

Autonomní nervový systém

- Mimovolní
- Bisynaptický-mezi CNS a efektozem umístěn pregangliový a postgangliový neuron
- Řídí aktivitu orgánů a tkání s hladkou svalovinou (stěna cév, bronchy, sekrece žláz, funkce GIT a močových vývodných cest atd)
- Udržuje krevní tlak a průtok krve mozkiem (baroreceptorový a ortostatický reflex)
- GIT motilitu a sekreci
- Podílí se na termoregulaci
- Udržuje homeostázu za ztížených podmínek (zvýšená zátěž, nemoc, ty které není schopen organismus zvládnout zpětnými vazbami – hypoxémie, hypoglykémie, hypovolémie

Centra a jádra ANS

Centrum ANS

- Hypothalamus
- Formatio reticularis
- Limbický systém

Parasympatikus

- Jádra mozkového kmene – III, VII, IX, X
- Nuclei intermediolaterales S2 – S4

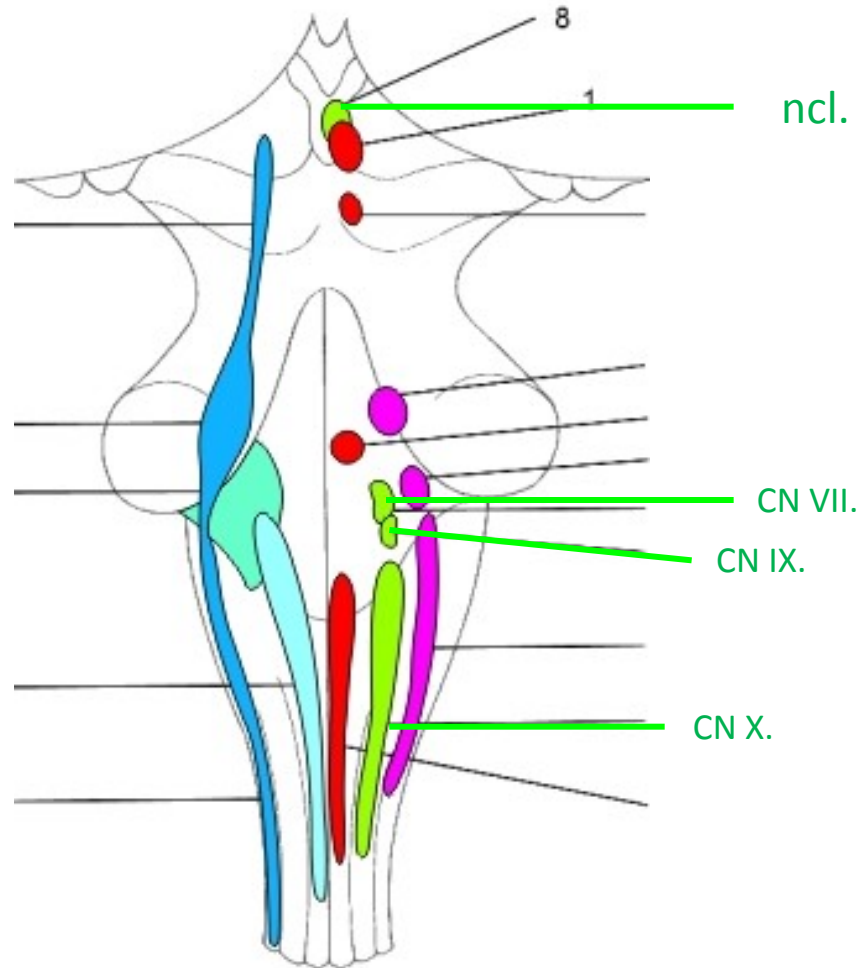
Sympatikus

- Nuclei intermediolaterales C8 – L3

ENTERICKÝ SYSTÉM

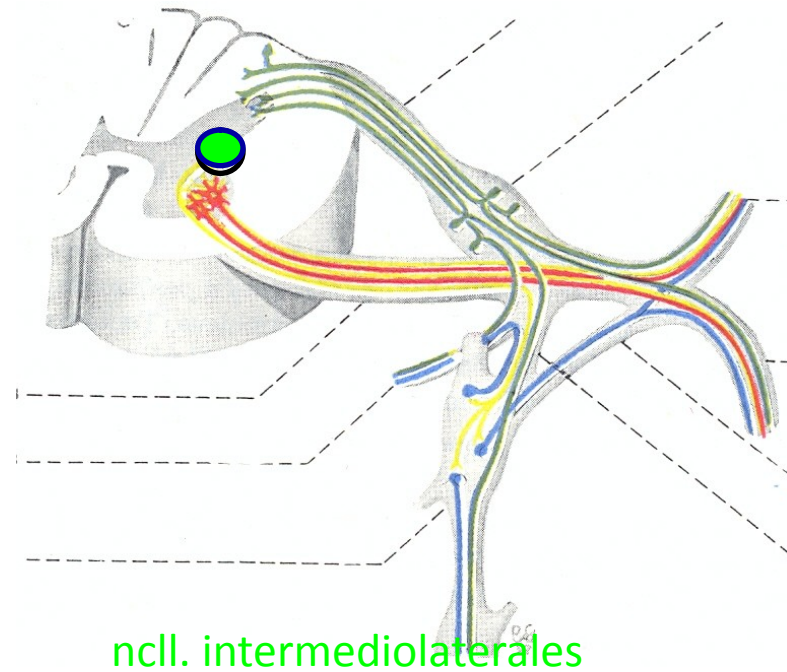
- Samostatná řídicí jednotka, která kontroluje činnost trávicí soustavy
- Propojení vlastních viscerosenzorických a motorických neuronů
- Schopen pracovat i bez CNS
- Určitá míra modulace autonomním NS
- Vlastní motoneurony (postgangliové parasympatické neurony)-
viscerosenzorické neurony- těla uložena v tela submucosa –dendrity do tunica mucosa- odtud info o natažení trávicí trubice- peristaltické reflexy

Jádra parasymptatiku v mozgovém kmeni



+ jádra (ncll. intermediolaterales) v sakrální (křížové) míše

Jádra sympatiku v míše Th a L



Sympaticus a parasympaticus

➤ SYMPATICUS

➤ Aktivace sympatiku pro stresové odpovědi organismu, zodpovídá za přípravu těla na „boj nebo útěk“ („fight or flight“) (katabolické funkce)

➤ PARASYMPATIKUS

➤ Aktivnější po jídle a v noci

➤ Funkce „rest and digest“ – umožňuje tvorbu a ukládání zásob (anabolické funkce)

➤ Systém enterální, tvořený submukózním a myenterálním plexem. Enterální systém funguje autonomně a sympatikus s parasympatikem jeho činnost koordinují podle potřeb organismu.

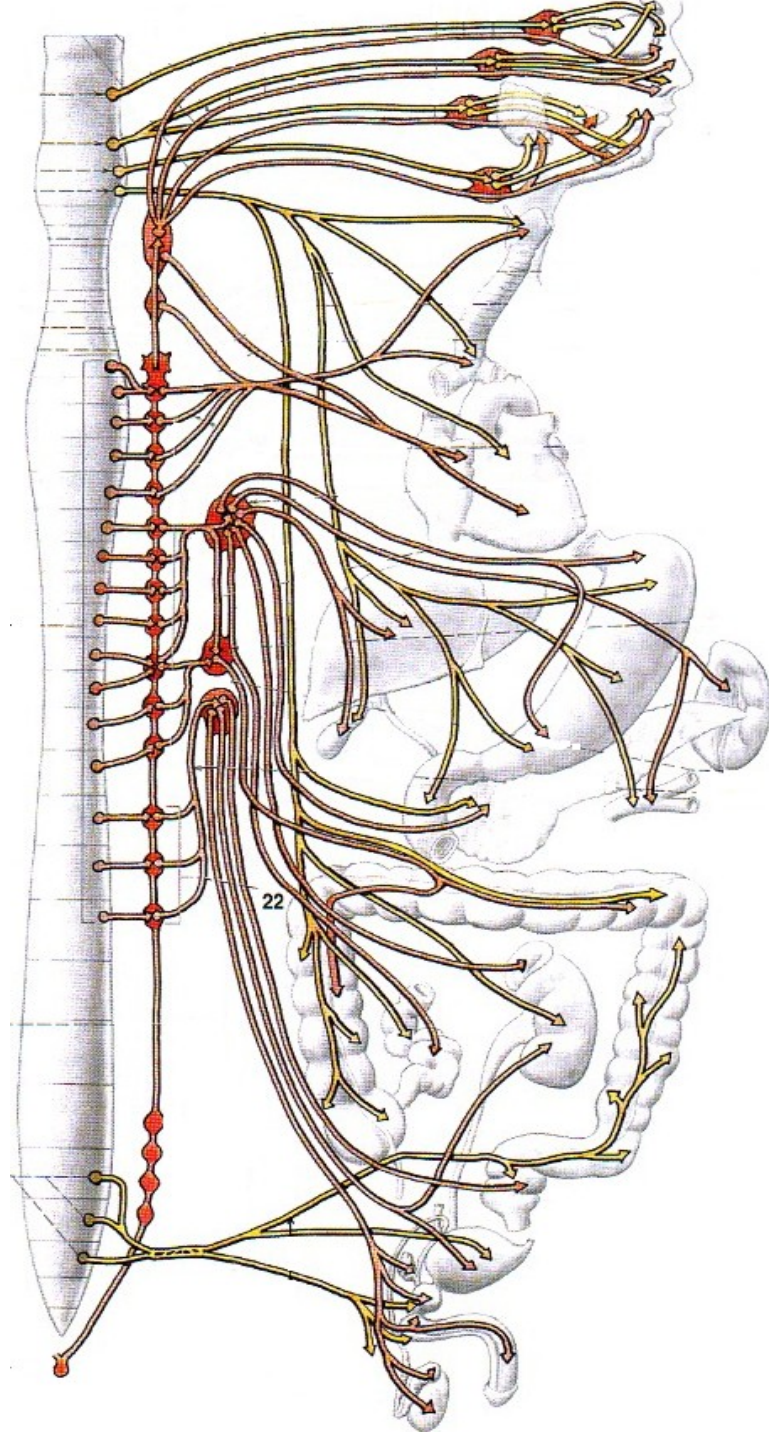
PARASYMPATICUS

- jádra mozkového kmene – III, VII, IX, X
- nucleii intermediolaterales S2 – S4

SYMPATICUS

- nucleii intermediolaterales C8 – L3
- Hypotalamus řídí funkce spojené s homeostázou (např. termoregulace, příjem potravy) a jeho aktivita je zpětně ovlivňována teplotou krve, glykemií, koncentrací mastných kyselin a dalšími, dále také některými hormony, mozkovou kůrou a limbickým systémem.
- V mozkovém kmeni jsou - kardioexcitační, kardioinhibiční, respirační centra, centrum pro zvracení - řídí úroveň aktivity sympatiku a parasympatiku

- Periferní části sympatiku vystupují z hrudní (T1 – T5) a bederní (L1-2) míchy (torakolumbální systém), parasympatikus vystupuje s některými hlavovými nervy (oculomotorius, facialis, glossopharyngeus a vagus) a ze sakrální míchy-kraniosakrální systém



Visceromotorická=parasympatická
jádra u hlavových nervů

Visceromotorická=sympatická
jádra hrudní a lumbální míchy

Visceromotorická=parasympatická
jádra v sakrální části míchy

SYMPATICUS

- vychází z hrudní a bederní části míchy z nucl.intermediolateralis C8-L3- tzv. **thorakolumbální systém**
- z míšního nervu se odděluje jako tzv. **ramus communicans albus**
- paravertebrální ganglia vytvářejí **truncus sympathicus**(těla postgangliových neuronů) zde se pregangliový neuron **přepojí** a pokračuje k cílovým orgánům nebo jen **proběhne** a prostřednictvím **n.splanchnicus** se přepojí v prevertebrálních gangliích a pokračují **pomocí pletení v obalech velkých tepen** nebo přímo do inervovaných orgánů
- pregangliový úsek- do paravertebrálních ggl.- synapse pregangliových sympatických neuronů jsou cholinergní – mediátorem je acetylcholin
- z ganglií vycházejí vlastní sympatické nervy, **postgangliový úsek - adrenergní (noradrenalin)**
- sympatické nervy se prostřednictvím n.splanchnicus přepojí v prevertebrálních gangliích a pokračují **pomocí pletení v obalech velkých tepen nebo přímo** do inervovaných orgánů

Sympaticus

PARS CERVIKALIS

3 ganglia: ggl. cervicale superius-větve pokračují se VI. a X. nervem

superius- pexus cardiacus

medium et inferius - plexus cardiacus, plexus thyroideus

Ganglion cervicale inferius zpravidla splývá s 1. hrudním ggl. ve společné ggl. cervicothoracicum (**ggl. stellatum**)-plexus cardiacus, plexus vertebralis

Pars abdominalis

ganglia prevertebrální – plexus aorticus abdominalis (při odstupu velkých tepen) jsou smíšená (především tvořena nn. splanchnici, ale také vlákny n. X)

Plexus coeliacus

Plexus suprarenalis a renalis

Plexus testicularis (ovaricus)

Plexus mesentericus sup. a inf.

Pars pelvina

hypogastricus superior -pokračováním plexus aorticus, již nemá parasymptická vlákna z n. X, ale ze **sakrálního parasymptiku**

plexus hypogastricus inferior – do malé pánve smíšený, spolu s vlákny sakrálního parasymptiku

plexus rectales medii + inferiores

plexus deferentialis

plexus vesicales

nn. cavernosi

Solar plexus

vegetativní **nervová pleteň** v **břišní dutině** podél velkých cév, v oblasti truncus coeliacus, obsahuje oba typy vláken, jak sympatiku, tak parasympatiku.

Ganglion coeliacum je tvořen dvěma ganglii (dx a sin), která mohou splynout a spolu s neurity vytvořit útvar, který připomíná slunce, tj. plexus solaris.

PARASYMPATICUS

- vychází ze sakrálního úseku míchy – pars sacralis S2-S4
- a z některých hlavových nervů- pars cranialis- III.,VII.,IX.,X.
(hlavový parasimpatikus) –kraniosakrální systém
- ganglia uložena až v těsné blízkosti inervovaných orgánů (v jejich vazivových obalech, popř. přímo v jejich stěnách)
- pregangliový úsek dlouhý a postgangliový úsek krátký
- mediátor je v celém úseku acetylcholin- cholinergní systém.

Kraniální část parasymphatiku

Cesta axonů **visceromotorických neuronů** hlavových nervů=parasymphatických k místu inervace

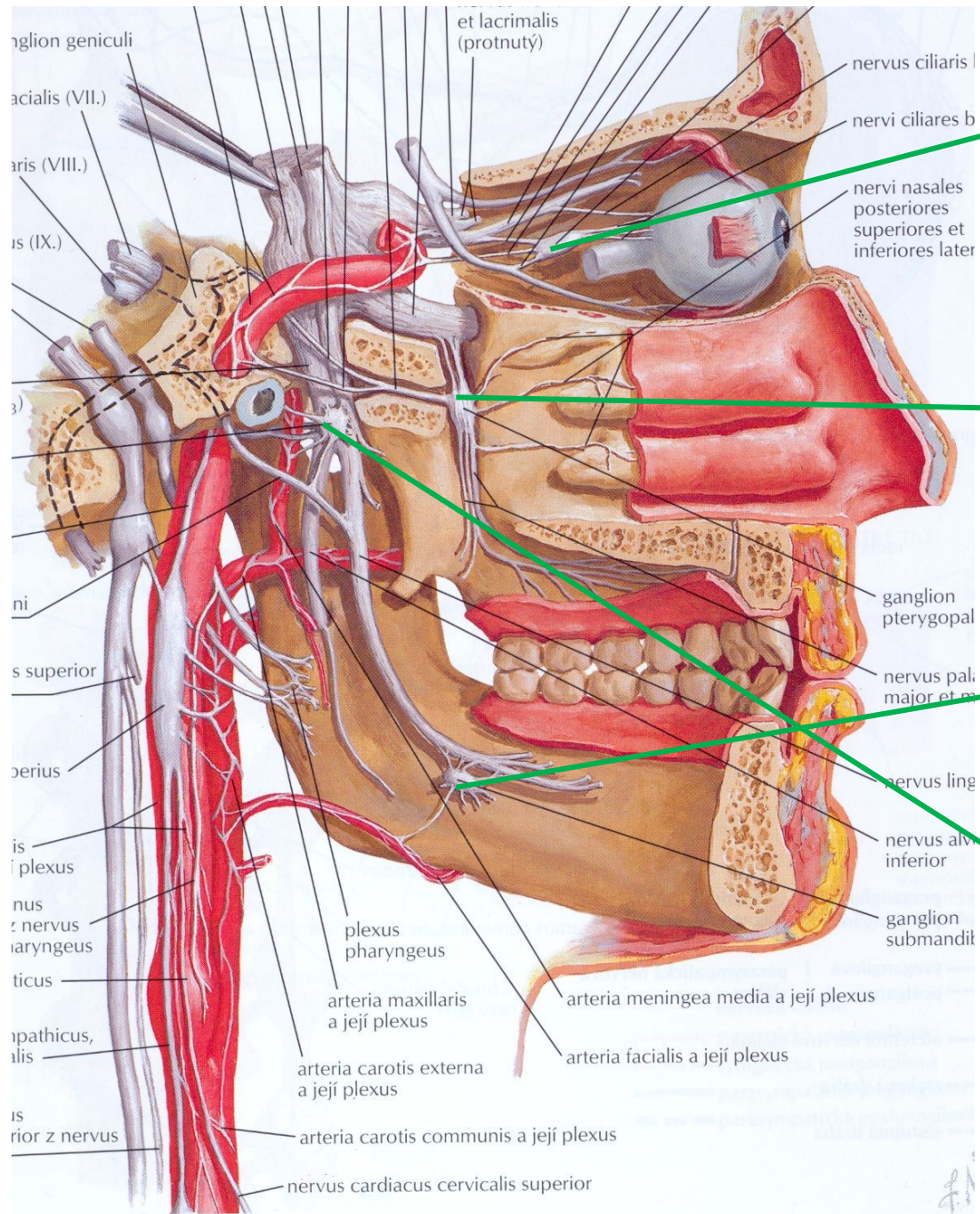
CN III. Z **visceromotorického jádra v mesencefalu** přepojením v **ggl. ciliare** pro m. sphincter pupillae a m. ciliaris (reakce panenky-pupily na množství světla, akomodace čočky)

CN VII. Z **visceromotorického jádra v pons Varoli**

- 1) **cestou n. petrosus major** (větev VII.) přepojením přes **ggl. pterygopalatinum** pro gl. lacrimalis a pro nosní a patrové žlázy cestou n. lacrimalis (větev V./1.)
- 2) **cestou chorda tympani** (větev VII.) přepojením přes **ggl. submandibulare** (cestou n. lingualis větev V./3.) do glandula submandibularis a sublingualis + drobné žlázy jazyka

CN IX. Z **visceromotorického jádra v medulla oblongata** - n. tympanicus – n. petrosus minor a přepojením v **ggl. oticum** – (cestou n. auriculotemporalis větev V./3.) do glandula parotis

CN X. Z **visceromotorického jádra v medulla oblongata** - přepojení v gangliích uložených **ve stěně orgánů** nebo v **prevertebrálních** gangliích (až po flexura colli sin. na trávicím traktu, podél cév až do malé pánve u žen, u mužů do skrota)



1 ggl. ciliare

přepojení visceromotorických
=parasympatických vláken z CN III
Inervace m. ciliaris a m. sphincter pupillae

2 ggl. pterygopalatinum

přepojení visceromotorických
=parasympatických vláken z CN VII
Inervace slzní a nosních žlázek

3 ggl. submandibulare

přepojení visceromotorických
=parasympatických vláken z CN VII
Inervace gl. sublingualis,
submandibularis a drobné žlázky
v dutině ústní

4 ggl. oticum

přepojení visceromotorických
=parasympatických vláken z CN IX
Inervace gl. parotis

Pars sacralis parasymphatiku

z visceromotorického jádra (ncl. intermediolateralis) sakrální míchy **S2 – S4**

vysílá pregangliová vlákna – **nn. splanchnici pelvici**

vstupují do plexus hypogastricus inferior (smíš větve sympatiku, část vláken jde i do plexus hypogastricus superior)

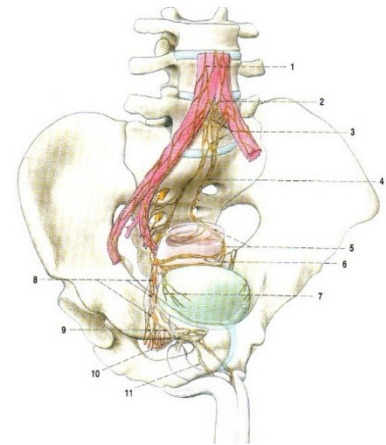
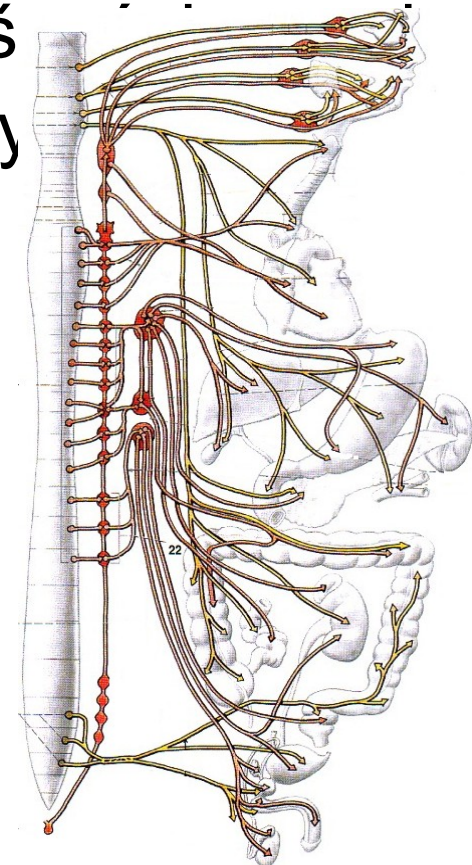
plexus rectalis

plexus prostaticus

plexus vesicalis, uterovaginalis

větve pro colon descendens + sigmoideum

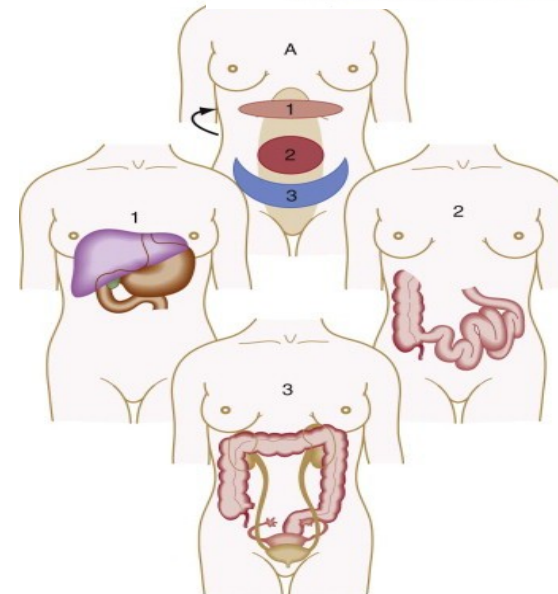
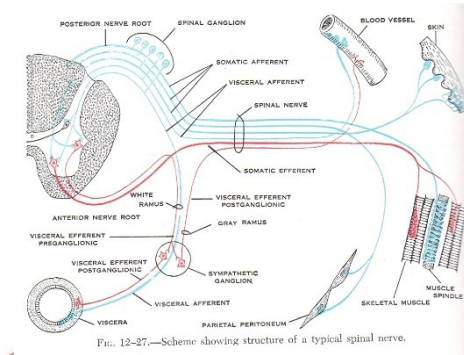
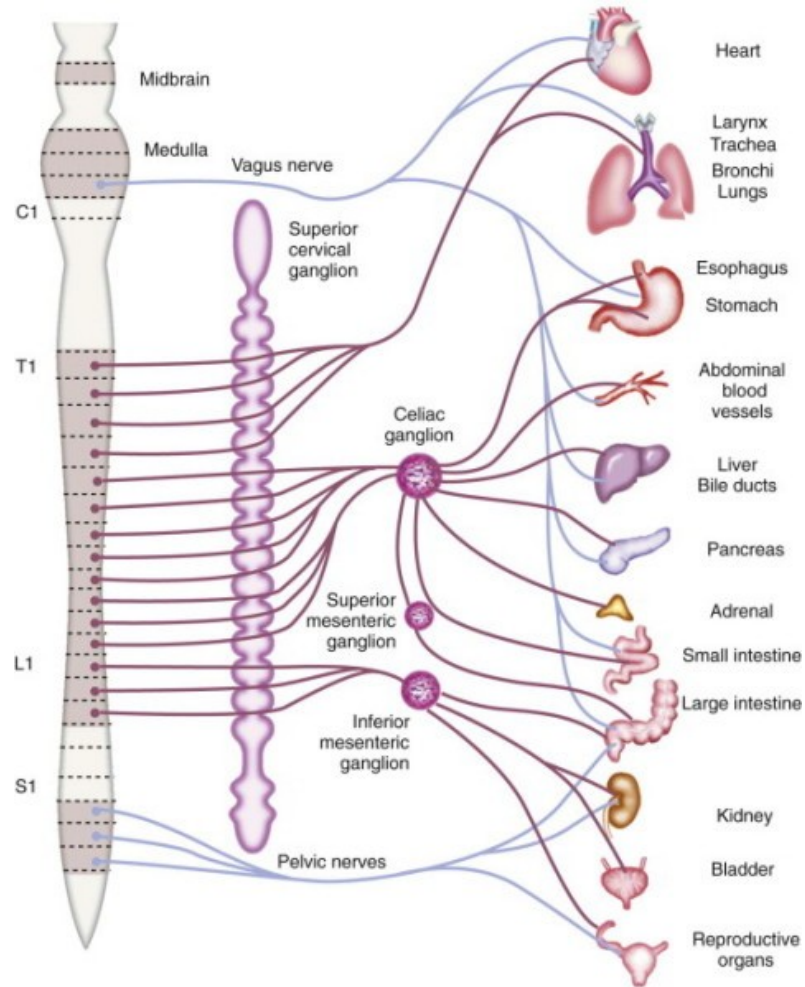
v pleteních jsou drobná **ganglia pelvina**



M U N I S P O F

Viscerální bolest

impulsy jsou vedeny od receptorů periferním raménkem (ty běží podél větví autonomního nervstva) k tělu příslušné pseudounipolární buňky v ggl. spinale (nebo v senzitivním ggl. u hlavových nervů), centrální raménko se přepojuje na příslušných jádrech míchy (ncl. intermediomediales) nebo IX. a X. hlavového nervu (ncl. solitarius), do FR, pak do thalamu – po přepojení do kůry - neostře ohraničená lokalizace bolesti



Sympatikus

Parasympatikus

thorakolumbální systém

1. neuron=visceromotorická jádra
v hrudní a lumbální části páteřní
míchy (ncl. intermediolateralis)

1. neuron=visceromotorická jádra
a) u CN III., VII., IX., X. v mozkovém
kmeni
b) visceromotorická jádra v sakrální
části páteřní míchy (ncl.
intermediolateralis)

Přepojení v **gangliích trunci
sympathici** (ganglia **para**vertebrální)
nebo v gangliích **pre**vertebrálních pletení

Přepojení v parasympatických gangliích:
Ad 1. **ggl. ciliare** (CN III), **ggl.
pterygopalatinum** a **ggl.
submandibulare** (CN VII), **ggl. oticum**
(CN IX), ganglia **ve stěně orgánů** nebo
prevertebrální pleteně (CN X)
Ad 2 **ganglia plexus hypogastricus
inferior**

**Ganglia prevertebrálních pletení
slouží k**
(lokalizace: při odstupu velkých tepen v dutině
břišní)

**přepojení axonů obou sympatiku i
parasympatiku**

Větší vzdálenost postgangliových vláken
od ganglií k cílovému orgánu

Menší vzdálenost postgangliových
vláken od ganglií k cílovému orgánu

Při potápěcím („diving“) reflexu, vyvolaném chladnou vodou působící na obličej, se pak aktivuje sympatikus i parasympatikus nezávisle na sobě, sympatikus zvýší vazokonstrikcí krevní tlak a parasympatikus sníží srdeční frekvenci, všechny tkáně se dobře prokrví, ale přitom se zbytečně nespotřebovává kyslík a živiny, mluvíme tedy o fyziologické disociaci vegetativního nervového systému

ENDOKRINNÍ SYSTÉM

- systém žláz a buněk s vnitřní sekrecí
- funkční informační systém, druhý – a vývojově starší – vedle systému nervového
- upravuje aktivitu různých systémů
- nevzniká anatomicky ze stejných struktur

V těle prakticky není orgán a tkáň, které by neprodukovaly nějaký hormon.

Endokrinní žlázy

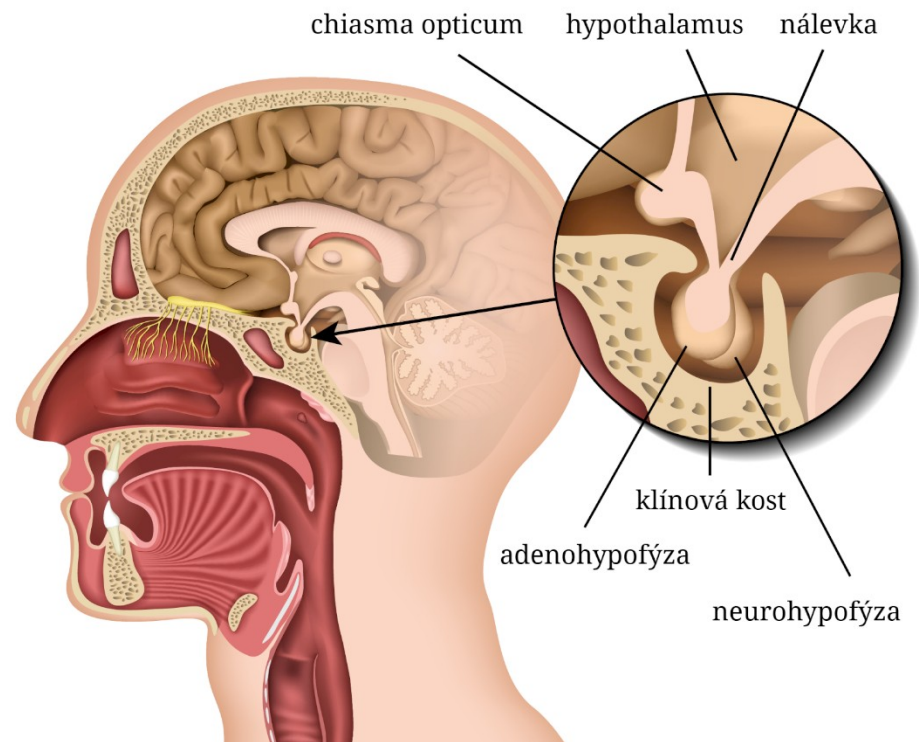
Uvolňují hormony rozličné chemické povahy a uvolňují je do krve - hojně vaskularizovány a nemají vývody

- hypophysis
- glandula thyroidea
- glandulae parathyroideae
- pars endocrina pancreatis (Langerhansovy ostrůvky)
- glandula suprarenalis
- ovaria, testes
- glandula pinealis
- a další orgány - ledviny, srdce, GI

Hypotalamo–hypofyzární systém

Do adenohypofýzy přicházejí z **hypotalamu** liberiny, stimulační hormony, a statiny s inhibující funkcí, které ovlivňují produkci hypofyzárních hormonů. S hypofýzou je hypothalamus spojen dvěma cestami, a to cévními sítěmi s předním lalokem (adenohypofýza) a nervovými vlákny se zadním lalokem (neurohypofýza).

hypofýza



Přední lalok hypofýzy (adenohypofýza) vytváří:

- **Adrenokortikotropní hormon (ACTH):** řídí činnost kůry nadledvin.
- **Thyreotropní hormon (TSH):** řídí činnost štítné žlázy.
- **Folikulystimulující hormon (FSH):** u žen řídí činnost vaječnicků (růst folikulů, produkce estrogenů), u mužů ovlivňuje zrání spermií.
- **Luteinizační hormon (LH):** u žen řídí funkci vaječnicků (ovulace, vznik žlutého tělíska), u mužů ovlivňuje produkci testosteronu.
- **Prolaktin (luteotropní hormon, LH):** stimuluje růst mléčné žlázy ke konci těhotenství, zahajuje a udržuje laktaci (produkci mléka).
- **Růstový hormon (somatotropní hormon, STH):** stimuluje růst tkání, uplatňuje se hlavně v období růstu. Nedostatek vede k *nanismu* (trpasličí vzrůst), nadbytek způsobuje *gigantismus* (obří vzrůst), v dospělosti po zániku růstových chrupavek pak nadbytek růstového hormonu vyvolává *akromegalii* (růst okrajových částí těla).

Zadní lalok hypofýzy (neurohypofýza) skladuje hormony vytvořené v hypotalamu:

Antidiuretický hormon (vasopresin, ADH): stimuluje zpětné vstřebávání vody v kanálcích nefronu v ledvinách. Při nedostatku vzniká *diabetes insipidus* (žíznivka), která se projevuje zvýšeným vylučováním zředěné moči (až 20 litrů denně).

Oxytocin: stimuluje stahy děložní svaloviny (při porodu) a stahy hladké svaloviny v mléčné žláze (při kojení), u mužů stimuluje stahy chámovodů při ejakulaci.

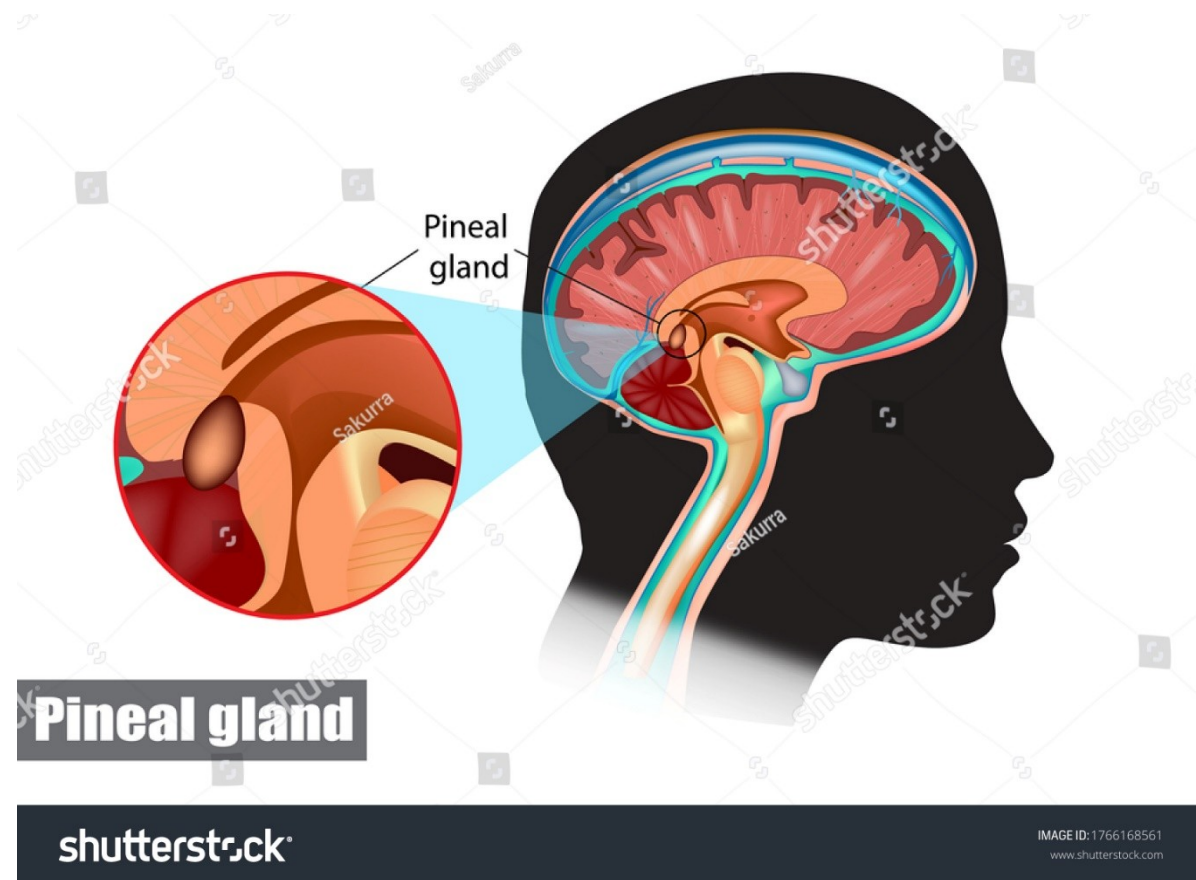
Epifýza (šišinka) vytváří hormon **melatonin**, jehož produkce je ovlivňována světlem. Více je vylučován v noci a ovlivňuje biorytmy člověka.

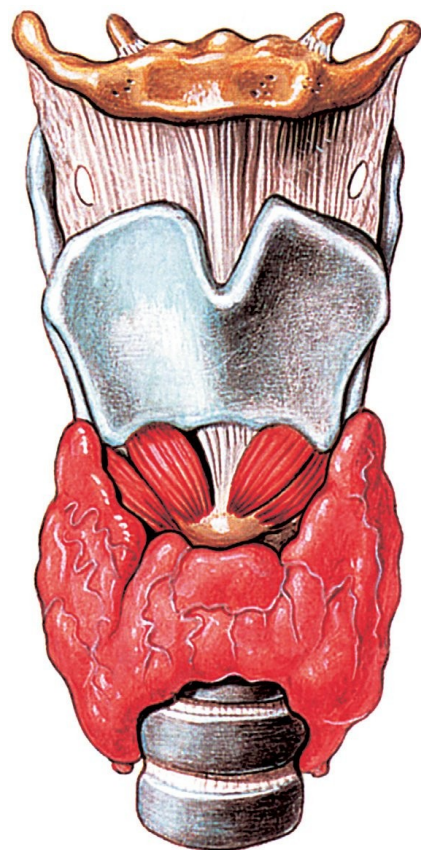
Štítná žláza (*glandula thyroidea*) je tvořena dvěma laloky, které leží po stranách štítné chrupavky.

Thyroxin ovlivňuje oxidační procesy v buňkách, je nezbytný pro normální vývoj nervové soustavy a k jeho syntéze je nezbytný jód.

Thryjodtrinonin

Kalcitonin snižuje hladinu vápníku a fosforu v krvi (antagonista parathormonu).

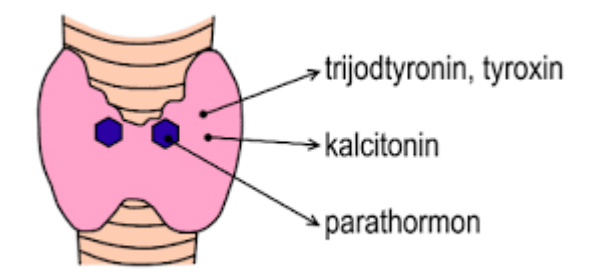
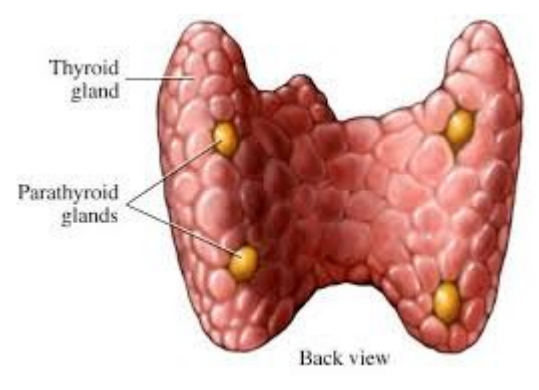
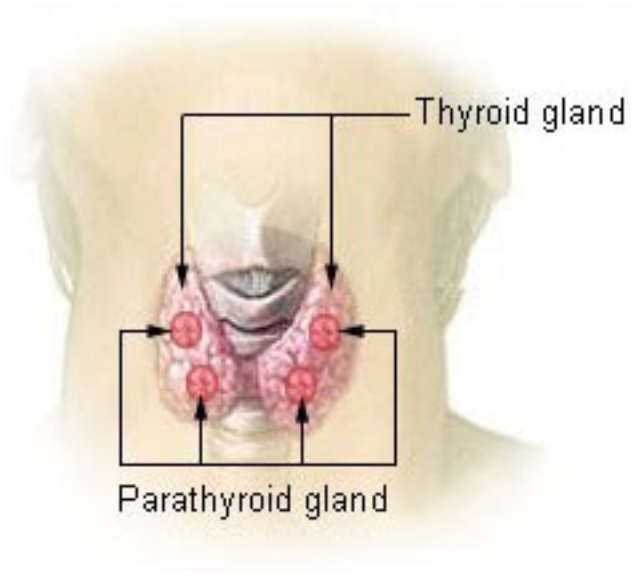




Příštítná tělíska (*glandula parathyroidea*)

parathormon - stimuluje uvolňování vápníku a fosforu z kostí a zvyšuje zpětné vstřebávání vápníků v ledvinách. Při nedostatku dochází ke křečím svalů (tetanie), při nadbytku parathormonu dochází k odvápnění kostí.

Brzlík (*thymus*), uložený před průdušnicí, dosahuje své největší velikosti v dětství a od puberty se začíná postupně zmenšovat. Brzlík kontroluje tvorbu, zrání a diferenciaci T lymfocytů, vytváří hormon **thymopoetin**, jehož funkcí je diferenciaci T lymfocytů.



Slinivka břišní (*pancreas*) je žláza s dvojí sekrecí. Jako exokrinní sekrece se označuje produkce pankreatické šťávy obsahující trypsin, lipázy a amylázy pro štěpení jednotlivých složek potravy, tato šťáva odtéká do dvanáctníku. Endokrinní část tvoří Langerhansovy ostrůvky produkující inzulin a glukagon.

Inzulin stimuluje vstřebávání glukózy z krve do tkání, a tedy snižuje hladinu glukózy v krvi. Při nedostatku insulínu vzniká *diabetes mellitus* (cukrovka), při které dochází k nedostatečné výživě tkání (únava, hubnutí, špatné hojení ran).

Glukagon má opačný účinek než inzulin, zvyšuje hladinu glukózy v krvi (např. štěpením glykogenu v játrech).

STRES

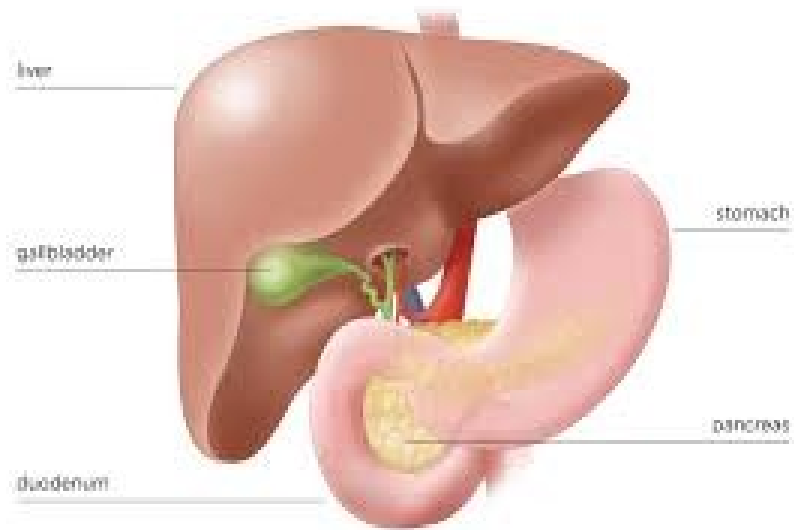
Stresor aktivuje hypotalamus - vyplaví se kortikotropní stimulační hormon - Corticotropin Releasing Hormone (CRH) a aktivuje sympatikus.

Sympatikus působí na dřeň nadledvin a tak se kromě noradrenalinu (mediátor sympatiku) do krevního oběhu v cílových tkáních vylévá i adrenalin (hormon dřeně nadledvin).

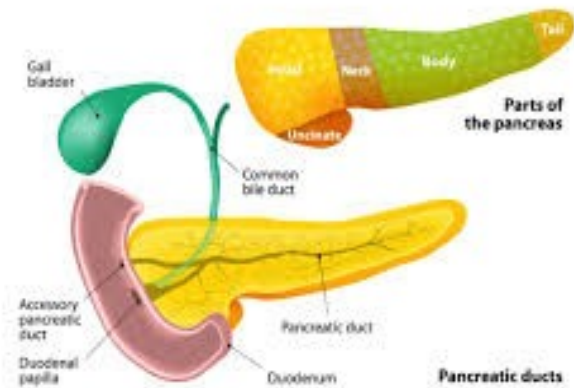
Současně s aktivací sympatiku se CRH dostává do předního laloku hypofýzy a spustí produkci ACTH (Adrenokortikální hormon). ACTH aktivuje tvorbu a sekreci hlavního metabolického stresového hormonu kortizolu. Sekrece kortizolu do krve má zpoždění proti adrenalinu (30 – 40 minut), protože steroidní hormony nejsou skladovány a musí se na podnět syntetizovat de novo.

Po spuštění stresové reakce se tedy aktivují dvě osy:

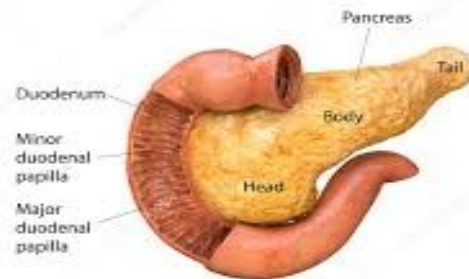
- 1) Osa sympatiko – adrenální (sympatikus – dřeň nadledvin), která okamžitě spouští také sekreci ADH a má velký význam pro krátkodobou aktivaci metabolismu, udržení cirkulujícího objemu a posílení kardiovaskulárních funkcí.
- 2) 2) osa hypotalamus – hypofýza – nadledviny, jejíž funkce je především v udržení dlouhodobě zvýšeného metabolismu působením glukokortikoidů. • Aktivace retikulární formace zvýší svalový tonus a umožní rychlejší a přesnější svalovou činnost („útěk nebo boj“). Retikulární formace aktivuje také mozkovou kůru, ve které se působením CRH zvyšuje sekrece některých mediátorů



ANATOMY OF THE PANCREAS



Pancreas



Nadledviny (*glandulae suprarenales*) jsou párový orgán uložený na horním pólu ledvin. Rozlišujeme u nich kůru a dřeň. V kůře nadledvin vznikají glukokortikoidy

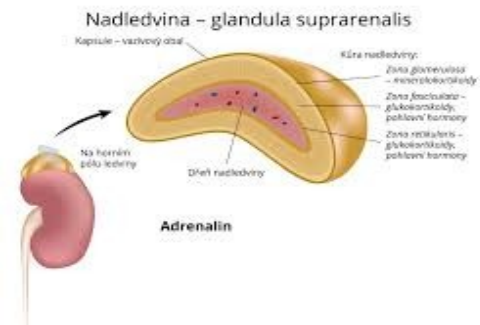
kortizol, (např) který ovlivňuje metabolismus tuků (hlavně jejich odbourávání) a bílkovin, potlačuje zánětlivé projevy a je tak využíván při léčbě zánětů a alergií),

mineralokortikoidy

aldosteron, (např) který zvyšuje zpětné vstřebávání sodíku a zvyšuje vylučování draslíku v ledvinách)

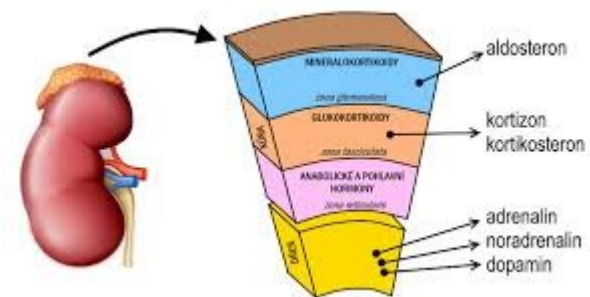
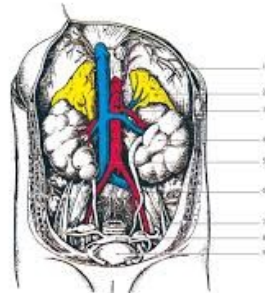
androgeny (hormony podobné testosteronu). Ve dřeni nadledvin pak vzniká

adrenalin a noradrenalin, které připravují organismus na zvýšenou zátěž, mají stimulační funkci: zvyšují srdeční frekvenci, krevní tlak a hladinu glukózy v krvi.



72. Nadledviny - glandulae suprarenales

1. Blahoměr
2. Nadledvina levá
3. Blahoměr
4. Ledvina levá, ledvinná žilová síť
5. Ovar dle žil
6. Nadledvina pravá
7. Kapsle
8. Dělož
9. Močový měchýř
10. Testis levý



Varlata (*testes*) obsahují semenotvorné kanálky, ve kterých se vyvíjejí spermie. Leydigovy buňky vmezeřené ve stěně semenotvorných kanálků varlete produkují mužský pohlavní hormon

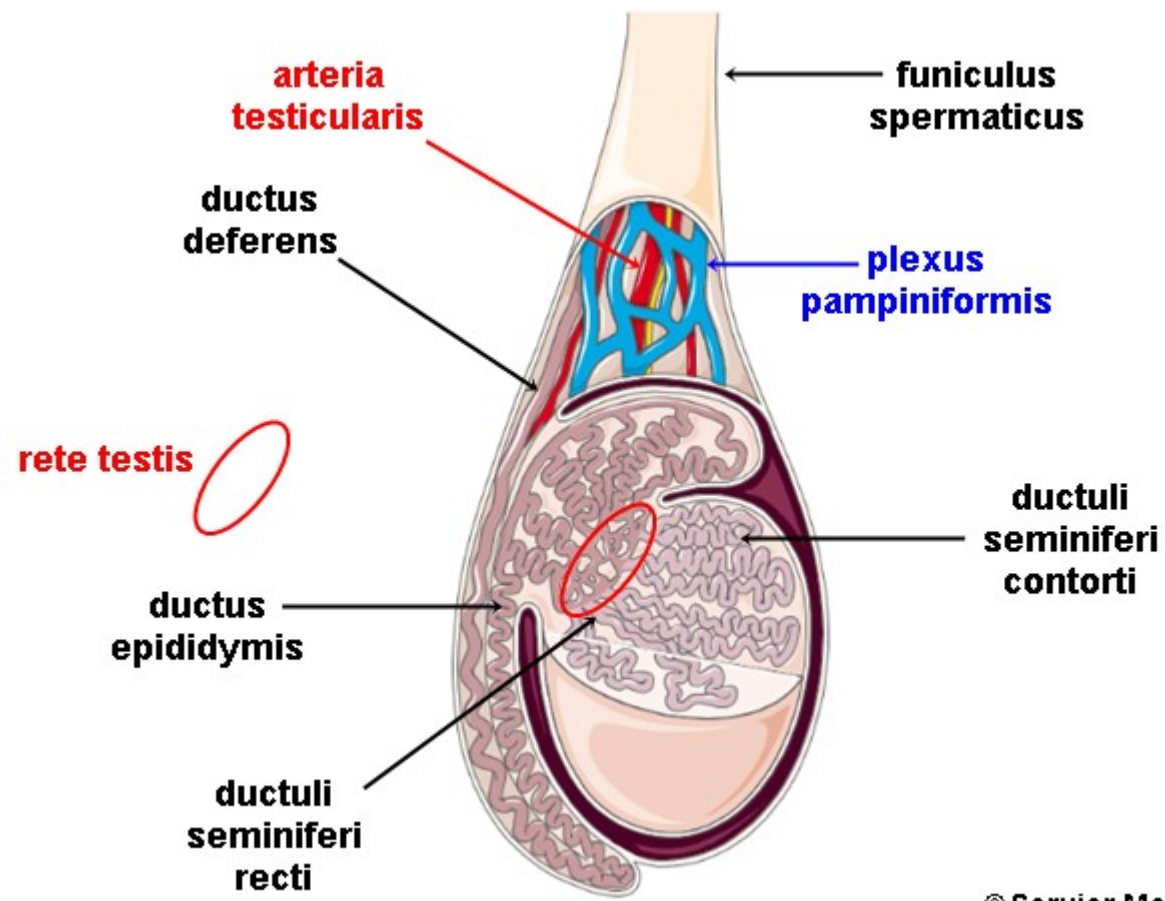
testosteron - stimuluje tvorbu mužských sekundárních pohlavních znaků, podporuje tvorbu bílkovin - nárůst svalové hmoty.

Vaječníky (*ovaria*) se skládají z korové vrstvy, ve které jsou uloženy folikuly obsahující vajíčka, a z dřeně. Ve dřeni vaječníků vznikají

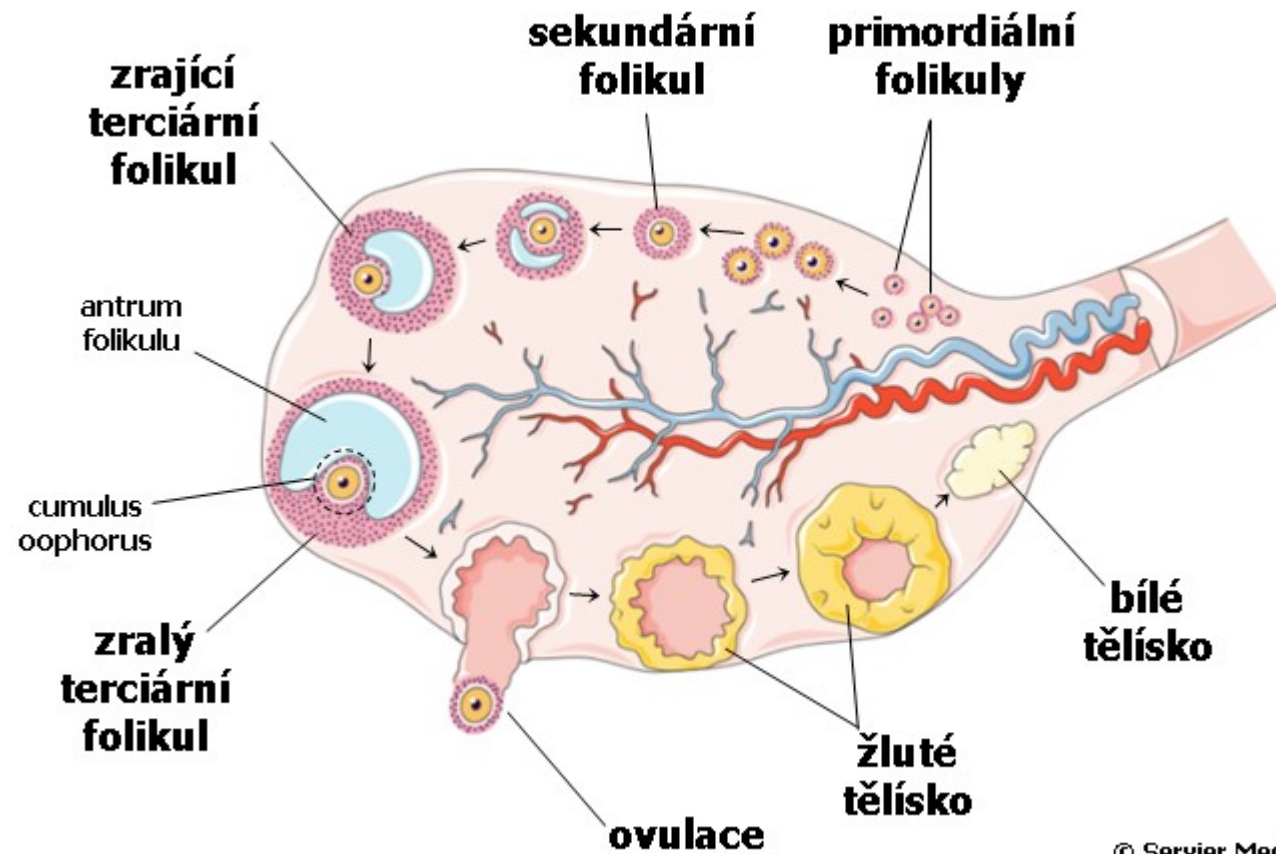
androgeny, hormony podobné testosteronu. V kůře vaječníků se pak v Graafových folikulech produkují

estrogeny- stimulace tvorby ženských sekundárních pohlavních znaků (např. specifické ukládání podkožního tuku). Žluté tělísko (*corpus luteum*), které vzniká přeměnou Graafova folikulu, produkuje

progesteron - stimuluje růst a prokrvení děložní sliznice nezbytné pro udržení těhotenství a před porodem stimuluje růst mléčné žlázy. Progesteron je v průběhu těhotenství produkován také placentou.



© Servier Medical Art
upravil: dr.Jiří Štefánek



© Servier Medical Art
upravil: dr. Jiří Štefánek

DIFÚSNÍ ENDOKRINNÍ SYSTÉM

Srdce (*cor*) produkuje **atriální natriuretický peptid** (ANP), který podporuje vylučování sodných iontů a vody v ledvinách a snižuje krevní tlak.

V játrech (*hepar*) vzniká hormon **somatomedin** (*insuline-like growing factor*, IGF), který zvyšuje proteosyntézu pod vlivem růstového hormonu, **trombopoetin**, který stimuluje tvorbu krevních destiček, a **angiotenzin**, který se účastní regulace krevního tlaku a objemu krve.

Ledviny (*ren*) produkují **renin**, který ovlivňuje vylučování vody a krevní tlak skrze renin-angiotenzinový systém, **erytropoetin** (EPO), který stimuluje tvorbu červených krvinek, a **kalcitriol**, aktivní forma vitamínu D stimující resorpci vápníku ve střevě.

Tuková tkáň produkuje hormon **leptin**, který se účastní regulace nástupu puberty a udržování energetické homeostázy.

Žaludek (*gaster*) produkuje hormon **ghrelin**, který stimuluje pocit hladu při prázdném žaludku, a **gastrin**, který vede ke stimulaci peristaltiky a tvorbě žaludeční šťávy.

Tenké střevo (*intestinum tenue*) produkuje hormon **cholecystokinin (CCK)**, který stimuluje vylučování pankreatické šťávy, **sekretin**, který stimuluje sekreci trávicích šťáv ze žlučníku a pankreatu, a **motilin**, který stimuluje peristaltické pohyby střev.