# Živčna regulacija

* razvojno je ta regulacija mlajša in hitrejša
* organski živčni sistem, ki nadzira živčno regulacijo se deli na 1. centralni (osrednji) živčni sistem: možgani&hrbtenjača in 2. okrajni ali periferni živčni sistem: živci, ki posredujejo ukaze v vse dele telesa. Druga delitev pa je na avtonomni in somatski živčni sistem.

## Živčna celica

* živčne celice dosežejo do 0,5m; so največje, tanke in dolge (razmerje med S in V je veliko)
* nevroni se nahajajo v živcih (čutilnih, motoričnih), razen internevroni so samo v centralnem živčnem sistemu, v živcih jih ni, prav tako nimajo mielinske ovojnice

Poznamo **tri** osnovne tipe:

* gibalna živčna celica ali motorični nevron
* čutilna ž.c. ali senzorični nevron
* povezovalna ž.c. ali asociacijski nevron (internevron)
1. Gibalna ž.c.: ima kratke izrastke dendrite in en dolg izrastek ali akson, ki se konča s prostimi živčnimi končiči. Vloga: povezujejo centralni živ. sist. z efektorji=>mišice, žleze; odgovorne za končni efekt - premik uda, refleks, ki prihajajo iz central. živ. sist.
2. Čutilna ž.c.: ima en kratek akson in en dolg dendrit; obe celici se vzdražita ali vzburita in obe imata mileinsko ovojnico. Čutilni nevroni povezujejo čutila s centralnim ž.s.; čutilni in motorični nevroni se med sabo povezani direktno ali preko intenevronov
3. Povezovalna ž.c.: podobne so motoričnim=>veliko kratkih izrastkov dendritov (dendritsko drevo) in en dolg akdon, ki se konča s prostimi živčnimi končiči
* gibalna in čutilna živčna celica so obdane s Schwannovo celico, ki je navita okrog aksona (pri gibalnih) in dendrita (pri čutilnih); ima tudi jedro
* mielin je lipid, ki se nahaja v citoplazmi Schwannove celice=>zato rečemo mielinska ovojnica; le-ta je prekinjena in ne obdaja v celoti izrastkov ► ti deli so goli deli aksona in se imenujejo Ranvierovi zažetki=na teh pride do električnih sprememb
* mielinska ovojnica pospeši spremembe (hitreje se širijo po aksonu do efektorja)=>saltatorično širjenje (preskakovanje)
* na koncu aksona se nahajajo prosti živčni končiči, ki so lahko na koncu odebeljeni=>na teh delih so kemične snovi - nevrotransmiterji ali živčni prenašalci. Iz ene celice se sprostijo in potujejo do druge,npr. adrenalin, dopamin, serotonin, acetilholin, endorfini=>sproščajo iz živčnih celic. Te kemične snovi se sproščajo v t.i. sinaptične špranje ali sinapse in se vežejo na membrano naslednje celice, kjer so posebni receptorji, ki se prostorsko ujemajo z določenim živčnim prenašalcem (ključ-ključavnica).

(Droge delujejo tako kot NTM, zasedejo prostor na membrani in NTM ne nastajajo več => abstinenčni sindrom)

### Sinapse

* so povezave med živčnimi celicami, med prostim živčnim končičem predhodne in dendritom naslednje. Membrana prostega živčnega končiča=presinaptična membrana; membr. dendrita=postsinaptična membr..
* NTM so v prostih živčnih končičih obdani z membrano in se po principu eksocitoze izločajo v sinaptično špranjo in se vežejo na receptorje

### Širjenje električnega impulza

* vzburjenje – električna sprememba ali električni impulz => e.i. nastajajo na golih delih aksona
* e.i. se širijo po mieliziranih in nemieliziranih aksonih, po slednjih gre hitreje – saltatorično širjenje (multipla skleroza – razpadanje mielinske ovojnice – težje gibanje, ohromelost)
* membrana živčne celice je selektivno prepustna; ko živčna celica ni vzburjena je v notranjosti celice večja konc. K+ ionov in negativno nabitih beljakovin. Površina membrane je negativno nabita; v celici prevlada negativni naboj beljakovine (K+ je manj kot beljakovin). Okolica membrane (medceličnina) ima + naboj; tu je večja konc. Na+ ionov in Cl- ionov

+ + + + + + + + + + + + Na+ > Cl-

- - - - - - - - - - - - - - - - beljak. > K+ določena napetost (U=70mV),zaradi različne konc. ionov + proti –

 (kadar je mirovno stanje)

Ta napetost se imenuje mirovni membranski potencial – MMP. To ni negativna napetost, temveč napetost membrane; membrana ne spusti Na+ ionov v notranjost (kadar ni vzburjena).

* živčne celice so veliki porabniki energije, porabljajo veliko ATP => zato ne pride do difuzije, to preprečuje aktivni transport. 30mV - impulz ali vzburjenje (traja stotinko sekunde)

 MMP – celica ni vzburjena

* ustrezni dražljaj celico vzburi=> adekvaten dražljaj – energetske spremembe v okolju (spr.toplote, pritiska, svetlobe) povzročijo vzburjenje. Po jakosti mora biti dovolj velik – pražni dražljaj (če niso dovolj močni podpražni dražljaj)
* živčne celice delujejo po zakonu vse ali nič => če je dražljaj dovolj močan se celica vzburi, če ne pa ne

### AP – akcijski potencial

* membrana je polarizirana
* AP je električna sprememba, ki nastane na membrani in jo sprožijo pražni dražljaji – celica odgovori po zakonu vse ali nič; dražljaji so sprememba prepustnosti membrane, odprejo se Na+ in K+ kanali; po principu pasivnega transporta prehajajo Na+ ioni v notranjost celice K+ pa ven => s področja višje konc. gredo tja kjer jih je manj

 Na+  + + + + + + + - - - - - - + + + + + + + <= zamenjava ali obrnitev naboja

- - - - - - - - - + + + + + - - - - - - - - - K+ jih je manj kot Cl-, zato je negativen naboj

 depolarizacija membrane = odgovor celice = AP

Odgovor celice imenujemo AP (impulz ali AP ali vzburjenje). Če je dražljaj večji se poveča količina odgovorov in ne frekvenca.



pražni dražljaj - če je dražljaj zelo hud, občutimo kot bolečino (preveč odgovorov), čutnice se včasih tudi navadijo na dražljaje

Odgovor je začasen, traja stotinko sekunde, potem se celica vrne v izhodiščno stanje s pomočjo encima natrijevakalijeva črpalka (predstavlja aktivni transport; porablja veliko ATP) => ta začne črpati Na+ ione iz celice nazaj v medceličnino, K+ pa nazaj v celico. Temu vračanju membrane v prvotni položaj rečemo repolarizacija; do nje prihaja v dendritih, prostih živčnih končičih, Ranvierovih zažetkih, itd.

V prostih živčnih končičih se nevrotransmiterji. Vzburjenje na njihovi membrani povzroči sprostitev NTM v sinapse. Električna sprememba se prevede v kemični dražljaj. Ti NTM, ki so v sinaptični špranji, se začasno vežejo na membrano dendrita na receptorje po principu ključ-ključavnica in povzročijo nastanek AP. Sledi depolarizacija membrane. Po vzburjenju se NTM razgradijo ali pa se vrnejo nazaj v vezikle.

## Refleksni lok

### Zgradba hrbtenjače (hrbtenjača ali spina)

* je organ v obliki cevi, sega od vratnih do ledvenih vretenc, prib. 50cm, vrvičaste oblike prib. za prst debela
* hrbtenjača je del centralnega živčnega sistema, dobro je zaščitena: prva plast zaščite je kompaktna zunanja vezivna ovojnica; druga plast: hrbtenični kanal – vretenca so med seboj sklepno povezana, kar omogoča gibanje + dobro zaščito
* iz hrbtenjače izhaja 31 parov hrbtenjačnih ali spinalnih živcev => ti so pomembni, ker povezujejo centralni živčni sistem s prečno-progastimi mišicami; včasih lahko pride do ukleščenja živca (bolezen lumbago), med vretenci se namreč nahaja zelo trd vezivni hrustanec in ko se ta obrabi se živec lahko uklešči (operativni poseg)
* spinalni živci so mešani živci (skupek živčnih vlaken), ker vsebujejo motorična in senzorična vlakna; najdaljši spinalni živec je ischiadius (nisem čist prepričana, če se tak napiše), če pride do vnetja - bolezen išias
* tetraplegija – ohromelost od vratu navzdol; paraplegija – ohromelost od pasu navzdol

V prečnem prerezu hrbtenjače ločimo dve vrsti tkiv:

1. notranje – sivina (v obliki metulja pri vretenčarjih); siva je zaradi teles živčnih celic (povezovalnih in gibalnih), v sivino segajo tudi prosti živčni končiči čutilnih nevronov. V sredini sivine je centralni ali hrbtenjačni kanal, v katerem se nahaja hrbtenjačna tekočina ali likvor, gre za bistro tekočino v kateri ni mikroorganizmov in krvi; pomembna je za prehranjevanje živčnih celic. Punkcija – odvzem likvorja za preiskave, lahko pride do vnetja možganskih ovojnic=>meningoencefalitis ali meningitis
2. zunanje – belina: vsebuje izrastke čutilnih in gibalnih nevronov, ki jih obdaja mielinska ovojnica, ki daje belo barvo

### Refleksni lok & refleksi

* refleksni lok je pot, ki je naredi vzburjenje od čutila ali senzorja do efektorja (mišice).
* pri novorojenčkih preverjajo sesalni, oprijemalni in zenični refleks (razvitost živčnega sistema)
1. Enostaven refleks: pot vzburjenja poteka od senzorja po senzoričnih nevronih v hrbtenjačo. Senzorična živčna vlakna vstopajo v hrbtenjačo v hrbtnem delu (hrbtnem rogu) sivine. V hrbtenjači vzburjenje direktno preskoči preko sinaps na motorični nevron; vmes ni povezovalnih nevronov, zato je to najbolj enostaven refleks. Vzburjenje po nevronih po najkrajši poti poteče do mišic.

Primer: pogačični ali kolenski ali patelni refleks, če se zbodemo z buciko (v tem primeru služi za povezavo med prostimi živčnimi končiči in motoričnim nevronom internevron)

1. Sestavljen refleks: kašljanje in kihanje (udeleženo še možgansko deblo), hoja (skorja velikih možganov).

## Avtonomni ali visceralni živčni sistem (a.ž.s.)

* deluje samodejno, brez vpliva naše volje; oživčuje notranje organe (dihala, srce, jetra, ledvice, želodec, trebušna slinavka, tanko&debelo črevo, mehur, žleze slinavke v ustni votlini, solzne žleze, šarenica).
* center za a.ž.s. je v medmožganih – hipotalamus
* vlakna a.ž.s. izhajajo iz hrbtenjače in iz podaljšane hrbtenjače ter oživčujejo žleze in gladke mišice.

Deli se na dve veji, ki uravnavata delovanje notranjih organov; se med sabo dopolnjujeta, sta uravnoteženi, ena brez druge ne moreta:

1. **Simpatikus =>** pospešuje delovanje (bolj aktivno, hitreje); prevlada podnevi
2. **Parasimpatikus =>** zavira delovanje; prevlada ponoči

**Simpatikus**: vlakna izhajajo iz prsnega in ledvenega dela hrbtenjače; ta vlakna so primešana spinalnim živcem. Vlakna simpatikusa se ob hrbtenjači združijo v verigo hrbtenjačnih oz. simpatičnih vozlov ali ganglijev (živčna središča).

**Gangliji** so dveh vrst: hrbtenjačni in avtonomno živčni (?) in se nahajajo ob hrbtenjači in v trebušni votlini=> tu ima simpatikus večje ganglije. Iz ganglijev se živčne celice (vlakna) razvejijo v pletež

**Pletež** – preplet živčnih vlaken, ki oživčuje notranje organe; trebušni pletež=>sončni pletež ali pleksus solaris. Udarci v trebušno votlino povzročijo vzburjenje pleksusa do te meje da lahko ta zavira delovanje notranjih organov => pride do močne bolečine.

**Parasimpatikus**: vlakna izhajajo iz podaljšane hrbtenjače in iz križnega dela hrbtenjače. Parasimpatična vlakna so združena tudi v desetem možganskem živcu – **klatežu** (tudi obhodni možganski živec ali vagus), ki oživčuje večino notranjih organov (razen debelega črevesa in mehurja). Značilno je da vlakna parasim. tvorijo manjše ganglije, ki so v neposredni bližini organa, ki ga oživčujejo (in ne tvorijo verige ob hrbtenjači kot pri simpat.).

## Možgansko deblo

Je del centralnega živčnega sistema in je sestavljen iz podaljšane hrbtenjače in iz srednjih možganov. Omogoča nam osnovne življenjske funkcije.

### Podaljšana hrbtenjača

* leži v zatilnem delu – največji del je mostič ali pons
* v pod. hrbtenj. so centri življenjsko pomembnih funkcij ali vitalnih refleksov => dihalni center, srčni utrip, uravnava premer žil – krvni tlak, center zavesti (celice, ki so odgovorne za zavest so v obliki mrežaste tvorbe; pri močnih udarcih nazaj pride zasuka glave nazaj - knockout)
* tu nista več jasno ločeni belina in sivina, oblikujejo se posamezna jedra sivine in iz teh izhajajo posamezni živci (od 5. do 12. para)

### Srednji možgani

* nadaljevanje hrbtenjače; pomembni so kot preklopno središče med hrbtenjačo in velikimi možgani
* vsebujejo strukture, ki nadzorujejo refleksne gibe
* v njih je posebno področje, ki ga imenujemo **črna substanca** – ta izloča NTM dopamin (vzbuja občutke ugodja) pri poškodbah srednjih možganov – so vezane na parkinsonovo bolezen
* **rdeče jedro** ali nucleus-ruber povezuje informacije, ki prihajajo iz velikih in malih možganov. Te informacije vplivajo na hojo – mišice (značilna napetost mišic) in s tem v zvezi na mišični tonus => če mišičnega tonusa ni, potem mišica uplahne.

### Medmožgani

* medmožganov NE prištevamo k možganskemu deblu
* delimo jih na tri področja:hipotalamus, talamus, **epitalamus**
* V **talamusu** se razvrščajo informacije iz čutilnega dela velikih možganov (zvita vrv – refleksno reagiranje) ; je tudi pomembno preklopno središče med velikimi možgani in hrbtenjačo
* **Hipotalamus** nadzoruje delovanje avtonomnega ž. s. in hormonskega sistema, homeostazo, v njem je središče za uravnavanje telesne temperature, središča za nastanek občutkov (lakota, sitost), središča za čustvovanje - jeza, agresija; tu lahko nastajajo psihosomatske motnje – povezane z \_\_\_\_\_\_\_ (?)

### Mali možgani (MM)

* nahajajo se za možganskim deblom; razdeljeni so v dve polobli: 1. belina (znotraj), 2. sivina (okrog, kot možganska skorja)
* njihovo delovanje še ni povsem raziskano

V malih možganih so:

1. **središča za ravnotežje in usklajenost gibov** – koordinacija (pri ptičih so MM najbolj razviti, v zraku je navigacija in koordinacija bolj potrebna). Od razvoja MM je odvisna orientacija v prostoru; ravnotežni organi npr. uho posredujejo inf. do MM. Na razvoj MM vpliva gibalno učenje (npr. učenje instrumenta, treniranje športa).
2. nekateri **centri spomina** (kratkotrajni spomin)

### Veliki možgani

* največji in najpomembnejši del možganov (v tem delu operirajo predvsem za bolezni vezane na epilepsijo); prostorinina: 1450 cm3; masa=prib. 1kg; v možganih je velika količina vode
* razdeljeni na **dve polobli** ali **hemisferi**: leva (nadzoruje desno polovico telesa) in desna (levo polovico telesa), ki sta povezani z gredo (belina). L in D hemisfera sta razdeljeni v **štiri režnje**:
* sprednji del ali frontalni reženj: središča za gibanje, logično in razumsko mišljenje, sklepanje, prostorska predstava, govor, ritem, obrazi, vzorci
* temenski reženj: čutilna središča – zavemo se občutkov
* zatilni reženj: središča za vid (globinsko gledanje), barvno gledanje
* senčni reženj: središča za sluh (po slušnem živcu prihajajo sporočila v veliko možgane)
* delovanje L in D polovice je bolj ali manj usklajeno
* skorja velikih možganov ali sivina (močno nagubana) in notranjost ali belina
* veliki možgani so dobro zaščiteni: od zunaj jih ščitijo lobanjske kosti, od znotraj pa tri možganske ovojnice (zunanja je trda). Med temi tremi ovojnicami je možganska tekočina ali likvor (gre za isto možg. tekočino kot v hrbtenjači). Meningoencefalistis – vnetje možganskih ovojnic=>te otečejo in pritiskajo na možgane; povzročajo tudi meningokoki.
* duševne bolezni – motnje v delovanju živčnih celic – manična depresija, shizofrenija

**Limbična skorja (ali čustveni možgani):** najstarejši del velikih možganov. Tu se nahajajo centri čustvovanja in nagonskega vedenja (ugodje, strah, jeza, ljubezen + spomini na ta čustva; spolni nagon, nagon po samoohranitvi). Določene vonjave lahko sprostijo prijetne spomine.