



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



Název projektu	Zvýšení kvality vzdělávání na Slezské univerzitě v Opavě ve vazbě na potřeby Moravskoslezského kraje
Registrační číslo projektu	CZ.02.2.69/0.0/0.0/18_058/0010238

Anatomie pro zdravotnické obory II

Distanční studijní text

Markéta Skalná

Opava 2022



**SLEZSKÁ
UNIVERZITA**
FAKULTA VEŘEJNÝCH
POLITIK V OPAVĚ

Obor: Dentální hygiena, Ošetrovatelství, Pediatrické ošetrovatelství, Porodní asistence, Všeobecná sestra.

Klíčová slova: Anatomie, somatologie, anatomické systémy.

Anotace: Studijní opora se věnuje anatomii lidského těla v rozsahu specializovaných zdravotnických oborů. V úvodu každého systému těla je shrnutá obecná stavba soustavy, následně jsou probrány její jednotlivé části, orgány a funkce.

Tato druhá část studijní opory je věnována soustavám těla, které nejsou uvedeny v 1. díle, tedy trávicí systém, vylučovací systém, pohlavní systém ženský a mužský, nervový systém a endokrinní systém řízení organismu, kůže a smyslová soustava.

Tato studijní opora bude dále doplněna konkrétním rozšířením pro specializované obory: dentální hygiena, pediatrické ošetrovatelství a porodní asistence. Jednotlivá rozšíření se detailněji zaměřují na anatomické struktury specifické pro daný obor.

Obsah opory je uzpůsoben pro potřeby zdravotnických oborů, není tak primárně určen pro obory lékařské.

Autor: **Markéta Skalná, Ph.D.**

Obsah

ÚVODEM.....	6
RYCHLÝ NÁHLED STUDIJNÍ OPORY.....	7
1 TRÁVICÍ SYSTÉM.....	8
1.1 Stavba stěny trávicí trubice	9
1.2 Humorální řízení sekrece	10
1.3 Dutina ústní (<i>cavum oris</i>).....	12
1.4 Hltan (<i>pharynx</i>)	13
1.5 Jícen (<i>oesophagus</i>)	14
1.6 Žaludek (<i>gaster, ventriculus</i>)	14
1.7 Játra (<i>hepar</i>)	16
1.8 Slinivka břišní (<i>pankreas</i>)	18
1.9 Tenké střevo (<i>intestinum tenue</i>)	19
1.10 Tlusté střevo (<i>intestinum crassum</i>).....	20
1.11 Látkový metabolismus e energie	21
2 VYLUČOVACÍ SOUSTAVA.....	23
2.1 Ledviny (<i>ren, nephros</i>).....	24
2.2 Vývodné cesty močové	27
2.2.1 Močovod (<i>ureter</i>).....	27
2.2.2 Močový měchýř (<i>vesica urinaria</i>)	28
2.2.3 Močová trubice (<i>uretra</i>).....	28
3 MUŽSKÁ POHLAVNÍ SOUSTAVA.....	30
3.1 Varle (<i>testis</i>)	31
3.2 Nadvarle (<i>epididymis</i>)	32
3.3 Chámovod (<i>ductus deferens</i>).....	33
3.4 Semenné vāčky (<i>vesiculae seminales</i>)	33
3.5 Předstojná žláza (<i>prostata</i>).....	33
3.6 Bulbouretrální žlázy (<i>glandulae bulbouretrales</i>).....	33
3.7 Mužská močová trubice (<i>uretra masculina</i>)	34
3.8 Šourek (<i>scrotum</i>)	34
3.9 Pyj (<i>penis</i>)	35
4 ŽENSKÁ POHLAVNÍ SOUSTAVA	37

4.1	Vaječník (<i>ovarium</i>)	38
4.2	Vejcovod (<i>tuba uterina</i>)	39
4.3	Děloha (<i>uterus</i>).....	40
4.4	Pochva (<i>vagina</i>).....	40
4.5	Cyklické změny v ženské pohlavní soustavě	40
4.5.1	Vaječnickový cyklus (<i>ovariální</i>)	41
4.5.2	Menstruační cyklus (<i>menarché</i>).....	42
4.5.3	Poševní cyklus (<i>vaginální</i>).....	44
4.6	Zevní pohlavní orgány ženy	44
4.7	Těhotenství (<i>gravidita</i>).....	45
4.8	Prs (<i>mamma</i>) a mléčná žláza (<i>glandula mammaria</i>).....	46
5	NERVOVÁ SOUSTAVA.....	48
5.1	Obecná stavba a mechanismus činnosti nervové soustavy	49
5.2	Centrální nervový systém.....	52
5.2.1	Páteční mícha (<i>medulla spinalis</i>)	52
5.2.2	Mozek (<i>cerebrum</i>)	54
5.3	Periferní nervový systém.....	60
5.3.1	Hlavové nervy (<i>nervi craniales</i>)	61
5.3.2	Míšní nervy (<i>nervi spinales</i>)	63
5.4	Autonomní nervový systém	65
6	KŮŽE A SMYSLY	67
6.1	Kožní ústrojí.....	68
6.1.1	Přídavné kožní orgány (<i>adnexa</i>)	70
6.2	Ústrojí čichové (<i>organum olfactum</i>)	71
6.3	Ústrojí chuťové (<i>organum gustus</i>)	71
6.4	Ústrojí zrakové (<i>organum visus</i>).....	72
6.5	Ústrojí sluchové (<i>organum auditus</i>).....	73
6.6	Ústrojí rovnovážné (<i>organum vestibularis</i>)	74
7	ENDOKRINNÍ SOUSTAVA	76
7.1	Hypotalamo-hypofyzární systém	78
7.2	Štítná žláza (<i>glandula thyroidea</i>)	80
7.3	Příštítná tělíska (<i>glandulae parathyreoideae</i>).....	80
7.4	Nadledviny (<i>glandulae suprarenales</i>).....	81

7.5	Slinivka břišní (<i>pancreas</i>)	82
7.6	Šišinka (<i>epifýza, glandula pinealis</i>)	83
7.7	Pohlavní orgány.....	83
7.8	Tkáňové hormony	83
LITERATURA		86
SHRNUTÍ STUDIJNÍ OPORY		88
PŘEHLED DOSTUPNÝCH IKON.....		89

ÚVODEM

Tato studijní opora vznikla jako podpůrný text pro kombinované studenty zdravotnických oborů studujících na Ústavu nelékařských zdravotnických studií fakultě veřejných politik v Opavě. Text má sloužit jako shrnutí obsahu předmětu anatomie (popřípadě somatologie), v rozsahu požadovaném pro zdravotnické odborníky. Text slouží jako studijní materiál pro samostudium, jež je stěžejním kamenem studia v dálkové nebo kombinované formě, využít jej však mohou také studenti prezenční formy studia.

Při jeho sestavování byl kladen důraz na stručnost a výstižnost obsahu tak, aby odpovídal požadavkům na zdravotnické odborníky a zároveň studenty nepřetěžoval, což pro komplexnost probíraného tématu, jímž anatomie lidského těla beze sporu je, nebylo snadné.

Text je rozdělen do kapitol podle jednotlivých funkčních orgánových soustav (systémů) lidského těla a navazuje na studijní oporu Anatomie pro zdravotnické obory I., která se věnovala názvosloví, obecné stavbě lidského těla, pasivní a aktivní složce pohybového aparátu, soustavě oběhové a dýchací. Tato studijní opora navazuje trávicí soustavou, následuje vylučovací soustava, reprodukční systém muže a ženy. V další části je popsán systém nervového a endokrinního řízení organismu, senzorické smysly a kůže.

V úvodu každé kapitoly je přehled, o čem bude kapitola pojednávat, jaká jsou klíčová slova, co se studenti naučí a jaký čas je potřeba ke studiu. Následuje text kapitoly rozdělený do podkapitol a logicky řazený dle uspořádání dané orgánové soustavy, doplněný obrázky, přibližujícími popisované téma. Následuje shrnutí kapitoly a v jejím závěru pak otázky, ověřující pochopení a znalost probrané látky.

V textu jsou použity distanční prvky:

- **K zapamatování** – tento prvek poukazuje na důležité informace, které je potřeba si pamatovat, popřípadě jsou nezbytné k dalšímu studiu, zároveň upozorňuje na výjimky a méně známé skutečnosti
- **Průvodce studiem** – prvek vysvětluje posloupnost textu, jaké téma je kdy zařazeno v textu a z jakého důvodu
- **Korespondenční úkol** – tento prvek obsahuje závazný úkol pro studenty kombinované (dálkové) formy, který je nutno vypracovat před ukončením předmětu a udělením hodnocení; řešení úkolu odešlou studenti na e-mail vyučujícího nejpozději v zápočtovém týdnu daného semestru studia.

Seznam ikon jednotlivých distančních prvků je uveden v závěrečné části této studijní opory.

RYCHLÝ NÁHLED STUDIJNÍ OPORY

Studijní opora popisuje anatomii lidského těla. První kapitola se věnuje trávicí soustavě a procesu trávení, stejně tak napojení tohoto systému na metabolismus a jeho regulaci. S trávicím systémem úzce souvisí další systém – vylučovací, který má nezastupitelnou roli v hospodaření s vodou. Následuje popis reprodukčních soustav muže a ženy se zaměřením na pohlavně specifickou stavbu a funkce těchto soustav. Další část je věnována systému řízení organismu, nervovému a následně hormonálnímu a součinnosti obou systémů. Závěrečná kapitola doplňuje popis vnímání vnějších a vnitřních vjemů pomocí smyslů a kůže.

V závěru opory je shrnutí celého textu a za ním použitá literatura s doporučením doplňkové literatury pro studium.

1 TRÁVICÍ SYSTÉM



RYCHLÝ NÁHLED KAPITOLY

První kapitola seznamuje čtenáře s anatómií trávicího systému, jeho jednotlivými částmi a orgány. Budou probrány jednotlivé anatomické struktury, počínaje dutinou ústní a jejími součástmi (jazyk, zuby, žlázy atd.), hltanem, jícnem, přes žaludek, části tenkého a tlustého střeva, až po řitní otvor. Součástí této soustav jsou také důležité orgány, jako jsou játra, slinivka břišní, žlučník. Krom stavby orgánových struktur jsou probrány také rozdílné funkce jednotlivých úseků a orgánů soustavy. Závěr kapitoly se věnuje také rychlému náhledu do metabolismu.



CÍLE KAPITOLY

Po prostudování kapitoly bude student seznámen s:

- jednotlivými strukturami a součástmi trávicího systému
 - rozdíly ve stavbě a funkci jednotlivých úseků
 - základy trávení a vstřebávání živin
 - pojmem metabolismus.
-



ČAS POTŘEBNÝ KE STUDIU

Studium této kapitoly zabere přibližně 45–55 minut. Důležité je pochopení jednotlivých částí soustavy, její rozdílnou stavbu a funkci v každém úseku. Téma je úzce spjato se vstřebáváním a dalším zpracováním živin v těle.



KLÍČOVÁ SLOVA KAPITOLY

Trávení, vstřebávání, ústní dutina, hltan, jícen, žaludek, střevo, konečník, žlázy¹.

¹ Student si může klást otázky zda termíny z klíčových slov umí definovat, zda zná vazby mezi klíčovými slovy atp.

Lidský organismus získává základní **živiny** (bílkoviny, tuky, cukry), minerální látky a vitaminy potravou. Živiny jsou pro tělo zdrojem energie a látek, nutných pro stavbu buněk a jejich obnovu. Příjem látek, jejich mechanické a chemické zpracování, vstřebávání a vylučování látek tělu nepotřebných zajišťuje trávicí systém, který se podílí také na obranyschopnosti těla. Horní část (dutina ústní a nosohltan) jsou nepostradatelné v tvorbě **řeči**.

Trávicí systém tvoří několik oddílů: dutina ústní, hltan, jícen, žaludek, tenké a tlusté střevo. Do této souvislé trubice (počínající ústy a končící řitním otvorem) ústí vývody mnoha **žláz** (slinné žlázy, slinivka, vývod z jater a žlučníku), nápomocné jsou také drobné žlázy ve sliznici trubice. Látková přeměna vstřebených živin pak probíhá v játrech, kam se živiny dopravují pomocí **vrátnicové žíly** (v. *portae*).

1.1 Stavba stěny trávicí trubice

Stěna trávicí trubice má v celém svém průběhu stejnou základní stavbu. Skládá se vždy ze sliznice, podslizničního vaziva, svalových vrstev a povrchové vrstvy. V průběhu trávicí trubice mají jednotlivé vrstvy své charakteristické uspořádání a tloušťku, jež odpovídá funkci příslušného oddílu.

SLIZNICE (*TUNICA MUCOSA*)

Sliznice tvoří rozhraní mezi vnitřním a vnějším prostředím organismu, brání vniknutí bakterií, škodlivých látek a antigenů. Tvoří měkkou vrstvu pokrytou slinami, hlenem nebo sekrety žláz. V dutině ústní je povrch hladký, v ostatních částech složený v řasy, v tenkém střevě vybíhá v prstovité výběžky (**klky**). Sliznice má na povrchu **epitel** (cylindrický v žaludku a střevě, v ostatních částech plochý), pod ním vmezežené **vazivo** s krevními a mízními cévkami a lymfatickou tkání, a nakonec tenkou vrstvičku hladké **svaloviny** sliznice, přispívající k řasení sliznice v žaludku a střevě.

PODSLIZNIČNÍ VAZIVO (*TUNICA SUBMUCOSA*)

Je tvořeno tenkou vrstvou řídkého kolagenního vaziva, obsahuje krevní a mízní cévy, nervové pleteně. Dle velikosti (objemu) vytváří nebo vyrovnává slizniční řasy a umožňuje jejich pohyblivost.

SVALOVÁ VRSTVA (*TUNICA MUSCULARIS*)

Je tvořena převážně **hladkou** svalovinou, uspořádanou do **dvou** vrstev, **vnitřní kruhové** (*cirkulární*), **zevní podélné** (*longitudinální*). Cirkulární vrstva je na několika místech zesílena ve **svěrače** (*sfinktery*). Stěna žaludku obsahuje ještě třetí (šikmou) vrstvu svaloviny. **Příčně pruhovaná** svalovina se nachází na **začátku** a na **konci** trávicí trubice (od dutiny ústní po dolní třetinu jícnu a poté v konečníku jako zevní svěrač řitního otvoru), je **ovladatelná vůlí**.



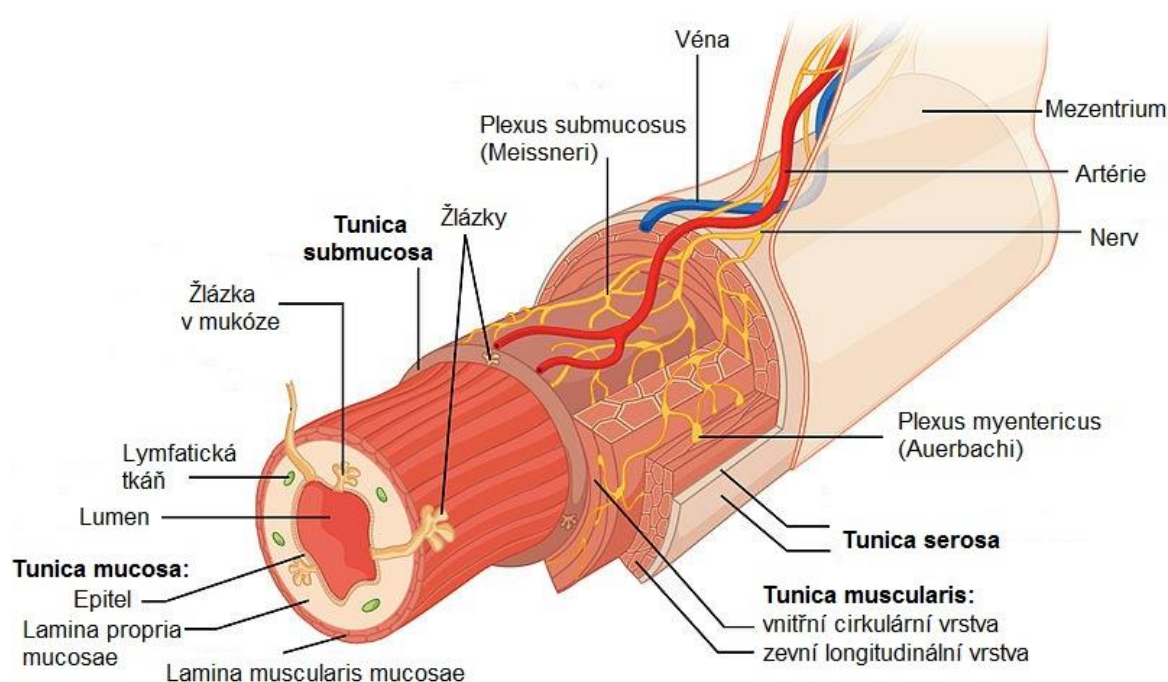
K ZAPAMATOVÁNÍ

Stěna trubice **vylučovací soustavy** (močový systém) je uspořádána velmi podobně jako stěna **trávicí** trubice. Rozdílem je uspořádání svalových vrstev hladké svaloviny v *tunica muscularis*, kdy u **trávicí** soustavy je **uvnitř svalovina kruhová, zevně podélná**, kdežto ve stěně **vylučovací** trubice je **uvnitř svalovina podélná a zevně cirkulární**.

ZEVNÍ POVRCHOVÁ VRSTVA (SEROSA)

Zevní vrstvu na povrchu trubice tvoří v břišní dutině **pobříšnice** (*peritoneum, tunica serosa*), což je tenká lesklá serózní blána o dvou listech (jeden vystýlá dutinu břišní, druhý přechází na povrch orgánů v ní uložených). Mimo dutinu břišní kryje trávicí trubici vrstva tvořená řídkým kolagenním vazivem (*tunica adventicia*).

Obrázek 1: Stavba stěny trávicí trubice (zdroj: online 1)



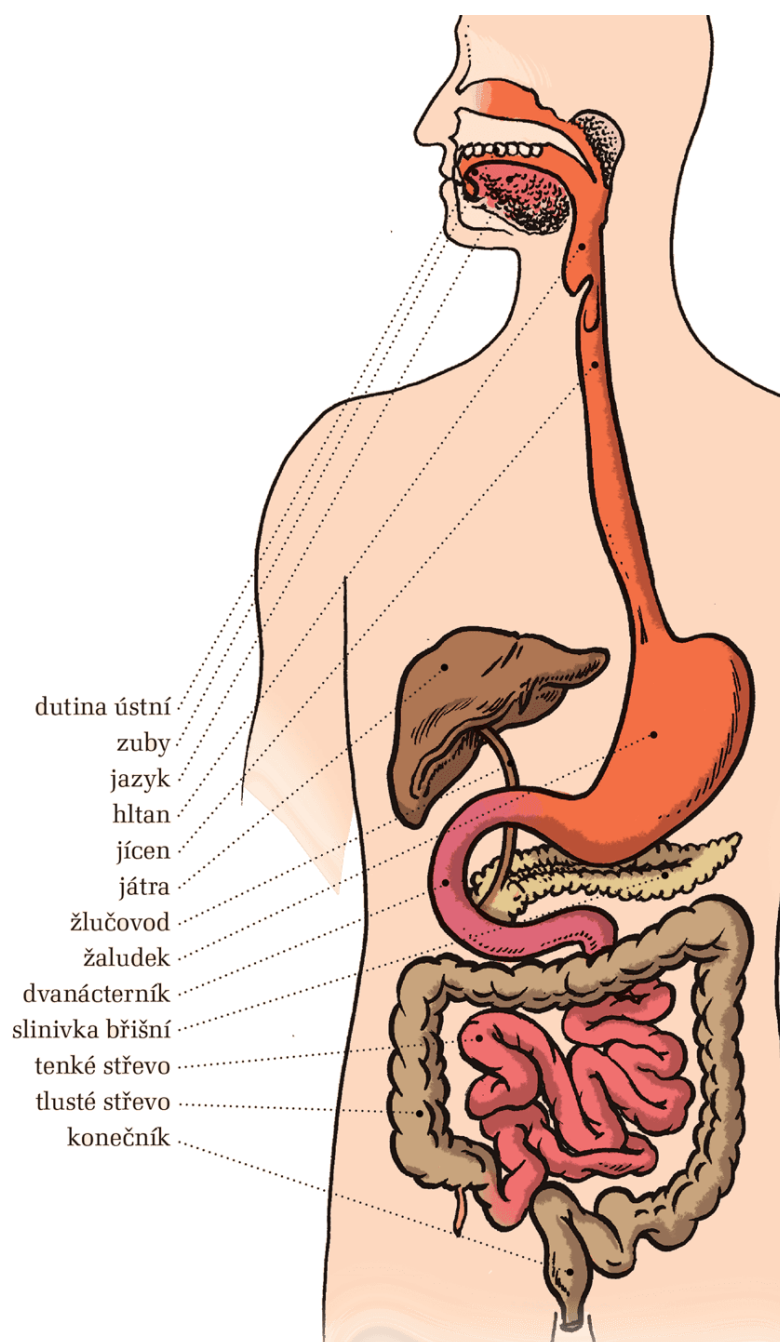
1.2 Humorální řízení sekrece

Humorální (látkové) řízení sekrece šťáv v trávicí soustavě je řízeno hormony, které se v trávicím systému tvoří. Tyto hormony se uplatňují při místním řízení sekrece a hybnosti,

většinou v součinnosti s nervovým řízením. K nejdůležitějším hormonům trávicí soustavy patří:

- **gastrin** – tvoří se v žaludku, jeho tvorbu spouští X. hlavový nerv (bloudivý – *n. vagus*), štěpí bílkoviny, alkohol, zvyšuje výdej žaludeční šťávy s vysokým obsahem HCl (kys. chlorovodíkové), podporuje pohyby žaludku
- **sekretin** – vzniká ve střevě dvanáctníku po příchodu kyselé tráveniny z žaludku
- **cholecystokinin (CCK)** – produkce je stimulována tuky a štěpy bílkovin v trávenině
- **serotonin, somatostatin, glukagon** a další (viz. 7. Endokrinní soustava)

Obrázek 2: Přehled částí trávicí soustavy (zdroj: online 2)



1.3 Dutina ústní (*cavum oris*)

Je počátečním oddílem trávicí trubice. Začíná **rtý** (*labia*, horní a dolní ret – *labium superius* a *inferius*), které obkružují **štěrbinu ústní**. Mezi nimi a přední plochou **zubů** (*dentes*) se nachází **předsíň** dutiny ústní (*vestibulum oris*), následuje **vlastní dutina ústní** (*cavum oris proprium*). Ze stran ji ohraničují **tváře** (*buccae*), nahoře a vzadu **tvrdé patro** (*palatum durum*), oddělující dutinu ústní od dutiny nosní, a **měkké patro** (*palatum molle*), které uprostřed vybíhá v **čípek** (*uvula*). Po okrajích měkkého patra je umístěna párová **patrová mandle** (*tonsilla palatina*). Spodinu tvoří **jazyk** (*lingua*) a **nadjazykové svalstvo** (*mm. suprahyoidei*), jdoucí od jazyky k dolní čelisti. Dutina ústní přechází vzadu **úžinou hltanovou** (*isthmus faucium*) do hltanu.

JAZYK (*LINGUA*)

Jazyk je **svalnatý** orgán z příčně pruhované svaloviny, upevněný vzadu u kořene k jazylce, volný konec je pohyblivý. Na povrchu je krytý **rohovatějícím epitelem**, na vrchní a boční ploše jazyka jsou mnohočetné **vyvýšeniny** (*papily*), které obsahují **chuťové pohárky** (receptory chuti) nebo **dotykové receptory**. Jazyk napomáhá promísení potravy se slinami, formování sousta a jeho posouvání do ústní části hltanu, což spouští **polykací reflex** (viz. 1.4. Hltan (*pharynx*). Uplatňuje se tedy při **žvýkání**, **polykání**, při **řeči** a jako **smyslový orgán chuti**.

ZUBY (*DENTES*)

Jsou seřazeny do horního a dolního zubního **oblouku** a pevně usazeny v zubních lůžcích (*alveolech*) obou **čelistí** (*maxily* a *mandibuly*). Soubor všech zubů tvoří **chrup** (*dentice*). Podle tvaru a funkce se zuby dělí na **řezáky** (*incisivi*), **špičáky** (*canini*), **třenové** (*premolares*) a **stoličky** (*molars*). U lidí se během života vyskytují 2 druhy chrupu:

- **dočasný** (primární, mléčný) – obsahuje celkem **20 zubů** v chrupu (8 řezáků, 4 špičáky, 8 stoliček), které se začínají prořezávat (*erupce*) okolo 6.-24. měsíce života a od 6 let postupně vypadávají (asi do 12 let) a jsou nahrazovány trvalými
- **trvalý** (sekundární) – chrup tvoří **32 zubů** (8 řezáků, 4 špičáky, 8 třenových a 12 stoliček), první stoličky se začínají prořezávat okolo 6 let věku, postupně následují řezáky, třenové zuby a špičáky, okolo 14 roku 2. stoličky a zcela nepravidelně 3. stoličky (zuby moudrosti), u někoho nejsou vůbec.

Horní část zuby tvoří **korunka** (*corona*), vyčnívající nad dásně a pokrytá **sklovinou** (*enamelum*). Pod korunkou je **krček** (*collum*) lemovaný **dásní** (*gingiva*), a **kořen** (*radix*, u premolárů a molárů 2-3 kořeny) krytý spolu s krčkem **cementem** (*cementum*), zanořený v *alveolu* a upevněný pomocí **ozubice** (*periodontium* – tuhé vazivo uspořádané do šikmo probíhajících snopců). Základní tkání, tvořící hlavní hmotu zuby je **zubovina** (*dentin*), pevnější než kost. Uvnitř zuby je **dutina**, zasahující až do kořenů, vyplněná vazivovou **dřeni** (*pulpa*) s četnými cévami a nervy, které do dutiny vstupují otvory v hrotu kořene.

SLINNÉ ŽLÁZY (*GLANDULAE SALIVARIAE*)

Slinné žlázy se dělí na **malé**, které jsou roztroušeny ve sliznici celé dutiny ústní, tvořící sliny neustále a na **velké slinné žlázy** (3 páry), které jsou uloženy mimo dutinu ústní, do které ústí jejich vývody. Velké párové slinné žlázy jsou:

- **příušní žláza** (*glandula parotis*) – nejobjemnější, uložena na zevní ploše žvýkačícího svalu, před a pod ušním boltcem, produkuje **serózní** (vodnatý) sekret, její vývod ústí u druhé horní stoličky
- **podjazyková žláza** (*glandula sublingualis*) – nejmenší z nich, uložena na svalech spodiny ústní dutiny pod sliznicí a po bocích jazyka, produkuje hlenovitý (**mucinózní**) sekret, ústí pod jazyk
- **podčelistní žláza** (*glandula submandibularis*) – uložena na dně dutiny ústní pod obloukem dolní čelisti, produkuje převážně **serózní** sekret, její vývod se spojuje s vývodem podjazykové žlázy a ústí pod jazykem v blízkosti uzdičky jazykové.

Hlavní složkou **sliny** (*saliva*) je voda (99,5 %), zbytek tvoří rozpuštěné látky anorganické (*ionty*) a organické – **hlen** (*mucin*), antibakteriálně působící **imunoglobuliny** a **lyzozom**, trávicí enzym **alfa-amyláza** (dříve *ptyalin*) a některé **odpadní látky** (kys. močová, močovina).

Sekrece slin (*salivace*) z velkých žláz probíhá **reflexně** a je spouštěna **nepodmíněně** (vrozená sekrece) kontaktem sousta s mechanoreceptory a chemoreceptory dutiny ústní nebo **podmíněně** (získaná), která je zahájena aktivací centra v prodloužené míše z vyšších částí centrálního nervového systému (*hypotalamus*, mozková kůra) – tato podmíněná reflexní sekrece slin umožňuje tvořit sliny na základě pouhé představy jídla nebo na základě vizuálního, sluchového nebo čichového podnětu.

Sliny mají několikero **funkcí** a **významů**: udržují stálou **vlhkost dutiny ústní**, **zvlhčují potravu** a usnadňují tak její mechanické zpracování, pomáhají **formovat sousto** (pomocí lepivého *mucinu*), působí **antibakteriálně** (ochrana proti vstupu bakterií do těla), **chrání zuby** před zubním kazem (omývají zuby od zbytků jídla, mikrobů a odloupaných epitelů, obsahují vápník), zahajují **štěpení škrobů** (alfa-amylázou), **upravují teplotu** přijímané potravy, rozpouštěním složek potravy **umožňují** jejich **působení na chuťové receptory**, **ředí škodlivé látky** přicházející do ústní dutiny (nejen potravou).

1.4 Hltan (*pharynx*)

Společný **trubicovitý orgán** dýchacího a trávicího systému, který je stropem přirostlý ke spodině lebeční, zadní stěna naléhá na krční páteř. V přední stěně se nachází **otvory** komunikující s dutinou nosní, ústní a hrtanovou, dělicí nálevkovitý hltan na tři části. Dutina nosní ústí **otvory** (*choany*) do **nosohlтанu** (*nasopharyngis*), ústní dutina přechází přes

úžinu hltanovou (*isthmus faucium*) do **ústní části hltanu** (*oropharynx*), níže přes *epiglottis* (příklopku hrtanovou) komunikuje se vstupem do **hrtanu** (*laryngopharynx*). V úrovni 6. krčního obratle přechází hltan plynule do jícnu.

Ve stěně hltanu je **příčně pruhovaná svalovina**, důležitá pro polykání. Průchod sousta do ústní části hltanu spouští **polykací reflex**, který probíhá v několika krocích: uzavře se vchod do nosohltanu zvednutím měkkého patra nahoru, sklopí se hrtanová záklopka, která tak uzavře vchod do hrtanu (proti „zaskočení“ sousta do dýchací soustavy), zastaví se dýchací pohyby a přiloží se k sobě hlasivkové vazy, ochabne horní jícnový svěrač, současně se stáhne příčně pruhovaná svalovina hltanu a vpraví sousto do jícnu.

1.5 Jícen (*oesophagus*)

Jícen je trubicovitý orgán dlouhý přibližně 25 cm, který spojuje hltan se žaludkem.

Leží v mezihrudí (*mediastinum*) za průdušnicí, před páteří. V dolní části prochází otvorem v bránici a vstupuje do žaludku. Uvnitř jícnu je **růžově šedá sliznice** složená v **podélné řasy**, krytá mnohvrstevným dlaždicovým epitelem. Svalová vrstva je v prvních dvou třetinách **příčně pruhovaná**, v dolní části jícnu je **hladká**. Na rozhraní hltanu a jícnu je zesílená v **horní jícnový svěrač**, mezi jícnem a žaludkem v **dolní jícnový svěrač**, které se uplatňují při posunu sousta z hltanu do žaludku. Na zevním povrchu je jícen až po bránici kryt vazivovou *adventicií*, v krátké břišní části *peritoneem*.

Posun sousta (pevného i kapalného) je **aktivní**, podporovaný stahem svaloviny, který se šíří z hltanu na jícen: nad soustem se vnitřní kruhová svalovina stahuje v prstenec, pod soustem ochabuje. Prstencovitá kontrakce se po jícnu šíří jako **peristaltická vlna** a tlačí sousto jícnem do žaludku. Současně ochabuje dolní jícnový svěrač, vchod do žaludku se otevírá, ochabuje i stěna žaludku a přicházející potravě se přizpůsobuje. **Rychlost** pohybu sousta jícnem závisí na konzistenci sousta a děje se v řádu několika sekund.

1.6 Žaludek (*gaster, ventriculus*)

Žaludek je vakovitě rozšířená část trávicí trubice. Jeho velikost a poloha jsou značně individuální a mimo to závisí také na množství náplně žaludku a poloze těla. U stojícího člověka (anatomická poloha), je horní část žaludku uložena pod levou brániční klenbou a konečný úsek se promítá 1–4 cm napravo od 4. bederního obratle (L4), zhruba v oblasti pupku. Shora je žaludek obklopen bránicí, vpravo játry, vlevo a lehce nad ním je slezina, vzadu slinivka břišní, vepředu naléhá břišní stěna, zezdola příčný tračník.

STAVBA ŽALUDKU

Žaludek má tvar vaku, nahoře s **malým zakřivením** (*curvatura minor*), dole s **velkým zakřivením** (*curvatura major*). Nahoře začíná poměrně úzkou částí, přechod jícnu v žaludek tvoří tzv. **česlo** (*cardia*), pokračuje rozšířené **tělo** (*corpus*), které se směrem nahoru

vyklenuje v **klenbu** (*fundus*), směrem dolů se žaludek zužuje ve vrátníkovou **předsíň** (*antrum*) a končí zúženým **vrátníkem** (*pylorus*) opatřeným **svěračem**.

Stěna žaludku má na vnitřním povrchu **jasně červenou sliznici** složenou v **řasy**, která je prostoupena cévními pleteněmi a hojnými žlázkami, které produkují **žaludeční šťávu** (objem a pH šťávy závisí na množství a skladbě potravy) a **hlen**, chránící sliznici před samonatrávením. Pod sliznicí je **řídce podslizniční vazivo**, umožňující velkou pohyblivost sliznice při peristaltických pohybech. Následuje **vrstva hladké svaloviny**, mezi vnitřní kruhovou a zevní podélnou vrstvou je zde vložena ještě **vrstva šikmých vláken**. Vnitřní vrstva vytváří v pylorické části **svěrač** (*m. sphincter pylori*). Povrch žaludku je v celém rozsahu kryt **pobříšnicí** (*peritoneum*). Tato serózní lesklá blána se u zakřivení spojuje, od malého zakřivení (*curvatura minor*) přechází jako **malá předstěra** (*omentum minus*) k játrům, od velkého zakřivení (*curvatura major*) přechází jako široká volně visící dlouhá řasa přes kličky střeva **velká předstěra** (*omentum majus*).

FUNKCE ŽALUDKU

Spolykaná **potrava se** v žaludku přechodně **skladuje**, mechanicky a chemicky **zpracovává**, některé požití látky se **vstřebávají** přímo do krevního oběhu (např. alkohol). Obsah žaludku se může zvětšit z 50 ml (na lačno) až na 1500–2000 ml. Po ukončení příjmu potravy (po posledním soustu) se **česlo** uzavře a žaludek zůstává 15–45 min v klidu, kdy se pevně přimkne k obsahu (*žaludeční peristola*) a obsah prostupuje kyselá žaludeční šťáva. Tekutá část spolykané potravy protéká po stěnách žaludku (podél *curvatury minor*) přímo do pyloru a pak tenkého střeva. Následně začnou nejprve slabé a postupně silící **peristaltické pohyby** žaludku vytvořené stahy svaloviny žaludku. Potrava se promíchává se žaludeční kyselinou a rozmělnuje, postupně se mění v tekutou tráveninu (*chymus*) a po malých dávkách je s každou vlnou přesouvána pootevřeným vrátníkem do dvanáctníku (1. části tenkého střeva). Nejkratší dobu zůstávají v žaludku cukry (cca 3 hodiny, i méně), nejdéle tuky (až 6 hodin).

ŽALUDEČNÍ ŠŤÁVA

Slouží k chemickému zpracování potravy. Za den se jí vytvoří 2–3 litry. Hlavní součástí je voda, ionty, kyselina chlorovodíková (HCl), pepsinogeny (štěpí bílkoviny), mucin (produkovan hlenovými žlázkami, chrání žaludeční sliznici proti chemickému či mechanickému poškození) a vnitřní faktor pro vstřebávání vitamínu B12 (vstřebávání probíhá až v tenkém střevě).

ZVRACENÍ (EMESIS)

Zvracení je reflexní děj, vyvolaný mechanickými, chemickými nebo psychickými podněty, při kterém je vyloučen žaludeční obsah (obrácením žaludečních peristaltických pohybů – *antiperistaltika*) dutinou ústní z těla. Zvracení vyvolává mechanické podráždění stěny hltanu (dávivý reflex), chemickým podnětem jsou nejčastěji toxiny bakterií v potravě

nebo také dráždění pobřišnice při patologických stavech v dutině břišní. Psychický podnět (věci, které se danému člověku oškliví, nepříjemné čichové vjemy) je spouštěn přímo z centrálního nervového systému, centrum je uložena v prodloužené míše. Další příčinou může být podráždění rovnovážného centra ve vnitřním uchu (centrum rovnováhy, koordinace) např. při nadměrných pohybech (rotace, atd.) nebo stavy při zhmoždění mozku.

Zvracení většinou předchází „**pocit na zvracení**“ (*nausea*), který se projevuje zvýšeným sliněním, zblednutím pokožky, zrychleným dýcháním. Obsah žaludku je při něm vytlačován břišním lisem pouze do jícnu, odkud se vrací zpět do žaludku.



PRŮVODCE TEXTEM

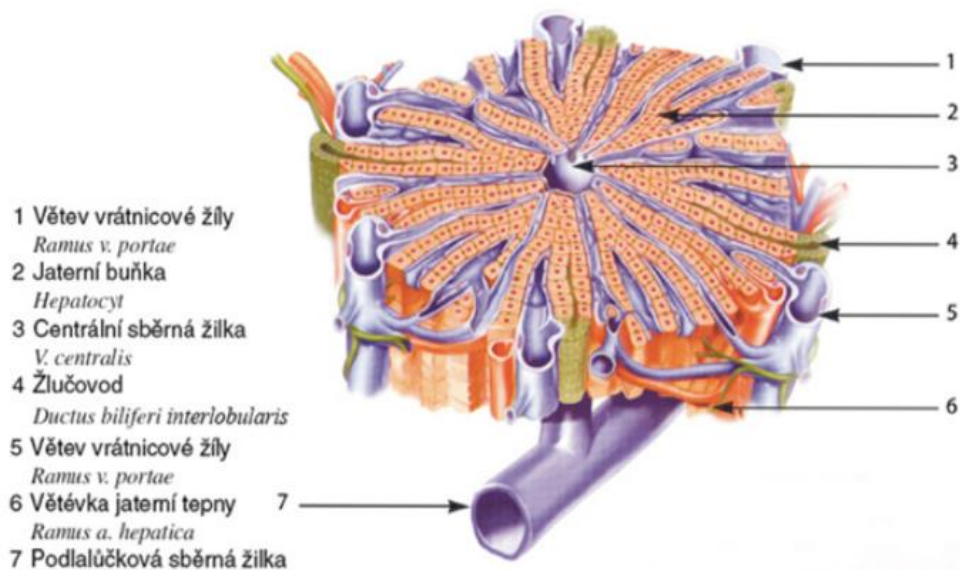
Další navazující částí trávicí soustavy je tenké střevo. Trávení v tenkém střevě závisí na přítomnosti šťáv slinivky břišní a žluči (tvořené v játrech!), které tam přitékají. Z tohoto důvodu následuje nyní část věnována velkým žlázám trávicí soustavy (játra se žlučníkem, slinivka břišní), poté budou probrány procesy trávení a stavba střev.

1.7 Játra (*hepar*)

Játra jsou největším a nejtěžším orgánem těla (pokud pomineme kůži), váží cca 1,5 kg. Jsou uložena v břišní dutině pod **pravou brániční klenbou**, směrem doleva přesahují střední čáru. K bránici je fixuje vazivové pouzdro. Dělí se do 4 laloků: na větší **pravý** (*lobus dexter*), menší **levý** lalok (*lobus sinister*), dále na lalok **čtverhranný** (*lobus quadratus*) a lalok **dolní duté žíly** (*lobus caudatus*). Laloky se sbíhají na spodní ploše jater v rýhách ve tvaru písmene „H“ a svírají mezi sebou jaterní branku (*hilus*), kterou do jater vstupují cévy (**jaterní tepna** – přivádí okysličenou krev a živiny, **vrátnicová žíla** – *v. portae* – přivádí odkysličenou krev s látkami vstřebanými v oblasti trávicí trubice – z žaludku, slinivky, střev, aby se v játrech metabolizovaly – tzv. funkční oběh) a vystupují žlučovody. Žilní krev je z jater odváděna jaterními žilami přímo do dolní duté žíly.

Jaterní parenchym má červenohnědou barvu a je poměrně křehký, při úrazech se snadno trhá. Jaterní buňky (*hepatocyty*), jsou uspořádány do trámců, které se paprčovitě sbíhají k centrální žilce a vytváří tak základní stavební a funkční jednotku jater – **jaterní lalůček** (*lobulus*). V úzkých prostorech mezi jednotlivými lalůčky probíhají cévy (jaterní tepénka pro výživu a větvička vrátnicové žíly s metabolity) a začínají zde slepě nejmenší žlučovody, do kterých je sbírána žluč vylučována jaterními buňkami na žlučovém pólu.

Obrázek 3: Stavba jaterního lalůčku (zdroj: online 3)



Funkce jater:

- **centrum metabolismu**, metabolizují všechny typy živin (cukry, tuky, bílkoviny)
- **centrum detoxikace** (odbourává a inaktivuje alkohol, léčiva a produkty metabolismu, mění čpavek na močovinu)
- **odbourávají hormony** (např. inzulin, aldosteron)
- **vytváří většinu plazmatických bílkovin**
- uplatňují se v **metabolismu vitamínů** (jsou zásobárnou vit. B12, D, E, K)
- **zneškodňují mikroorganismy** a další cizorodé složky vstřebané ve střevě
- **odbourávají staré krvinky**, v prenatálním vývoji jsou místem **krvetvorby**
- zasahují do **metabolismu minerálních látek** (železa, mědi, kobaltu)
- **snížují (i tvoří) cholesterol**, který využívají pro tvorbu žlučových kyselin
- jsou významným **zdrojem tepla** v těle
- jsou **zásobárnou krve** (vyplavuje se po krevních ztrátách)
- **ovlivňují proces srážení krve** (tvoří srážecí faktory, skladují vit. K)
- mají podíl na **udržování glykémie** (glukostatická funkce jater)
- **vytváří žluč** nezbytnou pro metabolismus tuků.

ŽLUČ (FEL)

Žluč je řídká žlutozelená tekutina, skládající se z vody, žlučových barviv (*bilirubin, biliverdin*), žlučových kyselin a jejich solí, obsahuje cholesterol, lecitin, a bikarbonát, díky kterému má silně zásaditou reakci a přispívá k neutralizaci kyselá tráveniny dvanáctníku. Hlavní funkcí žluči je **emulgace tukových látek**, tzn. velké tukové kapénky mění na malé (čímž se zvětšuje plocha pro působení lipázy, které z tuku odštěpují mastné kyseliny) a

umožňuje jejich rozptýlení ve vodě. Dále je nezbytná pro vstřebávání mastných kyselin uvolněných během trávení.

ŽLUČOVÉ CESTY (ŽLUČOVODY) A ŽLUČNÍK

Žluč je vyměšovaná jaterními buňkami do štěrbin mezi dvěma řadami jaterního trámčku, odtud odtéká do žlučovodů, které začínají na obvodu lalůčků. Žlučovody se postupně spojují a vytvářejí **nitrojaterní (intrahepatální)** žlučové cesty. Játra opouštějí jaterní brankou dva **mimojaterní (extrahepatální)** vývody – **pravý a levý jaterní vývod (ductus hepaticus dexter a sinister)** pro pravý a levý lalok jater. Krátce poté se pravý a levý vývod spojuje ve společný **jaterní vývod (ductus hepaticus communis)**, ke kterému se připojuje **vývod žlučníku (ductus cysticus)** a tento **žlučovod (ductus choledochus)** pokračuje do **dvanáctníku**, kde ústí spolu s vývodem slinivky na vyvýšené papile.

Žlučník (vesica fellea) je vakovitý orgán leží na spodní ploše jater pod pravým lalokem, má hruškovitý tvar s vývodem nahoře a objem cca 60 ml. V játrech se denně vytvoří 0,7 – 1,2 litru žluči, která teče do žlučníku, kde se až 10x zahušťuje vstřebáváním vody a skladuje. Do dvanáctníku se žlučník vyprazdňuje reflexně a pod vlivem *cholecystokininu*, hlavním podnětem k vyprázdnění je přítomnost tuků v trávenině ve dvanáctníku.



ÚKOL K ZAMYŠLENÍ

Žlučník je v případě bolestivých žlučových kamenů, které nelze odstranit odoperován (odebrán z těla). Co se změní pro lidi s odebraným žlučníkem? Jak systém funguje bez žlučníku? Čím jsou lidé v dalším životě po operaci omezeni a proč?

1.8 Slinivka břišní (*pankreas*)

Slinivka je protáhlá úzká **žláza**, na které se rozlišuje **hlava (caput)**, **tělo (corpus)** a **ocas (cauda)**. Je uložena v oblouku dvanáctníku mezi žaludkem a zadní stěnou břišní, za pobřišnicí (*retroperitoneálně*). Jde o žlázu **smíšenou**, obsahuje **dva typy tkáně**:

- **tkáň s vnitřní sekrecí (endokrinní)** - tvořenou **Langerhansovými ostrůvky**, které tvoří a předávají do krve **hormony (insulin, glukagon, somatostatin)**
- **tkáň se zevní sekrecí (exokrinní)** – většinová, tvořící trávicí šťávu, která odtéká vývodem do tenkého střeva na vyvýšené papile (spolu se žlučovodem).

Slinivka vytvoří za den 2-3 litry **pankreatické trávicí šťávy**, která má silně **zásaditou** reakci (stejně jako žluč, díky obsahu bikarbonátu) pro neutralizaci kyselé tráveniny přichá-

zející do dvanáctníku ze žaludku. Obsahuje řadu **trávicích enzymů** – **alfa-amylázu** (pokračování trávení škrobů na maltózu), **lipázy** (štěpení tuků), **enzymy štěpící bílkoviny** (*proteolytické*, např. aktivovaný *trypsin*), **nukleázy** (štěpí nukleové kyseliny). Sekrece je **nepodmíněná reflexní**, zahájena příchodem potravy do dutiny ústní, regulují ji hormony *sekretin*, *cholecystokinin* a *gastrin*.

1.9 Tenké střevo (*intestinum tenue*)

Tenké střevo je nejdelším úsekem trávicí trubice, u dospělého měří 3-4 metry a je široké cca 3 cm. Dělí se na 3 odlišné oddíly – dvanáctník (*duodenum*), lačník (*jejunum*) a kyčelník (*ileum*).

Dvanáctník (*duodenum*) je první a nejkratší úsek, uložený za velkým zakřivením žaludku, stáčí se do oblouku (podkovy) směrem doleva, v jeho oblouku je uložena hlava slinivky břišní. Sliznice je složena v husté řasy, v sestupném úseku vyúsťuje na vyvýšené papile (*papilla duodeni major*, Vateri) žlučovod a vývod slinivky (exokrinní sekrece).

Lačník (*jejunum*) a **kyčelník** (*ileum*) tvoří dlouhé úseky tenkého střeva (nejdelší je *ileum*), přechod mezi lačníkem a kyčelníkem není přesně ohraničený. *Jejunum* má silnější stěnu, vyšší a četnější slizniční řasy, bohatší cévní zásobení a více lymfatické tkáně. Kličky *jejuna* jsou uloženy spíše v levé horní části dutiny břišní, kličky *ilea* v pravé dolní části. *Ileum* vyúsťuje v pravé jámě kyčelní a jde zleva do boční stěny tlustého střeva. Sliznice v místě přechodu tenkého a tlustého střeva vytváří **chlopeč**, která dovoluje průchod obsahu jen z *ilea* do tlustého střeva, ne naopak.

STAVBA STĚNY TENKÉHO STŘEVA

Kličky tenkého střeva pokrývá a obkružuje zdvojený list **pobříšnice**, tzv. **okruží** (*mesenterium*), které je připevněné k zadní břišní stěně a uzavírá prostor bohatě prostoupený krevními a mízními cévami včetně mízních uzlin. Pod povrchovou vrstvou se nachází **hladká svalovina**, uspořádána klasicky do dvou vrstev (vnitřní kruhová, zevní podélná) a svými stahy umožňuje pohyby (kývavé, peristaltické) sloužící k promíchávání a posouvání obsahu střeva. **Podslizniční vazivo** je řídké, obsahuje husté pleteně krevních a mízních cév, nervové pleteně a žlázy produkující silně zásaditý hlen, neutralizující kyselou tráveninu ze žaludku.

Sliznice je složena v příčné řasy a dále vybíhá v prstovité výběžky – **klky** (*villi intestinales*), které mnohonásobně zvětšují vnitřní plochu střeva. Sliznici tvoří cylindrické buňky (*enterocyty*), které mají více funkcí: tvoří hlen, jsou schopny vstřebávat látky ze střeva do krve, produkují antimikrobiální látky a fagocytují, jsou součástí střevních žlázek produkujících střevní šťávu, vykazují endokrinní aktivitu (vytváří hormony *sekretin* a *cholecystokinin*).

VSTŘEBÁVÁNÍ LÁTEK V TENKÉM STŘEVĚ

V tenkém střevě se částečně natrávený *chymus* promíchává se střevní šťávou a vlivem pankreatické šťávy a enzymů v mikroklicích střevního epitelu se látky v chymu obsažené rozkládají až na jednotlivé základní stavební složky (aminokyseliny, jednoduché cukry, mastné kyseliny), které se prostřednictvím buněk střevní sliznice vstřebávají do krevního a lymfatického oběhu. Tenké střevo vstřebává až 90 % přijatých živin a vody.

Bílkoviny se štěpí v žaludku za působení *pepsinů* a HCl na polypeptidy, působením enzymů pankreatické šťávy ve střevě na *oligopeptidy*, *dipeptidy* a aminokyseliny, konečné štěpení na jednotlivé aminokyseliny zajišťují enzymy *enterocytů*.

Složené cukry (škroby, glykogen) se začínají štěpit alfa-amylázou ve slinách, štěpení pokračuje v žaludku do vyloučení HCl, v duodenu pokračuje pankreatická alfa-amyláza a štěpí cukry na *maltózu*, *maltotriózu* a *dextriny*. Tyto se spolu s přijatými **disacharidy** (řepný cukr – *sacharóza*, mléčný cukr – *laktóza*) rozštěpí působením enzymů na cukry jednoduché (*monosacharidy*), tj. *glukózu*, *fruktózu*, *galaktózu*.

Tuky (*lipidy* – *triacylglyceroly*, *triglyceridy*) se za přítomnosti žluče štěpí pankreatickou lipázou na *monoglyceroly* a **mastné kyseliny**. Tyto látky se žlučovými kyselinami vytváří komplexy (*micely*), které se vstřebávají skrz *enterocyty*.

1.10 Tlusté střevo (*intestinum crassum*)

Tlusté střevo je přibližně 1,5 m dlouhé, širší, má tyto části:

- **slepé střevo** (*ceacum*) – leží v pravé dolní části břišní dutiny, směrem dolů je slepě zakončeno (pod úroveň vstupu tenkého střeva), ze spodní slepé části vybíhá **červovitý přívěsek** (*apendix vermiformis*), který může mít variabilní umístění, je místo častého zanícení (*apendicitida*)
- **vzestupný tračník** (*colon ascendens*) – směřuje po pravé straně břišní dutiny směrem vzhůru k játrům, v pravém ohbí přechází v
- **příčný tračník** (*colon transversum*) – jde od jater napříč přes břišní dutinu (vodorovně) doleva ke slezině, díky širokému závěsu je tato část nejpohyblivější
- **sestupný tračník** (*colon descendens*) – u sleziny se tračník opět ohýbá a sestupuje po levé straně břišní dutiny k pánvi
- **esovitá klička** (*colon sigmoideum*) – úsek stáčeující se esovitě ke středu pánve a dozadu
- **konečník** (*rectum*) – konečný úsek tlustého střeva, jde dolů před kostí křížovou a kostrčí, v horní ampulovité části se hromadí stolice, spodní užší úsek směřuje k povrchu těla a vyústuje řitním otvorem (*anus*), otvor uzavírá dvojice svěračů (vnitřní svěrač z hladké svaloviny, zevní z příčně pruhované – ovladatelný vůlí).

Stěna tlustého střeva odpovídá charakteristickému uspořádání trávicí trubice (sliznice, podslizniční vazivo, svalovina, povrchová vrstva). Specifické uspořádání má pouze podélná vrstva svaloviny, která je téměř v celé délce zesílena do 3 svazků (*teniae coli*), kdežto v částech mezi pruhy je oslabená nebo chybí, stěna se tak při stahu svaloviny vydouává v měchýřkovité útvary – *haustra*.

Průchod tráveniny tlustým střevem a její přeměna ve stolici trvá přibližně 10 hodin. Neresorbované zbytky chymu se posunuje tlustým střevem, resorpcí vody a anorganických látek se dále zahušťuje. Fyziologicky přítomné střevní bakterie zpracovávají nevyužité organické látky chymu, některé produkují vitamín K nebo B. Obsah tlustého střeva se posunuje **peristaltickými pohyby** (rytmické střídání kontrakce kruhové a podélné svaloviny) a **propulzními pohyby** (několikrát denně vznikající mohutné kontrakce většího úseku tlustého střeva). Mobilitu střeva podporují nestrávené zbytky potravy (zvláště celulóza) a regulují hormony.

STOLICE A JEJÍ VYPRAZDŇOVÁNÍ (DEFEKACE)

Definitivní stolice obsahuje nestrávené zbytky potravy, hlen produkovaný buňkami sliznice, vodu, mrtvé bakterie a odloučené epitelové buňky. Charakteristické zabarvení stolice podmiňují žlučová barviva, zápach je dán přítomností *indolu*, *skatolu* a sirovodíku. Střevní plyny (vodík, metan, oxid uhličitý, dusík) jsou součástí spolykaného vzduchu, zároveň je svou činností vytváří střevní bakterie, které působí na nestrávené zbytky potravy, zejména cukry.

Pocit nucení na stolici je dán zvýšeným tlakem stolice nahromaděné v ampulovité části konečníku, který podráždí mechanoreceptory stěny citlivé na tah a začnou vysílat vzruchy do defekačního centra v křížové míše. Aktivované centrum vyvolá stah hladké svaloviny konečníku provázený pocitem nucení a zároveň se uvolní vnitřní svěrač (reflexní děj pod řízením parasymptiku). K následnému vyprázdnění konečníku je zapotřebí vědomě (vůli) povolit vnější svěrač z příčné pruhované svaloviny. Poté dochází k zesílení peristaltických vln, stahují se břišní svaly (břišního lis) a dochází k vylučování stolice.

1.11 Látkový metabolismus e energie

Děje označované jako **látková přeměna** (látkový metabolismus) navazují na vstřebání živin v trávicím traktu. Zahrnují procesy **anabolické**, při kterých vznikají ze základních látek látky složitější chemické struktury za spotřeby energie a procesy **katabolické**, při kterých se štěpí složitější struktury a tvoří se jednodušší produkty spolu s uvolněním energie (ve formě tepla, zbylá část je v těle uchovávána ve formě fosfátových vazeb – ATP). Získaná energie se používá při aktivním transportu látek přes buněčnou membránu, pro syntézu látek tělu vlastních (*anabolismus*) a pro svalovou kontrakci. Katabolické a anabolické děje probíhají v těle neustále.

Množství **energie**, kterou tělo potřebuje pro **udržení základních životních funkcí** (dýchání, krevní oběh, udržení stálé teploty) se označuje jako **bazální (základní) energetická přeměna (bazální metabolismus)**, která je závislá na věku, pohlaví, hmotnosti a výšce jedince. **Dodatková energie** je takové množství další energie, které vyžaduje **činnost** organismu (fyzická práce, sport, příjem potravy,). Poměr přijaté a vynaložené energie by měl být v souladu. Při vysokém příjmu energeticky bohaté potravy a nízkém energetickém výdeji organismu se u zdravého dospělého jedince začnou vytvářet tukové rezervy a vzniká otylost, následně obezita. Při nízkém příjmu energie a větším energetickém výdeji začne jedinec ubývat na váze, zároveň však může být organismus ohrožen nedostatkem potřebných látek pro zdravé fungování. Oba stavy jsou rizikovými faktory, které mohou vést k závažným až život ohrožujícím zdravotním komplikacím (např. obezita III. stupně, anorexie, bulimie a další).



SHRNUTÍ KAPITOLY

První kapitola popisuje jednotlivé úseky trávicí soustavy (dutina ústní, hltan, jícen, žaludek, tenké střevo, tlusté střevo, játra, slinivka břišní, žlučník), které jsou až na drobné odchylky stavebně velmi podobné. Každý úsek je dále specificky upraven pro svou funkci. Krom trávení se tato soustava účastní mnoha dalších funkcí jako tvorby tepla, má funkci v imunitním systému, endokrinním systému, dále zde sídlí smysl chuti; ústní dutina, hltan a jazyk svou stavbou umožňují artikulovanou řeč. Krom trávení a vstřebávání živin hraje zásadní roli v metabolismu látek a hospodaření s energií, kterou tělo potřebuje ke svému fungování.



OTÁZKY

1. Jakou stavbu má trávicí trubice?
 2. Kde se tvoří žluč a k čemu slouží?
 3. Na které straně jsou v břišní dutině uložena játra, slezina, žaludek, slepé střevo?
 4. Jaké jsou specifické funkce jater?
 5. Jaká je rozdíly ve stavbě trávicí trubice a trubice vylučovací soustavy?
 6. Jak je spojena trávicí soustava s energetikou těla?
-

2 VYLUČOVACÍ SOUSTAVA

RYCHLÝ NÁHLED KAPITOLY



Vylučovací soustavu tvoří ledviny a vývodné cesty močové, začínající v ledvině a vyústující na povrch těla. Koncová část soustavy, tj. vývodná cesta z močového měchýře na povrch těla, reprezentovaná močovou trubicí je pohlavně specifická a u muže zásadně zapojena i do systému reprodukčního. Hlavní funkcí je zpětná resorpce vody a tvorba moči obsahující látky dále pro tělo nepotřebné. Systém je, stejně jako systém dýchací a trávicí, pevně spjat se systémem oběhovým, zejména s krevním řečištěm.

CÍLE KAPITOLY



Po prostudování této kapitoly bude student umět:

- popsat jednotlivé části soustavy a jejich funkce
- stavbu, funkci a umístění ledvin
- obecnou stavbu vývodných cest
- proces tvorby moči a jeho důležitost.

ČAS POTŘEBNÝ KE STUDIU



Čas potřebný k prostudování této kapitoly je 20–30 minut. Stěžejní částí této kapitoly je stavba a funkce ledvin a také proces tvorby moči a resorpce vody.

KLÍČOVÁ SLOVA KAPITOLY



Ledvina, močovod, močový měchýř, močová trubice, glomerulus, resorpce.

Vylučovací ústrojí tvoří **ledviny a vývodné cesty močové** s rozšířením v podobě močového měchýře. Vylučovací (*exkreční*) funkci plní v organismu také **trávicí soustava, dýchací soustava** (vylučování CO₂ z těla), v menší míře i **kůže** skrze **potní žlázy** (vylučování vodné složky, minerálů a odpadních látek formou potu). Všechny tyto systémy vylučují

látky v těle dále nepotřebné, vznikající při metabolismu, látky cizorodé, které by svou koncentrací narušily **homeostázu** (léky, těžké kovy) a podílejí se tak zásadním způsobem na udržování stálosti vnitřního prostředí.

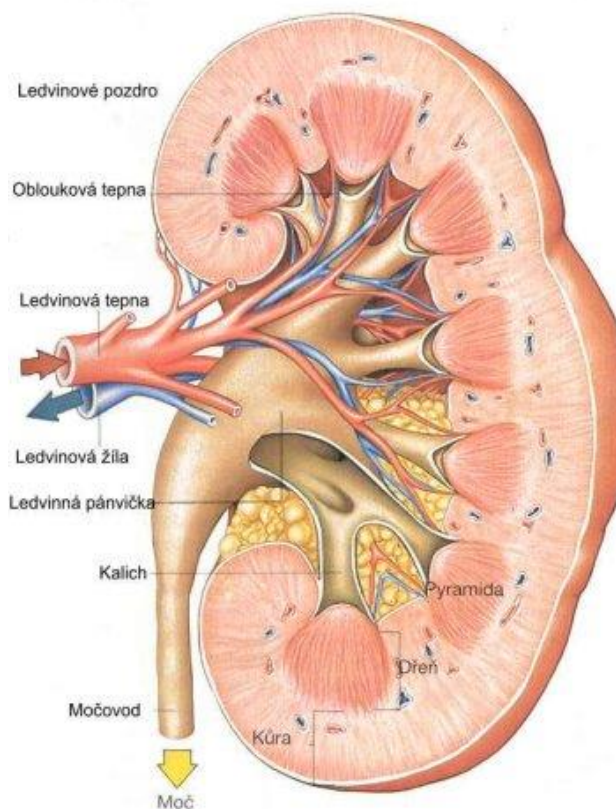
2.1 Ledviny (*ren, nephros*)

Ledviny jsou párovým orgánem fazolovitého tvaru o délce 12 cm a šířce 6 cm, uložené v dutině břišní po stranách horní části bederní páteře *retroperitoneálně* (v prostoru mezi pobřišnicí a zadní břišní stěnou). Spolu s nadledvinami, které nasedají na horní pól ledvin, jsou obaleny tukovým vazivem, které je chrání proti otřesům a částečně tepelně izoluje. Vlastní povrch ledvin je kryt tenkým vazivovým pouzdrem. Uprostřed vnitřní hrany ledviny je branka (hilus), kterou vstupují cévy a nervy a vystupují močovody.

STAVBA LEDVINY

Na podélném řezu ledvinou je pod vazivovým pouzdrem patrná zrnitá **kůra** (*cortex renalis*), směrem dovnitř se nachází **dřeň** (*medulla renalis*), uspořádaná do **pyramid** s širokou bází otočenou ke kůře a vrcholy (*papilami*) směřujícími ke středu ledviny, kde na ně naléhají **ledvinové kalichy** (*calices renales*), sbíhající se do **ledvinové pánvičky** (*pelvis renalis*). Kůra a dřeň tvoří funkční **parenchym** ledviny, tvořený řídkým vmezeřeným vazivem (*intersticium*), prostoupeným cévami a **nefrony**.

Obrázek 4: Stavba ledviny (zdroj: online 4)

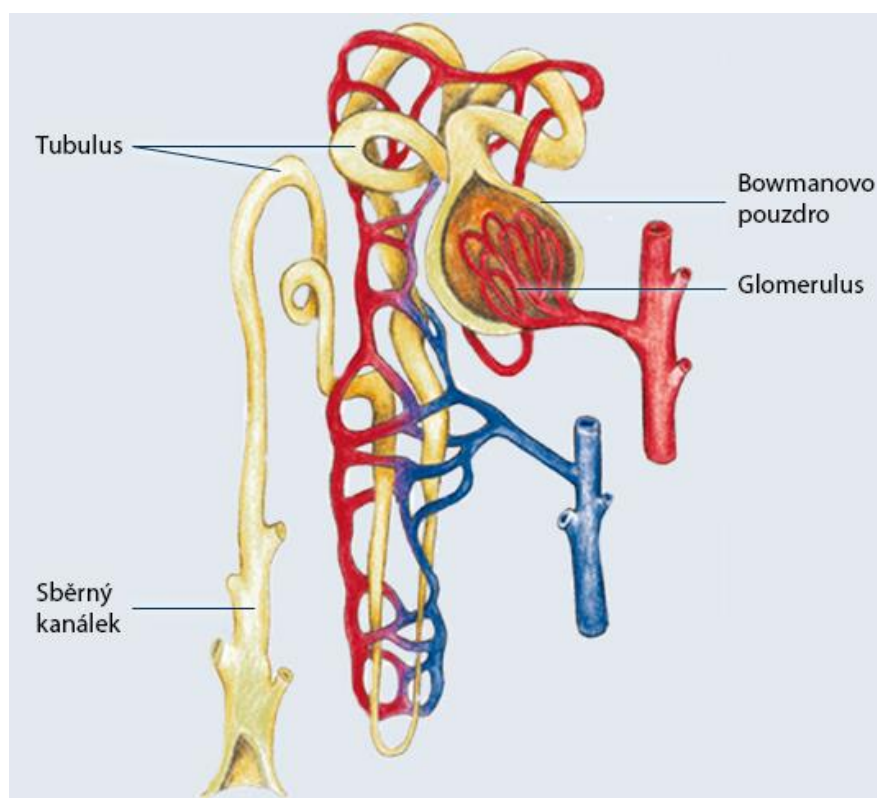


Nefron je základní stavební i funkční jednotkou ledvin, v jedné ledvině je asi 1 milion nefronů. Jednotlivé části nefronu jsou:

- **ledvinové (Malphigiho) tělísko** – počáteční část, skládá se z klubíčka stočených krevních kapilár (*glomerulus*) a dvojitého **Bowmanova pouzdra**, obklopujícího glomerulus
- **proximální tubulus** (stočený kanálek 1. řádu) – kanálek navazující na pouzdro
- **Henleova klička** – tvoří spojku mezi proximálním a distálním tubulem, jde o zúžené místo mezi tubuly
- **distální tubulus** (stočený kanálek 2. řádu) – pokračování kličky, ústí do
- **sběracího kanálku** – kanálek, do kterého vyúsťuje několik distálních tubulů, vyúsťuje na papile dřeňové pyramidy do ledvinového kalichu.

Malphigiho tělíska, proximální a distální tubuly a začátek sběracího kanálku jsou uloženy v **kůře** ledvin, Henleova klička zasahuje do **dřeně**.

Obrázek 5: Stavba nefronu (zdroj: online 5)



PROKRVENÍ LEDVIN A TVORBA MOČI

Tvorba moči je závislá na činnosti jednotlivých oddílů nefronu a na průtoku krve ledvinami. Ledvinami proteče 1 000 – 1 300 ml krve za minutu, z toho 90 % kůrou a 10 % dřením. Krev přivádí ledvinová tepna (*a. renalis*), v ledvině se bohatě větví na koncové přívodné

tepénky, které se rozpadají do klubička kapilár nefronu. Kapiláry klubička se pak spojují v odvodné tepénky vytvářejí síť kolem tubulů a poté se spojují do větších žil až vytvoří žílu ledvinovou (v. *renalis*), která odvádí krev z ledviny do dolní duté žíly.

Proces tvorby moči v nefronu **glomerulární filtrace**, kdy se část plazmy z krve protékající kapilárami klubička protlačuje (filtruje) do naléhajícího Bowmanova pouzdra. Do Bowmanova pouzdra a dále do proximálního tubulu odeče denně 170 litrů glomerulárního filtrátu (tzv. *primární moč*). V ledvinových tubulech se filtrát postupně upravuje až na *definitivní moč* prostřednictvím tubulární zpětné resorpce (*reabsorpce*), které je nakonec asi 1,5 litrů za den, tj. necelé 1 % z profiltrované primární moči. Úkolem tubulů je díky resorpci vrátit zpět do krve potřebné organické a anorganické součásti a zajistit vyloučení odpadních látek do moči.

Proximální tubulus vstřebává 75-80 % vytvořeného glomerulárního filtrátu, které vrací do sítě kapilár okolo tubulů spolu s anorganickými látkami (sodík, chloridy, draslík, vápník, bikarbonáty) a organickými (aminokyseliny, močovina, glukosa). **Henleova klička** zpracovává zbylých 20–25 % tekutiny přitékající z proximálního tubulu. Mechanismy výměny vody a anorganických látek jsou založeny na tzv. protiproudovém multiplikačním systému. Do **distálního tubulu** přitéká hypotonická tekutina z Henleovy kličky, vstřebávají se zde především ionty a voda. Ve **sběracím kanálku** vzniká **definitivní moč**. Vstřebávání dalšího množství vody a vznik koncentrované moči zde řídí **antidiuretický hormon** (ADH), který navozuje propustnost stěny sběracího kanálku pro vodu.

Za fyziologických okolností má moč zlatožlutou barvu, kyselou reakci a je lehce aromatická. Obsahuje vodu (95 %), pevné látky (dusíkaté látky – močovina, ionty, sírany a fosfáty). Za chorobných okolností se v moči objevuje glukosa (při cukrovce), bílkoviny (při poruše glomerulů nebo tubulů), krev (při poškození glomerulů, tubulů, při močových kamenech), žlučová barviva (u žloutenek).

FUNKCE LEDVIN

Ledviny mají nezastupitelnou funkci v udržování **homeostázy**, díky pohotovým změnám v množství a složení moči. Prostřednictvím moči jsou z těla odváděny **cizorodé složky** (léky, jedy, kovy), **přebytek vody a solí** a **odpadní produkty přeměny látek** – k hlavním patří **močovina** (koncový produkt odbourávání bílkovin), **kreatinin** (produkt štěpení *kreatinfosfátu* ve svalech), **kyselina močová** (vzniká při odbourávání nukleových kyselin), **bilirubin** a **urobilinogen** (produkty odbourávání *hemoglobinu*).

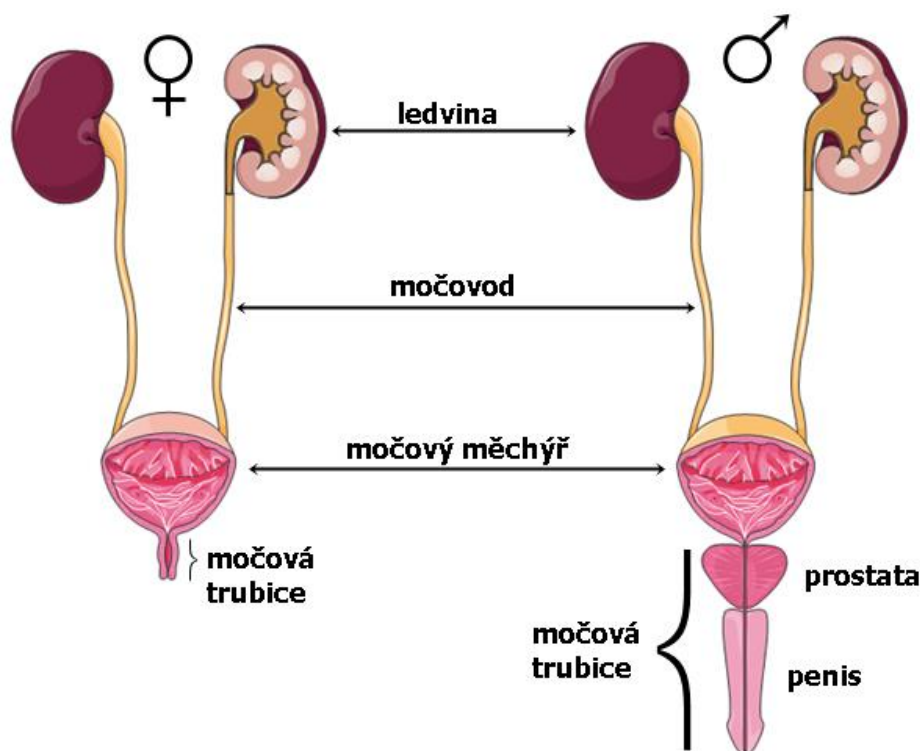
Ledviny dále přispívají k udržování stálého objemu tělních tekutin, udržování acidobazické rovnováhy, regulaci krevního tlaku prostřednictvím sekrece hormonu **reninu**, přispívají k řízení krvetvorby sekrecí **erythropoetinu**, podílí se na tvorbě aktivní formy vitamínu D₃, který ovlivňuje vstřebávání vápníku ve střevě.

Při selhání funkce ledvin se v těle hromadí dusíkaté látky, které svým toxickým působením vyvolávají těžké poruchy celkového stavu organismu (*urémie*) až smrt.

2.2 Vývodné cesty močové

Definitivní moč vytéká ze sběracího kanálku na papile dřeně do **ledvinových kalichů** (*calices renales*), které obemykají papily a tvoří začátek vývodných cest močových. Kalichy se spojují v **ledvinovou pánvičku** (*pelvis renalis*) o objemu 5 ml, která je uložena v brance ledviny mezi cévami. **Moč** vstupuje do pánvičky nasáváním ze sběrných kanálků rytmickými kontrakcemi hladké svaloviny ledvinových kalichů. Pánvička se na druhém konci zužuje a přechází v **močovod** (*ureter*). Močovody z obou ledvin ústí do horní zadní části **močového měchýře** (*vesica urinaria*). Ze spodní části měchýře pak odstupuje **močová trubice** (*uretra*), která ústí na povrch těla, její průběh má rozdílné uspořádání a délku na základě stavby pohlavních cest u muže a ženy.

Obrázek 6: schéma vývodných cest močových u ženy a muže (zdroj: online 6)



2.2.1 MOČOVOD (URETER)

Močovod je trubice o délce 25-30 cm sestupující od ledvin směrem dolů do pánve k močovému měchýři, do kterého ústí šikmo zezadu shora. **Sliznice** je krytá přechodným vícevrstevným epitelem, který je schopný protažení. Epitel je chráněn hlenem před vlivem kyselé moči. Střední vrstvu tvoří **hladká svalovina** ve dvou vrstvách (uvnitř podélná, zevně cirkulární – opak oproti trávicí trubici!). Činností svaloviny močovodu vznikají peristaltické vlny a moč je v malých objemech posouvána do močového měchýře (gravitace sehrává až druhotnou roli). Zevní vrstvu močovodu tvoří **vazivová adventicie**.

2.2.2 MOČOVÝ MĚCHÝŘ (VESICA URINARIA)

Močový měchýř leží v pánvi za sponou stydkou (*symfýzou*), u mužů před konečníkem, u žen před pochvou (pod dělohou). Je to dutý svalový orgán, který mění svůj tvar dle velikosti náplně. Fyziologická kapacita je asi 200 ml, maximální až 800 ml.

Sliznice je v prázdném měchýři složena v síťovité řasy, krytá přechodným epitelem. **Hladká svalovina** ve stěně je uspořádána do **tří vrstev** jdoucích v různých směrech. Svalovina kolem začátku močové trubice je zesílena ve **vnitřní svěrač**. Zevně je řídký vazivový obal tvořený *adventicií*.

V močovém měchýři je moč **skladována**. Při překročení fyziologické náplně se podrážděním mechanoreceptorů ve stěně měchýře vyvolá pocit nucení na močení, který začíná při objemu 30–350 ml (hodnota je silně individuální). Člověk je schopen močení odložit, protože aktivita **zevního svěrače** močové trubice z příčně pruhované svaloviny je ovládána vůlí. Potlačování močení (*mikce*) má svůj limit. Jakmile obsah měchýře přesáhne určitou hodnotu (cca 400 ml), proběhne **mikční reflex** bez ohledu na volní kontrolu (míšní centrum utlumí motoneurony ovládající příčně pruhovaný svěrač, který ochabne a obsah močového měchýře se spontánně vyprázdní). Míšní centrum mikčního reflexu je uloženo v oblasti sakrální míchy a podléhá vlivu mozkové kůry (možnost vědomě potlačit močení, nutný proces učení se odkladu močení u dětí – vyšší mozková funkce, naučená forma chování).

2.2.3 MOČOVÁ TRUBICE (URETRA)

Močová trubice je pohlavně specifická, u muže a ženy má rozdílnou délku. U **ženy** je 3–4 cm dlouhá, leží za sponou stydkou a směřuje šikmo dolů a dopředu, trubice je přichycena k přední stěně pochvy. Zevní ústí se nachází mezi poštváčkem (*klitoris*) a vstupem do pochvy (*ostium vaginae*), v prostoru zvaném *vestibulum vaginae* (předsín poševní), ohraničeném malými stydkými (*labia minora pudendi*).

U **muže** je močová trubice dlouhá asi 20 cm (od ústí z močového měchýře po ústí na povrchu těla). Po odstupu z močového měchýře prochází močová trubice předstojnou žlázou (*prostatou*), svalovým pánevním dnem (*diaphragma pelvis*) a následně spongiózním tělesem pohlavního údu (*penisu*). Těsně před vyústěním na povrch těla je trubice mírně rozšířena a vytváří výklenek (*fosa navicularis*), na kterou je třeba brát zřetel při zavádění cévky. V prostatické části do močové trubice ústí **chámovod** spolu s vývodem **semenných váčků** a od tohoto místa je močová trubice také vývodnou cestou pohlavní (více viz. 3.3 Chámovod (*ductus deferens*)).

SHRNUTÍ KAPITOLY



Vylučovací systém má nezastupitelnou roli v organismu, krom produkce a vylučování moči se významně podílí na hospodaření s vodou a ionty a udržování homeostázy organismu. Hlavním orgánem soustavy jsou párové ledviny, zbylou část tvoří vývodné cesty močové a rezervoár pro sběr moči – močový měchýř. Močová trubice se liší délkou a uspořádáním na základě rozdílné stavby pohlavního ústrojí, které je s močovou trubicí těsně spjat.

OTÁZKY



1. Které části vylučovací soustavy jsou párové a které nepárové?
 2. Co je to nefron a jaké má části?
 3. Jak začínají vývodné cesty močové?
 4. Jaká je obecná stavba trubice vývodných močových cest?
 5. Jaká je kapacita močového měchýře?
 6. Co se stane při naplnění měchýře nad únosnou kapacitu?
-

3 MUŽSKÁ POHLAVNÍ SOUSTAVA



RYCHLÝ NÁHLED KAPITOLY

Z biologického hlediska zajišťuje pohlavní (reprodukční) soustava pohlavní rozmnožování, tj. splynutí pohlavních buněk ženské (vajíčko) s mužskou (spermie) za vzniku zygoty, která se stává základem vývoje nového jedince. Krom pohlavně specifických reprodukčních orgánů je systém závislý na sekreci pohlavních hormonů pohlavními žlázami.

Reprodukční soustava muže zajišťuje tvorbu (*spermiogenezi*) pohlavních buněk *spermií*, produkci pohlavních hormonů (testosteron) a umožňuje pohlavní spojení (*koitus*).



CÍLE KAPITOLY

Cílem kapitoly je seznámit:

- s jednotlivými orgány soustavy a jejich funkcí
- s tvorbou mužských pohlavních buněk
- s endokrinní sekrecí pohlavní soustavy muže
- s procesem rozmnožování.



ČAS POTŘEBNÝ KE STUDIU

Ke studiu této kapitoly bude zapotřebí 20–30 minut. Pozornost by měla být věnována mechanismu sekrece a působení pohlavních hormonů a popisu jednotlivých žláz. Důležitý je rovněž průběh pohlavní vývodné cesty a její návaznost na vylučovací systém.



KLÍČOVÁ SLOVA KAPITOLY

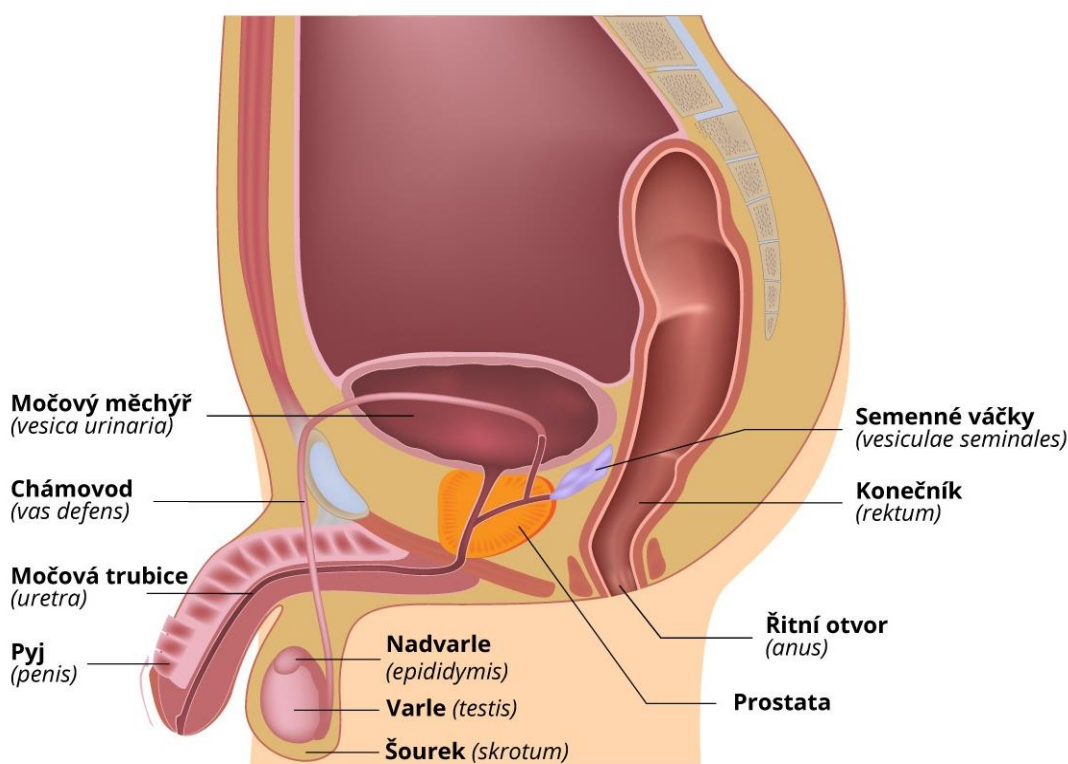
Varle, nadvarle, žlázy, spermie, spermatogeneze, testosteron, šourek, pyj (penis).

K reprodukčním orgánům muže patří:

- mužské pohlavní žlázy (varlata)
- vývodné pohlavní cesty (nadvarle, chámovod, močová trubice)
- přídatné pohlavní žlázy (semenné vāčky, předstojná žláza, bulbouretrální žlásky)
- zevní pohlavní orgány (šourek, pohlavní úd – pyj)

Základem je párová mužská pohlavní žláza – **varle** (*testis*), uložená v **šourku** (*scrotum*). V kanálcích varlete se tvoří a dozrávají spermie, které se skladují v **nadvarletí** (*epididymis*). Při ejakulaci procházejí spermie z nadvarlete **chámovodem** (*ductus deferens*) a **močovou trubicí** (*uretra maskulina*), do které **chámovod** ústí při jejím průchodu prostatou). K vývodným cestám jsou připojeny **semenné vāčky** (*vesiculae seminales*), **předstojná žláza** (*prostata*) a **bulbouretrální žlásky** (*glandulae bulbouretrales*).

Obrázek 7: Schéma pohlavní soustavy muže (zdroj: online 7)



3.1 Varle (*testis*)

Varlata (*testes*) jsou párové žlázy oválného tvaru (délka 5 cm, šířka 3 cm), které leží mimo dutinu břišní, v kožním vaku – šourku (varlata se zakládají v bederní oblasti břišní dutiny, sestup varlat z břišní dutiny do šourku se děje před narozením a je znakem donošenosti plodu). Na povrchu varlat je vazivový obal, který vybíhá do nitra varlete v podobě

četných vazivových přepážek, mezi kterými se nachází stočené semenotvorné kanálky, ve kterých jsou tvořeny spermie procesem zvaným spermatogeneze.

SPERMATOGENEZE

Tvorba **spermií** začíná v pubertě a pokračuje celý život. Spermie vznikají z nezralých buněk (*spermatogonia*) zárodečného epitelu po obvodu semenotvorných kanálků postupnou přeměnou dozráváním až ve zralé spermie, které mají poloviční počet chromozomů (22 somatických a jeden pohlavní X nebo Y) než ostatní buňky organismu (44 somatických a XX nebo XY). Poloviční počet chromozomů pohlavních buněk je důsledkem redukčního dělení (*meiózy*). Zralá spermie má tři části: **hlavičku** (obsahuje chromozomy), **krček** (obsahuje mitochondrie zajišťující energii pro pohyb spermie) a **bičík** pro aktivní pohyb, potřebný k proniknutí k vajíčku. Zralé spermie se uvolňují do stočených kanálků, které se postupně sbíhají a opouštějí varle (přechází do nadvarlete).

Na řízení spermatogeneze se podílí **Sertoliho buňky**, které se nachází v semenotvorných kanálcích, mezi zárodečným epitelem. Produkují hormony *estradiol*, *aktivin* a *inhibin*, které dále ovlivňují činnost **Leydigových buněk** (tvoří *testosteron*) a činnost **hypofýzy** (regulace zpětnou vazbou, viz. 7. Endokrinní soustava).

Leydigovy buňky leží ve vazivové tkáni varlete mezi semenotvornými kanálky. Produkují mužský pohlavní hormon **testosteron** (*androgen*). Testosteron je nepostradatelný pro diferenciaci zevních a vnitřních pohlavních orgánů v mužský typ, proces začíná od 8. týdne intrauterinního vývoje, testosteron produkují varlata embrya. Ke konci těhotenství podporuje sestup varlat do šourku. V pubertě testosteron vyvolává růst zevních i vnitřních pohlavních orgánů a rozvoj mužských sekundárních pohlavních znaků, které zahrnují mužský typ ochlupení, růst vousů, mužský průběh vlasové kštice (s tzv. kouty), specifické utváření kostry (mohutnější kosti, užší a vyšší pánev, výraznější nadočnicové oblouky atd.), výrazný rozvoj kosterního svalstva, mohutnější hrtan, vyšší produkce kožního mazu. Je zodpovědný také za mužský typ chování a libido, má i účinky metabolické (podpora tvorby bílkovin), stimuluje tvorbu červených krvinek.

3.2 Nadvarle (*epididymis*)

Je uloženo podél zadní a horní plochy varlete. Tvoří ho stočený vývod (*ductus epididymis*), do kterého se spermie přesouvají ze semenotvorných kanálků varlete. V nadvarleti se spermie shromažďují, mísí se s hlenovitým sekretem výstelky vývodu a získávají zde schopnost pohybu (hybnost). Plnou schopnost oplození (*fertilizace*) si udržují 40 dní. Kanálky nadvarlete se postupně spojují a ústí do trubice zvané chámovod.

3.3 Chámovod (*ductus deferens*)

Začíná na dolním konci nadvarlete a probíhá vzhůru ve svazku zvaném **semenný provazec**, prochází tříselným kanálem do dutiny břišní, tam se otáčí směrem dolů do pánve, jde po zadní ploše močového měchýře, pod měchýřem se spojuje s vývodem ze **semenných váčků** a jako *ductus ejakulatorius* (ejakulační vývod) prochází prostatou a ústí do **močové trubice** (v tom místě procházející prostatou) a mířící penisem k povrchu těla.

PROVAZEC SEMENNÝ (*FUNICULUS SPERMATICUS*)

Útvar, ve kterém běží chámovod do dutiny břišní společně s tepnou varlete (*a. testis*), žilní pletení, mízními cévami, nervy a podélně uloženým svalem (*m. cremaster*), což je svazek svaloviny spojený s varlaty.

3.4 Semenné váčky (*vesiculae seminales*)

Označují se někdy také termínem **měchýřkovité žlázy** (*glandulae vesiculosae*). Jsou to párové přídatné žlázy uložené na zadní spodní straně močového měchýře. Produkují **vazký sekret**, obsahující látky pro výživu spermií a vytváří alkalické prostředí, které zvyšuje pohyblivost spermií a neutralizuje kyselost močové trubice. Tento sekret spolu se sekretem z prostaty dotváří objem ejakulátu. Vývody semenných váčků se spojují s koncovou částí chámovodu (přivádějící spermie z nadvarlete) a společným vývodem (*ductus ejakulatorius*) ústí do močové trubice.

3.5 Předstojná žláza (*prostate*)

Prostata je další přídatnou žlázou mužské pohlavní soustavy. Má velikost a tvar podobný kaštanu, zvětšuje se v období od puberty asi do 30 let. Je uložena na svalovině pánevního dna, pod močovým měchýřem – obemývá z měchýře vystupující močovou trubici, do které ústí její četné vývody. Zadní plocha prostaty je obrácena ke konečníku, je tedy hmatná při vyšetření přes konečník (*per rectum*).

Prostata je rozčleněna na řadu laloků se samostatnými vývody, které ústí jednotlivě do močové trubice a vydávají řídký, mléčně zakalený sekret, který je zdrojem živin pro spermie, má antimikrobiální efekt a zásaditou reakci pro podporu hybnosti spermií. Prostatický sekret se mísí se spermiemi a sekretem z nadvarlat a semenných váčků a vytváří konečný ejakulát.

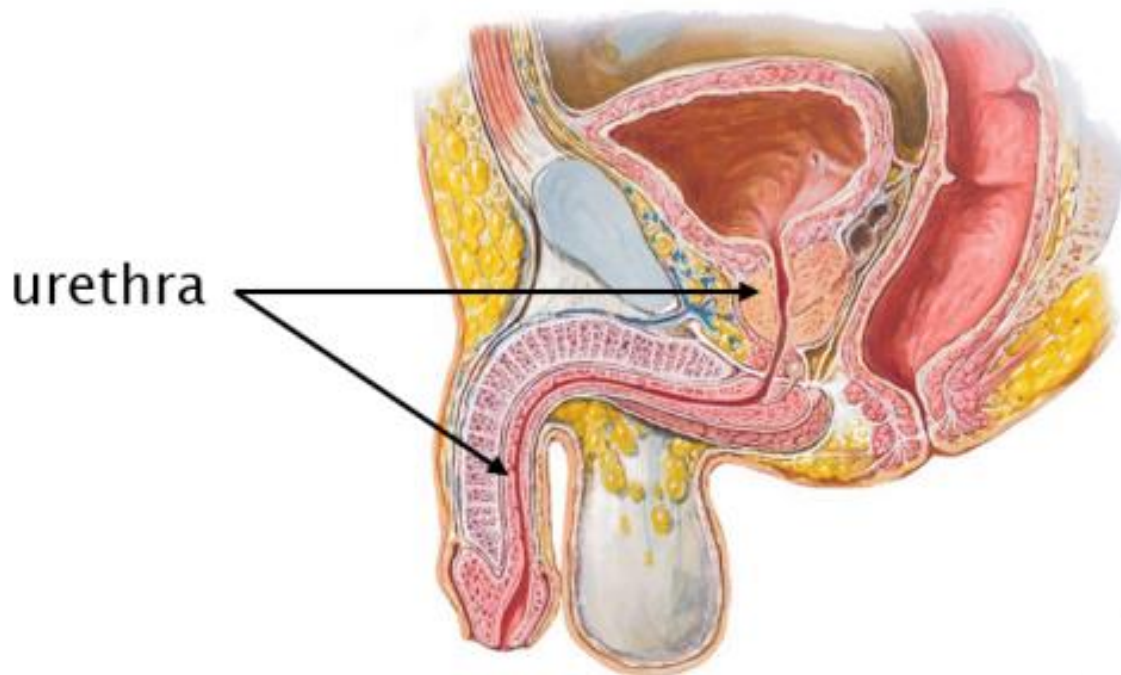
3.6 Bulbouretrální žlázy (*glandulae bulbouretrales*)

Párové žlázy velikosti fazole s relativně dlouhými vývody, které ústí do močové trubice až v oblasti penisu. Během pohlavního vzrušení vydávají hlenový sekret, který činí konec penisu kluzkým.

3.7 Mužská močová trubice (*uretra masculina*)

Mužská močová trubice slouží v celé své délce k odvodu moči. V úseku od prostaty (od ústí *ductus ejaculatorius*) je močová trubice i vývodnou cestou pohlavní. Ústí na povrchu žaludu (viz dále) pohlavního údu vnějším otvorem močové trubice (*ostium uretrae externum*).

Obrázek 8: Průběh mužské močové trubice (zdroj: online 8)



3.8 Šourek (*scrotum*)

Šourek je **vnější pohlavní orgán**. Tento kožní vak se snopečky hladké svaloviny v podkoží je přepážkou (*septum*) rozdělen na dva prostory, ve kterých se nachází ve svých obalech varlata, nadvarlata a začátky chámovodů.

Umístění varlat mimo dutinu břišní zajišťuje varlatům teplotu o 2-4 stupně nižší, než je v dutině břišní, což je nezbytné pro spermatogenezi, která probíhá za nižší teploty. Stah svaloviny šourku působí jeho svaštění a přitahuje ho k tělu při potřebě zvýšit teplotu v šourku (v závislosti na okolní teplotě), relaxace svaloviny naopak způsobuje ochabnutí a odtažení šourku a varlat od těla a jejich ochlazení. Tato regulace upravuje teplotu varlat pro optimální spermatogenezi.

Kůže šourku je od puberty ochlupená, ochlupení přechází přes tukový polštář nad stydkou sponou a vybíhá směrem k pupku.

3.9 Pyj (*penis*)

Pohlavní úd, pyj, je druhým a posledním vnějším pohlavním orgánem muže. Má válcový tvar, krytý kůží, pod kterou je vazivový obal, vrstva hladké svaloviny a elastického vaziva. Má funkci kopulační a vyměšovací, je posledním úsekem vývodných pohlavních (a močových) cest.

Podkladem penisu jsou párová **topořivá tělesa** (*corpora cavernosa penis*) a **nepárové houbovitě těleso** (*corpus spongiosum penis*), které vybíhá v **žalud** (*glans*). Obsahem topořivých těles je vazivová trámčina se sítí žilních prostorů, které se při pohlavním vzrušení plní krví a zvýšením tlaků způsobí **ztopoření** (*erekce*). Spongiózní těleso penisu obsahuje průběh močové trubice a vytváří žalud, na kterém močová trubice (plnící zároveň funkci pohlavního vývodu) ústí **otvorem** (*ostium urethrae externum*). Žalud je kryt posunlivou kruhovou kožní řasou zvanou předkožka (*prepetium*).

SHRNUTÍ KAPITOLY



Mužská pohlavní soustava se skládá z vnitřních a vnějších pohlavních orgánů. Vnitřní orgány zahrnují pohlavní žlázy – varlata, které slouží k produkci pohlavních buněk a pohlavních hormonů, zejména testosteronu, který se významně podílí na pohlavní diferenciaci na biologické i psychické úrovni.

Vývodné cesty pohlavní začínají nadvarletem, které je spolu s varletem uloženo v pravé a levé části šourku, pokračuje chámovodem, který vede mužské pohlavní buňky (*spermie*) do močové trubice, do které ústí při jejím průchodu prostatou. Dalšími žlázami soustavy jsou semenné vajíčky a zmiňovaná prostata, které vytváří sekret, tvořící spolu se spermii hmotu ejakulátu. Bulbouretrální žlázy upravují povrch močové trubice pro průchod spermatu.

Zevními pohlavními orgány jsou šourek a pyj. Šourek je kožní vak, obsahující varlata a nadvarlata. Pohlavní úd je krom vývodné cesty pohlavní a močové také kopulačním orgánem, umožňujícím pohlavní spojení (*koitus*) s ženským pohlavním systémem, díky čemuž může dojít ke spojení mužských a ženských pohlavních buněk za vzniku zygoty, ze které se následně v ženském pohlavním systému vyvíjí plod.

OTÁZKY



1. Ve které části varlete vznikají spermie?
2. Které buňky produkují testosteron a kde se nachází?

Mužská pohlavní soustava

3. Jaká je funkce nadvarlete?
 4. Co je to chámovod, a odkud a kam vede?
 5. Jak se nazývají žlázy mužské pohlavní soustavy a co produkují?
 6. Na jakém principu je založeno rozmnožování člověka?
-

4 ŽENSKÁ POHLAVNÍ SOUSTAVA

RYCHLÝ NÁHLED KAPITOLY



Orgány ženské pohlavní soustavy zajišťují nespočet funkcí. Pohlavní žlázy tvoří ženské pohlavní hormony, zodpovědné za řízení nespočtu dějů, zejména dozrávání ženských pohlavních buněk – vajíček (*oocyty*). Krom zrání vajíček a zajištění pohlavního spojení hraje sekrece hormonů zásadní úlohu v cyklických změnách ve vaječniku (*ovariální cyklus*) a v děloze (*menstruační cyklus*).

Zevní a vnitřní pohlavní orgány umožňují pohlavní spojení s pohlavní soustavou muže, což zajišťuje transport spermií do ženské pohlavní soustavy, kde následně dochází k oplodnění zralého vajíčka, uvolněného z vaječniku a putujícího ženskými vývodnými pohlavními cestami.

CÍLE KAPITOLY



Cílem kapitoly je popsat:

- stavbu a funkci ženských pohlavních žláz
- vnější a vnitřní orgány ženské pohlavní soustavy
- cyklické děje ve vaječnicích a v děloze
- hormonální řízení cyklických dějů soustavy
- změny dělohy při oplodnění vajíčka (vzniku embrya).

ČAS POTŘEBNÝ KE STUDIU



Ke studiu této kapitoly je zapotřebí 30–45 minut, stěžejní je pochopení vztahů mezi hormonálním řízením a propojením dějů v jednotlivých částech soustavy, které jsou spolu pevně spjaty.

KLÍČOVÁ SLOVA KAPITOLY



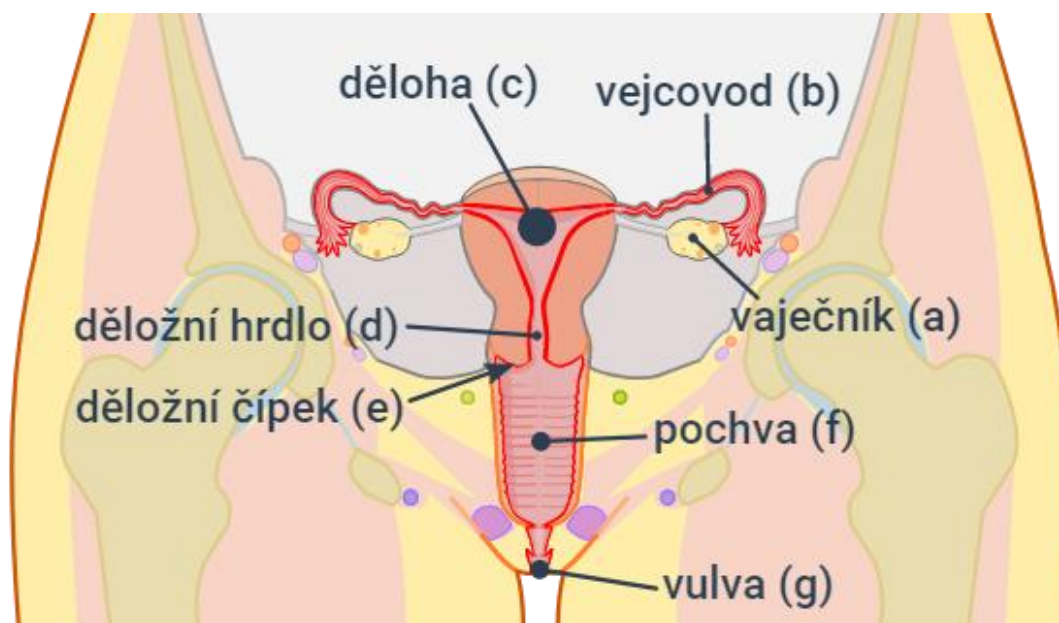
Vaječníky, děloha, sliznice, menstruační cyklus, ovariální cyklus, estrogeny, progesteron.

Reprodukční systém ženy zajišťuje dozrávání pohlavních buněk, tvorbu hormonů, umožňuje pohlavní spojení (*koitus*) a zajišťuje vývoj nového jedince. Pohlavní žlázou ženy je **vaječník** (*ovarium*), v němž ve váčcích (*folikulech*) dozrávají vajíčka, folikulární buňky vytváří **pohlavní hormony**. Uzrálé vajíčko je uvolněno z vaječníku (*ovulace*), zachyceno vejcovodem (*tuba uterina*) a transportováno do dělohy. Pokud dojde během přesunu vajíčka do dělohy k oplodnění vajíčka, jeho další vývoj probíhá v dutině dělohy, kam se „zahnízdí“. Nedojde-li k oplodnění, odchází vajíčko z těla pohlavní vývodnou cestou (skrze dělohu a pochvu).

Reprodukční soustavu ženy tvoří:

- **vaječníky** – ženské pohlavní žlázy
- **vnitřní pohlavní orgány** – vejcovody, děloha, pochva
- **vnější pohlavní orgány** – malé a velké stydké pysky, poštváček
- **prsní žláza** (její činnost je řízena pohlavními hormony).

Obrázek 9: Schéma ženské pohlavní soustavy (zdroj: online 9)



4.1 Vaječník (*ovarium*)

Párové pohlavní ženské žlázy (*ovaria*) velikosti švestky, leží při pravé a levé stěně malé pánve, ke které je fixuje pobřišnice a vazy, jejichž prostřednictvím jsou přichyceny k děloze. Velikost a vzhled se mění s věkem – v mládí je povrch vaječníku hladký, po nástupu menstruačního cyklu je zvrásněn drobnými jizvičkami po uvolněných vajíčcích.

Na povrchu vaječníku je **vazivová vrstva** (*tunica albuginea*), pod ní se nachází **kůra** (*cortex*) a uvnitř **dřeň** (*medulla*) s hojným obsahem jemné vazivové tkáně, cévami a nervy. V kůře jsou uloženy **folikuly** (váčky naplněné tekutinou, obsahující již od narození nezralá

vajíčka – *primární oocyty*, které postupně dozrávají). *Folikuly* jsou obklopeny množstvím vaziva s buňkami hladké svaloviny. Buňky stěny folikulů nabírají při zrání folikulu (vajíčka v něm) sekreční funkci a vytváří **estrogeny**.

Ve vaječnicích probíhá **vaječnickový (ovariální) cyklus** (viz. 4.5 Cyklické změny v ženské pohlavní soustavě)

OOGENEZE

Vývoj ženských pohlavních buněk je zahájen přeměnou *oogonií* (buněk zárodečného epitelu) v *primární oocyt* založený u zárodků ženského pohlaví již prenatálně. Počet buněk zárodečného epitelu je konečný (na rozdíl od vývoje spermií), v prenatálním období se vývoj *primárního oocytu* zastaví v první fázi redukčního dělení (*meiozy*) a vývoj pokračuje až v pubertě vlivem gonadotropních hormonů (viz. 7. Endokrinní soustava). Zralé vajíčko (*ovum*) obsahuje 22 somatických chromozomů a jeden pohlavní chromozom X. Během reprodukčního období života ženy dozraje a uvolní se z vaječniku 300–400 vajíček.

K ZAPAMATOVÁNÍ



Pojem „**gonády**“ označuje párové pohlavní žlázy (u žen vaječnky, u mužů varlata), které produkují pohlavní buňky (vajíčka a spermie) a pohlavní hormony (estrogeny a gestageny – progesteron u žen, androgeny – převážně u mužů). Hormony působící na tyto pohlavní žlázy se pak nazývají **gonadotropní** (gonády ovlivňující), jedná se především o hormony předního laloku hypofýzy (*adenohypofýza*).

4.2 Vejcovod (*tuba uterina*)

Párový trubicovitý orgán dlouhý 10-15 cm, který slouží k transportu vajíčka do dělohy. Odstupuje po stranách z obou rohů dělohy a běží (zavěšený na děložním vazu) do boku směrem k vaječníkům, jeho rozšířený začátek (*ampula*) je volně otevřen do dutiny břišní. Tento začátek má nálevkovitý tvar opatřený pohyblivými **řasami** (*fimbriemi*), které se při **ovulaci** (uvolnění vajíčka z vaječniku) kladou na povrch vaječniku tak, aby mohly uvolněné vajíčko zachytit. Protáhlá část vejcovodů pak ústí do dělohy v místě děložních rohů.

Vnitřní povrch vejcovodu je vystlán **sliznicí** s řasinkovým epitelem. Pohyb řasinek pomáhá posunu vajíčka do dělohy. Pod sliznicí je kruhově uspořádána vrstva **hladké svaloviny**, jejíž rytmickou kontrakcí je vajíčko posouváno k děloze. Vnější povrch je kryt **peritoneem**.

Jsou-li ve vejcovodu *spermie* (při a po pohlavním spojení) ve chvíli, kdy vajíčko putuje vejcovodem, může být oplozeno a začít se dělit.

4.3 Děloha (*uterus*)

Nepárový dutý svalový orgán, uložený mezi močovým měchýřem a konečníkem. Má tvar hrušky skloněné směrem vpřed a je 7,5 cm dlouhá, 5 cm široká, 2,5 cm silná. Velikost se zvětšuje počtem těhotenství a klesá s útlumem reprodukčních funkcí. Tvoří ji nahoru vyklenuté dno (*fundus*), protáhlé tělo (*corpus*) a krček (*cervix*), který ústí a vyčnívá do pochvy (*čípek*). Uvnitř dělohy je úzká dutina, spojující pochvu s vejcovody, které ústí do dělohy v jejích horních rozích.

Stěnu dělohy tvoří **zevní vazivový kryt** (*perimetrium*), přecházející v několik vazů (*ligamentum latum uteri*), které dělohu upevňují k okolím strukturám a stěnám malé pánve a udržují ji ve stálé poloze. Střední část tvoří **hladká svalovina** uspořádaná do tří vrstev (podélné, kruhovitě a spirálovitě), důležitá při vypuzování plodu z dělohy během porodu. **Sliznice** má dvě vrstvy – **bazální vrstvu** (*zona basalis*), která je stálá a neměnná a **funkční vrstvu** (*zona funcionalis*), která se mění v průběhu děložního (*menstruačního*) cyklu (viz. 4.5 Cyklické změny v ženské pohlavní soustavě).

4.4 Pochva (*vagina*)

Nepárový oploštěný trubicovitý orgán, který se upíná na děložní hrdlo (krček), na kterém vytváří poševní klenby. Sestupuje šikmo a vpřed a ústí mezi malými stydkými pysky do oblasti zvané **poševní předsíň** (*vestibulum vaginae*). Pochva slouží jako vývodná cesta pohlavní a jako kopulační orgán pro spojení s pohlavním údem muže. Vchod do pochvy téměř uzavírá slizniční řasa – tzv. **panenská blána** (*hymen*), která se trhá při prvním pohlavním styku.

Stěna pochvy je tvořena sliznicí s vrstevnatým dlaždicovým epitelem. Je pokrytá hlenem, který spolu s odumřelými buňkami epitelu vytváří živné prostředí pro fyziologicky přítomné bakterie mléčného kvašení (*Lactobacillus*), které zkvašují glukosu na kyselinu mléčnou a vytváří tak v pochvě kyselé prostředí chránící proti mikroorganismům z vnějšího prostředí.

4.5 Cyklické změny v ženské pohlavní soustavě

Reprodukční systém ženy (na rozdíl od mužského) podléhá cyklickým změnám daným hormonální souhrou mezi *hypotalamem*, *adenohypofýzou* (přední lalok *hypofýzy*) a pohlavními orgány ženy. Činnost hypotalamu je pod vlivem mozkové kůry zajišťující vyšší mozkové funkce, proto může i psychický stres způsobit problémy v cyklech a vážně narušit reprodukční funkce ženy.

Produkce hypotalamických **gonadoliberinů**, které v pubertě spouští zrání vajíček ve vaječniku a řídí jeho průběh v celém reprodukčním období ženy, není u žen plynulá, ale probíhá v **cyklech**. Cyklický charakter má proto i výdej hormonů hypofýzy, tzv. **gonadotropinů** (což jsou hormony ovlivňující pohlavní systém, konkrétně *folikulostimulační hormon – FSH* a *luteinizační hormon – LH*), které řídí průběh zrání vajíček ve vaječnících, zvaný **ovariální (ovulační) cyklus**, jehož důsledkem je současně probíhající **cyklus děložní (endometriální, menstruační)** ve sliznici dělohy a **cyklus poševní** v pochvě. Cykly se opakují v intervalu cca 28 dní, délka je však variabilní a může se fyziologicky pohybovat v rozsahu 21–35 dní.

4.5.1 VAJEČNÍKOVÝ CYKLUS (OVARIÁLNÍ)

Vaječnickový (*ovariální*) cyklus, zvaný také cyklus ovulační, má 3 fáze: **folikulární, ovulační a luteální**.

První **folikulární fáze** trvá 12–14 dní, od prvního dne poslední menstruace. Folikulární buňky během této doby vytváří pohlavní hormony **estrogeny** a v malém množství **progesteron**. Jeden z rostoucích folikulů se zvětšuje rychleji a dozrává v **Graafův folikul** o průměru 1,5 cm, jenž se vyklenuje na povrch vaječniku a obsahuje zralé vajíčko. Zrání folikulů je podporováno působením hormonu FSH, ke konci folikulární fáze se přidává i vliv LH. Díky vlivu těchto hormonů vajíčko dokončuje redukční dělení započaté již v intrauterinním období, takže má haploidní (poloviční) počet chromozomů (23).

Okolo 14. dne cyklu dochází k **ovulační fázi** cyklu, kdy zralý Graafův folikul praskne a vajíčko se vyplaví do dutiny břišní (**ovulace**), kde jej zachytí *fimbrie* vejcovodu. Ovulaci provází vzestup **bazální tělesné teploty** (měřené ve vagině nebo konečníku) o 0,5 °C.

Po ovulaci (vyplavení vajíčka) nastává **luteální fáze**, kdy stěna folikulu kolabuje a ve folikulárních buňkách se ukládá žlutý pigment (*lutein*), tomuto útvaru se říká **žluté tělísko (corpus luteum)**, které je hormonálně aktivní a tvoří ve velké míře **progesteron** a malé množství **estrogenů**. Oba hormony tlumí produkci FSH a LH v hypofýze, takže během luteální fáze nemůže dozrát další folikul. Luteální fáze trvá cca od 14. do 28. dne cyklu (může být trochu kratší nebo delší). Jestliže **nedojde k oplodnění** vajíčka putujícího vejcovodem, žluté tělísko se ke konci cyklu zmenšuje a degeneruje ve vazivové **bílé tělísko (corpus albicans)**, hormonální aktivita výrazně klesá a okolo 24. dne zaniká. S poklesem produkce hormonů žlutého tělíska roste vyplavování FSH a začíná zrání nového vajíčka (folikulární fáze nového cyklu). V případě oplodnění se žluté tělísko zachovává a produkuje hormony až do doby, kdy jeho funkci přebere placenta.

Estrogeny a progesteron vytvořené v průběhu ovariačního cyklu působí na sliznici dělohy a řídí průběh děložního (*menstruačního*) cyklu. Krom sliznice dělohy ovlivňují tyto hormony všechny ostatní reprodukční orgány (sliznici hrdla a čípku dělohy, pochvu, prsní žlázu), kde také vyvolávají cyklické změny. Současně ovlivňují také další tkáň, např.

kostní dřev, zasahují do řízení činnosti štítné žlázy, do regulace tělesné teploty, mají významný vliv na vnímání bolesti a na paměť, mění *excitabilitu* (vzrušivost) neuronů, mají i neuroprotektivní účinek (chrání mozek před poškozením). Spolu s *inhibinem* se podílí na zpětné regulaci tvorby *gonadotropinů* v hypofýze a *gonadoliberinů* v hypotalamu.

4.5.2 MENSTRUAČNÍ CYKLUS (MENARCHÉ)

Menstruačním cyklem jsou označovány změny děložní sliznice (*endometria* – proto se užívá i název děložní nebo *endometriální* cyklus), které se opakují obvykle po 28 dnech (délka je variabilní) v **závislosti na ovariálním cyklu vaječníků**. Menstruační cyklus probíhá od puberty až do přechodu (*klimakterium*). Jeho funkcí je příprava děložní sliznice pro uhníždění oplozeného vajíčka a zajištění jeho dalšího vývoje. Cyklus je řízen prostřednictvím ovariálních pohlavních hormonů (estrogeny, progesteron). Rozlišují se 4 fáze cyklu: **menstruační, proliferační, sekreční a ischemickou**.

Menstruační fáze začíná 1. dnem menstruace, trvá asi 5 dní. Odumřelé buňky funkční vrstvy sliznice (*pars functionalis*) se postupně odlučují, do 48 hodin se odloučí celá povrchová vrstva sliznice a odchází spolu s krví z porušených tepének (arteriol) vytéká přes děložní hrdlo do pochvy a ven z těla, její vypuzení pomáhají stahy děložní svaloviny. Při menstruaci odchází asi 40 ml krve, vytékající krev se nesráží pro vysoký obsah fibrinolyzinu, který rozpouští srážlivý fibrin. Menstruační fáze je poslední fází předchozího cyklu.

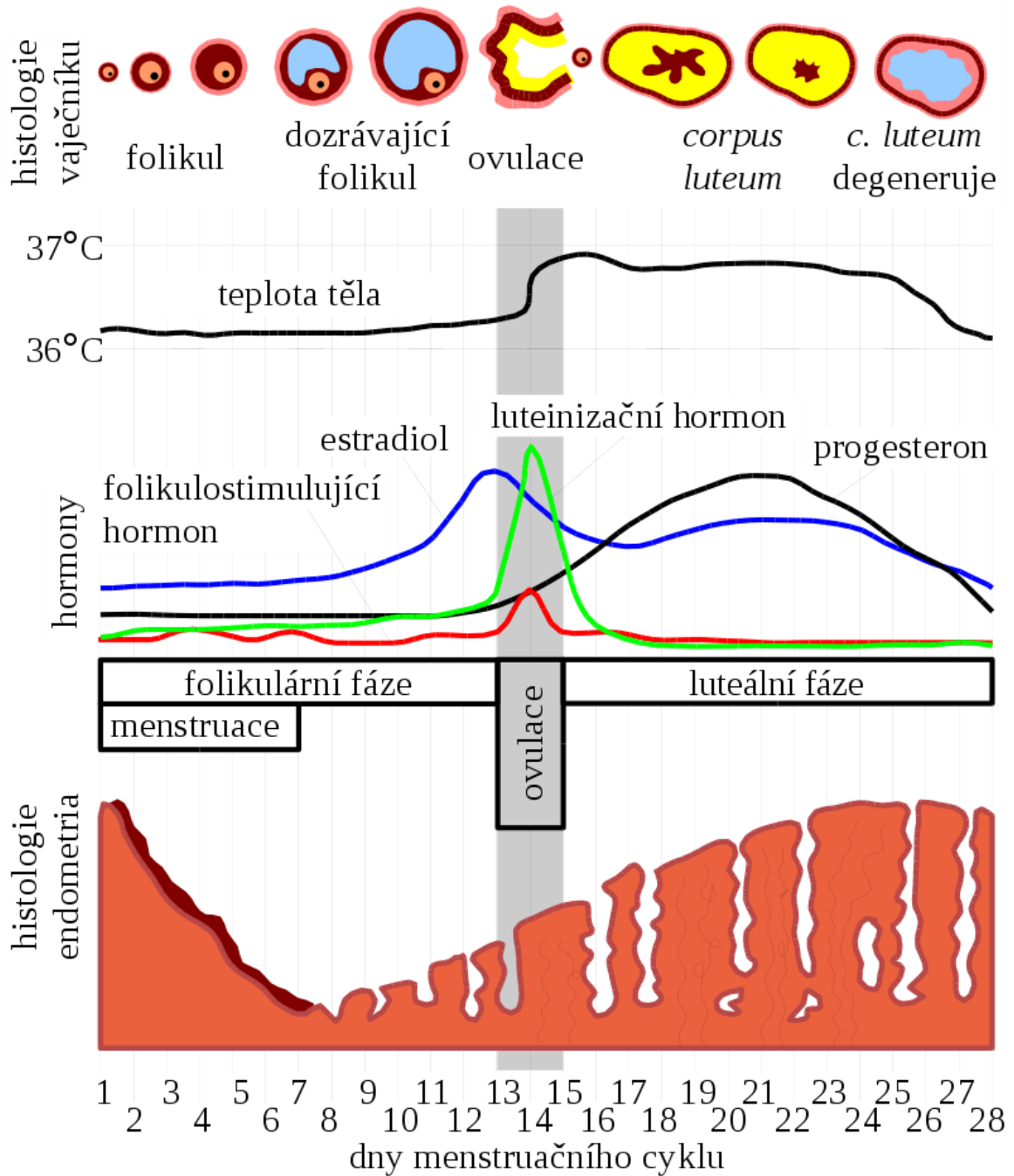
Proliferační fáze trvá cca od 5. do 14. dne cyklu, je navozená působením **estrogenů**, které zvyšují dělení buněk děložní sliznice, růst sliznice a žlázek zvyšujících její prokrvení. Ve vaječnicích v té době probíhá růst a dozrávání folikulu.

Sekreční fáze začíná hned po ovulaci z vaječniku, vyvolává ji působení **progesteronu** z právě vzniklého žlutého tělíska. Ve sliznici bují hojné žlázy a krevní cévy, sliznice zkypruje a připravuje se na eventuální uhníždění (*nidace*) oplodněného vajíčka. Sekreční fáze trvá do 28. dne cyklu, pokud nedojde k oplození, ve vaječniku zaniká žluté tělísko a končí sekrece progesteronu.

Ischemická fáze je kratičká fáze (několik hodin až den) zapříčiněná ukončením hormonální aktivity sekrece žlutého tělíska. Pokles **progesteronu** navodí kontrakci hladké svaloviny tepének ve sliznici, prudce se sníží přívod kyslíku k buňkám sliznice (*ischémie*) a ty odumírají a začínají se odlučovat. Následuje menstruace, která je prvním dnem začátku nového cyklu.

První menstruační cyklus (*menarché*) nastupuje u dívek mezi 10. až 13. rokem. Cykly jsou zpočátku nepravidelné, anovulační (ve vaječnicích nedojde k ovulaci). Ovariální menstruační cyklus pak u žen neběží do vysokého věku, na rozdíl od produkce spermií u mužů.

Obrázek 10: Cyklické změny během ovariálního a menstruačního cyklu (zdroj: online 10)



(Průměrné hodnoty. Průběh a hodnoty se mohou lišit u různých žen nebo u různých cyklů.)

Popsané cyklické změny se u žen mezi 40. a 50. rokem života stávají nepravidelné v tzv. období **přechodu** (*klimakterium*). V období přechodu klesá produkce estrogenů ve vaječnicích, objevují se nepravidelnosti v menstruačním cyklu navzdory vysokému působení gonadotropinů z hypofýzy (které pak způsobují návaly horka a pocení).

Po určité době přechodu ustává tvorba pohlavních hormonů a tvorba pohlavních buněk úplně, nastupuje **menopauza**, kterou končí reprodukční období ženy. Zastavení činnosti reprodukčního systému bývá často doprovázeno dalšími fyzickými projevy a často také psychickými změnami – častá je emoční labilita, podrážděnost, stavy úzkosti a únava. Malá produkce pohlavních hormonů zůstává pouze v kůře nadledvin. Pokles hladiny pohlavních hormonů, zejména estrogenů, může být spojen mimo jiné s nedostatečnou činností kostních buněk (osteoblastů), což se může projevit jako *osteoporóza*. V menopauze se často objevuje také zvýšený krevní tlak (*hypertenze*), urychluje se proces arteriosklerózy, atrofují (zmenšují se) pohlavní žlázy i orgány, může (a nemusí) dojít ke snížení libida v závislosti na produkci androgenů v nadledvinách.

4.5.3 POŠEVNÍ CYKLUS (*VAGINÁLNÍ*)

Tímto termínem jsou označovány změny, které probíhají ve sliznici pochvy v závislosti na ovariálním cyklu. Jsou méně výrazné a týkají se především kvality výstelky.

V průběhu ovariálního cyklu se mění charakter hlenu v krčku dělohy. Ve folikulární fázi, pod vlivem estrogenů, hlen řídne, nejřidší (až vodnatý) je v období ovulace. V luteální fázi vlivem progesteronu vazkost hlenu výrazně stoupá. Hlen prochází pochvou ven z těla a může být sledován pro zjištění blížící se nebo proběhlé ovulace.

4.6 Zevní pohlavní orgány ženy

Mezi zevní pohlavní orgány ženy patří velké stydké pysky, malé stydké pysky, topořivé tkáně formující poštváček a vestibulární žlázy.

VELKÉ STYDKÉ PYSKY (*LABIA MAJORA PUDENDI*)

Jsou dvě **kožní řasy** (valy) vyplněné tukovým vazivem, obsahující žilní pleteň a četné potní a mazové žlázy. Jsou uloženy podélně od symfýzy směrem k hrázi, od puberty jsou ochlupené.

MALÉ STYDKÉ PYSKY (*LABIA MINORA PUDENDI*)

Ploché **slizniční řasy**, které ohraničují prostor zvaný **poševní předsíň** (*vestibulum vaginae*), ve kterém se nachází **vstup do pochvy** (*ostium vaginae*), po jeho stranách jsou vývody větších párových hlenových žlázek (Bartholiniho, také vestibulární žlázy) a vyústěné řady menších žlázek. Směrem nahoru se nachází **vyústění močové trubice** (*ostium uretrae externum*), nad kterým se nachází **poštváček**, ohraničující shora *vestibulum vaginae*.

POŠTĚVÁČEK (*CLITORIS*)

Útvar ležící těsně pod horní spojnicí malých stydkých pysků. Je tvořen topořivou tkání válcovitého tvaru s bohatým nervovým zakončením. Další část topořivé tkáně vybíhá od poštváčku oboustranně do boku a lemujee poševní vchod. Jeho stavba odpovídá topořivým tělesům penisu. Při sexuálnímu vzrušení se plní krví, tím zvětšuje svůj objem a zužuje vstup do pochvy.

4.7 Těhotenství (*gravidita*)

Těhotenství představuje stav organismu ženy, který začíná oplozením vajíčka při pohlavním spojení muže a ženy (nebo zanesením „in vitro“ oplodněného vejce do pohlavního systému ženy uměle) a končí porodem. Trvá přibližně 280 dní (tedy 10 lunárních měsíců, kdy každý má 4 týdny, 28 dní).

Spermie se po ejakulaci do pochvy pohybem svých bičků dostávají do dutiny děložní a dále do vejcovodu. Při oplodnění (*konceptce, fertilizace*), ke kterému dochází fyziologicky většinou ve vejcovodu, proniká spermie do vajíčka. Optimální doba pro oplození vajíčka je 12–14 hodin po ovulaci. Spermie mohou přežívat v pohlavním ústrojí ženy poměrně dlouho, pohyblivost si zachovávají přibližně dva dny, ale k jejímu omezení dochází už po 24 hodinách.

Během několika hodin po proniknutí spermie do vajíčka dochází ke splynutí povrchových membrán obou pohlavních buněk (spermie a vajíčka) a haploidní chromozomy, které jsou homologní, vytvoří páry, vzniká tak nová sada diploidního počtu 46 chromozomů. Vzniklá zygota se během několika hodin začne rýhováním dělit až na mnohobuněčný útvar (*morula*), dalším dělením a vytvořením dutiny s tekutinou se mění na blastulu (*blastocystu*), která je připravena k zanoření (zahníždění – nidace) do děložní sliznice asi 5.-7. den po oplození. Dalším dělením buněk a jejich diferenciací se postupně vytváří zárodečný terčík, ze kterého se vyvíjí embryo, zárodečný stvol pro vývoj pupečníku, z povrchových buněk vznikají plodové obal a budoucí placenta.

Následuje nitroděložní vývoj embrya. Do konce druhého měsíce těhotenství se jedná o období zárodečné (embryonální), od 9. týdne těhotenství začíná období plodové (fetální). Těhotenství je provázeno růstem látkové a energetické přeměny těhotné ženy, což zvyšuje nároky na přívod živin a O₂ i na odstraňování produktů metabolismu z tkání. Z toho důvodu se zvyšuje srdeční činnost (stoupá srdeční frekvence, zvyšuje se srdeční výdej), vzrůstá plicní ventilace, zvyšuje se filtrace v klubičcích ledvin díky většímu prokrvení. Roste potřeba vápníku a bílkovin.

Těhotenství je za fyziologických podmínek ukončeno porodem. Mechanismus vedoucí k ukončení těhotenství a zahájení porodu není přesně znám, předpokládá se kaskáda dějů na hormonální bázi zahájena hormonální činností plodu.

4.8 Prs (*mamma*) a mléčná žláza (*glandula mammaria*)

Prs je párový orgán, uložený na svalovině hrudníku (před velkým prsním a pilovitým svalem), ke které je přichycen pevnou **povázkou**. Má většinou polokulovitý tvar o různé velikosti. Tvoří jej **kůže**, **tukové vazivo** a v něm uložená **mléčná žláza**. Na vrcholu prsu je bradavka (*papilla*), která se může napřímit díky přítomné hladké svalovině, což usnadňuje kojení. Bradavku obklopuje tmavě pigmentovaný dvorec (*areola*).

Mléčná žláza (*glandula mammaria*) je největší **kožní žlázou**. Rozvíjí se u dívek, stejně jako celý prs, v období puberty vlivem hormonů (u chlapců vývoj nepokračuje, žláza zůstává zakrnělá). Vyvinutá žláza má přibližně 20 **laloků**, které se dělí na **lalůčky** a ty na **sekreční váčky** schopné produkovat mléko. Vývody lalůček se spojují v **mlékovody**, které ústí na prsní bradavce.

KOJENÍ (*LACTACE*)

Během těhotenství se mléčná žláza výrazně zvětšuje (*proliferuje*). Vysoká hladina estrogenů a progesteronu však brání sekreci mléka (blokuje *prolaktin*). Ze žlázy odtéká jen malé množství **mleziva** (*kolostrum*). Za dva až tři dny po porodu je umožněn vliv prolaktinu na mléčnou žlázu a začíná sekrece **mléka**. Výdej mléka (*ejekce*) z mléčné žlázy je podporována oxytocinem. Každým kojením se periodicky zvyšuje produkce prolaktinu a oxytocinu. Prolaktin stimuluje další tvorbu mléka, oxytocin vyvolává kontrakce buněk vývodního systému žlázy.

Krom základních živin (bílkoviny, cukry, tuky) obsahuje mateřské mléko minerální látky, vitaminy, imunoglobuliny, mikronutriční látky. Složení je ovlivněno stravou matky.



SHRNUTÍ KAPITOLY

Ženská pohlavní soustava se spolu s mužskou soustavou podílí na procesu rozmnožování. Vnější a vnitřní pohlavní orgány ženy umožňují pohlavní spojení, jsou místem vývoje nového jedince a také porodními cestami. Ženské pohlavní žlázy produkují pohlavní buňky s poloviční sadou chromozomů, která je doplněná o druhou polovinu splynutím se spermií. Vzniká tak nový soubor genů nového jedince.

Krom pohlavních buněk produkují ženské pohlavní žlázy také hormony, které řídí cyklické děje ve sliznici dělohy a pochvy pod nadvládou gonadotropních hormonů hypofýzy, která řídí ovariální cyklus ve vaječnicích. Ženská pohlavní soustava funguje v reprodukčním období od puberty po menopauzu na základě cyklických změn opakujících se každých cca 28 dní vlivem působení různých hormonů.

OTÁZKY



1. Jaký je rozdíl mezi produkcí pohlavních buněk u mužů a žen?
 2. Jaké jsou hlavní hormony ovlivňující činnost ženské pohlavní soustavy?
 3. Co je to ovariální cyklus a kde probíhá?
 4. Kolik fází má menstruační cyklus a jaké to jsou?
 5. Jak dlouho je žena za svého života plodná?
 6. Kdy je nejlepší doba k početí?
 7. Jak se nazývají vnější pohlavní orgány ženy?
-

5 NERVOVÁ SOUSTAVA



RYCHLÝ NÁHLED KAPITOLY

Nervový systém je nejdříve postaveným řídicím a integrujícím centrem organismu. Zásahuje do činnosti všech orgánů, koordinuje činnost jednotlivých systémů a celého organismu. Prostřednictvím receptorů (čidel a senzorů) přijímá podněty z vnějšku i z vnitřního prostředí organismu. Informace přenáší pomocí signálů (vzruchů) nervovými vlákny do centra soustavy (mozek a mícha), kde je zpracovává. Výstupní informace (podněty k akci jako odpověď na přijatou informaci) pak převádí opět ve formě vzruchů nervovými vlákny na výkonné orgány (svaly, žlázy, srdce). Centrální nervový systém je oboustranně propojen s periferií (tělem) prostřednictvím postkraniálních nervů (nervy hlavové a míšní, nervy autonomního nervového systému).



CÍLE KAPITOLY

Cílem této kapitoly je seznámení:

- s mechanismem fungování přenosu informací v systému
 - se stavbou jednotlivých částí nervového systému
 - s funkcí centrální a periferní části systému a jejich souvislostmi
 - s autonomním systémem, jeho stavbou a funkcí.
-



ČAS POTŘEBNÝ KE STUDIU

Ke studiu této kapitoly bude zapotřebí 50–70 minut. Důležité je pochopení mechanismu fungování nervového systému, seznámení se s jeho členěním, jednotlivými částmi a jejich funkcemi. Neméně důležité je pochopení vzájemných vztahů a komplexnosti systému (vše je propojeno se vším, vše se navzájem ovlivňuje).



KLÍČOVÁ SLOVA KAPITOLY

Mozek, mícha, nervy, sympatikus, parasympatikus, neuron, synapse, reflex.

Stavba lidského těla je z biologického hlediska složitým komplexem struktur a funkcí. Bez přesné a cílené regulace by souhra mezi jednotlivými ději v organismu, tolik důležitá pro jeho fungování, nebyla možná. Na řízení, koordinaci a integraci činnosti všech tkání a orgánů se ve významné součinnosti podílí soustava nervová se soustavou endokrinní, významnou roli sehrává i imunitní systém.

Nervová soustava je hierarchicky nejvýše postavený a nejsložitěji uspořádaná regulační systém lidského organismu. Jeho funkcí a úkolem je přijímat, ukládat a zpracovávat informace z vnějšího prostředí i z vnitřního prostředí vlastního organismu. Dominantní mírou se podílí na řízení všech funkcí lidského těla. Nervová soustava se skládá ze dvou hlavních částí: centrálního nervového systému (CNS) a periferního nervového systému (PNS). Jednotlivé části CNS a PNS lze dobře vymezit, nervová soustava však vždy funguje jako jeden celek.

5.1 Obecná stavba a mechanismus činnosti nervové soustavy

Základními částmi nervové soustavy jsou **nervové buňky (neurony)** a podpůrné **buňky gliové (glie, neuroglie)**, které zajišťují výživu neuronů a jsou schopné fagocytózy. Činnost nervové soustavy je podmíněna stavbou a funkcí těchto buněk a jejich vzájemnými vztahy. Nervové buňky vytvářejí prostorovou **síť**, která umožňuje vzájemnou komunikaci buněk prostřednictvím **mediátorů** a **modulátorů** (látky humorální povahy). Základní funkční jednotkou činnosti nervové soustavy je **reflex**.

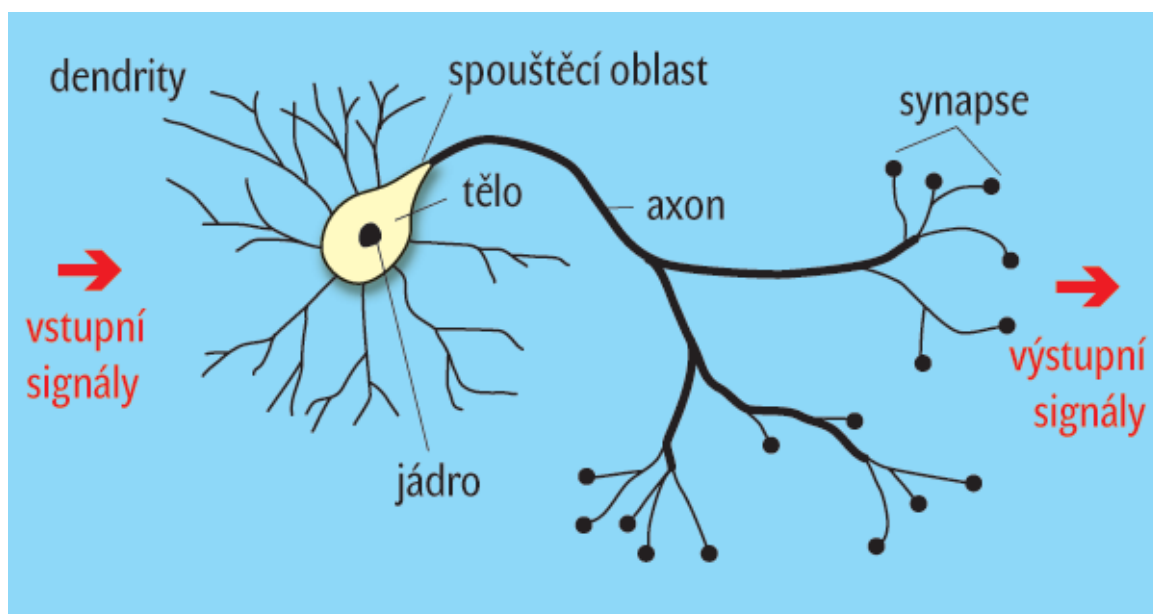
NEURON

Neurony jsou vysoce specializované buňky těla. Vytváří, rozvádějí a upravují **elektrické potenciály** tak, aby mohly být zpracovány a vedeny dále. Neuron je tvořen **tělem (soma)**, obsahujícím jádro a buněčné organely a **výběžky** dvou typů – *dendrity* a *axonem*. **Dendrity** jsou kratší rozvětvené výběžky, vedou impulzy **dostředivě** do těla neuronu. **Neurit (axon)** je jeden dlouhý výběžek různé délky, vedoucí impulzy **odstředivě** od těla buňky směrem do periferie. Většina axonů je obalena myelinovou pochvou s **Ranvierovými zářezy** pro rychlejší šíření vzruchů.

Neurony lze dle funkce dělit na **senzitivní neurony** (přenášejí smyslové informace z periferie do centra nervové soustavy **aferentně**), **motorické neurony** (vedou informace z mozku nebo míchy k příčně pruhované svalovině **eferentně**), **autonomní (vegetativní) neurony** (inervují vnitřní orgány a tkáně neovladatelné vůlí, tj. žlázy, hladkou a srdeční svalovinu) a **interneurony** (propojují jednotlivé neurony navzájem).

Neurony vytváří složitou síť, která slouží k přenosu a zpracování informací. Jednostranný přenos informací z neuronu na neuron nebo na jinou buňku, tzv. **synaptická transmise** se děje prostřednictvím neuronových **zápojů – synapsí**.

Obrázek 11: Stavba neuronu (zdroj: online 11)



SYNAPSE

Synapse je místo spojení dvou buněk, z nichž aspoň jedna nebo obě jsou nervového původu. Umožňuje přenos elektrických vzruchů z jedné buňky na druhou. Každá synapse má **presynaptickou část**, tvořenou koncem axonu jedné buňky, **synaptickou štěrbinu** mezi oběma útvary a **postsynaptickou část** tvořenou membránou těla dalšího neuronu nebo jeho dendritů, méně často axonu. Přenos informací se u člověka uskutečňuje **chemickými synapsi**, kde je přenos informací z jedné buňky na druhou zprostředkován chemickou látkou – **mediátorem** (transmitery, neuropřenašeče, např. *acetylcholin*, *noradrenalin*, *dopamin*, *serotonin*).

Presynaptická část (*button*) je rozšířený konec axonu, která obsahuje váčky naplněné mediátorem, presynaptická membrána obsahuje napětově řízené kanály pro vápník. **Synaptická štěrbin**a je úzký prostor mezi presynaptickou membránou jedné buňky a postsynaptickou membránou druhé buňky. Buňky účastnící se synapse zůstávají navzájem odděleny, jejich membrány se nedotýkají. **Postsynaptická část** se může nacházet na dendritu, těle axonu, neuritu nebo na efektorové buňce (např. svalové, žlázné). Na membráně se zde nacházejí **receptory** pro navázání **mediátoru**.

Dorazí-li elektrický impulz (**vzruch**) k presynaptické části, otevírá zde napětově řízené vápníkové kanály. Extracelulární (mimobuněčná) koncentrace vápenatých iontů je tím větší než intracelulární (vnitrobuněčná), takže vápníkové ionty proudí svými otevřenými kanály do buňky a krom depolarizace membrány dojde také k přesunu váček s mediátory k presynaptické membráně a následně jsou *exocytózou* uvolněny do synaptické štěrbin.

Uvolněné mediátory jdou k postsynaptické membráně, kde reagují s receptory a zahájí kaskádu nitrobuněčných dějů v postsynaptické buňce, kde dochází ke změně propustnosti membrány pro ionty. Výsledek je dán typem konkrétní synapse, typem receptoru a mediátoru:

- aktivace **kationtových** kanálů (pro Na⁺, Ca⁺) v postsynaptické membráně způsobí změnu pro vznik **akčního potenciálu**, taková synapse se nazývá **excitační**
- aktivace **aniontových** kanálů (pro Cl⁻) způsobí proud záporně nabitých částic, které **sníží** membránový potenciál, čímž je znesnadněn vznik akčního potenciálu pro další šíření, jde tedy o synapsi **inhibiční**.

VZRUCH A JEHO ŠÍŘENÍ

Funkčním projevem činnosti neuronů je **vzruch**, který vzniká změnou membránového potenciálu (napětí) v počátečním úseku axonu. Změna rozložení iontů mezi vnější a vnitřní části membrány a tím i změna **polarizace membrány** je vyvolána otevřením či uzavřením přítomných iontových kanálů. Vazbou mediátoru na receptor se kanály otevřou a mohou jimi přestupovat ionty, který buněčnou membránu **depolarizují** (*aktivují*), tzn. vnitřní povrch membrány má negativní náboj, vnitřní pozitivní). Tato depolarizace je spojena se vznikem excitačního potenciálu, který se pak jako **akční potenciál – vzruch** vede dále po nervovém vláknu (jednosměrně).

V případě otevření kanálů pro ionty, které buněčnou membránu **hyperpolarizují**, nedochází ke vzniku akčního potenciálu a vzruch se dále nešíří (dojde k inhibici – zastavení šíření, což je pro činnost nervové soustavy rovněž nezbytný děj).

REFLEX A REFLEXNÍ OBLOUK

Reakce organismu na změnu prostředí (řízená centrálním nervovým systémem) má reflexní charakter. Reflex je považován za základní funkční jednotku míšních a mozkových dějů. Dělí se na podmíněné a nepodmíněné.

- **Reflexy nepodmíněné** jsou vrozenou, stálou, druhově specifickou odpovědí organismu na působení podnětu. Vznikají působením dostatečně silného podnětu automaticky a vždy bez předchozího nácviku, zahrnují řadu reflexů spojených s příjmem potravy a reflexů obranných.
- **Reflexy podmíněné** jsou reakce získané během života formou učení. Vznikají na základě již existujících vrozených nepodmíněných reflexů. Podmíněný reflex může vyvolat jakákoli změna prostředí, která je dostatečně časově a prostorově synchronizovaná s podnětem nepodmíněným a toto spojení je dostatečně opakováno.

Reflex probíhá po reflexní dráze (oblouku), skládá se z **receptoru**, **dostředivé** (*afferentní*) nervové dráhy (vlákna), **centra** (mozek, mícha), **odstředivé** (*eferentní*) dráhy a **vý-**

konného orgánu, který realizuje vlastní odpověď na reflex, na vstupní informaci ze senzoru. Receptor (sensor) je lokalizovaný ve smyslových orgánech (*exteroreceptory*), v kůži (*mechanoreceptory, termoreceptory*), ve vnitřních orgánech (*interoreceptory*), ve svalech a šlachách (*proprioceptory*).

NERVOVÁ GANGLIA

Nervová ganglia jsou tvořena shluky těl neuronů senzitivních, autonomních, vmezeřených a podpůrných buněk. Fungují jako přepojovací stanice, dochází zde také k třídění a integraci informací.

5.2 Centrální nervový systém

Centrální nervový systém (CNS) tvoří mozek (*encefalon, cerebrum*) a páteřní mícha (*medulla spinalis*). CNS zasahuje do funkce všech orgánů a koordinuje jejich činnost s ohledem na potřeby celého organismu. V každém okamžiku rychle a přesně přijímá a zpracovává obrovské množství informací z vnějšího a vnitřního prostředí i z vlastních struktur (mozku a míchy). Činnost CNS je u každého jedince individuální, jedinečná a nezaměnitelná.

5.2.1 PÁTEŘNÍ MÍCHA (*MEDULLA SPINALIS*)

Páteřní (hřbetní) mícha je spolu s mozkem součástí **centrálního nervového systému**. Z míchy vystupují míšní nervy, které (spolu s hlavovými nervy odstupujícími z mozku) jsou řazeny již k perifernímu nervovému systému a budou probrány tam.

Hřbetní mícha je silný nervový provazec, dlouhý asi 40–45 cm, široký cca jako palec, uložena v páteřním kanálu tvořeném těly a oblouky obratlů. Směrem nahoru přechází v oblasti týlního otvoru v **prodlouženou míchu** (první části mozkového kmene), dolní konec se kuželovitě ztenčuje a **dosahuje k úrovni 1.-2. bederního obratle**, dále pokračuje soubor vláken bederních a křížových míšních nervů zvaných „koňský ohon“ (*cauda equina*) a tenké vlákno (*filum terminale*), které se připojuje ke kostrči. Na páteřní míše se popisuje 5 oddílů (krční, hrudní, bederní, křížový a kostrční) a každý oddíl je dále členěn na míšní segmenty.

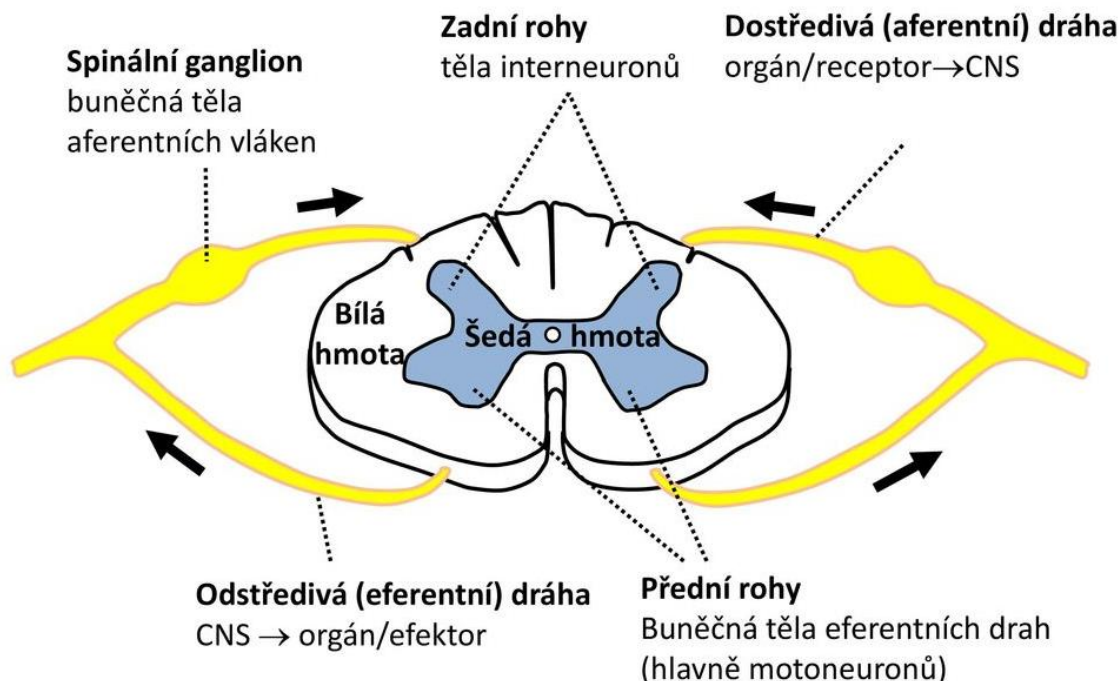
Na příčném řezu je zřetelně rozlišitelná **bílá** a **šedá hmota míšní**. **Šedá hmota** ve tvaru motýlích křídel či písmene H je uložena při středu kolem páteřního kanálu (obsahující mozkomíšní mok) a je tvořena těly neuronů (**bílá** hmota je tvořena dlouhými výběžky – *axony*). Kratší a širší **šedé přední rohy** obsahují těla a krátké výběžky neuronů (**motoneuronů**), jejichž axony odstupují jako **motorická** vlákna míšních nervů, u širších **zadních šedých rohů** končí výběžky **senzitivních** vláken **senzitivních neuronů**. Střední část šedé hmoty obsahuje **autonomní** (vegetativní neurony) – **sympatikus** a **parasympatikus**, jejichž výběžky vystupují z míchy a tvoří vlákna autonomní. V hrudní a bederní části míchy

jsou uložena těla pregangliových **sympatických** neuronů, v křížové části míchy pak těla **parasympatických** neuronů.

Bílá hmota míšní zaujímá prostor kolem hmoty šedé a obsahuje obrovské množství **nervových vláken** (výběžky neuronů, nikoli těla). Vlákná se seskupují do nervových míšních **drah vzestupných** (*ascendentních*) vedoucích do vyšších etáží míchy a do mozku a **sestupných drah** (*descendentních*) jdoucích do nižších oddílů míchy. **Bílou hmotu** tak lze rozdělit do **tří širokých provazců**. V **předních provazcích** vedou dráhy **sestupné** (zejména motorické dráhy z mozkové kůry a mozkového kmene, jdoucí k motoneuronům v předních rožích míšních). V **zadních provazcích** vedou **vzestupné** (senzitivní) dráhy, které převádí vzruchy z receptorů do vyšších oddílů nervového systému a zprostředkovávají pocity dotyku, tlaku, polohy a pohybu končetin. V **postranních provazcích** probíhají jak **sestupné** (motorické a autonomní) tak i **vzestupné** (senzitivní) dráhy.

Na povrchu míchy jsou patrné zářezy, celkem **6 podélných rýh**. Na přední a zadní straně jsou hluboké zářezy, na bočních stranách dvě mělké podélné rýhy. V každém míšním segmentu vystupují z **přední boční mělké brázdy** (vpravo i vlevo) **motorická** a **autonomní vlákna**, a do **zadní mělké brázdy** (vpravo i vlevo) vstupují nervová vlákna). Tato vlákna pak vytváří svazky a odstupují od míchy jako **smíšené míšní nervy** (viz. 5.3.2 Míšní nervy (*nervi spinales*)).

Obrázek 12: Stavba páteřní míchy na řezu (zdroj: online 12)



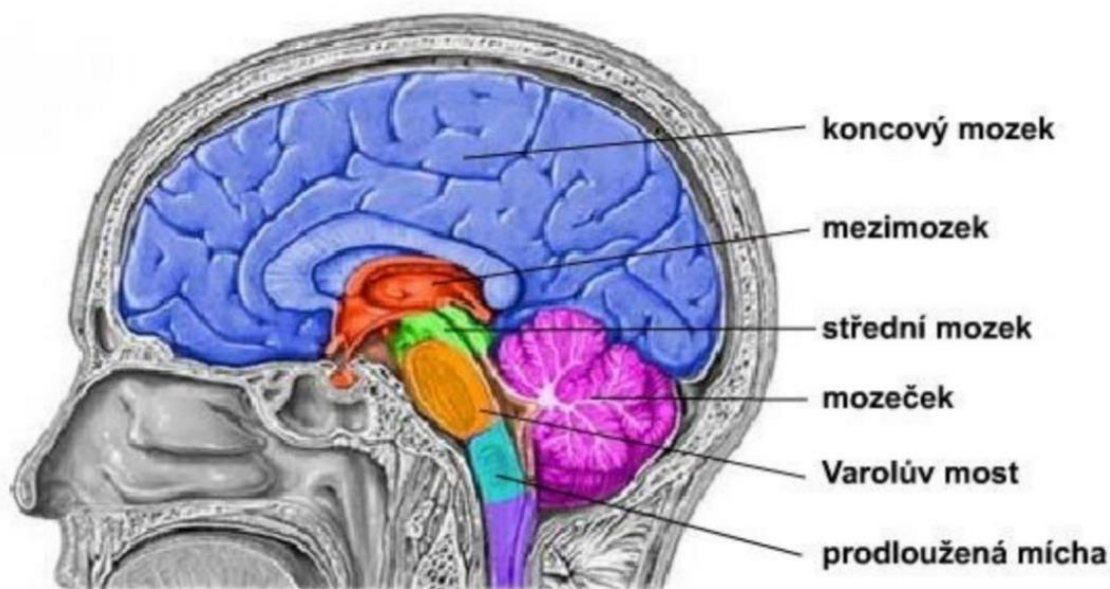
FUNKCE HŘBETNÍ MÍCHY

Mícha má dvě základní funkce – převodní a reflexní. **Funkce převodní** je uskutečněna prostřednictvím vzestupných a sestupných drah, které spojují míchu s vyššími oddíly centrálního nervového systému, přenos informací mezi pravou a levou polovinou míchy zajišťují vmezeřené neurony (interneurony). **Funkce reflexní** – mícha je nejnižším centrem reflexů. Receptory reflexního oblouku jsou uloženy ve svalech a šlachách, v kůži a ve vnitřních orgánech (viz. výše), podle typu receptorů lze rozeznat dva typy hybných míšních reflexů – **proprioceptivní** míšní reflexy (vyvolávají např. extenzi končetin při úderu na ni) a **exteroreceptivní** míšní reflexy (vyvolávají flexi i extenzi vlivem podráždění kůže), oba jsou základem chůze (flexe jedné končetiny je současně provázána extenzí druhé, což je základem chůze, kterou vědomě zahájíme ale dále můžeme a nemusíme řídit).

5.2.2 MOZEK (CEREBRUM)

Lidský mozek je nejsložitější orgán lidského těla, všechny jeho oblasti jsou navzájem mnohonásobně a obousměrně propojeny a pracují jako jeden celek. K jednotlivým etážím mozku patří: mozkový kmen (prodloužená mícha, Varolův most, střední mozek), mozeček, mezimozek a koncový mozek.

Obrázek 13: Schéma jednotlivých částí mozku (zdroj: online 13)



5.2.2.1 Mozkový kmen (*truncus cerebri*)

Mozkový kmen navazuje bezprostředně na míchu hřbetní. Příným pokračováním míchy hřbetní je po prostupu týlním otvorem v lebce prodloužená mícha (*medulla oblongata*),

mohutný val nad ní se nazývá Varolův most (*pons Varoli*), na který navazuje nejvýše uložená část mozkového kmene – střední mozek (*mesencefalon*). Prodloužená mícha a Varolův most tvoří **dno IV. mozkové komory**, která se rozpíná nad nimi, středem středního mozku pak probíhá **kanálek** spojující IV. mozkovou komoru s komorou III. Směrem nahoru a dopředu navazuje na mozkový kmen mezimozek, na zadní stranu kmene je přiložen mozeček.

Neurony mozkového kmene (jejich těla) se seskupují do mnoha šedých **jader** (center) dle jejich funkce. Kmen (zejména **prodloužená mícha**) je navíc prostoupen **sítí** rozptýlených a vzájemně propojených nervových buněk, které dohromady tvoří ascendentní (vzestupný) a descendentní (sestupný) systém tzv. **retikulární formace**, která má integrační, spojovací, koordinační a aktivační funkce, podílí se na řízení stavu bdělosti a schopnosti zaměřit pozornost na určité podněty tím, že dostává obrovské množství vstupních informací ze všech smyslových orgánů. **Jádra retikulární formace** jsou **centry životně důležitých reflexů** (polykání, kašel, kýchání, zvracení) a **centrem základních životních funkcí**, jako je **dechové centrum** (inspirační a expirační), **srdeční** (kardio-stimulační a kardio-inhibiční), **cévní** (vasokonstrikce a vazodilatace), **trávicí** (pohyb trávicí soustavy, činnost žláz, žvýkání, polykání, slinění) a další, nachází se zde také jádra některých hlavových nervů. Ze spodní plochy prodloužené míchy pak vystupuje VI. - XII. pár hlavových nervů.

Varolův most je mohutný příčný val mezi prodlouženou míchou a středním mozkem, jehož oba konce se zanořují do mozečku. Stavebně i funkčně je přímým pokračováním prodloužené míchy. Šedá hmota vytváří jádra hlavových nervů, bílá hmota obsahuje vzestupné a sestupné dráhy. Ze spodní plochy mostu odstupuje párový V. hlavový nerv.

Střední mozek tvoří v horní části 4 zaoblené hrbolky – **čtverohrbolí**, které obsahuje centra zrakových a sluchových reflexů. V **předních hrbolcích** jsou **zraková centra**, která se podílí na reflexním pohybu hlavy a očí ve směru světelného podnětu, včetně souhry pohybu obou očí. V **zadních hrbolcích** jsou neurony zapojené do **sluchové dráhy**, které vyvolávají reflexní pohyb hlavy za zdrojem zvuku. Ve středním mozku jsou **jádra** (centra, těla neuronů) třetího a čtvrtého hlavového nervu, dále **červené jádro** účastníci se řízení motoriky a tzv. **substantia nigra**, oblast, která produkuje *dopamin*, který se přenáší do bazálních ganglií (viz dále). nedostatek dopaminu způsobuje Parkinsonovu chorobu s poruchou motoriky.

Celým mozkovým kmenem dále prochází velké množství vzestupných i sestupných **drah** (bílá hmota).

5.2.2.2 Mozeček (*cerebellum*)

Je uložen na zadní (dorzální) straně mozkového kmene, vytváří strop IV. mozkové komory, leží v zadní jámě lební. Skládá se ze dvou polokoulí a spojovacího mozečkového červu (*vermis*). Šedá hmota je umístěna na povrchu hemisfér a vytváří mozečkovou **kůru**, zprohýbanou v jemné závitě. Bílá hmota vybíhá mezi závitě a vytváří stromečkovitou strukturu (*arbor vitae* – strom života, viditelný na řezu mozečkem).

Mozeček je místem propojení se **statokinetickým čidlem** (zaznamenává polohu těla a končetin, pohyb v jednotlivých částech těla), **propojuje se** také s hřbetní a prodlouženou míchou, směrem nahoru pak s thalamem (část mezimozku), bazálními ganglii a mozkovou kůrou. Je **centrem koordinace pohybů** a součástí systému, který se podílí na **řízení** úmyslných (cílených) i neúmyslných **pohybů**. Reguluje svalové napětí (*tonus*), udržování rovnováhy, upřesňuje cílené pohyby spuštěné z mozkové kůry. Mozeček hraje důležitou roli v procesu učení a paměti, zejména u tzv. **motorického učení**, tj. vytvoření si nového motorického stereotypu (učení řeči, psaní písmen, jízda na kole, řízení auta). **Poškození mozečku** vede k těžkým poruchám rovnováhy, k neschopnosti vykonávat přesné a cílené pohyby a k poruše koordinace.

5.2.2.3 Mezimozek (Diencephalon)

Mezimozek je uložen nad středním mozkiem, mezi oběma hemisférami koncového mozku, kterými je překryt. Lze jej tedy vidět pouze na řezech mozkiem nebo po snesení hemisfér. Skládá se z velkého párového jádra **talamu** a nepárového **hypotalamu**, ke kterému je stopkou připojen podvěsek mozkový (**hypofýza**).

TALAMUS (THALAMUS)

Talamus je párová část mozku složena ze dvou symetrických ovoidních těles, mezi kterými se nachází III. mozková komora. Neurony talamu se sdružují do center – talamických **jader**, které se dále seskupují do funkčních skupin.

V talamech se třídí, integrují, přepojují a modulují především **senzitivní informace**. Do talamu se dostávají **veškeré** senzitivní informace zrakové, sluchové, chuťové, informace z citlivých nervových zakončení těla pro teplo, chlad, bolest, hmat, tlak, tah, polohu a napětí jednotlivých částí těla. Talamus je proto nazýván **bránou vědomí**, umožňuje totiž vstup těchto informací výše do mozkové kůry (a tedy do **vědomí**), takže je můžeme vnímat, vědomě zaznamenat.

Krom senzitivních funkcí jsou talamy zapojeny i do funkcí motorických a autonomních, jejich činnost je velmi komplexní. Nervová vlákna propojují talamy s mnoha oblastmi mozku, s hypotalamem, limbickým systémem (viz dále), mozkovou kůrou, jádry mozkového kmene i s mozečkem. Narušení talamu může způsobit změnu kožní citlivosti (od úplné necitlivosti až po bolestivé vnímání běžných hmatových podnětů).

HYPOTALAMUS (HYPOTHALAMUS)

Nepárový útvar tvořící dolní část stěny III. mozkové komory. Obsahuje řadu jader, která řídí endokrinní a autonomní funkce. **Jedna skupina jader** produkuje **regulační hormony**, které ovlivňují činnost **adenohypofýzy** (přední lalok hypofýzy, produkující hormony působící na jednotlivé žlázy s vnitřní sekrecí) a tak i činnost jednotlivých periferních žláz. Další hypotalamické hormony se skladují v **neurohypofýze** (zadní lalok hypofýzy komu-

nikující s hypotalamem) a po uvolnění regulují prostřednictvím ledvin objem a složení extracelulární tekutiny (čímž přispívají k udržení homeostázy) nebo se uplatňují při porodu a laktaci (oxytocin). **Druhá skupina jader** hypotalamu je nervovými vlákny spojena s jádry hlavových nervů a s míšními buňkami, které řídí činnost hladké svaloviny a žláz a ovlivňují činnost buněk srdeční svaloviny. Z těchto důvodů se tato skupina jader nazývá také jako „**útrobní mozek**“. V důsledku spojení s dalšími složkami autonomního nervového systému v míše a retikulární formaci se významně podílí také na dýchání, regulaci krevního oběhu, na příjmu potravy a regulaci činnosti trávicího systému. Hypotalamus zasahuje také do udržování tělesné teploty, do regulací sexuálních funkcí, emocí a chování.

Hypotalamus má bohaté reciproční spoje s většinou struktur mozku (zejména s retikulární formací mozkového kmene, talamem, limbickým systémem a mozkovou kůrou). Díky úzkému napojení na limbický systém zprostředkovává hypotalamus tělesný doprovod všech emocí (červenání se při studu, zrychlení dechu a srdečního rytmu při stresu, např. před vystoupením na veřejnosti, zubařem) a podílí se na modulaci emočního prožívání (pocity libosti a nelibosti). Díky specifickému jádru hraje také důležitou roli v udržování circadiálních rytmů (střídání spánku a bdění v závislosti na denní době, slunečním svitu).

5.2.2.4 **Koncový mozek (telencephalon)**

Koncový mozek je nejmohutnějším oddílem mozku, skládající se ze dvou polokoulí – **hemisfér**, které odděluje hluboká podélná štěrbina s výběžkem tvrdé pleny mozkové. Propojení obou hemisfér zajišťuje svazek bílé hmoty ve střední čáře zvaný **kalózní těleso** (*corpus callosum*) v hloubce podél štěrbin, obsahující 200 milionu nervových vláken propojujících jednotlivá místa hemisfér.

Povrch hemisfér je kryt **šedou kůrou mozkovou** (*cortex*), pod ní je mnohem silnější bílá hmota, ve které jsou v hloubce uložena velká jádra šedé hmoty zvaná **bazální ganglia**. Šedá hmota koncového mozku je rovněž tvořena těly neuronů, bílá hmota obsahuje vlákna nervových buněk, které se seskupují do funkčních svazků zvaných **nervové dráhy**. Nervové dráhy propojují jednotlivé oddíly CNS a dělí se na **dráhy asociační** (spojují mozkovou kůru s jinými oddíly na stejné straně nebo na stejné etáži či úrovni), **dráhy komisurální** (spojují pravé a levé oblasti v kůře i podkorové, řadí se k nim i kalózní těleso) a **dráhy projekční** (spojují v mozku a míše nervová centra v odlišných – vyšších a nižších – etážích a vedou informace vzestupně ascendentně a sestupně descendentně, probíhají zkříženě i nezkríženě).

Povrch hemisfér je rozdělen brázdami a rýhami na **mozkové závitky** (*gyry*). Každá hemisféra je hlubokými brázdami rozdělena na 5 laloků: **lalok čelní** (*lobus frontalis*), **temenní** (*lobus parietalis*), **spánkový** (*lobus temporalis*), **tylní** (*lobus occipitalis*) a **insulu** (*lobus insularis*) zanořenou mezi lalok čelní, temenní a spánkový.

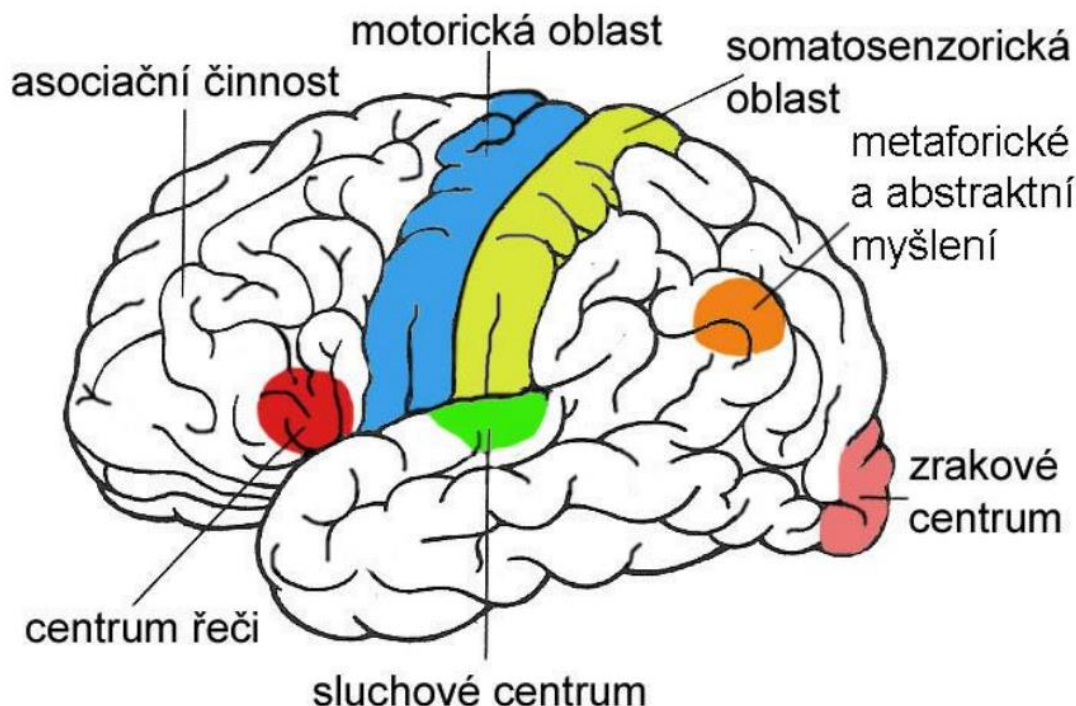
KŮRA MOZKOVÁ (CORTEX, NEOCORTEX)

V hierarchii nervové regulace zaujímá nejvyšší postavení mozková kůra. Začíná a končí zde obrovské množství nervových drah. Je propojena prakticky se všemi částmi centrálního nervového systému. V mozkové kůře každého laloku se nachází **specifické funkční oblasti** (centra s jasně vymezenou funkcí) a objemově velké oblasti (zabírající největší plochu koncového mozku) zvané **asociační oblasti**, jejichž funkce je velmi komplexní, hlavně spojovací a koordinační. Podílejí se vyšší mozkové činnosti jako je funkce paměti, pozornosti, vůle, myšlení, vnímání, řeči, řídí specifické formy chování, ovlivňují emoce, aktivitu.

Funkční korové oblasti jsou popsány dle mozkových laloků:

- **čelní lalok** – obsahuje základní (primární) **motorickou oblast** (řídí úmyslné pohyby kosterního svalstva, vůlí řízenou hybnost), **Brocovo** (motorické) **řečové centrum** (řídí složité pohyby svalů při mluvení), rozsáhlou **frontální asociační oblast** (propojuje, integruje a aktivuje řadu mozkových struktur, hraje významnou úlohu v myšlenkových procesech spojených s řešením problémů, vzniku pozornosti, specifických forem lidského chování), **primární čichovou oblast** (analýza informací z čichových čidel s vlivem na emoce, motivaci, paměť díky napojení na limbický systém)
- **temenní lalok** – obsahuje **primární korovou oblast citlivosti** (senzitivity, kam se přenáší vnímání doteku, bolesti, chladu a tepla), **chut'ovou korovou oblast**, **sekundární senzitivní oblast** (podíl na integraci senzitivních vjemů, vytváří dotekovou představu – mapu celého těla, také je centrem pro vnímání pohybu těla a podílí se na prostorové paměti), **asociační korovou oblast** (integrační funkce, výběr a zpracování sensorických informací nutných ke zdárné realizaci úmyslných pohybů)
- **týlní lalok** – **primární a sekundární zraková korová oblast** (rozběr zrakových počítků a vjemů, srovnávání a třídění zrakových informací a zařazení do širších souvislostí i uložení do paměti), **asociační korová oblast** (opět integrační funkce)
- **spánkový lalok** – **primární sluchová oblast** (reaguje na vysoké a nízké tóny), **sekundární sluchová oblast** (vztah k řeči a sluchové paměti), **korové centrum rovnováhy**, **asociační oblast** (třídění, přepojování, integrace a zpracování informací, velký význam, v procesu učení, paměťových stop např. v rozpoznání předmětů), **Wernickeho** (senzitivní) **řečové centrum** (umožňuje rozumět mluvenému a psanému slovu, tvorba smysluplné řeči)
- **insula** – **korová reprezentace vnitřních** (vegetativních) **funkcí** (např. řízení gastrointestinální mobility).

Obrázek 14: Některé z funkčních oblastí mozkové kůry (zdroj: online 14)



BAZÁLNÍ GANGLIA

Bazální ganglia jsou nakupení **šedé hmoty v nitru** mozkových polokoulí, vytvářející velká **jádra** složená z nervových buněk. Obsahují neurony, které jsou schopny vyrábět *dopamin* nebo *acetylcholin* (mediátory synapsí). Jednotlivá bazální ganglia a jejich části jsou navzájem propojeny a vytváří jeden funkční celek. Jako celek jsou ganglia funkčně spojena s mozkovou kůrou, talamem a mozkovým kmenem.

Účastní se na řízení motoriky: spolu s mozečkem a mozkovou kůrou se podílí na plánování, programování a provedení úmyslných pohybů. Ovlivňují napětí svalů, korigují a tlumí mimovolní a nadbytečné pohyby. Modulují vstupní informace motorické kůry a integrují plánované pohyby s naučenými nebo vrozenými pohybovými programy. Poškození jednotlivých částí bazálních ganglií vede k motorickým poruchám (třes, změna svalového napětí, poruchy chůze).

LIMBICKÝ SYSTÉM

Limbický systém není morfologicky ani funkčně přesně vymezená struktura. Tvoří jej komplex několika **korových** (část mozkové kůry, hipokampus) a **podkorových** (hypotalamus, amygdala) struktur mozku, patří k nejsložitějším systémům mozku.

Je hlavním neurofyziologickým **centrem emocí, motivace a paměti**. Do limbického systému přichází obrovské množství vstupních informací ze smyslů, z mnoha mozkových

center a rovněž faktory humorální. Díky četným propojením s ostatními strukturami mozku mohou struktury limbického systému ovlivnit prakticky veškeré funkce organismu.

Hraje významnou roli v tvorbě a fixaci paměťových stop při ukládání informací z **krátkodobé paměti** do **dlouhodobé**. Spolupodílí se na **řízení vegetativních a endokrinních funkcí**, tělesného (fyzického) doprovodu emocí, pozornosti, celkové aktivity organismu. Vstupují do regulace složitých vzorců chování spojeného se získáním potravy, sociální a sexuální aktivitou (libido), agresí, strachem. Např. zhodnocením a propojením četných vstupních informací spolu s pamětí a zkušenostmi přiřazuje událostem **emoční náboj** a tím ovlivňuje tělesné funkce a chování a vytváří **emoční paměť**. Díky úzkému a oboustrannému propojení limbického systému a hypotalamu má každá **emoce tělesný doprovod** (fyzický projev na těle) a naopak.

5.2.2.5 Mozkomíšní mok (*Liquor cerebrospinalis*)

Mozkomíšní mok je čirá, lehce nažloutlá tekutina, která se neustále tvoří filtrací z krevní plazmy v cévních pleteních umístěných v mozkových komorách. Mok cirkuluje mezi mozkovými komorami a prostorem pod vnitřním obalem mozku a míchy (subarachnoidální prostor). Vstřebává se do žil na povrchu mozku a míchy. Ve srovnání s krevní plazmou obsahuje méně bílkovin, lipidů a vápníku, a více chloridu a hořčíku.

Celkový objem je 100–180 ml. Mok mechanicky chrání mozek při nárazech, nadlehčuje ho, takže mozková tkáň neleží plnou vahou na spodině lebeční. Svým složením vytváří vhodné prostředí pro činnost nervových buněk.

5.2.2.6 Obaly CNS

Mozek a mícha jsou obklopeny **třemi** vrstvami obalů. **Tvrdá plena** (*dura mater*) je silná vazivová blána, směrem k vnitřnímu povrchu kostí lebky pevně přichycena, směrem k mozku vybíhá v několik řas. **Pavoučnice** (*arachnoidea*) je tenká bezcévná blána ze sítovité uspořádaných vláken, která zevnitř těsně naléhá na tvrdou plenu. Pod ní, nejbližší k mozku, se nachází **měkká plena** (*pia mater*), což je jemná vazivová blána těsně přiléhající k povrchu mozku i míchy, sledující všechny jejich nerovnosti a zakřivení. Prostor mezi měkkou plenou a pavoučnicí se nazývá **subarachnoidální** a je vyplněn mozkomíšním mokem.

5.3 Periferní nervový systém

Periferní část nervového systému je tvořena **nervy hlavovými** (*nervi craniales*), **nervy míšními** (*nervi spinales*) a **autonomními** (vegetativními) nervy (*sympatikus*, *parasympatikus*). Periferní nervy jsou doplněny o **senzitivní nervová ganglia** (uzliny).

Hlavové a míšní nervy zprostředkovávají obousměrné propojení centrálního nervového systému s orgány a tkáněmi celého těla. Každý nerv obsahuje několik set až desítek tisíc

nervových vláken, která jsou spojena vazivovou tkání a obalena vazivovým obalem na povrchu nervu. Jednotlivé nervy se liší svou délkou, šířkou i konkrétními typy nervových vláken.

Periferní nerv obsahuje výběžky buněk (především axony), jejichž těla jsou umístěna v míše, mozkovém kmeni nebo v míšních gangliích, uložených těsně vedle míchy. V periferním nervu může být až několik tisíc nervových vláken spojených vazivem, které na povrchu nervu vytváří vazivový obal. Podle **typů vláken** rozlišujeme **typy nervů**:

- **nervy senzitivní** (citlivé) – jsou nervy **dostředivé** (*afferentní*), obsahují vlákna, která vedou informaci z receptoru (tkáň, orgán, žláza) do CNS
- **nervy motorické** (hybné) – jsou nervy **odstředivé** (*eferentní*), obsahují vlákna vedoucí informace z CNS k výkonným orgánům (efektorům), což jsou to 1) motoneurony na nervosvalových ploténkách kosterní svaloviny (pro vůlí ovladatelné pohyby) anebo 2) vegetativní (visceromotorické = sympatikus a parasympaticus) zakončené v hladké svalovině, v myokardu, ve žlázách (pro vůlí neovladatelnou činnost v orgánech)
- **nervy smíšené** (většina nervů) – obsahují vlákna senzitivní, motorická a vegetativní, jejich porušení vede jak ke ztrátě hybnosti, tak citlivosti a k poruchám prokrvení dané oblasti, kterou inervují.

5.3.1 HLAVOVÉ NERVY (*NERVI CRANIALES*)

Vlákna 12 **párových** nervů, která buď začínají nebo končí v jádrech mozkového kmene, označují se římskými číslicemi I-XII. Na rozdíl od smíšených nervů míšních jsou některé nervy hlavové čistě senzitivní nebo čistě motorické, jen malá část patří mezi nervy smíšené (obsahuje různé typy vláken).

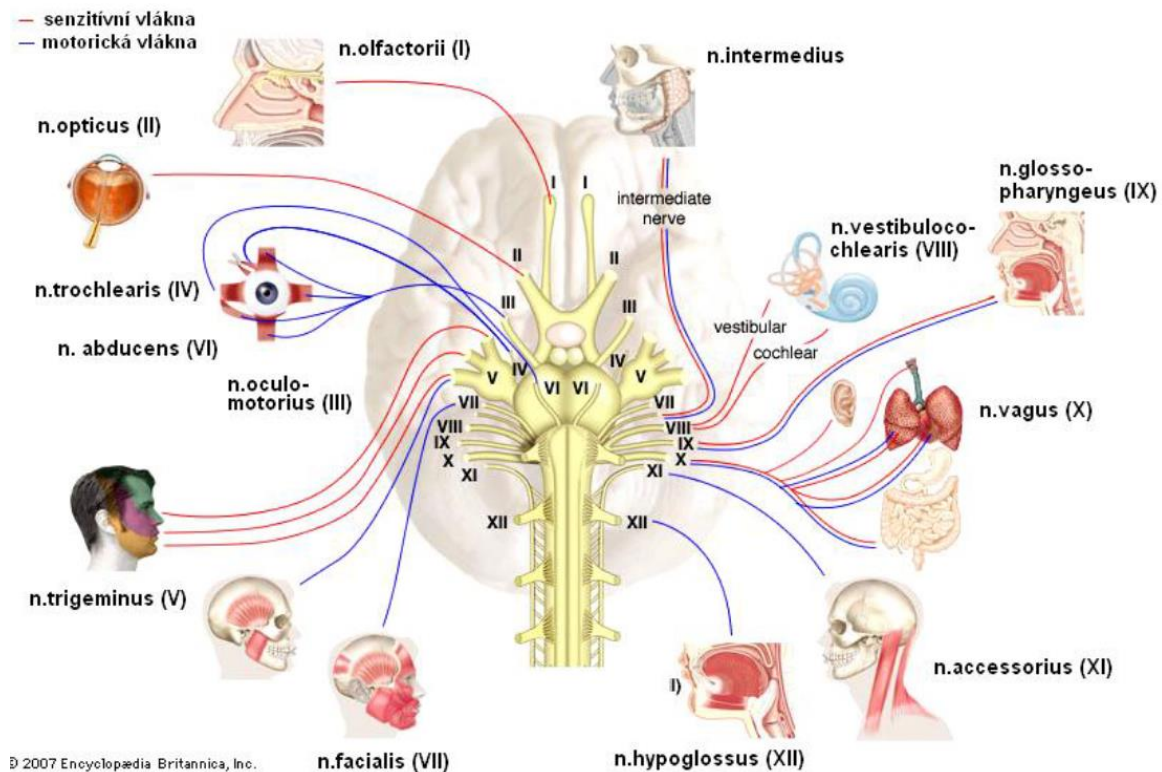
I. Nerv čichový (*nervus olfactorius*) – čistě **senzitivní** nerv, tvořený výběžky čichových buněk umístěných v horní části nosní sliznice, které prostupují dírkami v čichové kosti a přivádí do mozku čichové informace (končí na rozšířeném čichovém bulbu na spodině mozku).

II. Nerv zrakový (*nervus opticus*) – čistě **senzitivní** nerv, vede vzruchy vznikající v gangliových buňkách po podráždění receptorů sítnice; po průchodu do lebky se vlákna kříží a pokračují do zrakových center v mezimozku a do talamu, kde se přepojí a pošlou do vyšších etáží mozku.

III. Nerv okohybný (*nervus oculomotorius*) – **smíšený** nerv, vede motorická vlákna k téměř všem okohybným svalům a autonomní (parasympatická) vlákna pro svěrač zornice.

IV. Nerv kladkový (*nervus trochlearis*) – čistě **motorický** nerv pro inervaci šikmého okohybného svalu.

Obrázek 15: Odstup hlavových nervů a jejich vlákna (zdroj: online 15)



VI. Nerv trojklaný (*nervus trigeminus*) – **smíšený** nerv, má 3 větve: 1. pro senzitivní inervaci čela a horního víčka, 2. pro inervaci střední části obličeje, 3. přivádí informace z dolní čelisti a obsahuje motorická vlákna pro žvýkací svaly.

VI. Nerv odtahující (*nervus abducens*) – čistě **motorický** pro zevní přímý oční sval.

VII. Nerv lícní (*nervus facialis*) – **smíšený**, motorická vlákna pro mimické svaly obličeje, senzitivní vlákna pro vedení chuťových informací z jazyka, autonomní parasympatická vlákna pro slinné žlázy.

VIII. Nerv sluchově-rovnovážný (*nervus vestibulocochlearis*) – čistě **senzitivní**, přivodí informací z rovnovážného ústrojí a vnitřního ucha (sluch).

IX. jazykohltanový (*nervus glossopharyngeus*) – **smíšený**, inervuje senzitivně i motoricky část hltanu, patro a kořen jazyka, senzitivní vlákna vedou chuť ze zadní části jazyka, parasympatická pro slinnou žlázu průušní.

X. Nerv bloudivý (*n. vagus*) – **smíšený**, inervuje rozsáhlou oblast od krční, přes hrudní, břišní po pohlavní žlázy parasympatickými vlákny, senzitivní část přivádí informaci do mozku ze stejných orgánů.

XI. Nerv přídatný (*nervus accesorius*) – čistě **motorický** pro trapézový sval a zdvihač hlavy.

XII. Nerv podjazykový (*nervus hypoglossus*) – čistě **motorický**, inervace svalů jazyka.

5.3.2 MÍŠNÍ NERVY (*NERVI SPINALES*)

Míšní nervy vznikají spojením **předních motorických** a **zadních senzitivních** vláken, ke kterým se přidávají také autonomní vlákna. Všechny míšní nervy jsou tedy **smíšené**. Těla neuronů leží v šedé hmotě míšni, těla senzitivních neuronů v nervových uzlinách (gangliích) na zadních míšních kořenech.

Po odstupu nervových vláken z míchy vznikají 2 **míšní kořeny**: přední kořen obsahuje motorická a autonomní vlákna (odstředivá), **zadní kořen** převážně senzitivní vlákna (dostředivá), leží na něm **senzitivní uzlina** pro přepojení. Tyto dva kořeny se spojují v jeden **smíšený míšní nerv** (pár míšního nervu, jeden z pravé strany míchy, druhý z levé) a opouští páteřní kanál meziobratlovými otvory nebo otvory v kosti křížové. Celkem odstupuje **31 párů míšních nervů** (8 párů nervů krčních, 12 párů nervů hrudních, 5 párů bederních, 5 párů křížových a 1 pár nervu kostrčního).

Po výstupu z meziobratlových prostorů se každý míšní nerv dělí na 4 větve. Dvě slabší větvičky směřují zpět k obalům míšním a k sympatickým gangliím (komunikace mezi systémy). Zbylé dvě větve (přední a zadní větev) jsou typickými smíšenými míšními nervy (obsahují motorická, senzitivní i autonomní vlákna). Silnější **přední větve** míšních nervů inervují svaly a kůži horních a dolních končetin a dále přední části trupu a krku. Různě se navzájem spojují a vytvářejí **pleteně** (*plexy*). **Zadní větve** inervují hluboké svaly zádové a kůži zad.

KORESPONDENČNÍ ÚKOL

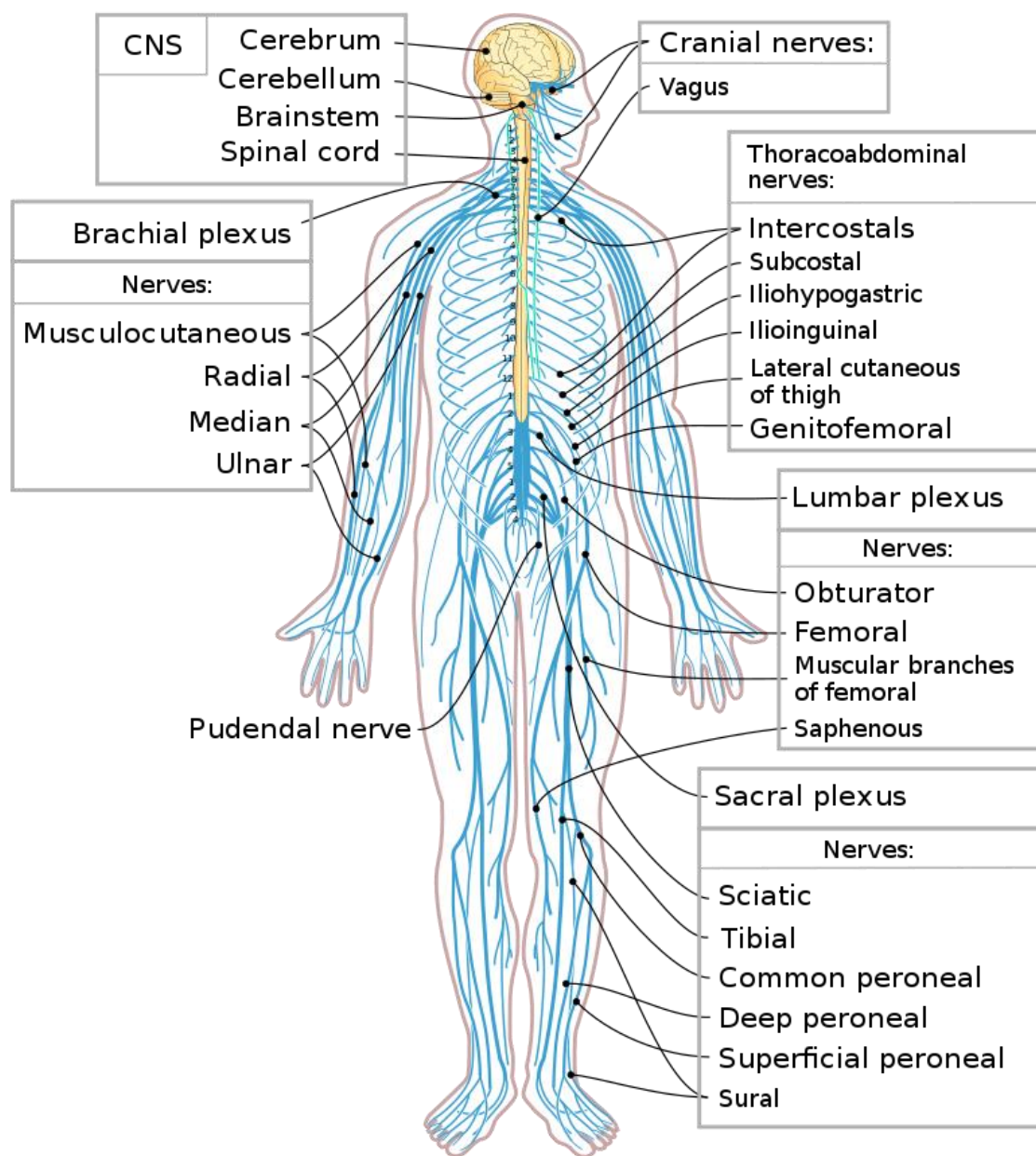


Překreslete ručně schéma vzniku míšního nervu s popisky (odstup vláken z míchy, kořeny míšní a následně míšní nerv rozdělující se na přední a zadní větev). Inspirujte se anatomickými ilustracemi. Výsledný obrázek zašlete jako sken nebo foto na e-mail vyučujícího předmětu (pouze kombinovaní/dálkový studenti).

PŘEDNÍ VĚTVE MÍŠNÍ A JEJICH PLETENĚ (*PLEXY*)

Krční nervová pleteň (*plexus cervicalis*) vzniká spojením předních větví míšních nervů C1-C4. Její senzitivní větve inervují krajinu tylní, okolí ušního boltce, kůži krku a horní části hrudníku. Motorická vlákna jdou ke svalům krku. Významným nervem je **nerv brániční** (*n. phrenicus*), který sestupuje až k bránici a inervuje ji.

Obrázek 16: Přehled míšních nervů a plexů (zdroj: online 16)



Pažní nervová pletěň (*plexus brachialis*) vzniká spojením předních větví 5. krčního až 1. hrudního nervu (C5-Th1). Je uložena za kostí klíční a zasahuje až do jámy podpažní, kde se dělí na jednotlivé nervy pro svaly pažního pletence a svaly a kůži horní končetiny. Nej důležitější nervy jsou **nerv středový** (*n. medianus*) jdoucí středem předloktí a inervující předloketní svaly a níže krátké svaly palce a přilehlou kůži, **nerv loketní** (*nervus ulnaris*) pro ohybače prstů a ruky a krátkých svalů dlaně plus přilehlou kůži a **nerv vřetení** (*n. radialis*) pro svaly na zadní straně paže a předloktí a kůži v této oblasti.

V **hrudní části** nevytváří přední větve žádné pleteně, ale mají zde segmentální uspořádání – po odstupu z míchy probíhají ve své výšce v jednotlivých mezižebřích **jako 12 párů hrudních nervů** (*nervy intercostales*) a inervují mezižebřní svaly a kůži hrudníku.

Bederní nervová pleteň (*plexus lumbalis*) vzniká spojením předních větví bederních míšních nervů L1-L5. Inervuje kůži a svaly břicha, pánve, svaly a kůži přední a vnitřní strany stehna a zevních genitálií. Nejsilnějším je **nerv stehenní** (*nervus femoralis*) pro přední stranu stehna.

Křížová pleteň (*plexus sacralis*) vzniká z předních větví L5-Co1, obsahuje tedy poslední odstup bederního míšního nervu, 5 předních větví nervů křížových a 1 kostrční. Inervuje hýžděové svaly, svaly a kůži zadní strany stehna a celé lýtko a nohu. Odstupuje z ní nejdelší a nejsilnější nerv lidského těla, **nerv sedací** (*nervus ischiadicus*), který probíhá pod velkým hýžděovým svalem na zadní stranu stehna, kde inervuje svaly a kůži a větví se na **nerv holení** (*n. tibialis*) a **nerv lýtkový** (*nervus peroneus*) pro kůži a svaly bérce a nohy. Jediný pár kostrčního nervu inervuje senzitivně kůži nad kostrčí.

5.4 Autonomní nervový systém

Autonomní (vegetativní) část nervové soustavy řídí činnost hladké a srdeční svaloviny, endokrinních a exokrinních žláz. Není ovládána vůlí, pracuje automaticky v integraci s ostatními částmi nervového i hormonálního systému. Řízení je vesměs organizováno na podkladě reflexů. Prostřednictvím spojení s mozkovou kůrou, podkorovými, kmenovými a míšními strukturami získává hypotalamus senzitivní informace z receptorů (senzorů) periferních oblastí a díky svým receptorům (chemoreceptory, termoreceptory a další) i informace o změnách vnitřního prostředí v organismu.

Autonomní systém dělíme na dvě části – **sympatikus** a **parasympatikus**. Obě skupiny se od sebe liší svými účinky na organismus, mediátory a místem odstupu z centrálního nervového systému v podobě autonomních (vegetativních) nervů. Autonomní vlákna opouštějí míchu spolu s motorickými vlákny předních kořenů. Ve svém průběhu jsou autonomní vlákna přerušena a přepojena buňkami ve **vegetativních gangliích** autonomního systému. Z krční, hrudní a bederní části míchy odstupují **sympatická vlákna** do **sympatických ganglií** uložených po stranách páteře a navzájem propojených ve dva provazce (*truncus sympathicus*). **Parasympatická vlákna** odstupují ze sakrální části míchy a z mozkového kmene (jsou součástí hlavových nervů) a jejich (**parasympatická**) **ganglia** jsou uložena v blízkosti orgánů, ke kterým vedou.

Většina orgánů a struktur je inervována oběma typy vláken – sympatikem i parasympatikem. **Sympatikus** připravuje organismus k akci (útěk, boj, stresové situace), vede ke zrychlení srdeční činnosti, rozšíření koronárních tepen a bronchů, zvýšení krevního tlaku a utlumení aktivity trávicího ústrojí za spotřeby energie. **Parasympatikus** umožňuje organismu strádat energii zvýšením aktivity trávicího ústrojí, snížením srdeční frekvence, zpomalením krevního oběhu a snížením krevního tlaku.



SHRNUTÍ KAPITOLY

Nervový systém je nejsložitějším systémem těla. Spolu s hormonálním systémem řídí veškeré děje v organismu. Nervový systém se dělí na centrální, zahrnující mozek a míchu a periferní, zastoupený míšními a hlavovými nervy, které inervují všechny části těla. Nervy obsahují různé typy vláken. Motorická inervují kosterní svalovinu, senzitivní přivádí informace o stavu organismu a citlivosti, senzorické přináší specifické informace o vjemech ze smyslů. Vnitřní orgány jsou skrze hladkou a srdeční svalovinu a žlázy kontrolovány autonomním nervovým systémem, který reguluje vegetativní funkce (činnost jednotlivých orgánů), nepodléhající vůli a vědomému ovládní.



OTÁZKY

1. Co je to neuron a jak vypadá?
 2. Čím je tvořena šedá hmota?
 3. Co obsahuje bílá hmota?
 4. Kolik má mozek částí a jak se nazývají?
 5. Co způsobuje Parkinsonovu chorobu a jak se projevuje?
 6. Jaké funkce má mozeček?
 7. Jaký je rozdíl mezi ascendentní a descendentní dráhou? Jaké vedou informace?
 8. K čemu slouží hlavové nervy?
 9. Jaké nervy najdeme na horní a dolní končetině?
-

6 KŮŽE A SMYSLY

RYCHLÝ NÁHLED KAPITOLY



Organismus je zcela závislý na okolním prostředí, na neustálém příjmu a výdeji látek (potrava, kyslík), energií a informací. Informace jsou rozeznávány smyslovou soustavou. Součástí všech smyslů jsou (mimo jiné) vysoce specializované receptorové buňky, schopné reagovat na adekvátní podnět. V rámci reaktivity smyslů na adekvátní podněty lze dělit smysly na čich, chuť, zrak, vnímání polohy těla a rovnováhu a hmat, dotyk, umístění v kůži. V této kapitole bude probána stavba a funkce kůže včetně jejího uplatnění ve smyslové soustavě. Následovat bude uspořádání a umístění jednotlivých smyslů.

CÍLE KAPITOLY



Cílem této kapitoly je seznámit studenty:

- s jednotlivými složkami smyslové soustavy
 - se stavbou a funkcí jednotlivých smyslů
 - s napojením na nervový systém a přenosem vjemů do CNS
 - se stavbou a funkcí kůže a přídatných kožních orgánů.
-

ČAS POTŘEBNÝ KE STUDIU



Studium této kapitoly zabere asi 30–40 minut. Důraz by měl být kladen na specifické mechanismy funkce jednotlivých smyslových ústrojí.

KLÍČOVÁ SLOVA KAPITOLY



Kůže, adnexa, čich, chuť, sluch, hmat, rovnováha, pokožka, škára, žlázy.

Kůže má četné funkce, jednou z nich je funkce hmatu, jsou v ní rovněž uloženy četné receptory zachycující informace o tlaku, tahu, teple, chladu a bolesti, lze ji tak rovněž řadit ke smyslovým orgánům, a proto ji bude věnována pozornost v této kapitole, kde budou dále probány i senzorické smysly: čich, sluch, rovnováha, chuť.

Kromě zmíněných smyslů, které zachycují podněty z vnějšího prostředí a nazývají se souhrnně jako **exteroreceptory**, se v lidském organismu nacházejí další receptory, schopné přijímat specifické informace z vnitřního prostředí těla. Jedná se o tzv. **interoreceptory**, které se dále dělí na **visceroreceptory** (receptorová zakončení ve vnitřních orgánech citlivá na chemické látky, teplotu, tlak krve, změny objemu, bolest) a na **proprioceptory** (tzv. systém hlubokého cití ve svalech, fasciích, periostu, kloubních pouzdech, šlachách, zaznamenávající polohu těla a jeho částí, napětí, pohyb těla, svalů, šlach a kloubů).

Podle **druhu adekvátního podnětu** lze rozlišit **mechanoreceptory** (reagují na fyzikální podněty jako dotyk, vibrace, napětí, natažení, zkrácení), **chemoreceptory** (zaznamenávají přítomnost či změny koncentrací chemických látek), **radioreceptory** (dělené dle druhu záření na **fotoreceptory** k vnímání světla a **termoreceptory** k vnímání tepla).

6.1 Kožní ústrojí

Kůže (*cutis*) je z hlediska plochy největším orgánem těla. Spolu s přídatnými orgány zvanými **kožní adnexa** (vlasy, chlupy, nehty, kožní žlázy, svaly vzpřimující chlupy, receptory, nervy) tvoří kožní ústrojí. Kůže má řadu **funkcí**:

- **chrání** organismus před zevními vlivy (vysycháním, UV zářením, mikroorganismy, prostupem látek do těla, tlumí nárazy)
- zprostředkovává **kožní cití** (kožní receptory – *exteroreceptory*)
- podílí se na udržování tělesné teploty (změnou prokrvení, intenzitou pocení)
- plní funkce ve **vylučovací soustavě** (kromě vody vydává do potu i odpadní látky)
- má **vstřebávací kapacitu** (vstřebávání látek z tukových základů krémů a mastí)
- pod vlivem UV záření dává vzniknout prekursoru **vitamínu D3**.

Kůže se skládá ze tří vrstev, pokožky, škáry a tukového podkožního vaziva.

POKOŽKA (EPIDERMIS)

Povrchová epitelová vrstva kůže, tvořená mnohvrstevným rohovatějícím dlaždicovým epitelem. Epitelové buňky uložené na povrchu postupně odumírají, rohovatí a odlupují se. Odumřelé buňky jsou nahrazovány rychle se dělicími buňkami **keratynocyty** v nejhlubší vrstvě epidermis, které se posouvají směrem k povrchu a oplošťují. Buňky epidermis zvané **melanocyty** produkující a keratynocytům předávají kožní pigment **melanin**, chránící před UV zářením, jež ničí buňky hlubších vrstev. **Imunitní buňky** (Langerhansovy) pomáhají chránit kůži před pronikajícím mikroorganismům, které pohlcují a zneškodňují. **Merke- lovy** buňky leží v nejhlubší vrstvě epidermis, jsou v kontaktu s plochým zakončením senzitivního (dostředivého) neuronu ve škáře a společně slouží ke vnímání **dotykového cití** především na bříšcích prstů, na rtech, na zevních pohlavních orgánech (hmatový smysl).

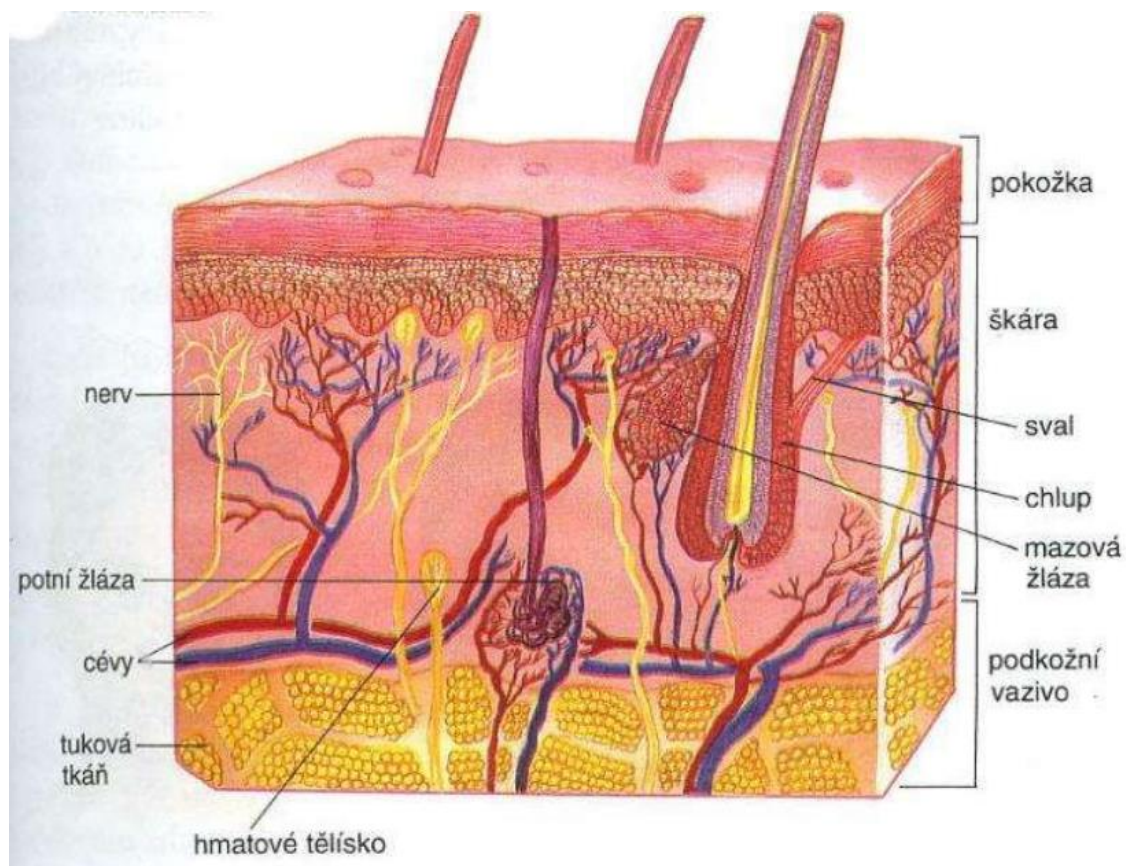
ŠKÁRA (*CORIUM*)

Vazivová vrstva kůže, bohatě prokrvená s četnými mízními cévami. Vyklenuje se proti pokožce jako zvlněná papilární vrstva. *Papily* vybíhají do pokožky ve speciálním uspořádání (individuálně odlišné valy a rýhy – vytváří specifické geneticky dané otisky prstu) a obsahují kožní receptory citlivé na tlak, změny teplot a bolest a bohaté klíčky krevních kapilár. Krom vazivových buněk obsahuje škára i elastická vlákna, která zajišťují pružnost, roztážitelnost a pevnost a tukové buňky.

PODKOŽNÍ TUKOVÉ VAZIVO (*TELA SUBCUTANEA*)

Řídké vazivo bohaté na tukové buňky je nejhlubší vrstvou kůže, fixovanou k podkoží, místy volnu (např. na krku). Obsahuje vazivové a tukové buňky uložené v síti kolagenních vláken, v ocích sítě se nachází také vlasové váčky, přídružené mazové a potní žlázy, cévy a nervy. Množství a způsob rozložení tukových buněk je ovlivněno pohlavními hormony, proto je rozdílné u muže a ženy. Objem závisí také na výživě.

Obrázek 17: Stavba kůže a přídatné kožní adnexa (zdroj: online 17)



6.1.1 PŘÍDATNÉ KOŽNÍ ORGÁNY (ADNEXA)

Přídavné kožní orgány se dělí na zrohovatělé deriváty pokožky (chlupy, vlasy, nehty) a kožní žlázy (potní a mazové). Je zde anatomicky řazena i mléčná žláza, která funkčně patří do pohlavního systému ženy (u muže je žláza redukována – rudimentální) a byla tak probírána u pohlavní soustavy ženy.

VLASY (CAPILI) A CHLUPY (PILI)

Vyrůstají z vlasového váčku vzniklého vchlípením pokožky do škáry. Výživa chlupu (vlasu) je zajištěna z cév, do vlasové pochvy ústí mazová žláza, vytvářející ochranný maz pro vlas(chlup) i pokožku. K váčku se upínají snopce hladké svaloviny (druhým koncem do pokožky), způsobují vzpřimování chlupu a husí kůži, také vytlačují maz z mazových žlázek.

Vlas má 3 vrstvy: zevní vrstva, tzv. **vlasová pokožka** (*cuticula*) je šupinatá s vysokým obsahem *keratinu*, střední vrstvu tvoří **kůra** (*cortex*), která obsahuje nejvíce pigmentu, vnitřní vrstvou je **dřeň** (*medulla*), je přítomna jen u silnějších vlasů, u tenkých chybí.

Podle časového vývoje lze na těle rozeznat primární, sekundární a terciální ochlupení. **Primární ochlupení** (*lanugo*) se objevuje jako jemné chmýří okolo 5. měsíce intrauterinního vývoje a postupně pokrývá celé tělo, před narozením opadává do plodové vody. **Sekundární ochlupení** se vyvíjí po narození, patří k němu vlasy (*capili*), řasy (*cilia*), obočí (*supercilia*) a drobné chloupky na povrchu těla (*pili*). **Terciální ochlupení** se objevuje v pubertě a růst pokračuje i v dospělosti. Množství a rozložení je pohlavně specifické a je podmíněno produkcí hormonů, řadí se mezi sekundární pohlavní znaky. Dle umístění je to ochlupení podpaží (*hirci*), ochlupení na zevních pohlavních orgánech (*pubes*), vousy (*barba*), chlupy při vchodu do ucha (*tragi*) a chloupky v nosním vchodu (*vibrissae*).

NEHTY (UNGUI)

Nehet (*unguis*) je destička pokrývající hřbetní část posledních článků prstů, jejich základem jsou zrohovatělé buňky pokožky. Volným okrajem nehet přerůstá okraj prstů, dále má tělo a kořen, zanořený do tzv. nehtového lůžka, které je pod ním a ze kterého vyrůstá dělením buněk. Nehet má ochrannou funkci.

KOŽNÍ ŽLÁZY

Žlázy jsou uloženy ve škáře, patří k nim mazové, potní žlázy a mléčná žláza, která je největší kožní žlázou a je popsána u ženského reprodukčního systému.

Mazové žlázy leží v blízkosti vlasového váčku, do jehož krčku se vyprazdňují. Na několika místech ústí mazové žlázy přímo na povrchu kůže (např. na rtech, na tvářích, krku, zevních pohlavních orgánech). Zcela chybějí na ploskách nohou a dlaních. Produkují maz

(*sebum*), který vytváří ochrannou vrstvu na povrchu kůže, vlasech a chlupcích, zvlhčuje, chrání před vysycháním, olupováním, bobtnání při delším kontaktu s vodou.

Potní žlázy uvolňují odlišný sekret, **pot**, který má proměnlivou skladbu. Kromě vody a chloridu sodného (NaCl) obsahuje malé množství dusíkatých látek (močovinu, kreatinin, aminokyseliny, mastné kyseliny), potom se mohou vylučovat i některé léky. Většina potních žláz je funkční od narození, ústí na povrch kůže. Vyskytují se po celém těle s výjimkou rtů, nejvíce pak na čele, krku, šiji, dlaních a ploskách nohou. Denně vydají asi 500-1000 ml potu. Hrozí-li přehřátí organismu, může tvorba potu stoupnout až na 10 litrů za den. Odpařováním potu spotřebovává tělo tělesné teplo, což přispívá k udržování stálé tělesné teploty.

6.2 Ústrojí čichové (*organum olfactum*)

Senzitivní buňky v **čichové sliznici** na stropu nosní dutiny (*regio olfactoria*) jsou modifikované bipolární neurony. Jejich krátký specifický dendrit nese na povrchu řasinky, které jsou obklopeny hlenem. Dlouhé výběžky (*axony*) těchto neuronů se shlukují do svazků a vytváří čichový nerv vedoucí informaci do CNS.

Čichové látky (*odoranty*) pronikají přes vrstvu hlenu na povrchu dendritů, interakce mezi nimi vytváří receptorový potenciál depolarizačního charakteru a je-li dost velký, vzniká z něj akční potenciál a ten vede informaci skrze čichový nerv do čichového bulbu a dále do čichové kůry, hypotalamu, talamu, limbického systému – vnímání čichových podnětů tak navozuje libé či nelibé pocity.

6.3 Ústrojí chuťové (*organum gustus*)

Receptory chuti tvoří **chuťové pohárky** (*caliculi gustatorii*) rozptýlené ve sliznici jazyka a v malém množství ve sliznici měkkého patra, zadní strany hltanu a příklopky hrtanové. Jemné výběžky chuťových buněk vyčnívají do nitra pohárků a zachycují chemické látky rozpuštěné ve vodě. Pohárky jsou schopné vnímat 4 základní **chutě** (sladká, slaná, hořká, kyselá), další vznikají kombinací těchto základních. Receptory pro vnímání určité chuti se liší umístěním. Na špičce jazyka převládají receptory pro sladké a slané látky, na okrajích jazyka pro slané a kyselé, na kořeni jazyka pro hořké látky. Věkem a kouřením chuťové vjemy slábnou.

Informace z chuťových pohárků jsou vedeny **senzitivními** vlákny **hlavových nervů VII.** (*n. facialis*), **IX.** (*n. glossopharyngeus*) a **X.** (*n. vagus*) do prodloužené míchy a odtud po přepojení v talamu do chuťového centra v sensorické oblasti mozku.

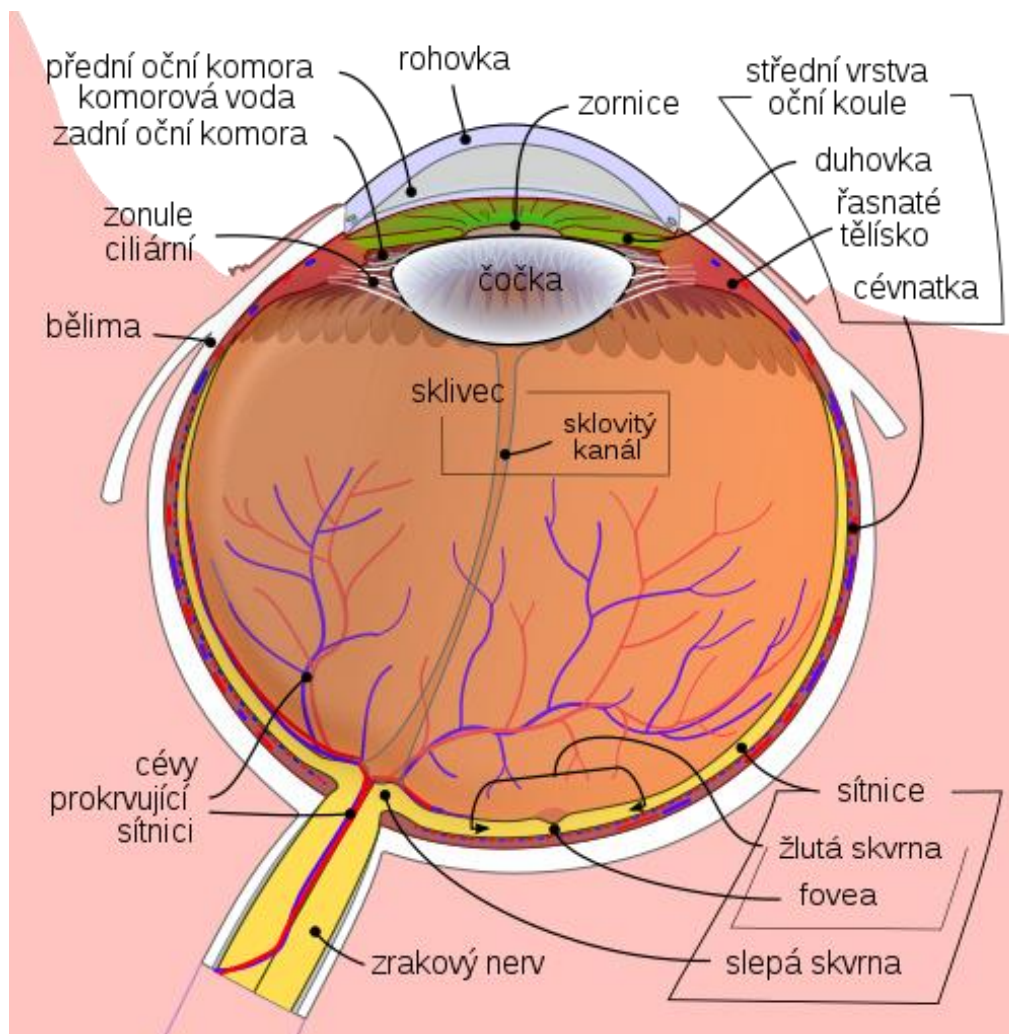
6.4 Ústrojí zrakové (*organum visus*)

Přijímá zrakové vjemy a vzniklé vzruchy převádí zrakovou dráhou do primárního zrakového centra. Základem je orgán zraku – oční koule a přídatné orgány oka (okoohybné svaly, víčka, spojivky, slzní aparát).

Oční koule (*bulbus oculi*) je párový orgán uložený v očníci (*orbita*) na tukovém polštáři. Stěna je tvořena ze tří vrstev (*tunica fibrosa*, *tunica vasculosa*, *tunica interna*), každá z nich vytváří jiné struktury v zadní části oční koule a jiné v přední části.

Tunica fibrosa je zevní vrstva, většinu představuje tuhá, neprůhledná a pevná vazivová blána – **bělima** (*sclera*). Upínají se na ni okoohybné svaly, při zadním pólu jí prochází odstupující zrakový nerv. Vpředu zapadá na způsob sklíčka do kruhové brázdy bělimy **rohovka** (*cornea*), což je bezcévná vazivová blána bohatě senzitivně inervována, patří k nejcitlivějším oblastem těla.

Obrázek 18: Schéma stavby oka (zdroj: online 18)



Tunica vasculosa vystýlá jako **cévnatka** (*choroidea*) zadní 2/3 oční koule. Její červeohnědá barva je podmíněna pigmentovými buňkami a bohatou cévní sítí. Pokračováním cévnatky směrem vpřed je kruhovitý zřasený val – **řasnaté těleso** (*corpus ciliare*) a **duhovka** (*iris*). Hladký sval v řasnatém tělese umožňuje změnu zakřivení čočky, která je na řasnatém tělese zavěšena. **Čočka** (*lens*) má vazivové pouzdro vyplněné tuhousolovitou a dokonale průhlednou hmotou složenou z jemných šestibokých vláken, celá má průměr 9 mm. **Duhovka** (*iris*) je kruhový terčík obsahující pigment (určující barvu oka) s otvorem uprostřed zvaným **zornice** (*pupilla*). Hladké svaly duhovky umožňují regulovat množství světla dopadající na sítnici.

Tunica interna tvoří vnitřní vrstvu oka – **sítnici** (*retina*), která obsahuje světločivé elementy – **fotoreceptory** (tyčinky a čípky), vrstvy nervových buněk a zevní vrstvu pigmentových buněk vyplněných zrny melaninu. Fotoreceptory vnímají světelné podráždění (v rozsahu viditelného spektra), jejich rozložení není rovnoměrné. Zcela chybí v místě výstupu zrakového nervu (slepá skvrna), nejvíce čípků je ve žluté skvrně, směrem na periferii jich ubývá, a naopak stoupá počet tyčinek.

Prostor mezi rohovkou a čočkou je rozdělený duhovkou na přední a zadní **oční komoru**. Obě komory vyplňuje komorová voda produkovaná z povrchu řasnatého tělesa a vstřebávána do žilního splavu. Vnitřní prostor oční koule vzadu za čočkou vyplňuje řídká průhledná rosolovitá hmota **sklivec** (*corpus vitreum*).

6.5 Ústrojí sluchové (*organum auditus*)

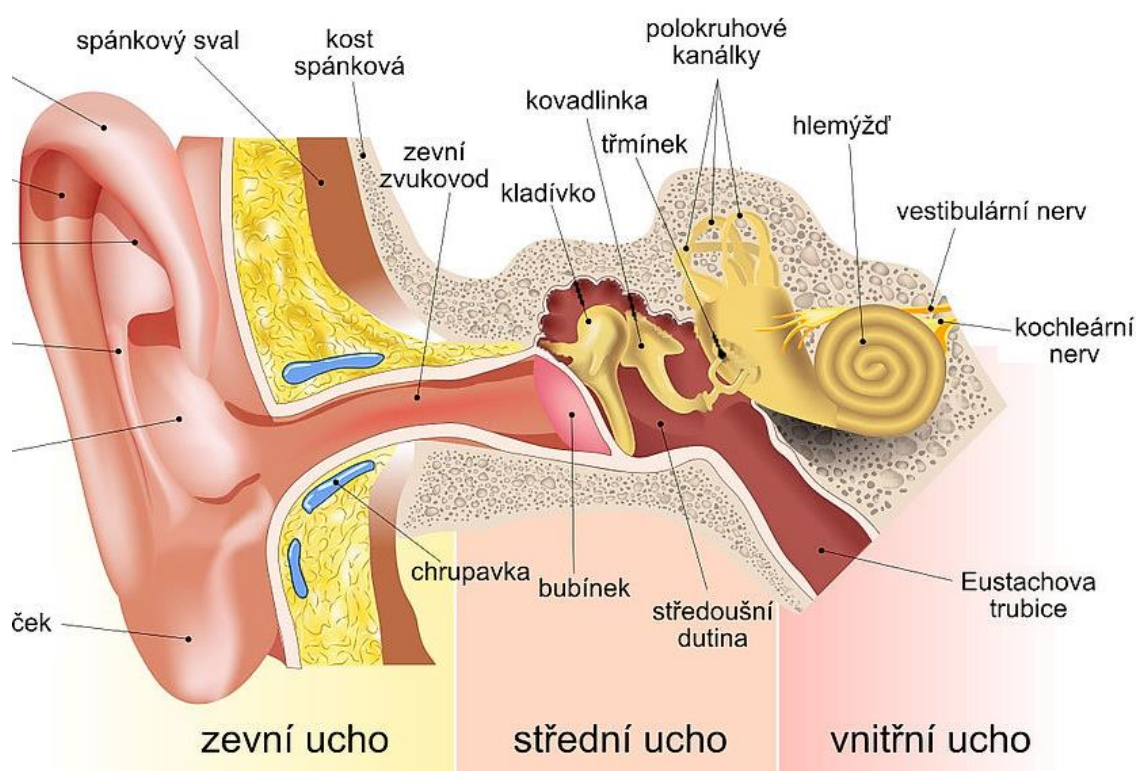
Ústrojí sluchu (ucho) se dělí na 3 části – zevní, střední a vnitřní ucho. Ve vnitřním uchu se nachází také rovnovážné ústrojí, popsané dále.

Zevní ucho (*auris externa*) zachycuje zvukové vlny ze zevního prostředí a převádí je do středního ucha. Patří k němu **ušní boltec** (*auricula*) – kožní útvar podložený elasticickou chrupavkou (krom oblasti lalůčku tvořeného pouze kůží), **zevní zvukovod** (*meatus acusticus externus*) 2,5 cm dlouhá trubice vystlaná tenkou kůží s velkými mazovými žlázkami produkujícími žlutohnědý ušní maz a **bubínek** (*mambrana tympani*), což je tenká kruhovitá ploténka nálevkovitě vtažena do středoušní dutiny srůstem vnitřní strany bubínku s rukojetí kladívka.

Střední ucho (*auris media*) je uloženo ve středoušní dutině v pyramidě kosti spánkové, dutina je vystlána tenkou sliznicí. Jsou zde kloubně spojené ušní kůstky – **kladívko** (*malleus*), **kovadlinka** (*incus*) a **třmínek** (*stapes*). Kladívko je spojeno s vnitřní plochou bubínku, třmínek naléhá na tzv. oválné okénko. Při rozkmitání bubínku vnějším zvukem je tato vibrace přenášena propojením kůstek na oválné okénko. Středoušní dutina je spojena s nosohltanem **Eustachovou trubicí** (*tuba auditiva*), která slouží k vyrovnání tlaku mezi zevním prostředím a středoušní dutinou, je však také místem možného šíření infekce z nosohltanu, vedoucí k zanícení bubínku (hlavně u dětí díky kratší délce trubice).

Vnitřní ucho (*auris interna*) obsahuje smyslový orgán sluchu (a rovnováhy), uložený v dutině pyramidy spánkové kosti, nazývaný jako kostěný **labyrint**. V něm je uložen vlastní blanitý labyrint, skládající se z dvou funkčně i stavebně odlišných částí.: vestibulární část je tvořena třemi polokruhovitými kanálky a dvěma váčky a obsahuje ústrojí rovnovážné; sluchová část je umístěna v **hlemýždi** (*cochlea*). Prostor mezi kostěným a blanitým hlemýžděm je vyplněn tekutinou *perilymfou*, která má stejné složení jako krevní plazma. Blanitý hlemýžď je vyplněn tekutinou *endolymfou* a obsahuje **Cortiho orgán** s vláskovými buňkami (sluchovými receptory). Sluchově vnímané zvukové vlny se přenáší z membrány oválného okénka (které je rozvibrováno přenosem ze zevního zvukovodu, přes bubínek a sluchové kůstky) na perilymfu vnitřního ucha. Kmitání perilymfy se přenáší na membránu s vláskovými buňkami Cortiho orgánu, ohnutí vlásků vyvolá membránový potenciál, který aktivuje senzorká vlákna sluchového nervu a vede informaci do sluchových jader prodloužené míchy, po přepojení v hrbolcích středního mozku přes talamus do sluchové oblasti mozkové kůry.

Obrázek 19: Schéma sluchově-rovnovážného ústrojí (zdroj: online 19)



6.6 Ústrojí rovnovážné (*organum vestibularis*)

Ústrojí rovnováhy (statokinetické čidlo, vestibulární aparát) je uloženo v labyrintu kosti spánkové v těsné blízkosti sluchového ústrojí (často se užívá společné pojmenování „vestibulocochleární ústrojí“). Je uloženo ve 3 polokruhovitých kanálkách a dělí se na **čidlo statické** (drážděné při přímočarém pohybu hlavy) a **čidlo kinetické** (reaguje na rotační pohyby hlavy). Ústrojí funguje podobně jako sluchové, je tvořeno smyslovými buňkami

obklopenými endolymfou a pokryty rosolovitou hmotou s krystalky (*otolity*), které při pohybech hlavy ohýbají vlásky buněk čidla, což vyvolá akční potenciály buněk vestibulárního ganglia. Odstupující vestibulární nerv se připojuje ke sluchovému (*VIII. n. vestibulo-cochlearis*) a společně vstupují do prodloužené míchy, část pokračuje do mozečku, část se přepojuje v talamu a vede do sensorické oblasti mozku.

SHRnutí KAPITOLY



Smysly, stejně jako receptory v kůži podávají informace z vnějšího prostředí do těla. Vysoce specializované buňky jsou schopny zachytit specifický vjem, na jehož příjem jsou uzpůsobeny a předat je na nervové buňky za vzniku akčního potenciálu, který je veden výběžky nervových buněk do center (jader) v centrální nervové soustavě. CNS zpracovává přijaté podněty a podává odpověď cestou motorických vláken (ke kosterní svalovině) a autonomních vláken (k hladké svalovině orgánů, cév, ke žlázám a k srdeční svalovině) k vykonání potřebné akce. Kromě sensorických orgánů zachycujících vjemy z vnějšího prostředí, se v těle nachází receptory, které podávají informace o vnitřním prostředí těla a stavu organismu. Součinnost receptorů, zpracování informací a zajištění odpovědi je dáno souhrou všech částí nervového systému, který je na specifické receptory přímo navázán..

OTÁZKY



1. Čím jsou specifické buňky smyslového ústrojí?
2. Ze kterých částí sestává orgán zraku?
3. Co jsou to kožní adnexa?
4. Kolik typů ochlupení se objevuje v průběhu života člověka?
5. Jak je smyslová soustava napojena na nervový systém?

7 ENDOKRINNÍ SOUSTAVA



RYCHLÝ NÁHLED KAPITOLY

Hormonální systém žláz s vnitřní sekrecí je druhým způsobem řízení organismu. Reaguje pomaleji, je evolučně starší, pracuje v součinnosti se systémem nervovým. K tomuto systému patří anatomicky ohraničené žlázy (podvěsek mozkový, štítná žláza, příštítná tělíska, nadledviny, šišinka) a skupiny buněk roztroušených v orgánech, které jsou rovněž schopné tvořit a uvolňovat do krve hormony, ale anatomicky charakter žláz s vnitřní sekrecí (endokrinní) nemají, jedná se o tzv. tkáňové hormony (sekreční buňky hypotalamu, slinivky břišní, žaludku, střeva, vaječnicků, varlat, ledvin, srdce, placenty). Hormony jsou vyplavovány do krevního řečiště, které je transportním systémem pro dopravení účinných látek (hormonů) k orgánům a strukturám, které ovlivňují.



CÍLE KAPITOLY

Cílem kapitoly je:

- popsat jednotlivé ohraničené žlázy s vnitřní sekrecí
 - shrnout významná uskupení buněk dalších orgánů s endokrinní funkcí
 - vysvětlit mechanismus působení hormonů.
-



ČAS POTŘEBNÝ KE STUDIU

Ke studiu kapitoly je potřeba 30-40 minut, důležitost je kladena na pochopení propojení systému a jeho návaznosti na systém nervový a celkové fungování organismu.

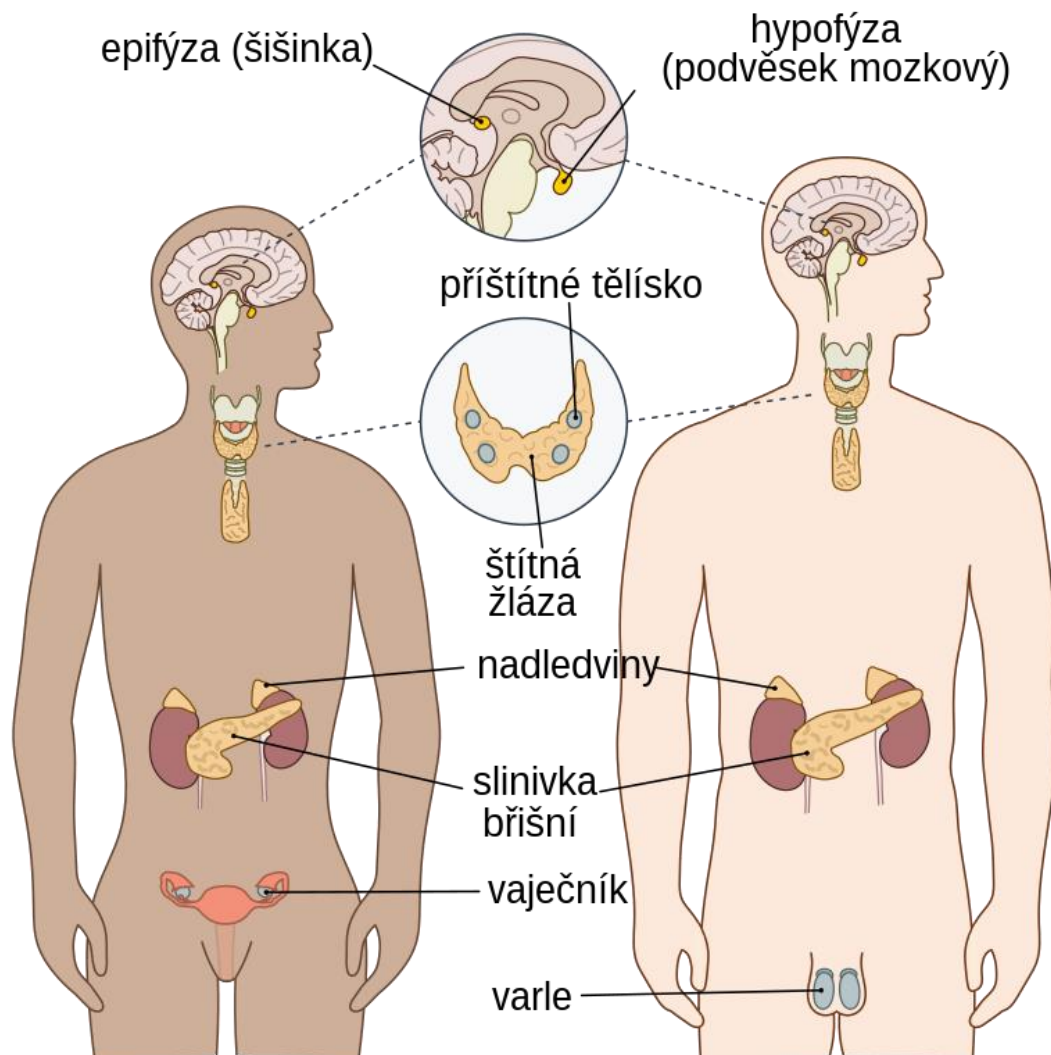


KLÍČOVÁ SLOVA KAPITOLY

Hormon, endokrinní žláza, humorální regulace, exokrinní žláza, tkáňové hormony.

Žlázy s vnitřní sekrecí spolu s nervovým a imunitním systémem řídí a integrují veškeré funkce těla tak, aby byla zachována homeostáza organismu. Nervový systém dosahuje potřebného efektu (reakce) prostřednictvím nervových impulzů (**nervová regulace**), endokrinní systém pomocí hormonů (**humorální, látková regulace**).

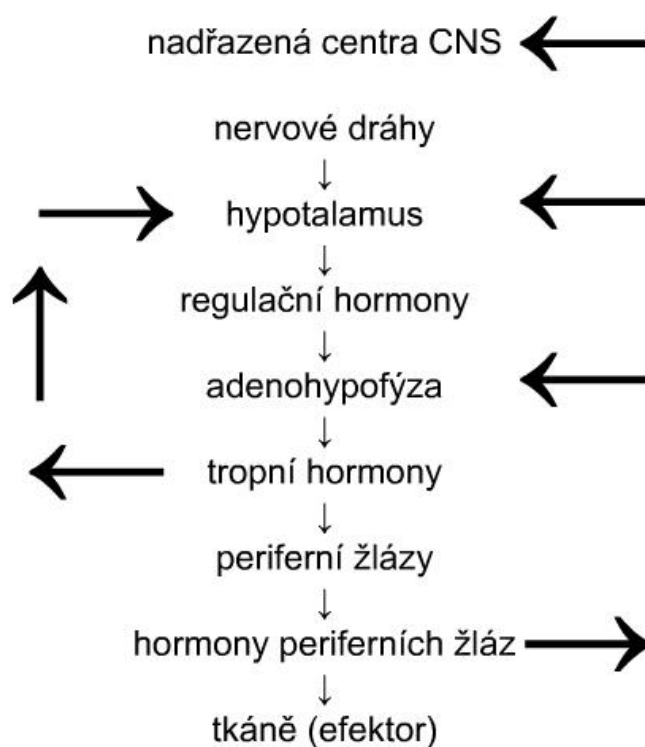
Obrázek 20: Přehled endokrinních žláz (zdroj: online 20)



Hormony se k cílovým (efektorovým) tkáním dostávají krví. V tkáních se váží na specifické buněčné receptory, tato vazba je podmínkou účinku hormonu na tkáň. Cílovými tkáněmi konkrétních hormonů jsou pouze ty, jejichž buňky jsou vybaveny funkčními receptory pro daný hormon. Sekreci hormonů ovlivňují **nervové vlivy** (např. stimulace nadledvin sympatikem pro výdej adrenalinu), **změny v chemickém složení krve** (např. hladina glykémie ovlivňuje produkci *inzulinu* a *glukagonu*) a **řídící hormony** (*liberiny* a *statiny* hypotalamu působící na sekreci v hypofýze, *tropní* hormony vznikající v adenohipofýze a ovlivňující činnost ostatních žláz).

Regulace výdeje hormonů se uskutečňuje mechanismem jednoduché a složité **zpětné vazby**. U **jednoduché zpětné vazby** rozhoduje o výdeji hormonu žlázou jeho množství v krvi nebo specifická změna složení krve, na jehož řízení se hormon podílí. Převážně jde o **negativní zpětnou vazbu** (zvýšené množství hormonu v krvi zastavuje – neguje jeho produkci). **Složité zpětné vazby** se uplatňují u endokrinních žláz řízených hypotalamo-hypofyzárním systémem. Hypotalamus uvolňuje hormon **liberin**, který stimuluje výdej **tropního hormonu** (např. somatotropin, tyreotropní hormon atd.) z předního laloku hypofýzy, *tropní hormon* zvýší produkci sekrece hormonu endokrinní žlázy, kterou ovlivňuje. Hormony žlázy přechází do krve a jeho množství v krvi zpětně ovlivňuje další výdej *tropního hormonu* z hypofýzy a *liberinu* z hypotalamu.

Obrázek 21: Princip endokrinní regulace negativní zpětnou vazbou (zdroj: online 21)



7.1 Hypotalamo-hypofyzární systém

Hypotalamus je část mezimozku, která zprostředkovává významné provázání nervového a endokrinního systému prostřednictvím **hypofýzy** (podvěsek mozkový). Činnost hypotalamu je ovlivněna informacemi z mozkové kůry, z limbického systému, z aktivačního systému retikulární formace, z receptorů vnitřních orgánů a sítnice. Charakter uvedených vlivů objasňuje dopad prožívání stresu, bolesti a emocí na hormonální aktivitu hypotalamu (emoční a psychický stav organismu má přímý vliv na endokrinní a nervové funkce a tím pádem na celý organismus, který je těmito systémy řízen!).

Hypotalamus obsahuje neurosekreční oblast s buňkami schopnými produkovat tzv. **regulační hormony** (stimulačně působící **liberiny** a inhibiční **statiny**), které pronikají přímo do krve skrz přilehlou kapilární síť, která se spojuje s hypofyzární portální žílou a hormony tak přechází do adenohipofýzy na kterou působí (a na produkci místních hormonů). Krom regulačních hormonů produkují neurosekreční buňky hypotalamu také **oxytocin** a **anti-diuretický hormon** (ADH), které jsou pomocí axonů neurosekrečních buněk přesouvány do zadního laloku hypofýzy (**neurohipofýzy**) a odtud do krve.

HORMONY NEUROHYPOFÝZY

Antidiuretický hormon (ADH, také nazýván vasopresin) umožňuje vstřebávání vody v nefronech ledvin zpět do krve (voda se zadržuje v těle, snižuje se diuréza), dále zvyšuje krevní tlak (zadržováním vody a zúžením tepének), snižuje produkci potu, posiluje tvorbu a vybavování paměťových stop. Výdej ADH z neurohipofýzy se zvyšuje při zvýšení osmoticity krve, klesá při převodnění a po požití alkoholu.

Oxytocin zesiluje stah hladké svaloviny dělohy při porodu, vyvolává stahy mlékovodů prsní žlázy pro podporu výdeje mléka, u netěhotné dělohy vyvolává stahy svaloviny při pohlavním styku, u muže vyvolává stahy chámovodu, omezuje tvorbu a vybavování paměťových stop. Výdej oxytocinu je řízen reflexně, podnětem je dráždění bradavek při kojení, protahování hrdla dělohy při porodu, dráždění zevního genitálu při styku.

HORMONY ADENOHYPOFÝZY

V předním laloku hypofýzy (**adenohypofýze**) se hormony tvoří v 5 typech buněk, jejichž sekreční aktivitu podporuje vyplavování hypotalamických liberinů, statiny pak tlumí činnost buněk produkujících prolaktin, TSH, a pravděpodobně i STH. Adenohipofýza produkuje **tropní hormony** (**tropiny**), které řídí ostatní žlázy s vnitřní sekrecí a také hormony s přímým účinkem.

Mezi **tropní hormony** (tropiny) adenohipofýzy patří kortikotropin, tyreotropin a gonadotropiny (FSH, LH). **Kortikotropin** (**adrenokortikotropní hormon** – ADTH) ovlivňuje růst a rozvoj kůry nadledvin, stimuluje produkci glukokortikoidů (steroidní hormony, kortizol) kůrou nadledvin, výdej ACTH výrazně stoupá při stresu. **Tyreotropin** (**tyreotropní hormon** – THS) řídí činnost štítné žlázy. Gonadotropin **folikuly stimulující hormon** – FSH, folitropin) podporuje zrání vajíček ve folikulech vaječníků a tvorbu estrogenů buňkami folikulů, u mužů je nepostradatelný pro tvorbu spermií. Gonadotropin **luteinizační hormon** (LH, lutropin) u žen podporuje vznik žlutého tělíska a tvorbu progesteronu v něm, u mužů řídí tvorbu testosteronu ve varlatech.

Hormony s přímým účinkem jsou somatotropin, prolaktin a melanocyty stimulující hormon. **Somatotropin** (**somatotropní hormon** – STH, růstový hormon) se tvoří hlavně v noci a má výrazné účinky na metabolismus, kdy stimuluje proteosyntézu a tím i růst a dělení buněk, uvolňuje zásobní tuky z tukové tkáně pro energeticky náročné proteosyntézy, omezuje spotřebu glukózy tkáněmi, aby mohla být využita nervovým systémem. **Prolaktin**

přispívá k rozvoji mléčné žlázy v průběhu těhotenství, spouští a udržuje tvorbu mléka po porodu, v malém množství se tvoří také u mužů, kde podporuje růst přídatných pohlavních orgánů, především prostaty. **Melanocyty stimulující hormon (MSH)** pravděpodobně ovlivňuje aktivitu mozku, při nadprodukci se zvyšuje pigmentace kůže, jeho účinek není úplně objasněn.

7.2 Štítná žláza (*glandula thyroidea*)

Sestává ze dvou laloků spojených můstkem, uložených po stranách chrupavky štítné (součást hrtanu), směrem dolů se rozprostírá po stranách průdušnice. Z vazivového pouzdra odstupují jemná vazivová septa rozdělující laloky na drobné lalůčky podmiňující hrboletý povrch žlázy, jsou složeny z váčků bez vývodů (*foliculů*). Folikuly jsou vystlány jednou vrstvou epitelových buněk, které produkují hormony štítné žlázy.

Tvorba hormonů štítné žlázy je závislá na přívodu **jódu** (potravou a vodou) a na aminokyselině **tyrozinu**. Jód je vychytáván z bohaté sítě krevních kapilár okolo folikulů. Ve folikulárních buňkách se působením enzymu tvoří *trijodtyronin* (T3) nebo *tetrajodtyronin* – **tyroxin** (T4), oba se vylučují do krevního oběhu. V malém množství cirkulují v krvi volně, většinou jsou však navázány na specifické transportní proteiny. V cílových buňkách (zejména játra, ledviny) se působením enzymu tyroxin mění na metabolicky aktivní formu T3. Receptory pro hormony štítné žlázy jsou zejména v buněčném jádře.

Aktivní trijodtyronin (T3) je nezbytný pro normální vývoj nervového systému a růst, jeho nedostatek v době intrauterinního vývoje vede k těžkému poškození mozku a vzniku vrozených kognitivních defektů (kretenismus), poruchám růstu těla a sexuálního vývoje. Dále zvyšuje bazální přeměnu látek, spotřebu kyslíku a tvorbu tepla, podporuje proteosyntézu a podporuje růst, zvyšuje srdeční frekvenci a sílu srdeční kontrakce. Hypofunkce se projevuje zvětšením štítné žlázy (vzniká na krku viditelné vole – *struma*), zároveň klesá bazální metabolismus, zvyšuje se hmotnost těla, klesá tvorba tepla, kůže je na pohmat studená a suchá. Postižení CNS u dospělého zpomaluje myšlení, reflexy, projevuje se únava.

Mezi sekrečními folikuly leží ojedinělé buňky odlišného charakteru i funkce, které tvoří a vydávají hormon **kalcitonin**, který patří mezi hormony řídící metabolismus minerálních látek. Tlumí aktivitu osteoklastů (odbourávajících kostní tkáň s únikem vápníku a fosfátů z kosti), podporuje ukládání vápníku a fosfátů do kosti, zvyšuje výdej vápníku do moči. Stimulem pro jeho tvorbu je *hyperkalcémie*, řízení funguje na principu jednoduché zpětné vazby.

7.3 Příštítná tělíska (*glandulae parathyreoideae*)

Jsou většinou 4 tělíska uložená vždy po dvou na zadní ploše dolních pólů laloků štítné žlázy. V jejich sekrečních (hlavních) buňkách vzniká **parathormon** (PTH), jehož výdej stoupá při poklesu kalcémie (hladina vápníku), řízení je uskutečněno jednoduchou zpětnou

negativní vazbou. Parathormon aktivuje kostní buňky (osteoklasty) pro odbourávání kostní tkáně a uvolnění vápníku, hořčíku a fosfátů do krve, podporuje vstřebávání vápníku a hořčíku ve střevě prostřednictvím stimulace tvorby aktivní formy vitamínu D3 v ledvinách.

Při nedostatku PTH (hypofunkce) klesá kalcémie, což je příčinou zvýšené nervosvalové dráždivosti, projevující se svalovými křečemi (*tetanie*). Při nadbytečné tvorbě parathormonu (hyperfunkci) vzniká hyperkalcémie, vápník se z krve přesouvá do měkkých tkání včetně cévních stěn, kde přispívá ke sklerotizaci, časté jsou i poruchy srdečního rytmu. PTH působí proti kalcitoninu ze štítné žlázy.

7.4 Nadledviny (*glandulae suprarenales*)

Každá nadledvina (*glandula suprarenale*) leží na horním pólu ledviny, má pyramidový tvar, povrch kryje vazivové pouzdro. Na řezu je zřetelná žlutooranžová kůra a nahnědlá dřev, každá pochází vývojově z různých základů a liší se stavbou i funkcí.

Kůra (*cortex*) se dělí na 3 vrstvy. Zevní vrstva tvoří **mineralokortikoidy** (aldosteron), střední vrstva **glukokortikoidy** (kortizol), vnitřní vrstva produkuje malé množství **androgenů**.

Dřev (*medulla*) je nervového původu, vyvíjí se ze základu sympatiku. U neuronů vymizely axony, přeměnily se na buňky žlázové, které tvoří a do krevního oběhu vylučují **katecholaminy** (adrenalin, noradrenalin a dopamin).

HORMONY KŮRY NADLEDVIN

Hlavním **mineralokortikoidem** je **aldosteron**, který podporuje vstřebávání Na^+ z primární moči zpět do krve, Na^+ se tak zadržuje v těle spolu s vodou, zvyšuje objem extracelulární tekutiny a zvyšuje krevní tlak. Dále zvyšuje ztáty K^+ močí a zvyšuje výdej H^+ do moči, čímž přispívá ke kompenzaci acidózy.

Hlavním **glukokortikoidem** je **kortizol**, který štěpí bílkoviny (především svalové) na aminokyseliny a snižuje proteosyntézu. Dále významně ovlivňuje metabolismus tuků, zvyšuje glykémii stimulací vzniku glukózy v játrech. Malé dávky působí protizánětlivě, vysoké dávky naopak aktivitu imunitního systému tlumí. Výdej se významně zvyšuje v průběhu zátěže a stresu, při kterém se aktivuje také výdej adrenalinu z dřevě nadledvin. Řízení výdeje glukokortikoidů se uskutečňuje mechanismem složité zpětné vazby.

V kůře nadledvin žen i mužů se tvoří relativně malé množství **androgenů**, který je příčinou růstu pubického a axiálního ochlupení a podporuje růst v prepubertálním období. U žen posiluje libido a může se přeměňovat na estrogény. Tato přeměna má velký význam v období menopauzy, estrogény jsou faktorem prevence osteoporózy.

HORMONY DŘEŇE NADLEDVIN

Dřeň nadledvin uvolňuje **katecholaminy**, naprostou většinu z nich tvoří hormon **adrenalin** (*epinefrin*), malé množství **noradrenalin** (*norepinefrin*) a také **dopamin**. Výdej hormonů do krve stimuluje sympatikus, tvorba se výrazně zvyšuje při každé zátěži a stresu. Účinek těchto hormonů závisí na typu a počtu receptorů buněk efektorových (výkonných) tkání.

Metabolické účinky má především **adrenalin**. Zvyšuje srdeční výdej (srdeční frekvenci a sílu stahu), zvyšuje tlak krve, působením na receptory hladké svaloviny stěn cév mění jejich průsvit (*vazodilatace*, *vazokonstrikce*), působením na hladkou svalovinu bronchů rozšiřuje jejich průsvit, aktivuje metabolismus (zvýšenou energetickou přeměnu tkání, buněčnou oxidaci), kterou doprovází tvorba a výdej tepla, uvolňuje mastné kyseliny z tukové tkáně pro dodávku energie všem buňkám, štěpí svalový glykogen na glukózu, jež zajišťuje zdroj energie pro svaly. **Noradrenalin** zužuje tepénky a zvyšuje hodnotu diastolického krevního tlaku.

Katecholaminy se v organismu uplatňují především při **poplachové reakci** při zátěži nebo stresu, kdy zajišťují výše popsané děje, aby byl organismus v zátěžové (nebezpečné) situaci schopen „*bojovat nebo utéci*“ (z anglického „*fight or flight*“), obě strategie slouží k zachování životaschopnosti organismu (automatický pud přežití).

7.5 Slinivka břišní (*pancreas*)

Slinivka je **smíšenou žlázou**, její **exokrinní** část (s vývodem) produkuje trávicí šťávy, v **endokrinních** oblastech zvaných **Langerhansovy ostrůvky** volně rozptýlených v exokrinní tkáni se vytváří a do krve předávají hormony **insulin**, **glukagon**, **somatostatin** a **gastrin**, tvořené různými typy buněk. Endokrinní tkáň reaguje přímo na změny vnitřního prostředí (změny hladiny vápníku, glukózy) tvorbou hormonů, které jejich hladinu opět normalizují. Není řízena hypotalamem a hypofýzou.

Insulin vydávají B buňky slinivky. Insulin snižuje hladinu glukózy v krvi (glykémii) umožněním jejího prostupu do buněk, stimuluje tvorbu bílkovin a brání jejich rozpadu, zvyšuje tvorbu glykogenu v játrech, zvyšuje tvorbu tuků. Déle trvající hyperglykémie (zvýšená hladina glukózy v krvi) při nedostatku insulinu (z několika příčin), známá jako **cukrovka** (*diabetes mellitus*, různého stupně dle nefunkčního mechanismu) rozvrací vnitřní prostředí, poškozují nervový systém a může způsobit smrt organismu.

Glukagon vytváří A buňky, sekrece je stimulována poklesem hladiny krevního cukru (*hypoglykémii*), jeho výdej naopak tlumí somatostatin a insulin. Glukagon zvyšuje hladinu glukózy v krvi stimulací vzniku glukózy v játrech, podporuje uvolňování mastných kyselin z tukové tkáně (a tím její rozpad), zesiluje sílu srdečního stahu.

Somatostatin produkují D buňky při zvýšení množství glukózy, aminokyselin a mastných kyselin v krvi. Hormon snižuje produkci insulinu a glukagonu, zpomaluje zpracování a vstřebávání živin ve střevě, brání hromadění zásobovacích živin v organismu.

7.6 Šišinka (*epifýza, glandula pinealis*)

Šišinka je 8-10 mm dlouhá výchlípka mezimozku, která produkuje hormon **melatonin** (vzniká ze serotoninu). Sekrece melatoninu je závislá na **rytmu světlo – tma**. Tma jeho tvorbu zvyšuje, uvolňuje se tak především v noci, světlo tvorbu naopak snižuje. Je významným regulátorem **cirkadiálních rytmů**, tj. aktivit organismu pravidelně se střídajících v přibližně 24 hodinovém rytmu (spánek a bdění, změny tělesné teploty). Na základě vysoké tvorby melatoninu v dětství, klesající s věkem, se předpokládá také jeho vztah k sexuálnímu zrání (v dětství nejspíše brzdí vývoj pohlavních orgánů a napomáhá tak plynulému nástupu puberty), jeho vliv na reprodukční funkce však zatím není spolehlivě dořešen.

7.7 Pohlavní orgány

Pohlavní hormony produkované pohlavními žlázami (vaječníky a varlaty) jsou uvedeny v reprodukční soustavě muže a ženy (viz. 3. Mužská pohlavní soustava, 4. Ženská pohlavní soustava).

7.8 Tkáňové hormony

Mezi tkáňové hormony se řadí hormony produkované buňkami ležícími v tkáních orgánů, které nejsou primárně endokrinními žlázami. Hormony jsou uvolňovány do krve a jejím prostřednictvím se dopravují k cílovým orgánům a tkáním, které ovlivňují. Většinou působí místně, ale mohou putovat i na větší vzdálenosti. Vyskytují se v trávicí soustavě, ledvinách, tukové tkáni, srdci, placentě, hypotalamu a dalších orgánech. Nejsou regulovány hypotalamo-hypofyzárním systémem.

Mezi hormony **trávicího traktu** patří **gastrin** produkovaný buňkami sliznice žaludku, tenkého střeva a ve slinivce. Stimuluje produkci žaludeční šťávy, zvyšuje mobilitu hladké svaloviny. Jeho produkci vyvolává složení žaludečního obsahu a nervová stimulace (X. *ne. vagus*). **Cholecystokinin** je tvořen buňkami sliznice tenkého střeva na základě složení chymu (obsah peptidů a mastných kyselin) v duodenu. Vyvolává kontrakce žlučníku a sekreci pankreatické šťávy bohaté na trávicí enzymy. **Sekretin** je taktéž tvořen buňkami sliznice tenkého střeva při poklesu pH v duodenu, zvyšuje sekreci pankreatické šťávy bohaté na bikarbonát. **Grelin** je produkován buňkami žaludku, zvyšuje příjem potravy a sekreci růstového hormonu.

Produkty buněk **cévní stěny** jsou **endoteliny** (vazokonstrikční účinek) a oxid dusnatý (vazodilatace).

Neurosteroidy jsou steroidní hormony produkované v nervové tkáni mimo hypotalamo-hypofyzární systém, které modulují membránové receptory a tím i výdej neurotransmiterů.

Také **tuková tkáň** je zdrojem biologicky aktivních látek, podílejících se na řízení metabolismu. **Adiponektin** působí na metabolismus glukózy a tuků ve svalech a játrech. **Leptin** se prostřednictvím receptorů v hypotalamu podílí na řízení příjmu potravy. Potlačuje chuť k jídlu zvyšováním aktivity centra sytosti v hypotalamu.

Prostaglandiny jsou místní hormony se širokou škálou účinků, které se od sebe liší dle místa tvorby a typu. Ovlivňují sekreci žláz, průměr tepének, reprodukční funkce, stah hladké svaloviny, funkce trombocytů při srážení krve, dýchání, vedení nervových vzruchů, metabolismus tuků, imunitní reakce včetně alergických, zánětlivé reakce, regulaci tělesné teploty, zesilují bolestivé vjemy.



SHRNUTÍ KAPITOLY

Endokrinní systém produkuje velké množství specifických hormonů, které se společně s nervovým systémem podílejí na řízení a fungování organismu. Hormony produkované v hypotalamu ovlivňují přední lalok hypofýzy a produkci hormonů, které adenohypofýza vytváří. Hormony adenohypofýzy pak ovlivňují další endokrinní žlázy. Každá ze žláz produkuje specifické hormony, většinou více různých typů s podobným či opačným účinkem. Regulace sekrece probíhá zpětnou vazbou, jednoduchou na základě množství daného hormonu v krvi nebo složitou přes ovlivnění produkce více endokrinních center a žláz. Hormonální rovnováha a součinnost s nervovým systémem je klíčová pro všechny děje v organismu a jeho přežití.



OTÁZKY

1. Jak lze specifikovat pojem hormon?
2. Co je to negativní zpětná vazba?
3. Kde se nachází propojení nervového a hormonálního systému?
4. Jaké jsou hlavní žlázy s vnitřní sekrecí?
5. Co jsou to tkáňové hormony?

LITERATURA

- Čihák, R. Anatomie II. 2. upr. a dopl. vyd. Praha: Grada Publishing, 2002
- Čihák, R. Anatomie III, 3. upr. a dopl. vyd. Praha: Grada Publishing, 2011
- Dylevský, I. Somatologie, Učebnice pro zdravotnické školy a bakalářské studium. Olomouc: EPAVA, 2000.
- Dauber, W. Feneisův obrazový slovník anatomie. Praha: Grada Publishing, dotisk 2022
- Grim, M, Druga, R. a kol. Základy anatomie 3. Trávicí, dýchací, močopohlavní a endokrinní systém. 2. upr. vyd. Praha: Galén, 2022
- Marečková a kol. Úvod do lékařské terminologie. Základy latiny s přihlédnutím k řečtině. 7. přeprac. vyd. Brno: Masarykova Univerzita, 2017
- Merkunová, A, Orel, M. Anatomie a fyziologie člověka pro humanitní obory. Praha: Grada Publishing, 2008
- Naňka, N, Elišková, M. Přehled anatomie. 2. upr. a dopl. vyd. Praha: Galén, 2009
- Rokyta, R a kol. Somatologie. Praha: Wolters Kluwer ČR, 2009
- Trojan, S a kol. Lékařská fyziologie. 4. upr. a dopl. vydání. Praha: Grada Publishing, 2003

Online zdroje:

1. https://www.wikiskripta.eu/images/0/08/Layers_of_the_gastrointestinal_tract_cs.jpg, cit. 4.6.22
2. <https://mladyzdravotnik.cz/prevence/travici-soustava/>, cit. 6.6.22
3. https://is.muni.cz/do/fsps/e-learning/zaklady_anatomie/zakl_anatomie_II/pages/zlazy_k_soustave.html, cit. 8.6.22
4. <https://www.nasezena.cz/sekce-nemoci-a-cesta-ke-zdravi/clanek-zanet-ledvin-vysetreni-lecba-211.html>, cit. 12.6.22
5. <https://www.nizkobilkovinnadieta.cz/chronicke-onemocneni-ledvin/ledviny/jak-ledviny-funguji-co-to-je-nefron.html>, cit. 18.6.22
6. <https://www.stefajir.cz/krev-v-moci-priciny>, cit. 22.6.22
7. <https://www.symptomy.cz/anatomie/muzske-pohlavni-ustroji>, cit. 28.6.22
8. <https://cdhistory.org/cs/anatomie-622-u%C4%8Debnice/>, cit. 2.7.22
9. <https://www.umimefakta.cz/cviceni-pohlavni-soustava-zeny>, cit. 16.7.22
10. https://cs.wikipedia.org/wiki/Menstrua%C4%8Dn%C3%AD_cyklus#/media/Soubor:MenstrualCycle_cs.svg, cit. 20.7.22

11. <https://vesmir.cz/cz/casopis/archiv-casopisu/2010/cislo-1/o-dynamice-mozku.html#&gid=1&pid=1>, cit. 28.7.22
12. <https://slideplayer.cz/slide/12720931/>, cit. 8.9.22
13. <https://www.zsloucovice.cz/sites/default/files/2020-04/14.4.%20EP%C5%988.pdf>, , cit. 10.9.22
14. <http://www.szes-la.cz/objekty/fyziologie-a-anatomie-cloveka---nervova-sou-stava.pdf>, cit. 18.9.22
15. https://www.google.com/imgres?imgurl=x-raw-image%3A%2F%2F%2F518df07523597a2b2f6098980b5411ac4636c442e96993fe4b0433c429a37b17&imgrefurl=https%3A%2F%2Fwww.eccklub.cz%2FvDocument%2F215.html&tbnid=K3pZI3XwjVGL-M&vet=12ahUKEwjs4dvsvMT6Ah-Vyb_EDHSp8DV4QxiAoC3oECAAQKw..i&do-cid=Uqq_CpR_fbMFbM&w=840&h=576&itg=1&q=hla-vov%C3%A9%20nervy&ved=2ahUKEwjs4dvsvMT6AhVyb_ED-HSp8DV4QxiAoC3oECAAQKw, cit. 21.9.22
16. https://cs.wikipedia.org/wiki/Nervov%C3%A1_soustava#/media/Soubor:Nervous_system_diagram-en.svg, , cit. 22.9.22
17. <http://www.zs-hluboka.cz/images/gallery/ostatni/vyuka-materialy/kveten/Pr8-sou-stava-kozni-vypisky.pdf>, cit. 26.9.22
18. [https://www.wikiskripta.eu/w/Okno_\(biofyzika\)](https://www.wikiskripta.eu/w/Okno_(biofyzika)), cit. 28.9.22
19. <https://onlinestores.discountsale2022.ru/content?c=u%C5%A1n%C3%AD%20chrupavka&id=22>, cit. 29.9.22
20. https://cs.wikipedia.org/wiki/Sou-stava_%C5%BE1%C3%A1z_s_vnit%C5%99n%C3%AD_sekrec%C3%AD#/media/Soubor:Endocrine_Czech.svg, cit. 29.9.22
21. https://www.wikiskripta.eu/w/Princip_negativn%C3%AD_zp%C4%9Bn%C3%A9_vazby_v_endokrinologii, cit. 30.9.22

SHRNUTÍ STUDIJNÍ OPORY

Studijní opora Anatomie pro zdravotní obory II je druhou částí studijní obory, která má sloužit jako studijní text pro studenty zdravotnických oborů, především všeobecných sester, pediatrických sester, porodních asistentek a také pro studenty oboru dentální hygieny.

Rozsah skript byl uzpůsoben sylabům předmětů anatomie, vyučovaných na Ústavu nelékařských zdravotnických studií, Fakulty veřejných politik Slezské univerzity v Opavě pro jednotlivé obory. Tato studijní opora má za úkol obsáhnout kompletní anatomii člověka v obecném rámci, společném pro všechny zmíněné zdravotnické obory. Specifické oblasti anatomie, zásadní pro jednotlivé obory (např. krevní hodnoty, odběrová místa pro všeobecné sestry, podrobný popis pánve pro porodní asistentky, detailní anatomie hlavy pro dentální hygienu, anatomická specifika odlišnosti u dětí pro pediatrické sestry) budou předmětem jednotlivých rozšíření, která budou k této opoře postupně vytvořena.

Rozsah informací u jednotlivých struktur a systémů byl volen tak, aby odpovídal požadavkům zdravotnických oborů a zmíněným rozsahům vyučovaných předmětů. V případě potřeby nebo zájmu o větší rozsah či podrobnost určité oblasti, uvedené v této studijní opoře doporučuji studium odborné literatury pro zdravotnické obory, v případě hlubšího zájmu o konkrétní tematiku pak literaturu určenou medicím.

Obrazová příloha byla v této studijní opoře volena tak, aby přiblížila důležité popisované struktury nebo děje a zároveň nenarušovala plynulost textu opory. Cílem obrazových příloh nebylo znázornění všech popisovaných struktur, pro detailnější přehled doporučuji obrazovou publikaci v adekvátním rozsahu pro zdravotnické obory nebo anatomický atlas.

Cílem prvního dílu Anatomie pro zdravotní obory II. bylo seznámit studenty s anatomii soustav lidského těla, které nebyly probrány v díle prvním, konkrétně se jedná o trávicí, vylučovací, pohlavní soustavu muže a ženy, endokrinní systém, kůži a smysly.

Věřím, že tento text poskytne ucelený soubor základních informací, které studenti zdravotnických oborů využijí při dalším studiu a následné praxi.























Další doporučená literatura ke studiu:

Dauber, W. Feneisův obrazový slovník anatomie. Praha: Grada Publishing, dotisk 2022

Naňka, N, Elišková, M. Přehled anatomie. 2. upr.. a dopl. vyd. Praha: Galén, 2009

Trojan, S a kol. Lékařská fyziologie. 4. upr. a dopl. vydání. Praha: Grada Publishing, 2003

PŘEHLED DOSTUPNÝCH IKON

	Čas potřebný ke studiu		Cíle kapitoly
	Klíčová slova		Nezapomeňte na odpočinek
	Průvodce studiem		Průvodce textem
	Rychlý náhled		Shrnutí
	Tutoriály		Definice
	K zapamatování		Případová studie
	Řešená úloha		Věta
	Kontrolní otázka		Korespondenční úkol
	Odpovědi		Otázky
	Samostatný úkol		Další zdroje
	Pro zájemce		Úkol k zamyšlení

Název: **Anatomie pro zdravotnické obory II**

Autor: **Markéta Skalná, Ph.D.**

Vydavatel: Slezská univerzita v Opavě
Fakulta veřejných politik v Opavě

Určeno: studentům SU FVP Opava

Počet stran: 89

Tato publikace neprošla jazykovou úpravou.