

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

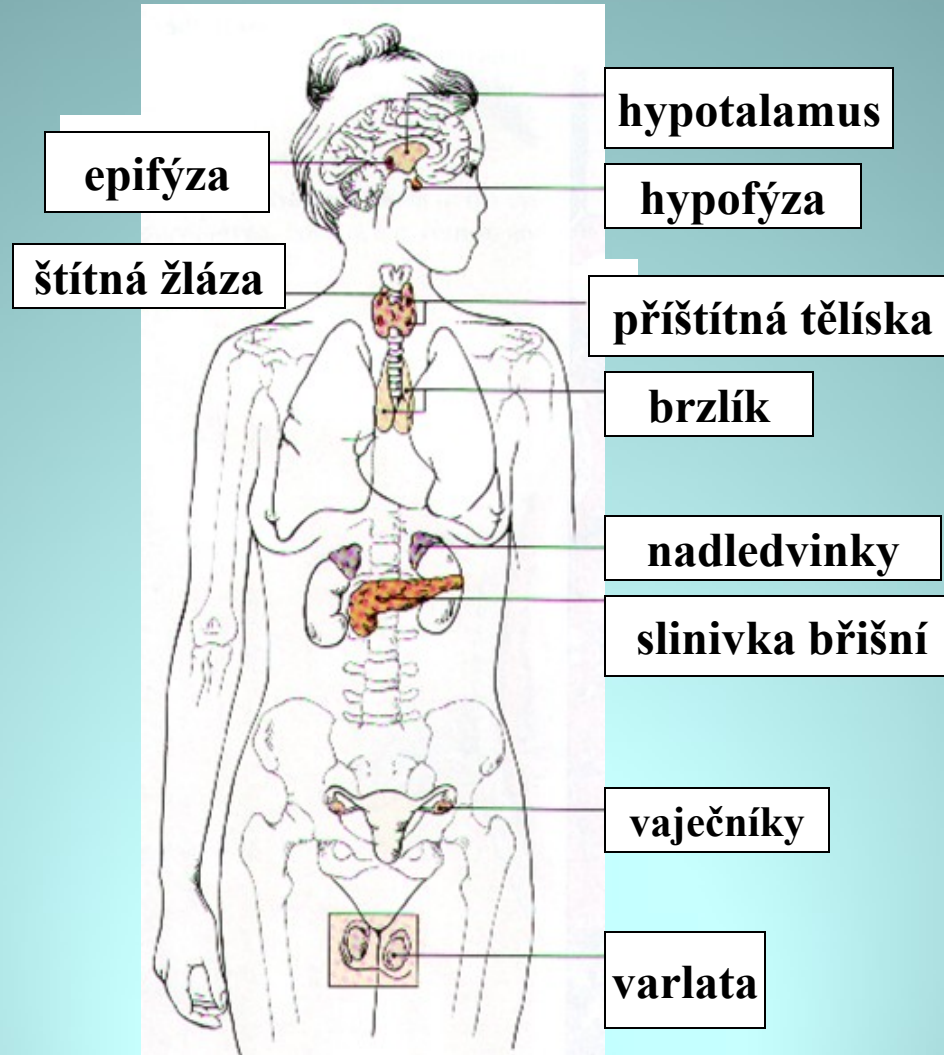
Parakrinní sekrece

- uvolněné hormony působí na sousední buňky

Autokrinní sekrece

- hormony působí na vlastní buňku

Anatomie žláz s vnitřní sekrecí



Hormony – chemická struktura

Bílkovinná povaha

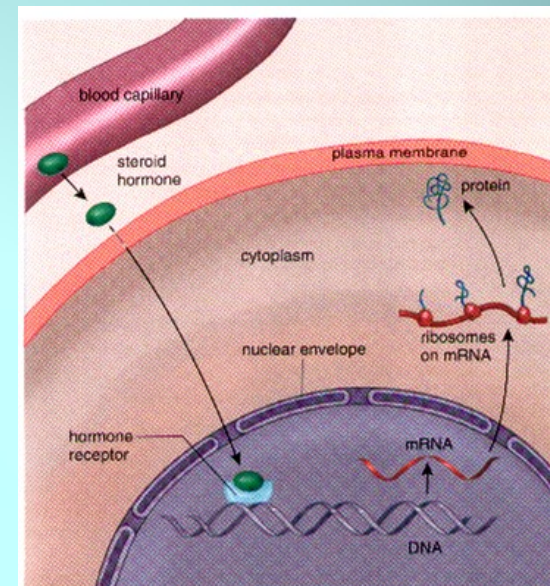
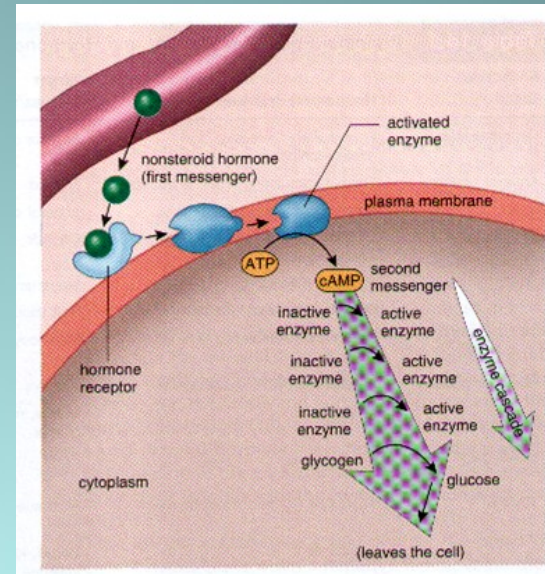
FSH, LH, prolaktin, ADH, oxytocin, ACTH, STH, tyroxin, kalcitonin, růstový hormon, thymosin, erythropoetin

Deriváty aminokyselin

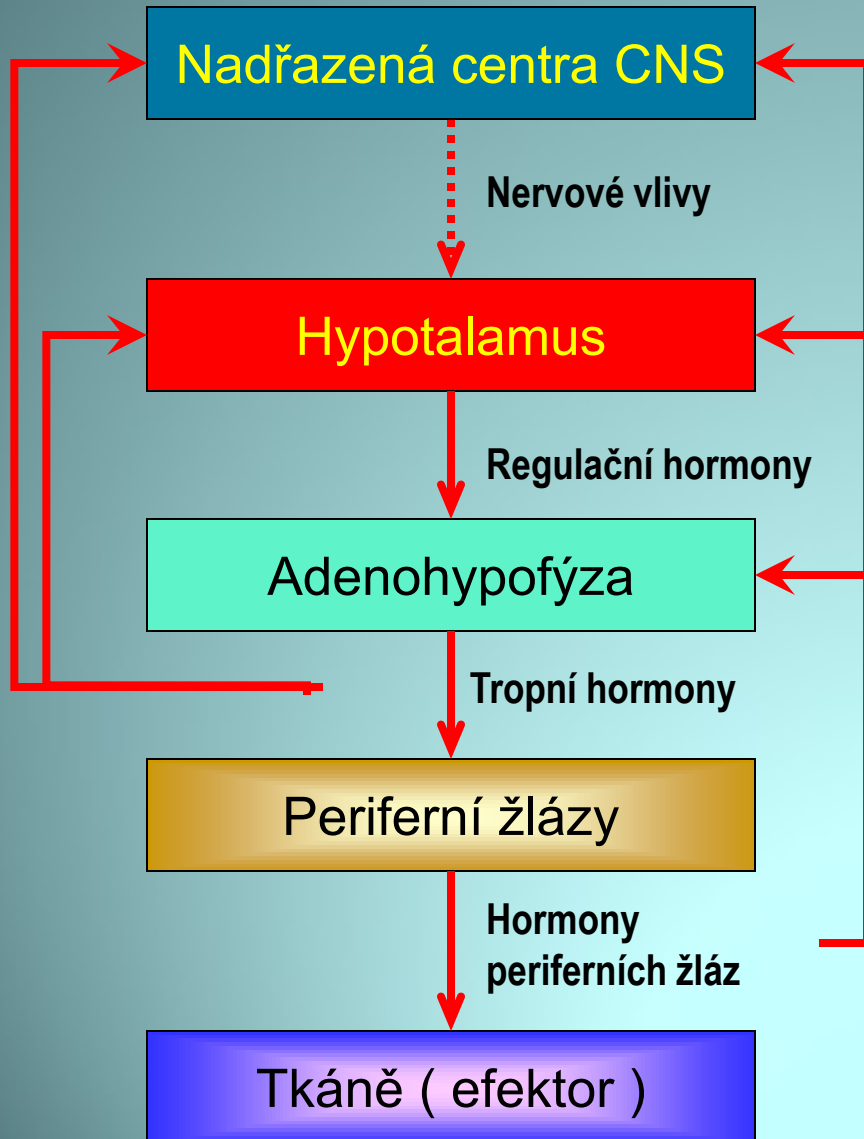
adrenalin, noradrenalin, dopamin, bradykinin, serotonin, histamin, melatonin

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

- Homeostáza = stálost vnitřního prostředí
- ✓ *udržování stálosti mezibuněčné složky mimobuněčné tekutiny*
- ✓ *krev a ostatní tělesné tekutiny*

Regulační mechanismy:

- *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
- ***Ca²⁺ v krvi*** – parathormon, kalcitriol, kalcitonin
- ***Fosfáty v krvi*** – kalcitriol, parathormon, kalcitonin
- ***Cholesterol v krvi*** – androgeny, gestageny, hormony štítné žlázy
- ***Krevní bílkoviny*** – 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:*

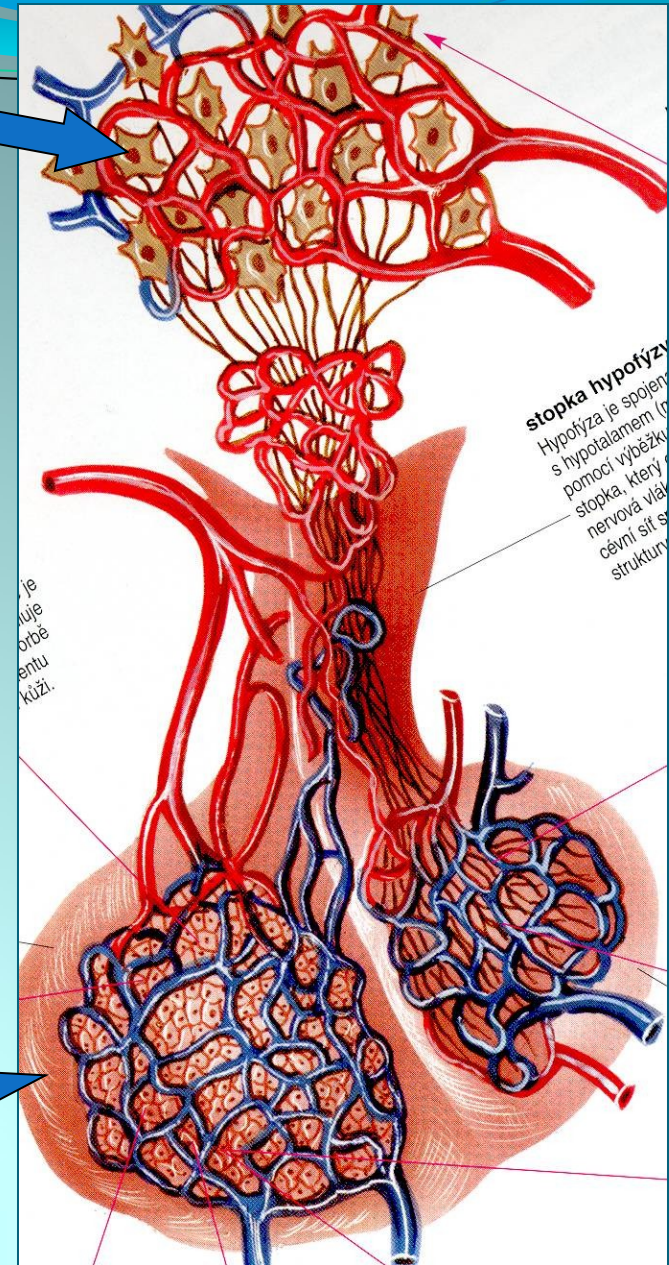
- ANP (atriový natriuretický faktor)
- EDRF (endotelový relaxační faktor = NO)
- kininy

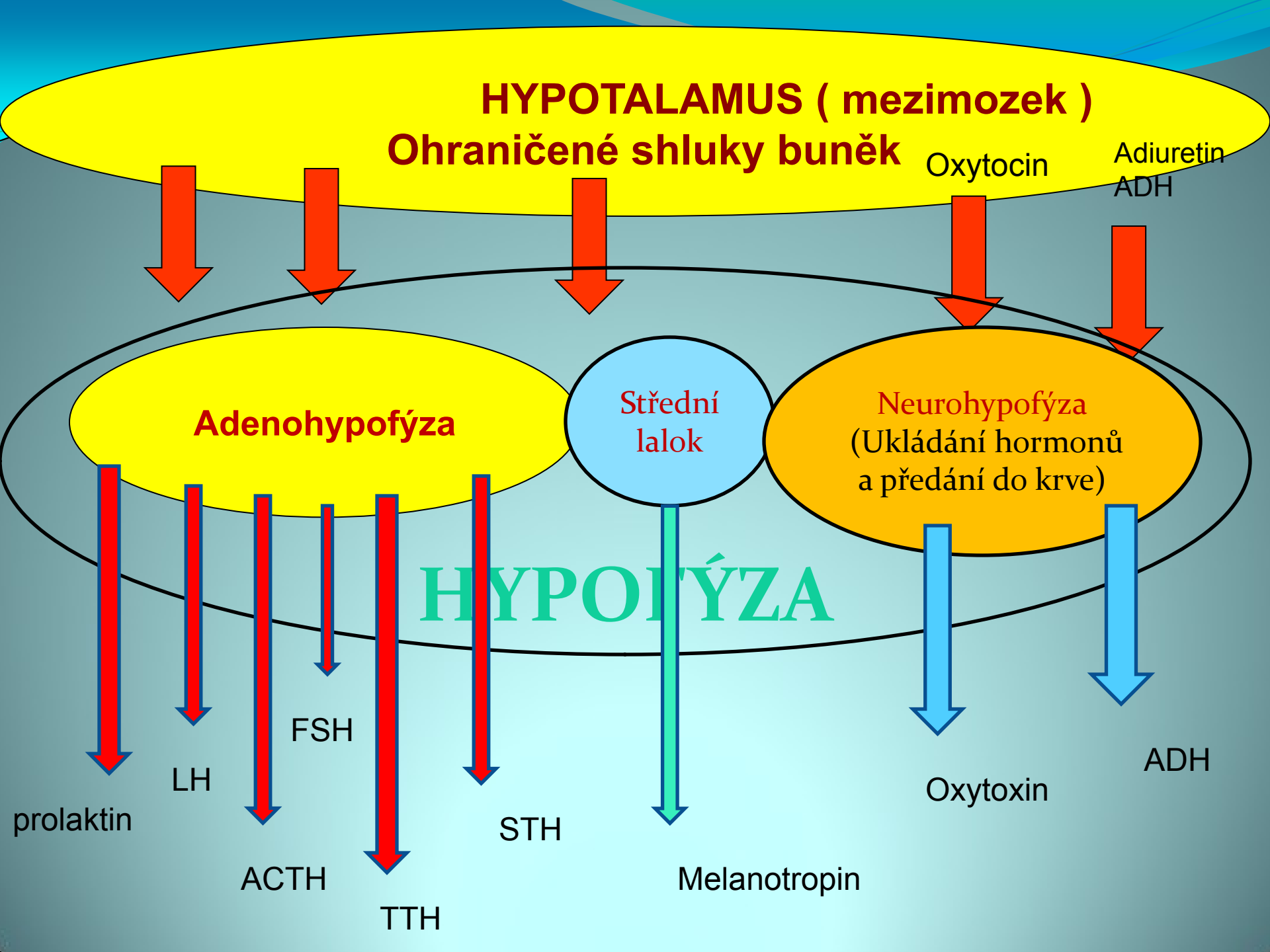
Hypotalamus

Hypotalamus

- ovlivňuje** hypofýzu a naopak
- jsou **propojeny** cévně a nervově

Hypofýza





nc. paraventricularis

nc. supraopticus

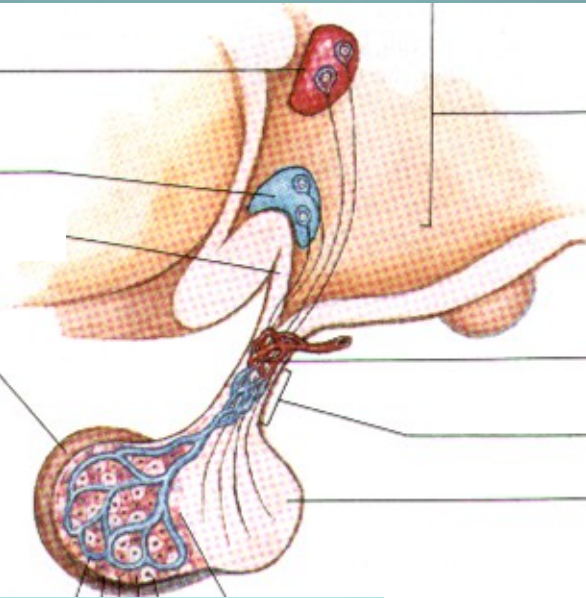
adenohypofýza

hypotalamus

portální systém

infundibulum

neurohypofýza



ledviny
(*vasopresin -ADH*)



děloha
(*oxytocin*)



prsní žláza
(*oxytocin*)



**Hormony tvořené
v neurohypofýze**

Účinky vasopresinu (ADH – antidiuretického hormonu)

- ↑ propustnost tlusté části vzestupného raménka Henleovy
kličky a sběrných kanálek ledvin pro H₂O



zadržování vody v organismu

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

Regulace sekrece vasopresinu

- Zvýšení sekrece vasopresinu

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

- Snížení sekrece vasopresinu

- ✓ ↓ osmotického tlaku
- ✓ ↑ objemu mimobuněčné tekutiny
- ✓ alkohol

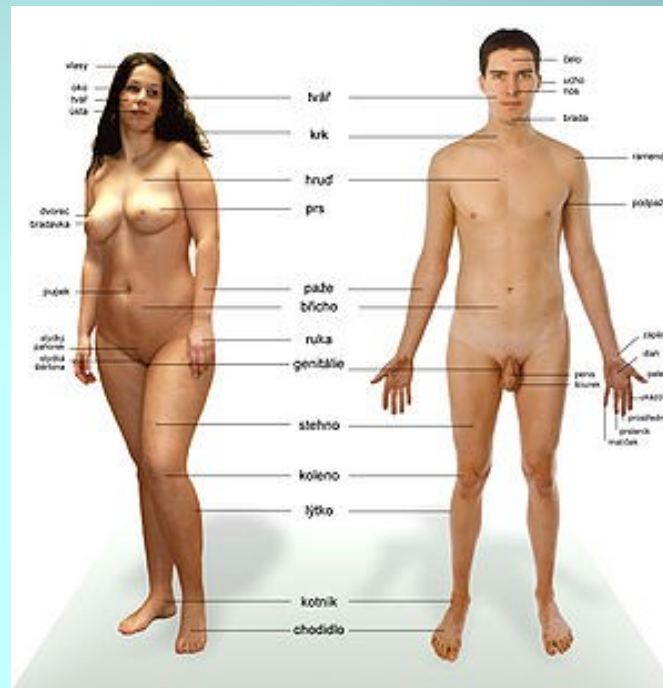
Účinky oxytocinu

Ženy

- **ejekce mléka** – kontrakcí myoepiteliálních buněk (podobné hladkému svalstvu, vystylají 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



nc. paraventricularis

nc. supraopticus

adenohypofýza

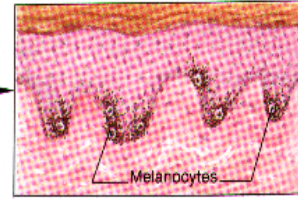
Hormony tvořené v adenohipofýze

štítná žláza



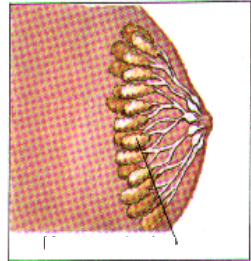
TSH

MSH



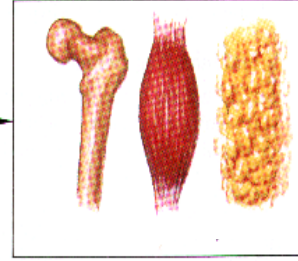
kůže

prsni žláza



LTH

STH



kost
sval
tuková tkáň

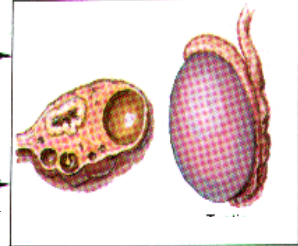
kůra nadledvin



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*
- *zadržetí Na^+ a K^+* nezávisle na aldosteronu

Prolaktin (PRL)

- ✓ nejvyšší sekrece po ránu

- Ženy:

stimulace laktace po porodu

- Muži:

přídavný 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)

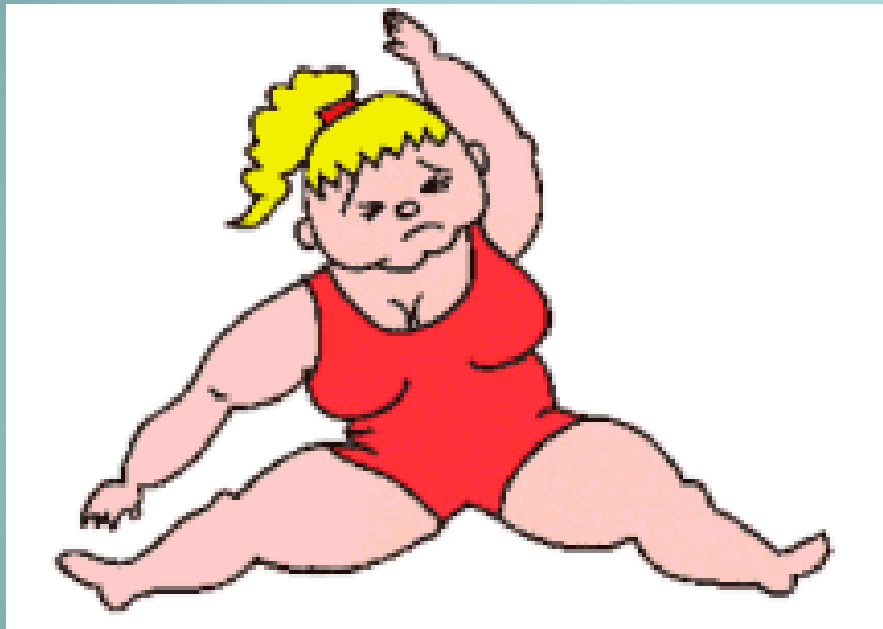
Gonadotropní hormony

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

Folikulostimulační hormon

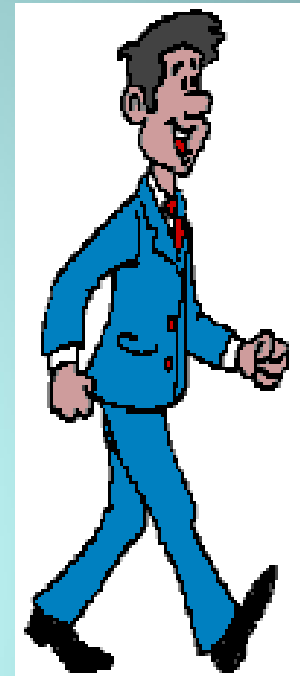
ženy

růst folikulů ve vaječníku



muži

zrání spermií

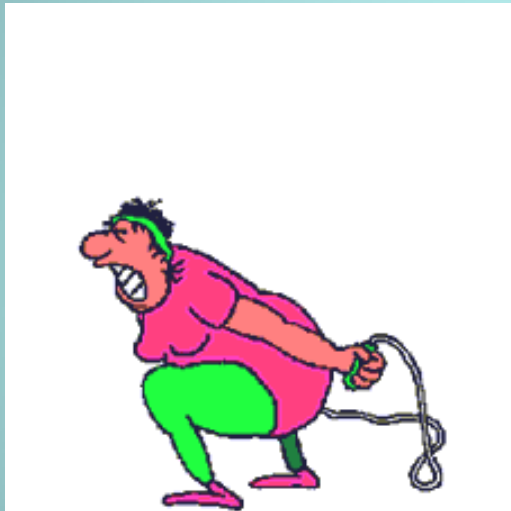


Luteinizační hormon

Ženy

vaječníky

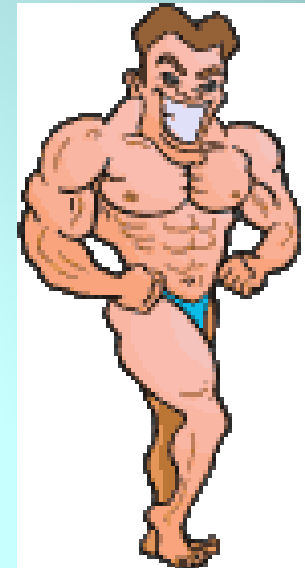
nutný k produkci
estrogenů



Muži

varlata

nutný k sekreci
testosteronu



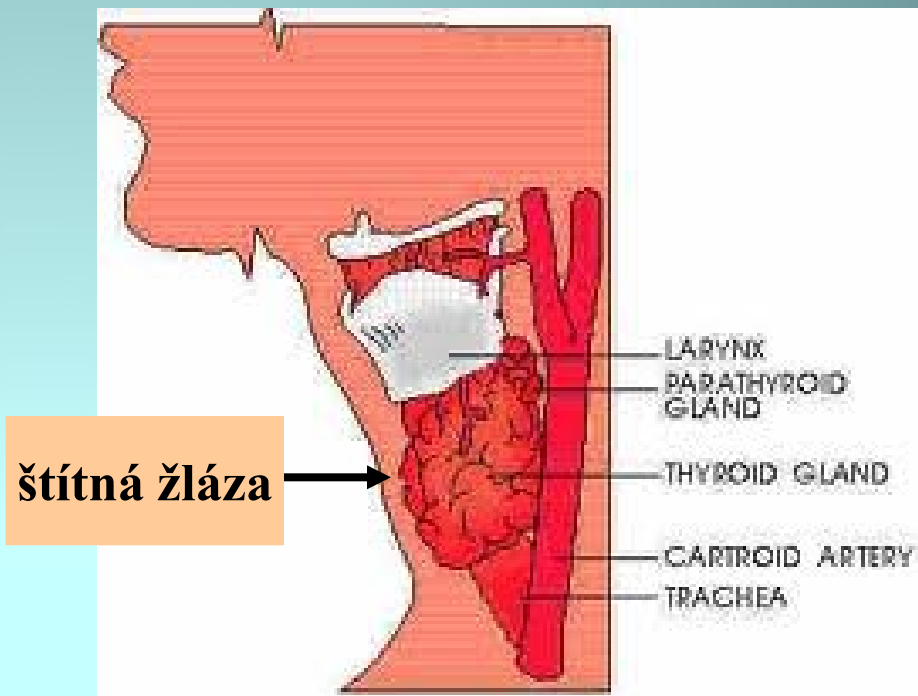
Štítná žláza

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)

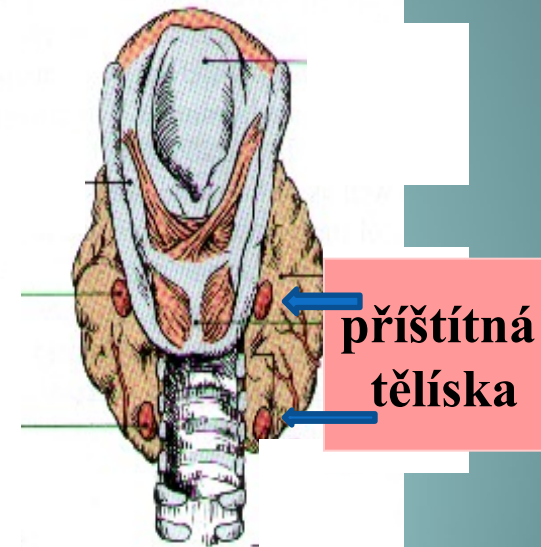
Účinky kalcitoninu

- 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 dihydroxycholecalciferolu (aktivní vitamín D)
- zvyšuje absorpci Ca^{2+} ze střeva

**zvýšení
vápníku
v krvi**



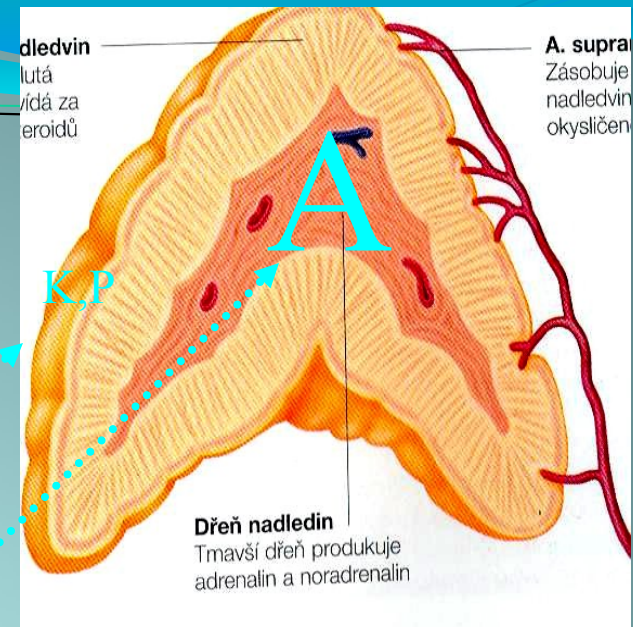
NADLEDVINY

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

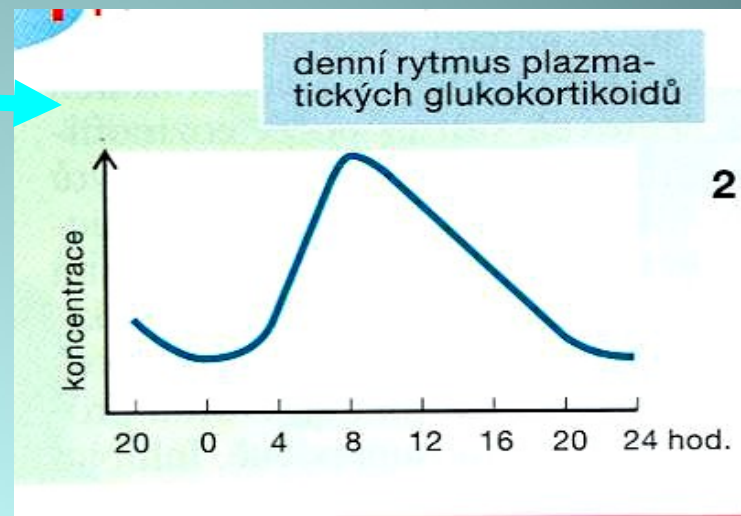
Hormony kůry nadledvin

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

Má typický **biorytmus**:

(v noci 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



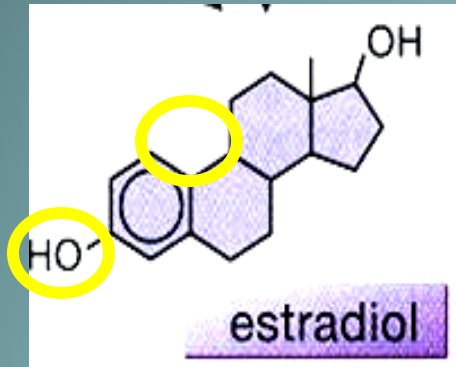
Aldosteron -hospodaří s minerály Na, K.

Je aktivován nízkým tlakem = **hypotenzí** (při poklesu TK se sníží průtok ledvinami – a buňky juxtaglomerulárního aparátu v nefronu produkují

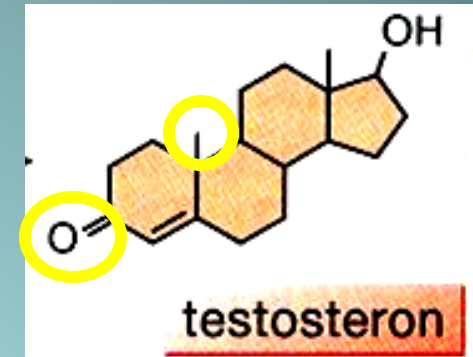
RENIN – ANGIOTENZIN – ten aktivuje dřeň NL k produkci ALDOSTERONU

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)

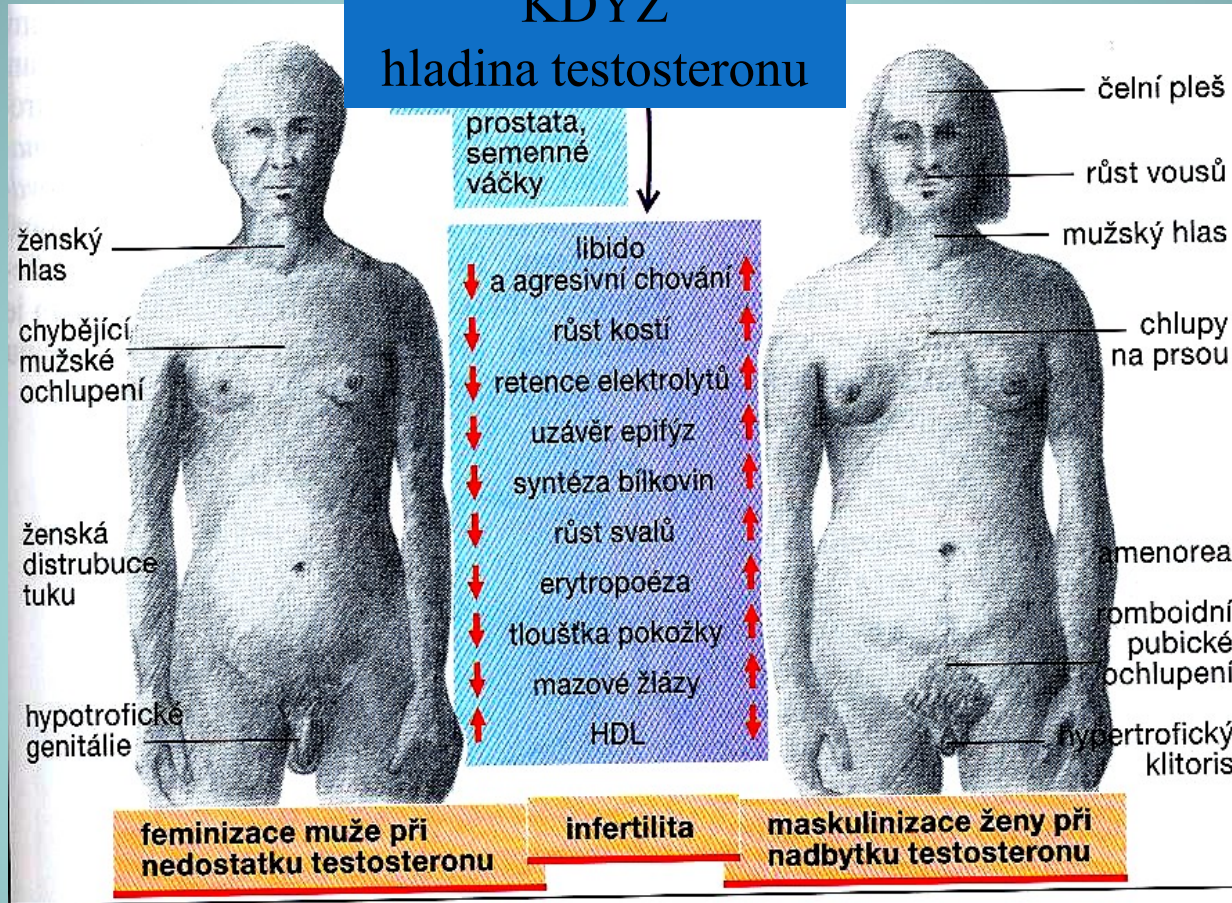
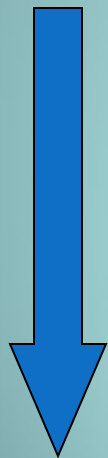
Pohl.hormony: vývoj zevních pohlavních znaků-vzhled,
ochlupení, vzhled a vývin genitálu, tukové
rozložení, hlas, pleš)

Testosteron

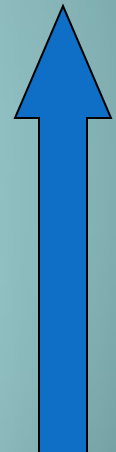
(zevní pohlavní znaky-vzhled, ochlupení, tukové rozložení, genitálie, hlas)

Co se stane,
KDYŽ
hladina testosteronu

Klesá
u
mužů
??



roste
u
žen
??

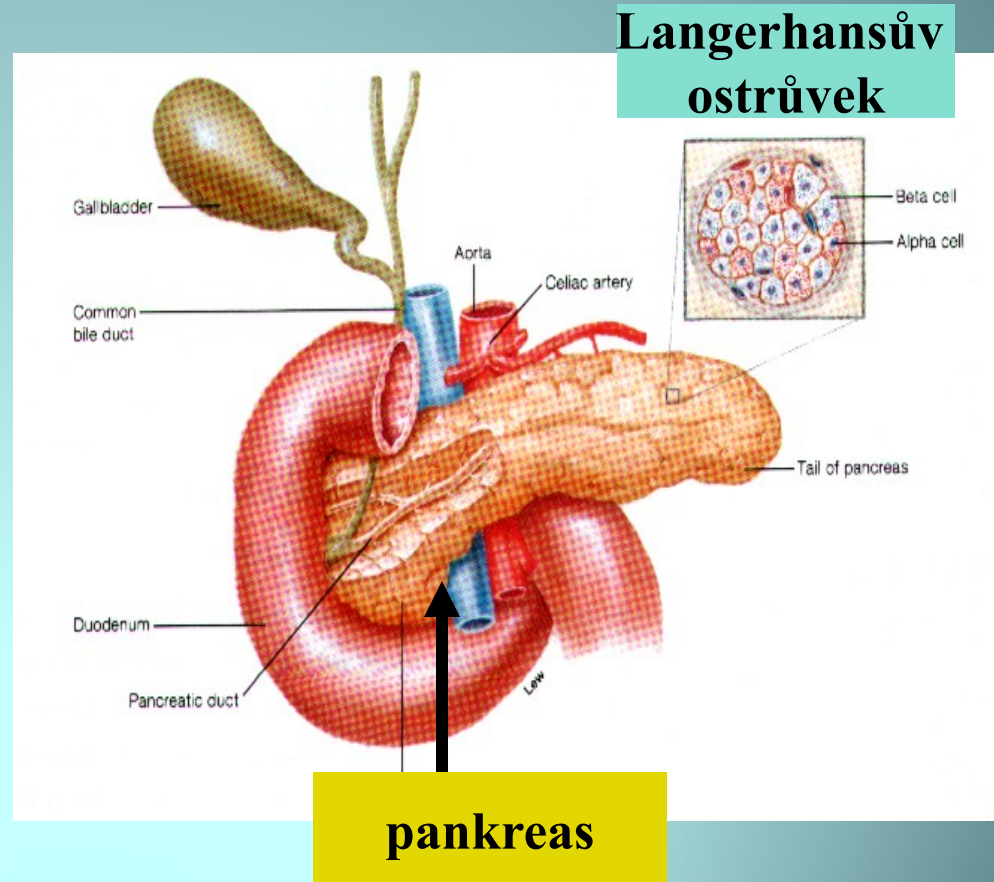


Účinky glukokortikoidů

- zajišťuje glukoneogenezi v játrech
- potencuje účinek hormonů glukagonu a katecholaminů
- ↑ tvorbu glykogenů
- ↓ 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



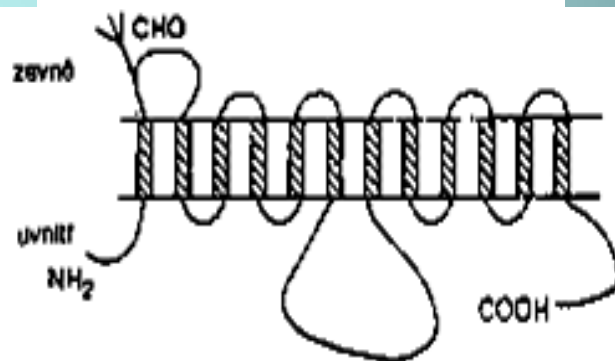
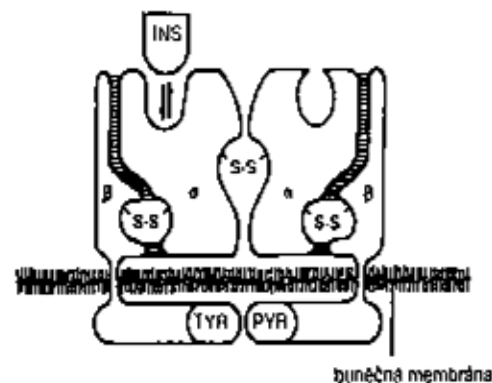
Inzulínová aktivita

- 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 vstup 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
<p><i>Aminokyseliny</i> (glukoplastické: alanin, serin, glycin, cystein, threonin)</p> <p><i>Cholecystokinin</i></p> <p><i>Gastrin</i></p> <p><i>Kortisol</i></p> <p><i>Námaha</i></p> <p><i>Infekce a jiné stresy</i></p>	<p><i>Glukóza</i></p> <p><i>Somatostatin</i></p> <p><i>Sekretin</i></p> <p><i>Volné mastné kyseliny</i></p> <p><i>Ketolátky</i></p> <p><i>Inzulín</i></p> <p><i>GABA</i></p>

Ledviny jako endokrinní orgán

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

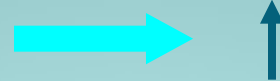
- kontrakce žlučníku
 - sekrece šťávy slinivky břišní bohaté na enzymy
 - tlumí vyprazdňování žaludku
 - zvyšuje sekreci enterokinázy
- motility tenkého střeva a tračníku

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

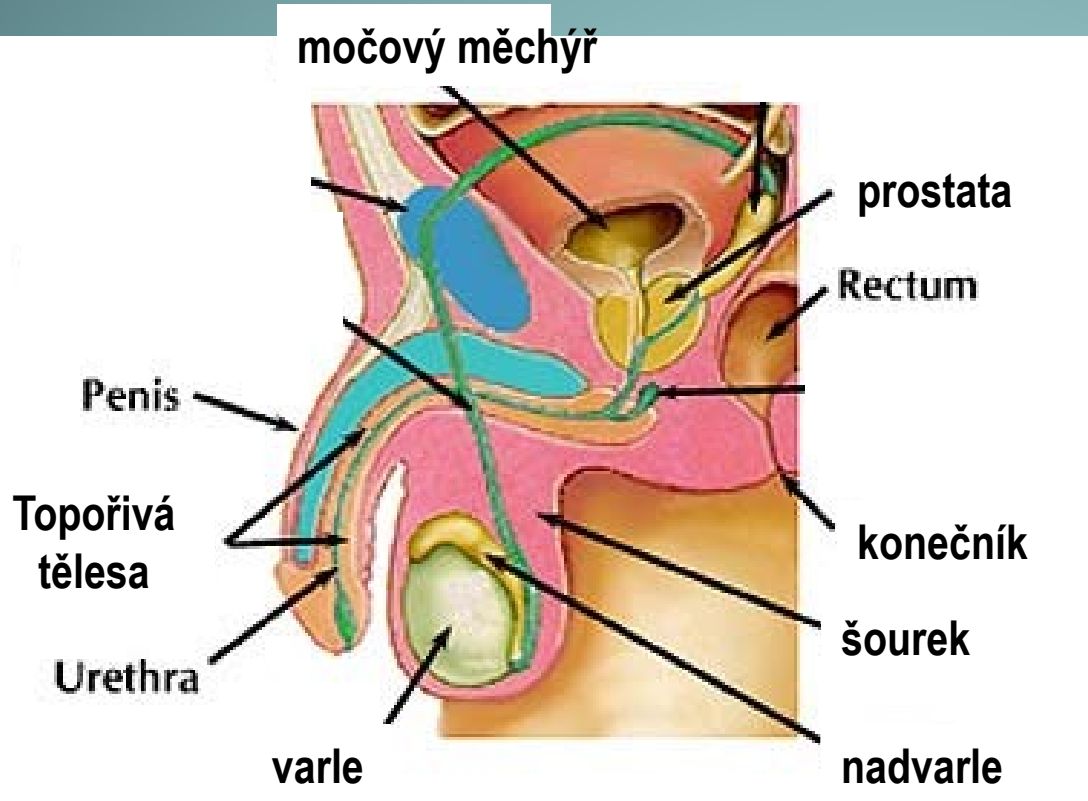
● Motilin

➤ z buněk sliznice dvanácterníku

➤ *Účinky:*

- kontrakce hladkého svalstva střeva

Mužský pohlavní systém

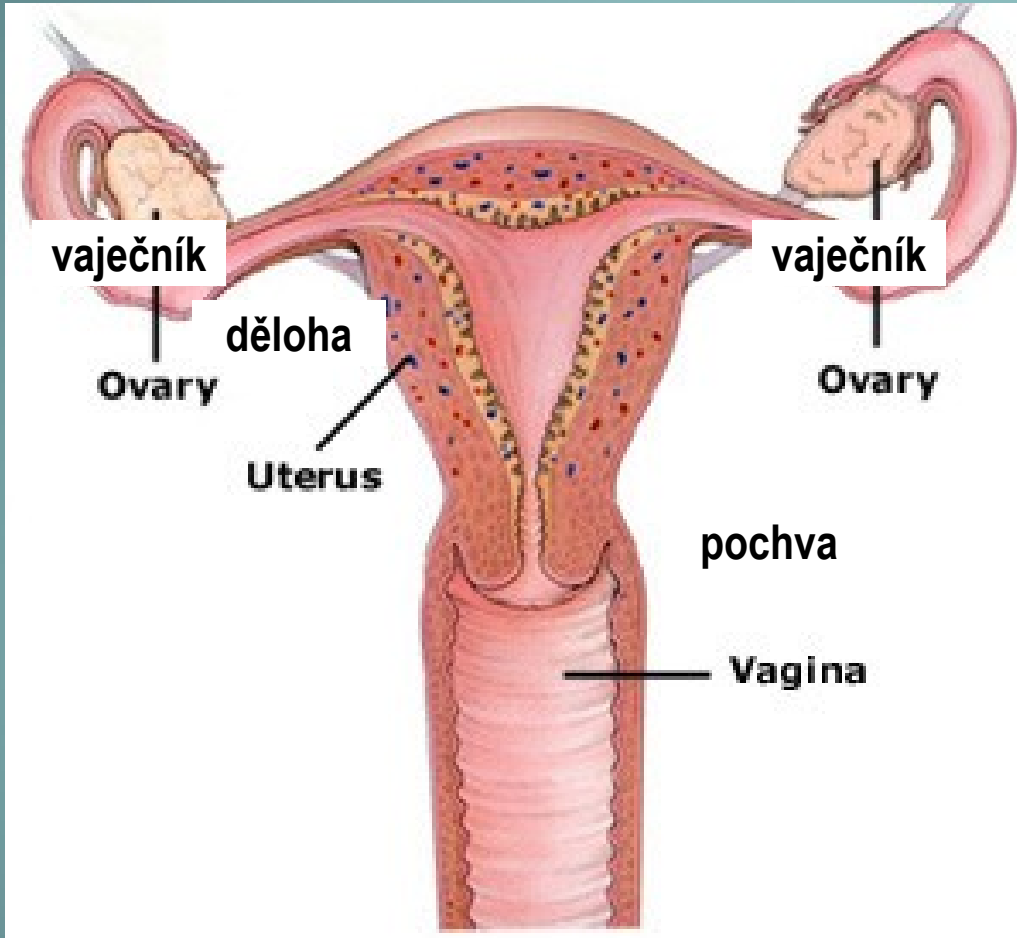


Varle produkuje

testosteron

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

Ženský pohlavní systém

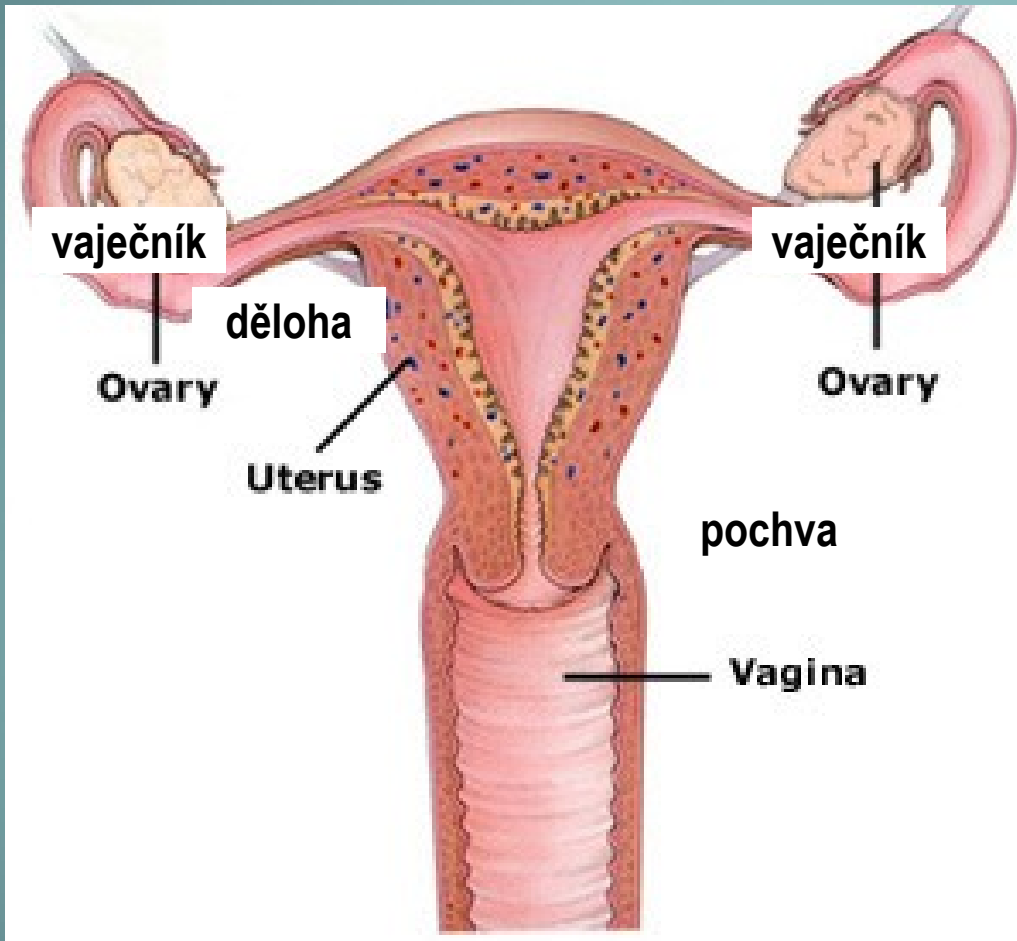


Vaječníky produkují

- estrogeny
- progesteron



Ženský pohlavní systém

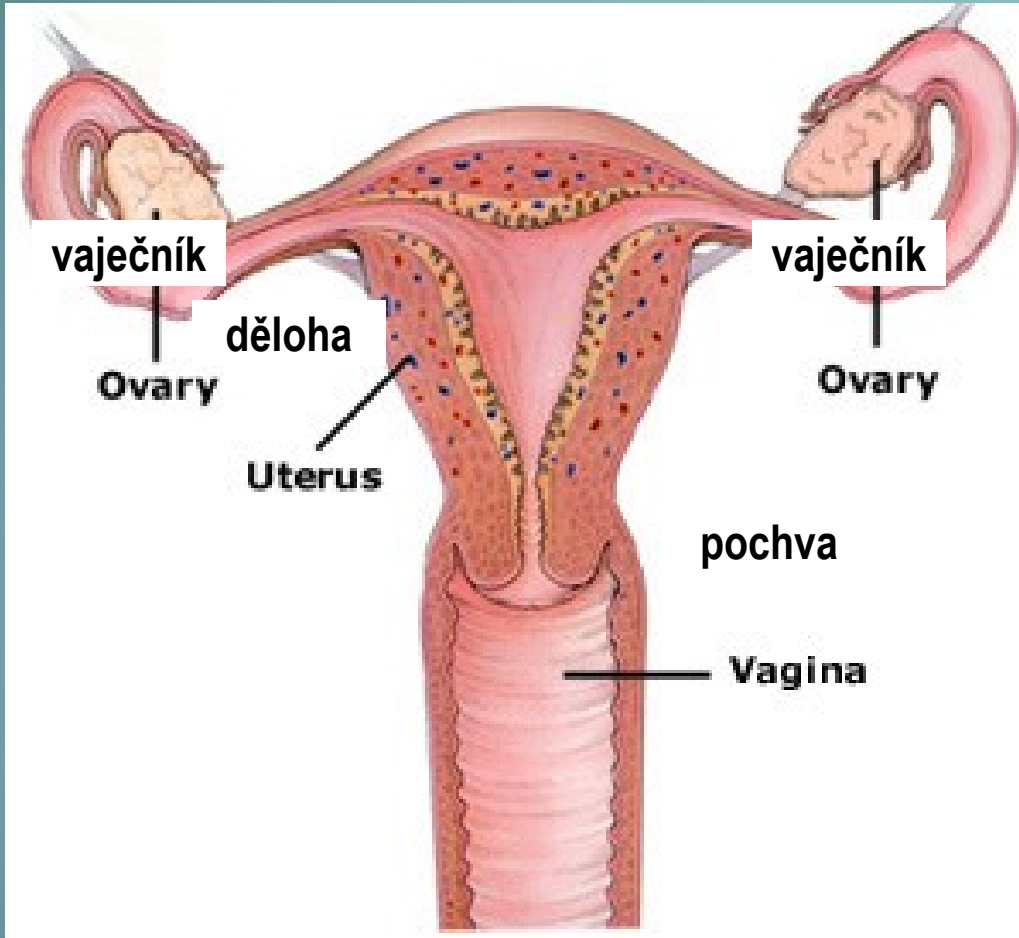


Estrogeny

- 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 parasymptiku
- ovlivňují ženské chování



Ženský pohlavní systém

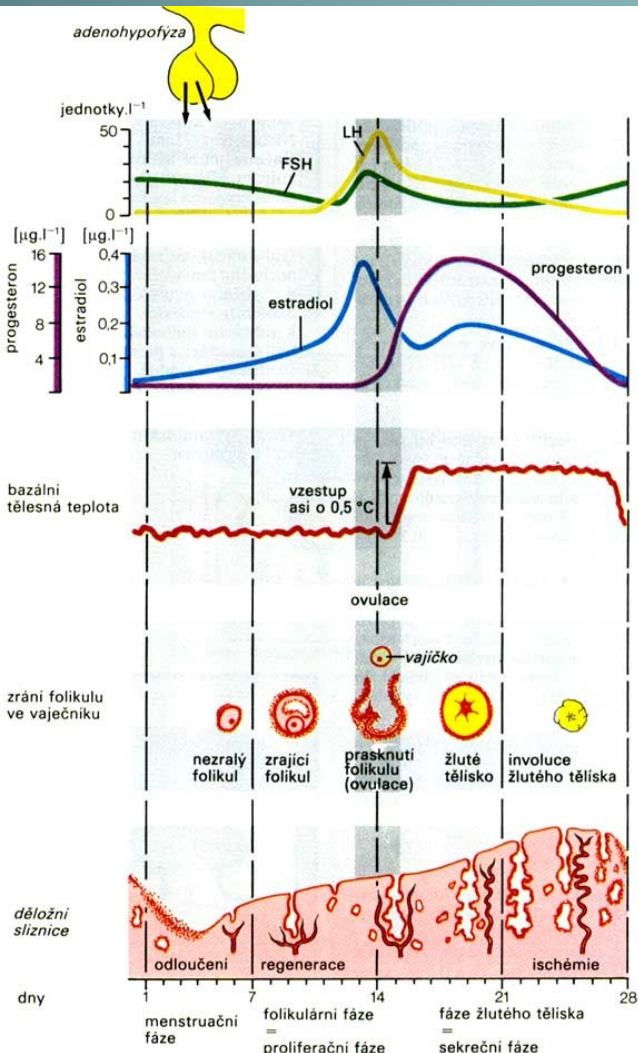


Progesteron (vzniká ve **žlutém tělísku**, které zbude po vyplavení vajíčka do vejcovodu)

- 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