

# FIZIOLOGIJA ENDOKRINOG SISTEMA

## VJEŽBA 10



# Hormoni

- Hormon je hemijski supstrat koji proizvode endokrini organi, izlučuju se direktno u krv ili limfu i na specifičan način utiče na aktivnost ćelija sa tendencijom da integriše pojedine delove ili funkcije organizma.
- Hormoni regulišu (povećavaju ili snižavaju) intenzitet odigravanja metaboličkih procesa koji se i normalno odigravaju u ćelijama, a nikada ne indukuju odigravanje novih metaboličkih reakcija.
- Ispoljavaju svoja biološka dejstva u veoma niskim koncentracijama.
- Poluživot molekula hormona u krvi je relativno kratak i iznosi nekoliko minuta, a najviše nekoliko dana.
- U organizmu se ne luče kontinuirano.

# Podela hormona

1. Proteinski hormoni
2. Derivati aminokiselina
3. Steroidni hormoni
4. Prostaglandini

Jedna ćelija može lučiti jedan ili više hormona.

Pri lučenju hormoni mogu uticati na ceo organizam, pojedine organe ili samo specifične organe/ćelije.

Ovi specifični organi/ćelije nazivaju se organi/ćelije mete (ciljni organi/ćelije).

Pojedini organi/ćelije mogu biti meta za jedan ili više hormona, a jedan hormon može imati više ciljnih ćelija.

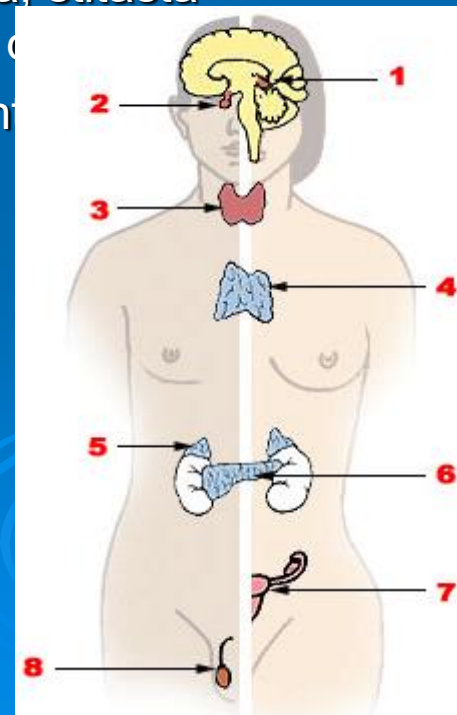
- Većina hormona i lokalnih hemijskih posrednika je rastvorljiva u vodi (hidrosolubilni).
- Izuzetak su steroidni i tireoidni hormoni, koji su rastvorljivi u mastima (liposolubilni).
- Ovo je bitno za način za način delovanja odgovarajućih hormona.
- Hidrosolubilni hormoni ne mogu proći kroz ćelijsku membranu, oni se vezuju za specifične receptore na površini ćelije.
- Steroidni i tireoidni hormoni, kao liposolubilni, kada se oslobode od proteina nosača u cirkulaciji, lako prolaze kroz ćelijsku membranu, a onda se vezuju za specifične receptorske proteine u citoplazmi/jedru ciljnih ćelija.

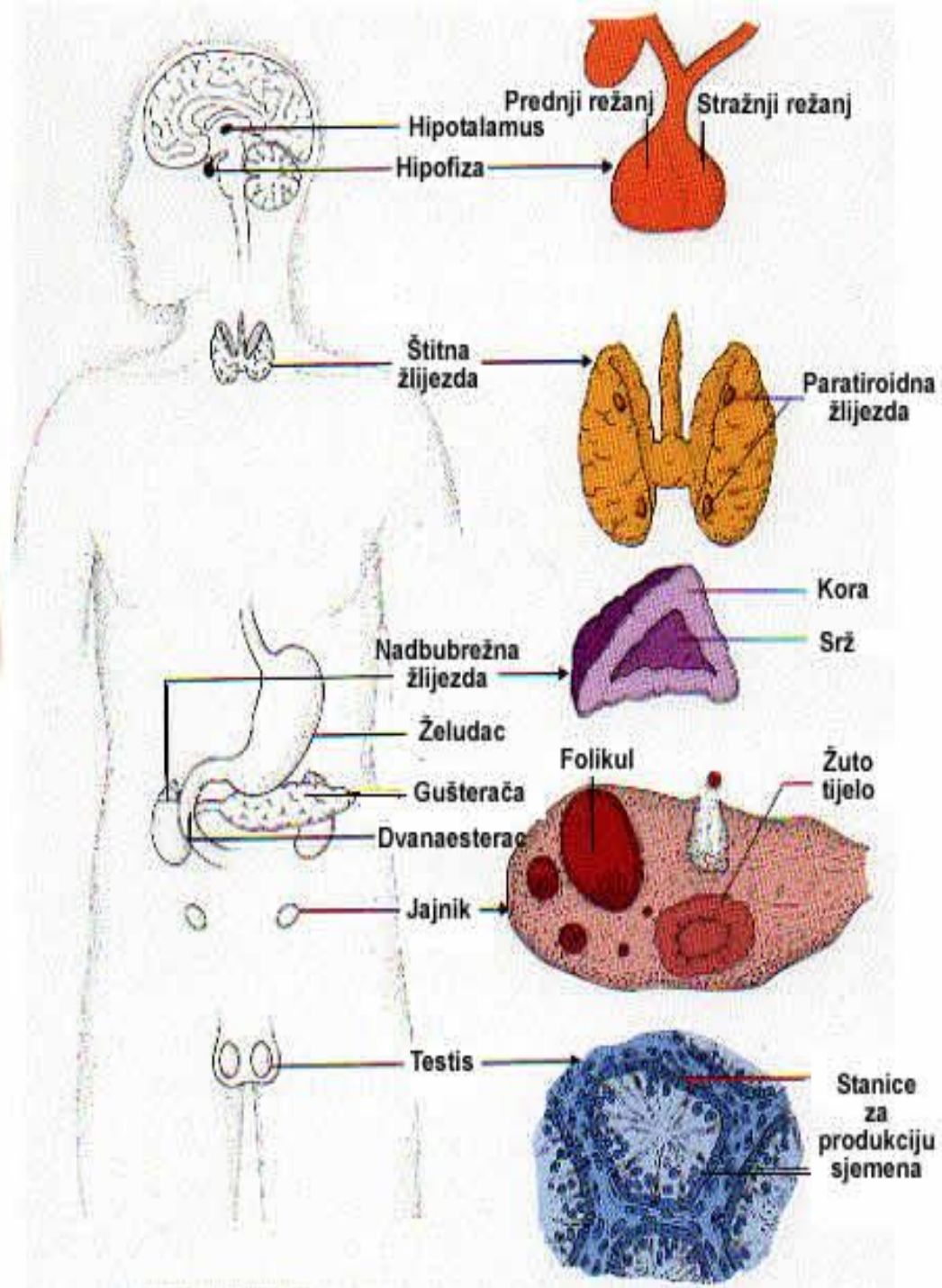
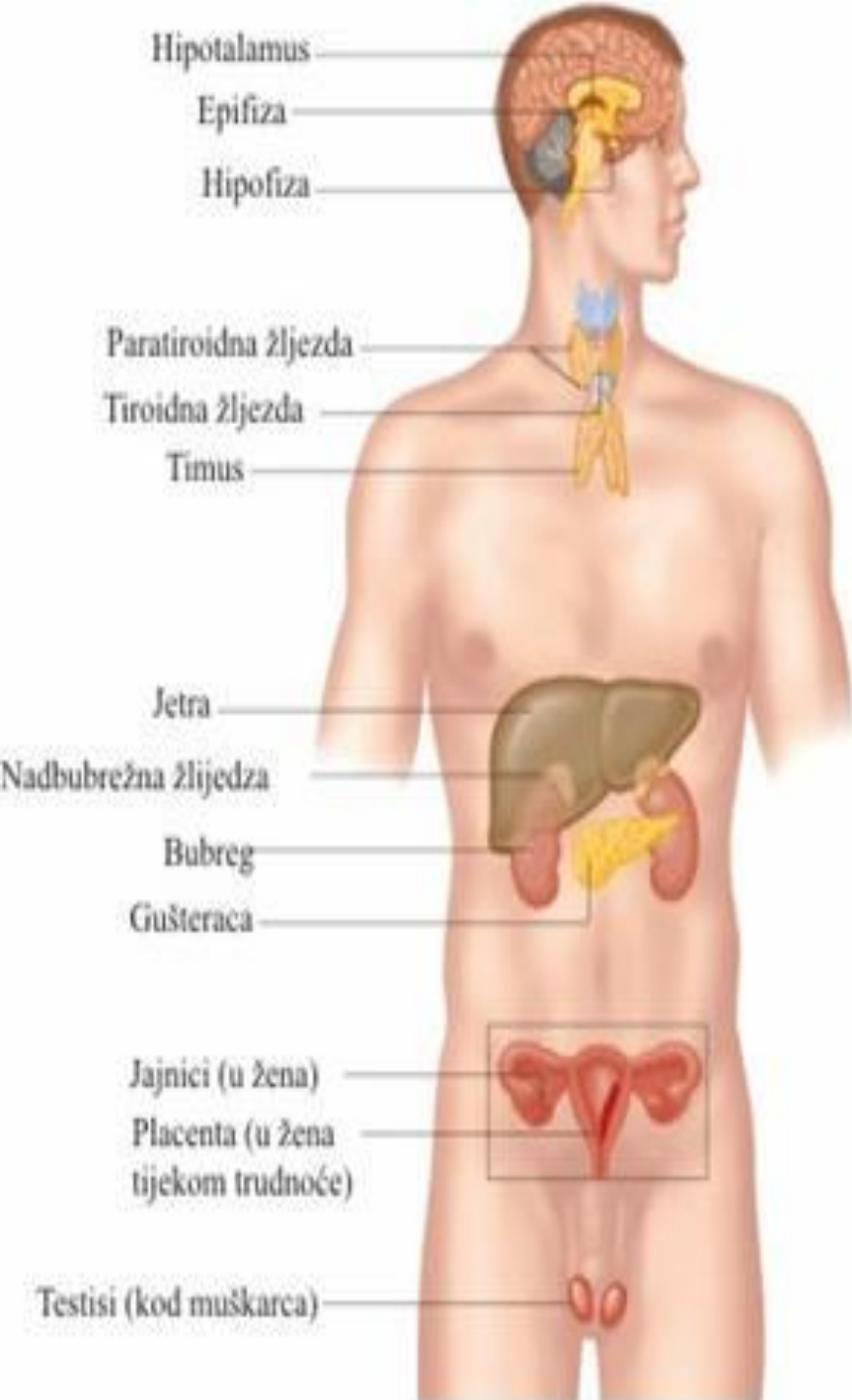


- Uloga hormona u našem organizmu je vrlo značajna. Hormoni regulišu i održavaju celokupan metabolizam, sastav krvi i drugih telesnih tečnosti i normalno funkcionisanje organa. Oni vrše kontrolu i obezbeđuju rast i razvoj različitih tkiva, organa i celokupnog organizma. Gotovo da nema procesa koji nije neposredno ili posredno pod uticajem jednog ili više hormona. Svaki hormon ima specifične uticaje na metabolizam i funkciju posebnih organa.
- Usled nedostatka, smanjenje sinteze ili povećanog stvaranja hormona mogu nastati promene u hemijskim reakcijama koje remete metabolizam i tako izazivaju razne poremećaje i bolesti.

# Endokrine žlezde

- Endokrini nervni sistem, kao i mnogobrojne difuzno rasute endokrine ćelije su podjednako odgovorni za održavanje homeostaze i u tome su međusobno zavisni i koordiniraju svoje funkcije.
- Integrisani neuroendokrini sistem u sisara čine sledeći delovi:
  1. Nervne ćelije u CNS i PNS
  2. Endokrine ćelije klasičnih endokrinih žlezda (hipofiza, epifiza, štitasta žlezda, paraštitaste žlezde, nadbubrežne žlezde i endokrini ovari)
  3. Pojedinačne neuroendokrine ćelije rasute u sluznici gastrointestinalnog trakta



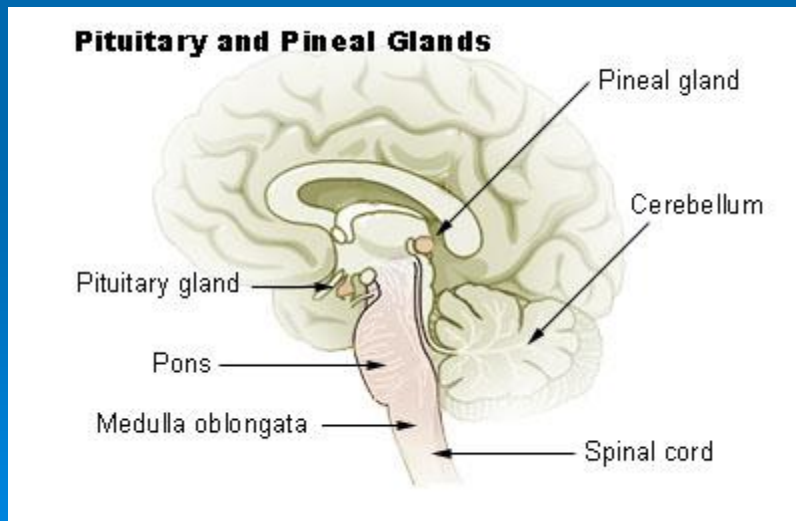


# Hipotalamus

- Hormonska regulacija metaboličkih aktivnosti uključuje hijerarhiju tipova ćelija koje utiču jedna na drugu bilo da bi stimulisali ili izmenili oslobađanje ili aktivnost određenog hormona. Sekretija hormona iz endokrinih ćelija je stimulisana hemijskim signalima koji potiču iz viših ćelija u hijerarhijskom sistemu. Glavni koordinator hormonske aktivnosti kod sisara je hipotalamus koji reaguje na impuls primljen iz centralnog nervnog sistema.
- Hormoni hipotalamusa koji podstiču sintezu i oslobađanje hormona u hipofizi nazivaju se faktori oslobađanja (releasing) faktori.
- Područje hipotalamusa u kojem se proizvode hormoni koji utiču na funkciju hipofize označava se i kao hipofizotropno područje.



- Pored bioloških aktivnih peptida, faktora oslobodjenja, neuroni hipotalamusa u portalni krvotok hipofize oslobađaju i najmanje tri inhibitorna faktora (inhibiting faktori) koji koče lučenje pojedinih hormona hipofize :
  1. GIF (grow inhib.faktor) inhibitorni faktor za hormon rasta
  2. PIF (prolaktin inhib.faktor) inhibitorni faktor za prolaktin
  3. MIF (melanin inhib.faktor) za melanotropni hormon

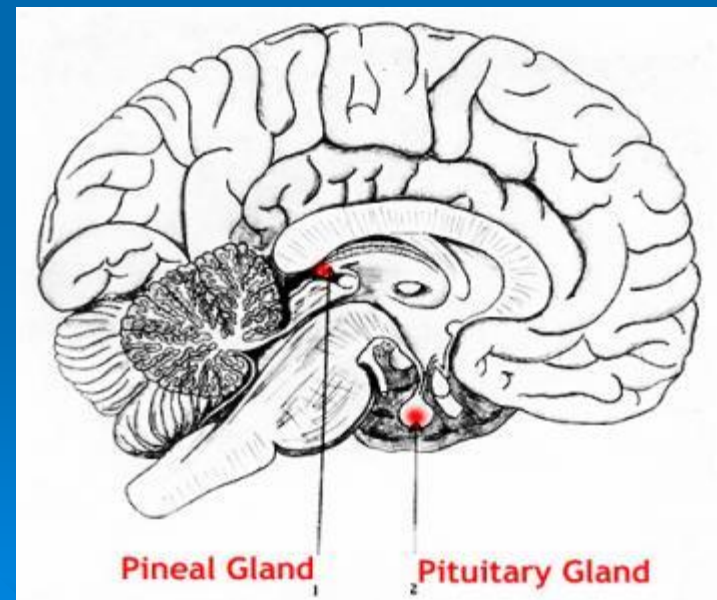
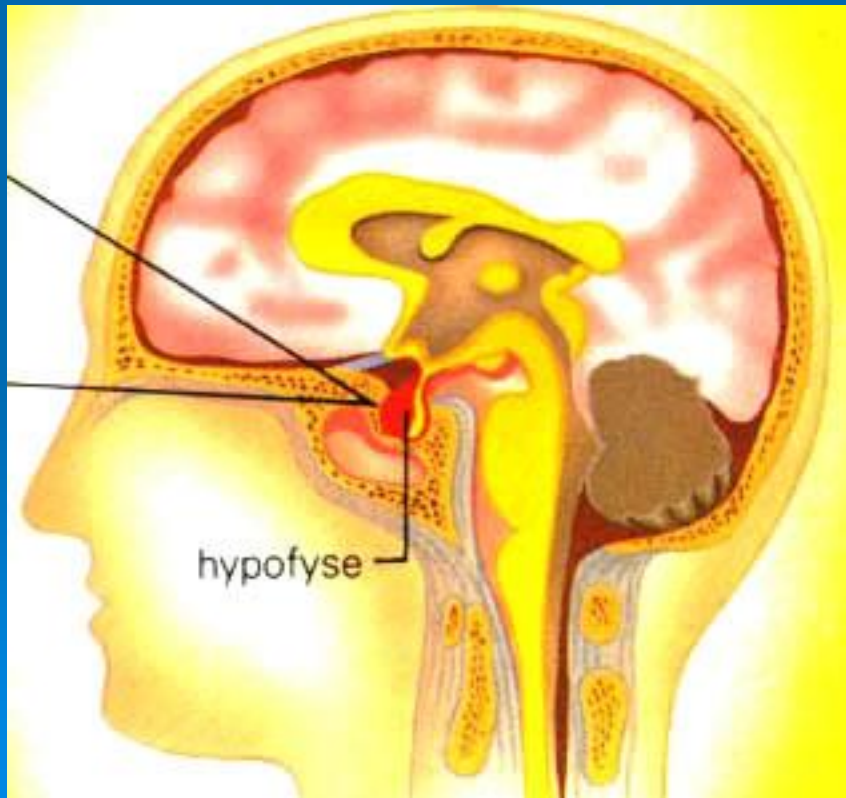


## Faktori oslobođenja (rF)

1. CRF – kortikotropni rilizing faktor – stimuliše sintezu i lučenje ACTH (adrenokortikotropni hormon)
2. TRF – tireotropni rilizing faktor - stimuliše sintezu i lučenje TSH (tirotropni hormon)
3. PRF – prolaktin rilizing faktor – stimuliše oslobađanje prolaktina
4. GnRF – gonadotropni rilizing faktor – stimuliše sintezu i oslobađanje gonadostimulina FSH i LH
5. MRF – melanotropni rilizing faktor – stimuliše oslobađanje MSH (melanotropnog hormona) iz srednjeg režnja hipofize

## Hipofiza (hypophysis cerebri, glandula pituitaria)

- Hipofiza je jedna od najvažnijih endokrinih žlezda našeg organizma. Smeštena je u udubljenju klinaste kosti (turskom sedlu). Spojena sa hipotalamusom. Sastoji se iz tri režnja : prednjeg (adenohipofiza), srednjeg (intermedijarni) i zadnjeg (neurohipofiza).



# Adenohipofiza

- Osnovni tipovi ćelija:
  1. Somatotropne- luče hormon rasta
  2. Prolaktinske (mamotropne)- luče prolaktin
  3. Tireotropne- luče tireotropni hormon
  4. Gonadotropne-luče folikulostimulirajući i luteinizirajući hormon
  5. Kortikotropne- luče adrenokortikotropni hormon

# Pars distalis

## 1. Somatotropni hormon (STH, somatotropin, hormon rasta)

- Hormon rasta proizvode STH ćelije hipofize i on deluje na na sve ćelije organizma (nema specifični ciljni organ).
- Utiče na metabolizam belančevina, masti i ugljenih hidrata.
- Hormon rasta izaziva hipertrofiju i hiperplaziju somatskih ćelija.
- Povećano lučenje STH tokom perioda rasta dovodi do džinovskog rasta, dok smanjeno lučenje kao rezultat ima patuljast rast.
- Ako se po prestanku rasta i okoštavanja epifizne hrskavice nastavi delovanje STH dolazi do pojave akromegalije.



- Na metabolizam belančevina STH deluje anabolički i povećava zadržavanje azota u organizmu.
- Povećava unošenje aminokiselina u ćelije, što ima za posledicu povećanu sintezu proteina i povećanje mišićne mase.
- Smanjuje katabolizam proteina i aminokiselina u ćelijama.
- Hormon rasta smanjuje nivo ulaska glukoze u ćelije i time povećava glikemiju.
- U jetri i mišićima povećava deponovanje glukoze u obliku glikogena i smanjuje stepen iskorišćavanja glukoze za proizvodnju energije u ćelijama.
- Smanjuje broj insulinskih receptora u membrani ćelija u kojima se vrši potrošnja glukoze.
- Sva ova delovanja na promet glukoze mogu dovesti do povećanja glikemije od 50-100% iznad normalnih vrednosti.
- U ovom slučaju zbog iscrpljenosti beta ćelija endokrinog pankreasa, zbog stalnog podržavanja za povećanu proizvodnju insulina može doći do razvoja Diabetes melitusa ili šećerne bolesti.

- Pod uticaje STH u organizmu se mobilišu rezerve masti, što dovodi do povećanja nivoa slobodnih masnih kiselina u cirkulaciji.
- Ovakav intenzivan metabolizam masti može izazvati pojačanu sintezu ketonskih tela tako da je STH i ketogeni hormon.
- Sintezu i oslobađanje STH kontrolišu somatotropni oslobađajući hormon (GHRH,GRH) i somatotropni kočeći hormon (GHIH,GIH, somatostatin) koji se luče u hipotalamusu.
- Hipoglikemija je glavni uzrok oslobađanja GRH, a time i povećavanja nivoa STH
- Stres, spavanje, gladovanje, naporne vežbe, hroničan nedostatak ćelijskih proteina kao i uzimanje hrane sa mnogo proteina povećavaju nivo STH u plazmi.
- Snižavajući koncentraciju glukoze insulin uzrokuje povećanje lučenja STH.
- Visoke doze glukokortikosteroida koje podižu glikemiju u krvi smanjuju nivo STH u cirkulaciji.
- Masne kiseline, hiperglikemija koče oslobađanje STH.

- **2.Prolaktin (luteotropni hormon, luteotropin, laktogeni hormon, mamotropin)**
- Glavna uloga prolaktina je da zajedno sa estrogenom i progesteronom stimuliše razviće mlečne žlezde i lučenje mleka.
- Tokom trudnoće, koncentracija prolaktina u krvi raste progresivno, pri čemu se vrednost od pete nedelje trudnoće do kraja graviditeta povećava 10 puta u odnosu na negravidne. To stimuliše razviće mlečne žlezde ali je početak lučenja mleka (laktogeni efekat) sprečen do početka porođaja visokim koncentracijama estrogena i progesterona. Pad koncentracije ovih steroida posle porođaja omogućavaju ispoljavanje laktogenog efekta prolaktina i početak lučenja mleka.
- Hipotalamusna kontrola lučenja prolaktina odvija se prvenstveno putem inhibitornog hormona za prolaktin (PIH).
- Sisanje, fizički rad, psihički stres i hirurške intervencije utiču na pojačano lučenje prolaktina.



- **3. Adenokortikotropni hormon (ACTH, kortikotropin)** – stimulira rad kore nadbubrežne žlezde.
- Po delovanju ACTH ćelije nadbubrega hipertrofišu i dolazi do pojačanog lučenja glukokortikosteroida (kortizola i / ili kortikosterona)
- Specifično delovanje ACTH u nadbubregu je stimulacija sinteze kortikosteroida.
- Kao trofični hormon koji utiče na lučenje glukokortikosteroida ACTH izaziva iste efekte kao i sami glukokortikosteroidi.
- Regulacija lučenja ACTH odvija se putem negativne povratne sprege preko hipotalamusa.
- Promena nivoa glukokortikosteroida u cirkulaciji je glavni faktor koji utiče na lučenje kortikotropnog oslobađajućeg hormona u hipotalamusu, a time i na nivo ACTH.
- Lučenje ACTH i posledično povećanje nivoa glukokortikosteroida u cirkulaciji uočava se kod emocionalnog stresa, krvarenja, povišene temperature i delovanja toksina.

- **4. Tireotropni hormon (TSH, tireostimulišući hormon)** – stimuliše morfološke i funkcionalne promene u štitastoj žlezdi od kojih zavisi funkcionalna aktivnost žlezde.
- Sinteza i lučenje TSH je pod kontrolom hipotalamusa.
- Na aktivnost svih neurona u sintezi TRH direktno deluju i hormoni tireoideje  $T_3$  i  $T_4$  negativnom povratnom spregom, a istim povratnim mehanizmom hormoni tireoideje deluju i na stepen aktivnosti ćelija adenohipofize u lučenju TSH.
- **5. Gonadotropni hormoni (gonadotropini)** su folikulostimulirajući (FSH, folitropin) i luteinizirajući (LH, lutropin) hormon.

- Folikulostimulirajući hormon (FSH) – stimulira razvoj folikula jajnika i lučenje estrogena; kod muškarca uslovljava spermatogenezu.
- Lučenje FSH je pod uticajem gonadotropnog oslobađajućeg hormona (Gn-RH) iz hipotalamusa ali i pod uticajem steroida iz polnih žlezda.
- Luteostimulirajući hormon (LH) – utiče na jajnik i stimulira lučenje polnih hormona žene (estrogen), a neophodan je i za sazrevanje folikula.
- Preovulatorno povećanje koncentracije LH je znak za ovulaciju.
- Po ovulaciji utiče na razvijanje žutog tela.
- Kod muškaka stimulira intersticijalne Lajdigove ćelije da semenika na lučenje testosterona koji je neophodan za održavanje spermatogeneze.
- Nivo LH regulira se pomoću Gn-RH tj. putem negativne povratne sprege pod uticajem hormona u krvi.

# Neurohipofiza

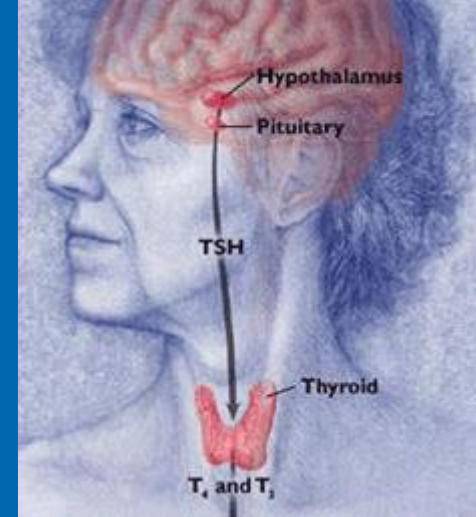
- Zadnji režanj hipofize, neurohipofiza, predstavlja mesto gde se deponuju hormoni stvoreni u hipotalamusu : antidiuretični hormon (ADH, vazopresin) koji stimuliše reapsorpciju vode iz primarne mokraće i oksitocin koji pojačava kontrakcije materice prilikom porođaja i stimuliše naviranje mleka nakon porođaja.
- Lučenje ADH je stimulisano u slučaju povećanog osmolariteta krvi (hipertonija) i smanjenja volumena tečnosti u organizmu.
- Povećani osmolaritet krvi izazvan dehidracijom izaziva lučenje ADH, povećava reapsorpciju vode u bubrežnim kanalićima, što dovodi do razređenja elektrolita u krvi (hipotonije) i lučenja manje količine hipertonične mokraće.
- U slučaju smanjenja osmolariteta krvi smanjuje se lučenje ADH, a samim tim i reapsorpcija vode u bubrežima i tako se organizam oslobađa viška tečnosti.
- Na povećano lučenje ADH mogu uticati : značajno smanjenje volumena krvi (akutno krvarenje), nagli pad krvnog pritiska, bol, etar, barbiturati, etar, morfijum, nikotin, pri čemu se formira manja količina mokraće.
- Alkohol smanjuje lučenje ADH i tako povećava lučenje mokraće.

- Oksitocin ispoljava specifičan stimulatorni efekat na glatkomišićne ćelije materice i mioepitelne ćelije u zidu izvodnih kanalića mlečne žlezde.
- Kontakcije materice izazvane ovim hormonom pomažu transport spermatozoida kroz matericu posle parenja i njihovo napredovanje prema jajovodu.
- Tokom trudnoće oksitocin se oslobađa u neurohipofizi pod uticajem hormona (estrogen, prostaglandini) iz fetusa i posteljice.
- Za vreme porođaja oksitocin stimuliše kontrakcije glatke muskulature u zidu gravidnog uterusa i ubrzava porođaj.
- Kada fetus prolazi kroz rašireni grlić materice, njegov pritisak na zid vagine stimuliše dodatno lučenje oksitocina i time značajno povećava kontakcije trbušnih mišića.
- Oksitocin ima veliku primenu u kliničkoj praksi za indukciju porođaja kod ljudi i domaćih životinja.
- Oksitocin izaziva kontakcije mioepitelnih ćelija koje se nalaze u acinusima i zidovima izvodnih kanalića mlečne žlezde i na taj način podstiče lučenje mleka.

# Štitasta žlezda (glandula thyreoidea)

- Štitna žlezda se nalazi priljubljena uz prednju i bočne strane grkljana i dušnika.
- Na rad štitne žlezde utiče adenohipofiza preko Tireotropnog hormona (TSH) koji stimulise rad štitnjače.
- Tireoidea luči hormone (tiroksin-  $T_4$ , tetrajodtironin, trijodotironin-  $T_3$  i kalcitonin) za čiju je sintezu neophodan jod.
- Sinteza  $T_3$  i  $T_4$  zavisi od aktivnosti TSH i količine raspoloživog jodida.
- Kada dospeju u cirkulaciju, hormoni štitaste žlezde  $T_3$  i  $T_4$ , difunduju u tkiva gde utiču na različite metaboličke procese.
- Povećavaju unos i potrošnju kiseonika u skoro svim ćelijama organizma.
- Povećavaju brzinu metaboličkih procesa.
- Tiroksin i trijodotironin utiču na fizički i psihički rast i razvoj.

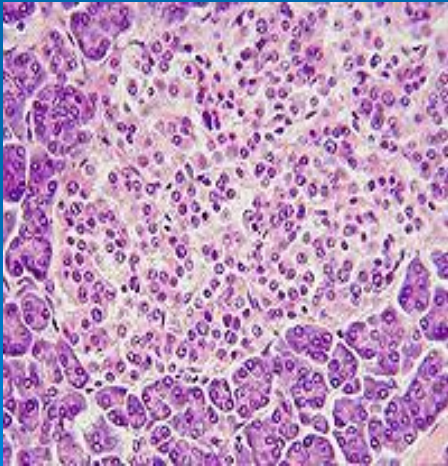
- Stimulišu sintezu proteina, ali povećavaju katabolizam proteina u slučajevima kada su potrebni dodatni izvori energije.
- Pojačano izlučivanje nastaje usled razgradnje proteina i masti u organizmu i zbog toga dolazi do smanjenja telesne mase.
- Visoke doze hormona dovode do povećanja telesne temperature, pojačanog rada srca i povećanja krvnog pritiska.
- Povećavaju i brzinu metabolizma ugljenih hidrata.
- Povećavaju oksidaciju masti i utiču na brzinu sinteze i lučenja holesterola, pa dolazi do gubljenja telesne mase.
- U odraslih životinja u nedostatku tiroksina, CNS ne funkcioniše normalno, životinje su tupave, letargične, a mogu biti i mentalno zaostale.
- Višak tiroksina – stimulativni efekat- nervozne, hiperaktivne i preosetljive.
- Nedostatak  $T_3$  i  $T_4$  dovodi kod ženki do kasnijeg polnog sazrevanja, nepravilnog estrusa ili anestrusa, te smanjenja plodnosti (abortusi, rađanje mrtvih ili slabo vitalnih mladunčadi)
- Kod mužjaka je smanjen rast semenika, poremećena spermatogeneza i slabije izražen polni nagon)



- Povećavaju frekvencu rada srca.
- Povišen nivo  $T_3$  i  $T_4$  izaziva mišićnu slabost.
- Smanjena funkcija štitaste žlezde dovodi do slabosti mišića, grčeva i ukočenosti.
- HIPERTIREOIDIZAM – gubitak težine, glad, znojenje, poremećaj u prilagođavanju promenama temperature, poremećaj u radu nervnog, kardiovaskularnog i imunog sistema.
- HIPOTIREOIDIZAM- primarni (zbog bolesti koje utiču na štitastu žlezdu) i sekundarni (poremećaj u hipofizi ili hipotalamusu)
- Smanjena aktivnost štitaste žlezde i pojava gušavosti mogu nastati i usled nedostatka joda u ishrani.
- Endemska gušavost (ljudi) ili endemska struma (životinje) nastaje u određenim područjima gde se hranom unosi nedovoljno joda.



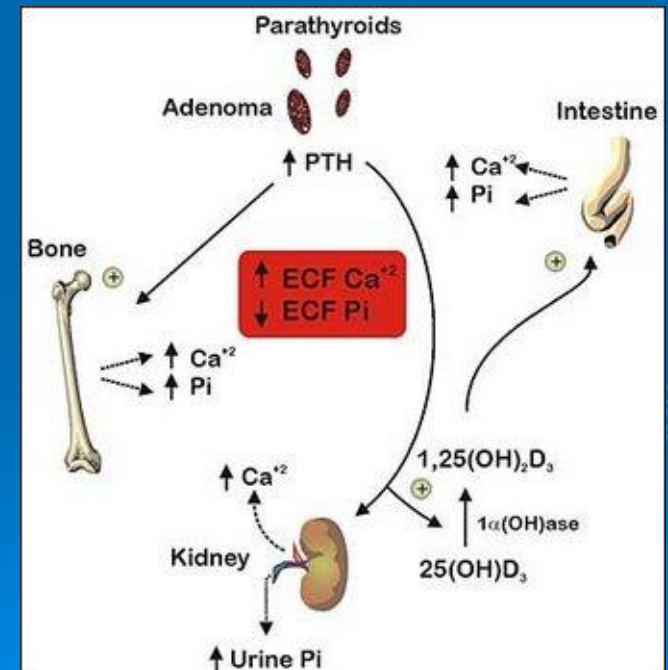
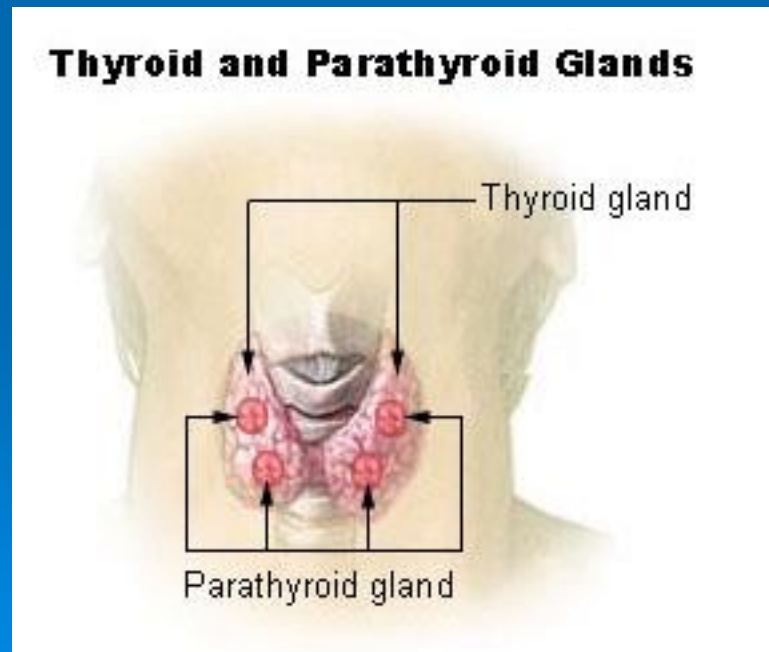
- Kalcitonin snižava nivo kalcijuma u krvi i zajedno sa parathormonom i vitaminom D reguliše okoštavanje kostiju.
- Kalcitonin – CT luče parafolikularne C ćelije štitaste žlezde.
- Glavni stimulus za lučenje CT je koncentracija Ca u plazmi i vanćelijskoj tečnosti.
- Pri pojavi hiperkalcemije odmah dolazi do pojačanog lučenja CT u krv.



# Paraštitaste žlezde (Glandulae parathyreoideae)

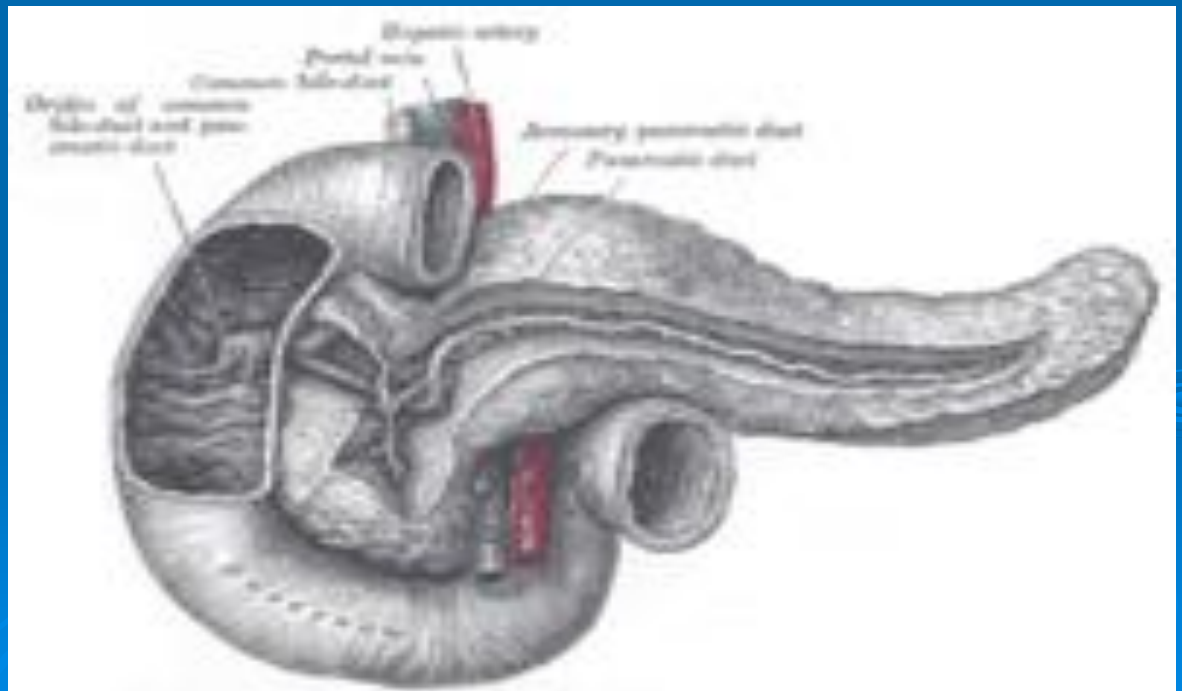
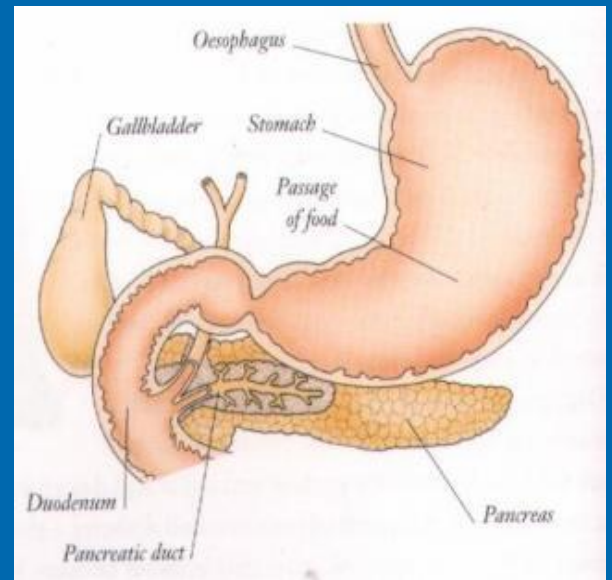
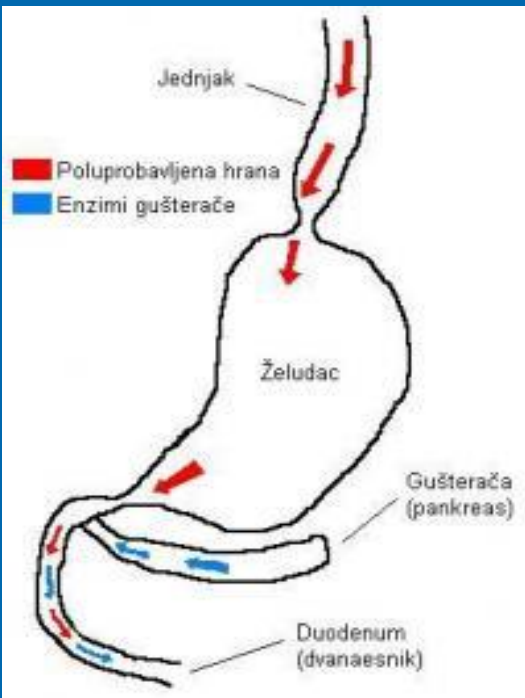
- Paratireoida ili paraštitna žlezda je parna žlezda.
- Luči parathormon (PTH) koji reguliše količinu kalcijuma i fosfora u krvi i kostima.
- Podiže koncentraciju Ca u plazmi, uz istovremeno smanjivanje koncentracije fosfora.
- Povećava lučenje fosfora mokraćom (fosfaturija) uz istovremeno povećanje reapsorpcije Ca u bubrežnim kanalićima, smanjuje izlučivanje Ca mokraćom.
- Stimuliše odgovarajuće koštane ćelije na povećanu osteolizu, povećava broj osteoklasta, povećava brzinu remodeliranja kostiju
- Povećava apsorpciju Ca i fosfora u tankim crevima.
- Kontrola lučenja PTH odvija se tako što paraštitaste žlezde direktno reaguju na promenu koncentracije Ca u krvi.
- Povišena koncentracija Ca koči lučenje PTH, a luči se kalcitonin koji takođe dovodi do snižavanja nivoa Ca.
- Nizak nivo Ca u krvi izaziva povećano lučenje PTH, što dovodi do povećane mobilizacije Ca iz kostiju i dizanjem nivoa Ca na normalu.

- U uslovima smanjenog lučenja PTH snižava se nivo Ca, a povećava nivo fosfora u krvi, što dovodi do povećane nervno-mišićne razdražljivosti, pa i tetaničnih grčeva.
- Pojačano lučenje paraštitastih žlezda dovodi do hiperkalcemije, hipofosfatemije i demineralizacije kostiju.



## Endokrini deo gušterače (Insulae Langerhansi)

- Gušterača ili pancreas je žlezda sa egzokrinom i endokrinom funkcijom, smeštena uz duodenum.
- Endokrini pankreas sadrži Langerhansova ostrvca koja se sastoje od više tipa ćelija.
- Endokrine ćelije gušterače luče više peptida i to insulin, glukagon, somatostatin, pankreasni polipeptid, holecistokinin (CCK), gastrični inhibitorski protein (GIP), vasoaktivni intestinalni peptid (VIP), pa i ACTH/endorfin.
- Ćelije  $\beta$  luče insulin.
- Sintezu insulina stimuliše ishrana životinja tako što se nakon obroka, varenja i resorpcije monosaharida iz digestivnog trakta povećeva nivo glukoze u krvi, ali i tako što dolazi do nervne stimulacije gušterače i oslobađanja gastrointestinalnih hormona koji takođe stimulišu lučenje insulina.
- Najveće deo insulina se razgrađuje u jetri, bubrezima i mišićnom tkivu.



- Insulin je hormon čija je glavna uloga regulisanje ulaska glukoze u ćelije i metabolizam ovog šećera u citoplazmi ćelija.
- Jedan je od najvažnijih anaboličkih hormona u organizmu.
- Glavna uloga insulina u organizmu je da pospešuje upotrebu glukoze kao izvora energije.
- Insulin u hepatocitima jetre stimuliše iskorišćavanje glukoze i inhibira proces glukoneogeneze.
- Ima i važan uticaj na promet glukoze u mišićima.
- Insulin u jetri podstiče sintezu masnih kiselina iz glukoze.
- Inhibira aktivnost enzima hormona senzitivne lipaze u masnom tkivu i tako sprečava mobilizaciju masti i njihovo pojavljivanje u većoj količini u krvi.
- Sprečava preteranu sintezu i povećanje holesterola u krvi.

- Kada u organizmu nema sinteze i lučenja dovoljnih količina insulina, dolazi do pojačavanja svih oblika katabolizma masti.
- Usled pojačane lipolize masti iz masnih depoa krv postaje prepuna masnim kiselinama. Ovo vodi nastanku masne infiltracije jetre na koju se nadovezuje i razvoj masne degeneracije sa poremećajima funkcije jetre, intenzivira se proces ketogeneze i znatno se povećava nivo holesterola u krvi.
- Zbog pojačane ketogeneze dolazi do razvoja metaboličke acidoze, kome i smrti.
- Stimuliše sintezu proteina u ćelijama, koči razlaganje proteina i tako stimuliše rast jedinki.

- Lučenje insulina iz beta ćelija endokrinog pankreasa odvija se putem tipične egzocitoze na koju utiču brojni faktori (glukoza, aminokiseline, slobodne masne kiseline, glukagon, gastrointestinalni hormoni i autonomni nervni sistem).
- Porast koncentracije glukoze izaziva pojačano lučenje insulina.
- Sekretin, gastrin, CCK, VIP, enteroglukagon i GIP (hormoni koji se proizvode u gastrointestinalnom traktu) stimulišu beta ćelije da luče insulin.
- Aminokiseline stimulišu lučenje insulina.
- Parasimpatikus ima stimulatívni efekat na lučenje insulina.
- Aktivacija simpatikusa (stres, hipotermija, hipoksija, hirurški zahvati) kočé lučenje insulina.
- Nedostatak insulina dovodi do šećerne bolesti (tip1)- karakteristična pojava hiperglikemije i glukozurije.
- Hiperinsulinizam, višak insulina rezultira hipoglikemijom i posledice su prvenstveno u nervnom sistemu. Javlja se tahikardija, slabost, znojenje, konvulzije, a može doći i do kome.



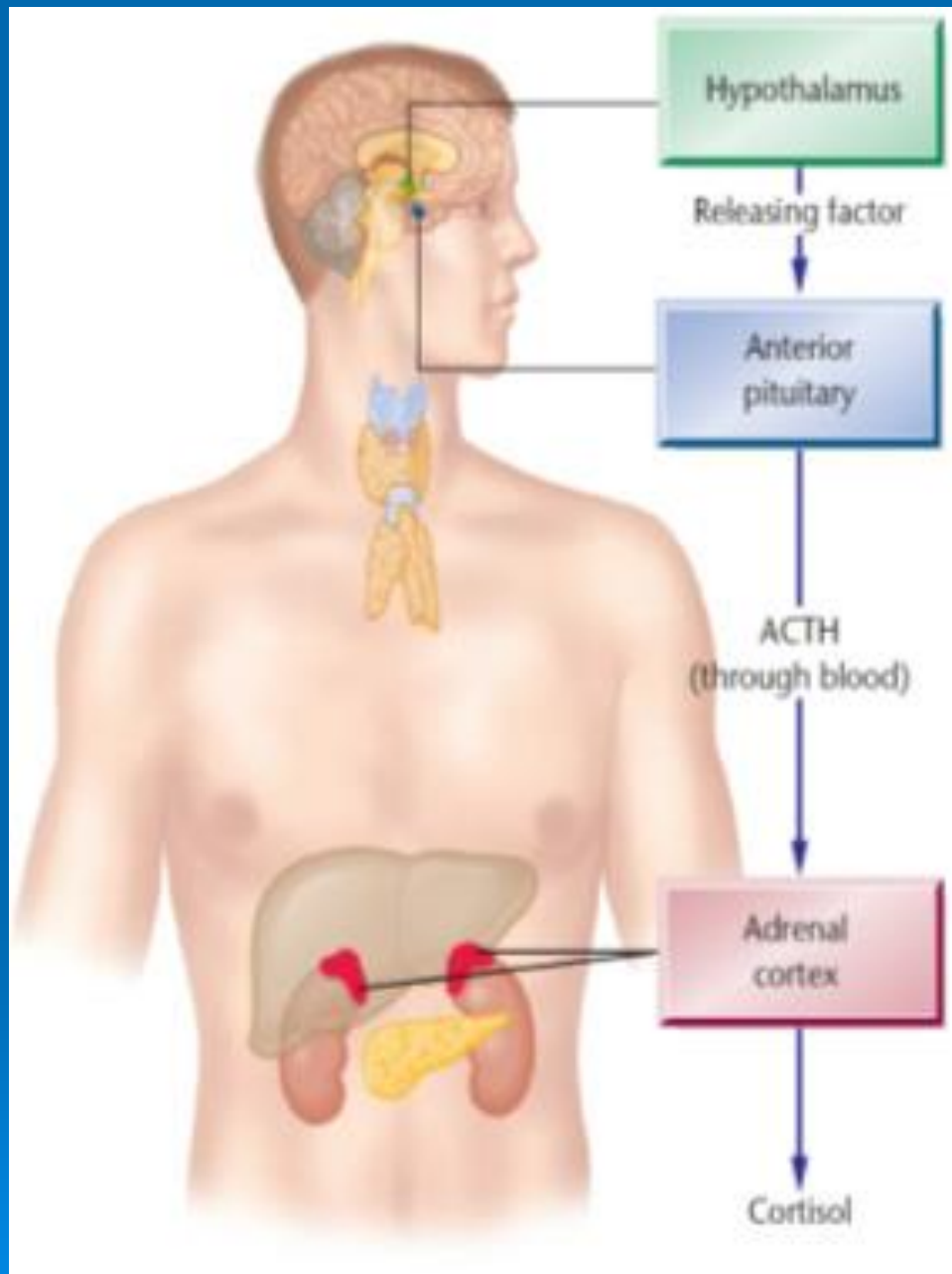
- Čelije  $\alpha$  luče glukagon.
- Glukagon povećava koncentraciju glukoze u krvi. Katabolički hormon.
- Glavni metabolički efekti glukagona su da stimulira razlaganje glikogena, sintezu glukoze i razlaganje masti.
- Stimulira lučenje hormona rasta, insulina i somatostatina.
- Glavni stimulus za lučenje glukagona je hipoglikemija, ali i gastrin, CCK, GIP, glukokortikosteroidi, hormon rasta, kateholamini, aminokiseline...
- Stimulacija simpatikusa i parasimpatikusa povećavaju lučenje glukagona.
- Inhibitori lučenja glukagona su hiperglikemija, insulin, somatostatin, sekretin, ketoni, slobodne masne kiseline...
- SOMATOSTATIN- sintetišu ga ćelije u mnogim organima, uključujući i endokrini deo pankreasa.
- koči lučenje hormona rasta, insulina, glukagona, gastrointestinalnih peptida i samog somatostatina.
- PANKREATIČNI POLIPEPTID- lučenje ovog hormona izazivaju proteini, gladovanje, fizički napor i akutna hipoglikemija.
- Lučenje se smanjuje pod delovanjem somatostatina ili i/v davanje glukoze.

## Nadbubrežne žlezde (Glandulae suprarenales)

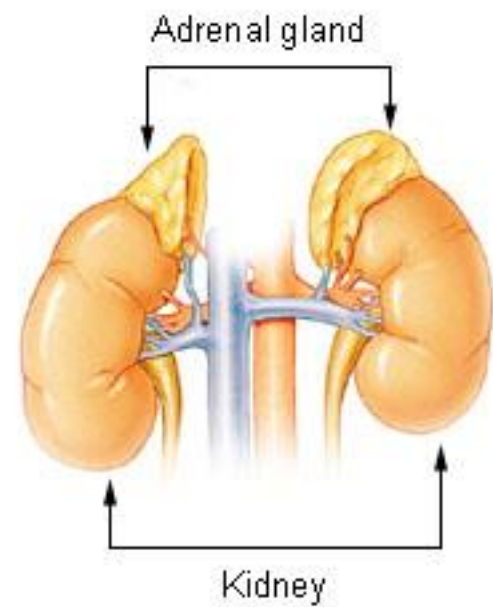
- Nadbubrežne žlezde se nalaze na gornjim polovima bubrega. Sastoje se iz dva dela, kore i srži, koji se međusobno razlikuju i po poreklu i po funkciji.
- Kora nadbubrežne žlezde građena je od žlezdanih ćelija koje luče kortikosteroide (glukokortikosteroide, mineralokortikosteroide i polne steroide).
- Svi kortikosteroidi nastaju od holesterola.
- Razlaganje slobodnih kortikosteroida odvija se uglavnom u jetri , a delom u bubrezima.
- Mineralokortikosteroidi utiču na metabolizam elektrolita u vanćelijskoj tečnosti (Na i K).
- Najvažniji je aldosteron. Nedostatak aldosterona dovodi hipovolemije i smanjenja pritiska krvi.

## ➤ GLUKOKORTIKOSTEROIDI

- Stimulišu kataboličke procese i povećavaju nivo aminokiselina u plazmi u perifernim tkivima i tako stimulišu glukoneogenezu.
- U samoj jetri deluju anabolički.
- Podižu koncentraciju glukoze u krvi.
- Deluju lipolitički.
- Izazivaju pojavu mišićne slabosti, osteoporozi i povećavaju mogućnost lomljenja kostiju.
- Nedostatak dovodi do smanjenja volumena krvi , poremećaja ponašanja (razdražljivost, nemogućnost koncentracije...)
- Neophodni su za normalno izlučivanje vode, u nedostatku glukokortikosteroida dolazi do intoksikacije vode (zadržava se i višak Na)

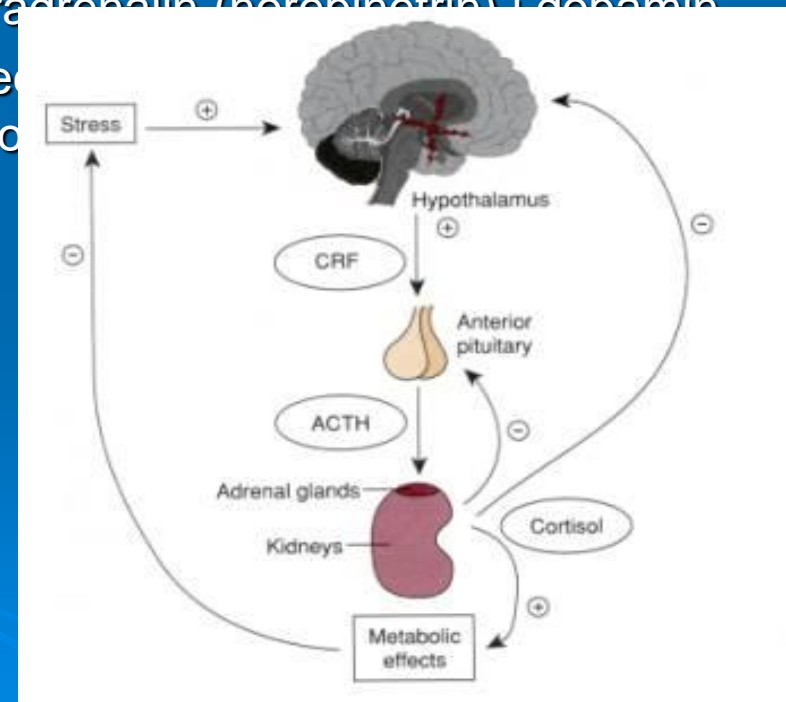


### Adrenal Gland



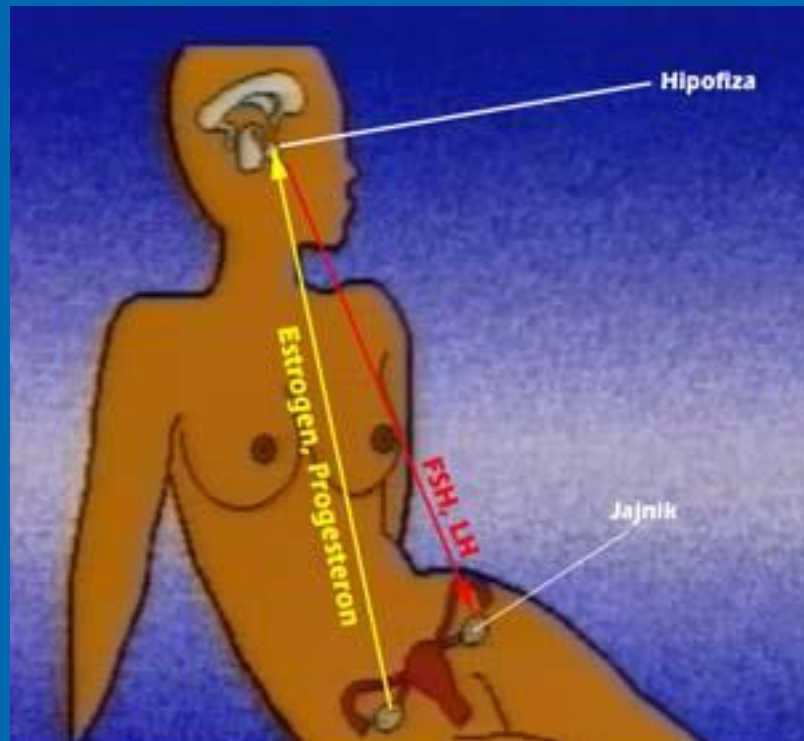
## ➤ SRŽ NADBUBREŽNIH ŽLEZDA

- Uloga srži je da pripremi životinju na stresne uslove.
- Luči kateholamine, za čije lučenje su neophodni kalcijum i energija u formi ATP.
- Kateholamini; adrenalin (epinefrin) i noradrenalin (norepinefrin) i dopamin
- Srž nije neophodna za život jer se najveći dio adrenalina luči iz nadbubrežne žlezde, a organizmu oslobađaju na završecima po



## Polne žlezde

- Ženske i muške polne žlezde su organi sa egzokrinom i endokrinom funkcijom.
- Endokrina ulofa je sinteza i lučenje hormona, prvenstveno steroida ali i peptidnih hormona i ona počinje i pre rođenja.
- Obe funkcije se odvijaju pod uticajem odgovarajućih hormona iz hipofize i hipotalamusa ali i lokalnih (parakrinih) faktora.
- Endokrina funkcija jajnika vezana je za lučenje estrogena (estradiol, estron i estriol), progesterona i peptidnih hormona i prostaglandina.
- Steroidni hormoni jajnika su pod uticajem gonadotropina.
- Estrogeni su neophodni za razviće ali i za funkciju ženskih polnih organa.
- U estrogenoj fazi polnog ciklusa u jajnicima stimulišu folikulogenezu i izazivaju promene u ostalim reproduktivnim organima (vaskularizacija, hiperemija, edem).
- Estradiol pojačava osetljivost materice na oksitocin i prostaglandine.
- Estrogeni dovode i do razvića mlečnih žlezda i to prvenstveno sistema kanalića.
- Anabolički efekat.
- Koče lučenje FSH.

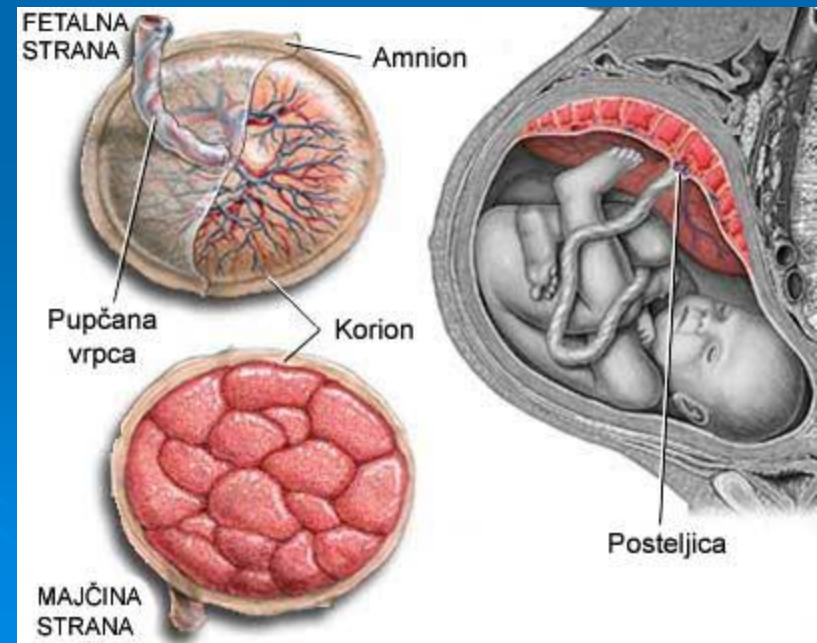
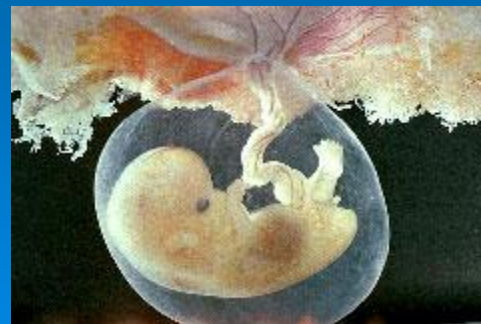
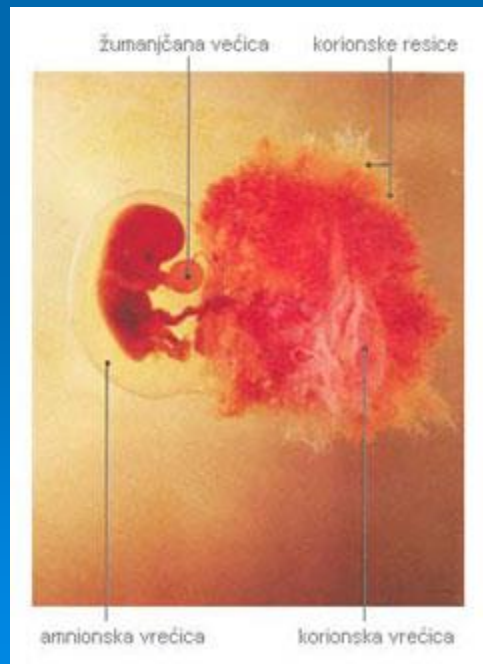


- Progesteron se pored jajnika sintetise i u kori nadbubrežnih žlezda, a u toku trudnoće i u posteljici,
- Po ovulaciji formira se žuto telo i ono je glavni izvor progesterona.
- Održava graviditet.
- Zajedno sa estrogenom utiče na prihvatanje mužjaka.
- Posle ovulacije i formiranja žutog tela utiče na pripremanje materice za graviditet, bez obzira da li je došlo do oplodnje.
- Koči kontrakcije materice.
- U mlečnoj žlezdi stimuliše razvoj žlezdanog parenhima.
- Steroidni hormoni jajnika sintetisu se i luče pod uticajem hipotalamusa i hormona hipofize.
- FSH utiče na ćelije zone granulomatoze da luče estrogene.
- LH utiče na ćelije teke folikula i intersticijalne ćelije da luče androgene i estrogene, a na ćelije žutog tela da luče progesteron.





- **ENDOKRINA ULOGA POSTELJICE** : progesteron, estrogeni. CG – horionski gonadotropin, relaksin, prolaktin



- Endokrina uloga semenika je sinteza i lučenje hormona prvenstveno steroida.
- Glavni proizvod Lajdigovih ćelija je testosteron.
- Testosteron ima androgeni i anabolički efekat.
- Lajdigove ćelije imaju receptore za LH i njihova steroidogena uloga je pod direktnim stimulativnim uticajem LH.
- **DIFUZIONI ENDOKRINI SISTEM:**
- Gastrin, sekretin, holecistokinin-pankreoamin (CCK), vazoaktivni intestinalni peptid (VIP), GIP, somatostatin, glukagon (enteroglukagon), motilin, neurotenzin, supstanca P, bombezin