



FAKULTET ZA SPECIJALNU EDUKACIJU I REHABILITACIJU  
**Medicinska fiziologija - predavanja**

# Endokrini sistem

Doc. dr Maja Milovanović

# Hormoni

- Endokrine žlezde luče hemijske supstance koje se zovu hormoni.
- Endokrine žlezde direktno izlučuju hormone u krvne kapilare – cirkulaciju.
- Svaki hormon deluje na ciljani (1 ili više) organ ili ciljano tkivo.

# Hemijske strukture hormona

- Amini
  - Varijacija aminokiseline tirozin
  - Tirokisin i noradrenalin
- Proteini
  - Insulin, hormon rasta, kalcitonin
  - Peptidi: antidiuretski hormon, oksitocin
- Steroidi
  - Kortizol, aldosteron, estrogen, progesteron, testosteron

# Regulacija sekrecije hormona

- Čelije endokrinih žlezda reaguju na promene u krvi
- Reakcija hormona i ciljnog organa je povratna informacija za smanjenje njegovog lučenja  
negativna povratna sprega

**HIPOTALAMUS:**  
Stimulišučí hormoni za  
prednji režanj hipofize

**TIREOIDNA ŽLEZDA:**  
tiroksin, T3,  
kalcitonin

**TIMUS**

**PANKREAS:**  
Insulin  
Glukagon

**TESTISI:**  
Testosteron  
Inhibin

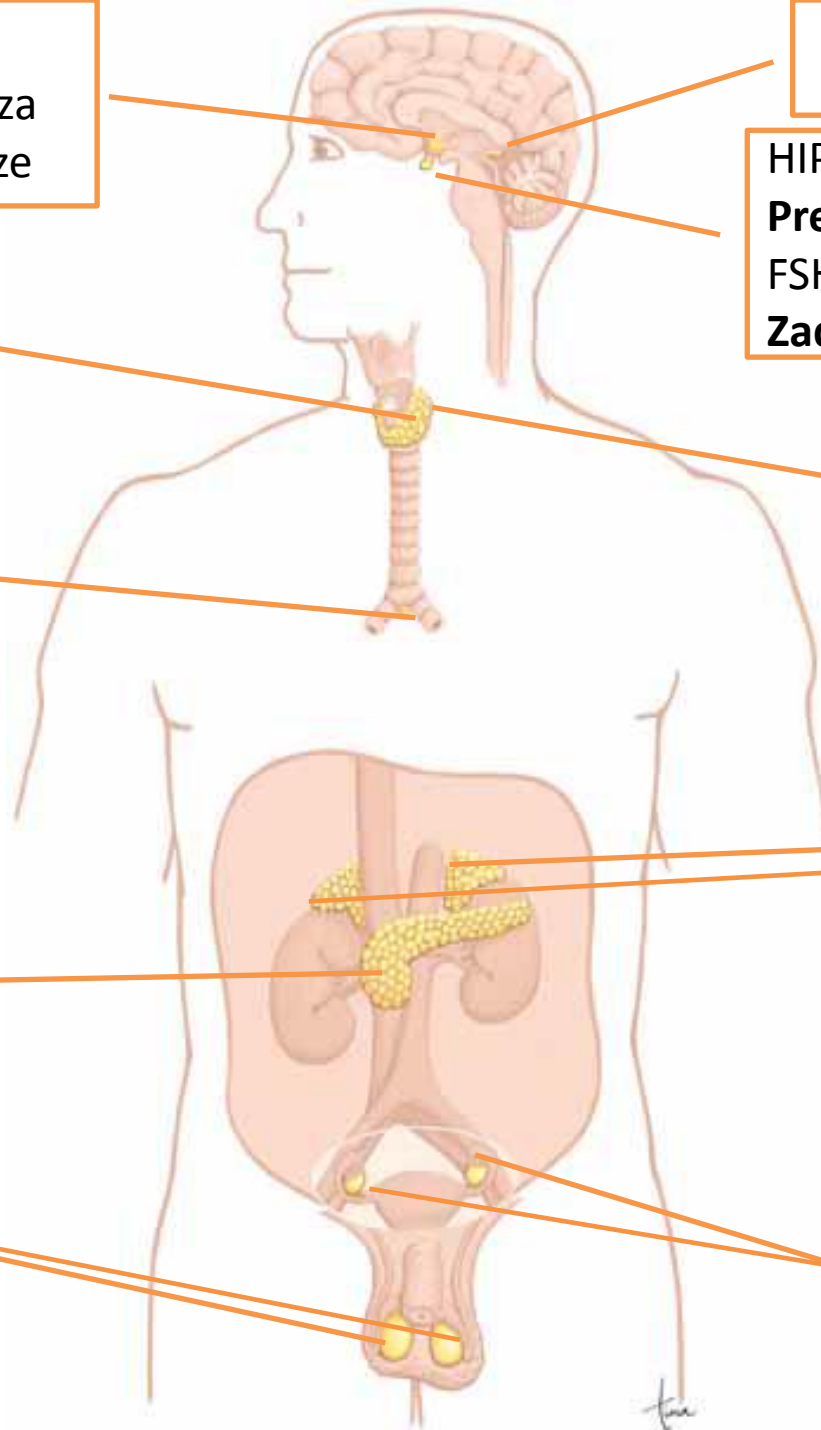
**PINEALNA ŽLEZDA**  
Melatonin

**HIPOFIZA**  
**Prednja:** GH, TSH, ACTH  
FSH, LH, Prolaktin  
**Zadnja:** ADH, Oksitocin

**PARATIREOIDNA  
ŽLEZDA:**  
PTH

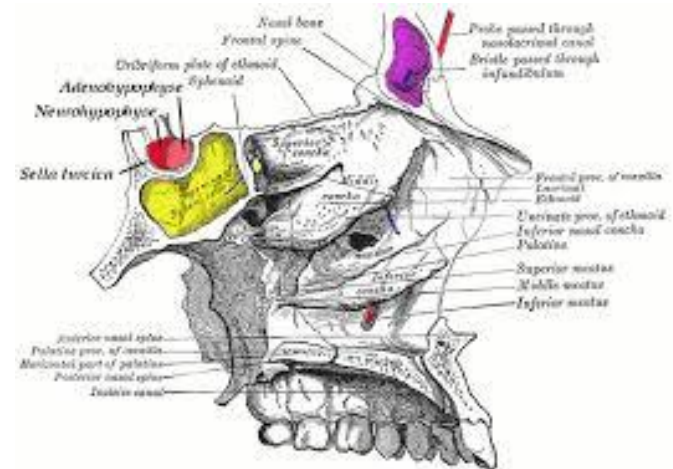
**NADBUBREŽNE ŽLEZDE:**  
**Kora:**  
Aldosteron  
Kortisol, polni hormoni  
**Srž:**  
Adrenalin, noradrenalin

**JAJNICI (OVARIJUMI)**  
Estrogen  
Progesteron  
inhibin

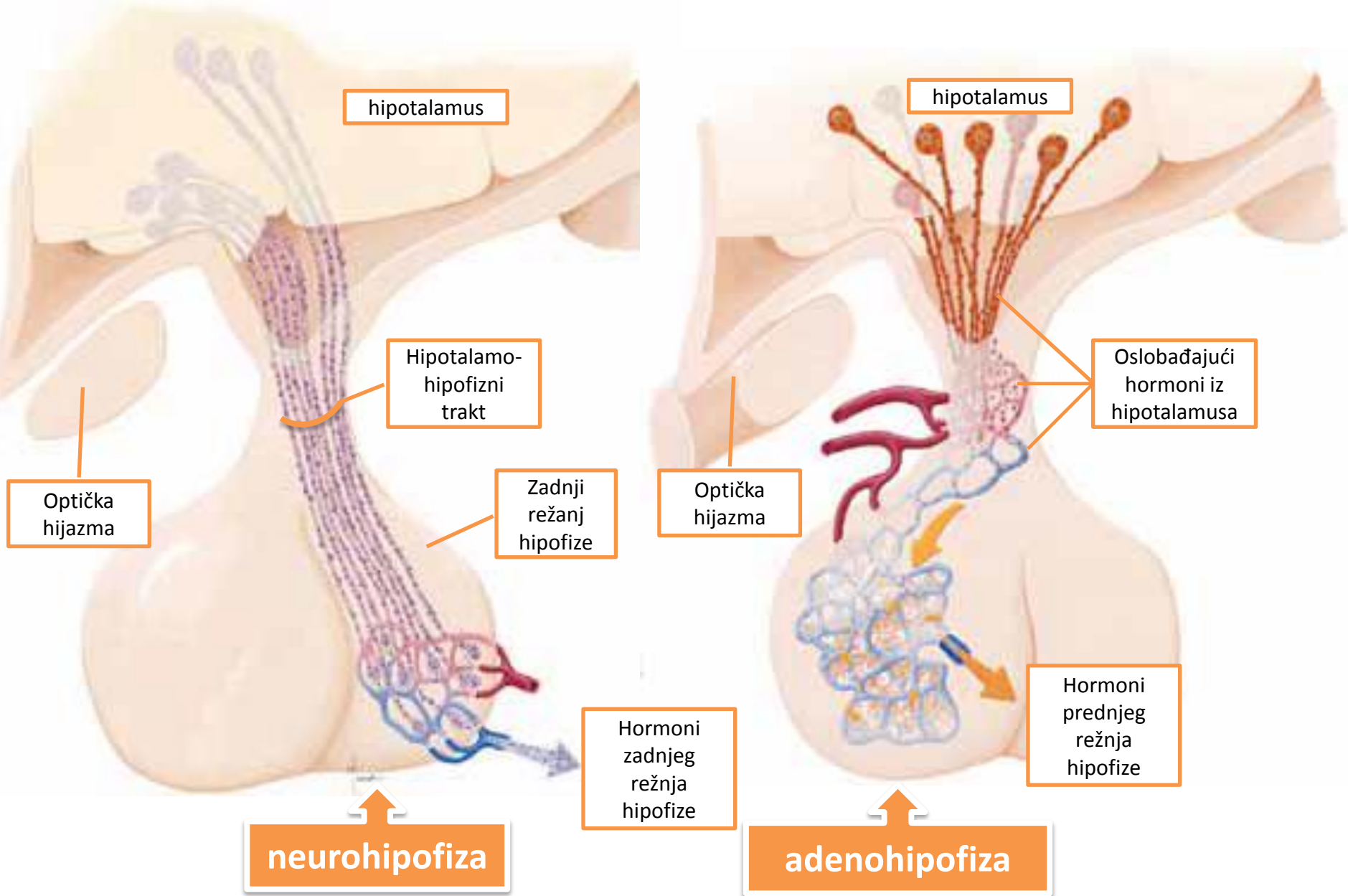


# Hipofiza (pituitarna žlezda)

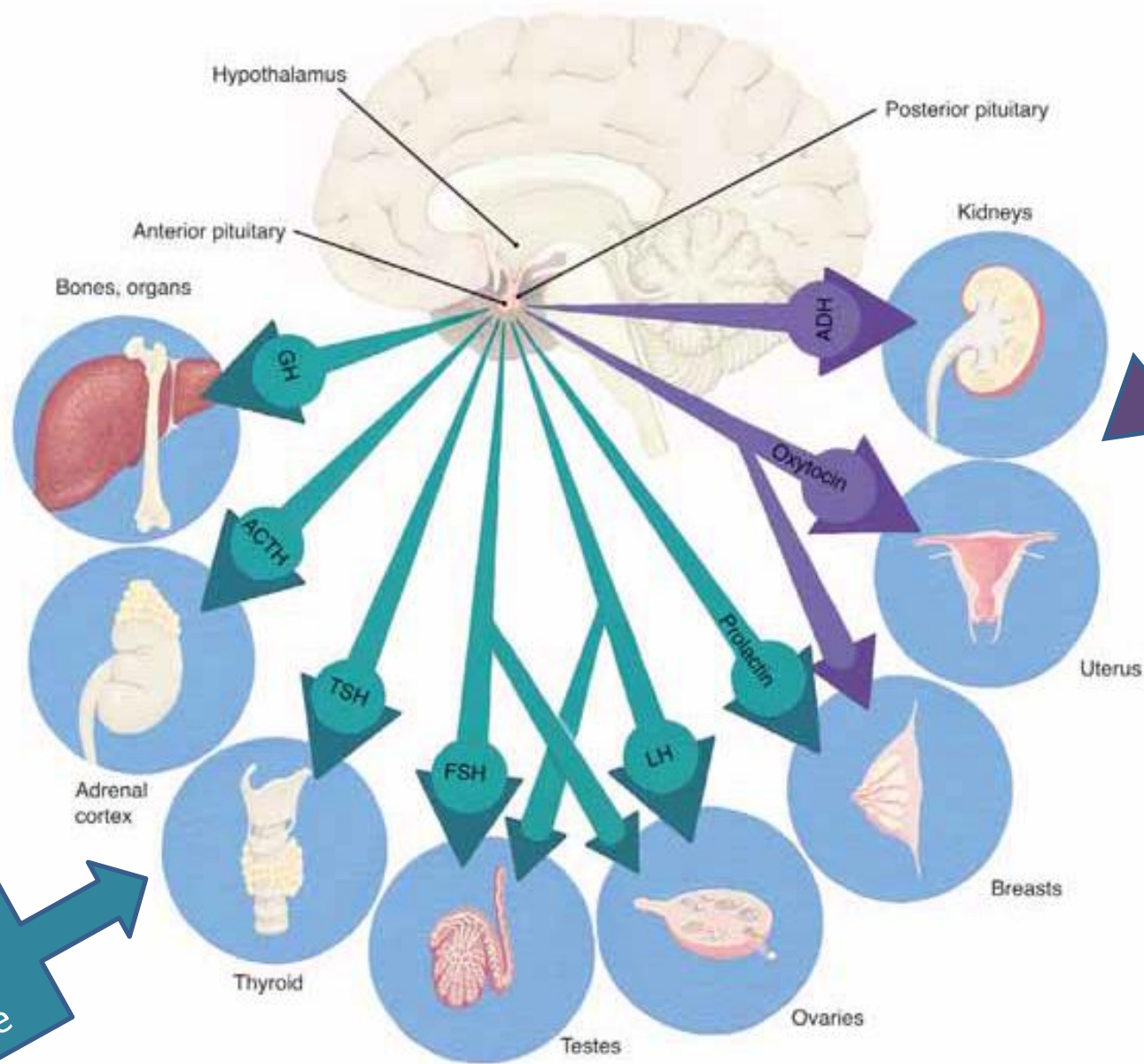
- Smeštena u turskom sedlu sfenoidalne kosti.
- Dva dela:
  - Zadnji deo (neurohipofiza) – produžetak nervnog tkiva hipotalamusa
  - Prednji deo (adenohipofiza)



# Strukturni odnos hipotalamusa i hipofize



# Hormoni hipofize i njihovi ciljni organi



Prednji  
režanj  
hipofize

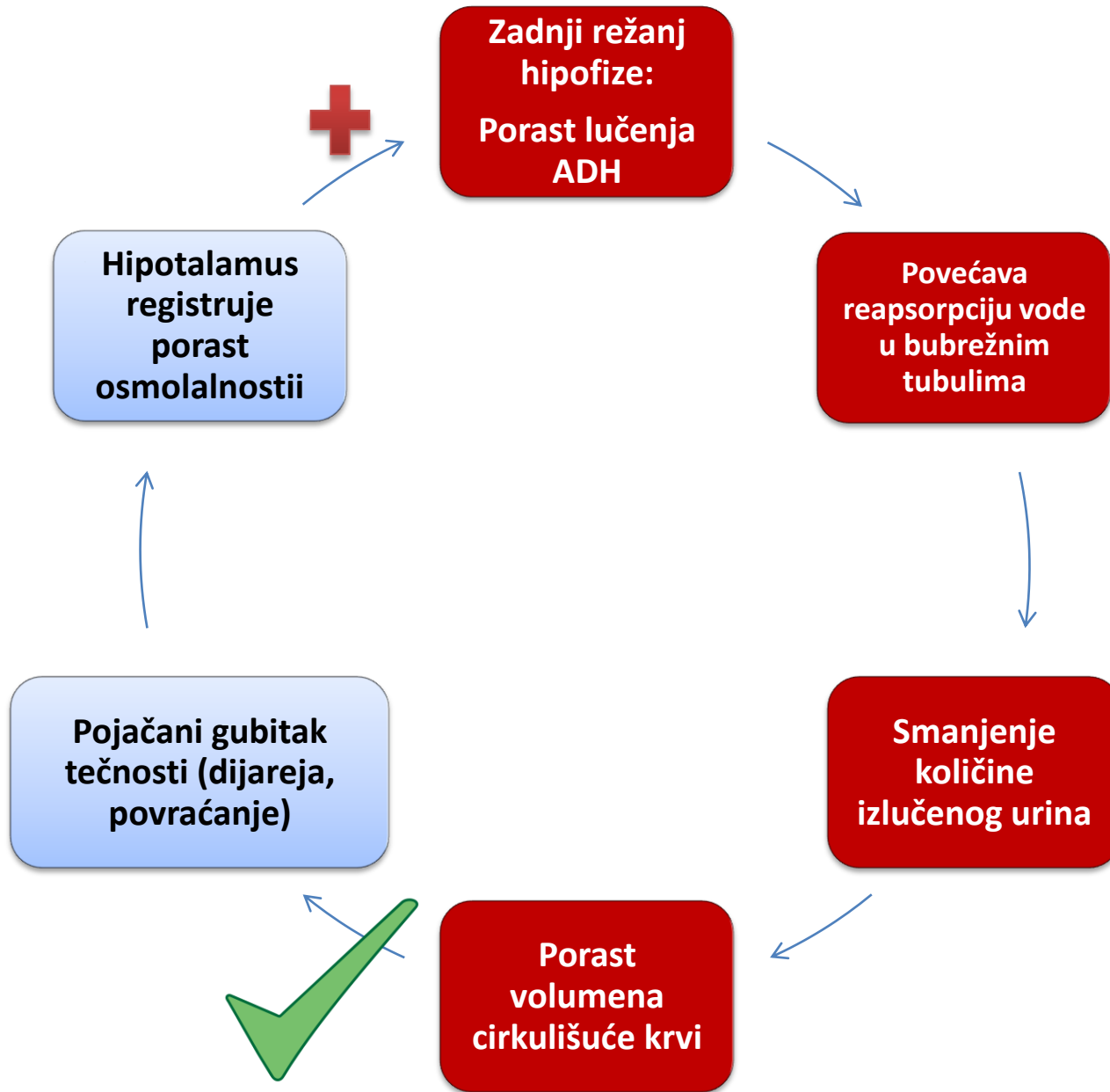
Zadnji  
režanj  
hipofize



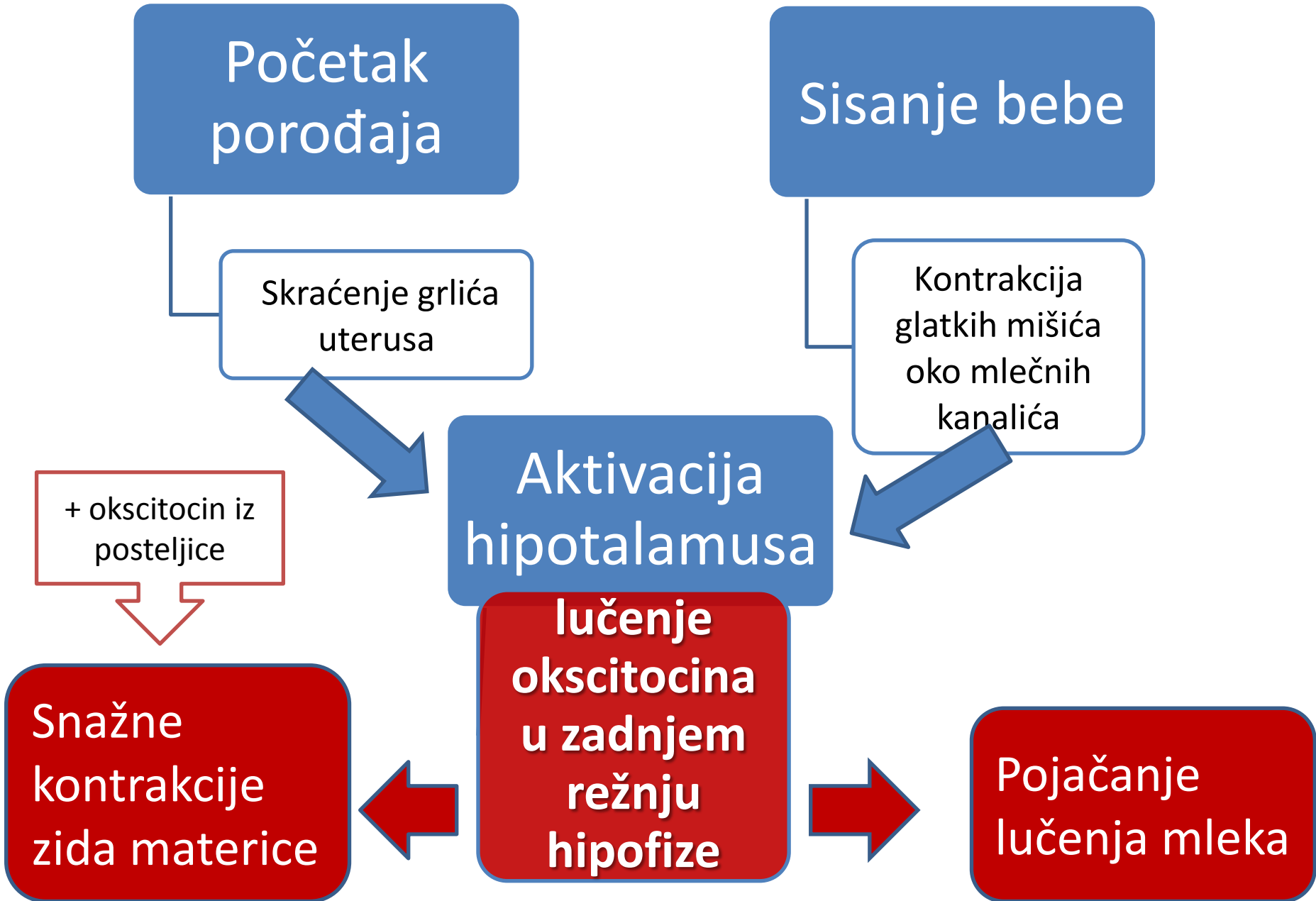
# Zadnji režanj hipofize

- Dva hormona zadnjeg režnja hipofize su u stvari proizvodi hipotalamusa samo smešteni u zadnjem režnju hipofize
- Oslobađaju se pod stimulacijom nervnim impulsima iz hipotalamusa
- **Antidiuretski hormon**
- **Oksitocin**

# Antidiuretski hormon



# Oksitocin



# Hormoni (prednjeg režnja hipofize) adenohipofize

- Luče se pod stimulacijom oslobađajućih hormona hipotalamusa koji preko portnog kapilarnog sistema (infundibularne peteljke) dospevaju u hipofizu.

# Hormon rasta (somatotropin)

- Uloge:
  - Povećava transport aminokiselina ka ćeliji i time sintezu proteina.
  - Stimuliše ćelijsku deobu (mitozu) u tkivima (rast i razvoj u detinjstvu)
  - Oslobađanje masti iz masnog tkiva

# Hormon rasta

- Regulacija oslobađanja je pod dejstvom:
  - Oslobađajućeg hormona hormona rasta (GHRH)
    - Stimulusi su: hipoglikemija i fizičko vežbanje, visok nivo aminokiselina
  - Inhibitornog hormona hormona rasta (GHIH, somatostatin)
    - Stimulus je hipoglikemija.
- Poremećaji lučenja hormona rasta u detinjstvu:
  - Patuljasti rast
  - Džinovski rast
- Poremećaj lučenja hormona rasta u odraslom dobu:
  - akromegalija

# Tireostimulirajući (tireotropni) hormon

- Ciljni organ štitna žlezda
  - Stimuliše lučenje tiroksina (T4) i trijod tironina (T3)
- Regulacija sekrecije je pod kontrolom tireotropnog oslobađajućeg hormona hipotalamusa (TRH)

# Adrenokortikotropni hormon (ACTH)

- Stimuliše sekreciju kortizola i drugih hormona kore nadbubrežne žlezde
- Regulacija sekrecije je pod dejstvom kortikotropin oslobađajućeg hormona (CRH)



# Prolaktin

- Uloga:
  - Laktacija
- Regulacija sekrecije:
  - Prolaktin oslobađajući hormon (PRH)
  - Prolaktin inhibirajući hormon (PIH)
- Mlečna žlezda je pripremljena estrogenom i progesteronom

# Folikulostimulirajući hormon (FSH)

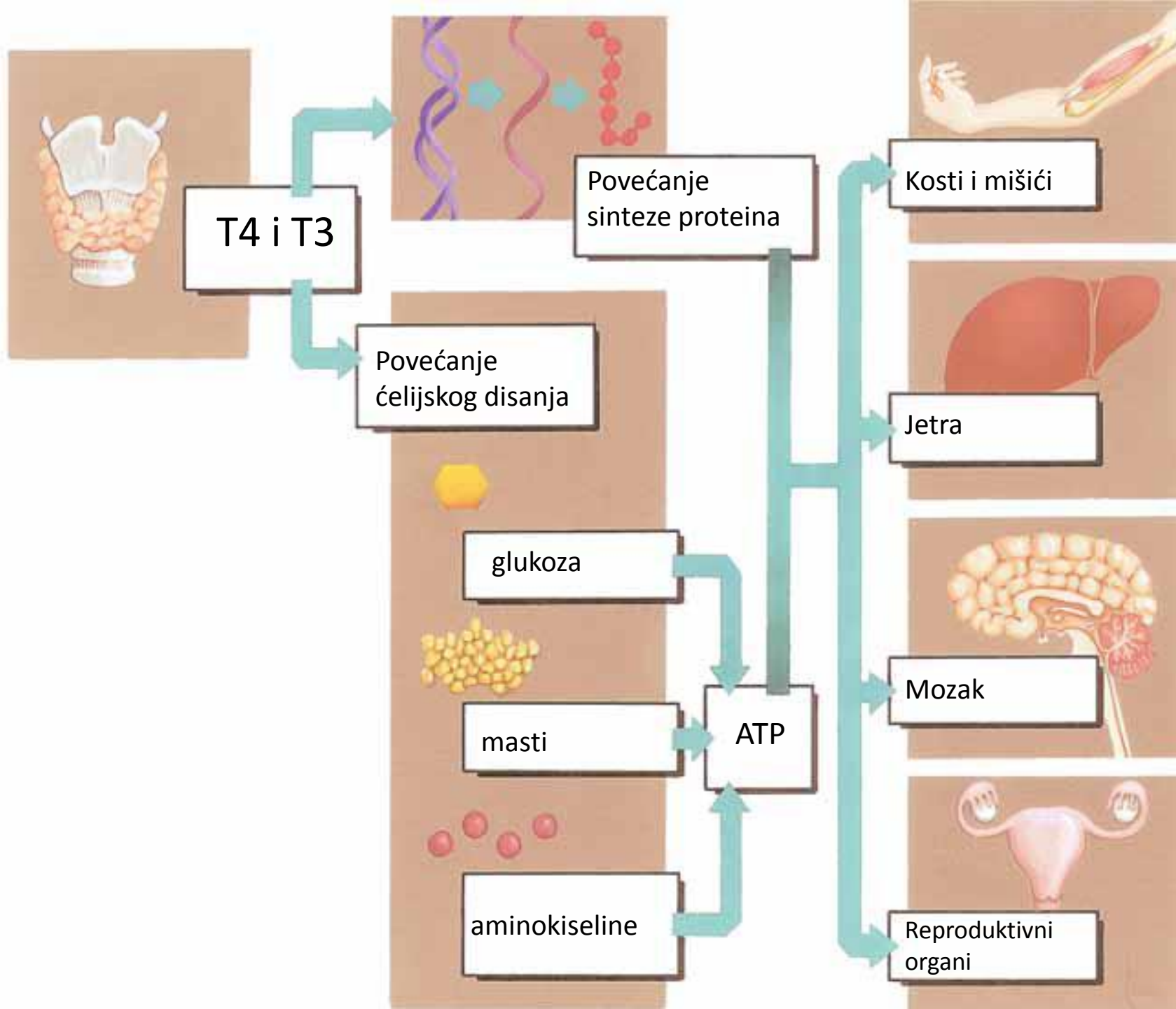
- Gonadotropni hormon, deluje na jajnike (ovarijume) i testise.
- Regulacija sekrecije: gonadotropin oslobađajući hormon (GnRH)
- Uloge:
  - Ovarijum:
    - stimuliše rast folikula, odnosno sazrevanje jajne ćelije u toku mesečnog ciklusa.
    - Stimuliše sekreciju estrogena
  - Testis:
    - Inicira produkciju sperme

# Luteinizirajući hormon (LH)

- Gonadotropni hormon, deluje na jajnike (ovarijume) i testise.
- Regulacija sekrecije: gonadotropin oslobađajući hormon (GnRH)
- Uloge:
  - Ovarijum:
    - Odgovoran je za ovulaciju – tj. oslobađanje zrele jajne ćelije iz folikula.
    - Stimuliše pretvaranje folikula u žuto telo, koje produkuje progesteron
  - Testis:
    - Stimuliše intersticijalne ćelije testisa da luče testosteron

# Tireoidna žlezda

- Ispred i sa strane dušnika, uspod grkljana
- Dva lobusa i istmus
- Luči:
  - 1. Tiroksin (T4)**
  - 2. Trijodtironin (T3)**
  - 3. Kalcitonin**



# Tiroksin i trijod tironin

- Uloge: regulacija energetskeg statusa i sinteze proteina
  - Povećavanje ćelijskog disanja
  - Povećava sintezu proteina
  - Rast
  - Mentalni razvoj
  - Sazrevanje reproduktivnog sistema
- Regulacija sekrecije:
  - Tireostimulirajući hormon iz adenohipofize

# Kalcitonin

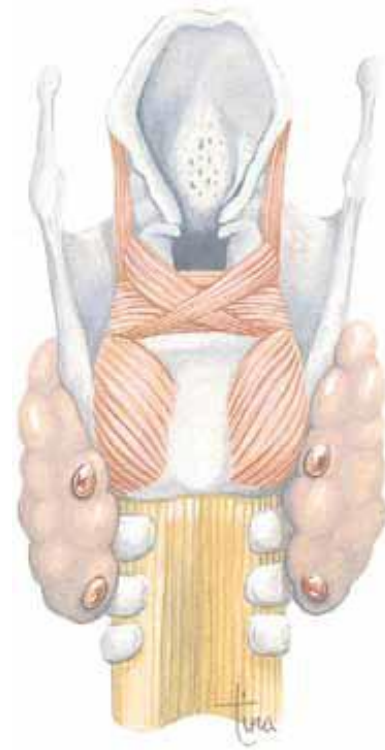
- Smanjuje reapsorpciju kalcijuma i fosfata iz kostiju u krv čime **smanjuje koncentraciju kalcijuma u krvi.**
- Uloga:
  - Održavanje normalnih vrednosti Ca i fosfata u serumu
  - Stimulus za lučenje: hiperkalcijemija

# Paratireoidne žlezde

- Luče **parathormon** - hormon suprotan kalcitoninu:
  - **Podiže nivo kalcijuma, smanjuje nivo fosfata u krvi**

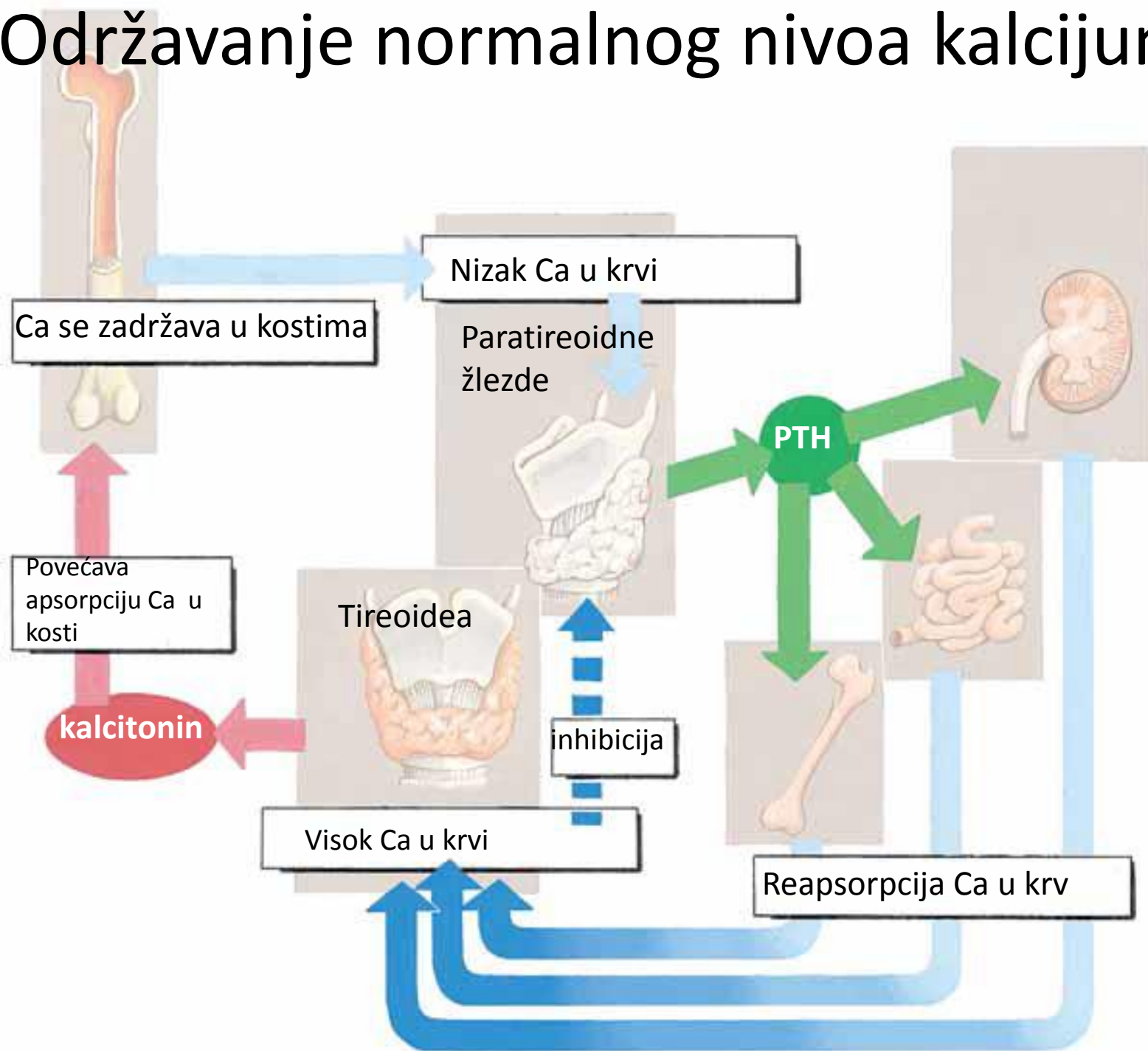
Deluje na nivou:

1. Kostiju:
    - Povećava reapsorpciju Ca iz kostiju u krv, podiže nivo Ca u krvi.
  2. Tankog creva:
    - Povećava apsorpciju Ca i fosfata u tankom crevu
  3. Bubrega:
    - Povećava reapsorpciju Ca u bubrezima i lučenje fosfata
- Stimulus za lučenje je hipokalcijemija
  - Kalcijum je nephodan za:
    - Koagulaciju krvi
    - normalnu aktivnost nervnih i mišićnih ćelija





# Održavanje normalnog nivoa kalcijuma



# Pankreas

- Egzokrinná i endokrinná žleza
- Langerhansova ostrvca:
  - $\alpha$  ćelije – luče glukagon
  - $\beta$  ćelije - luče insulin

# Glukagon

- Stimuliše jetru da pretvara **glikogen u glikozu:**  
**glikogenoliza**
- Uloga:
  - Povećanje nivoa glukoze u krvi i obezbeđenje iskoristljivosti svih vrsta hrane.
- Stimulacija za lučenje glukagona je **hipoglikemija**

# Insulin

- Vitalan hormon
- Stimuliše ulazak glukoze iz krvi u ćeliju povećanjem propustljivosti ćelijske membrane
  - U jetri i skeletnim mišićima glikoza se pretvara u glikogen (glikogeneza) koji služi kao rezerva energije.
- Pomaže ćeliji da unese masne kiseline i aminokiseline koje joj služe za sintezu lipida i proteina
- Sekretija je regulisana hiperglikemijom

# Srž nadbubrežne žlezde

- Srž nadbubrežne žlezde luči **adrenalin i noradrenalin**, zajednički se nazivaju **kateholamini**
- Sekrecija je regulisana simpatičkim stimulusima iz hipotalamusa
- Luče se u stresnim situacijama i pomažu organizmu da se adaptira na novonastalu situaciju.

# Kateholamini

- Noradrenalin:
  - Vazokonstrikcija u koži, visceralnim organima i skeletnim mišićima – porast krvnog pritiska.
- Adenalin:
  - Povećava srčanu frekvenciju
  - Vazokonstrikcija u koži i visceralnim organima
  - Vazodilatacija u skeletnim mišićima
  - Dilatacija brohniola
  - Usporava peristaltiku
  - Glikogenoliza
  - Povećava upotrebu masti
  - Povećava ćelijsko disanje

# Kora nadbubrežne žlezde

- **Mineralokortikoidi (aldosteron)**
- **Glukokortikoidi (kortizol)**
- **Polni hormoni**

# Aldosteron

- Uloge:
  - Povećava reapsorpciju Na u bubregu.
  - Povećava izlučivanje K u bubregu.
- Indirektno:
  - Održava pH krvi
  - Održava volumen krvi
  - Reguliše krvni pritisak
- Regulacija sekrecije: nizak krvni pritisak aktivira sistem renin angiotenzin, angiotenzin II stimuliše sekreciju aldosterona iz adrenalnog korteksa.



# Kortizol

- Uloge:
  - Stimuliše korišćenje masti i aminokiselina (**glukoneogeneza**) za energiju
  - **Smanjuje upotrebu glikoze, čime omogućava raspoloživost glukoze mozgu.**
  - Protiv zapaljenski efekat
  - Velika količina – smanjuje imuni odgovor
- Luči se u stresu: bolest, povrede, krvavljenje
- Direktan stimulus za lučenje je **ACTH** iz prednjeg režnja hipofize, a za njega **kortikotropin oslobađajući faktor** iz hipotalamusa.

# Polni hormoni

- Estrogen
- Progesteron
- Testosteron

# Estrogen

- Estrogen luče folikularne ćelije jajnika
- Tokom trudnoće – luči ga posteljica
- Uloga:
  - Obezbeđuje sazrevanje jajne ćelije
  - Stimuliše razvoj krvnih sudova u endometrijumu materice i njegovu pripremu za implantaciju oplođene jajne ćelije
  - Razvoj sekundarnih seksualnih karakteristika kod žene
  - Zatvaranje epifiza dugih kostiju
  - Regulacija holesterola i triglicerida u krvi
- Regulacija lučenja pod dejstvom **FSH** iz adenohipofize.

# Progesteron

- Luči se iz žutog tela jajnika
- Tokom trudnoće luči ga posteljica
- Uloge:
  - Pomaže deponovanje glikogena i dalji razvoj krvnih sudova u endometrijumu
  - Razvijanje sekretornih ćelija mlečnih žlezda
- Regulacija lučenja pod dejstvom **LH** hormona adenohipofize

# Testosteron

- Testosteron luče testisi
- Testosteron luče intersticijalne ćelije testisa
- Uloge:
  - Pomaže sazrevanje spermatozoida u seminalnim tubulima testisa
  - Stimuliše razvoj sekundarnih polnih karakteristika muškarca
  - Zatvaranje epifiza dugih kostiju
- Stimulus za lučenje je **LH** iz adenohipofize

# Inhibin

- Luči se u testisu kao odgovor na povećane vrednosti testosterona
- Uloga:
  - Smanjenje sekrecije FSH u adenohipofizi

# Prostaglandini

- Stvaraju se iz svih ćelija tj. fosfolipida ćelijske membrane
- Deluju lokalno
- Prostaglandini od A-E
- Uloge:
  - Zapaljenski procesi
  - Mehanizam bola
  - Zgrušavanje krvi
  - Vazokonstrikcija
  - Vazodilatacija
  - Kontrakcija uterusa
  - Reprodukcija
  - Sekretija digestivnih žlezda
  - Metabolizam hrane.

# Mehanizam delovanja hormona

- Hormoni se vezuju za **specifične receptore** koji se nalaze:
  - Na membrani
  - U citoplazmi
  - U jedru
- Mehanizam dejstva preko glasnika (mesindžera):
  1. Kompleks hormon (prvi glasnik)-receptor aktivira enzim adenil ciklazu
  2. Adenil ciklaza sintetise ciklični adenozin monofosfat (cAMP) iz ATP-a
  3. cAMP (sekundarni glasnik) aktivira enzime u unutrašnjosti ćelije koji su odgovor na dejstvo hormona.