# SOUSTAVA ŽLÁZ S VNITŘNÍ SEKRECÍ

* Soustava žláz s vnitřní sekrecí spolu s nervovou soustavou zajišťují neurohumorální regulaci orgánů a organismu jako celku

## Funkce žláz s vnitřní sekrecí

* Žlázy s vnitřní sekrecí (*endokrinní žlázy*) zajišťují humorální regulaci
* Vytvářejí specifické látky, hormony, které jsou z místa vzniku odváděny krví k regulovanému orgánu
* Zde působí změnu regulované funkce (zpomalují ji nebo zastavují či naopak zrychlují)
* Vyměšování hormonů do krve je řízeno zpětnými vazbami
* Zvýšení nebo snížení sekrece hormonu je ovlivněno buď koncentrací daného hormonu v krvi, nebo koncentrací regulované látky
* Např. zvýšení hladiny glukózy v krvi zvyšuje sekreci inzulínu a obráceně (*pozitivní zpětná vazba*)
* Při regulaci činnosti endokrinních žláz se také uplatňují nervové vlivy.
* Poruchy činnosti endokrinních žláz vedou často k těžkým poruchám zdraví
  + Zpravidla jde o sníženou činnost (*hypofunkci*) endokrinních žláz nebo o její zvýšenou funkci (*hyperfunkci*)
  + Při hypofunkčních poruchách lze nedostatek hormonů nahradit jejich léčebným podáváním injekčně nebo ústy (*per os*) a dávkovat je tak, aby přijaté množství odpovídalo fyziologické koncentraci příslušného hormonu v krvi.

## Přehled žláz s vnitřní sekrecí

* Žlázy s vnitřní sekrecí jsou kromě končetin rozmístěny po celém těle
* Jsou to podvěsek mozkový, šišinka, štítná žláza, příštítná tělíska, brzlík, nadledvinky, Langerhansovy ostrůvky (ve slinivce břišní) a pohlavní žlázy
* **Tyto žlázy nemají vývod**
* Jsou prostoupeny sítí krevních a mízních vlásečnic
* Své produkty předávají přímo do krve. Podle fyziologického účinku je možno hormony rozdělit na:
  + 1. **hormony řídící přeměnu živin** (inzulín, glukagon, tyroxin, růstový hormon, glukokortikoidy)
  + 2. **hormony řídící přeměnu minerálních látek** (mineralokortikoidy, antidiuretický hormon, parathormon)
  + 3. **hormony v těsném vztahu k nervové soustavě** (adrenalin, noradrenalin, melatonin)
  + 4. **hormony řídící činnost jiných žláz s vnitřní sekrecí** (tyreotropní hormon, gonadotropní hormony, adrenokortikotropní hormon)
  + 5. **hormony pohlavní** (testosteron, estrogeny, progesteron)

### Podvěsek mozkový

* Podvěsek mozkový (*hypofýza*) je velký přibližně jako třešeň a váží 0,6 g
* Je uložen v tureckém sedle kosti klínové a úzkou stopkou je připojen k podhrbolí mezimozku
* Skládá se z předního laloku (*adenohypofýzy*) a zadního laloku (*neurohypofýzy*)
* Hypofýza je řídící endokrinní žlázou, neboť některé její hormony řídí činnost ostatních žláz s vnitřní sekrecí.

#### Hormony předního laloku ADENOHYPOFÝZA

* Vytváří tyto hormony: somatotropní hormon, prolaktin, tyreotropní hormony, adrenokortikotropní hormon, gonadotropní hormony, β-endorfin
  + Somatotropní hormon (STH)
    - zvaný též *růstový hormon*
    - Zasahuje též do uvolňování tuků z tukové tkáně při zátěži organismu
    - Název růstový hormon je odvozen podle jeho vlivu v dětství a v dospívání
    - Působí především na růstové chrupavky a tím na růst kostí.
    - Při jeho nedostatečném vyměšování dítě pomalu roste, růstové chrupavky se předčasně uzavírají a dosažená výška je malá (trpasličí vzrůst – *nanismus*)
    - Při nadměrném vyměšování je růst urychlen, konečná výška člověka může být až tři metry (obří vzrůst – *gigantismus*)
    - Zvýší-li se produkce růstového hormonu až v dospělosti, dochází postupně ke zvětšování koncových částí těla
    - Zvětšují se nadoboční oblouky, nos, brada, rty, uši, ruce a nohy
      * Choroba se nazývá *akromegalie*
  + Prolaktin (PRL)
    - *laktační hormon*
    - způsobuje rozvoj buněk mléčné žlázy a vyvolává sekreci mléka (*laktaci*)
    - V těhotenství se proto jeho hladina v krvi postupně zvyšuje
    - V období kojení je další jeho vylučování podporováno sáním dítěte
    - Jeho přebytek je obvykle spojen s neplodností ženy, žena má nepravidelnou nebo žádnou menstruaci
    - Za fyziologických okolností existuje přebytek prolaktinu během kojení, takže v té době je žena prakticky neplodná
    - Tato fyziologická antikoncepce zřejmě chrání kojící matku od příliš časného nového početí
* Hormony řídící činnost jiných endokrinních žláz jsou: tyreotropní hormon, adrenokortikotropní hormon a gonadotropní hormony
  + Tyreotropní hormon (TTH)
    - působí na štítnou žlázu a reguluje její činnost
  + Adrenokortikotropní hormon (ACTH)
    - je ve skutečnosti složitý komplex látek ovlivňujících činnost kůry nadledvinek a vylučování jejich hormonů – glukokortikoidů
  + Gonadotropní hormony
    - ovlivňují růst a činnost mužských i ženských pohlavních žláz
    - Řídí jejich hormonální sekreci a působí na vytváření pohlavních buněk
    - Je to folikulostimulační hormon (FSH) a luteinizační hormon (LH)
      * FSH stimuluje u ženy zrání Graafova folikulu a ovulaci ve vaječníku
      * U mužů působí růst semenotvorných kanálků a povzbuzuje tvorbu a dozrávání spermií
    - U rostoucího organismu zajišťuje souhra gonadotropních hormonů správný vývoj pohlavních orgánů a pohlavní dospívání
    - V dospělosti udržuje plnou aktivitu pohlavních žláz a účastní se řízení průběhu ovariálního a menstruačního cyklu a těhotenství
* **Činnost předního laloku je ovlivňována hypotalamem**
* V některých jeho nervových buňkách se vytvářejí hypotalamické uvolňovací faktory, které se krevní cestou dostávají do předního laloku hypofýzy a povzbuzují v něm tvorbu hormonů
* **Adenohypofýza tak tvoří s hypotalamem funkční celek, zvaný hypotalamo-hypofyzální systém**

#### Hormony zadního laloku

* Zadní lalok hypofýzy vznikl při vývoji jako vychlípenina mezimozku, se kterým zůstává spojen
* Hormony zadního laloku **vznikají vlastně v nervových buňkách hypotalamu** a nervovými vlákny se dostávají do hypofýzy, kde se hromadí, a odtud jsou vydávány do krve
  + Antidiuretický hormon (ADH)
    - ovlivňuje činnost ledvin.
    - Zvyšuje propustnost ledvinových kanálků pro vodu a tím umožňuje zpětné vstřebávání vody do krve a zahušťování moči
    - Při nedostatku ADH je moč řídká a z těla se ztrácí mnoho vody
    - ADH ve spolupráci s aldosteronem (hormonem kůry nadledvinek) zabezpečuje rovnováhu vody a solí v organismu
  + Oxytocin
    - působí na hladké svalstvo dělohy a vyvolává jeho stahy za porodu
    - Citlivost dělohy na oxytocin je silně závislá na jejím funkčním stavu; nejmenší citlivost je u netěhotné ženy, nejvyšší na konci těhotenství
    - Druhý účinek oxytocinu je jeho působení na hladké svalstvo vývodů mléčné žlázy, jehož rytmické kontrakce podporují vypuzování mléka při kojení

### Šišinka

* Šišinka (*epifýza*) je shora připojena k mezimozku
* Produkuje hormon melatonin
  + který rozhodujícím způsobem ladí *cirkadiánní* (24hodinovou) biologickou rytmicitu ostatních funkcí organismu
  + Množství uvolňovaného melatoninu se mění v průběhu čtyřiadvacetihodinového cyklu
  + Nejvyšší koncentrace dosahuje v noci, s přibývajícím denním světlem jej ubývá
  + Brzdí v dětství tvorbu pohlavních hormonů, a tak umožňuje pomalý a plynulý nástup puberty
  + Melatonin je k životu nepostradatelný.

### Štítná žláza

* Štítná žláza (*glandula thyroidea*) je největší endokrinní žláza člověka
* Laloky leží po stranách začátku průdušnice pod štítnou chrupavkou a spojovací můstek leží před průdušnicí
* Nezvětšená štítná žláza není na přední straně krku ani viditelná, ani hmatatelná
* Váží asi 20 g
* Při patologickém zvětšení může dosáhnout hmotnosti až několika kilogramů
* Samostatnou funkci projevuje již u plodu v druhé polovině nitroděložního vývoje
* Tkáň žlázy je tvořena **mikroskopickými váčky** vystlanými jednovrstevným epitelem a vyplněnými vazkou (*koloidní*) bílkovinnou hmotou
  + Epitelové **buňky váčků mají schopnost vychytávat z krve jód**, který je nezbytný pro syntézu hormonu štítné žlázy tyroxinu
    - Vytvořený hormon se částečně vyplavuje do krve a částečně ukládá do zásoby
    - Z něho se podle potřeby (vlivem tyreotropního hormonu hypofýzy) uvolňuje hormon tyroxin do krve
    - **Tyroxin zabezpečuje především normální oxidaci živin v buňkách**
    - Tyto oxidační děje ve tkáních vedou k vyšší spotřebě kyslíku a uvolňování energie
    - Vedle zvýšení spotřeby kyslíku se zvyšuje spotřeba všech živin, ubývá zásobní tuk, zrychluje se metabolismus bílkovin, mobilizuje se jaterní glykogen a zvyšuje se tvorba tepla
    - Zrychluje se krevní oběh, zvyšuje se srdeční činnost a tepová frekvence
    - **V růstovém období podporuje tyroxin růst a tělesný i duševní vývoj.**
  + Druhým hormonem štítné žlázy je **kalcitonin.**
    - Hormon zajišťuje ukládání vápníku v kostech a brzdí zde jeho odbourávání
* Porucha činnosti štítné žlázy se projeví jejím zvětšením (*strumou*)

<https://www.google.cz/search?q=struma&espv=2&site=webhp&source=lnms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwjx8sjWwrLTAhXMNxQKHSGaCPYQ_AUIBigB&biw=1280&bih=918>

* + Struma vzniká při nedostatku jódu v potravě a pitné vodě
  + Nápadně se vyklenuje na krku, tlačí na jícen a dýchací cesty
  + Způsobuje tím polykací a dýchací obtíž
  + V krajích, kde je málo jódu ve vodě, se jód dodává přidáváním jodidů do kuchyňské soli
* Hypofunkce štítné žlázy v dětství spojení s nedostatečným vylučováním tyroxinu (*hypotyreóza*) znamená utlumení biologických oxidací, což vede k těžkým poruchám tělesného i duševního vývoje
  + Nápadnými projevy jsou zpomalení a disproporcionalita růstu, ochablost svalstva, snížená základní přeměna látek a duševní opoždění těžkého stupně (*kretenismus*).
  + Kretenismus se vyskytoval v oblastech s nedostatkem jódu (v horských údolích, ve vnitrozemí)
* Při hypofunkci štítné žlázy v dospělosti vzniká *myxedém*, který je častější u žen
  + Je doprovázen snížením látkové přeměny, skleslostí, zpomalením srdeční činnosti a vytvořením rosolovitých otoků v podkožním vazivu obličeje a končetin
* Hyperfunkce štítné žlázy spojená se zvýšeným vylučováním tyroxinu vede k *Basedowově nemoci*

<https://www.google.cz/search?q=struma&espv=2&site=webhp&source=lnms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwjx8sjWwrLTAhXMNxQKHSGaCPYQ_AUIBigB&biw=1280&bih=918#tbm=isch&q=basedowa+nemoc>

* + Nemocný má zrychlenou látkovou přeměnu, zrychlenou srdeční činnost, objevuje se u něho celkový neklid a dráždivost, třes prstů, má vlhkou kůži a hubne
  + Charakteristickým příznakem jsou vystouplé oční koule
  + Choroba není spojená s poruchami růstu.

### Příštítná tělíska

* Příštítná tělíska (*glandulae parathyroideae*) jsou dva páry čočkovitých útvarů, uložených při zadní straně laloků štítné žlázy
* **Vytvářejí hormon parathormon, který zajišťuje stálou hladinu vápníku a fosforu v krvi**
* Stálá koncentrace iontů vápníku v krvi je nezbytně nutná pro srážení krve a normální dráždivost nervových a svalových buněk
  + Parathormon
    - uvolňuje vápník z kostí a omezuje jeho vylučování ledvinami
    - Nedostatek parathormonu vede k těžkým poruchám zdraví
    - Zvyšuje se nervosvalová dráždivost se sklonem k záškubům a křečím svalů **(*tetanie*)**
    - Bývá postiženo i svalstvo hrtanu a dýchacích svalů, což znesnadňuje až znemožňuje dýchání.
    - Zvýšené množství parathormonu způsobuje vyplavování vápníku a fosforu z kostí a jejich zvýšené vylučování močí
    - Kosti se pak snadno lámou a zlomeniny se špatně hojí.

### Brzlík

* Brzlík (*thymus*) se řadí mezi žlázy s vnitřní sekrecí
* Skládá se ze dvou laloků, které jsou uloženy v dutině hrudní za hrudní kostí
* Jeho velikost se během života mění
* Od narození do puberty roste
* Po ukončení puberty se zmenšuje a ukládá se do něj tuk
* Vznikají v něm hormony thymosiny, které podmiňují vývoj imunitního systému
* Brzlík je proto důležitou součástí imunitního systému dítěte
* Dozrávají v něm prvotní lymfocyty (*T-lymfocyty*)

### Nadledviny

* Nadledviny (*glandulae suprarenales*) jsou párové žlázy umístěné na horních pólech ledvin
* Mají hmotnost 5 – 10 g
* Skládají se ze dvou vrstev, kůry a dřeně, které jsou funkčně naprosto odlišné
* Také zásobování krví a inervace obou vrstev jsou oddělené
* Jde vlastně o dvě samostatné endokrinní žlázy.

#### Kůra nadledvinek

* Kůra nadledvinek je k životu nezbytná
* Zasahuje do metabolismu minerálních solí a živin
* Její hormony kortikoidy jsou chemickým složením *steroidy*
* Podle převládajícího účinku se kortikoidy dělí na:
  + glukokortikoidy
  + mineralokortikoidy
* Ke glukokortikoidům patří několik látek, z nichž nejdůležitější je *kortizon, kortizol* a *kortikosterol*
  + Tyto hormony se zúčastňují přeměny bílkovin na aminokyseliny, které zpracovávají játra na glukózu (*glukoneogeneze*)
* Z mineralokortikoidů má největší význam *aldosteron*
  + **Řídí metabolismus sodíku a draslíku**
* V kůře se též vytvářejí u mužů i žen hormony podobné pohlavním hormonům mužským (*androgenní hormony*) a ženským (*estrogenní hormony*)
* Hyperfunkce se vyskytuje zřídka, nejspíše při nádorech nadledvinkové kůry nebo při nadprodukci adrenokortikotropních hormonů hypofýzy
  + Nastane-li zvýšená produkce androgenů u plodů ženského pohlaví na začátku jejich vývojového období, získává jejich zevní pohlavní ústrojí mužské znaky a výsledkem je *pseudohermafroditismus*

#### Dřeň nadledvinek

* V dřeni nadledvinek vznikají dva hormony – adrenalin a noradrenalin
* Společně se nazývají katecholaminy.
  + Adrenalin
    - zrychluje a prodlužuje srdeční činnost, zvětšuje minutový objem srdce, zrychluje tep a zvyšuje krevní tlak
    - Působí též na hladké svaly; rozšiřuje průdušky a tlumí činnost svalstva žaludku a střev
    - Kromě těchto účinků má adrenalin významný vliv i na metabolismus sacharidů
    - Vyvolává rozklad glykogenu (*glykogenolýzu*) v játrech a svalech a zvyšuje koncentraci glukózy v krvi
  + Noradrenalin
    - zpomaluje srdeční frekvenci, minutový objem srdce však nemění
    - Vyvolává smrštění cév ve všech orgánech s výjimkou mozku a srdce
* Oba hormony zvyšují krevní tlak.
* Hormony dřeně nadledvinek jsou v krvi jen velmi krátce a během několika minut se rozkládají
* Z toho vyplývá, že jsou důležité při zátěži (*stresu*), kdy připravují organismus na rychlou adaptaci na změněné podmínky
* Zajišťují přesun krve do svalů, vyprazdňují krevní zásobárny, zvyšují činnost a dráždivost centrální nervové soustavy a oddalují svalovou únavu

### Langerhansovy ostrůvky

* Langerhansovy ostrůvky jsou skupiny buněk rozptýlené ve slinivce břišní
* Slinivka břišní obsahuje těchto 0,5 mm velkých oválných útvarů jeden až dva milióny
* Každý ostrůvek vytvářejí hormony bílkovinné povahy, inzulin a glukagon
* Kromě dalších funkcí zasahují oba hormony především do metabolismu sacharidů
* Jejich účinky jsou opačné
  + Inzulín
    - umožňuje přenos krevní glukózy do buněk srdečního a kosterního svalstva
    - Současně zvyšuje ukládání sacharidů do zásoby vytvářením jaterního a svalového glykogenu
    - Je to jediný hormon, který glykémii snižuje.
    - Vyměšování inzulinu je řízeno jednak množstvím glukózy v krvi, jednak nervovými vlivy
    - Když stoupá koncentrace glukózy v krvi, stoupá i vyměšování inzulínu a naopak
    - Nedostatek inzulínu způsobuje těžké onemocnění cukrovku (úplavice cukrová, *diabetes mellitus*)
      * Cukrovka má dvě hlavní formy:
        + Pro diabetes mellitus I. typu je charakteristický absolutní nedostatek inzulínu

Buňky Langerhansových ostrůvků jsou zničeny nejčastěji v důsledku autoimunní reakce po virové infekci

Začíná obvykle v dětství či v dospívání a jeho rozvoj je zpravidla rychlý

Léčí se injekcemi inzulínu

* + - * + Diabetes mellitus II. typu vzniká většinou až ve věku nad 40 let a nastupuje a rozvíjí se obvykle pomalu

Langerhansovy ostrůvky sice inzulín produkují, avšak nikoli v dostatečném množství

V 90 % případů je spojen s obezitou

Většinou není nutné podávat injekce inzulinu a postačí kombinace dietních opatření a snižování nadváhy, eventuálně podávání perorálních antidiabetik

* + - * **Diabetes mellitus může vzniknout za těhotenství (*sekundární diabetes gestační*)**
        + Bývá diagnostikován v jeho druhé polovině a obvykle krátce po porodu vymizí
        + U některých žen však takto může začínat diabetes, který pokračuje i po porodu
  + Druhý hormon slinivky břišní je glukagon
    - který má opačný účinek než inzulín
    - Podporuje štěpení jaterního glykogenu na glukózu, která vstupuje do krve a zvyšuje glykémii
    - Stimuluje též štěpení tuků v tukové tkáni.

### 

### Pohlavní žlázy

* Pohlavní žlázy mají dvojí funkci:
  + 1. vytvářejí pohlavní hormony,
  + 2. vytvářejí pohlavní buňky.
* Pohlavní žlázy v dětství rostou a vyvíjejí se pomalu
  + Na začátku puberty vlivem zvýšené produkce gonadotropních hormonů hypofýzy začnou urychleně růst a produkovat pohlavní hormony
  + Pod vlivem těchto hormonů začnou růst vnitřní i zevní pohlavní orgány, vyvíjejí se druhotné pohlavní znaky a dozrávají pohlavní buňky
* Pohlavní hormony ovlivňují vývoj oplozeného vajíčka, růst zárodku a plodu a celý průběh těhotenství v těle ženy

#### Vaječníky

* Vaječníky jsou ženské pohlavní žlázy
* Produkují dvojí pohlavní hormony, estrogeny a progesteron
  + Estrogeny
    - se tvoří v buňkách Graafova folikulu v korové vrstvě
    - V těhotenství vznikají také v placentě
    - V průběhu života se jejich produkce značně mění
    - Před pubertou se vylučuje jen malé množství estrogenů
    - Na začátku puberty (u dívek asi od 10 let) se jejich tvorba začne zvyšovat
    - V průběhu puberty a v dospělosti kolísá v rytmu menstruačního cyklu
    - V období pohlavního klidu se jejich produkce snižuje, avšak nikdy zcela neustává
    - V pubertě estrogeny ovlivňují vývoj druhotných pohlavních znaků
  + Progesteron
    - vzniká ve žlutém tělísku a v placentě
    - Začíná se ve větším množství tvořit až v období, kdy se z Graafova folikulu uvolní zralé vajíčko a vznikne první žluté tělísko
    - V průběhu menstruačního cyklu se tvoří až v jeho druhé polovině
    - Se zánikem žlutého tělíska ke konci cyklu hladina progesteronu prudce klesá
    - Progesteron převádí zbujelou děložní sliznici do sekrečního stadia
    - V těhotenství tlumí činnost hladkého svalstva dělohy (udržuje těhotenství a brání předčasnému porodu)

#### Varlata

* Varlata jsou mužské pohlavní žlázy
* Leydigovy buňky varlat vytvářejí mužský pohlavní hormon testosteron
  + Testosteron
    - se ve větší míře začíná tvořit až na začátku puberty chlapců (asi od 12 let)
    - Má vliv na růst a vývoj zevních i vnitřních pohlavních orgánů, druhotných pohlavních znaků a na vývoj pohlavních buněk
    - Kromě toho významně ovlivňuje tvorbu bílkovin ve všech tkáních a způsobuje tak větší rozvoj svalstva u mužů
    - Podporuje metabolismus vápníku a fosforu a urychluje uzavírání růstových štěrbin
    - V dospělosti napomáhá testosteron udržovat vitalitu spermií.