Žlázy s vnitřní sekrecí

MUDr. Kateřina Kapounková

Řízení organismu

- ***Nervový systém*** **(fylogeneticky nejmladší, rychlé reakce)**
- ***Humorální systém*** **(fylogeneticky starší, zajišťuje reaktivní a především adaptivní odpovědi organismu)**
- ***Imunitní systém*** **(obranyschopnost organismu)**

Typ sekrece

Endokrinní sekrece

- **tvořené hormony – do krve**
- **transport i do vzdálených orgánů či systémů**

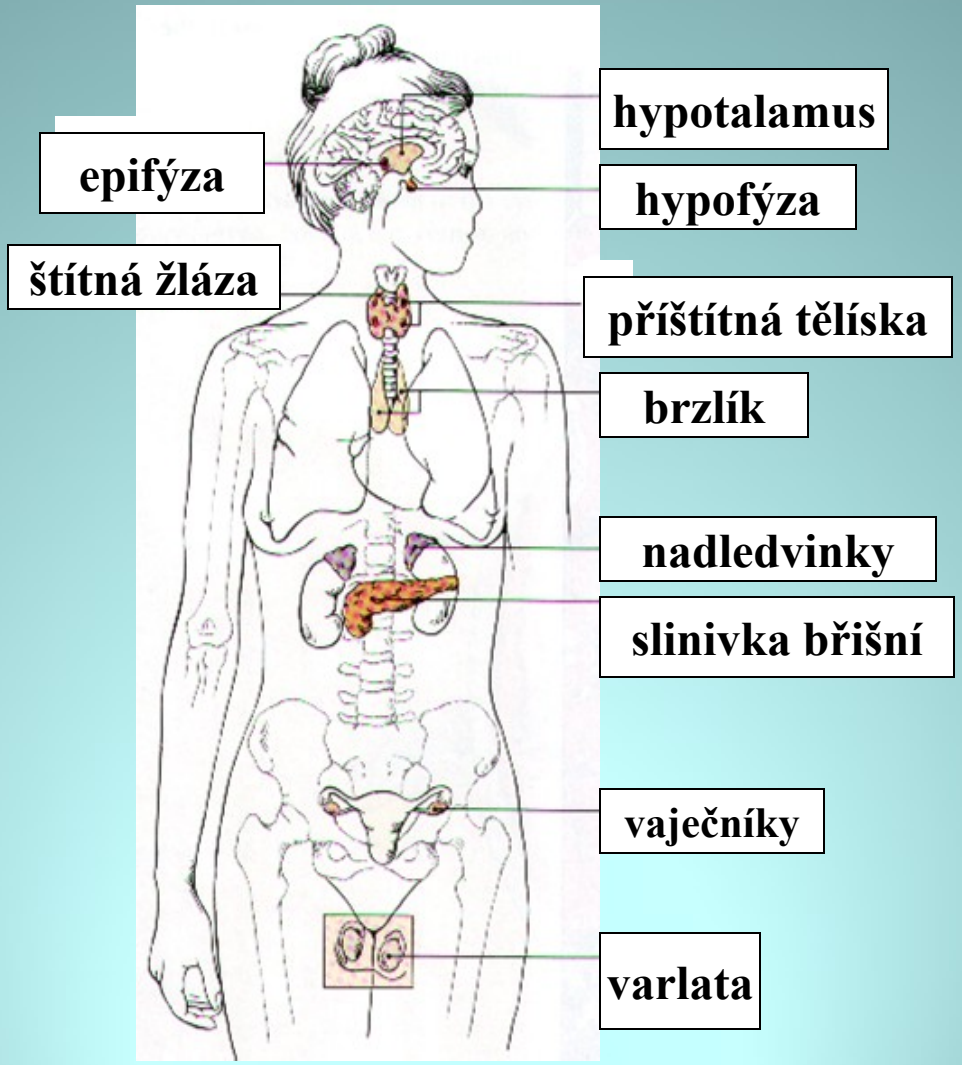
Parakrinní sekrece

- **uvolněné hormony působí na sousední buňky**

Autokrinní sekrece

- **hormony působí na vlastní buňku**

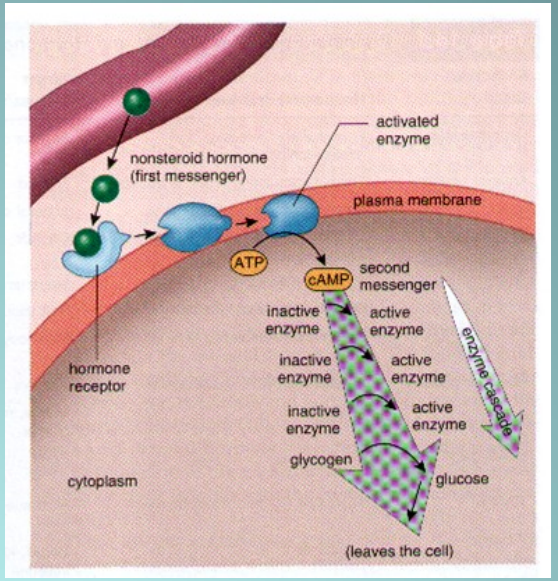
Anatomie žláz s vnitřní sekrecí



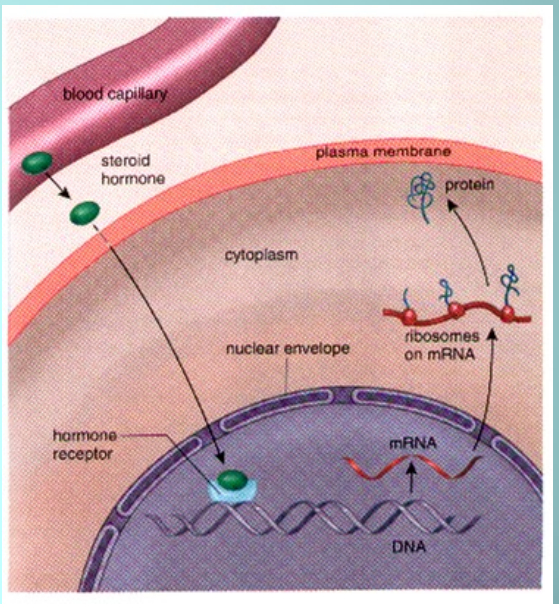
Hormony – chemická struktura

Bílkovinná povaha
FSH, LH, prolaktin, ADH, oxytocin, ACTH, STH, tyroxin, kalcitonin, růstový hormon, thymosin, erytropoetin

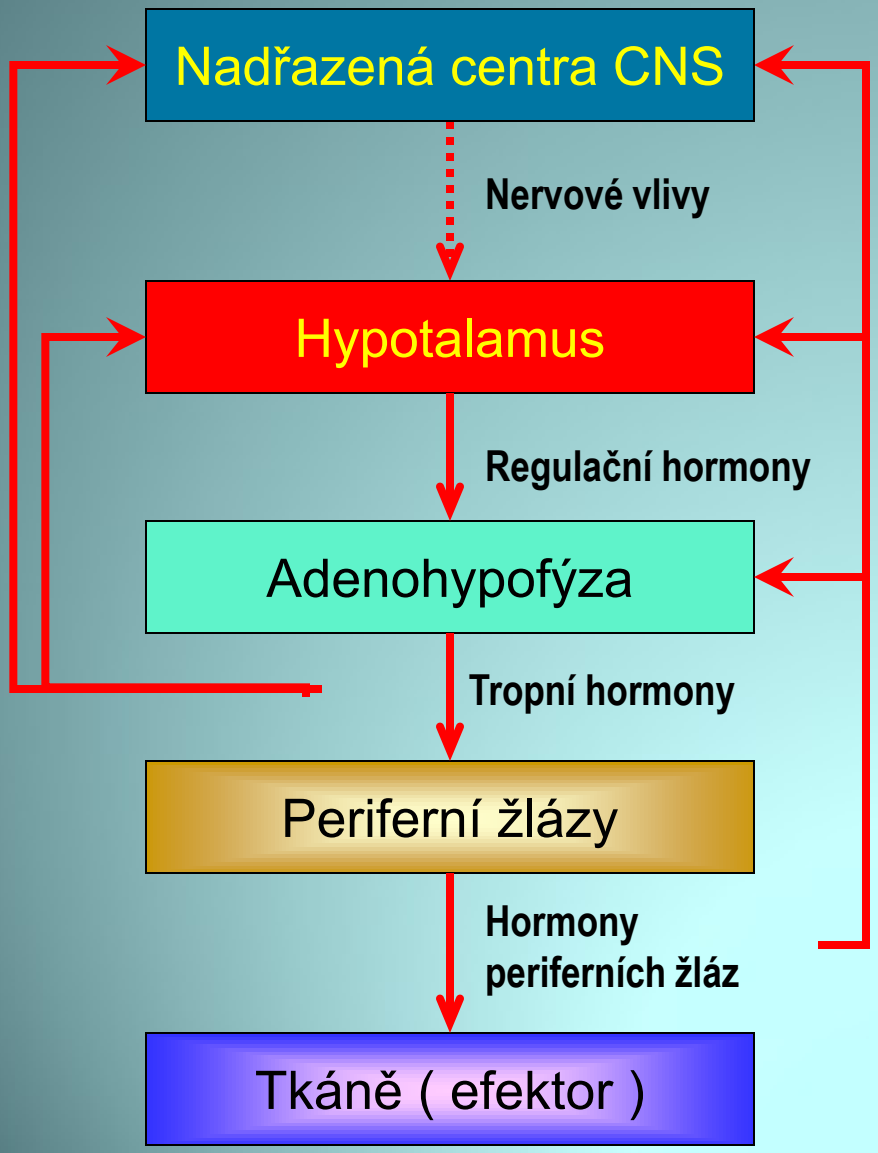
Deriváty aminokyselin
adrenalin, noradrenalin, dopamin, bradykinin, serotonin, histamin, melatonin



Hormony steroidní povahy
kortizol, aldosteron, testosteron, estrogeny, progesteron



Řízení činnosti endokrinních žláz



Zpětná vazba :

pozitivní **– reakce buněk se neustále zvyšuje**

negativní **– reakce buněk je zeslabována**

- ***jednoduchá*** **– produkce hormonu je regulována podle změny v chemickém složení krve, vyvolané hormonem**
- ***složitá***

Homeostáza a hormony

- **<u>Homeostáza</u> = stálost vnitřního prostředí**

✓ ***udržování stálosti mezibuněčné složky mimobuněčné tekutiny***
✓ ***krev a ostatní tělesné tekutiny***

<u>Regulační mechanismy:</u>

➢ ***princip zpětné vazby***
➢ ***hormonální regulace:***

- **stálost chemického složení vnitřního prostředí**
- **homeostatická (stálá) hladina hormonů samotných**

- ***Osmolalita*** **– koncentrace iontů, glukózy - aldosteron, ADH, inzulín**
- ***Acidobazická rovnováha*** **- inzulín, hormony štítné žlázy, aldosteron**
- ***Na^+ v krvi*** **– aldosteron, kortizol**
- ***K^+ v krvi*** **– kortizol, aldosteron**
- ***Ca^{2+} v krvi*** **– parathormon, kalcitriol, kalcitonin**
- ***Fosfáty v krvi*** **– kalcitriol, parathormon, kalcitonin**
- ***Cholesterol v krvi*** **– androgeny, gestageny, hormony štítné žlázy**
- ***Krevní bílkkoviny*** **– hormony štítné žlázy kortizol**
- ***Krevní cukr*** **– glukagon, kortizol, adrenalin, STH, inzulín**

Energetický metabolismus a hormony

- ***Metabolismus zvyšují:***

  - **hormony štítné žlázy (T4, T3)**
  - **adrenalin**
  - **noradrenalin**
  - **glukagon**
  - **kortizol**

- ***Metabolismus snižují:***

  - **nedostatek hormonů štítné žlázy (T4)**
  - **inzulín**

Krevní tlak a hormony

- ***Krevní tlak zvyšují:***

  - **angiotenzin**
  - **adrenalin**
  - **noradrenalin**
  - **aldosteron**
  - **glukokortikoidy**

- ***Krevní tlak snižují:***

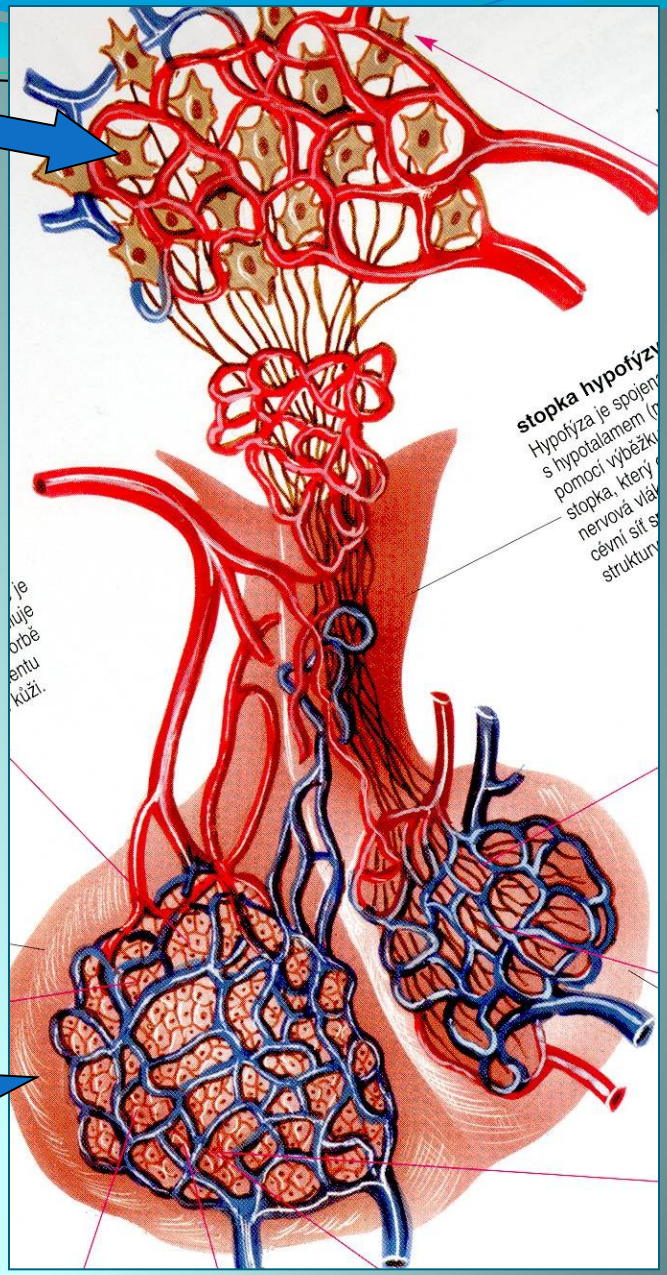
  - **ANP (atriový natriuretický faktor)**
  - **EDRF (endotelový relaxační faktor = NO)**
  - **kininy**

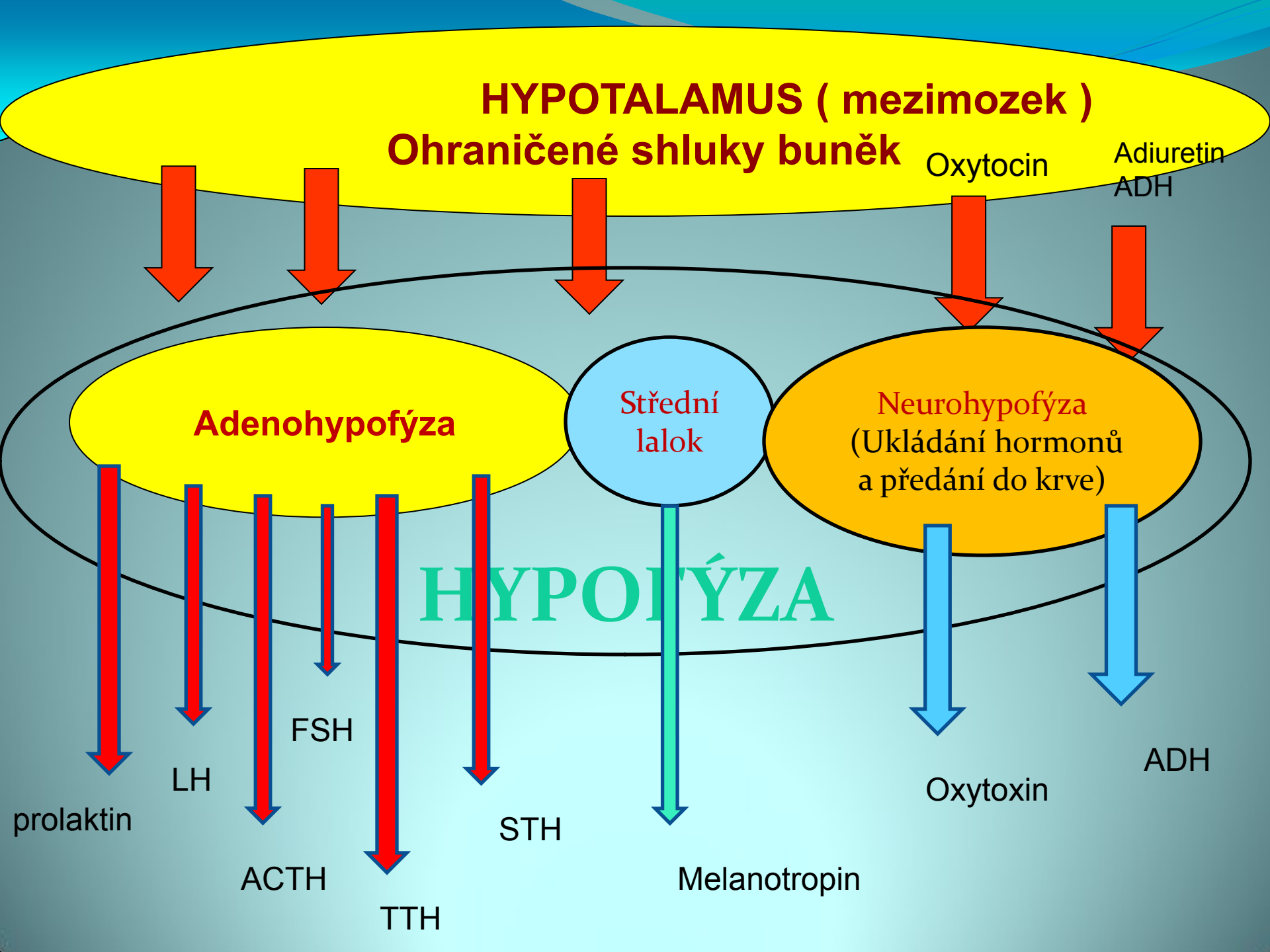
Hypotalamus

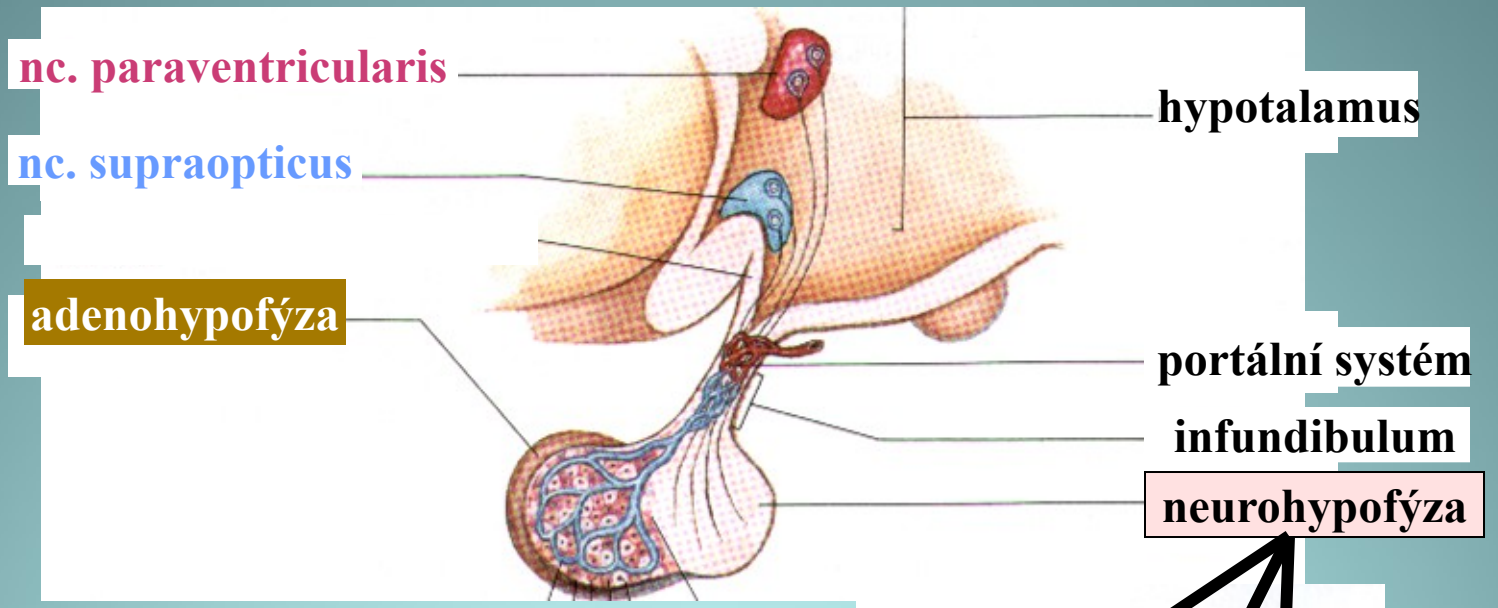
Hypotalamus

-ovlivňuje hypofýzu
a naopak
-jsou propojeny cévně
a nervově

Hypofýza




HYPOTALAMUS (mezimozek)
Ohraničené shluky buněk
Oxytocin
Adiuretin
ADH
Adenohypofýza
Střední
lalok
Neurohypofýza
(Ukládání hormonů
a předání do krve)
HYPOFÝZA
prolaktin
LH
FSH
ACTH
TTH
STH
Melanotropin
Oxytoxin
ADH



Hormony tvořené v neurohypofýze

ledviny (vasopresin -ADH)

děloha (oxytocin)

prsní žláza (oxytocin)

Účinky vasopresinu (ADH – antidiuretického hormonu)

- ↑ propustnost tlusté části vzestupného raménka Henleovy kličky a sběrných kanálků ledvin pro H_2O

↓

zadržování vody v organismu

- ve velkých dávkách – vasokonstrikce → ↑ TK (například při krvácení)
- ↑ sekreci ACTH

Regulace sekrece vasopresinu

- **<u>Zvýšení sekrece vasopresinu</u>**

✓ ↑ osmotického tlaku plasmy
✓ ↓ objemu mimobuněčné tekutiny
✓ bolest, emoce, stres
✓ fyzická námaha
✓ nechutenství, zvracení
✓ stání
✓ nikotin

- **<u>Snížení sekrece vasopresinu</u>**

✓ ↓ osmotického tlaku
✓ ↑ objemu mimobuněčné tekutiny
✓ alkohol

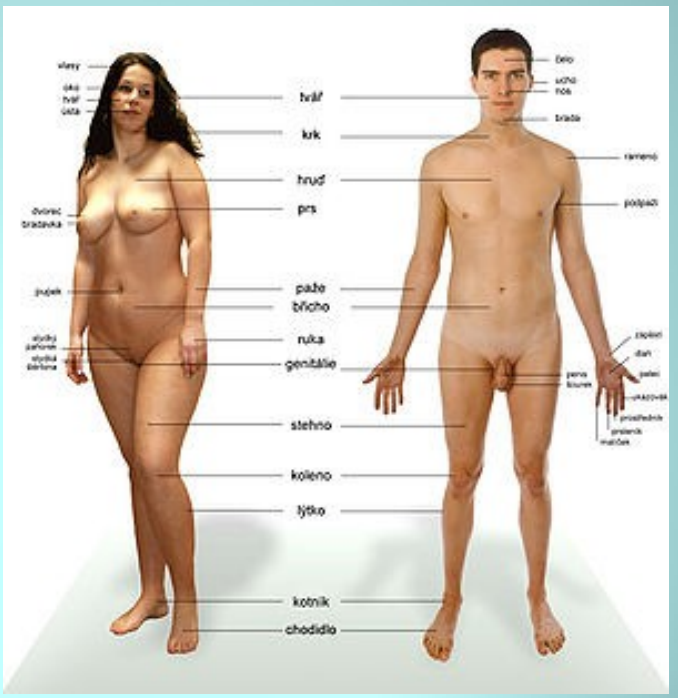
Účinky oxytocinu

Ženy

- **ejekce mléka – kontrakcí myoepiteliálních buněk (podobné hladkému svalstvu, vystýlají vývody mléčné žlázy)**
- **stah dělohy – její citlivost na oxytocin je zvyšována estrogeny, tlumena progesteronem (porod, pohlavní styk)**
- **sekrece se ↑ při stresech a ↓ vlivem alkoholu**

Muži

- **ejakulace**

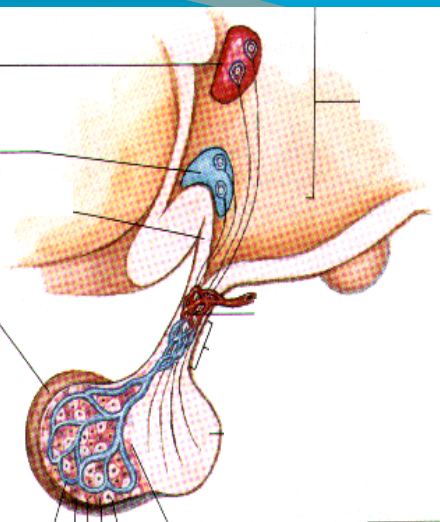


Hormony tvořené v adenohypofýze

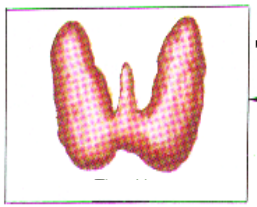
nc. paraventricularis

nc. supraopticus

adenohypofýza

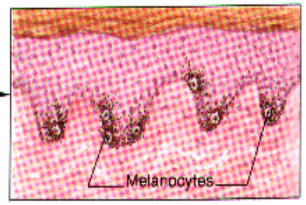


štítná žláza



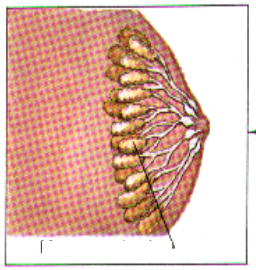
TSH

MSH



kůže

prsní žláza

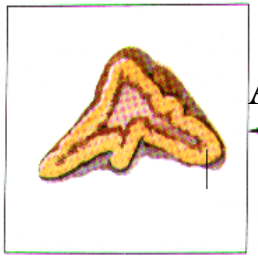


LTH

STH

kost
sval
tuková tkáň

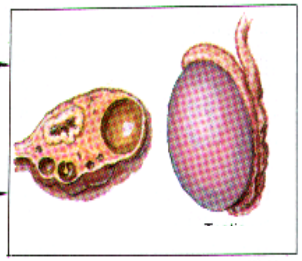
kůra nadledvin



ACTH

FSH

LH



vaječníky
varlata

Účinky hormonů adenohypofýzy

Růstový hormon (STH, GH, somatotropin) - polypeptid

- ***stimulace růstu***
- ***anabolicky - proteosyntéza* (zvýšené zabudování aminokyselin do proteinů, zrychlení transkripce a translace) – pozitivní N-bilance**
- ***katabolicky – mobilizace tuků***
- ***zvyšuje krevní cukr***
- ***zadržení Na^+ a K^+* nezávisle na aldosteronu**

Prolaktin (PRL)

- ✓ **nejvyšší sekrece po ránu**

- **Ženy:**

stimulace laktace po porodu

- **Muži:**

přídatný růstový faktor pro prostatu

adrenokortikotropní hormon (ACTH)

- ✓ **stimuluje růst kůry nadledvin**
- ✓ **regulace kortikoidů**

MSH (melanocyty stimulující hormon, melanotropiny)

- ✓ **zrychluje syntézu melaninu (kožního pigmentu)**

Tyreostimulační hormon (TSH)

- ✓ **stimuluje tvorbu hormonů štítné žlázy (T4 a T3)**

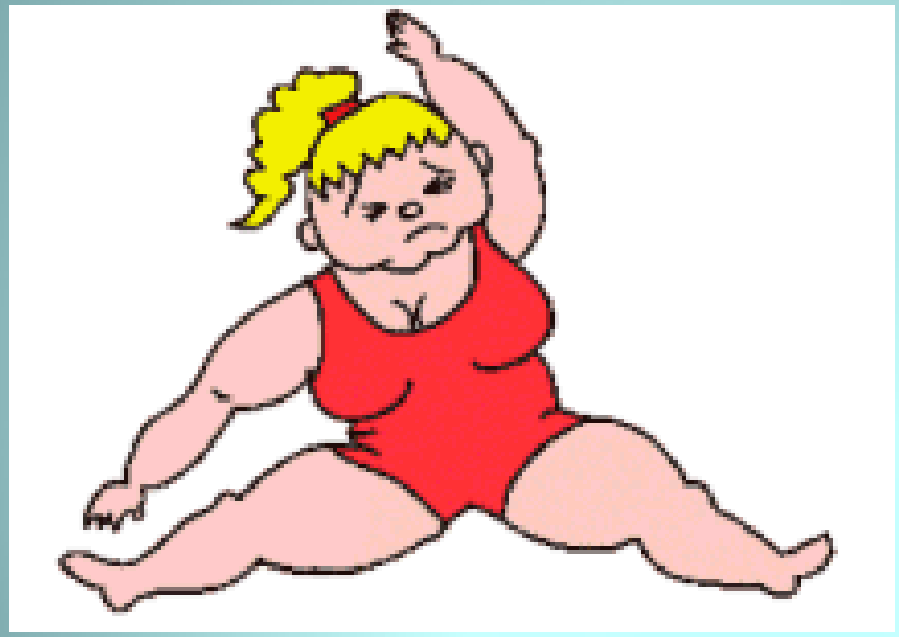
Gonadotropní hormony

- ✓ **vývoj pohlavních orgánů**
- ✓ **„nastavení“ a průběh puberty**
- ✓ **menstruační cyklus u žen**
- ✓ **tvorba spermií u mužů**

Folikulostimulační hormon

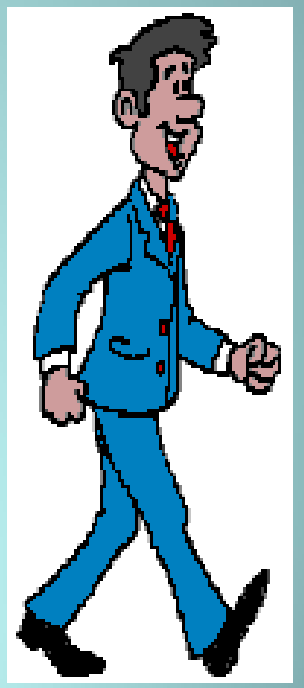
ženy

růst folikulů ve vaječníku



muži

zrání spermií

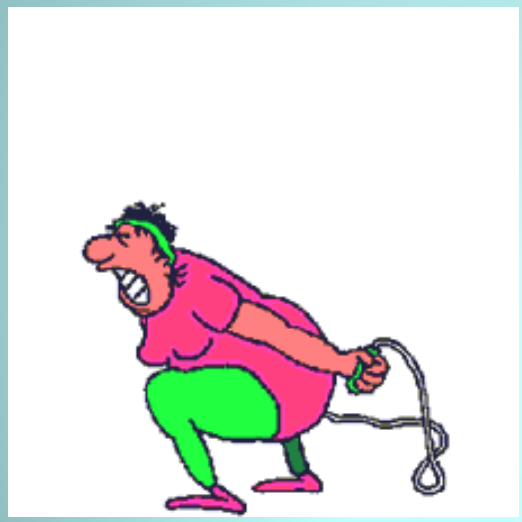


Luteinizační hormon

Ženy

vaječníky

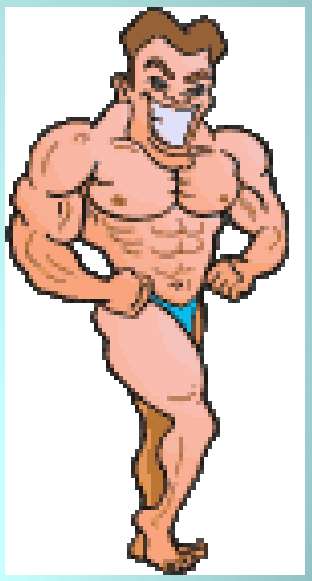
nutný k produkci **estrogenů**



Muži

varlata

nutný k sekreci **testosteronu**



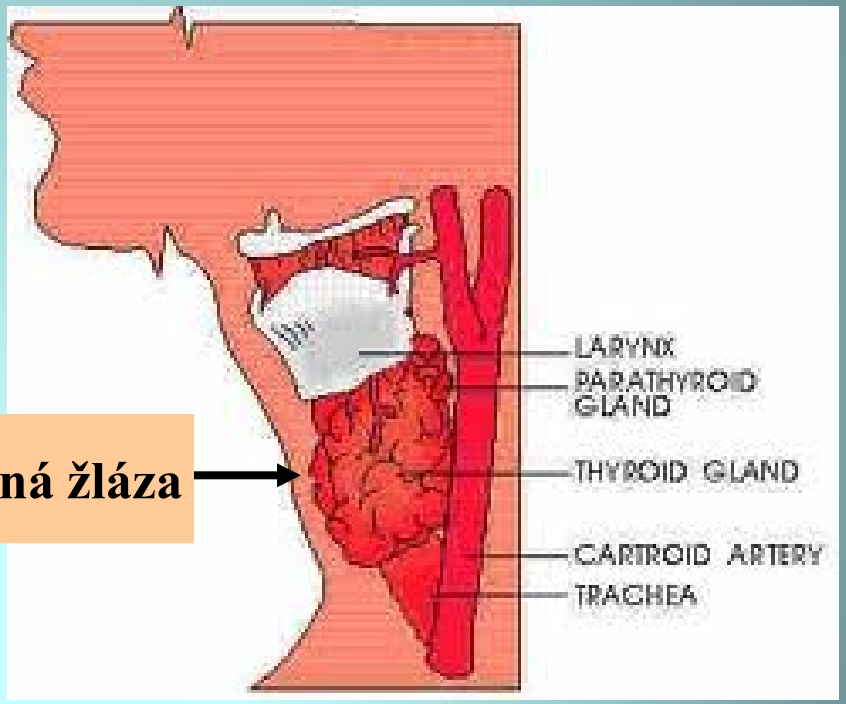
Štítná žláza

Hormony:

T4- tyroxin (T3 – trijodtyronin)

- **vyvolávají zvýšení spotřeby O_2 ve většině buněk těla**
- **jsou nezbytné pro normální růst a zrání**
- **zvyšují vstřebávání sacharidů ze střeva**
- **řídí metabolismus tuků (snižují cholesterol v krvi)**

kalcitonin snižuje hladinu vápníku v krvi



Účinky hormonů T3 a T4

Nervový systém

- **nitroděložně a u dětí se podílí na vývoji synapsí, myelinizaci nervů a tak mentálním vývoji**
- **ovlivňují rychlost reakční doby**

Srdce a kosterní sval

- **zvyšují citlivost srdce na účinky katecholaminů (adrenalinu a noradrenalinu)**
- **ovlivňuje typ myosinu srdečního i skeletálního svalu (zvyšuje α–*těžký řetězec myosinu* s vysokou ATP-ázovou aktivitou)**

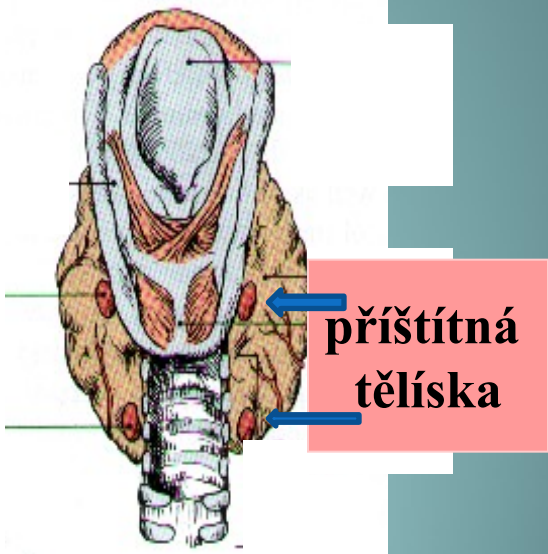
Účinky kalcitoninu

- **receptory pro kalcitonin jsou v kostech a ledvinách**
- **kalcitonin ↓ kostní resorpci (tlumí aktivitu osteoklastů)**
  → ↓ hladinu vápníku a fosfátu v krvi
- **↑ vylučování Ca^{2+} močí**
- **u mladých jedinců – zvýšená hladina kalcitoninu – snad chrání před zvýšením hladiny vápníku v krvi, ke kterému dochází po jídle**

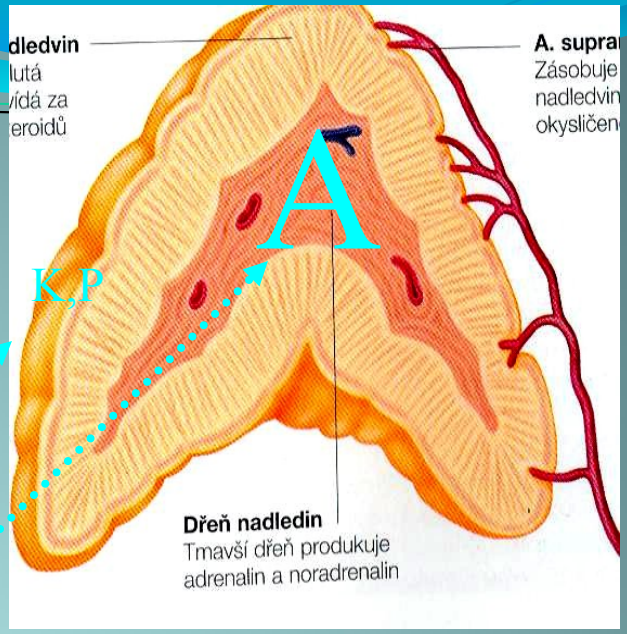
Příštítná tělíska

- **obvykle jsou 4 tělíska**
- **parathormon**
  - zvyšuje vstřebávání Ca^{2+} z kostí
    ↑ Ca^{2+} v krvi a ↓ fosfátů v krvi
  - zvyšuje vylučování fosfátu močí (snížen zpětné resorpce fosfátu v proximálním kanálku)
  - zvyšuje zpětné vstřebávání Ca^{2+} v distálních tubulech
  - zvyšuje tvorbu dihydroxycholekalciferolu (aktivní vitamín D)
  - zvyšuje absorpci Ca^{2+} ze střeva

zvýšení vápníku v krvi



NADLEDVINY



Kůra -produkuje hormony:

1. kortikoidy (gluko+mineralokortikoidy)
2. pohlavní (androgeny, gestageny, estrogeny)

Dřeň -produkuje hormony:

Adrenalin a Noradrenalin (stresové hormony, vliv srdce- tachykardie, zvýšení pulsů, hladké svaly – panenky, Tk narůstá

Účinky hormonů dřeně nadledvin

Katecholaminy (adrenalin, noradrenalin)

- ***Metabolické*** **(glykogenolýza v játrech a kosterním svalu, mobilizace volných mastných kyselin, vzestup LA)**
- ***Srdce*** **(zvyšují sílu a rychlost kontrakce, extrasystoly)**
- ***Cévy*** **(noradrenalin – vasokonstrikce, adrenalin – vasodilatace v kosterních svalech a játrech**
- ***CNS*** **(zvyšují bdělost, adrenalin – úzkost a strach)**

Regulace sekrece dřeně nadledvin

Nervová

- **stres (poplachová reakce)**

Selektivní sekrece

- **sekrece noradrenalinu při emočním stresu se zvyšuje**
- **sekrece adrenalinu se zvyšuje za situace, ve které jedinec neví, co má očekávat**

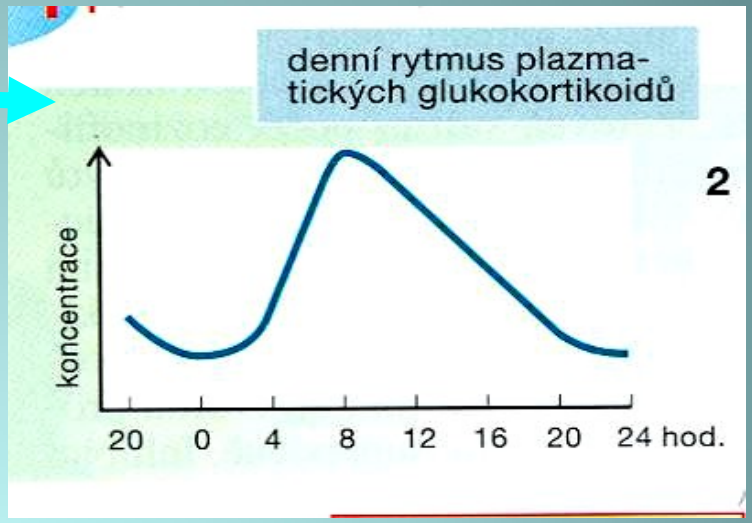
Hormony kůry nadledvin

Kortizol (protistresový) aktivují: stres, bolest, strach, pokles TK, hypoglykémie.

Má typický biorytmus:

(v nocí NL „spí“, dopoledne maximum tvorby Kortizolu)

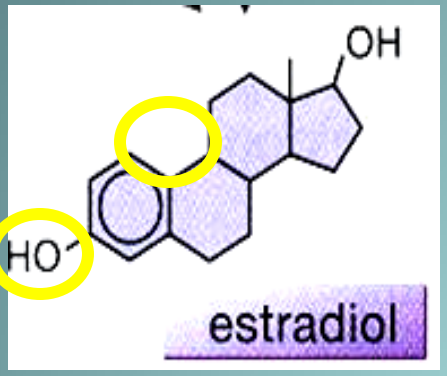
Typický lék: Prednison (vždy v léčbě těžkého:
astmatu, zánětů, Revmatismus,chemoterapie
autoimunitních nemocí-revma, záněty střeva)
… nadbytek = Cushingova nemoc



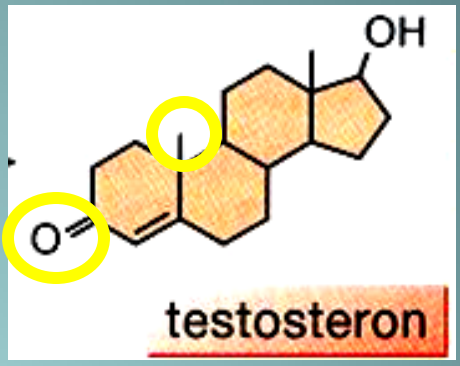
Aldosteron -hospodaří s minerály Na, K.
Je aktivován nízkým tlakem = hypotenzí (při poklesu TK se sníží průtok ledvinami – a buňky juxtaglomerulárního aparátu v nefronu produkují RENIN – ANGIOTENZIN – ten aktivuje dřeň NL k produkci ALDOSTERONU

Aldosteron zadrží Na a vodu a tím zvýší TK

Pohlavní hormony kůry nadledvin



Poznámka:
rozdíl muže a ženy činí lehce pozměněné molekuly hormonů.



- mužské (Androgeny) = Testosteron – mužský vzhled

- ženské (Gestageny-Progesteron, Estrogeny)

Pohl.hormony: vývoj zevních pohlavních znaků-vzhled, ochlupení, vzhled a vývin genitálu, tukové rozložení, hlas, pleš)

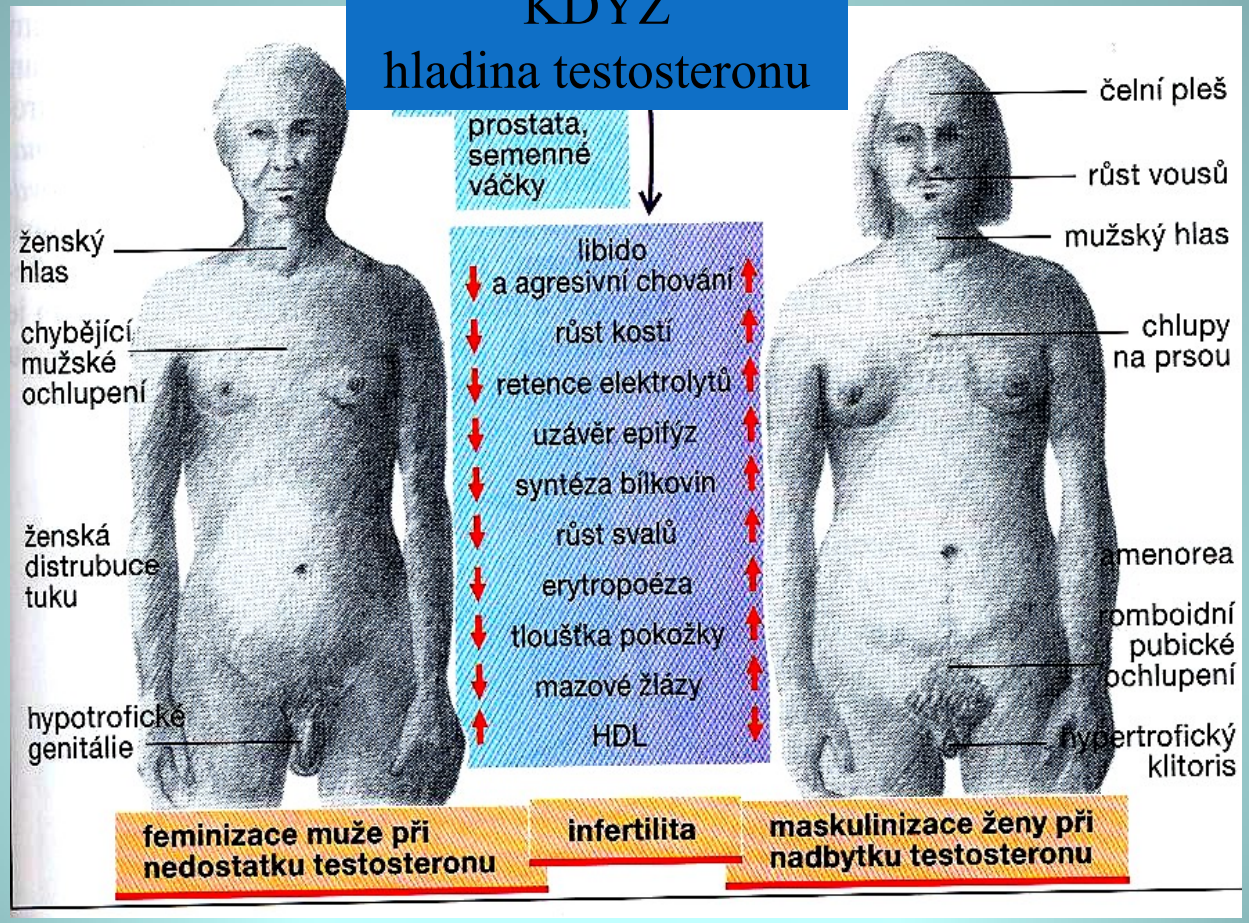
Testosteron

(zevní pohlavní znaky-vzhled, ochlupení, tukové rozložení, genitálie, hlas)

Co se stane, KDYŽ hladina testosteronu

Klesá u mužů ??

roste u žen ??



Účinky glukokortikoidů

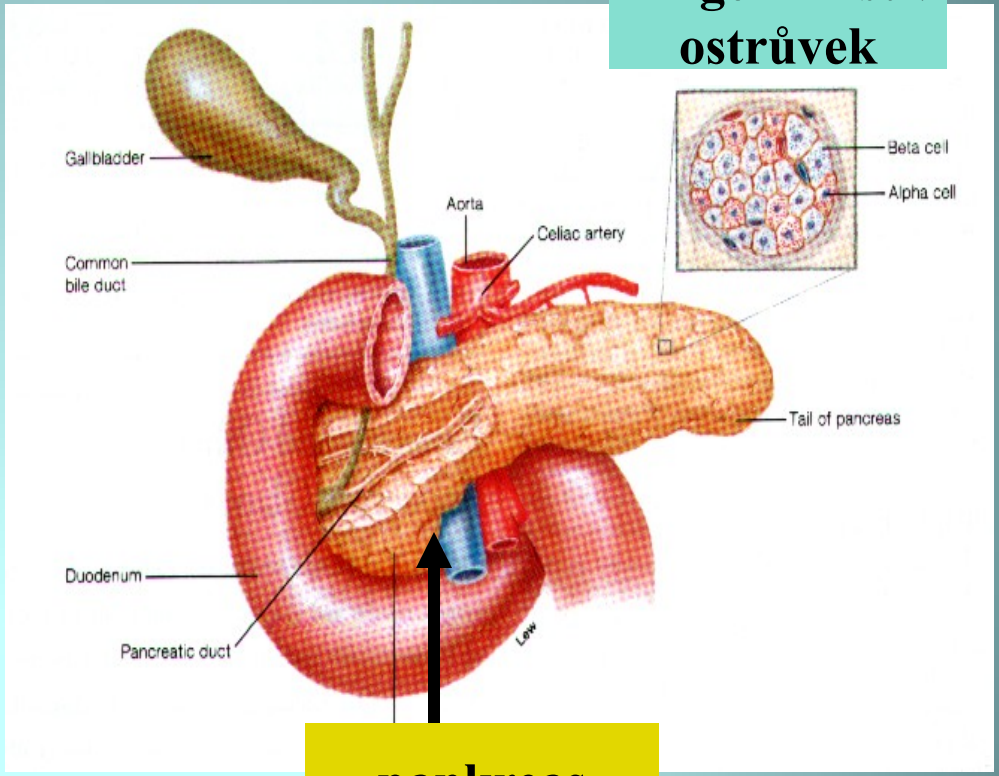
- zajišťuje glukoneogenezi v játrech
- potencuje účinek hormonů glukagonu a katecholaminů
- ↑ tvorbu glykogenu
- ↓ vychytávání glukózy ve svalech a tuku → šetří glukózu pro mozek
- ↑ lipolýzu v tukové tkáni
- k potlačení zánětlivých a alergických projevů
- zpomalují degradační účinek kolagenázy na tkáně kloubů (používají se při léčbě revmatoidní artritidy)
- nedostatek glukokortikoidů: změny osobnosti (dráždivost, zaujatost, neschopnost koncentrace), zvýšená citlivost na chuťové a čichové podněty
- zesilují srdeční stah
- v žaludku stimulují produkci žaludeční šťávy (při velkých dávkách možnost peptidového vředu)

Slinivka břišní - pankreas

- ***Inzulín (B buňky), glukagon (A buňky)*** – **regulace intermediárního metabolismu sacharidů, bílkovin a tuků**

- ***Somatostatin*** – **regulace sekrece ostrůvků**

Langerhansův ostrůvek



pankreas

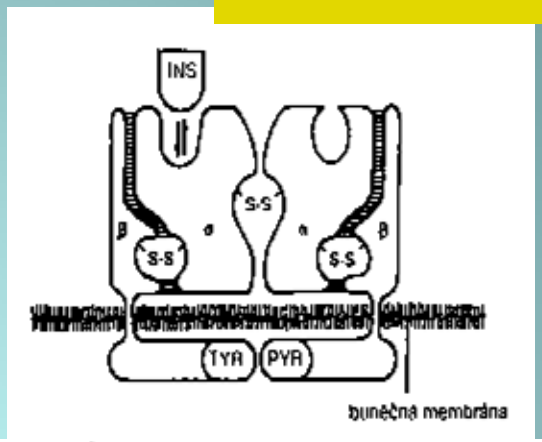
Inzulínová aktivita

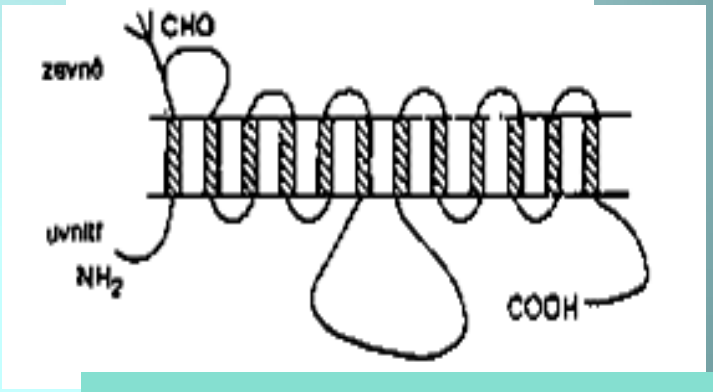
- **inzulín - poločas v krvi 5 minut**
- **inzulín se váže na inzulínové receptory (podle typu buněk spouští specifické účinky)**
- **komplexy inzulín-receptory se shlukují a endocytózou do buněk – do lysozomů**
- **80% inzulínu – odbouráváno v játrech a ledvinách**

Krevní cukr a inzulín

- lipidová buněčná membrána je pro glukózu neprostupná
- inzulín usnadňuje vstup glukózy (*facilitovaná difúze*) do buněk zvyšováním počtu tzv. glukózových transportérů v bb.membránách
- GLUT4 (receptor) je ve svalech a tukové tkáni a je stimulován inzulínem
- transportér aktivovaný inzulínem se z nitrobuněčné oblasti „přesune“ do bb. membrány a tím umožní prostup glukózy

inzulínový receptor





glukózový transportní systém

Ostatní účinky inzulínu

- ***Inzulín a draslík***

inzulín

(aktivace Na^+K^+-ATP-ázy v membránách buněk)

↓

vstup K^+ do buněk

↓

↓ K^+ v mimobuněčné tekutině

(= *hypokalémie*)

- ***Ostatní účinky***

- **stimuluje glykogen-syntázu → tvorba *glykogenu***
- **podporuje rozštěpení glukózy na dvouuhlíkaté fragmenty → *lipogeneze* (tvorba tuků)**
- **stimulace *proteosyntézy* (tvorby vlastních bílkovin) a útlum odbourávání vlastních bílkovin → růst**

Regulace sekrece inzulínu

Deriváty proteinů a tuků

- **arginin, leucin a acetoacetát stimulují sekreci inzulínu**

Vegetativní nervový systém

- **stimulace n.vagus sekreci zvyšuje, stimulace sympatiku tlumí sekreci**

Střevní hormony

- **cholecystokinin, GIP (žaludeční inhibiční peptid), glukagon, sekretin a gastrin stimulují sekreci inzulínu**

Námaha

- **zvyšuje afinitu inzulínových receptorů ve svalech**

Tvorba a sekrece glukagonu

- **je tvořen v A buňkách Langerhansových ostrůvků slinivky břišní**
- **chemicky se jedná o polypeptid**
- **v krevním oběhu má poločas 5-10 minut**
- **odbouráván je především v játrech**

- ***Účinky:***
- **glykogenolýza (ne ve svalech)**
- **glukoneogeneze (v játrech z aminokyselin)**
- **lipolýza**
- **ketogeneze (v játrech)**

Regulace sekrece glukagonu

- *pokles cukru v krvi* → ↑sekrece glukagonu
- *stimulace sympatiku* → ↑ glukagonu (námaha, infekce, stres)
- *zvýšený příjem bílkovin* (glukogenních aminokyselin) → ↑glukagonu
- *akutní hladovění* - ↑ glukagonu (první tři dny)
- ↓ glukagon - vlivem somatostatinu, sekretinu, volných mastných kyselin, ketolátek

Faktory ovlivňující sekreci glukagonu

stimulátory	inhibitory
Aminokyseliny (glukoplastické: alanin, serin, glycin, cystein, threonin) *Cholecystokinin* *Gastrin* *Kortisol* *Námaha* *Infekce* a jiné stresy	*Glukóza* *Somatostatin* *Sekretin* *Volné mastné kyseliny* *Ketolátky* *Inzulín* *GABA*

Ledviny jako endokrinní orgán

- **RAA (renin-angiotenzin-aldosteron)**

- **erytropoetin**
  - **glykoprotein**
  - **jeho sekreci ↑ hypoxie, katecholaminy, prostaglandiny**
  - **stimuluje tvorbu červených krvinek**

Hormony zažívacího traktu

Gastrin

- **tvořen buňkami v žaludeční sliznici (ve fetálním období i ve slinivce břišní)**

- ***Účinky:***

- **stimulace sekrece HCl a pepsinu v žaludku**
- **stimulace růstu sliznice žaludku a tenkého a tlustého střeva**
- **kontrakce svaloviny uzavírající vústění jícnu do žaludku**
- **stimulace sekrece inzulínu (po bílkovinné stravě) a glukagonu**

Cholecystokinin-pankreozymin

- **je tvořený ve dvanáctníku a tenkém střevě**
- ***Účinky:***
  - **kontrakce žlučníku**
  - **sekrece šťávy slinivky břišní bohaté na enzymy**
  - **tlumí vyprazdňování žaludku**
  - **zvyšuje sekreci enterokinázy** → **motility tenkého střeva a tračníku**

Sekretin

- **tvořen v buňkách horního úseku tenkého střeva**
- ***Účinky:***
  - **↓ sekrece HCl**

GIP (gastrointestinální peptid, na glukóze závislý insulinotropní polypeptid)

- **tvořen v buňkách dvanácterníku a tenkého střeva**
- ***Účinky:***
  - **↓ žaludeční sekreci a motilitu**
  - **↑ sekreci B buňky slinivky břišní**

- **VIP (Vasoaktivní intestinální peptid)**

nachází se v nervech zažívacího traktu

Účinky:

- **↑ sekreci elektrolytů a vody**
- **relaxace hladkého svalstva střeva (i svěračů)**
- **vasodilatace periferních krevních cév**
- **↓ sekrece HCl v žaludku**

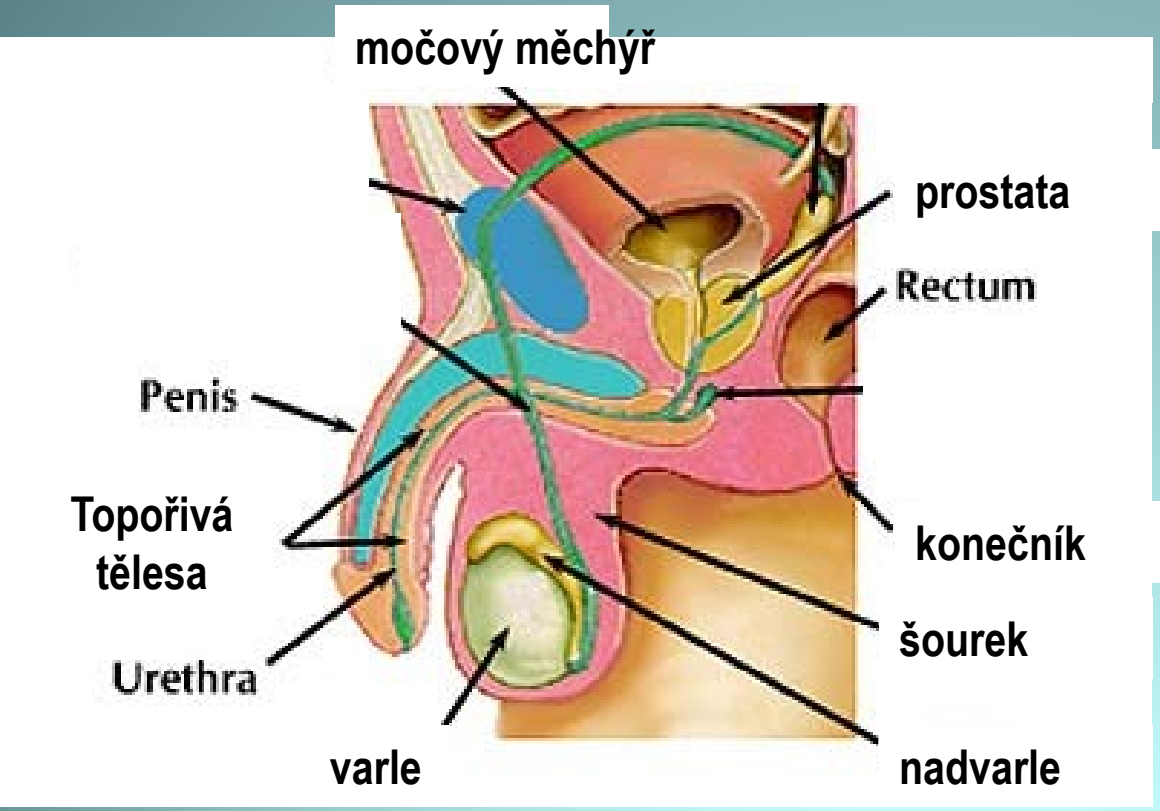
- **Motilin**

z buněk sliznice dvanácterníku

Účinky:

- **kontrakce hladkého svalstva střeva**

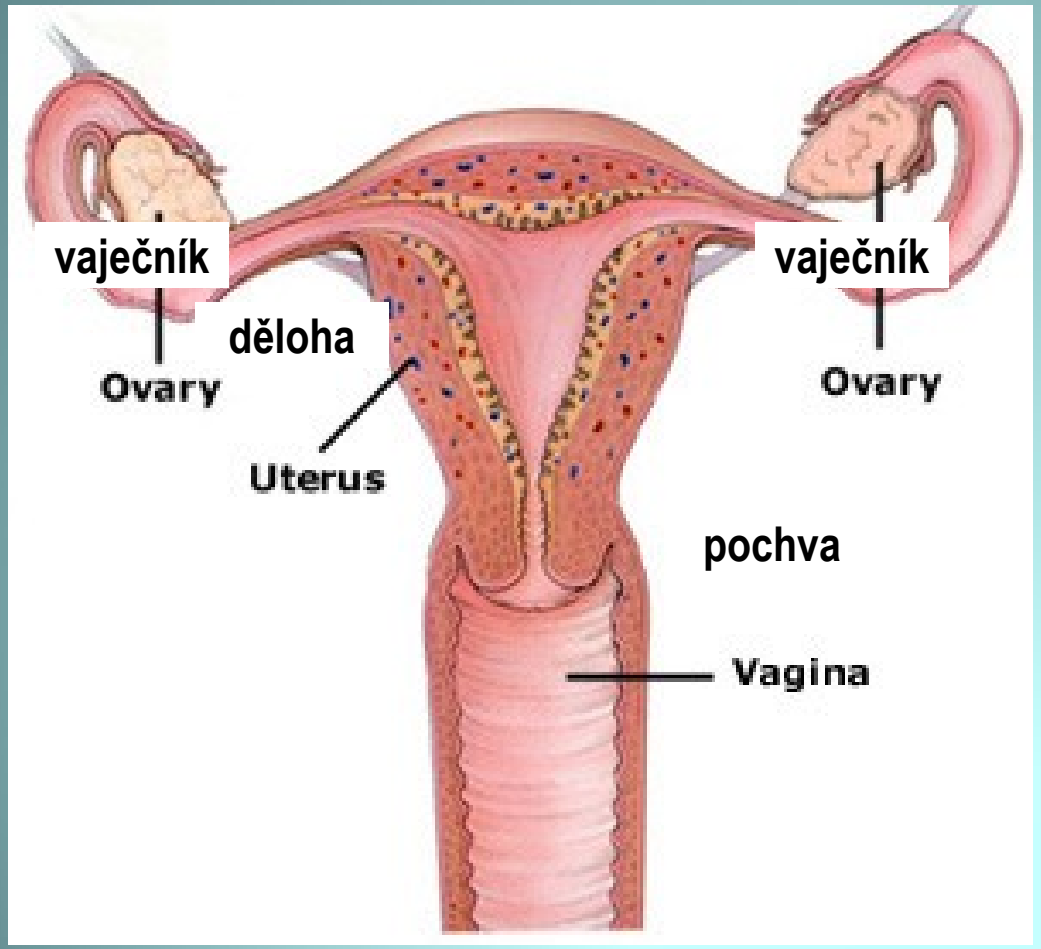
Mužský pohlavní systém



Varle produkuje testosteron

- ovlivňuje vývoj pohlavních orgánů
- ovlivňuje sekundární pohlavní znaky
- zvyšuje syntézu bílkovin (anabolikum)
- zesiluje tvorbu kostí
- zvyšuje růst svalové tkáně

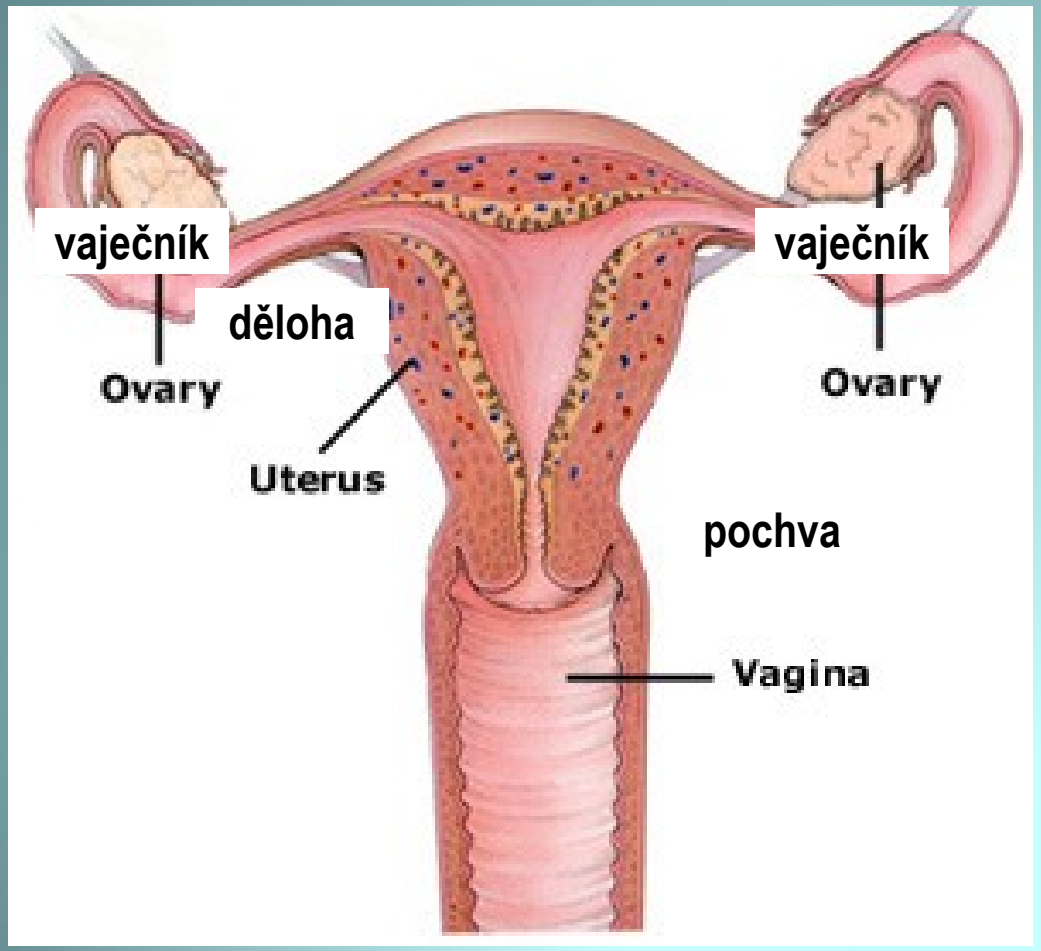
Ženský pohlavní systém



Vaječníky produkují

- estrogeny
- progesteron

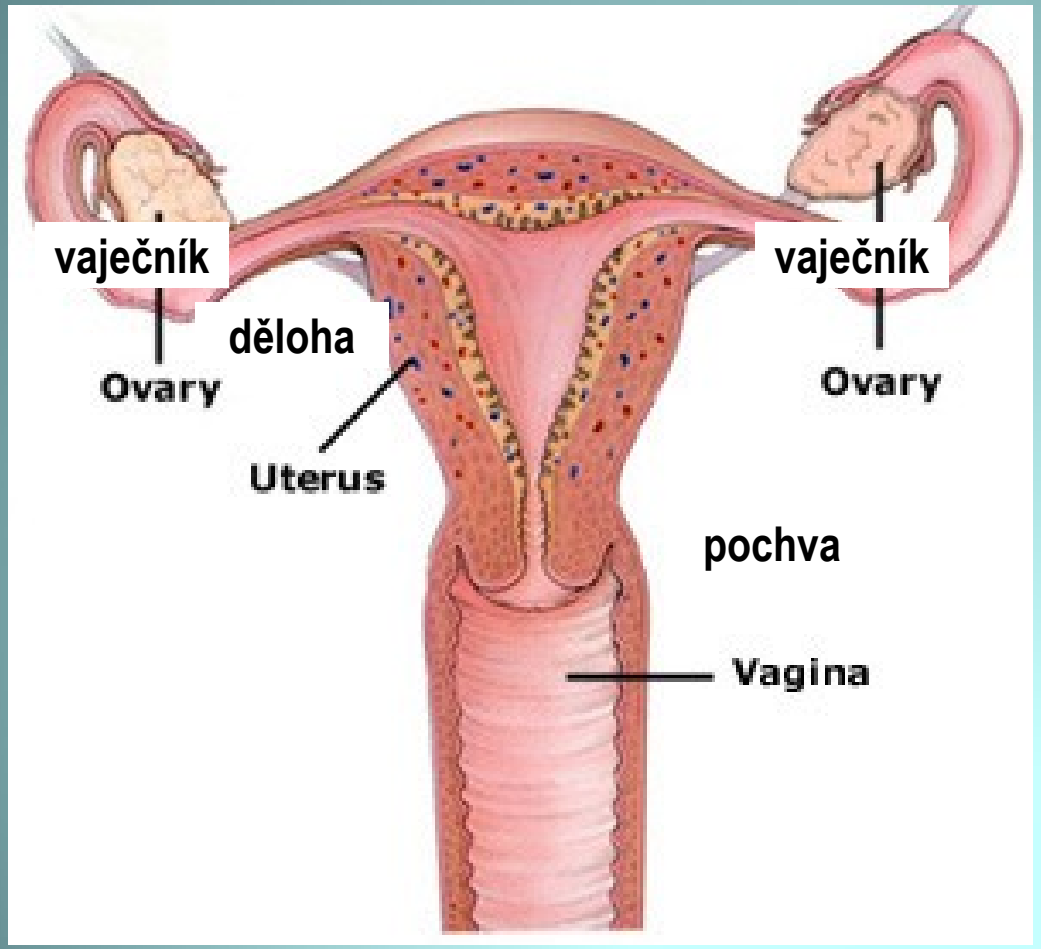
Ženský pohlavní systém



Estrogeny

- působí na vývoj ženských pohlavních znaků
- zvyšují dráždivost děložního svalstva
- navozují menstruační cyklus
- podporují tvorbu mléka
- ovlivňují tvorbu a ukládání tuků na bocích, na stehnech a na prsou
- zadržují vodu
- mají anabolický účinek (daleko menší než testosteron)
- zvyšují aktivitu parasympatiku
- ovlivňují ženské chování

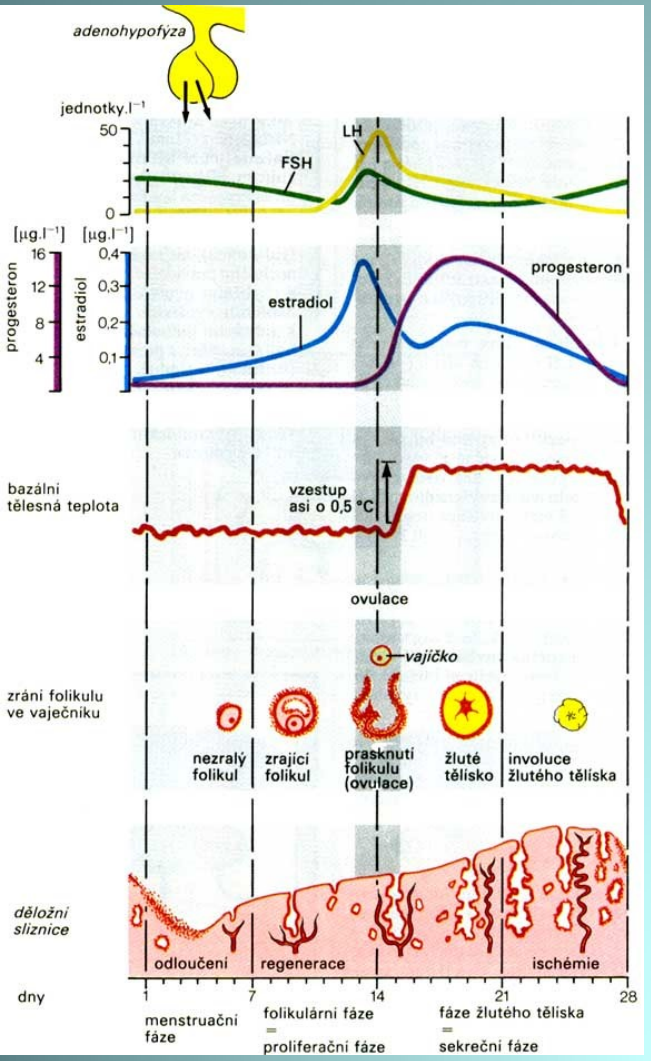
Ženský pohlavní systém



Progesteron **(vzniká ve žlutém tělísku, které zbude po vyplavení vajíčka do vejcovodu)**

- **působí na další fázi menstruačního cyklu - připravuje děložní sliznici k uhnízdění vajíčka**
- **způsobuje růst mléčné žlázy**
- **snižuje vliv estrogenů**
- **zvyšuje tělesnou teplotu**

menstruační cyklus



Menstruační fáze – 1-5 den
Folikulární (proliferační) fáze 5-14den
Ovulace – 14 den
Fáze žlutého tělíska (luteální fáze) – 14-28 den

ESTROGEN:
zadržují vodu a soli; zvyšují metabolismus tuků, snižují hladiny cholesterolu; inhibují vychytávání glukózy tkáněmi; v kostech brzdí růst do délky, urychluje uzavírání epifyzárních štěrbin,potlačení odbourávání kostí a aktivace jejich obnovy
PROGESTERON: stimulace ventilace