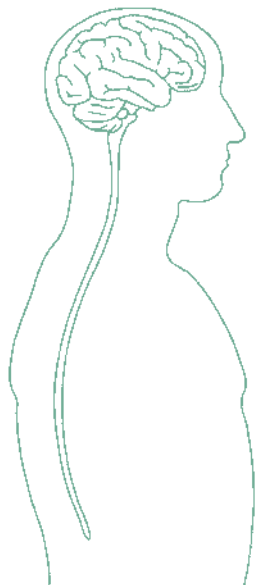


Živčni sistem

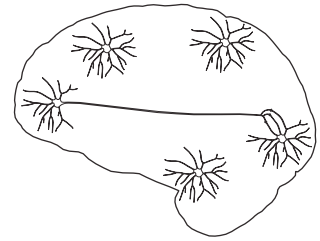


Človeški centralni živčni sistem – možgani in hrbtenjača

Osnovna zgradba

Živčni sistem sestavljajo možgani, hrbtenjača in periferni živci. Gradijo ga živčne celice, imenovane nevroni, in podporne celice, ki jim pravimo glija ali neuroglija.

Obstajajo tri poglavitne vrste **nevronov**. **Senzorični nevroni** so povezani z receptorji, ki so specializirani, da zaznajo različne lastnosti notranjega in zunanjega okolja in nanje odgovorijo. Receptorji, ki zaznajo spremembe v svetlobi, zvoku, mehaničnih in kemičnih dražljajih, služijo čutnim modalnostim vida, sluha, dotika, vonja in okusa. Ko mehanični, termični ali kemični dražljaji na kožo presežejo določeno intenziteto, lahko povzročijo poškodbo tkiva in ob tem se aktivira posebna vrsta receptorjev, imenovanih nociceptorji; ti spodbudijo zaščitne reflekse in občutek bolečine (več v 5. poglavju, o dotiku in bolečini). **Motorični nevroni**, ki nadzorujejo aktivnost mišic, so odgovorni za vse vrste obnašanja, vključno z govorom. Med senzorične in motorične nevrone so postavljeni internevrone. Teh je daleč največ (v človeških možganih). **Internevrone** posredujejo tako preproste reflekse kot najvišje možganske funkcije. Za **celice glije**, za katere se je dolgo mislilo, da je njihova funkcija samo podpora nevronom, se sedaj ve, da pomembno prispevajo k razvoju živčnega sistema, imajo pa tudi pomembno funkcijo v odraslih možganih. Čeprav jih je mnogo več kot nevronov, ne prenašajo informacije na tak način kot nevroni.



Nevroni imajo posebno zgradbo: sestavlja jih **telo celice** in dva niza dodatnih **izrastkov**. Prvi niz se imenuje **aksoni**. Njihova naloga je prenos informacije iz nevrone, ki mu pripadajo, na nevrone, s katerimi je ta nevron povezan. Drugi niz se imenuje **dendriti** – njihova naloga pa je, da sprejmejo informacijo, ki jo prinašajo aksoni sosednjih nevronov. Obe vrsti izrastkov sodelujeta v posebnih stikih, imenovanih **sinapse** (več v 2. in 3. poglavju, o akcijskem potencialu in kemičnih obveščevalcih). Nevroni so organizirani v kompleksne verige in omrežja, ki so poti, skozi katere se prenaša informacija v živčnem sistemu.

Možgani in hrbtenjača so povezani s senzoričnimi receptorji in mišicami preko dolgih aksonov, ki gradijo periferne živce. **Hrbtenjača** ima dve funkciji. Prva je, da je sedež reflexov (preprostih, kot je hiter odmik okončine z vroče ali ostre stvari, pa tudi bolj kompleksnih), druga pa, da tvori "avtocesto" med možgani in telesom, po kateri v obe smeri potujejo informacije.

Te osnovne strukture živčnega sistema so enake pri vseh vretenčarjih. Posebnost človeških možganov je njihova precejšnja velikost v primerjavi z velikostjo telesa. To je posledica velikega povečanja števila internevronov med evolucijo, ki omogoča ljudem nedoločljivo veliko število možnih odgovorov na okolico.

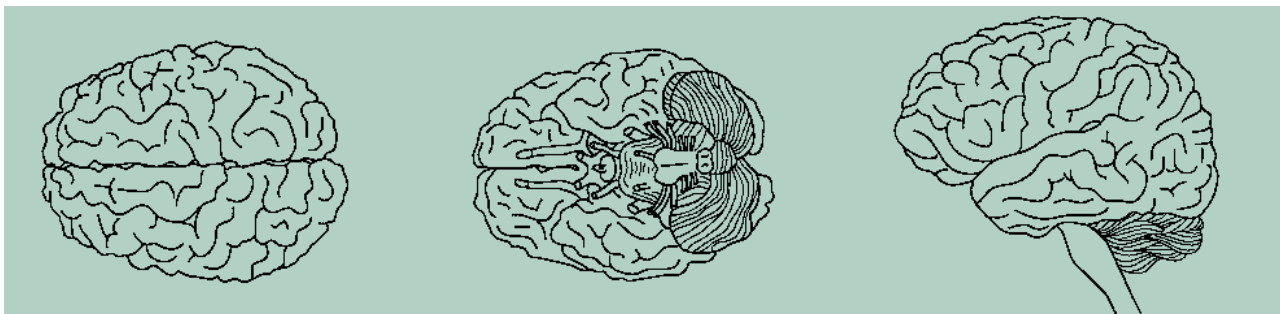
Anatomija možganov

Možgani so sestavljeni iz **možganskega debla** in **možganskih polobel**.

Možgansko deblo se deli na podaljšano hrbtenjačo, mezencefalon ali srednje možgane ter diencefalon ali medmožgane. Podaljšana hrbtenjača je, kot ime pove, podaljšek hrbtenjače. V njej so omrežja nevronov, ki sestavljajo centre za nadzor življenjskih funkcij, kot sta dihanje in krvni tlak. Z ostrejša podaljšane hrbtenjače izraščajo **mali možgani**, ki igrajo osrednjo vlogo pri nadzoru gibanja in njegovi časovni opredelitvi (več v 7. in 9. poglavju, o gibanju in disleksiji).

Mezencefalon vsebuje skupine nevronov, ki z aksoni segajo (projicirajo) v možganski polobli. Vsaka skupina nevronov uporablja poseben tip kemičnega prenašalca. Te skupine nevronov naj bi vplivale na aktivnost nevronov v višjih centrih možganov, kar uravnava funkcije, kot so spanje, pozornost in nagrajevanje.

Diencefalon se deli v dva zelo različna predela, imenovana **talamus** in **hipotalamus**. Talamus posreduje impulze iz



Človeški možgani, gledani od zgoraj, od spodaj in s strani.

vseh čutilnih sistemov v možgansko skorjo, ki nato pošilja sporočila nazaj v talamus. Ta vidik povratne povezave je vznemirljiva značilnost možganov: informacija ne potuje samo v eno smer. Hipotalamus nadzira funkcije, kot so hranjenje in pitje, uravnava pa tudi izločanje hormonov, vpletenih v spolne funkcije.

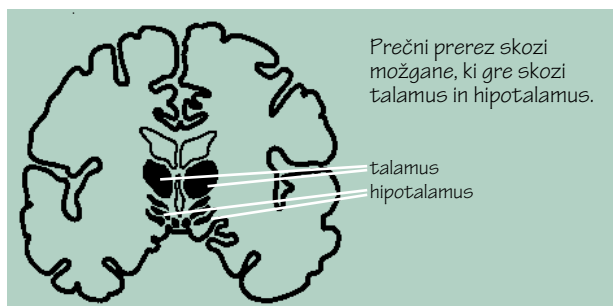
Možganski polobli (hemisferi) sta sestavljeni iz **globokih jeder** (s tujko: bazalnih ganglijev) v notranjosti in velike toda tanke površinske plasti nevronov, ki sestavljajo sivino **možganske skorje**. Bazalni gangliji igrajo osrednjo vlogo v začenjanju in nadzoru gibanja (več v 7. poglavju, o gibanju). Stisnjena v omejeni prostor lobanje, se mora možganska skorja nagubati in zviti v vijuge, kar omogoča plasti nevronov, da doseže dosti večjo površino, kot bi bilo sicer možno. Tkivo možganske skorje je najvišje razvito področje človeških možganov in je štirikrat večje kot pri gorilah. Razdeljeno je v veliko število diskretnih področij, ki se med seboj razlikujejo po slojih, ki jih gradijo, in povezavah, ki jih tvorijo. Funkcije mnogih teh področij že poznamo: tako ločimo vidno, slušno in vohalno področje, senzorična področja, ki dobivajo informacijo iz kože (imenovana somestetična področja), in različna motorična področja. Poti iz senzoričnih receptorjev v možgansko skorjo in iz skorje v mišice prečijo z ene strani na drugo. Tako so torej gibanja v desni strani telesa nadzorovana v levi strani možganov (in obratno). Podobno pošilja leva stran telesa senzorične signale v desno poloblo, tako da na primer informacije o zvokih, ki jih zazna levo uho, večinoma dosežejo skorjo desne poloble. Kljub temu pa polobli ne delujeta izolirano druga od druge: leva in desna možganska skorja sta povezani z debelim snopom vlaken, imenovanim **korpus kalozum**.

Možgansko skorjo potrebujemo za izvajanje hotenih gibov, za razumevanje jezika, govorjenje in višje funkcije, kot sta razmišljanje in pomnjenje. Mnogo teh funkcij opravljata obe strani možganov, toda nekatere so predvsem izraz delovanja le ene od obeh polobel. Poznamo že področja, povezana z nekaterimi višjimi funkcijami, kot na primer z govorom (ki ima pri večini ljudi »sedež« v levi polobli). Vsekakor pa se moramo o možganih še veliko naučiti, predvsem o zanimivih temah, kot je na primer zavest. Zato je raziskovanje funkcij možganske skorje eno najbolj aktivnih in vznemirljivih področij raziskav v nevroznanosti.



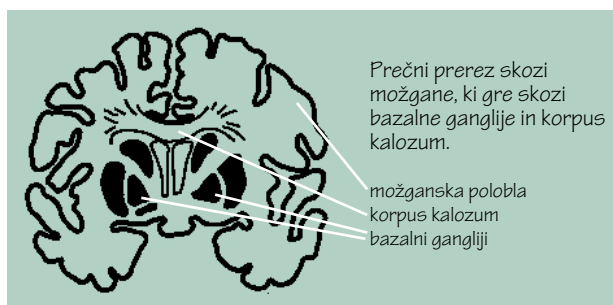
Stranski pogled na možgane, ki kaže razmejitev med poloblama, možgansko deblo in njegovo razširitev – male možgane.

možganska polobla
mali možgani
možgansko deblo



Prečni prerez skozi možgane, ki gre skozi talamus in hipotalamus.

talamus
hipotalamus



Prečni prerez skozi možgane, ki gre skozi bazalne ganglije in korpus kalozum.

možganska polobla
korpus kalozum
bazalni gangliji

Oče moderne nevroznanosti, Ramon y Cajal, za svojim mikroskopom leta 1890.



Cajalove prve slike nevronov in njihovih dendritov.



Cajalove odlične risbe nevronov – ti so v malih možganih.

