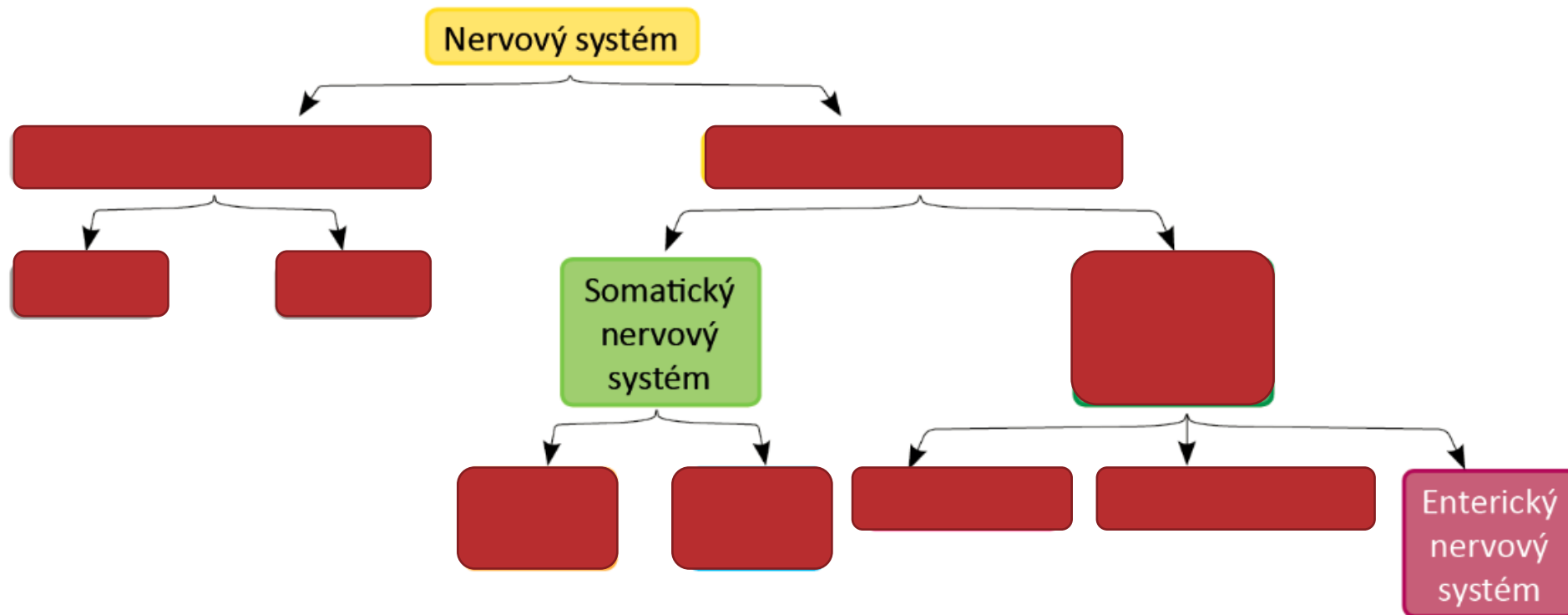
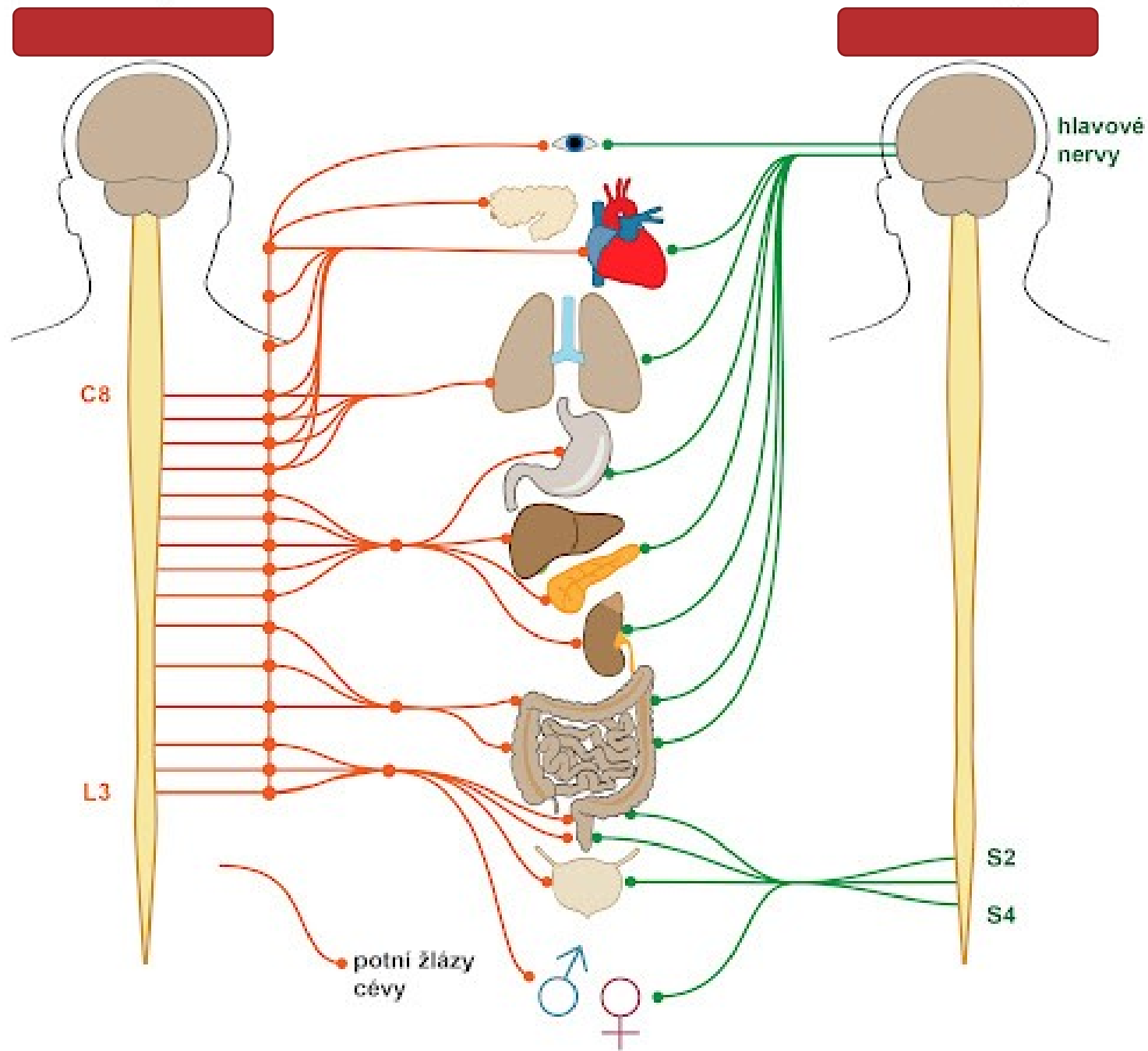


# ENDOKRINNÍ SYSTEM



# OPAKOVÁNÍ – NERVOVÝ SYSTÉM

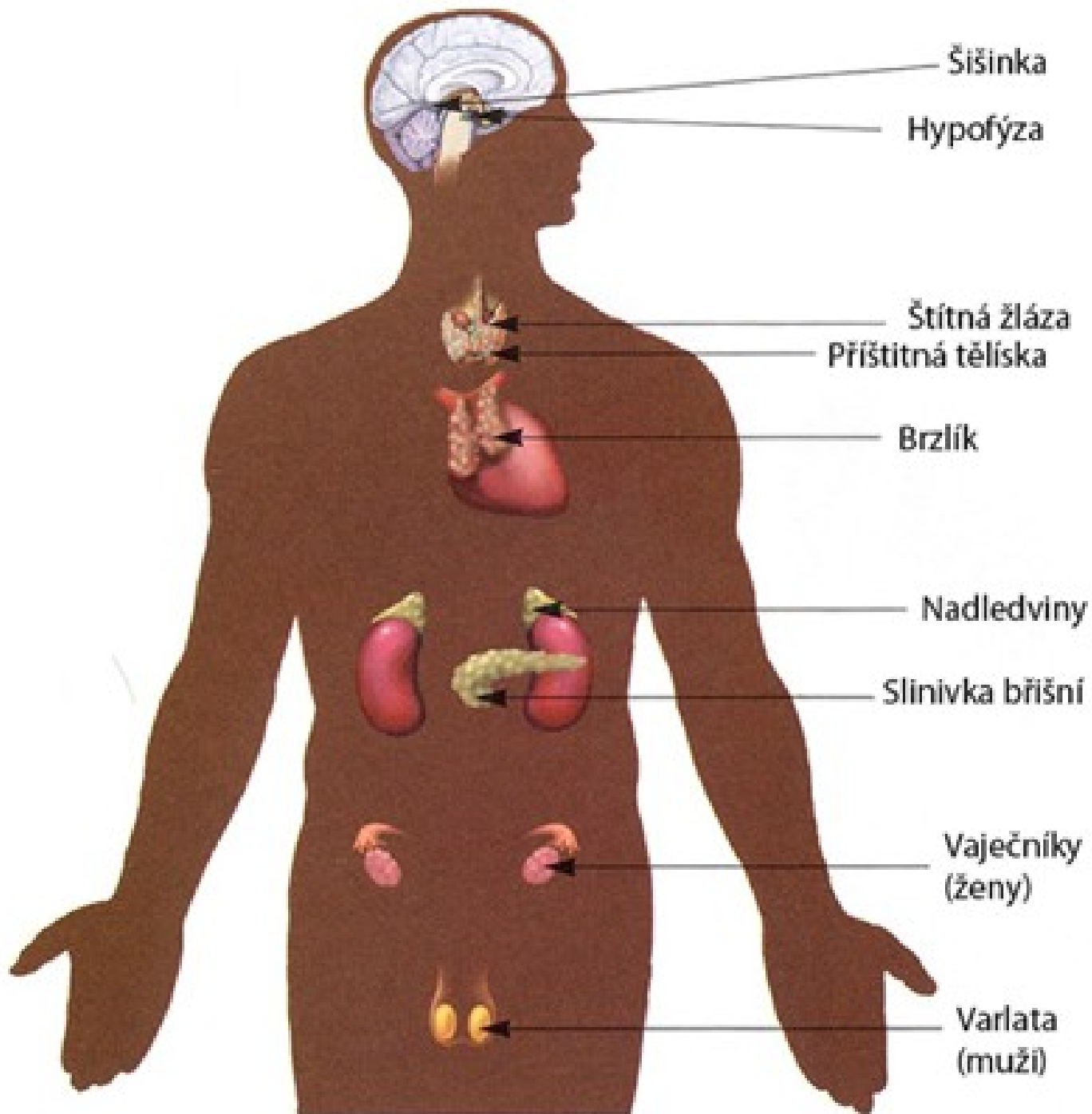




# ENDOKRINNÍ SYSTÉM

= soustava žláz s vnitřní sekrecí

- Reguluje, řídí a koordinuje činnost organismu spolu s nervovou soustavou
- Endokrinní systém využívá k přenosu informací chemické sloučeniny – hormony – pomalejší odezva než nervový systém, ale delší účinek



## Endokrinní působení

- Hormony uvolňovány přímo do krve pomocí endokrinních žláz

## Exokrinní působení

- Exokrinní žlázy mají vývod, vylučují látky buď na povrch těla, nebo do tělních dutin

# HORMONY

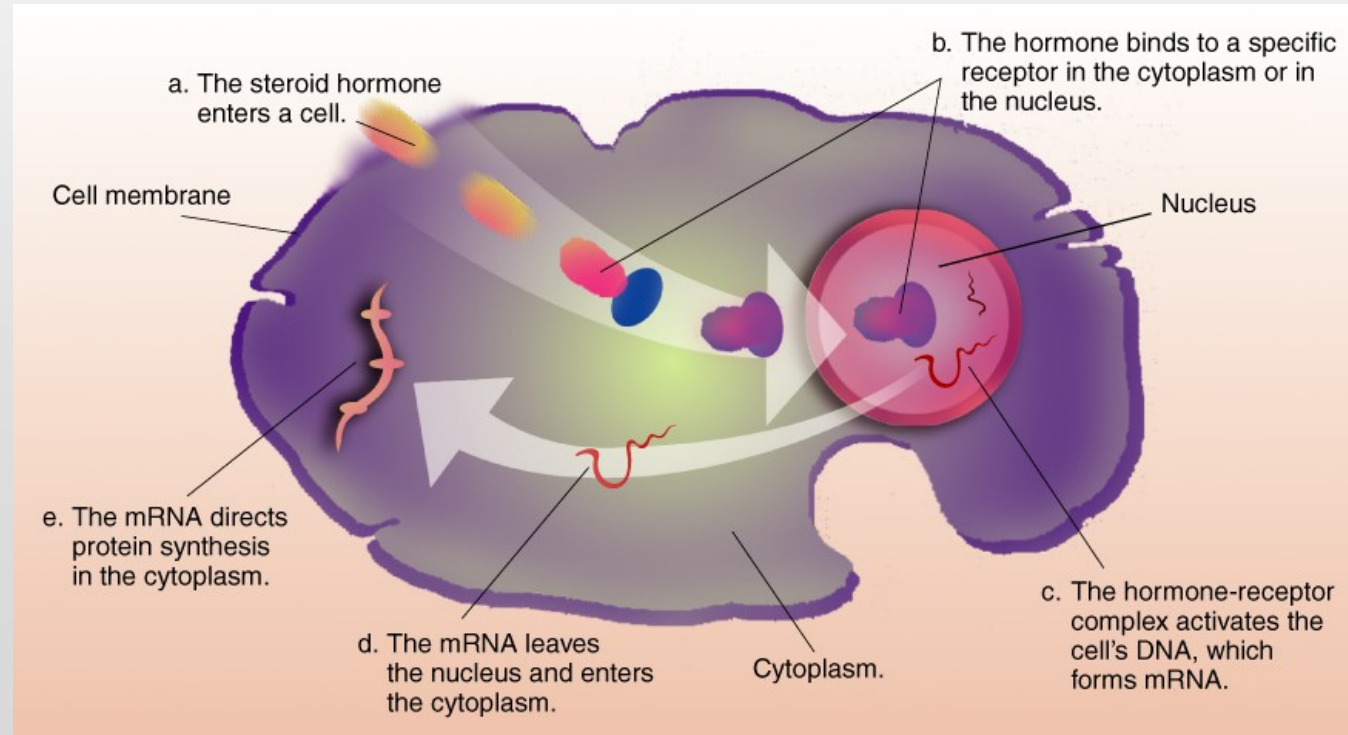
- Odvozené z řeckého slova znamenající „vzbudit aktivitu“ – chemičtí poslové vznikající v jedné části těla, které vzbuzují aktivitu v jiné části
- „Wi-Fi“ lidského těla – oproti nervové soustavě bezdrátové – bez přímého spojení – distribuce krví
- Produkty žláz s vnitřní sekrecí, nebo tkání produkující hormony, vylučované přímo do krevního oběhu
- Mají většinou bílkovinnou povahu (jde tedy o aminokyselinové hormony) nebo jde o látky odvozené od cholesterolu (steroidy)
  - Aminy, peptidy, steroidy
- Účinky místní a celkové
  - Mechanismus cestou cílových buněk
  - Působení prostřednictvím receptorů
- Ovlivnění funkcí metabolických, růstových, reprodukčních, zažívacích, stresu, zánětu, funkce neurotransmiterů

# HORMONY

- Neendokrinní tkáň též může uvolňovat hormony (např. nervová zakončení, ledviny)
- Působení hormonu je závislé na jeho detekci buňkou, hormon musí interagovat s odpovídajícím buněčným receptorem
  - Pouze správný hormon „pasuje“ na správný receptor – každá buňka má 2 000 až 10 000 specifických receptorů
- Endokrinní regulace probíhá běžně na základě zpětné vazby. Je to děj, kdy odpověď buňky na signál (hormon) zpětně ovlivňuje zdroj signálu (endokrinní žlázu). Zpětná vazba může být pozitivní nebo negativní

# STEROIDNÍ HORMONY

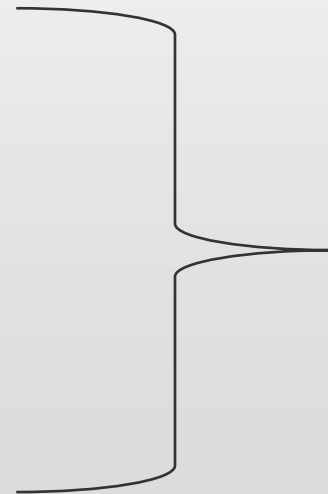
- Lipofilní molekuly, v krvi jsou vázané na transportní proteiny
- Difundují snadno přes buněčné membrány; receptory umístěné uvnitř buňky
- Chemická struktura je založená na cholesterolu
- Sekrece
  - Kůra nadledvin (např. kortizol)
  - Vaječníky (např. estrogen)
  - Varlata (např. testosteron)
  - Placenta (např. estrogen)





# KLASIFIKACE STEROIDNÍCH HORMONŮ

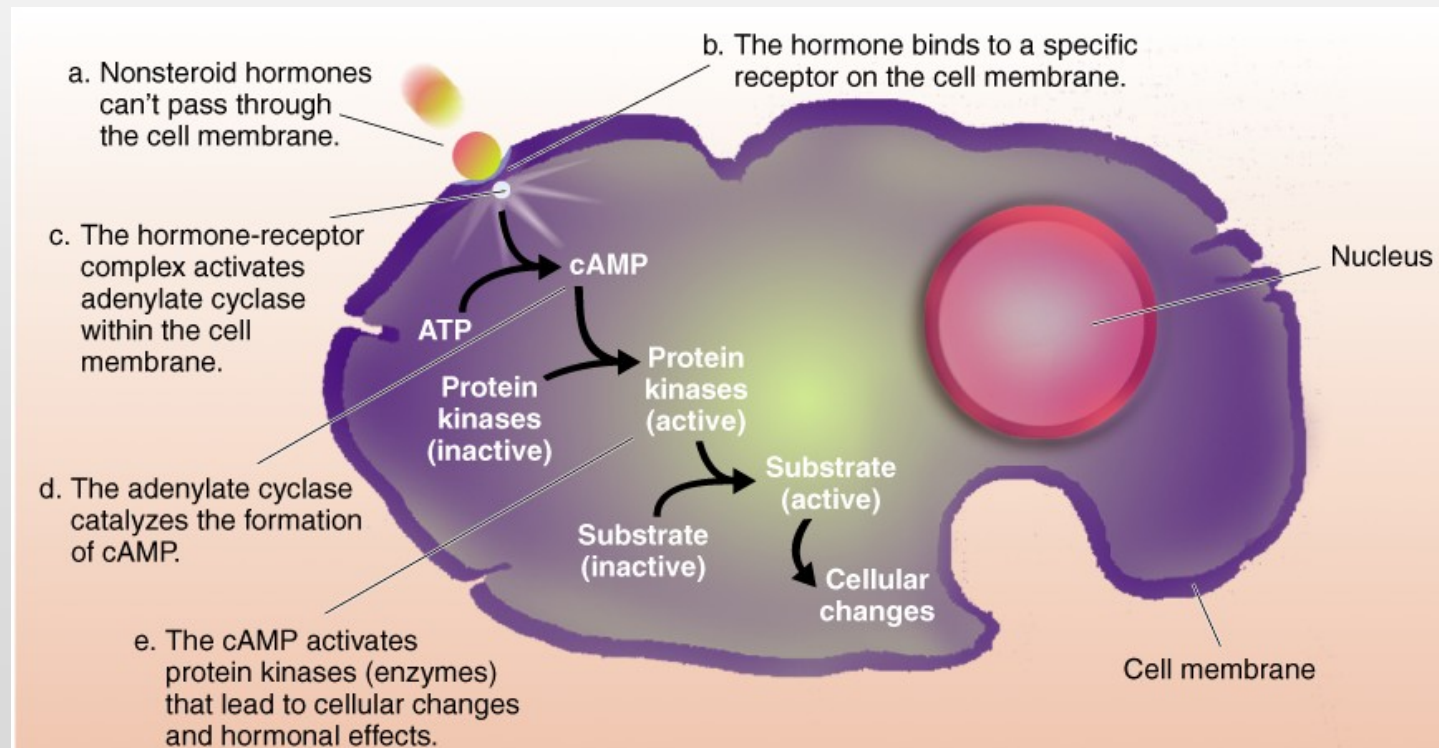
- **Glukokortikoidy** – regulace sacharidového metabolismu
  - Kortizol (kůra nadledvin)
- **Mineralokortikoidy** – udržování homeostázy minerálů
  - Aldosteron (kůra nadledvin)
- **Progestiny**
  - Progesteron (vaječníky, placenta)
- **Androgeny**
  - Testosteron (varlata)
- **Estrogeny**
  - Estradiol (žluté tělísko, vaječníky)
- **Vitamin D**



Pohlavní hormony;  
reprodukční funkce

# NESTEROIDNÍ HORMONY

- Nejsou rozpustné v tucích
- Nedifundují samy přes buněčné membrány; musí se navázat na specifické receptory umístěné na buněčné membráně
- Dva typy:
  - Deriváty aminokyselin (např. epinefrin)
  - Proteinové nebo peptidové hormony (např. inzulin)



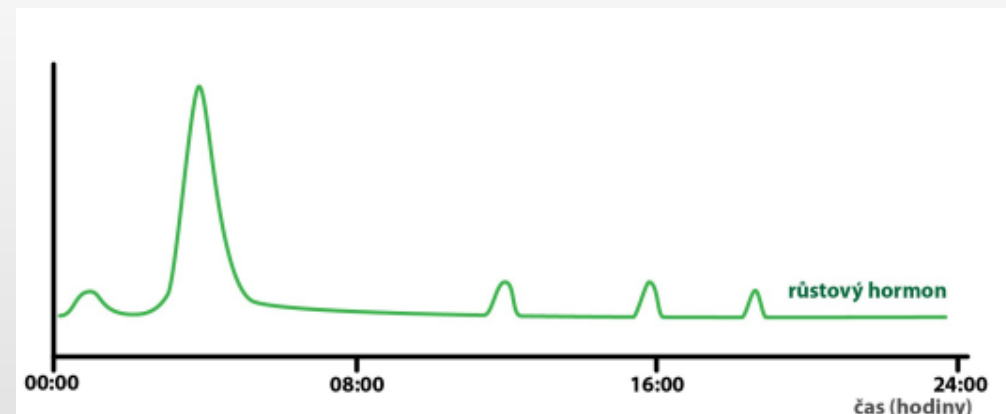
# ŘÍZENÍ UVOLŇOVÁNÍ HORMONŮ

- Zpětnovazebný systém – negativní a pozitivní zpětná vazba; hladiny hormonů kolísají
  - základní kontrolní mechanismus - změna vyvolaná hormonem v cílové tkáni je monitorována a zpětně inhibuje sekreci hormonu a zabraňuje se tím hypersekreci hormonu

- Může kolísat i množství receptorů (nahoru i dolů)

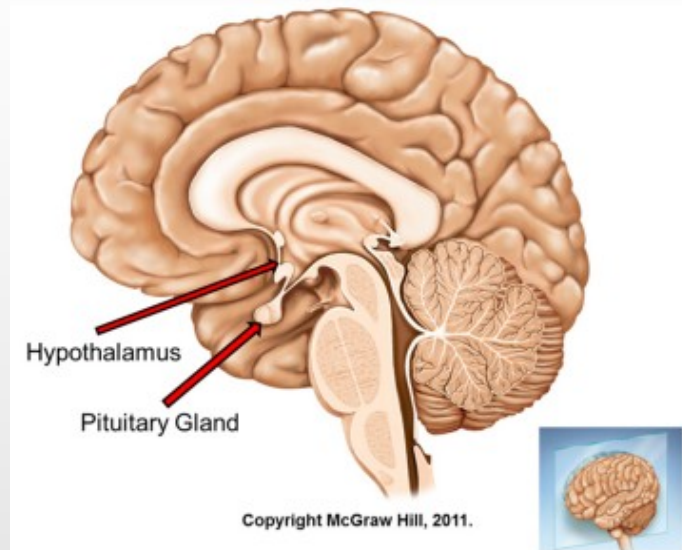
## Regulační osy:

- S nadřazeností a stimulací
  - Hypotalamus – hypofýza – cílový orgán (např. nadledviny, štítná žláza, gonády)
- Bez nadřazenosti
  - Např. pankreas, příštítná tělíska, dřeň nadledvinek a renin-angiotensinový systém
- cyklické změny sekrece hormonů - vliv spánku, stárnutí, střídání ročních období - např. sekrece růstového hormonu – dosahuje maxima během časných fází spánku, ale pak se vrací na udržovací hladinu

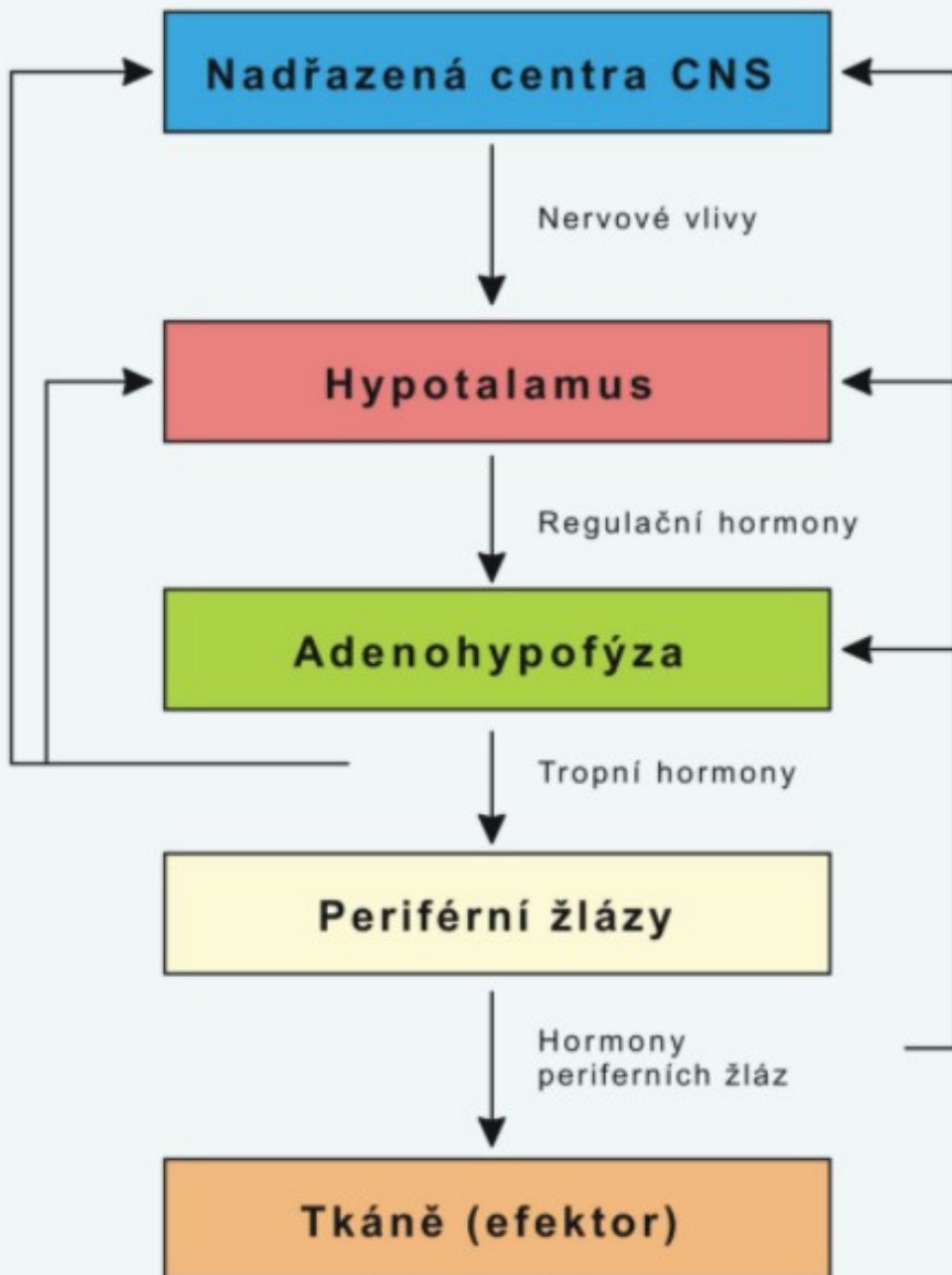


# HYPOTALAMO-HYPOFYZÁRNÍ SYSTÉM

- Součást neuroendokrinního systému, řídí žlázy s vnitřní sekrecí
- Hypotalamus zpracovává informace z celého těla (vnitřní prostředí, emoce, stres, sensorické vjemy atd.)
- Hypotalamus bezprostředně ovlivňuje hypofýzu - spojení nervového a endokrinního systému prostřednictvím hypofýzy
- Hormony hypothalamus
  - Hypothalamické regulační hormony
  - Oxytocin - ejakce mléka při kojení, kontrakce hladké svaloviny dělohy, podněcuje vznik příjemných pocitů a navozuje pečovatelské a ochranné chování u mužů i u žen (často nazýván jako hormon lásky)
  - ADH (antidiuretický hormon) - resorbce vody v ledvinách - zvýšení příjmu tekutin a nárůst krevního tlaku



# ŘÍZENÍ ČINNOSTI ENDOKRINNÍCH ŽLÁZ

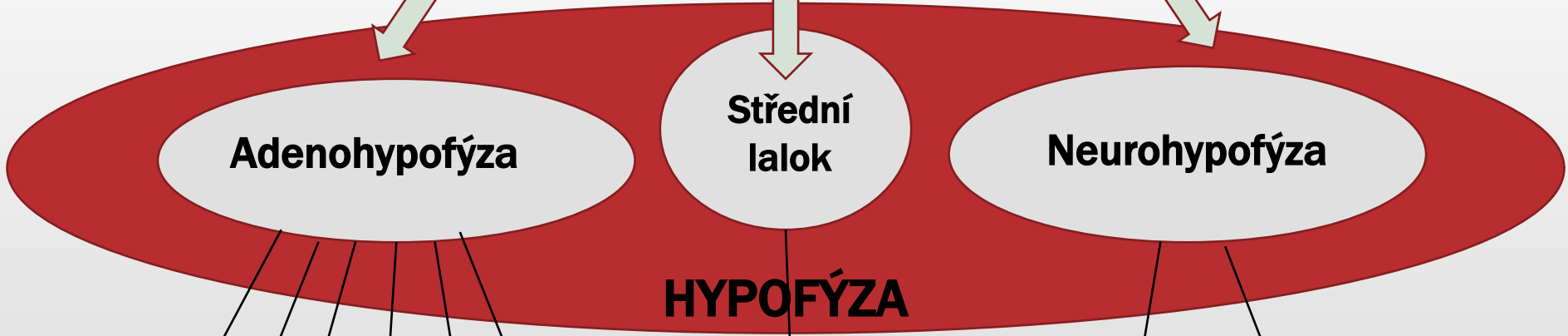


**Zpětná vazba:**  
pozitivní - reakce buněk se neustále zvyšuje  
negativní - reakce buněk je zeslabována

jednoduchá - produkce hormonu je regulována podle změny v chemickém složení krve, vyvolané hormonem  
složitá - tropní hormon kontroluje hormon periferní



# HYPOTALAMUS



**Adenohypofýza**

**Střední lalok**

**Neurohypofýza**

## HYPOFÝZA

- Prolaktin
- LH
- ACTH
- FSH
- TSH
- STH

Melanotropin

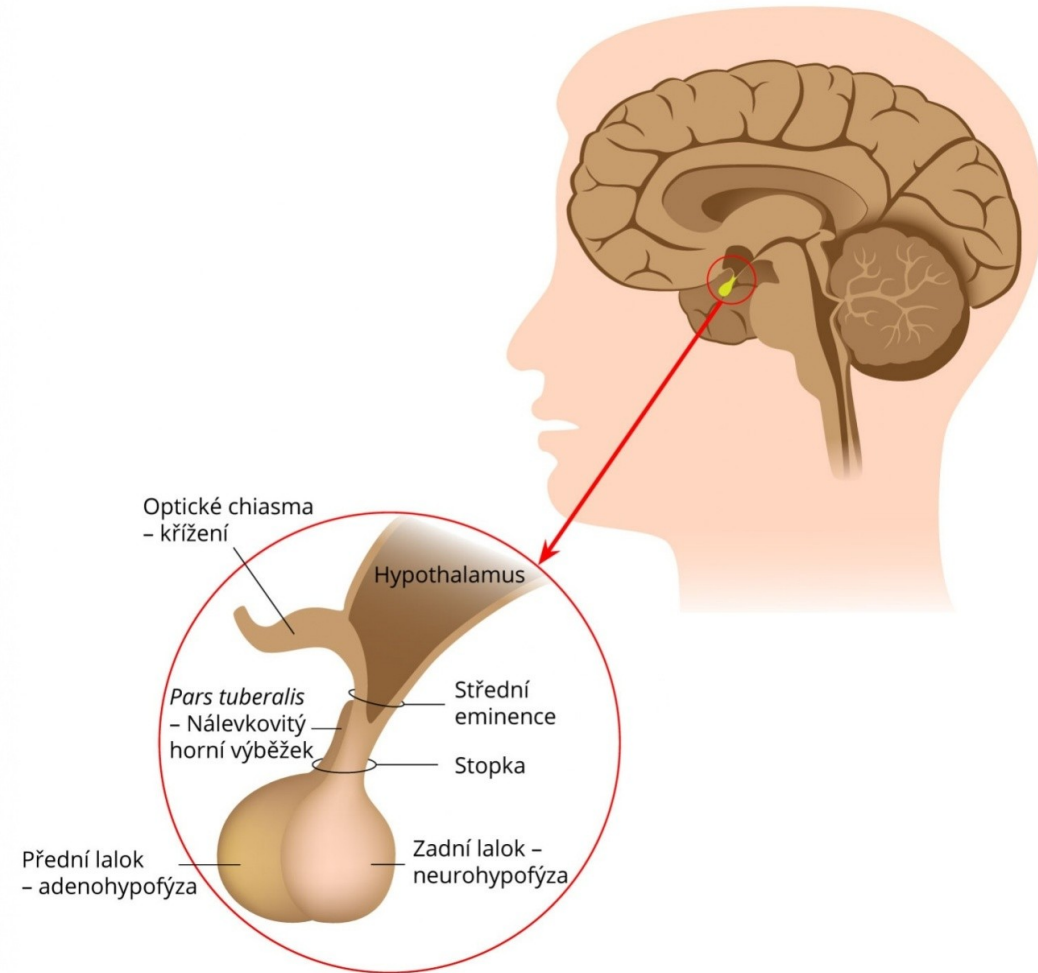
Oxytocin

ADH

# HYPOFÝZA – PODVĚSEK MOZKOVÝ


- Hypofýza se skládá ze dvou funkčně i morfologicky odlišných částí:
- předního laloku – adenohypofýzy
- zadního laloku – neurohypofýzy

Hypofýza – podvěsek mozkový



# HORMONY ADENOHYPOFÝZY

- **ACTH – adrenokortikotropní hormon** - Řídí činnost kůry nadledvin, zvýšení produkce glukokortikoidů (kortizolu)
- **FSH – folikuly stimulující hormon** - stimulující růst ovariálních folikulů u žen a spermatogenezi u mužů
- **LH – luteinizační hormon** - způsobuje u žen ovulaci a vznik žlutého tělíska
- **Somatotropin (STH) - růstový hormon – metabolismus** - stimulace růstu, proteosyntézy, pozitivní bilance dusíku a fosforu, zadržení  $\text{Na}^+$  a  $\text{K}^+$  nezávisle na aldosteronu, zvyšování tvorby kostí, podporuje biosyntézu proteinů, zvyšuje hladinu glukosy
- **Prolaktin (PRL)** - stimuluje růst mléčné žlázy (duktálního systému) a tvorbu mateřského mléka

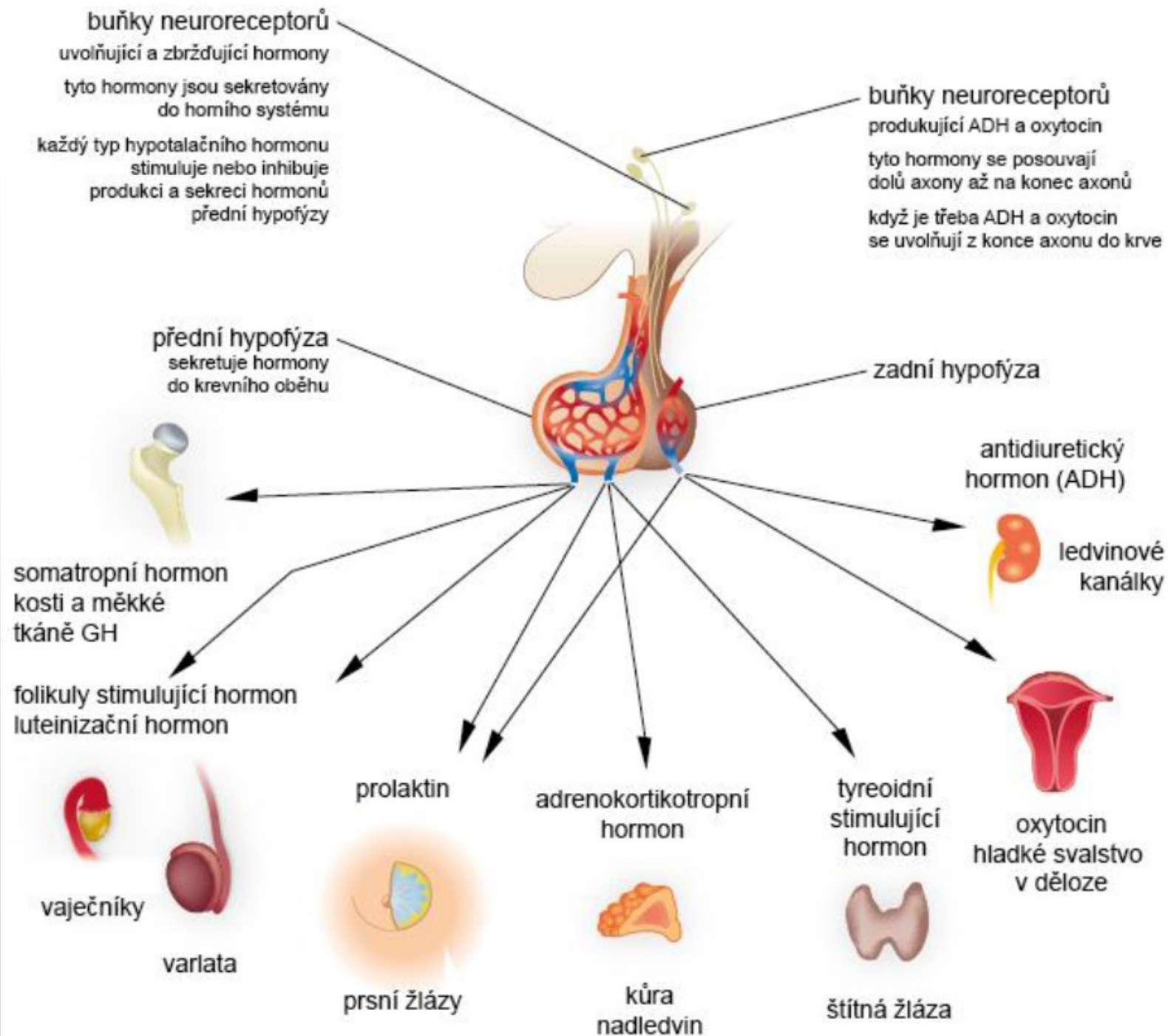


Gonadotropní hormony  
(ovlivňují  
vaječníky/varlata  
a jejich produkty –  
progesteron, estrogen,  
testosteron)



# HORMONY NEUROHYPOFÝZY

- Jsou syntetizovány v hypothalamu, transportovány do neurohypofýzy a odtud uvolňovány do krve
- **ADH – antidiuretický hormon**
  - Řídí resorpci vody v ledvinách
- **Oxytocin**
  - Uplatňuje se především během porodu a v období mateřství
  - Tzv. hormon lásky

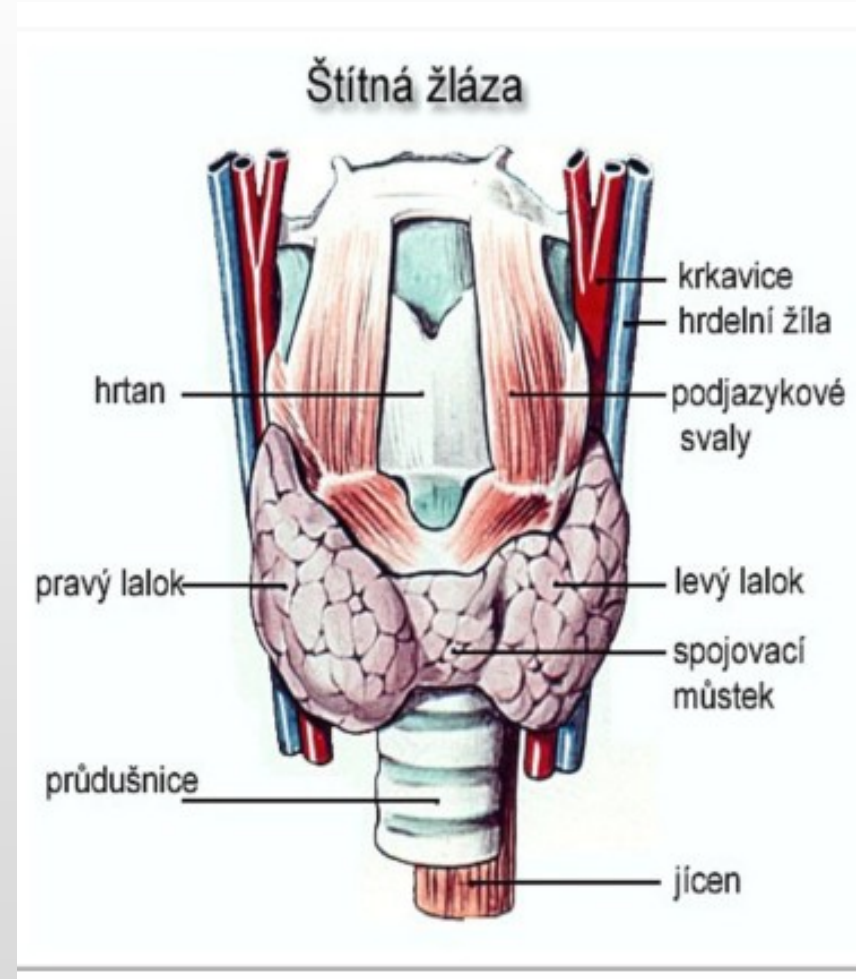


# HORMONY ŠTÍTNÉ ŽLÁZY

- **Tyroxin ( $T_4$ ), trijodtyronin ( $T_3$ )**
  - Jejich tvorba je přímo závislá na **přívodu jodu** - vážou/uvolňují jód
  - Zvýšení syntézy proteinů a enzymů
  - Zvětšení velikosti a počtu **mitochondrií** v buňkách – ovlivnění přeměny látek a spotřeby kyslíku, zvýšení krve tvorby – regulace **metabolismu a termolregulace, svalové funkce**
  - Zvýšení reflexní odpovědi

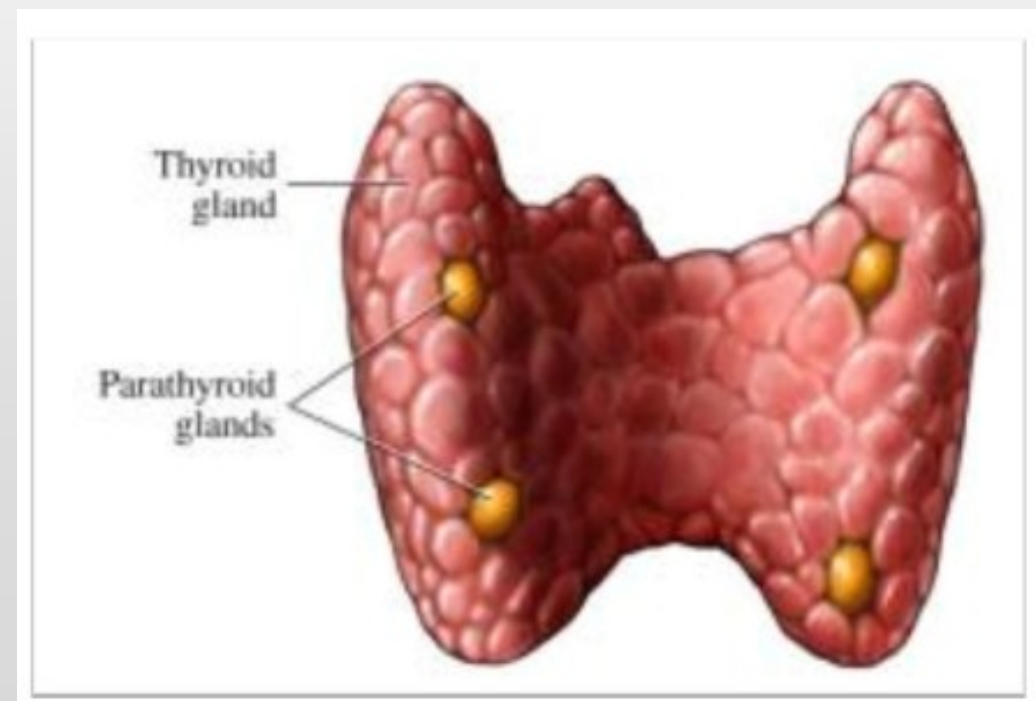
## Kalcitonin

- Snižuje **koncentraci vápníku** v krvi, působí především na ledviny a kosti



# PŘÍŠTITNÁ TĚLÍSKA

- 4 malé žlázy uložené na horním a dolním pólu obou laloků štítné žlázy
- parathormon (PTH)
  - uvolňování vápníku z kostí
  - vylučování vápníku a fosfátů ledvinami
  - absorpce vápníku a fosfátů ve střevě

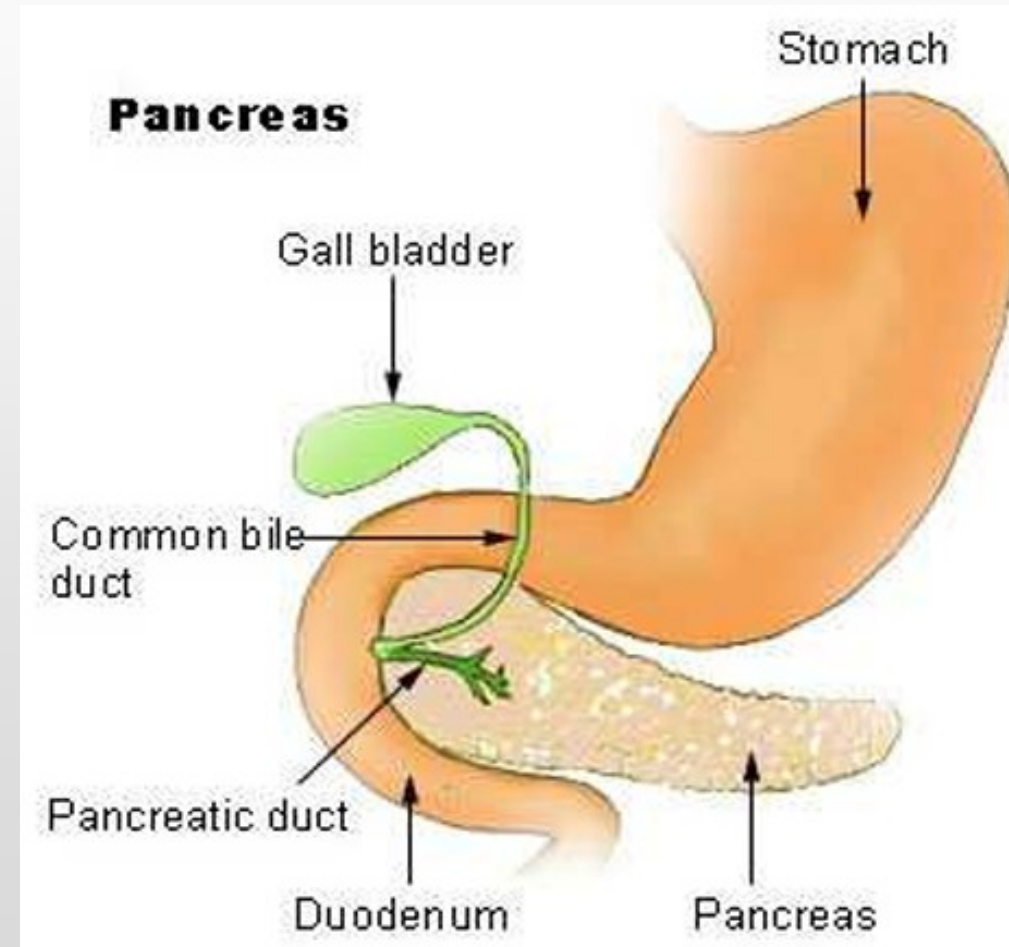


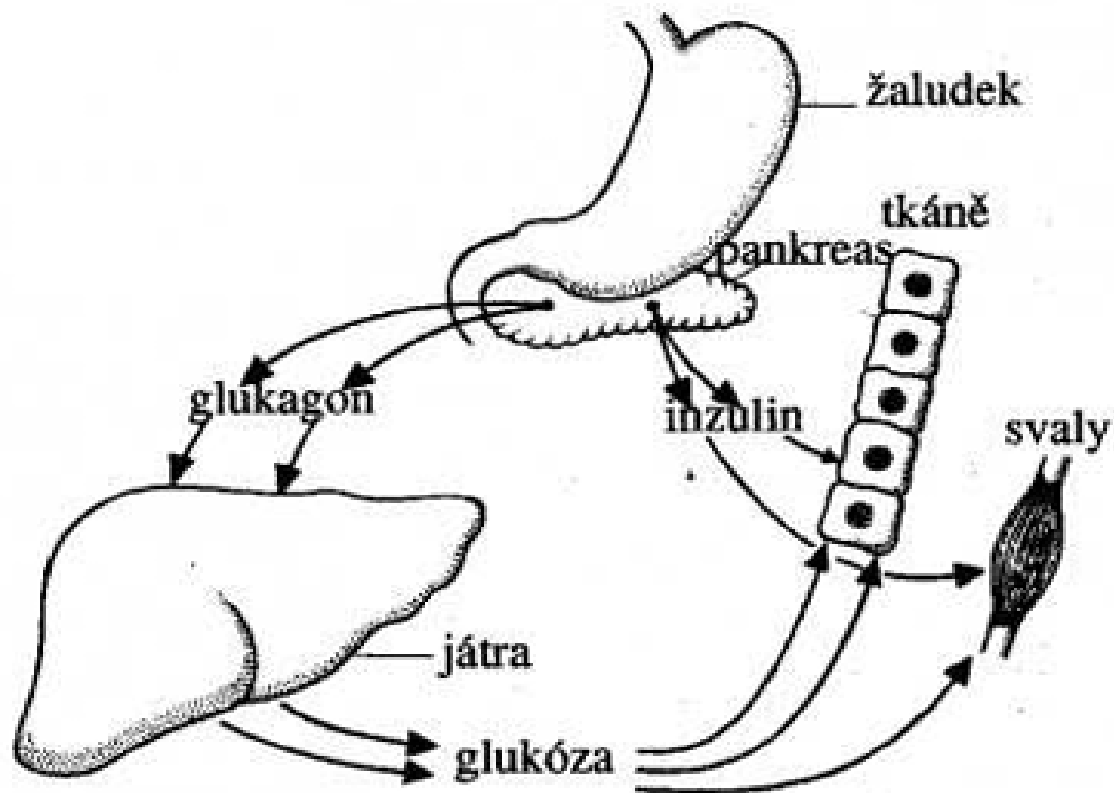
# ENDOKRINNÍ ČÁST PANKREATU - HORMONY SLINIVKY BŘIŠNÍ

- Udržují konstantní hodnotu **glykémie v těle**, při hladovění, stresu nebo v průběhu tělesné námahy **mobilizují energetické zásoby**, stimulace závisí na hladině glykémie - **pulzní charakter**

Langerhansovy ostrůvky pankreatu - endokrinní žláza, která je roztroušena uvnitř pankreatu

- **Inzulín** – beta buňky, snižování hladiny cukru v krvi, anabolický hormon
  - snižuje glykemii
  - usnadňuje vstup glukózy do buněk
- **Glukagon** – alfa buňky, zvyšování hladiny cukru v krvi, katabolický hormon
  - glykogenolytický (vyvolává rozpad glykogenu v játrech a následné uvolnění glukózy)
  - glukoneogenetický (vyvolává tvorbu glukózy z aminokyselin)
  - lipolytický (uvolňuje mastné kyseliny z tukové tkáně)
  - ketogenní (zvyšuje tvorbu ketolátek v játrech využívajících mastné kyseliny)





**Obr. 88 Regulace hladiny (koncentrace) glukózy hormony slinivky břišní.** Glukagon zvyšuje hladinu glukózy v krvi štěpením glykogenu na glukózu v játrech a jejím uvolněním do krve. Inzulin zvyšuje vstup glukózy do tkání a její metabolismus, a tím snižuje její hladinu v krvi

## REGULACE HLADINY GLUKÓZY V KRVÍ

# DIABETES MELLITUS

- 35% populace
- Asi polovina je nediodnostikována
- 20% má závažné komplikace
- Diabetes mellitus 1.typu
  - 10% závislý na insulinu defekt tvorby insulinu, vyvolaný destrukcí buněk Langerhansových ostrůvků
  - Příčina: autoimunitní proces (virové onemocnění, chemická modifikace buněk)
- Diabetes mellitus 2.typu
  - "nezávislý na insulinu po 40 letech stařecká cukrovka
  - 90% diabetiků
  - Nesprávná výživa mnoho jídla tučná strava nadváha málo pohybu

# EPIFÝZA (ŠIŠINKA)

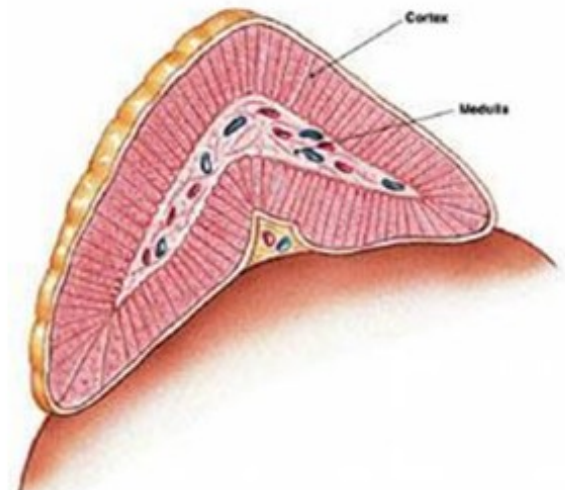
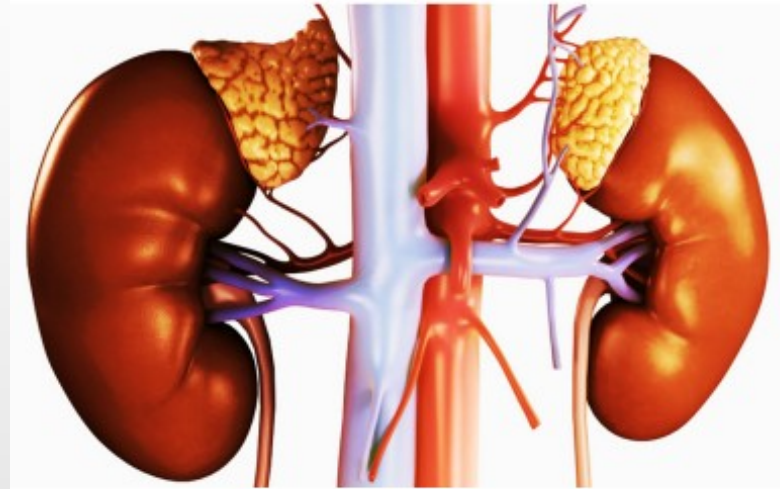
- Epifýza je producentem melatoninu - podílí se na regulaci cirkadiánních rytmů
- Ovlivňuje rytmickou funkci hypofýzy (pozitivně ovlivňuje produkci růstového hormonu)
- Sekrece melatoninu kolísá v průběhu 24 hodin, neboť je tlumena světlem





# NADLEDVINY

- Párová endokrinní žláza uložená na horních pólech ledvin
- Váží kolem 8–10 g a jsou složeny ze žluté (barva je dána přítomností lipidů) kůry (90 % objemu nadledvin) a červené (dáno silným prokrvením) dřene (10 %)



# HORMONY DŘENĚ NADLEDVIN

- Stimulace z ANS – sympatikus
- Aktivace dřeně vyvolává takové změny, které směřují k přežití organismu za mimořádných podmínek
- **Katecholaminy (stresové hormony)**
  - Zvyšují rychlost a sílu srdečních kontrakcí, krevního tlaku a dýchání, zvyšují rychlost metabolismu, glykogenolýzu a uvolňování glukózy a FFA do krve
  - Způsobují vasodilataci v pracujících svalech a vasokonstrikci (především v GIT)
    - Adrenalin
    - Noradrenalin
    - Dopamin

# HORMONY KŮRY NADLEDVIN

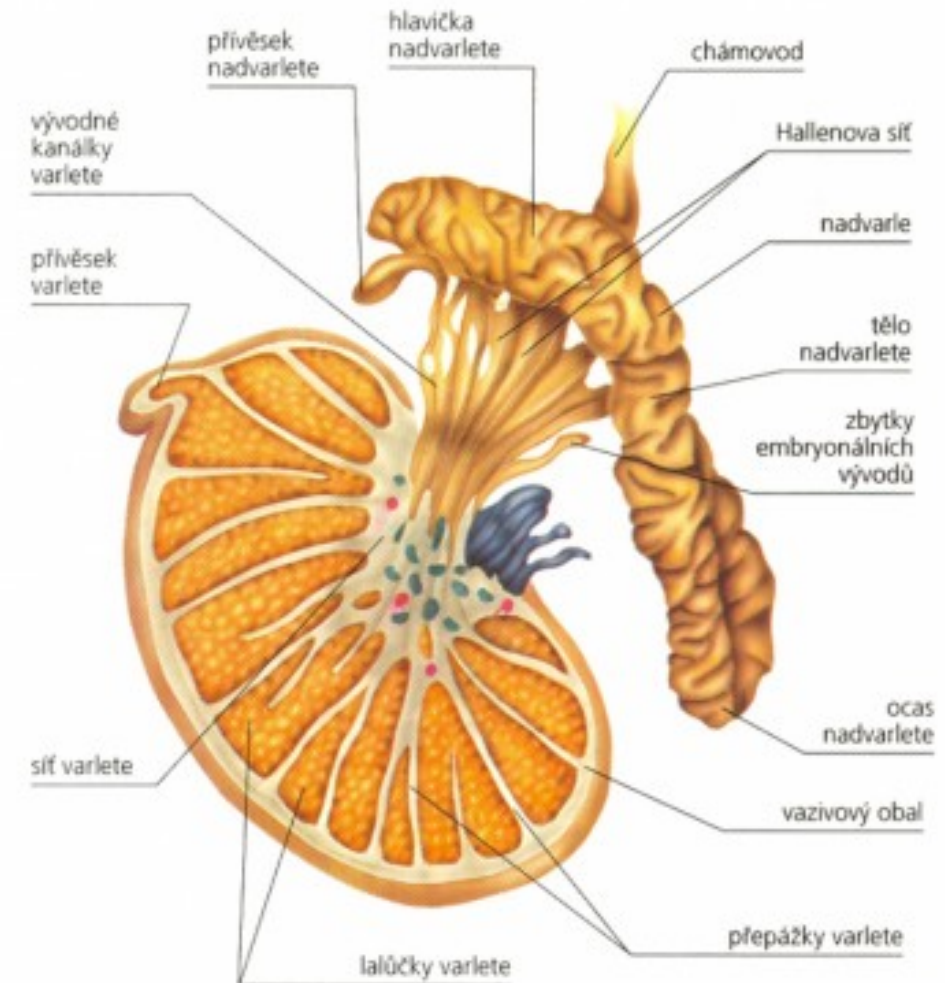
- Řízeny z hypofýzy adrenokortikotropním hormonem
- **Glukokortikoidy**
  - Kortizol – udržuje konzistentní hladinu glukózy v krevní plazmě mezi jídly, stimuluje glukoneogeneze, lipolýzu, má protizánětlivý účinek, brání před poškozením účinky adrenalinu
- **Mineralokortikoidy**
  - Aldosteron – ovlivňuje metabolismus minerálů - udržuje rovnováhu elektrolytů v extracelulárních tekutinách, působí především v ledvinách
- **Androgeny**
  - Testosteron – vývoj a růst mužských pohlavních orgánů, anabolický efekt

# LEDVINY

- Nepatří mezi žlázy s vnitřní sekrecí, ale produkují hormony
- **Erythropoetin**
  - Regulace produkce erytrocytů stimulací buněk kostní dřeně
  - Je důležitý v adaptaci na trénink a na nadmořskou výšku (kapacita červených krvinek nesoucích kyslík)
- **Renin**
  - Hormon a enzym podílející se na regulaci krevního tlaku a rovnováze tekutin a elektrolytů

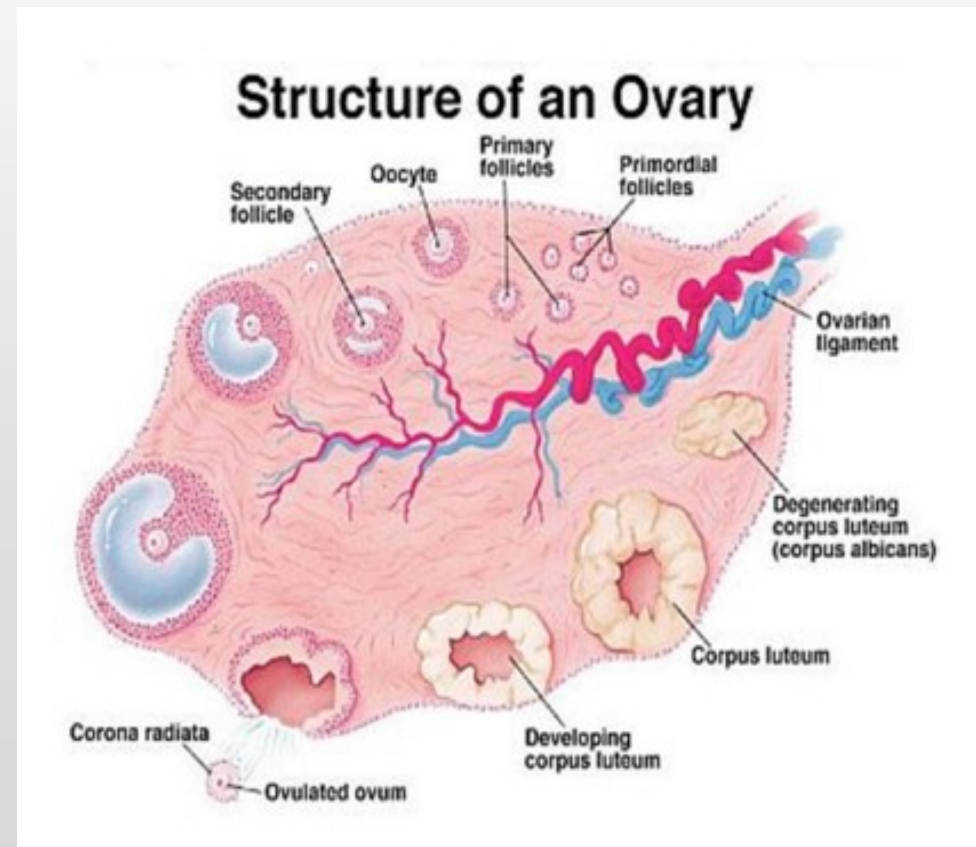
# TESTES (VARLATA)

- V endokrinní funkci varlat se uplatňují dva typy buněk: Leydigovy a Sertoliho
- Leydigovy buňky představují 20 % buněčné populace testes Tvoří několik typů pohlavních hormonů (androgenů).
- Nejdůležitějším pohlavním hormonem muže je testosteron
  - zajišťuje vývoj mužského typu genitálu u plodu,
  - po pubertě navozuje růst zevních pohlavních orgánů,
  - působí na vývoj sekundárních pohlavních znaků,
  - má vliv na kůži,
  - ovlivňuje metabolismus,
  - má vliv na kosti,
  - stimulace produkce erythropoetinu




# OVARIA (VAJEČNÍKY)

- V ovariích se tvoří pod vlivem gonadotropinů (FSH a LH) pohlavní hormony:
  - estrogeny, gestageny (progesteron) a androgeny



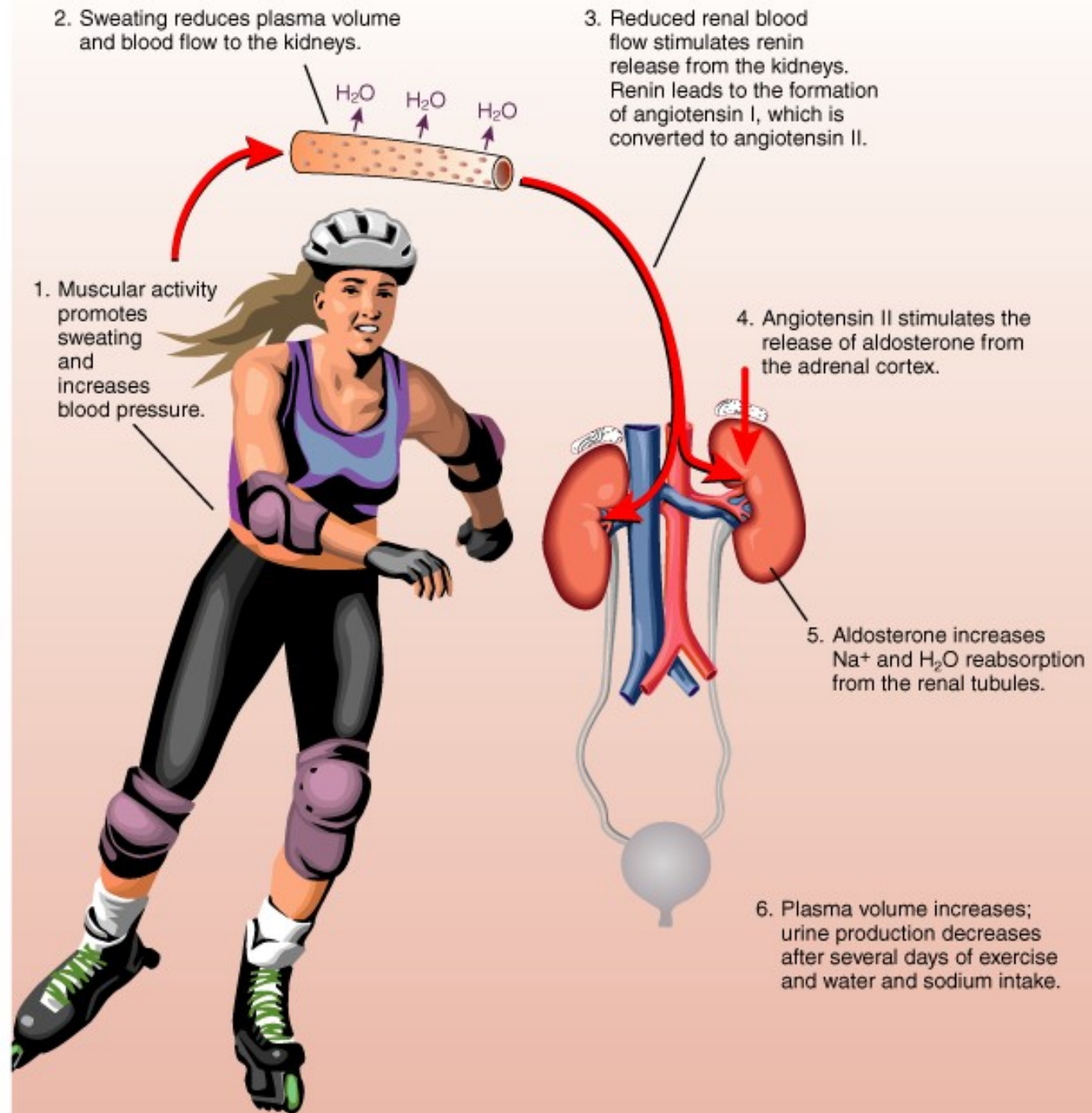
# RENIN-ANGIOTENZIN-ALDOSTERONOVÝ SYSTÉM

- Regulace fyziologické homeostázy a krevního tlaku, řízení koncentrace solí a extracelulární tekutiny
- Aktivace přes receptory v ledvinách – nízký krevní tlak či nízká hladina sodíku v plazmě  uvolnění reninu
- Uvolněný renin způsobí v plazmě **produkci angiotenzinu**, ten má silné vazokonstrikční účinky (zvedá tlak) a **stimuluje produkci aldosteronu**
- Aldosteron spouští zvýšenou resorpci sodíkových iontů (vč. zadržování vody) a zvyšuje sekreci draselných iontů

# RENIN-ANGIOTENZIN-ALDOSTERONOVÝ SYSTÉM

- Systém tedy vede ke smrštění cév a ke snížení vylučování sodíkových iontů a vody ledvinami
- Nastane pocit žízně a zvýší se tonus sympatického vegetativního nervstva
- To vede ke zvýšení krevního tlaku a zvýšení koncentrace sodíku → mizí prvotní podnět pro produkci reninu





# Endocrine System

