

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*)
- Výdej většiny ostatních hormonů je řízen *negativní zpětnou vazbou* (např. zvýšená hladina vápníku v krvi snižuje výdej parathormonu z příštítných tělísek a naopak)
- 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.
- Hormony dělíme na:
 - 1. hormony ovlivňující činnosti jiných endokrinních žláz (*hormony glandotropní*)
 - 2. hormony přímo ovlivňující regulovaný orgán (*hormony efektorové*)
 - Glandotropní hormony (lat. *glandula* = žláza) produkuje přední lalok podvěsku mozkového
 - Efektorové hormony (lat. *effector* = výkonný orgán) se tvoří zčásti v zadním laloku podvěsku mozkového a v ostatních endokrinních žlázách.

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

- Přední lalok má typickou žlázovou stavbu ze sekrečních epitelových buněk
- Vytváří tyto hormony: somatotropní hormon, prolaktin, tyreotropní hormony, adrenokortikotropní hormon, gonadotropní hormony, β -endorfin
 - Somatotropní hormon (STH)
 - zvaný též *růstový hormon*
 - urychluje transport aminokyselin přes buněčnou membránu a tím podporuje syntézu bílkovin
 - Má tedy anabolický efekt
 - 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*

- Somatotropní hormon nepůsobí přímo, ale prostřednictvím jaterního peptidu somatomedinu.
- 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
 - O prolaktinu stále ještě nevíme všechno
 - 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
 - Množství vyloučeného hormonu štítné žlázy však zpětně snižuje vylučování tyreotropního hormonu hypofýzy
 - Řízení sekrece tohoto hormonu je příkladem zpětnovazebního ovlivňování vnitřní sekrece
 - 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), zvaný též *intersticiální buňky stimulující hormon (ICSH)*
 - FSH stimuluje u ženy zrání Graafova folikulu a ovulaci ve vaječníku
 - U mužů působí růst semenotvorných kanálků a povzbuzuje tvorbu a dozrávání spermií
 - LH u žen pomáhá udržovat činnost žlutého tělíska menstruačního nebo těhotenského, které vzniklo přeměnou Graafova folikulu a funguje buď krátce do příští menstruace, nebo po celé těhotenství
 - U mužů působí na vyměšování mužského pohlavního hormonu.

- 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
- Ve druhé polovině 70. let byla objevena další látka hormonální povahy, produkovaná předním lalokem hypofýzy
 - Je to β -endorfin, náš „vnitřní opiát“
 - Nalézá se roztroušený v různých místech mozku, a to v těch, která mají význam pro různé emoční stavy a snad i pro vnímání bolesti
 - Bolest je asi lépe tolerována za přítomnosti β -endorfinu
 - Součástí tohoto hormonu je met-enkefalin
 - Tyto látky jsou uvolňovány při různých nepříznivých situacích, které vyvolávají stres.
- **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
 - Nemoc se nazývá úplavice močová – žíznivka (*diabetes insipidus*) – a vyznačuje se nadměrným močením a velkou žízní
 - 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 (*epifyza*) 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 čtyřiaadvacetihodinového 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
- Je rozložena na dva laloky, které spojuje úzký můstek
- 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
 - Váčky jsou spojeny vazivem, kterým prostupují četné krevní a mízní vlasečnice
 - Epitelové **buňky váčků mají schopnost vylučovat 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**.
 - Jeho hlavní funkcí je snižování koncentrace vápníku v krvi na základě jednoduché zpětné vazby
 - Hormon zajišťuje ukládání vápníku v kostech a brzdí zde jeho odbourávání
- Porucha činnosti štítné žlázy se projeví jejím zvětšením (*strumou*)
 - Struma vzniká při nedostatku jódu v potravě a pitné vodě
 - Nápadně se vyklenuje na krku, tlačí na jícn 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 spojená s nedostatečným vylučováním tyroxinu (*hypotyreóza*) znamená utlumení biologických oxidací, což vede k těžkým poruchám tělesného i duševního vývoje
 - Nápadnými projevy jsou zpomalení a disproportionálna 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*
 - 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 tělíčka

- Příštítná tělíčka (*glandulae parathyroideae*) jsou dva páry čočkovitých útvarů, uložených při zadní straně laloků štítné žlázy
- Jejich celková hmotnost je asi 100 mg
- **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
- Stálé množství vápníku a fosforu v krvi se udržuje zajišťováním rovnováhy mezi ukládáním a odbouráváním těchto látek v kostech a jejich vylučováním ledvinami

- 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
 - Kostí 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
- Kromě kortikoidů se zde tvoří další steroidní hormony, které vznikají i jinde v těle
- 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*)
- V játrech se hromadí glykogen, část glukózy přechází do krve a zvyšuje glykémii
- V metabolismu tuků mobilizují zásobní tuk, takže stoupá obsah tuků v krvi (*lipémie*)
- Význam glukokortikoidů stoupá při zátěži (*stresu* – psychickém, ale i při popáleninách, operacích, infekcích aj.), kdy se vyplavují z nadledvinkové kůry ve větším množství a připravují k pohotovosti energetické zdroje
- Při nedostatku glukokortikoidů výrazně klesá odolnost vůči zátěžím.
- Vyměšování glukokortikoidů je řízeno adrenokortikotropním hormonem předního laloku hypofýzy
- Z mineralokortikoidů má největší význam *aldosteron*
 - Řídí metabolismus sodíku a draslíku
 - Zvyšuje zpětné vstřebávání sodíku a vylučování draslíku v ledvinách
 - Tím se zvýší koncentrace sodíku v organismu, který na sebe váže vodu a zvyšuje tak objem mimobuněčné tekutiny v tkáních
 - Jeho metabolismus musí být proto přesně řízen v závislosti na jeho proměnlivém množství v přijímané potravě
- V kůře se též vytvářejí u mužů i žen hormony podobné pohlavním hormonům mužským (*androgenní hormony*) a ženským (*estrogenní hormony*)
- Při hypofunkci kůry nadledvinek vznikají závažné poruchy z narušení stálosti vnitřního prostředí a ztráty vody
- Při nedostatečné tvorbě glukokortikoidů není člověk schopen obstát při zátěži
 - Při sníženém vyměšování obou hormonů se vyvíjí *Addisonova choroba*
 - Jejím typickým příznakem je bronzové zbarvení kůže, dále svalová slabost, veliká únava až vyčerpanost
- Hyperfunkce se vyskytuje zřídka, nejspíše při nádorech nadledvinkové kůry nebo při nadprodukcí 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
 - V kožních cévách způsobuje smrštění, v kosterních svalech, v srdci a v játrech naopak rozšíření

- Tím se adrenalin podílí při tělesné práci na přesunu krve z nečinných oblastí a krevních zásobáren (zejména ze sleziny) do pracujících svalů
- 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
- Sekrece obou hormonů je řízena pouze sympatickými nervy
- Noradrenalin je též vytvářen na zakončeních sympatických nervů pro přenos podráždění z nervu na výkonný orgán
- Funkce dřeně může být do značné míry nahrazena činností sympatického nervstva, a proto poškození dřeně není životu nebezpečné

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, inzulín 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
 - Tím, že inzulín zvyšuje využití glukózy, stoupá jeho podíl na metabolických dějích na úkor tuků a bílkovin, jež se tím šetří
 - Inzulín zasahuje též do metabolismu bílkovin a tuků
 - V tukových buňkách usnadňuje přeměnu glukózy v tuk, podporuje syntézu bílkovin z aminokyselin a zmenšuje tvorbu cukrů z bílkovin

- Těmito různými zásahy do metabolismu sacharidů, tuků a bílkovin má inzulín hlavní roli při snižování hladiny cukru v krvi (*glykémie*)
- 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 inzulinu a naopak
- Nedostatek inzulinu způsobuje těžké onemocnění cukrovku (úplavice cukrová, *diabetes mellitus*)
 - Cukrovka má mnoho příznaků
 - V krvi stoupá hladina glukózy (*hyperglykémie*), která může dosáhnout hodnot až 500 mg na 100 ml
 - Tento cukr však nemůže vstupovat do buněk a přeměňovat se v glykogen a tuky a nevyužitý odchází močí z těla
 - Větší množství cukru v moči však vyžaduje větší množství vody, která se tím z organismu ztrácí
 - Ztráta vody působí pocit žízně. Žízeň a zvýšené množství moči bývají první příznaky cukrovky
 - Svaly nemají zdroj energie, játra nedovedou udržet zásobu glykogenu a stále vydávají glukózu do oběhu
 - Zdrojem energie se stávají aminokyseliny, které se glukoneogenezou mění v glukózu
 - Tyto aminokyseliny získávají játra z většího rozpadu tkáňových bílkovin a přívodem aminokyselin z potravy
 - V důsledku toho vážně syntéza tělesných bílkovin
 - Dalším důsledkem nedostatku energetických zdrojů ve tkáních je využití rezervního tuku a uvolnění mastných kyselin do krevního oběhu
 - **Energie se získá jejich oxidací, při které však vzniká i větší množství ketonových látek (např. aceton)**
 - Nespotřebované ketonové látky odcházejí do moči nebo jsou vydechovány
 - Při těžké formě cukrovky není glukóza jako zdroj energie prakticky vůbec využívána
 - Organismus žije jen na úkor bílkovin a tuků, člověk hubne a je snadno unavený
 - Cukrovka má dvě hlavní formy:
 - Pro diabetes mellitus I. typu je charakteristický absolutní nedostatek inzulinu

- 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 inzulínu 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
- V České republice je cukrovkou postiženo asi 620 tisíc osob (v r. 1999), a z tohoto počtu je asi 8 % případů s diabetem typu I. typu
- Nadbytek inzulínu jako projev hyperfunkce Langerhansových ostrůvků je znám při nádorech této endokrinní tkáně
 - Nejspíše však vznikne předávkováním inzulínu u diabetiků
 - Projeví se rychlým poklesem glykémie (*hypoglykémie*), obvykle ráno před snídaní, po vynechání jídla nebo při těžší tělesné práci
 - Klesne-li hladina glukózy pod 50 až 40 mg na 10 ml, objeví se třes, neklid, zmatené chování a ztráta vědomí
 - Tyto příznaky se vyskytují proto, že mozek nemá dostatečný přísun glukózy
 - Příznaky rychle zmizí, podá-li se pacientovi kostka cukru
- 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
- Vytvoření dostatečné hladiny pohlavních hormonů je nezbytné i pro rozvoj sexuálního chování a sexuálního života, nutného pro zachování rodu
- Pohlavní hormony zasahují též do metabolismu tkání
 - Jejich základní funkce v metabolismu spočívá v povzbuzení syntézy bílkovin
 - Ovlivňují tedy anabolické procesy metabolismu.

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
 - V době pohlavní zralosti způsobují cyklické bujení děložní sliznice v proliferační fázi a připravují ji k přijetí oplozeného vajíčka
 - Jejich účinky se dále projevují urychlováním uzavírání růstových štěrbin kostí, zadržováním vody ve tkáních (zejména před menstruací) a snižováním množství cholesterolu v krvi
 - 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.

Tkáňové hormony

- Mezi tkáňové hormony se zahrnuje skupina různorodých látek, které se od místa vzniku šíří k cílovým orgánům krevní cestou
- Tkáňové hormony nejsou vylučovány zvláštními endokrinními žlázami
- Vznikají v některých buňkách orgánů, které mají jinou funkci než endokrinní
- Řada tkáňových hormonů vzniká v trávicím ústrojí a ovlivňuje funkci jednotlivých orgánů této tělesné soustavy (např. *gastrin*, *enterogastron*, *sekretin* aj.)
- Jiné látky působí na orgány krevního oběh
- Dalšími látkami jsou *serotonin* (s vazokonstrikčním účinkem), uvolňovaný na některých zakončeních v mozku a z krevních destiček, v ledvinách *erythropoetin*, stimuluje tvorbu červených krvinek, *renin*, zvyšující krevní tlak a jiné