

Žlázy s vnitřní sekrecí

MUDr. Kateřina Kapounková, Ph.D.

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

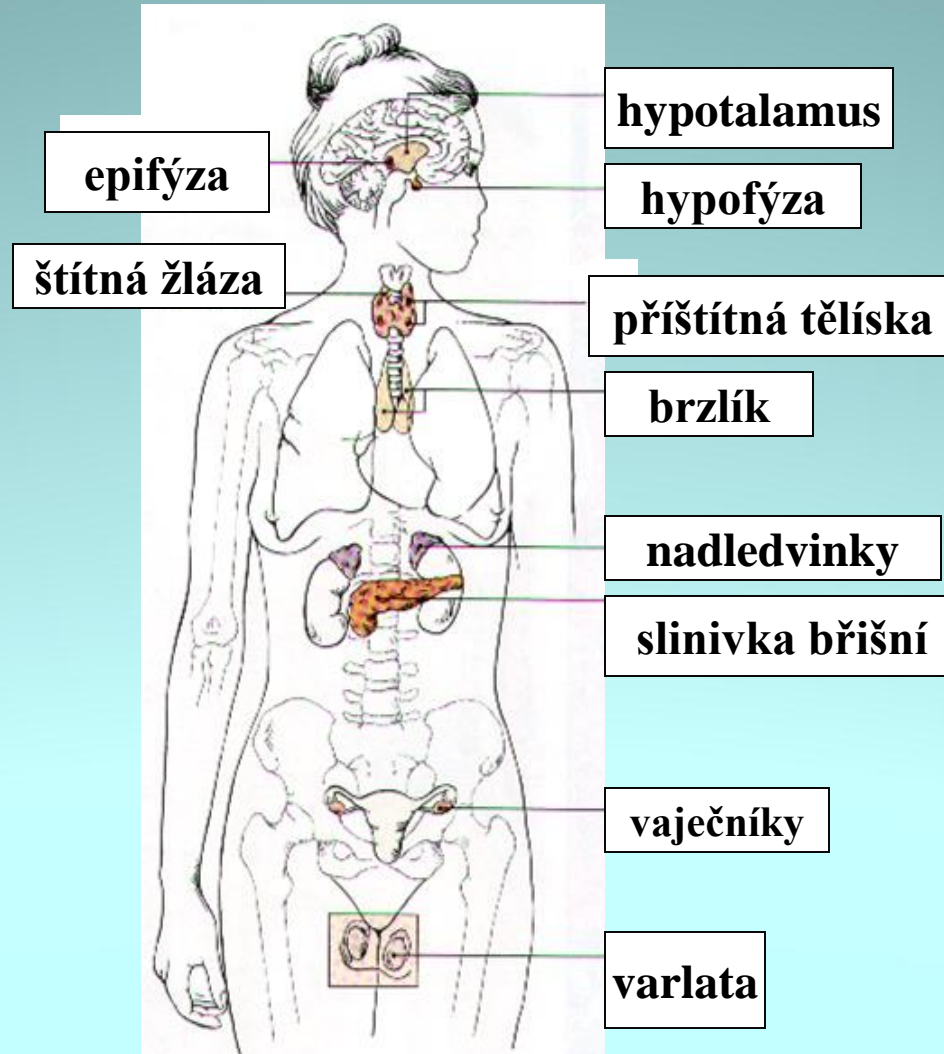
Parakrinní sekrece

- uvolněné hormony působí na sousední buňky

Autokrinní sekrece

- hormony působí na vlastní buňku

Anatomie žláz s vnitřní sekrecí



Hormony – chemická struktura

Bílková povaha

FSH, LH, prolaktin, ADH, oxytocin, ACTH, STH, tyroxin, kalcitonin, erythropoetin

Deriváty aminokyselin

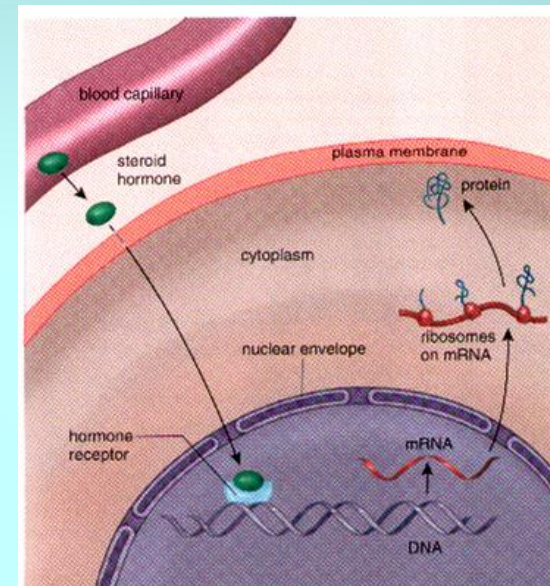
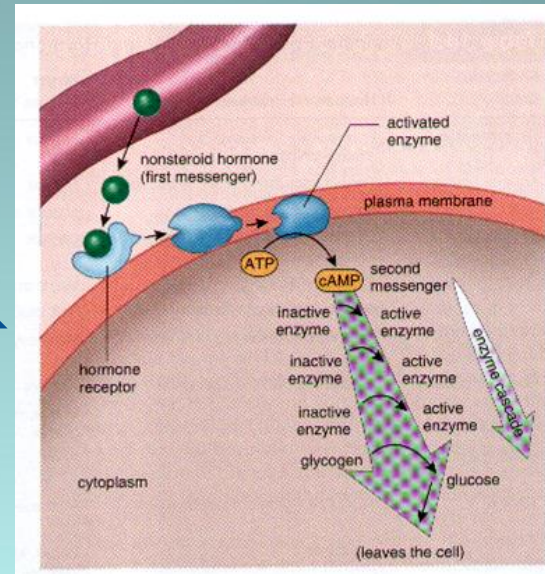
adrenalin, noradrenalin, dopamin, bradykinin, serotonin, histamin, melatonin

Hormony steroidní povahy

kortizol, aldosteron, testosteron, estrogeny, progesteron

Receptory :

1. **Na buněčné membráně** (peptidové hormony). Hormon - receptor-aktivace druhého posla – ovlivnění funkcí buňky
2. **V buňce** (steroidní h.) – váže se na intracelulární receptor v jádře – ovlivnění funkce buňky



Hormonální interakce

- Synergisté

Tvorba a sekrece mléka – estrogeny, progesteron, prolaktin, oxytocin

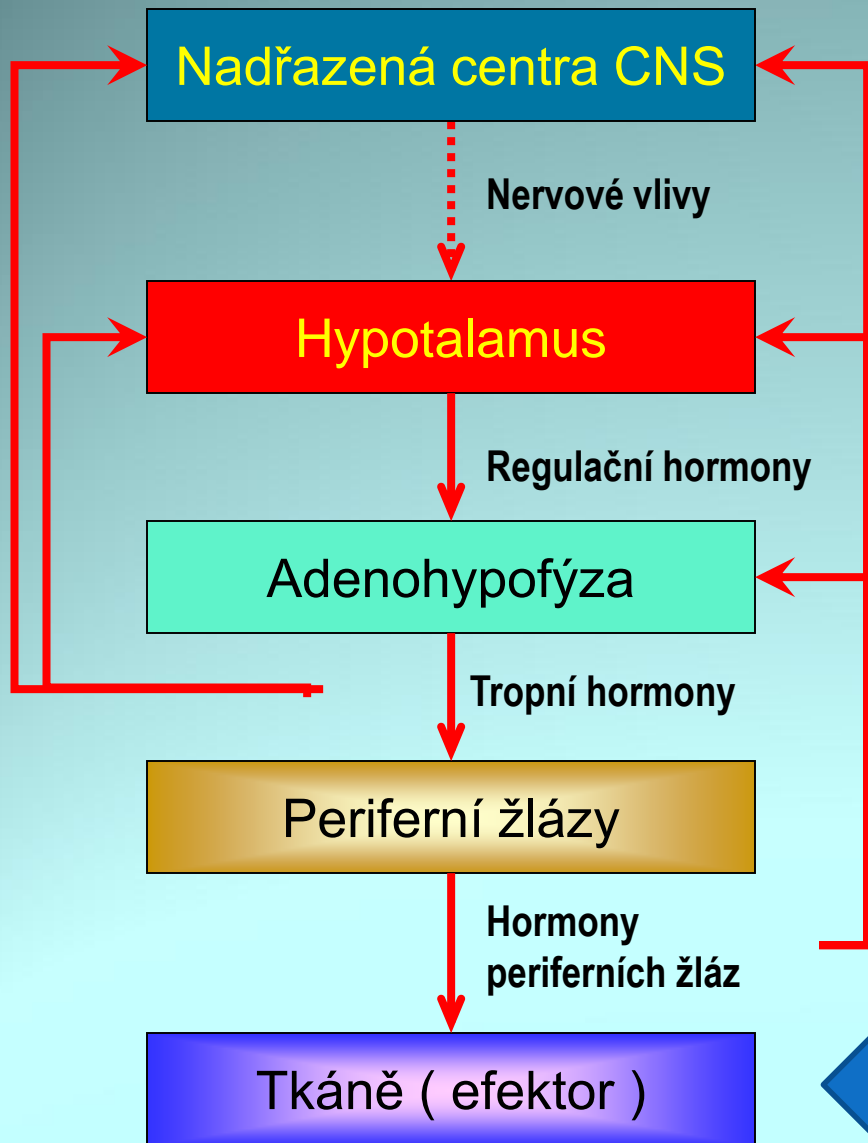
Hyperglykemie – glukagon, kortikoidy, adrenalin, STH, T₃, T₄

- Antagonisté

Udržení kalcemie – parathormon, kalcitriol : kalcitonin

Udržení hydrémie – ADH, aldosteron : atriální natriuretický faktor (ANF)

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* – tropní hormon kontroluje hormon periferní



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:***

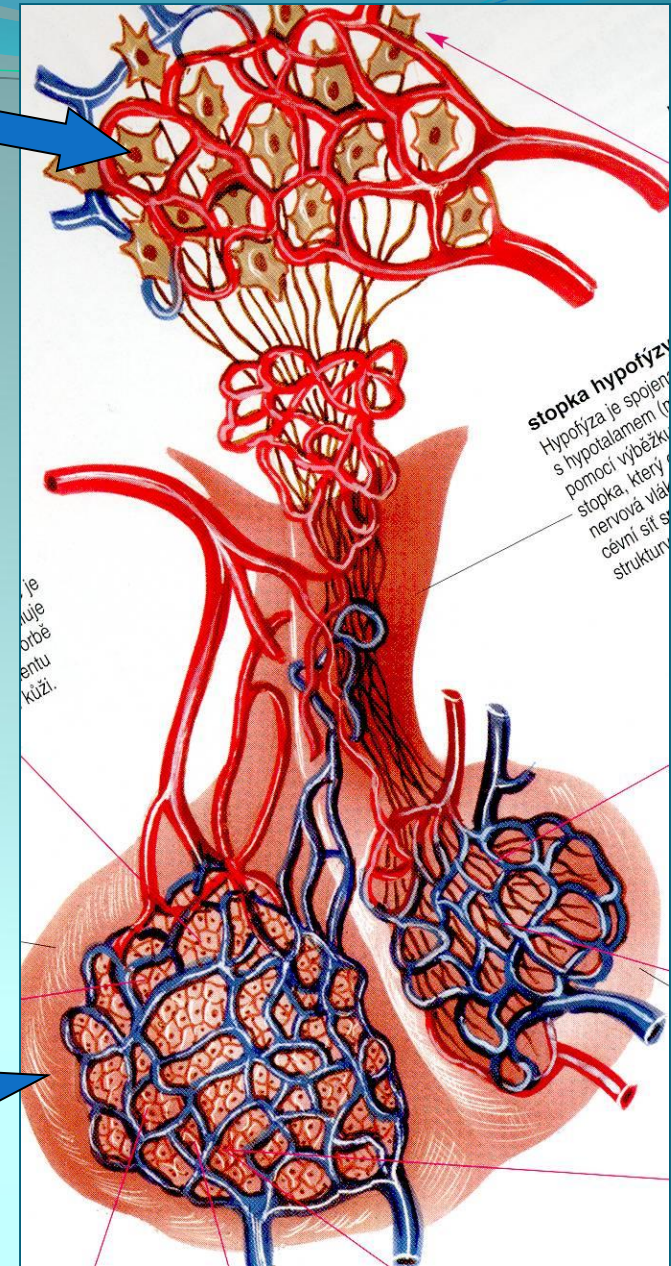
- **ANP (atriový natriuretický faktor)**
- **EDRF (endotelový relaxační faktor = NO)**
- **kininy**

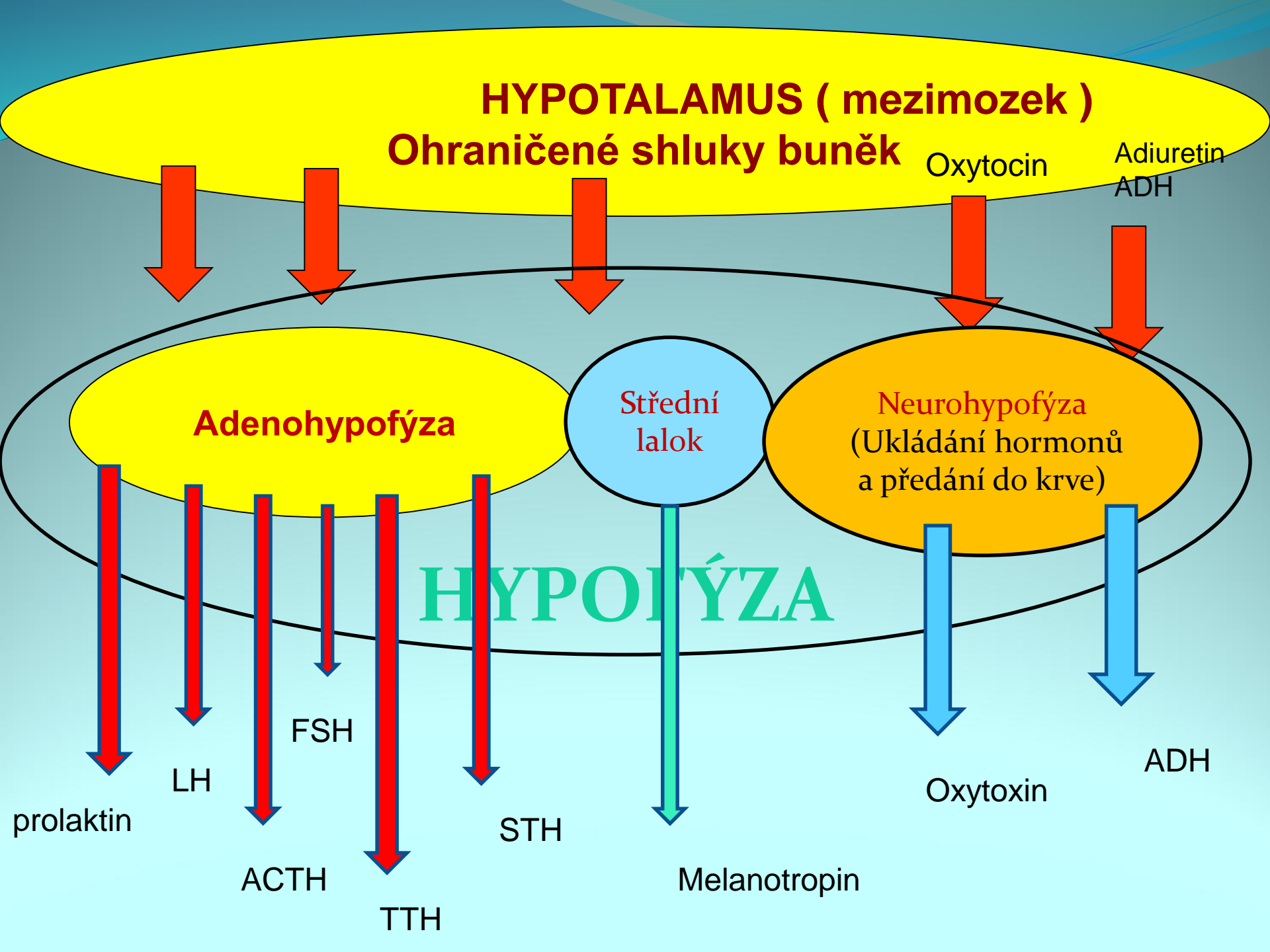
Hypotalamus

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 skladované
v neurohypofýze**

Účinky vasopresinu (ADH – antidiuretického hormonu)

- ↑ propustnost tlusté části vzestupného raménka Henleovy
kličky a sběrných kanálků 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 plazmy
- ✓ ↓ objemu mimobuněčné tekutiny
- ✓ bolest, emoce, stres
- ✓ fyzická námaha
- ✓ nechutenství, zvracení
- ✓ stání
- ✓ nikotin

- Snížení sekrece vasopresinu

- ✓ ↓ osmotického tlaku
- ✓ ↑ objemu mimobuněčné tekutiny
- ✓ **Alkohol – dehydratační účinky**

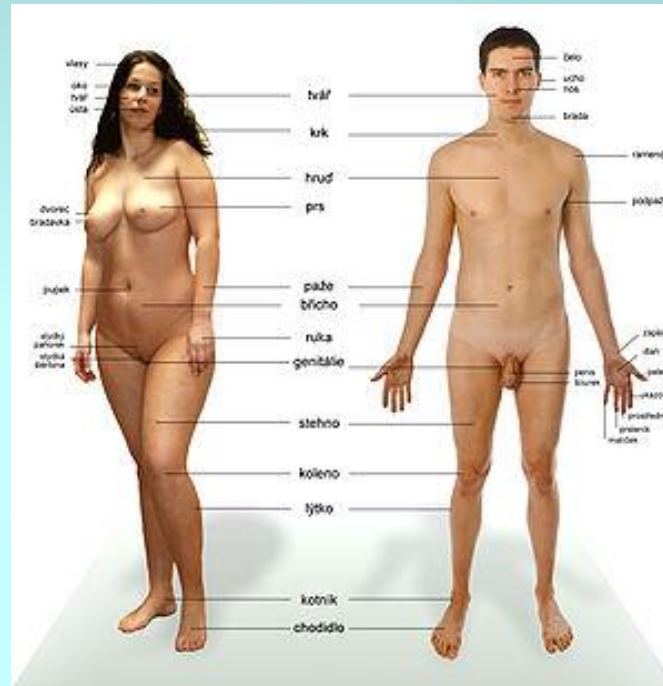
Účinky oxytocinu

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

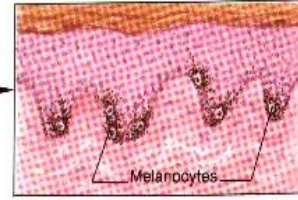
Hormony tvořené v adenohipofýze

štítná žláza



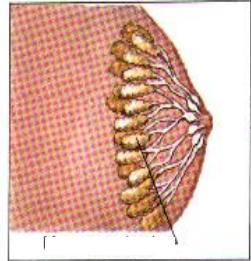
TSH

MSH



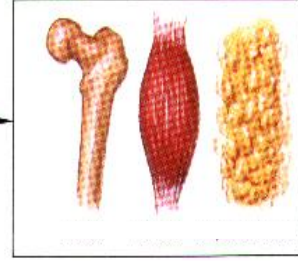
kůže

prsni žláza



LTH

STH



kost
sval
tuková tkáň

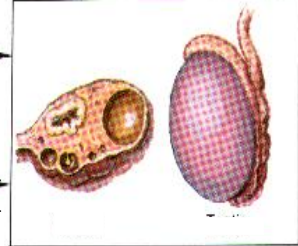
kůra nadledvin



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)
- *katabolicky – mobilizace tuků*
- *zvyšuje krevní cukr*
- *zadržení Na^+ a K^+* nezávisle na aldosteronu

Prolaktin (PRL) luteotropní hormon

✓ 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, melanotropin)

- ✓ zrychluje syntézu melaninu (kožního pigmentu)

Tyreostimulační hormon (TSH)

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

Gonadotropní hormony (folikulostimulační a luteinizační hormon)

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

Folikulostimulační hormon

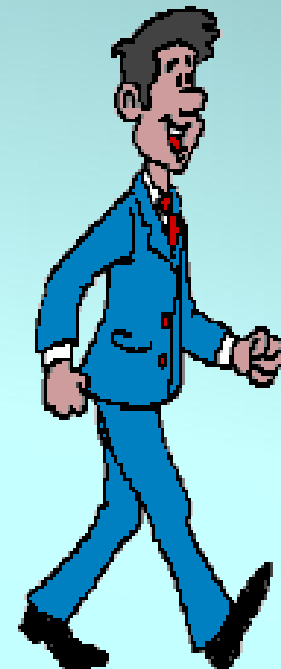
ženy

růst folikulů ve vaječníku



muži

zrání spermií

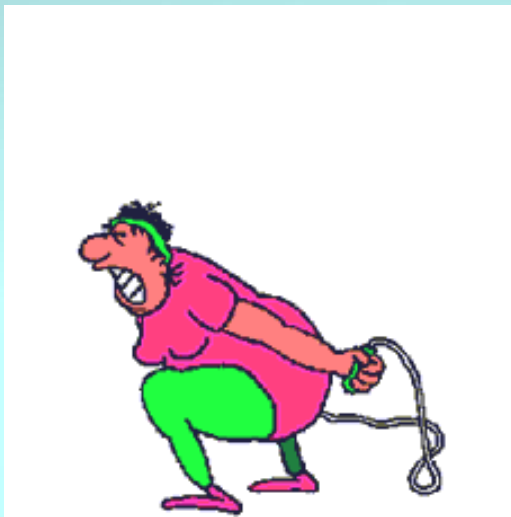


Luteinizační hormon

Ženy

vaječníky

nutný k produkci
estrogenů



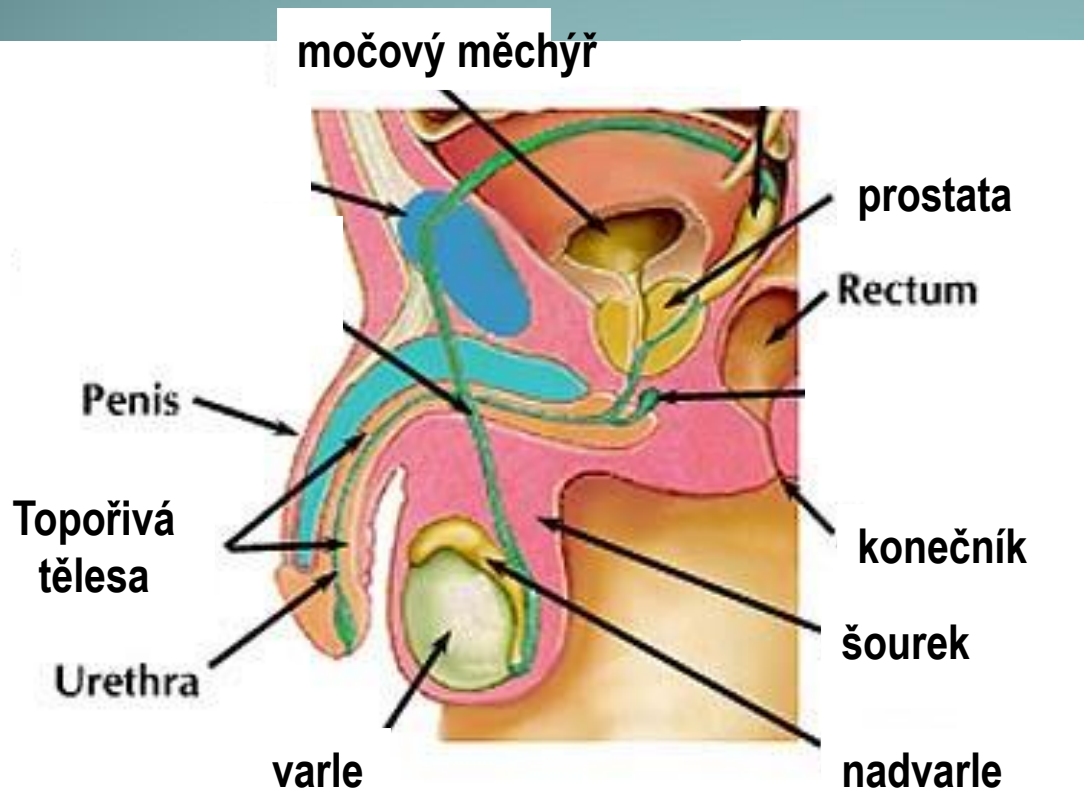
Muži

varlata

nutný k sekreci
testosteronu



Mužský pohlavní systém



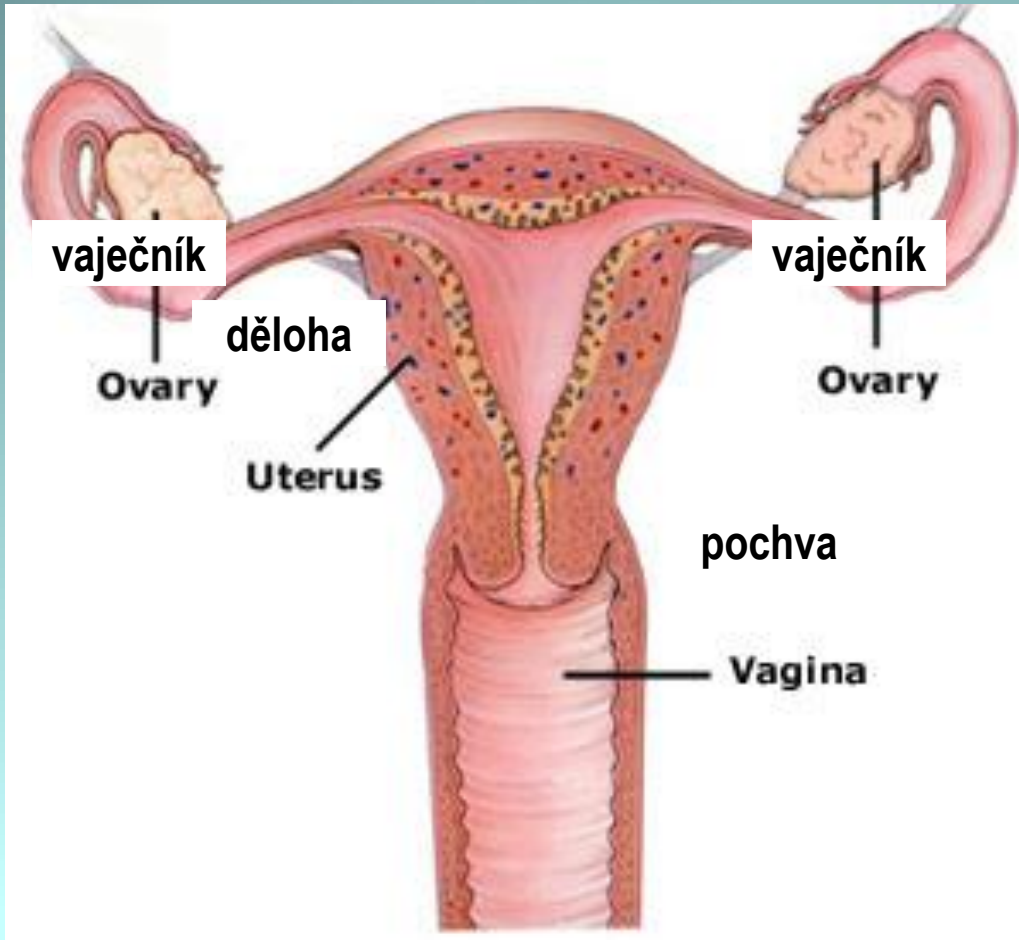
Varle produkuje

testosteron

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



Ženský pohlavní systém

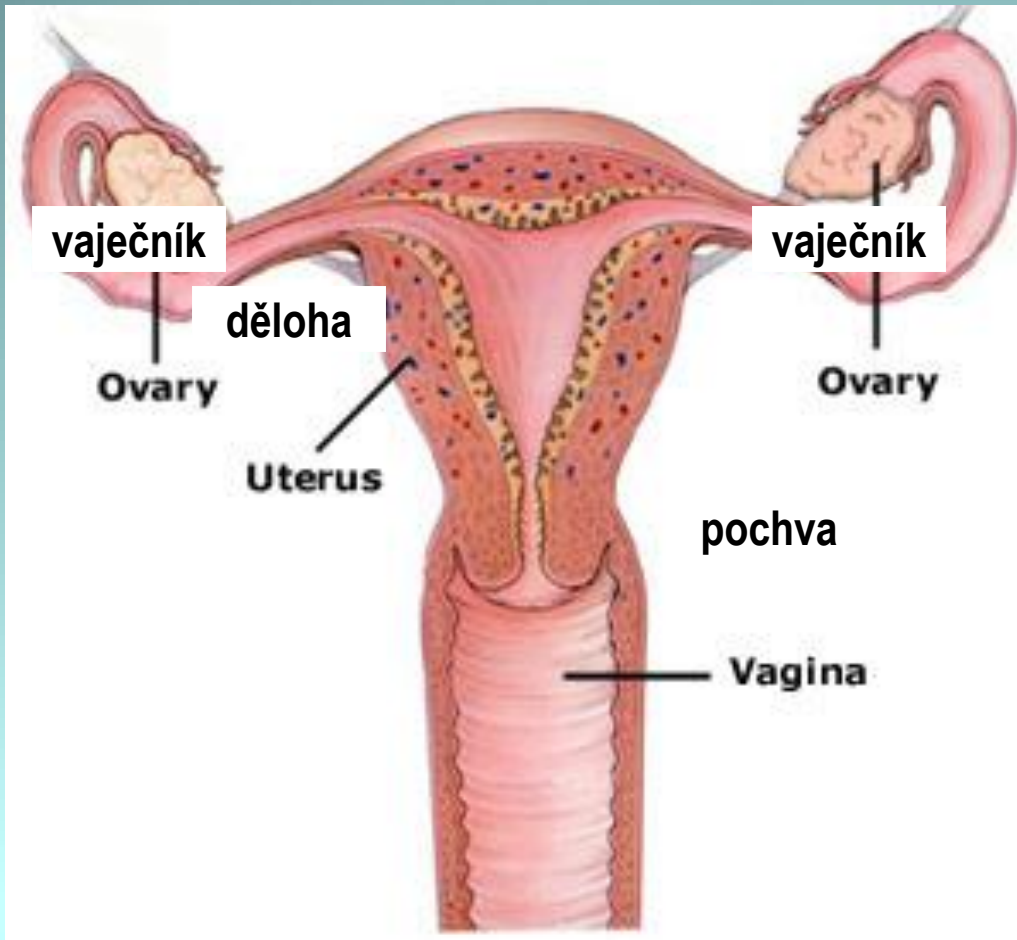


Vaječníky produkují

- estrogeny
- progesteron



Ženský pohlavní systém

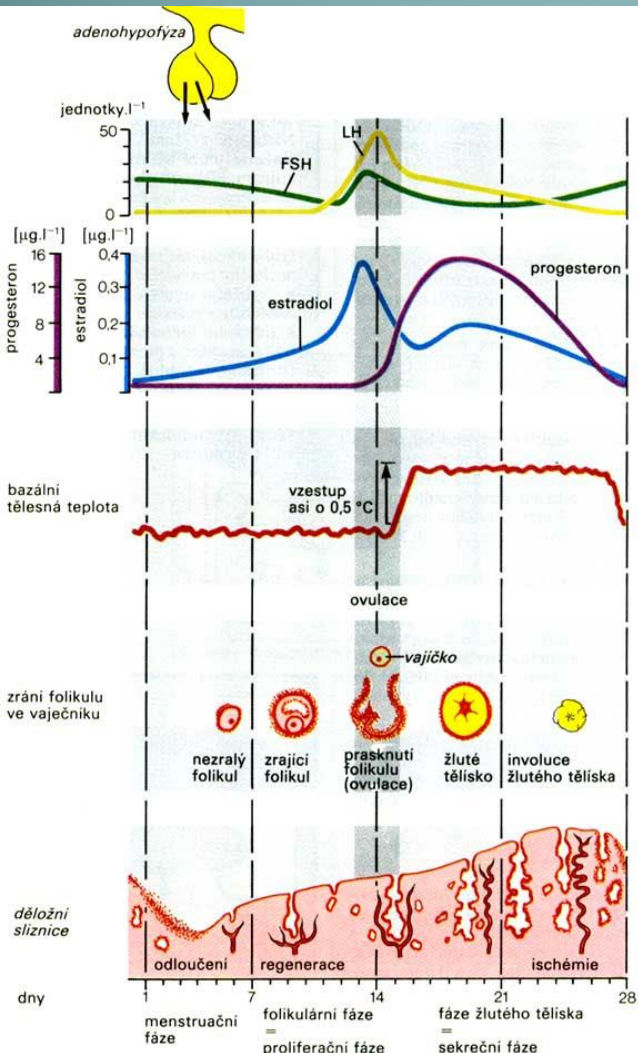


Estrogeny

- 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



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

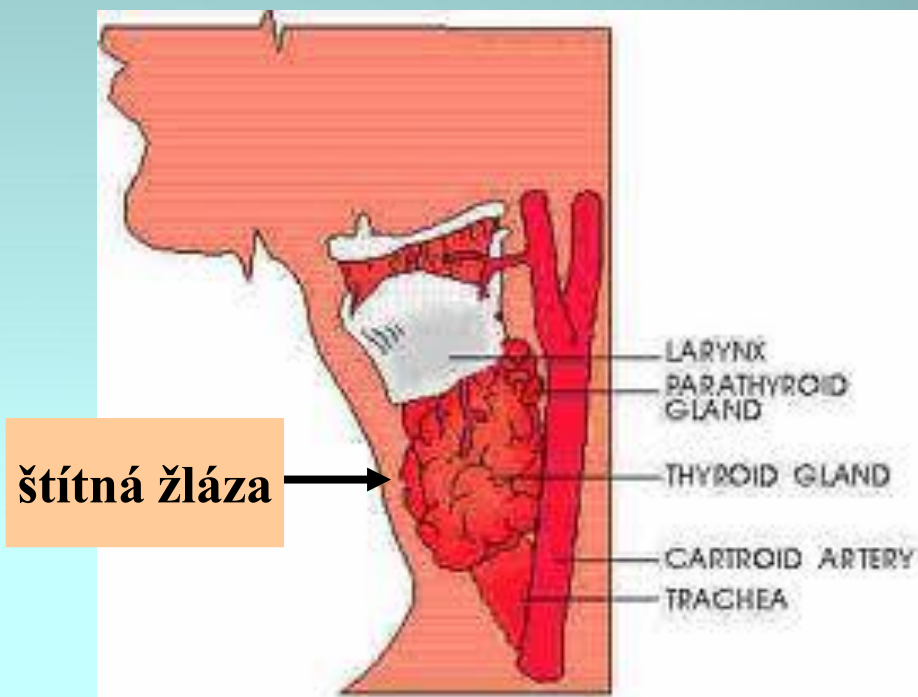
Štítná žláza

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



Účinky kalcitoninu

- receptory pro kalcitonin jsou v kostech a ledvinách
- kalcitonin ↓ 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**



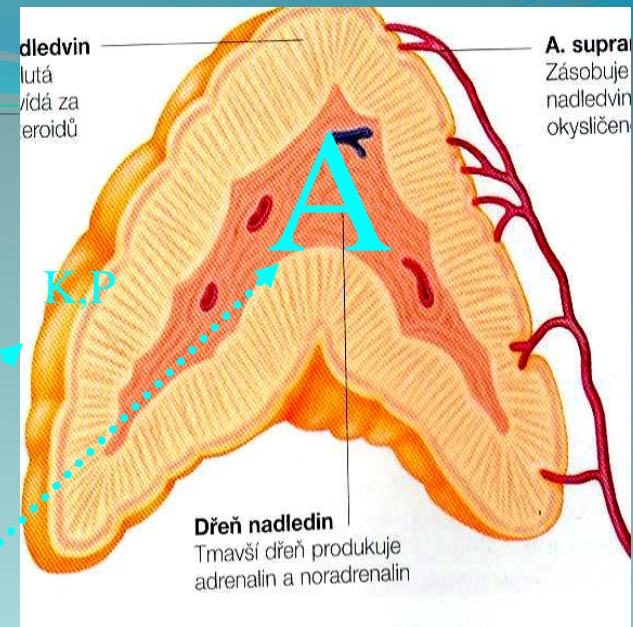
NADLEDVINY

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

Účinky mineralkortikoidů

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 NL k produkci ALDOSTERONU

Aldosteron zadrží Na a vodu a tím zvýší TK

Účinky glukokortikoidů

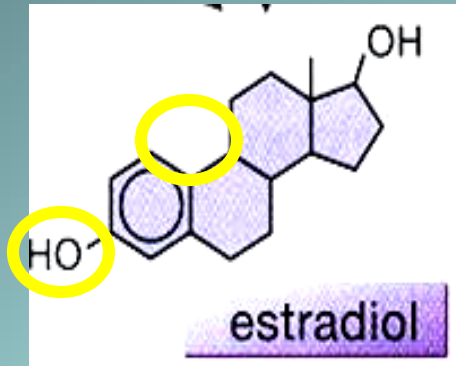
- zajišťuje glukoneogenezi v játrech - **anabolicky**
- potencuje účinek hormonů glukagonu a katecholaminů
- ↑ tvorbu glykogenu
- ↓ vychytávání glukózy ve svalech a tuku → šetří glukózu pro mozek
- ↑ lipolýzu v tukové tkáni - **katabolicky**
- k potlačení zánětlivých a alergických projevů
- v žaludku stimulují produkci žaludeční šťávy (při velkých dávkách možnost peptidového vředu)

nedostatek glukokortikoidů: změny osobnosti (dráždivost, zaujatost, neschopnost koncentrace), zvýšená citlivost na chuťové a čichové podněty

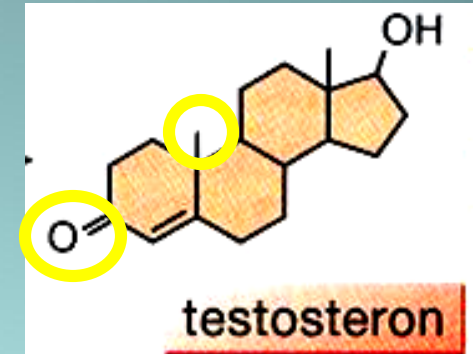


Cushingův syndrom

Pohlavní hormony kůry nadledvin



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



- mužské (Androgeny) = Testosteron – mužský vzhled
- ženské (Gestageny-Progesteron, Estrogeny)

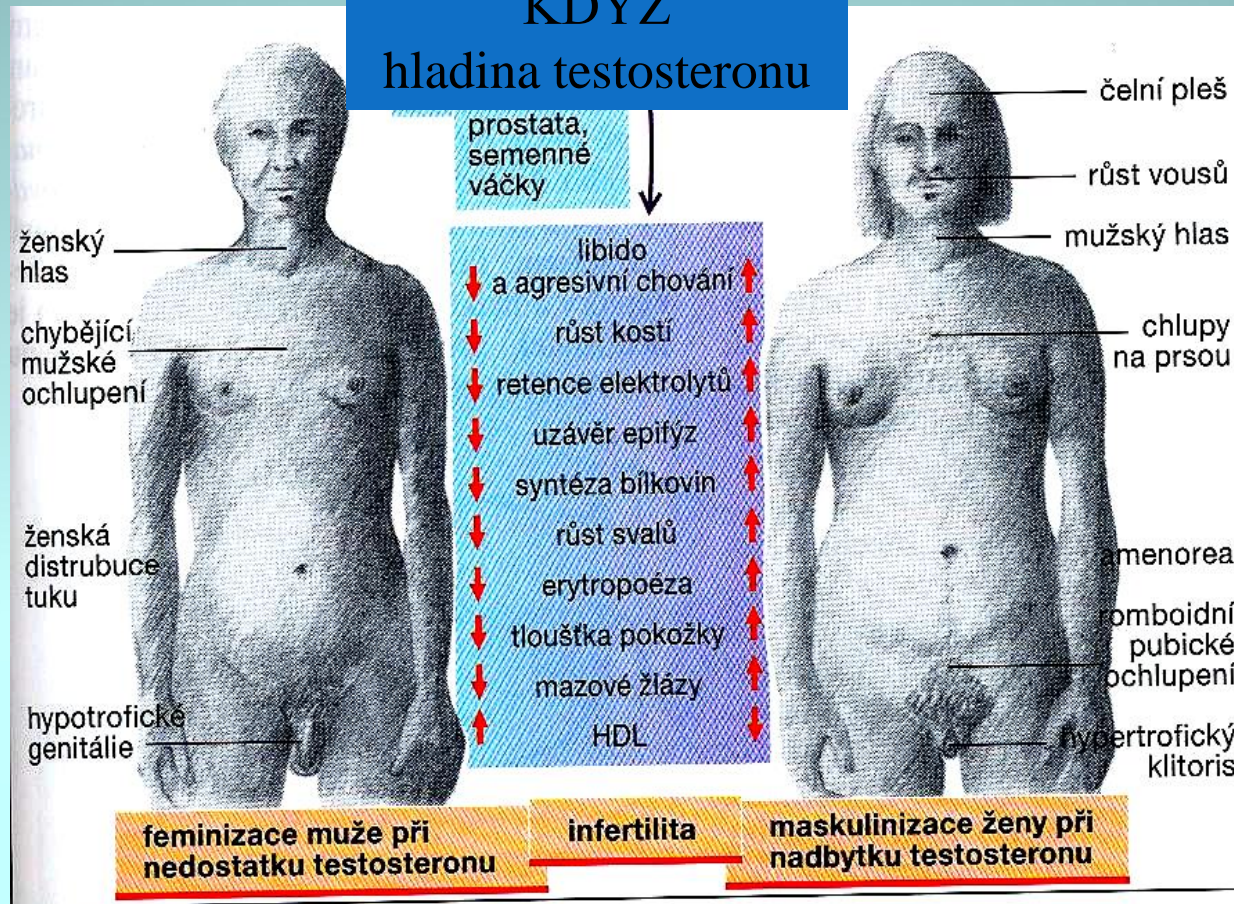
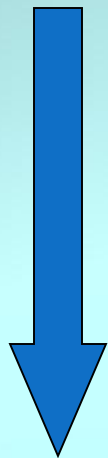
Pohl.hormony: vývoj zevních pohlavních znaků-vzhled, ochlupení, vzhled a vývin genitálu, tukové rozložení, hlas, pleš)

Testosteron

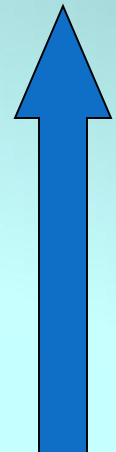
(zevní pohlavní znaky-vzhled, ochlupení, tukové rozložení, genitálie, hlas)

Co se stane,
KDYŽ
hladina testosteronu

Klesá
u
mužů
??

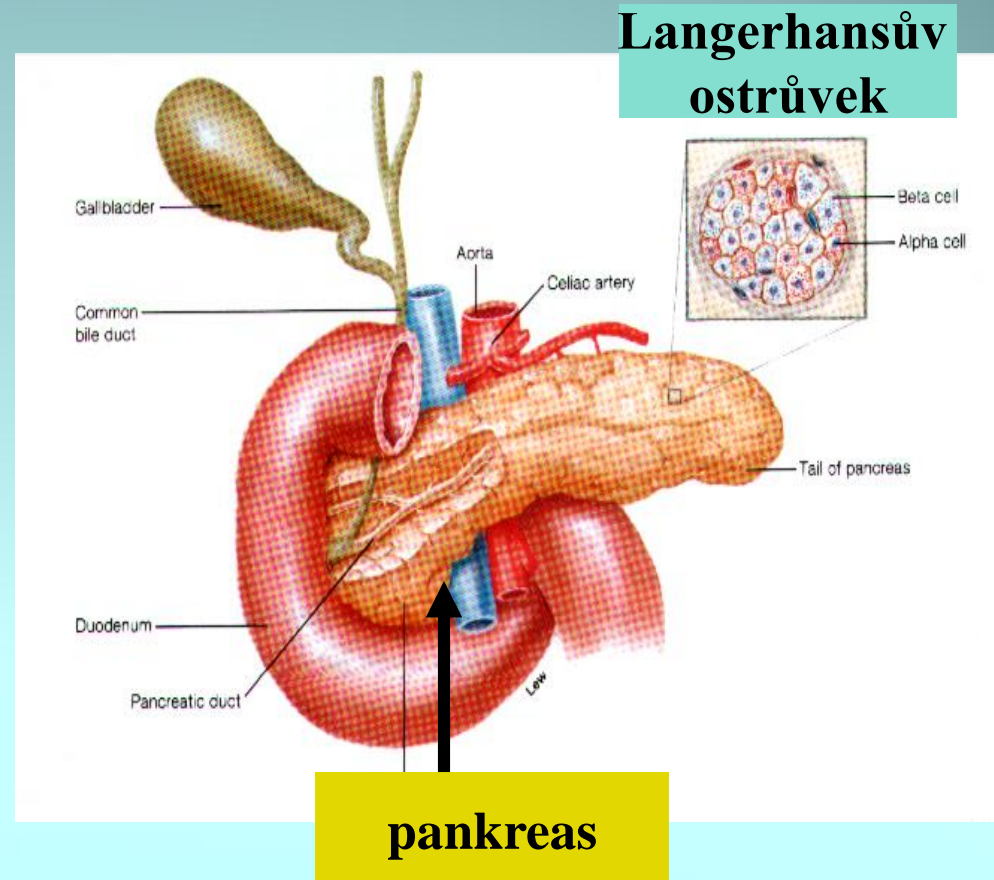


roste
u
žen
??



Slinivka břišní - pankreas

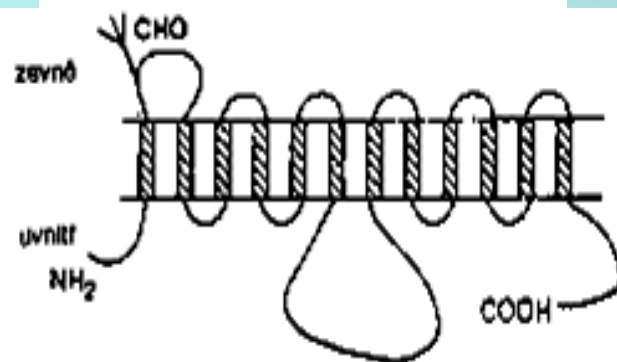
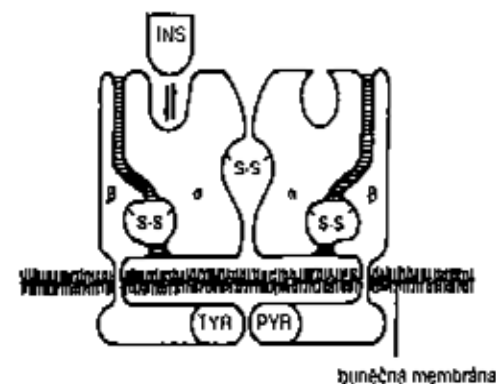
- Inzulín (B buňky),
glukagon (A buňky) –
regulace intermediárního
metabolismu sacharidů,
bílkovin a tuků
- Somatostatin – regulace
sekrece ostrůvků



Krevní cukr a inzulín

- inzulín - poločas v krvi 5 minut
- 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 přístup 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)

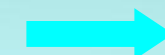
- Ostatní účinky

- 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

Vegetativní nervový systém

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

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
 - glukoneogeneze (v játrech z aminokyselin)
 - lipolýza
 - ketogeneze (v játrech)

Faktory ovlivňující sekreci glukagonu

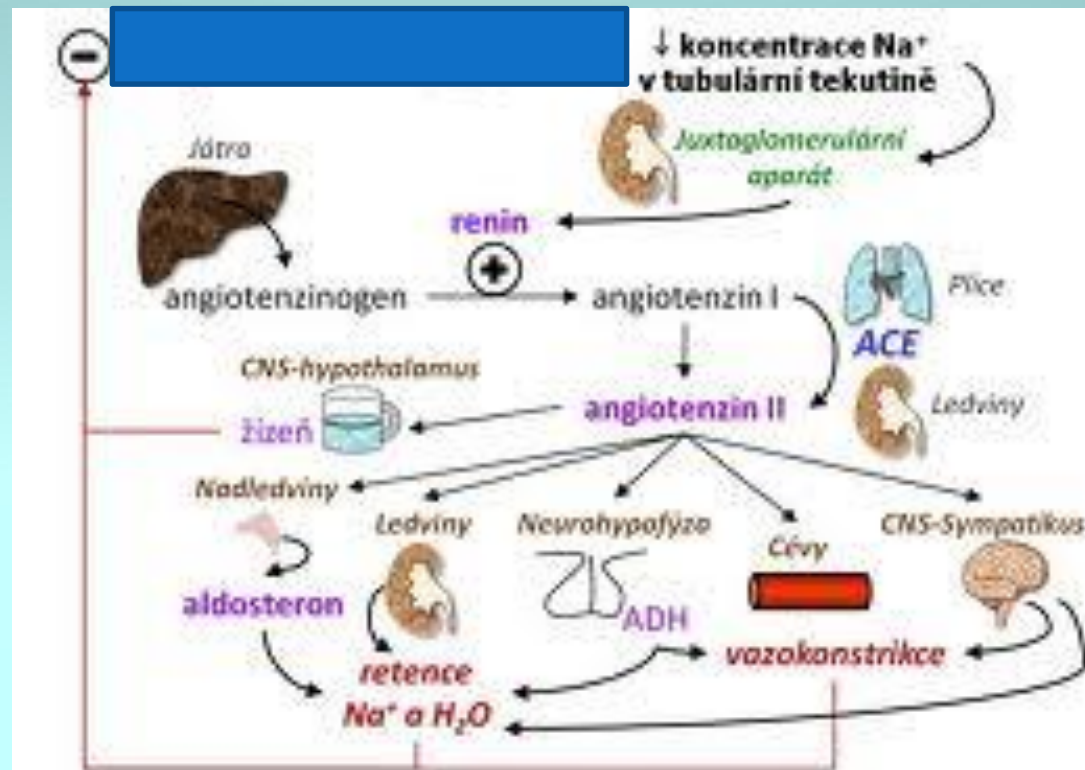
stimulátory	inhibitory
<p><i>Aminokyseliny</i> (glukoplastické: alanin, serin, glycin, cystein, threonin)</p> <p><i>Glukóza v krvi</i> ↓</p> <p><i>Kortisol</i></p> <p><i>Námaha</i></p> <p><i>Infekce a jiné stresy</i> } </p>	<p><i>Glukóza v krvi</i> ↑</p> <p><i>Somatostatin</i></p> <p><i>Sekretin</i></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

erythropoetin

- glykoprotein
- jeho sekreci hypoxie, katecholaminy, prostaglandiny
- stimuluje tvorbu červenýchrvinek

RAA (renin-angiotenzin-aldosteron)



Hormony trávicího 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 vyústění 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 duodena 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