krvno – CST barijera
- Barijere sprečavaju prolazak skoro svih supstanci, osim lipofilnih i ugljen dioksida
- Nivo ugljen dioksida reguliše protok
- Ishrana nervnih ćelija glukozom



- **UNUTRAŠNJOST MOZGA**
- **Ispod kore velikog mozga nalaze se**
 - **Bazalne ganglije – kontrola pokreta**
 - **Limbički sistem – emocije, ponašanja (borba ili beg), pamćenje**
- **BAZALNE GANGLIJE**
- **Corpus striatum**
 - **Neostriatum [Nucleus caudatus (repatro jedro), putamen (ljuska)] i**
 - **Paleostriatum [globus pallidus (bledo jedro)] +**
 - **subtalamično jedro i substantia nigra**
- **BG su vezane sa motornim oblastima moždane kore, talamusom i motornim jedrima i retikularnom formacijom srednjeg mozga**
- **BG – uloga u regulaciji motornih radnji, orijentaciji u prostoru, regulaciji ciklusa budno stanje – san, obrazovanju motornih refleksa.**
- **Neostriatum – regulacija sporih pokreta, bezuslovnih refleksa, vegetativne funkcije i instinkt**
 - **Oštećenje – horea i Hantingtonova horea**
- **Globus pallidus – centar motornih refleksnih reakcija, preraspodela mišićnog tonusa**





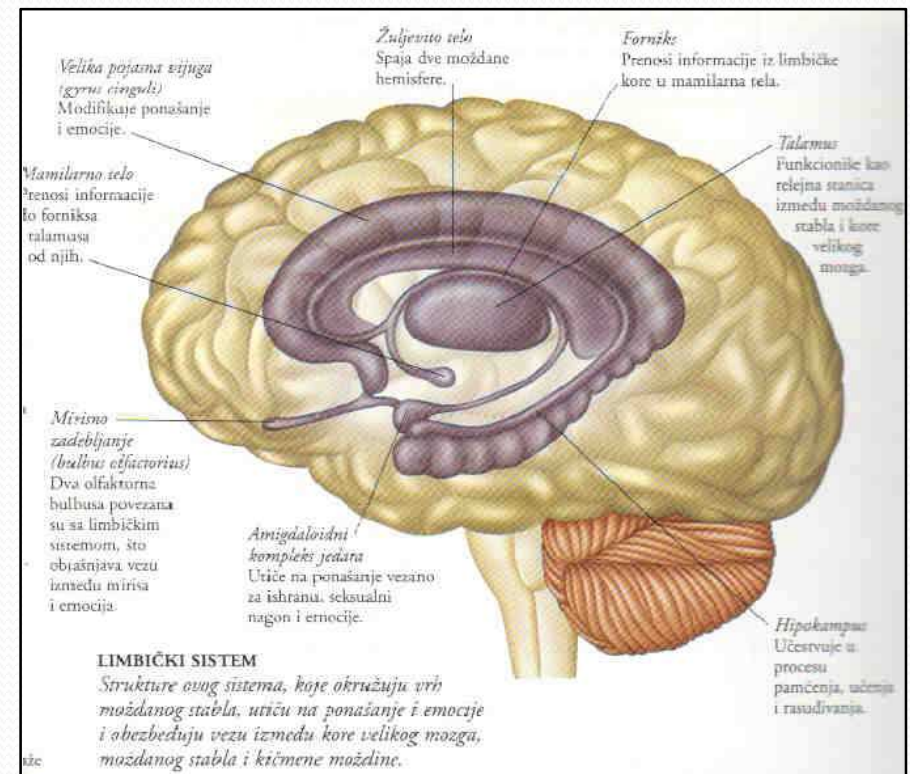
- **LIMBIČKI SISTEM**

- **Emocije, borba ili beg**

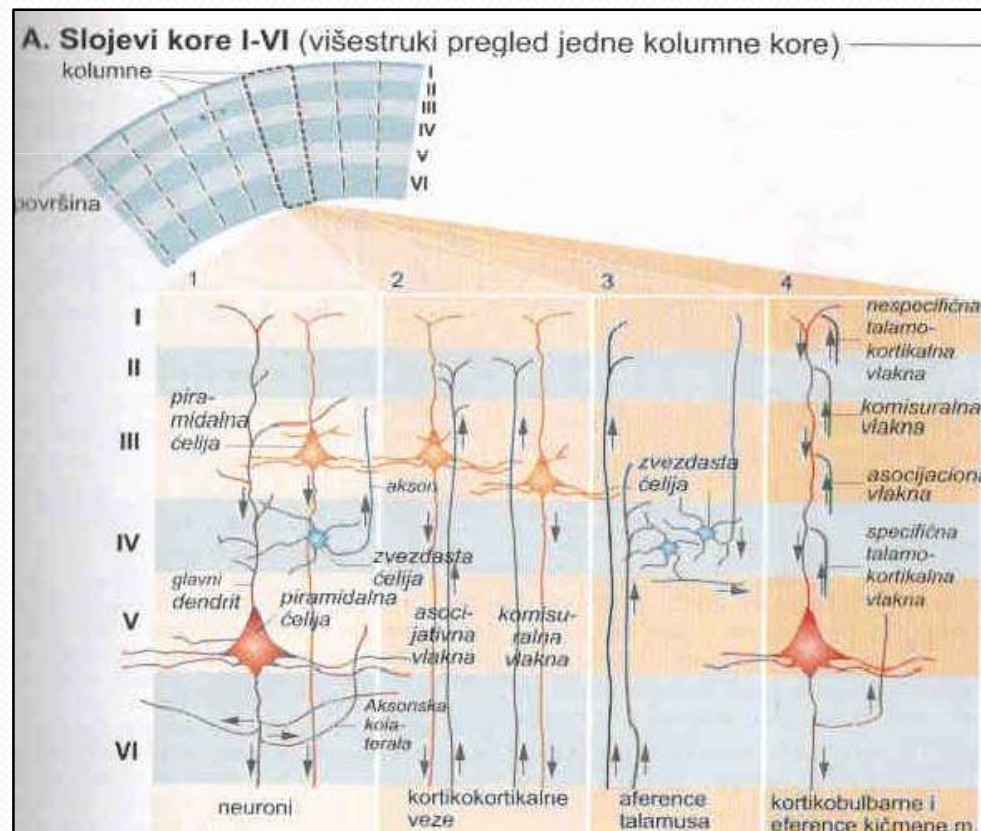
- ***Bulbus olfactorius* (mirisno zadebljanje)**

- **Amigdaloidna jedra – ishrana, seksualni nagon, emocije**
- **Hipokampus – pamćenje, učenje, rasuđivanje**
- **Talamus – relejna stanica između moždanog stabla i kore velikog mozga**
- **Mamilarno telo – informacije do forniksa i talamusa i obrnuto**
- **Forniks – prenosi informacije iz limbičke kore u mamilarna tela**
- ***Corpus calosum* (žuljevito telo) – spaja dve hemisfere velikog mozga**
- ***Gyrus cinguli* (velika pojasna vijuga) – modifikacija ponašanja i emocija**

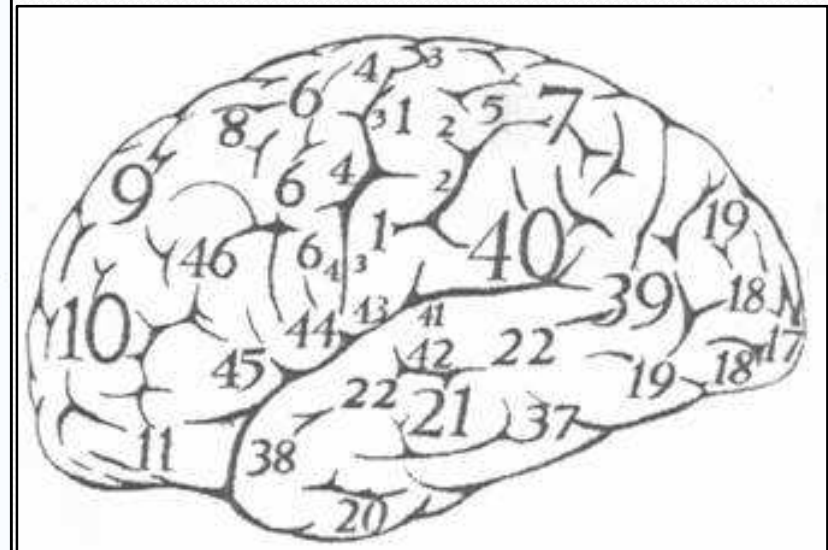
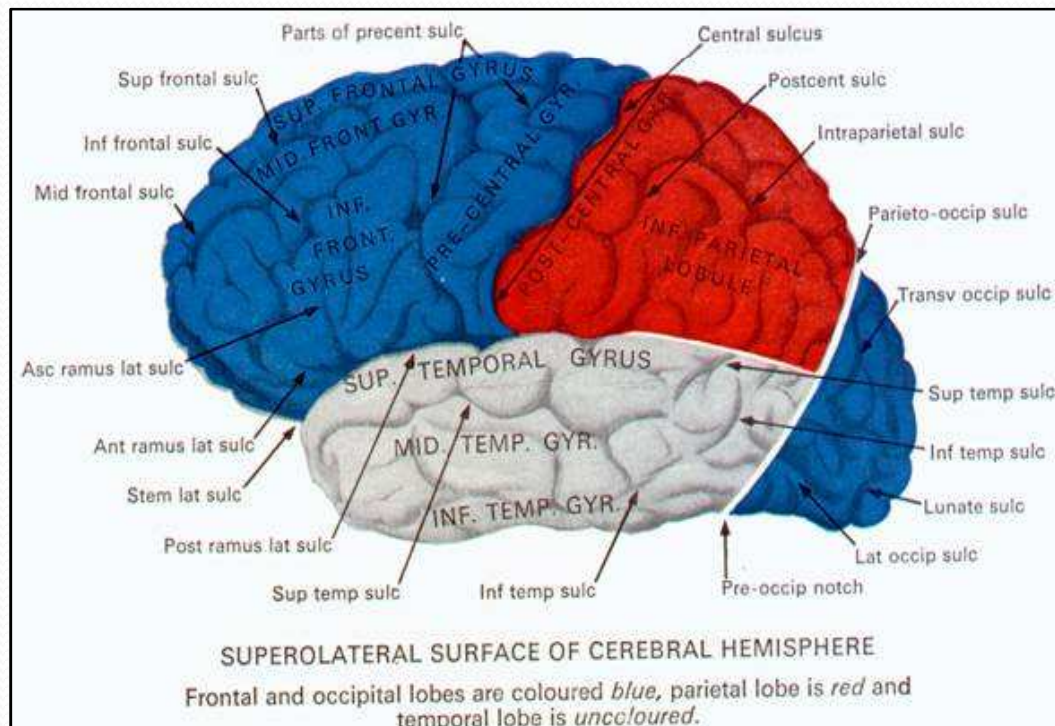
- **Hipotalamus – koordiniše autonomne i endokrine funkcije, integriše signale za kontrolu unutrašnje sredine, reguliše spavanje-budnost, rast, mentalni/fizički razvoj, reprodukciju**



- **STRUKTURA KORE VELIKOG MOZGA**
- **Mozak kičmenjaka od aferentnih, eferentnih i intermedijernih neurona**
- **Šest (I-VI) slojeva neurona paralelni površini mozga**
 - Aferentni putevi iz talamusa završavaju u slojevima IV, I i II
 - Aferentni neuroni iz kore završavaju u sloju II
 - Tela eferentnih velikih i malih piramidalnih ćelija su u slojevima III i V
 - Aksoni piramidalnih neurona izlaze iz VI sloja
 - Zvezdaste ćelije u IV sloju obrađuju informacije
- **Vertikalno je kora podeljena na kolumne i module (dijametra 0.05-0.3 mm, dubine 1.3-4.5 mm)**



- **Moždane hemisfere: spoljašnja i unutrašnja strana;**
 - **Režnjevi: čeon (frontalni), temeni (parijetalni), slepoočni (temporalni), potiljačni (okcipitalni)**
 - **Dve glavne brazde: centralna (sulcus of Rolando) i bočna (sulcus of Sylvius)**
 - **Dve glavne vijuge: Gyrus praecentralis – agranularni, motorni (4. i 6. polje) i Gyrus postcentralis – granularni, senzitivni (3., 1. i 2. polje)**
- **Nervne ćelije MK: asocijativne, komisuralne i eferentne.**
- **MK – Brodmanova citoarhitektonska polja**
- **Najvažniji kortikalni centri: motorni, senzitivni i centri za čula**

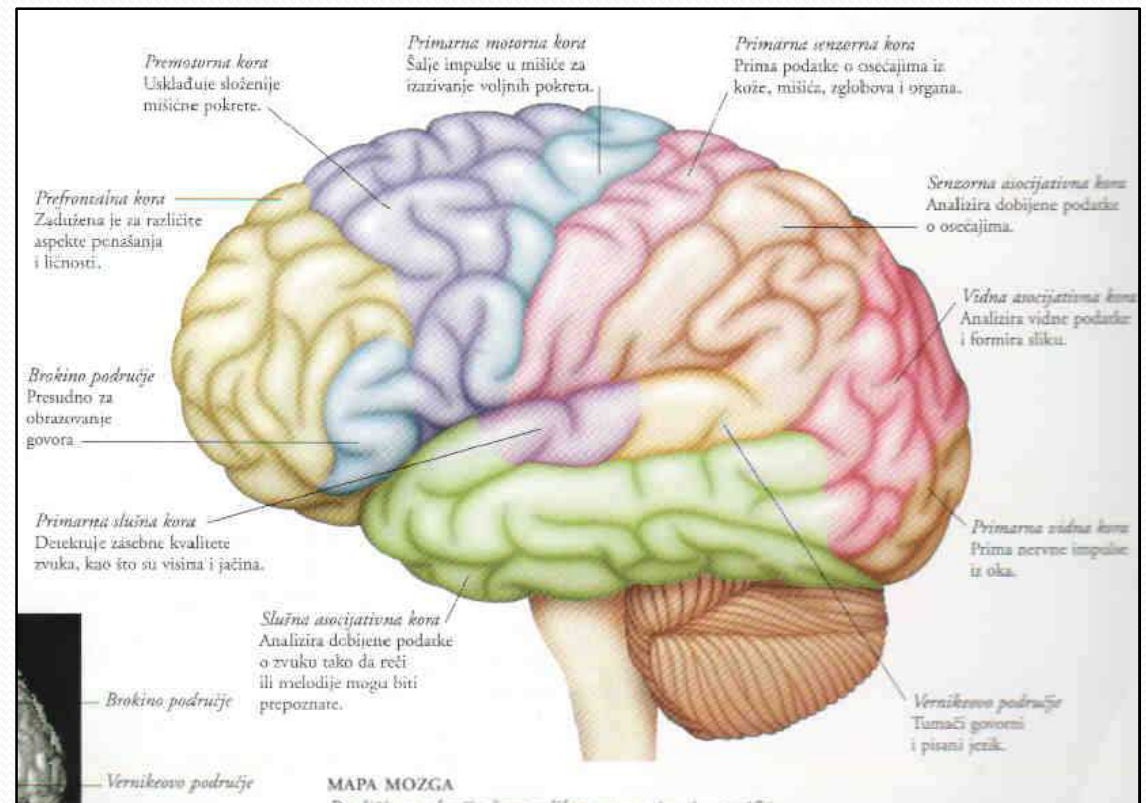
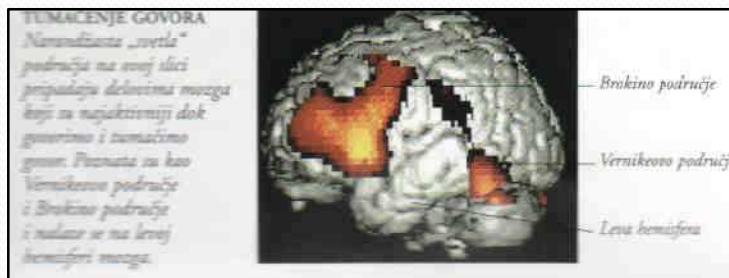


• TOPOGRAFSKA KARTA MOZGA

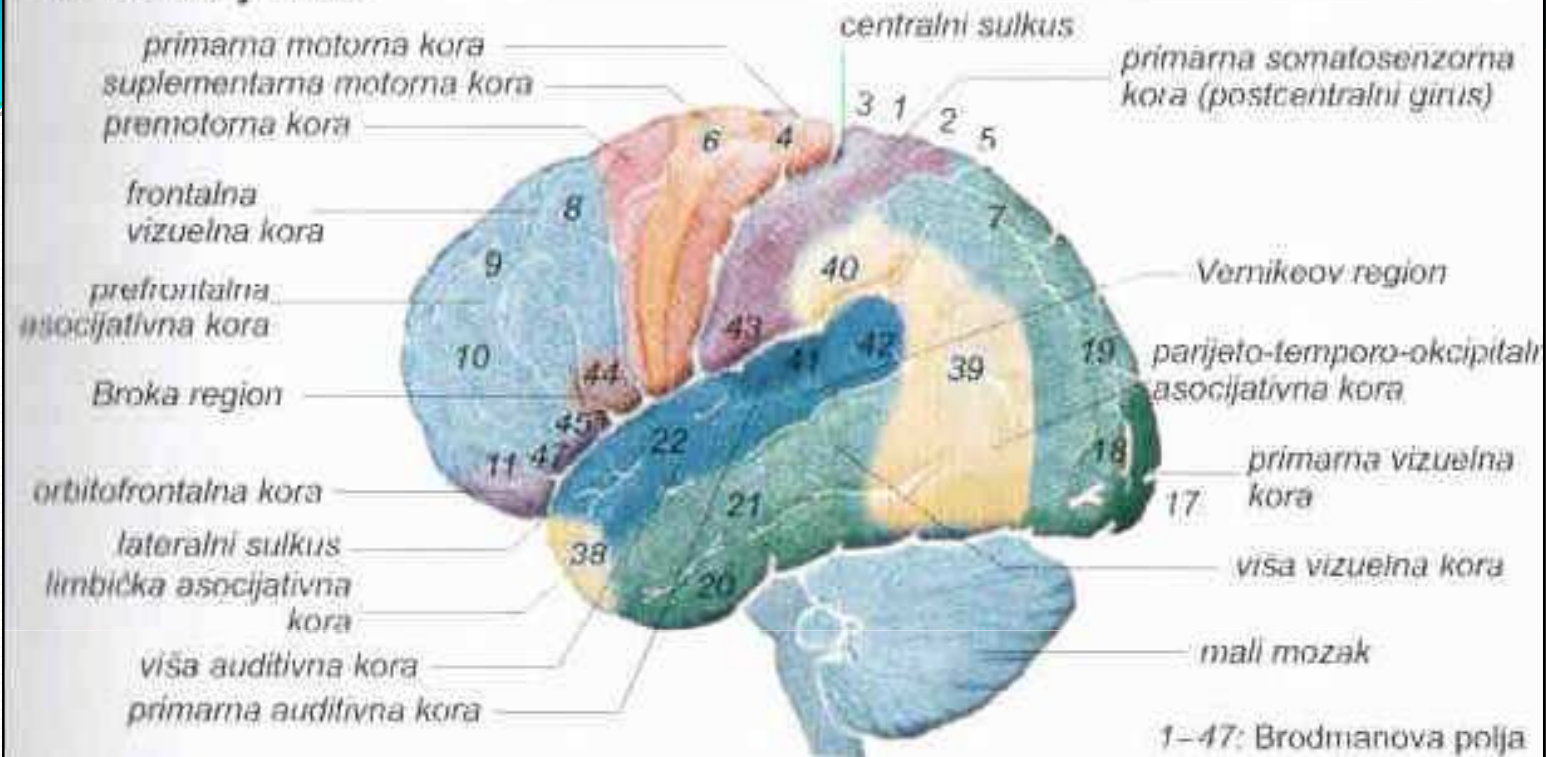
- Primarna područja kore – detektuju nervne impulse
- Asocijativna područja kore – analiza impulsa
- Delovi kore za psihičke funkcije, pamćenje, inteligencija
- Primarna motorna kora, premotorna kora
- Primarna senzorna kora, asocijativna senzorna kora
- Primarna i asocijativna vidna kora
- Primarna slušna kora, Vernikevo područje (tumačenje govornog i pisanog jezika)
- Brokino područje (formiranje govora)
- Prefrontalna kora (inteligencija)

• POKRET I DODIR

- Motorna i senzorna kora
- Princip kontralateralnosti
- Nervna vlakna se ukrštaju u predelu moždanog stabla

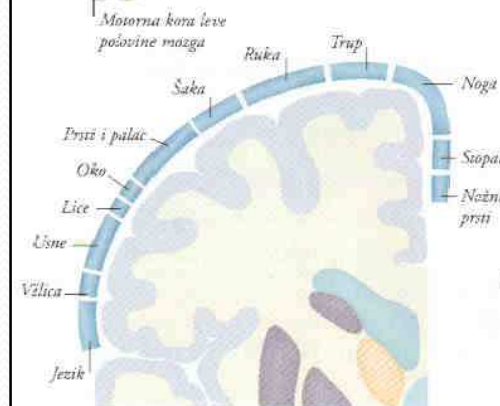


E. Područja kore



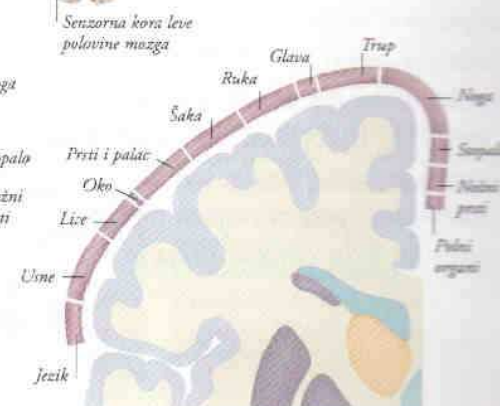
MAPA MOTORNE KORE

Delovi tela kojima je potrebna veća veština i preciznost u pokretu, kao što su šake, zauzimaju relativno velike površine u mozornoj kori.



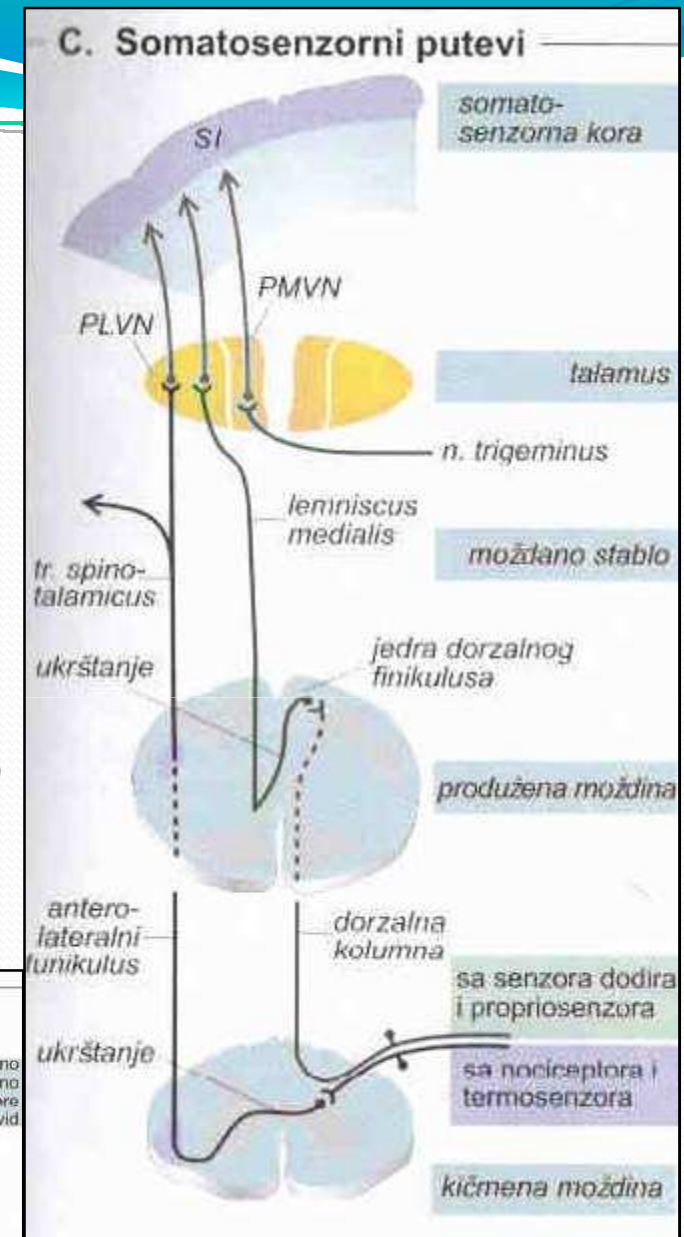
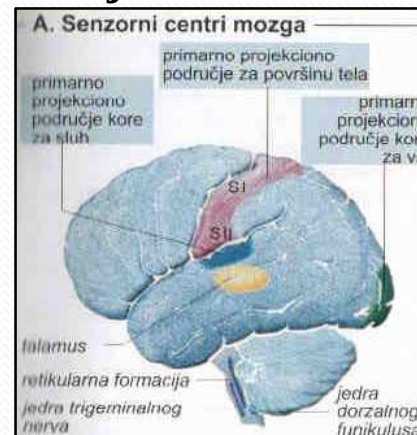
MAPA SENZORNE KORE

Delovi tela koji su veoma osetljivi na dodir, kao što su prsti, usne i genitalni organi, zauzimaju nesrazmerno velike površine u senzornoj kori.

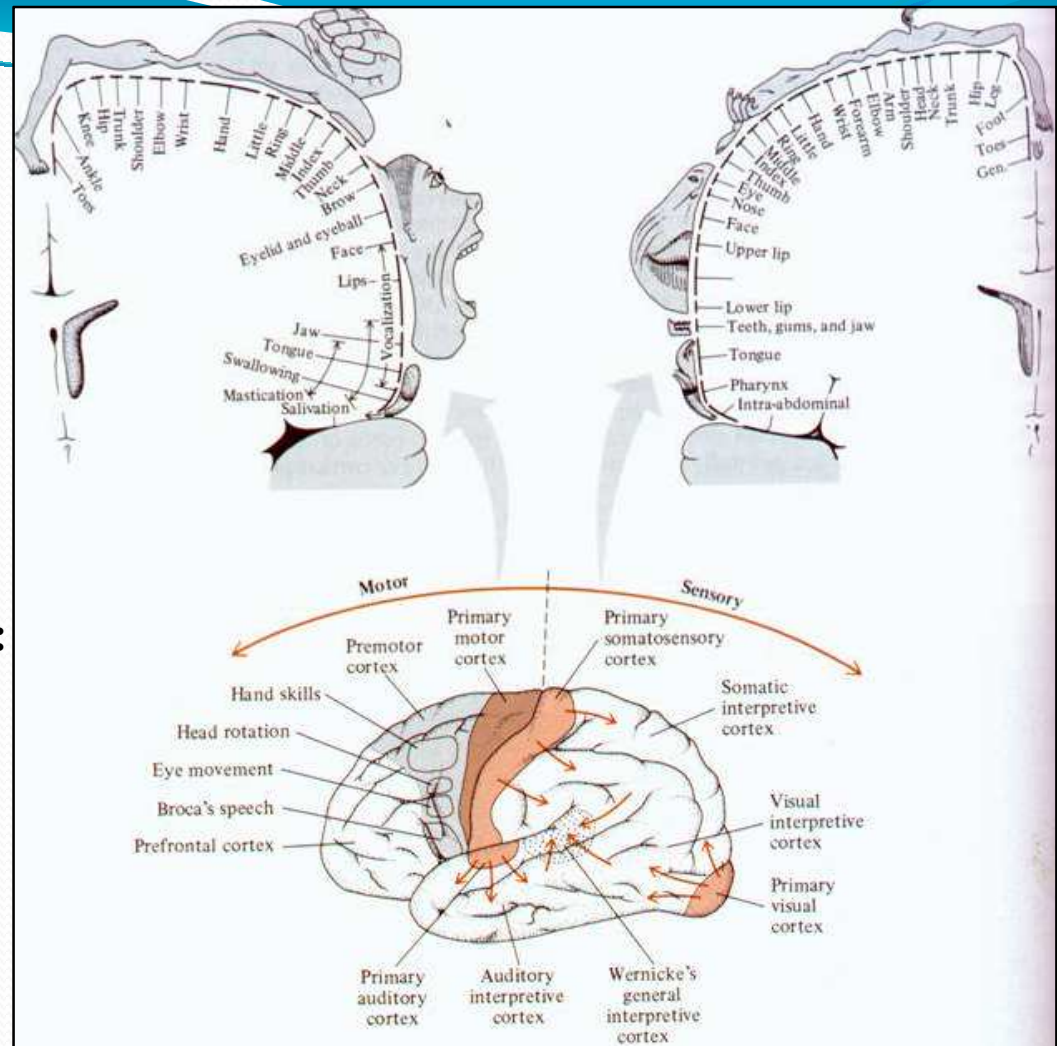


- **SOMATOSENZORNA KORA**
- **CENTRALNA KONDUKCIJA SENZORNOG ULAZA**

- **POSTERIORNI FUNICULUS (dorzalna kolumna) - LEMNISKUS SISTEM** – put kojim somatosenzorna kora (postcentralni girus) prima senzorni ulaz senzora kože i propriosenzora
- Površni senzibilitet iz kože i proprioceptivni senzibilitet iz skeletnih mišića → dorzalni korenovi kičmene moždine → deo se projektuje putevima posteriornog funiculusa → jedra posteriornih funiculusa u produženoj moždini (nuclei cuneatus i gracilis) → prelazak na kontralateralnu stranu → lemniscus medialis → posterolateralno ventralno jedro talamusa
- → → sekundarna aferentna vlakna trigeminusa (lemniscus trigeminalis) → posteromedijalno ventralno jedro talamusa
- talamus → tercijarna aferentna somatosenzorna vlakna → IV sloj somatosenzornih neurona somatosenzorne kore



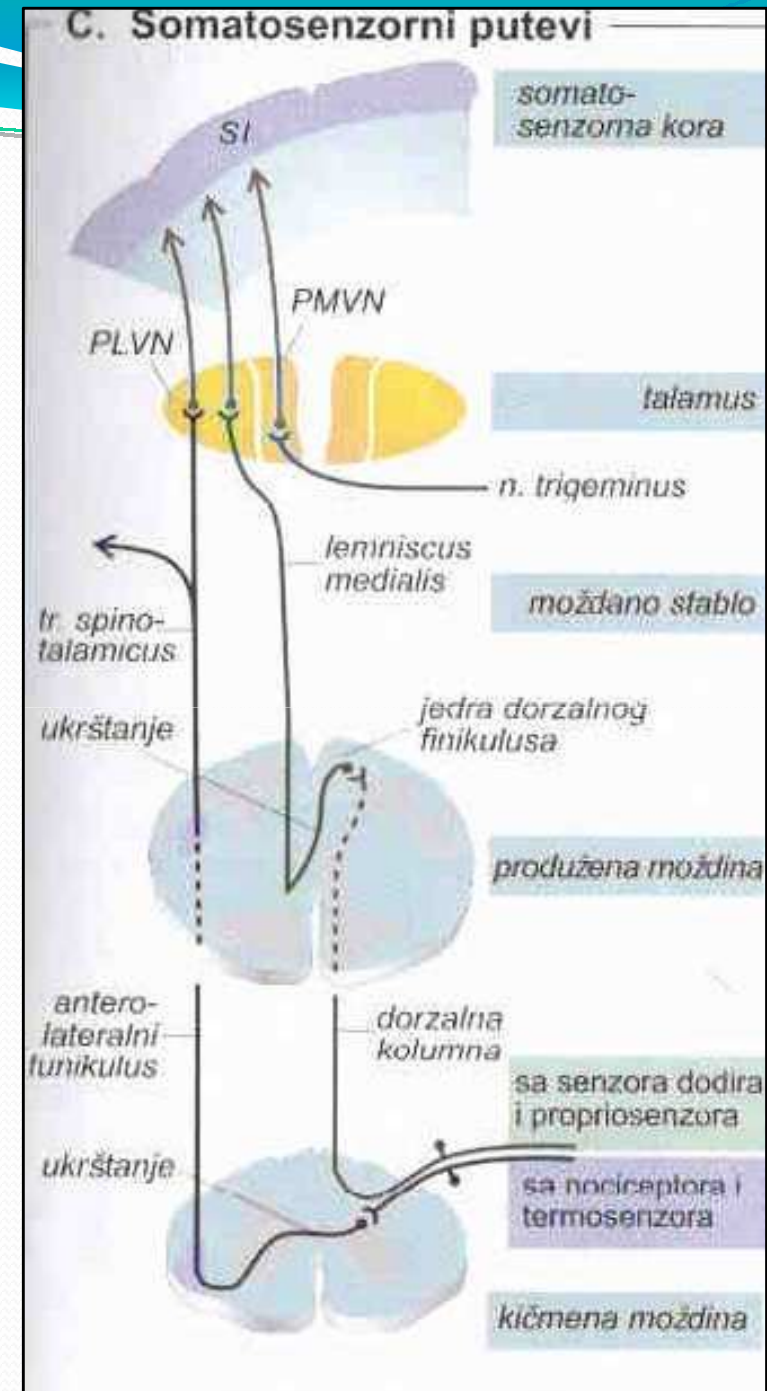
- **Somatotopska organizacija somatosenzorne kore – svaki deo tela je predstavljen odgovarajućim projekcionim područjem (glava → donji deo tela – odgovara - lateralno → medijalna somatosenzorna kora); širina područja proporcionalna osetljivosti datog dela tela - Penfildov čovečuljak**
- **Somatosenzorna kora – 1-3, 5, 7, 40 Brodmanovo polje**
- **Somatosenzorna primarna kora (1-3):**
- **1. informacije sa kontralateralne strane**
- **2. informacije iz taktilnih čula**
- **3. aferentni signali se obrađuju u specifičnim kolumnama kore**
- **SOMATSKA ASOCIJATIVNA PODRUČJA (5, 7) – dešifrovanje senzornih informacija iz primarne s.k.**
- **Amorfosinteza – posledice ukljanjanja asocijativne s.k.**



- **CENTRALNA KONDUKCIJA SENZORNOG ULAZA**

- **ANTEROLATERALNI SPINOTALAMIČKI PUT**

- Aferentna vlakna nocisenzora, termosenzora i senzora za pritisak i dodir → dorzalni korenovi kičmene moždine → sekundarni neuroni prelaze na drugu stranu na nivou kičmene moždine → lateralni i ventralni spinotalamički trakt (anterolateralni funiculus) → (1) retikularna jedra moždanog stabla i (2) talamus (posterolateralno ventralno jдро) → somatosenzorna kora
- Anterolateralni trakt je sporiji i manje precizan u gradaciji intenziteta od posteriornog funiculus lemniskus sistema
- **DESCEDENTNI PUTEVI** iz kore inhibiraju i modulišu ascedentne senzorne puteve na nivou talamusa, produžene moždine i kičmene moždine



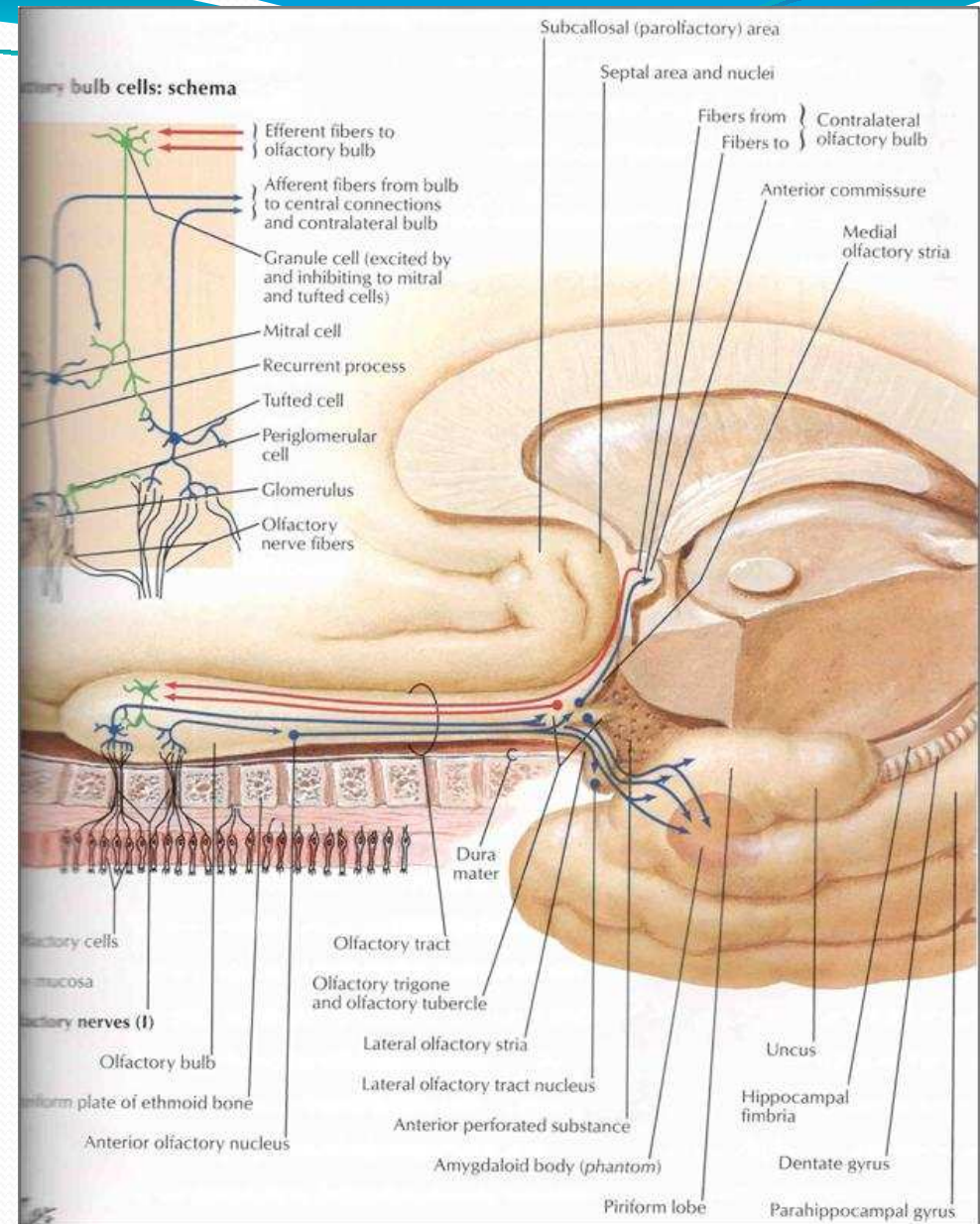
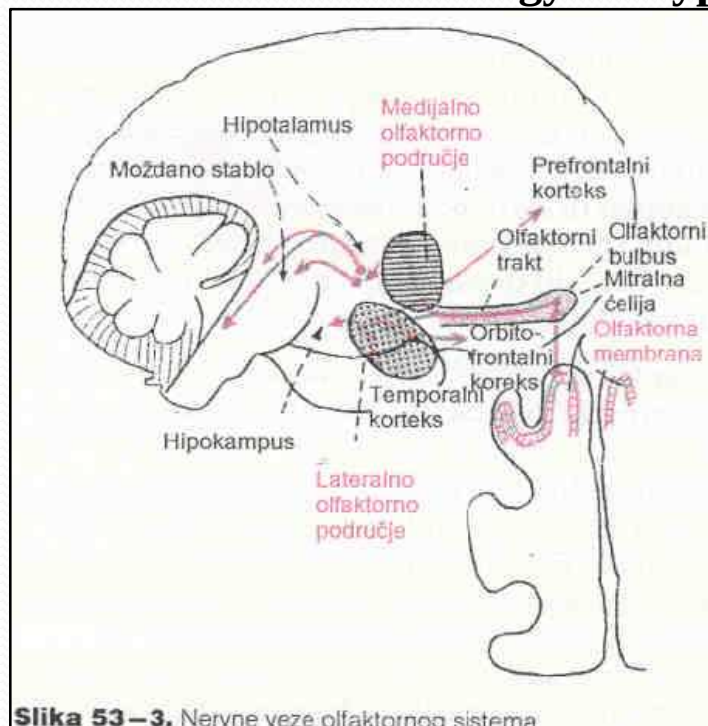
- **KORTIKALNE OBLASTI ZA OSTALA ČULA**

- **Gustativna oblast**

- Donji deo somatosenzorne oblasti u postcentralnoj vijugi

- **Olfaktivna oblast**

- Olfaktorni bulbus, medijalno olfaktorno područje, lateralno olfaktorno područje
- Na medijalnim stranama moždanih hemisfera u oblasti gyrus hippocampi.



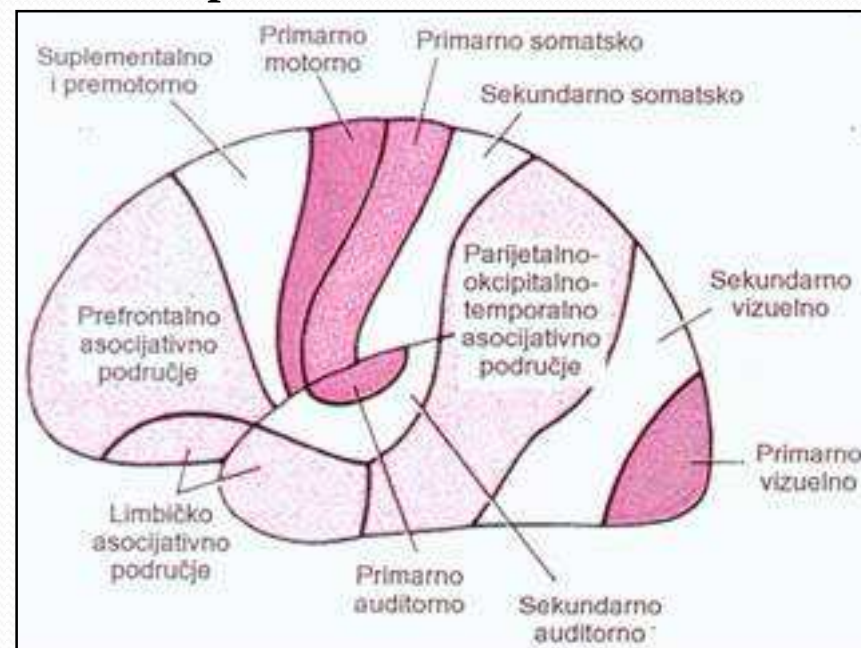
• KORTIKALNE OBLASTI ZA OSTALA ČULA

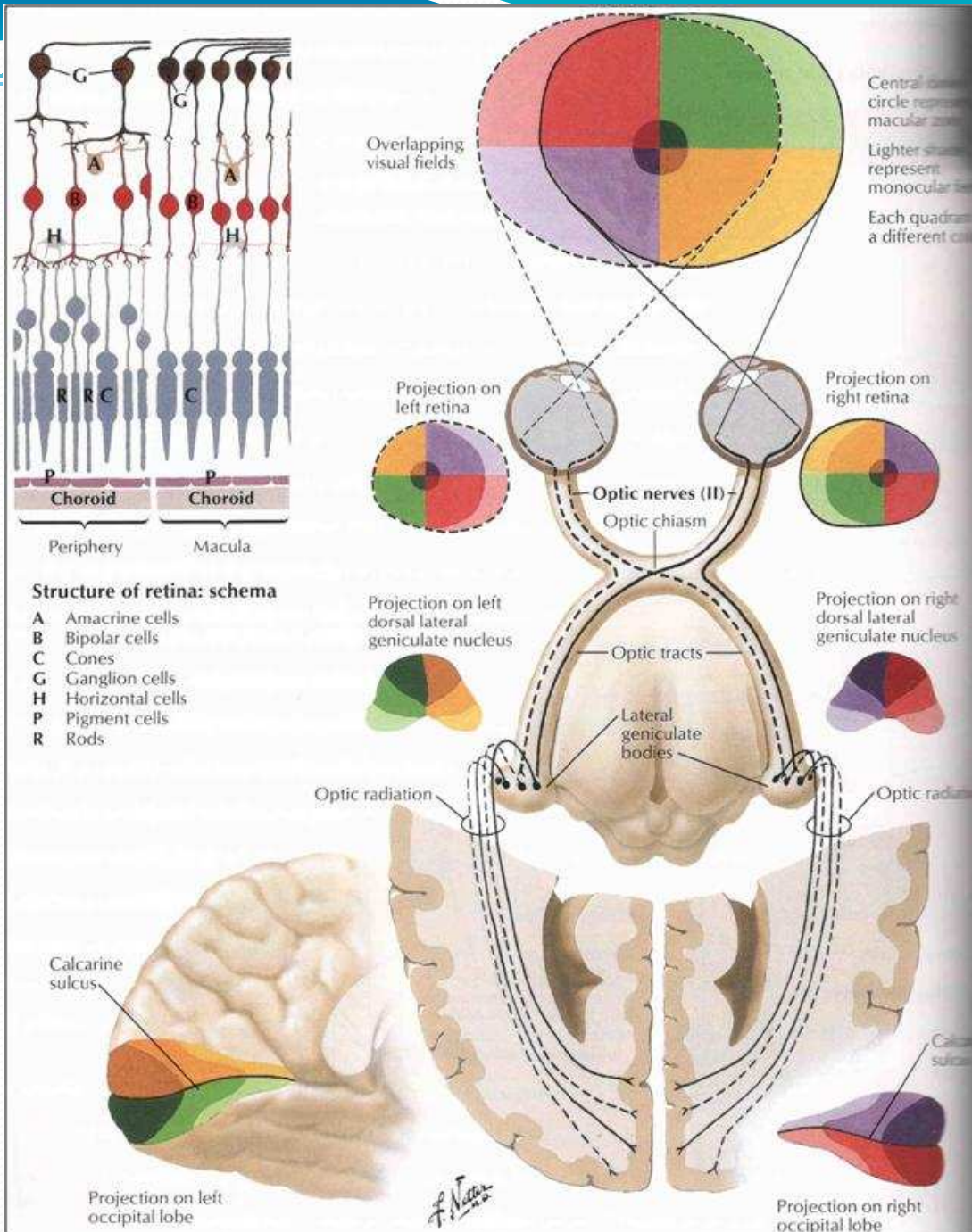
• Optička oblast

- Zadnje polovine okcipitalnih režnjeva
- Primarna vidna kora (17) – najzastupljenija projekcija optičkih impulsa iz fovee
- Sekundarna vidna područja (18) – obrada informacija iz primarne kore → oblik, 3D položaj, pokret, detalji, boja; (“vizuelna agnozija”)
- Hemianopsija i potpuno slepilo

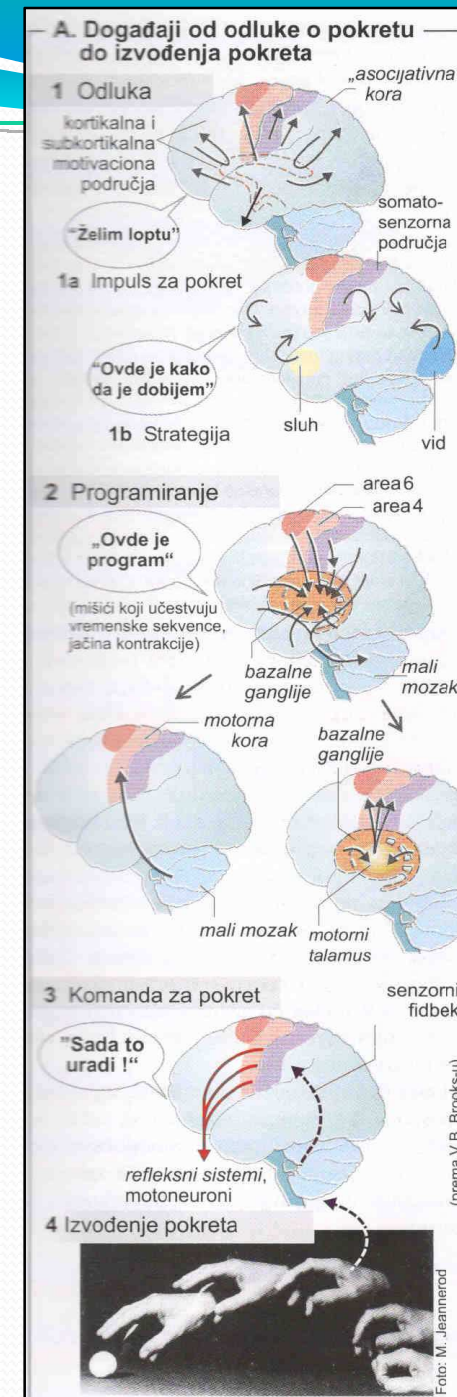
• Akustička oblast

- Supratemoralna ravan gornje temporalne vijuge
- Primarna slušna kora (41, 42) – zvuci visoke i niske frekvencije, raspoznavanje tonskih obrazaca i niza zvučnih informacija
- Asocijacione slušne zone (21, 22), “psihičke” ili “interpretativne” akustičke oblasti – interpretacija zvuka
- Vernikeova i Brokina oblast – vezane za govor i interpretaciju

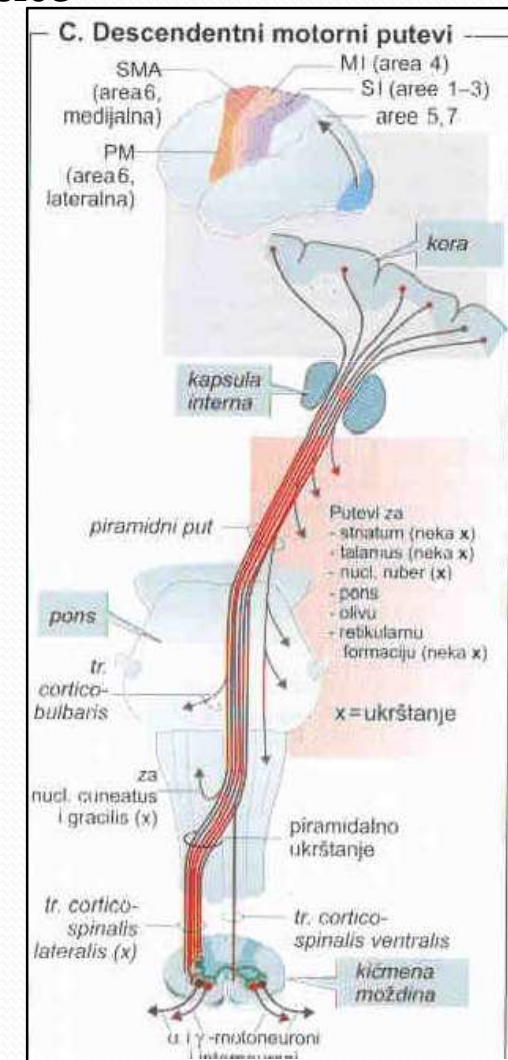
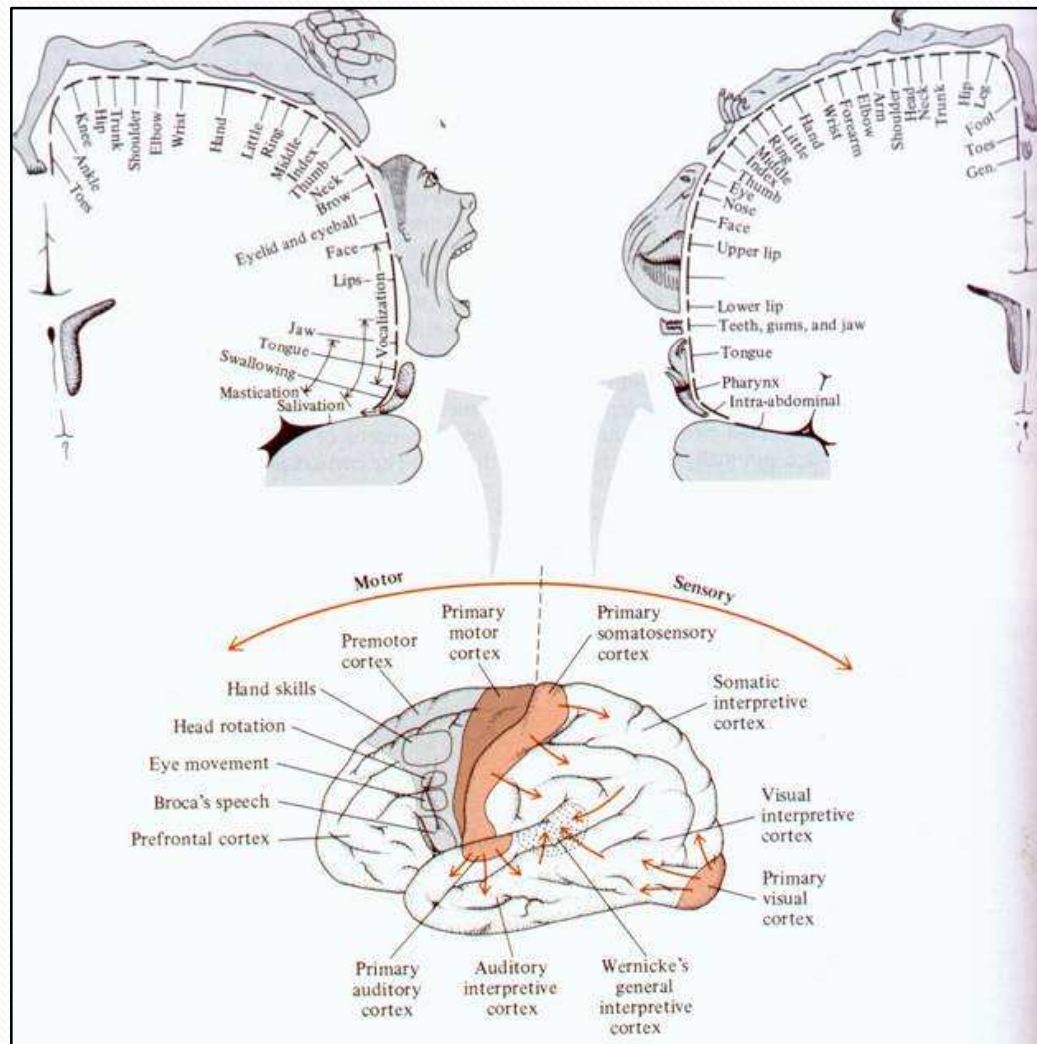




- **MOTORNI SISTEM**
- **POSTURALNI MOTORNI SISTEM** – održavanje uspravnog položaja, ravnoteže i prostorne integracije pokreta tela – senzomotorna funkcija
- Alfa motoneuroni u prednjem rogu kičmene moždine i jedrima kranijalnih nerava – završni putevi aktivacije skeletnih mišića
- Na alfa neurone preko niza interneurona utiču impulsi iz motorne kore, malog mozga, motornih centara moždanog stabla, kičmene moždine, aferentni neuroni sa periferije
- Voljna motorna funkcija
 - Odluka o pokretu
 - Programiranje (integracija sa iskustvom)
 - Komande za pokret
 - Izvođenje pokreta



- **Motorna kora**
 - **Primarna motorna kora (4)**
 - **Premotorno područje (6) – specifični pokreti**
 - **Suplementarno motorno područje (6) – jednostrani i obostrani pokreti**
- **Somatotopska organizacija motorne kore u odnosu na ciljne mišiće**



- **Kortikalne aference**

- **Periferija tela → talamus → primarna somatosenzorna kora → premotorna kora**
- **Bazalne ganglije → primarna motorna kora, premotorno područje, suplementarno motorno područje → prefrontalna asocijativna kora**
- **Mali mozak → talamus → primarna motorna kora, premotorno područje**
- **Senzorno i posteriorno područje parijetalne kore (somatosenzorni i vizuelni impulsi)**

- **Kortikalne eference**

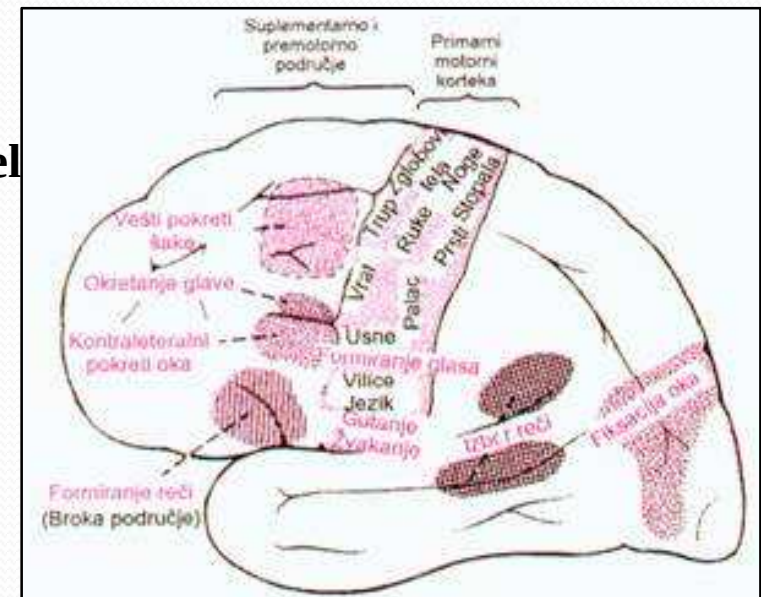
- **Kičmena moždina**
- **Subkortikalni motorni centri**
- **Kontralateralna kora (komisure)**

- **Piramidalni put – kortikospinalni i deo kortikobulbarnog trakta**

- **Specijalizovani regioni motorne kontrole**

- Brokino područje za govor - zona u operkularnom delu donje frontalne vijuge (pokreti usta i larinksa)
- Polje za voljne pokrete očiju – frontalno optičko polje u oblasti kaudalnog dela frontalnih vijuga (pokreti očne jabučice i glave ka suprotnoj strani tel)
- Region za okretanje glave - akcesorno motorno područje sa medijalnih strana moždanih hemisfera
- Region za vešte pokrete šake

Hemiplegija – povrede motorne zone ili poremećaj cirkulacije



- **BAZALNE GANGLIJE**

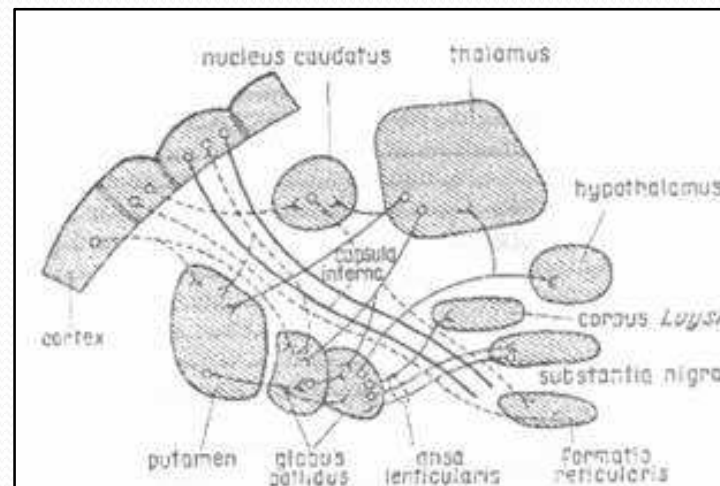
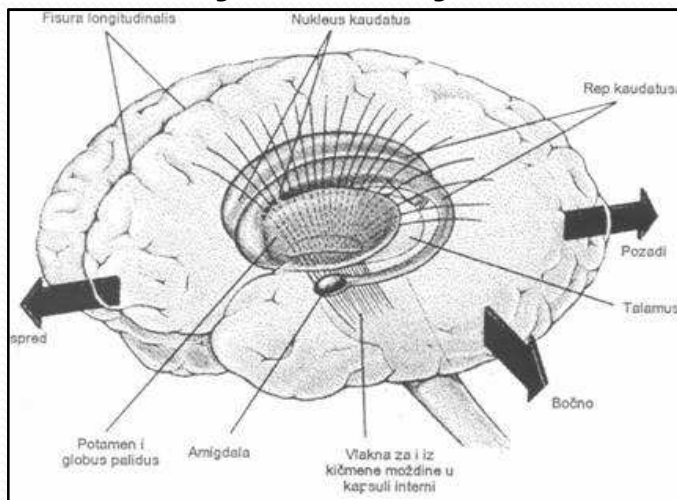
- **Kružni tok informacija – deo kortikokortikalnih signalnih petlji**

Asocijativne petlje iz frontalne i limbičke kore - mentalne aktivnosti (procena senzorne informacije, adaptacija ponašanja na emocije, motivacija, planiranje ponašanja)

- Skeletomotorne i okulomotorne petlje – koordinacija i kontrola brzine sekvenci pokreta
- Eferentne projekcije bazalnih ganglija – kontrola kondukcije talamokortikalnog signala
- Kora → putamen i nucleus caudatus (striatum) → bazalne ganglije
- Bazalne ganglije → retikularni deo substantije nigre i unutrašnji deo globus palidus

- **MALI MOZAK**

- Kontrolni centar motornih funkcija
- Aferentne i eferentne veze sa korom i periferijom
- Planiranje, izvođenje i kontrola pokreta, motorna adaptacija na nove sekvence



- **INTEGRACIJA SVIH DELOVA SVEOBUH VATNOG MOTORNOG KONTROLNOG SISTEMA**

- Spinalni nivo – lokalni obrasci za svaku mišićnu regiju tela; mogu biti modifikovani od viših nivoa regulacije
- Nivo rombencefalona – (1) održavanje aksijalnog tonusa u cilju stajanja i (2) menjanje različitih pravaca u cilju održavanja ravnoteže
- Kortikospinalni nivo – motorni signali od motorne kore do kičmene moždine, modifikacija spinalnih refleksnih radnji
- Udružena funkcija cerebeluma
 - Sa kičmenom moždinom – povećava refleks istežanja
 - Sa moždanim stablom – finoća posturalnih pokreta
 - Nivo motorne kore – pomoćne motorne komande, regulacija početka i kraja uključí/isključí reakcije; fina preraspodela pokreta iz jednog u drugi pravac; regulacija brzih pokreta
- Udružene funkcije bazalnih ganglija
 - Pomaže korteksu da izvrši podsvesne, naučene obrasce pokreta
 - Pomaže planiranje multiplih paralelnih i nadovezanih obrazaca pokreta
 - Pisanje različitih slova, bacanje lopte... – brzo/sporo izvođenje
 - Regulacija planirajućih/misaonih pokreta
- Podsticaj na akciju – motivacija na pokret dolazi iz limbičkog sistema