

HORMONALNI SISTEM

(hormone izločajo različne) Žleze z notranjim izločanjem:

⇒ HORMONALNI/ENDOKRINI SISTEM: vse žleze, ki izločajo hormone v kri (notranjost telesa)

- Naloga: s hormoni deluje neposredno pri homeostatskih procesih
 - 1 **hormonalne celice** pospešeno tvorijo hormone: tako uravnajo nastale notranje spremembe zaradi vpliva zunanjih sprememb
 - 2 **hormoni**(obveščevalne snovi): delujejo na tarčne celice
 - 3 **tarčne celice**:začnejo popravljati razmere,nastale zaradi sprememb
- Sestava organa - ŽLEZE Z NOTRANJIM IZLOČANJEM: tkivo z hormonalnimi celicami + druga tkiva
- Delovanje:
 - 1 v notranjosti hormonskih celic se tvorijo hormoni (mehurčki) z ekscitotozami(hormonske molekule)
 - 2 mehurčki se odprejo navzven & spustijo vsebino v kri
 - 3 sporočila v obliki hormonov prispejo po krvi do tarčnih celic
 - 4 tarčne celice imajo receptorske celice(beljakovine, ki so značilne za vsako vrsto hormona)-nahajajo se na zunanjih membranah ali v notranjosti celic, kamor se lahko hormon veže
 - **tarčni organ**: tarčne celice zbrane na enem mestu v enotnem organu (Večina organov je iz ene vrste tarčnih celic, tako da nanje deluje le ena vrsta hormona-ni nujno)
 - hormon lahko na različne tarčne celice v različnih organih deluje različno
- Nahajanje in Vrste žlez:
 - o v možganih: češarika/epifiza , možganski podvesek/hipofiza
 - o vratni in prsni del: ščitnica in obščitnične žleze in priželjc
 - o trebušna votlina: nadledvična žleza in trebušna slinavka(je tudi žleza z zunanjim izločanjem-izloča prebavne sokove)
 - o prebavni trakt: žleze tu niso zbrane v enotne žleze-so posamič razporejene po steni trakta
 - o spodnji del trebušne votline: spolne žleze (jajčniki / moda)

Žleze z zunanjim izločanjem:

- Žleze: žleze znojnice, slinavka, vse prebavne žleze
- Delovanje: izločajo svoje izločke skozi izvodila navzven

Hormoni v tarčnih celicah spremenijo metabolizem:

- hormoni so organske snovi
- ⇒ Delitev hormonov glede na zgradbo:
 - o lipidi (vrsta maščob)

- o peptidi
- o izpeljanke (ene od aminokislin)

⇒ Vrste mehanizmov delovanja hormona na tarčne celice:

- hormoni se vežejo na receptorske molekule v membrani tarčne celice
- hormoni pridejo skozi plazemsko membrano & se vežejo na receptorske molekule v notranjosti tarčne celice



VEZAVA HORMONA SPREMENI OBLIKO RECEPTORSKE MOLEKULE IN SPROŽI ODGOVOR NA HORMON:

- o **Peptidi:** kratke verige aminokislin -

- 1 (topne v vodi) ne morejo skozi membrano - vežejo se na receptorske molekule v membrani
- 2 receptorske molekule delujejo na druge molekule v notranjem delu membrane

...→ receptorske molekule so posrednik med sporočilom, ki ga nosi hormon, in sporočilom, ki mora priti v celice

- 3 molekula na notranjem delu membrane posreduje to sporočilo naprej drugim molekulam tik pod membrano
- 4 nazadnje ga sprejme molekula, ki prenese sporočilo iz območja membrane na ustrezno mesto v notranjosti
- 5 v notranjosti ta molekula dokončno sproži ali pospeši delovanje celičnih encimov

- o **Lipidi:**

- nastanejo iz holesterola (dobimo ga z hrano & iz jeter)
- Tvorijo jih spolne žleze, skorja nadledvične žleze, posteljica

 - 1 (topni v membranah) preidejo v notranjost celice
 - 2 ko preide v tarčno celico, se lipid veže na receptor
 - 3 lipid in receptor skupaj tvorita aktiviran kompleks
 - 4 aktivni kompleks preide skozi jedrni ovoj in se veže na DNK in aktivira specifične gene
 - 5 začne proizvodnja točno določenih beljakovin

 - **Prvotni prenašalec=hormonska molekula:** molekule prenašajo naprej sporočilo od receptorske celice na druge molekule - sporočilo je spremenjena molekula, ki s spremembo spremeni drugo molekulo
 - **Drugotni prenašalec=ciklični ATP:** molekula, ki je sporočilo sposobna prenesti tudi na ustrezno mesto, globlje v notranjost - v celici aktivira še druge molekule, ki pospešijo odgovor tarčne celice.

Hipofiza/Možganski podvesek: (uravnava delovanje žlez z notranjim izločanjem)

- Lega: v majhni koščeni votlini na lobanjskem dnu
- Sestava:
 - o **Sprednji režanj:** nadzorna žleza-njeni hormoni (razen rastnega) nadzirajo delovanje drugih hormonskih žlez (izloča razne hormone, ki so v kemična sporočila, kako naj druge žleze povečajo proizvodnjo hormonov)

o Zadnji reženj

- Naloga: preko drugih žlez posredno vpliva na delovanje končnih tarčnih žlez
 - Hipofiza je s hipotalamusom povezana s kratkim tršatim pecljem, skozi katerega potekajo žile in živci
 - 1 po dolgih živčnih celicah potujejo živčni impulzi/električni impulzi vplivajo na mehurček
 - 2 mehurček se navzven odpre&spoji z membrano v notr.živč.končičev
 - 3 sprosti se vsebina/kemično sporočilo iz mehurčka
 - 4 kemično sporočilo se sprosti iz živčnih celic v krvne kapilare(te snovi razširjajo na enak način kot hormoni)
 - **živčni hormoni/nevrohormoni**: obveščevalne snovi
 - **nevrohormonalne celice**: celice, ki nevrohormone sproščajo v kri
 - živčne celice na koncu sproščajo kemične snovi (v mehurčkih)

Hipotalamus:

- Lega: drobna skupina živčnih celic v spodnjem predelu medmožganov
- Naloga: splošni nadzor notranjega okolja
 - o nadzor nad samodejnimi funkcijami, ki uravnavajo pravilno delovanje notranjega okolja in hkrati delovanje notranjih organov
 - o nadzoruje tako hipofizo kot tudi avtonomno živčevje
- Delovanje:
 - o Nevrohormonalne celice zaznajo:
 - spremembe v notranjem okolju
 - sporočila o stanju in delovanju različnih delov telesa(saj so povezane tudi z drugimi živčnimi celicami,ki dobivajo podatke od čutilnih celic)
 - vpliv celic iz višjih možganskih središč(čustvene reakcije,motivacija)
 - neposredne spremembe v notranjem okolju in zaradi delovanja živčnih celic iz višjih središč
 - o Načini, kako pridejo nevrohormoni, ki jih izločajo živčne celice hipofizo:

Hormoni, ki gredo v prednji reženj: pospešijo ali zavrejo tvorbo lastnih hormonov

- 1 dosežejo tja po krvnih kapilarah
- 2 pronicajo iz žil in delujejo na žlezne celice
- 3 Hormoni, ki se sprostijo iz žleznih celic prednjega režnja vstopijo v kapilare in po krvi zapustijo hipofizo → preidejo v večje žile in po njih po celotnem krvnem sistemu do tarčnih celic
- 4 tarčne celice prevzamejo hormone iz krvi (tarčne celi so v drugih žlezah z notranjim izločanjem)

Hormoni, ki gredo v zadnji reženj: ne tvorijo lastnih hormonov

- 1 v reženj prispejo po izrastkih živčnih celic
- 2 ne vplivajo na žlezne celice(ker jih tam ni), se kopičijo v zadnjem režnju
- 3 po potrebi se ti hormoni sproščajo v krvne kapilare

Hipofiza: (z izločanjem hormonov vpliva na izločanje drugih žlez)

⇒ Živčne celice v hipotalamusu izločajo nevrohormone, ki izzovejo v žlezni celicah prednjega režnja hipofize tvorbo drugih hormonov

zato je v hipofizi veliko različnih žlezni celic, nevrohormone, ki delujejo nanje, pa na splošno imenujemo **sproščujoči hormoni**

- o pod njihovim vplivom se sproščajo iz hipofiznih žlezni celic **spodbujajoči hormoni** vplivajo na žleze, jih spodbujajo k proizvodnji specifičnih hormonov, ki delujejo na končne tarčne celice
- tako se v hormonalno regulacijo lahko vključuje več zaporednih žlez, ki vplivajo ena na drugo, zadnja pa na končna tarčna tkiva-delovanje:
 - o povečajo metabolizem
 - o pospešijo delovanje telesa

HORMONI, KI DELUJEJO NEPOSREDNO NA NEŽLEZNE TARČNE CELICE (rastni h.)

- o pod vplivom rastnega hormona se veča število celic in velikost
- o tarčne celice so različne vrste celic
- o Povzročča med drugim tudi rast kosti (vzpodbuja nalaganje hrustanca) Med puberteto se konča, ker spolni hormoni povzročijo tudi zamenjavo hrustančnega tkiva s kostnim preprečijo nadaljnjo rast kosti (četudi je rasni hormon še vedno v krvi)
- o Premalo: pritlikavost, Preveč: gigantizem
- o iz hipofize se izloča pod vplivom hipotalamusa, saj nekatere njegove živčne celice izločajo hormon, ki vzpodbudi tvorbo rasnega hormona

⇒ Iz zadnjega režnja se izločata 2 hormona:

- ADH: ureja količino vode(ledvice)-izločanje urina iz telesa-s tem tudi krvni tlak
 - 1 če se poveča osmotski tlak krvi, zaznajo to spremembo nevrohormonalne celice v hipotalamusu in povečajo dejavnost
 - 2 v zadnji režnji se začne sproščati (iz živčnih celic) protiodvajalni hormon, ki ga kri zanese v ledvice → povzroči zadrževanje vode
 - 3 pod njegovim vplivom se voda ponovno absorbira v kri (stene zbiralc v ledvicah postanejo prepustnejše za vodo)
- Mala peptidna molekula (oksitocin):
 - o med porodom izzove močne krče v steni maternice
 - o sproščanje tega hormona izzove povečano delovanje živčnih vlaken, ki iz hipotalamusa potekajo v hipofizo

Hormon	delovanje	Uravnavanje izločanja (sproščujoči hormoni)
Rasni hormon	Pospeši hitrost mitoz, sinteze beljakovin, poveča transport aminokislin v celice, porabo maščob za sproščanje energije.	Rasni hormon sproščujoči hormon, somatostatin hipotalamični hormon za zaviranje sproščanja rasnega hormona; tiroksin sproščujoči hormon.
Ščitnico spodbujajoči hormon	Poveča izločanje tiroksina in hormona trijodtirozina iz žleze	Ščitnični hormon sproščujoči hormon.

	ščitnice.	
Adenokortikotropni hormon	Poveča izločanje kortizola iz skorje nadledvične žleze.	Adenokortikotropin sproščujoči hormon.
Prolaktin	Vzpodbuja tvorbo mleka v mlečnih žlezah.	Gonadotropin sproščujoči hormon.
Folikle simulirajoči hormoni	Pri ženskah: izzove rast jajčnih celic v jajčnih foliklih, poveča izločanje estrogena iz celic foliklov. Pri moških: izzove tvorbo semenčic v modih.	Prolaktin sproščujoči hormon, prolaktin zavirajoči hormon.
Luteinizirajoči hormon	Pri ženskah: sproži ovulacijo, povzroči, da razpočen jajčni folikel postane rumeno telesce, poveča izločanje progesterona iz rumenega telesca.	Gonadotropin sproščujoči hormon.
Intersticijske celice stimulirajoči hormon	Pri moških: poveča izločanje testosterona iz žlezni celic v modih.	Gonadotropin sproščujoči hormon.

Vrste žlez: (v zgornjem predelu telesa je več žlez, ki so neobhodno potrebne za uravnavanje notranjega okolja)

⇒ **Priželjc:**

- o Lastnost: žleza, ki je del imunskega sistema
- o Leg: leži v zgornjem delu prsnega koša za prsnico
- o Sestava: je iz dveh režnjev
- o Značilnost: pri zarodku in otrocih velik, z leti se zmanjša
- o Naloga: v njem nastaja posebna vrsta belih krvnih telesc (T-limfociti), ki imajo pomembno vlogo pri obrambi telesa pred tujki (preden jih napadejo, jih morajo prepoznati → pomagajo hormoni (timozin) iz hormonalnih žlez v priželjcu)

⇒ **Ščitnica:**

- o Leg: v vratu; tik pod grlom, obdaja sprednji del sapnika
 - o Sestava:
 - iz dveh režnjev, povezanih s pecljem
 - v tkivih režnjev je veliko mešičkov (ščitnični folikli)
 - **ščitnični hormoni** (tiroksin T_4 in T_3): tvorijo celice, ki obdajajo stene mešičkov (ta hormona se izločata v notranjost mešičkov → preideta v kri → v tarčne celice (obilo jih he v hetrih)-NALOGA hormonov:
 - pomembna za pospeševanje celičnega dihanja(oksidira hrana)→poveča se sproščanje energije
 - tvorba toplote
 - hitrost sinteze beljakovin(potrebni za rast telesa-zlasti osrednjega živčevja & dozorevanje razmnoževalnih organov)
 - negativna povratna zanka med hipofizo in ščitnico:sproščanje ščitničnih hormonov izzove spodbujajoči hormon (tiroideo stimulirajoči hormon), do žleznih celic pride po krvi iz hipofize
- Jod: sestavni del ščitničnih hormonov (pomemben v vsakodnevni prehrani, dojenčki brez joda ne odraščajo pravilno (bebavost)

⇒ **Obščitnične žleze**

- o Sestava: 4 majhne žleze, ugreznjene v tkivo ščitnice
- o Naloga: izločanje hormonov, ki uravnavajo stanje kalcija v krvi
- o Pomembne za pravilno delovanje telesa

Trebušna slinavka: (uravnava homeostazo sladkorja v krvi)

⇒ koncentracija sladkorja v krvi se lahko nenadoma precej poviša ali hitro pade (glukoza osnovna sestavina se začne razgrajevati v energijskem metabolizmu; se neprestano porablja, občasno pa se poraba še pospeši)

⇒ **Trebušna slinavka:** 2. največja žleza

o **Legaj:** zgornja leva $\frac{1}{4}$ trebušne votline ...do črevesne krivine do vranice

o **Sestava:**

- hkrati žleza z zunanjim in žleza z notranjim izločanjem (dvojna žleza) – izloča prebavne sokove in hormone
- v notranjosti žleznega tkiva se nahajata 2 vrsti žleznihi celici, ki izločata dva hormona
- izločata se iz žleznihi celici, ki v ostalem tkivu trebušne slinavke izgledajo kot nekakšni otočki → **Langerhansovi otočki**

• Naloga: sodelujeta pri uravnavanju količine sladkorja v notranjem okolju

o **Glukagon:**

- vzpodbuja jetrne celice razgrajevanju polisaharid glikogena v glukozo
- vzpodbudi presnovne reakcije, ki pretvarjajo maščobo in presežne beljakovine v preproste sladkorje-se razgradijo sprostijo energijo
- **Naloga:** poviša količino sladkorja v krvi in pripravi vse vrste razpoložljivih hranilnih molekul za razgradnjo in sproščanje energije

o **Insulin:** (večji pomen)

- Naloga:
 - poveča prepustnost celičnih membran za sladkor celice ga hitreje prevzemajo in izkoriščajo v celičnem dihanju
 - celice hitreje prevzemajo maščobne kisline in aminokisline, iz njih pa tvorijo lipide in lastne beljakovine
- začne se pospešeno izločati, ko se koncentracija glukoze v krvi poveča (hiperglikemija)-po zaužitju hrane, bogate z ogljikovimi hidrati
- v normalnih razmerah poskrbi, da se količina sladkorja v krvi **zniža:**
 - nekaj sladkorja se takoj porabi v energijskem metabolizmu
 - preostanek se shrani v mišičnih in jetrnih celicah kot polisaharid glikogen-energijska zaloga- načne jo lahko glukagon
- **SLADKORNA BOLEZEN:** žlezne celice v otočkih izločajo premalo insulina, (več vrst slad.bolezni-insulinska najpogostejša)
 - propadati začnejo žlezne celice v otočkih žleznega tkiva-količina insulina se zmanjšuje-vbrizgavanje insulina v kri
 - **ALI:** propadanje receptorske molekule za insulin na celičnih membranah-preveč insulina-nima učinka, ker ga celice ne vežejo
 - pomagajo le ustrezna zdravila, ki omogočijo, da insulin močneje reagira s preostalimi receptorskimi molekulami

- ker je pri sladkorni bolezni količina glukoze v krvi previsoka, se izloča skozi ledvice v seč

Nadledvična žleza: (sprošča hormone, potrebne pri napornem delovanju telesa)

⇒ na hitrejšje sproščanje energije v celicah vplivajo tudi hormoni nadledvične žleze (nanjo vpliva živčevje)

- Lega: kot kapa pokriva vsako ledvico
- Zgradba: (po zgradbi tvorita enotno žlezo--služita dvema različnima gospodarjema)

o notranja sredica:

- pod vplivom živč.dražljajev iz simpatičnega dela avtonomnega živč.
- **ADRENALIN** in **NORADRENALIN**: (hormona)
 - gradbene različice aminokislina tirozin celic, ki delujejo kot nevrohormonalne celice
 - k izločanju iz žlezne celice sredice vzpodbujajo vlakna avtonomnega živčevja
 - telo pripravita na premagovanje telesnih in duševnih naporov (stres) -vzburjeno je celo simpatično živčevje (+drugi deli telesa se morajo hitro pripraviti na povečano delovanje)
 - vplivata pretežno na metabolne procese v celicah-pospešujeta metabolizem [metabolna hormona], delujeta še na srčno mišico in gladke mišice v žilah

o zunanja skorja=korteks:

- pod vplivom hipofiznih hormonov
- izloča kortikoide(hormonalne celice)-lipidni hormoni/spadajo med metabolne hormone-njihove naloge:
 - eni skrbijo za energijo (vplivajo na energijski metabolizem)
 - drugi pospešujejo porabo maščob
 - tretji vplivajo na količino vode v telesu → v glavnem hormoni, ki se sproščajo takrat, ko se telo spopada z velikimi napori
 - izločanje spolnih hormonov
- Hormoni iz skorje:
 - Glukokortikoidi:
 - vplivajo na količino glukoze v krvi
 - (sproščajo se iz srednje plasti skorje)
 - v tarčnih celicah se začne tvoriti glukoza, ki jo pospešujejo s sintezo iz drugih org.molekul (aminokislina) &pospešujejo pretvarjanje maščob rezerv v glukozo
 - Mineralokortikosteroidi:
 - preprečujejo pretirano izgubo vode
 - (iz najbolj zunanega dela skorje)
 - tarčni organi tega hormona (aldosterona) so ledvice
 - pod vplivom se v ledvičnih cevkah resorbira Na+ (sledijo Cl-,HCO3-, nazadnje voda) urejuje telo količino vode oz. normalno količino krvi in normalen krvni tlak

Hormoni nadledvične žleze se izločajo v stiski:

- ⇒ biološki odziv na strah in tesnobo je enak
- hormonski sistem se v današnjih časih nikoli ne more do (stres)- hipofiza & simpatični del živčevja ves čas malo dražita sredico nadledvične žleze, iz katere se izcejata v kri adrenalin in noradrenalin
- tarčnih tkiv, na katere delujeta, je veliko (srce začne hitreje utripati, podkožne žile se skrčijo, razširijo se žile v mišicah in možganih)... telo je pripravljeno na "napad", ki ga pravzaprav ni
- ⇒ če se stres nenehno pojavlja, se kmalu pojavi pretirana obremenjenost in nastanejo bolezenski znaki (moteno spanje, slabše uravnavanje krvnega obtoka)
- ⇒ če se bojimo, se koncentracija adrenalina poveča
napadalni postanemo, če se poveča koncentracija noradrenalina

Spolni hormoni: urejajo rast in razvoj tkiv

- Naloge:
 - o tvorijo jajčne celice oz. semenčice
 - o tvorba spolnih hormonov:
 - vplivajo na rast in razvoj tkiv ter na zorenje spolnih celic
 - sprožijo začetek pubertete in opredelijo razliko med spoloma
- Vrste spolnih hormonov:
 - o **androgeni**
 - o **estrogeni**
 - o **progesteroni**
 - vse imata oba spola, njihov delež je glede na spol različno razporejen
 - ⇒ če prevladujejo **Androgeni**, nastanejo moške značilnosti
- ⇒ Estrogeni:
 - o izločajo jih žlezne celice, ki obdajajo jajčni mešiček v jajčniku- njegovo sproščanje spodbuja poseben hormon (folikle stimulirajoči hormon) iz prednjega dela hipofize
 - o Naloga:
 - spodbujajo rast in zorenje ženskih spolnih organov in razvoj drugotnih ženskih lastnosti (npr. razvoj dojk, široka medenica)
 - pospešuje zorenje jajčeca v jajčnem mešičku in pripravlja maternico na morebitno nosečnost- v maternici spodbuja rast krvnih žil, ki pospešeno dovajajo hranila za bodoči zarodek
- ⇒ Progesteron:
 - o sproščati se začne skupaj z estrogenom iz mešička v jajčniku, ko se iz njega sprosti jajčece, mešiček pa postane tako imenovano rumeno telesce. to je žlezno tkivo, ki ga prav tako spodbuja k izločanju hormon iz hipofize, ki se izloča iz njenega prednjega dela
 - o Naloge:
 - pripravlja žensko na nosečnost
 - pod njegovim vplivom se maternica še bolj obogati z žilami.
 - spodbujati začne tudi izločalne celice v dojkah
 - o med nosečnostjo izloča posteljica tako progesteron kot estrogen

⇒ neke vrste spolna žleza je tudi **Češarika**:

- leži globoko v možganih.
- izločanje njenih hormonov uravnavajo verjetno živci, ki potekajo iz očesa
- hormoni češarike vplivajo na aktivnost spolnih žlez
- prispevajo tudi k usklajevanju dnevno-nočnega ritma

- ⇒ številni hormoni se sproščajo v ciklih → njihova koncentracija se spreminja tekom dneva, sezone
- ⇒ ščitnico spodbujajoči hormoni in rasni hormoni se sproščajo v dnevnih valovih. ritem povečanega delovanja, ki se pojavlja vsak dan: cirkadiani ritem
- ⇒ menstruacijski cikel uravnavajo hormoni, ki se izločajo v valovih, ciklih.
- ⇒ ščitnica prav tako po navadi izloča več hormonov pozimi kot poleti
- ⇒ ciklično tvorbo hormonov uravnava hipotalamus, nanj pa vpliva posebno živčno jedro, ki je v predelu možganov nad križiščem vidnih živcev
- ⇒ na to jedro pa vplivajo prek češarike sporočila iz očesne mrežnice
- ⇒ v telesu se izločajo še druge snovi, ki delujejo kot hormoni:
- interferoni → beljakovine, ki se sprostijo iz celic takrat, ko telo napadejo virusi. spodbudijo sosednje celice, da začnejo tvoriti protivirusne beljakovine.
 - prostaglanidi → maščobne kisline, ki se v mnogih pogledih vedejo tako kot hormoni. tvorijo jih tkivne bazofilne celice, delujejo pa na sosednje cel.