



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



Název projektu	Rozvoj vzdělávání na Slezské univerzitě v Opavě
Registrační číslo projektu	CZ.02.2.69/0.0./0.0/16_015/0002400

# Somatologie pro pedagogy

## Distanční studijní text

**Lucie Mráčková**

**Opava 2018**



**SLEZSKÁ  
UNIVERZITA**  
FAKULTA VEŘEJNÝCH  
POLITIK V OPAVĚ

**Obor:** Edukační péče o seniory, speciální pedagogika

**Klíčová slova:** Somatologie, anatomie, fyziologie.

**Anotace:** Následující text byl vytvořen na základě potřeby výukového materiálu k cvičením předmětu Somatologie pro studenty pedagogických oborů. Materiál by neměl být využíván jako základní studijní literatura. Text v něm by měl sloužit jako sumář nejdůležitějších informací z předmětu somatologie.

Obsahem textu je seznámení se se základními anatomickými poměry jednotlivých tělních soustav a jejich funkcí. Studenti se seznámí s morfológickou i funkční anatomií jednotlivých orgánů a některými fyziologickými procesy, které mají v těle důležitou úlohu.

**Autor:** **Mgr. Lucie Mráčková**

## Obsah

ÚVODEM.....	8
RYCHLÝ NÁHLED STUDIJNÍ OPORY.....	9
1 FUNKČNÍ MORFOLOGIE TKÁNÍ.....	10
1.1 Buňka.....	11
1.1.1 Plazmatická membrána.....	11
1.1.2 Cytoplazma.....	11
1.1.3 Organely.....	12
1.1.4 Funkce buňky.....	13
1.1.5 Životní cyklus buňky.....	14
1.2 Tkáně.....	15
1.2.1 Epitelové tkáně.....	15
1.2.2 Pojivové tkáně.....	15
1.2.3 Svalové tkáně.....	17
1.2.4 Nervová tkáň.....	18
2 ORIENTACE NA LIDSKÉM TĚLE.....	19
2.1 Základní orientace na lidském těle.....	19
2.1.1 Roviny a směry.....	19
2.1.2 Anatomické oblasti.....	22
2.1.3 Popis pohybu.....	23
3 OPĚRNÝ SYSTÉM.....	24
3.1 Obecná stavba kostí.....	24
3.1.1 Složení dlouhých kostí.....	24
3.1.2 Růst kostí.....	25
3.1.3 Kostní spojení.....	25
3.1.4 Kostí lebky.....	26
3.1.5 Páteř.....	28
3.1.6 Hrudník.....	29
3.1.7 Horní končetina.....	30
3.1.8 Dolní končetina.....	30
4 KREV.....	32
4.1 Složení krve.....	32

4.1.1	Krevní elementy.....	33
4.1.2	Krevní plazma.....	35
4.2	Funkce krve.....	36
4.2.1	Hemostáza.....	36
4.3	Krevní skupiny.....	37
4.4	Krvetvorba.....	38
5	VNITŘNÍ PROSTŘEDÍ.....	40
5.1	Vodní hospodářství těla.....	40
5.1.1	Intracelulární tekutina.....	41
5.1.1	Extracelulární tekutina.....	41
5.2	Acidobazická rovnováha.....	42
6	IMUNITNÍ A MÍZNÍ SYSTÉM.....	44
6.1	Mízní soustava.....	44
6.2	Imunitní systém.....	46
7	OBĚHOVÁ SOUSTAVA.....	48
7.1	Srdce.....	48
7.1.1	Morfologická stavba srdce.....	49
7.1.2	Funkční anatomie srdce.....	49
7.1.3	Činnost srdce.....	49
7.1.4	Převodní systém srdeční.....	50
7.1.5	Srdeční činnost.....	51
7.2	Cévní systém.....	52
7.2.1	Tepny.....	52
7.2.2	Vlásečnice.....	53
7.2.3	Žíly.....	54
7.2.4	Malý krevní oběh.....	55
8	DÝCHACÍ SOUSTAVA.....	56
8.1	Horní dýchací cesty.....	56
8.1.1	Nosní dutiny.....	57
8.1.2	Nosohltan.....	57
8.2	Dolní dýchací cesty.....	58
8.2.1	Hrtan.....	58
8.2.2	Průdušnice.....	58

8.2.3	Průdušky .....	59
8.3	Obranné schopnosti dýchacích cest.....	59
8.4	Plíce.....	60
8.5	Mechanika dýchání .....	60
8.5.1	Ventilace .....	61
8.5.2	Dýchací svaly.....	63
9	TRÁVICÍ SOUSTAVA .....	65
9.1	Dutina ústní .....	65
9.1.1	Zuby .....	66
9.1.2	Jazyk .....	67
9.1.3	Slinné žlázy.....	67
9.2	Hltan a jícen .....	68
9.2.1	Hltan.....	68
9.2.2	Jícen .....	69
9.3	Žaludek.....	69
9.4	Tenké střevo .....	70
9.4.1	Dvanáctník .....	71
9.4.2	Lačník a kyčelník.....	71
9.5	Tlusté střevo .....	71
9.5.1	Slepé střevo.....	71
9.5.2	Tračník .....	72
9.5.3	Konečník a řiť .....	72
9.6	Játra .....	73
9.6.1	Tvorba žluče.....	73
9.6.2	Funkce jater.....	74
9.7	Žlučové cesty.....	76
9.8	Slinivka břišní .....	76
9.9	Pobříšnice.....	77
10	VYLUČOVACÍ SOUSTAVA.....	78
10.1	Ledviny.....	78
10.2	Vývodné cesty močové.....	80
10.2.1	Močovody .....	80
10.2.2	Močový měchýř .....	80

10.2.3	Močová trubice .....	81
11	ENDOKRINNÍ SYSTÉM.....	83
11.1	Podvěsek mozkový .....	84
11.2	Štítná žláza.....	85
11.3	Příštítná tělíska .....	86
11.4	Nadledviny.....	87
12	POHLAVNÍ ÚSTROJÍ .....	89
12.1	Reprodukce .....	89
12.2	Mužské pohlavní ústrojí .....	90
12.2.1	Vnitřní pohlavní ústrojí muže .....	91
12.2.2	Zevní pohlavní ústrojí muže .....	93
12.3	Pohlavní ústrojí ženy .....	94
12.3.1	Vnitřní pohlavní ústrojí ženy .....	95
12.3.2	Zevní pohlavní ústrojí ženy .....	98
12.3.3	Těhotenství.....	99
13	KŮŽE A MLÉČNÁ ŽLÁZA .....	102
13.1	Anatomie kůže.....	102
13.2	Anatomie prsní žlázy .....	104
13.3	Inervace kůže.....	104
13.4	Bariérové vlastnosti kůže.....	105
14	NERVOVÁ SOUSTAVA.....	107
14.1	Centrální nervový systém .....	107
14.1.1	Neuron.....	108
14.1.2	Mícha .....	109
14.1.3	Mozek .....	110
14.2	Periferní nervový systém .....	111
14.3	Autonomní (vegetativní) nervový systém .....	113
15	SMYSLOVÉ ORGÁNY .....	115
15.1	Zrak.....	115
15.1.1	Anatomie oka .....	116
15.1.2	Fyziologie vidění .....	117
15.2	Sluch a rovnovážné ústrojí .....	118
15.3	Chuť a čich .....	120

15.3.1 Čich.....	120
15.3.2 Chuť.....	120
LITERATURA .....	122
SHRNUTÍ STUDIJNÍ OPORY .....	123
PŘEHLED DOSTUPNÝCH IKON.....	124

## ÚVODEM

Studijní text byl vytvořen k praktické výuce předmětu somatologie pro studenty pedagogických, nezdravotnických oborů. Text by měl sloužit jako průvodce studiem, nikoliv jako klíčová literatura.

K důkladnému pochopení následujícího textu je předpokladem základní znalost biologie člověka v rozsahu středoškolského učiva. Opora by měla tyto znalosti rozšířit.

Text by měl sloužit jako opora pro cvičení z předmětu somatologie. Předpokládá se tedy, že student využije tento materiál k nastudování probírané oblasti před praktickou výukou. Rozsah znalostí ve cvičeních by měl odpovídat minimálně tomuto materiálu. Vyučující ve cvičeních by měl na tyto informace navazovat a rozšiřovat je vizuální a kreativní formou. Ve cvičeních by se mělo aktivně pracovat s anatomickými modely a dalšími pomůckami, které pomohou lépe pochopit probíranou látku.

Jednotlivé kapitoly jsou členěny do několika oddílů. Rychlý náhled kapitoly by měl objasnit, co bude v následujícím textu probíráno. Cíle kapitoly dávají studentům zároveň informaci o tom, co je od nich při studiu očekáváno. Klíčová slova, která jsou v každé kapitole uvedena, mohou studentovi posloužit k vyhledávání dalších zdrojů informací. Po samotném textu je každá kapitola stručně shrnuta v nejzákladnější informace. Některé kapitoly obsahují korespondenční úkoly (celkem 4), které budou hodnoceny k zápočtu. Student je povinen zpracovat minimálně dva úkoly. Zpracovaný úkol je potom nutné vložit do příslušné složky v elearningovém prostředí. Náročnější kapitoly jsou doplněny o samostatný úkol, který je předmětem samostudia. Úkoly k zamyšlení budou potom rozebírány při cvičeních – předpokládá se tedy, že student bude mít alespoň částečně téma dopředu nastudováno a bude schopen o něm s ostatními diskutovat.



## RYCHLÝ NÁHLED STUDIJNÍ OPORY

V úvodní kapitole Funkční morfologie tkání se seznámíme se stavbou základní stavební jednotky každého organismu – s buňkou. Probereme nejen její stavbu, ale také základní procesy, kterými se buňka projevuje. V návaznosti na nabitě vědomosti se v téže kapitole seznámíme se základními typy tkání, které se v lidském těle vyskytují.

Abychom si udělali lepší představu o tom, jak je který orgán kde uložen, je nutné se zorientovat na lidském těle a naučit se anatomické názvosloví jednotlivých oblastí, ale také směrů a rovin.

Lidské tělo má svůj tvar díky kostře, kterou je podpíráno. Kostí a klouby budou tedy kostrou nejen pro tělo, ale i pro nabalování dalších informací při studiu somatologie. Další kapitolu tvoří krev, která je považována za samostatný orgán. S krví úzce souvisí vnitřní prostředí, které si rozdělíme na vodní hospodářství a acidobazickou rovnováhu, na které se podílí nejen krev, ale i další orgánové soustavy. Stejně tak se krev podílí na imunitě. V této kapitole se seznámíme nejen s principy, na kterých imunita funguje, ale také s mízní soustavou. Ta je pro imunitu zcela klíčová. Krev proudí v cévách a tak budeme navazovat na oběhovou soustavu, ve které se seznámíme se stavbou a funkcí srdce a velkých cév. Dýchací systém si rozdělíme do dvou přehledných oddílů – horní a dolní dýchací cesty.

Trávení a vstřebávání živin je obsaženo v kapitole trávicí soustava. Vylučování katabolitů z těla je zajišťováno mnoha způsoby, nejúčinnějším je ale vylučování katabolitů ledvinami. V kapitole vylučovací systém se seznámíme nejen s anatomii ledvin a vylučovacích cest, ale především s činností ledvin, která vede k očištění krve.

Endokrinní systém řídí organismus pomocí chemických procesů, které zajišťují hormony. Ty jsou produkovány a vylučovány žlázami s vnitřní sekrecí, jejichž anatomie i fyziologie se značně liší. Hormony je řízeno také dospívání a následné sexuální chování spojené s reprodukcí. Proto je důležité seznámit se s pohlavními orgány muže i ženy. Celé tělo je pokryto ochrannou vrstvou kůže. Ta má ale řadu dalších funkcí, se kterými se seznámíme v příslušné kapitole.

Nejsložitější soustavou lidského těla je mozek, mícha a nervy, proto bude jejich anatomie a fyziologie probrána mezi posledními. K pochopení funkce smyslových orgánů je nutné znát principy, na kterých funguje nervová soustava. Proto jsou probrány až po tomto systému.

# 1 FUNKČNÍ MORFOLOGIE TKÁNÍ



## **RYCHLÝ NÁHLED KAPITOLY**

V kapitole se seznámíme se skladbou buňky, jejími typy, funkcemi a dělením. V návaznosti na nabitě vědomosti se kapitola bude dále věnovat základním typům tkání lidského těla a jejich funkci.

Zvládnutí učiva je předpokladem pro studium dalších jednotlivých orgánových systémů.

---



## **CÍLE KAPITOLY**

Hlavní cíle kapitoly jsou

- Umět rozlišit jednotlivé typy buněk
  - Znat skladbu buňky
  - Umět popsat život, dělení a smrt buněk
  - Umět rozlišit jednotlivé typy tkání lidského těla
  - Znat funkci jednotlivých typů tkání
- 



## **KLÍČOVÁ SLOVA KAPITOLY**

Buňka, buněčné organely, mitóza, meióza, buněčná smrt, tkáň, typy tkání, funkce tkání

---

---

## 1.1 Buňka

Vědní obor zabývající se stavbou a funkcí buňky se nazývá cytologie. Buňka, jakožto nejmenší a nejjednodušší stavební a funkční jednotka, která je schopna všech projevů života (pohyb, metabolismus, růst, rozmnožování, adaptace), je obklopena mezibuněčným prostorem vyplněným tkáňovým mokem. Tkáňový mok zajišťuje látkovou výměnu mezi buňkou a cévními tekutinami.

Většina buněk má stálý a charakteristický tvar a velikost. Tvar buňky se odvíjí od funkce buňky a jejího uložení.

### 1.1.1 PLAZMATICKÁ MEMBRÁNA

Celistvost buňky a její oddělení od okolí zajišťuje plazmatická membrána. Ta je složena převážně z molekul lipidů. Zejména lecitinu a cholesterolu. Molekuly lipidů mají hydrofobní a hydrofilní konce. Ty hydrofilní – tedy vodou mísitelné – směřují do nitra buňky a vně buňku. Hydrofobní konce jsou uvnitř plazmatické membrány.

Plazmatická membrána má ale i další důležitou funkci a tou je propustnost. Plazmatická membrána funguje jako bariéra mezi útroby buňky a vnějším prostředím. Určuje, která látka se do buňky dostane, případně která buňku opustí. Transport látek mezi buňkou a jejím okolím funguje na několika principech:

- Fyzikální difuze
- Transport pomocí specifického přenašeče
- Endocytóza
- Transport membránovými kanály

Většina buněk má na povrchu kladný náboj, na vnitřní ploše náboj negativní (polarizace membrány). To je zdrojem elektrického napětí, kterému se říká klidový membránový potenciál.

### 1.1.2 CYTOPLAZMA

Cytoplazma je bezbarvá polotekutá hmota vyplňující vnitřek buňky. Skládá se především z bílkoviny. Dalšími součástmi jsou nukleové kyseliny, cukry, tuky, minerály a voda. V cytoplazmě jsou uloženy pomocné orgány buňky zvané organely.

### **1.1.3 ORGANELY**

#### **JÁDRO**

Jádro je součástí většiny buněk. Je nezbytné k rozmnožování buněk. Bezjaderné buňky nejsou schopné reprodukce. Uvnitř jádra jsou hrudkovité útvary zvané chromatin. Základní složkou chromatinu je komplex DNA (deoxyribonukleové kyseliny) a bílkoviny.

#### **JADÉRKO**

Jadérko je součástí jádra. Jeho funkcí je tvorba a skladování RNA (ribonukleové kyseliny). Ta je kopií úseku DNA. Vytvořená RNA se spojuje s bílkoviny a společně tvoří ribozomy. Ty opouštějí jádro a nacházejí se volně v cytoplazmě, případně se vážou na jiné organely. Jsou schopny spustit reakci, která vede k proteosyntéze.

#### **ENDOPLAZMATICKÉ RETIKULUM**

Hrubé endoplazmatické retikulum je rozprostřeno v podobě systému váčků v cytoplazmě okolo jádra. Jeho zevní strana je bohatá na ribozomy, kde probíhá proteosyntéza. Vznikají zde také cukry a fosfolipidy, které společně s bílkoviny tvoří komplexy. Tento typ endoplazmatického retikula je zastoupen především v sekrečních buňkách.

Hladké endoplazmatické retikulum je tvořeno sítí kanálků, uložených zevně od hrubého endoplazmatického retikula. Prakticky neobsahuje ribozomy. Jeho funkcí je tvorba mastných kyselin, steroidních látek (hormonů) a detoxikační funkce. Současně může působit jako zásobárna kalcia ve svalových buňkách.

#### **GOLGIHO APARÁT**

Jde o systém plochých dutinek, které vytvářejí okrouhlé sekreční váčky, jež jsou naplněné produkty, které vytvořilo endoplazmatické retikulum. Slouží jako zásobárna těchto produktů jak pro potřebu vlastní buňky, tak i pro potřebu buněk v okolní tkáni.

#### **LYZOSOMY**

Jsou bohatou zásobou hydrolytických enzymů. Ty štěpí nepotřebné látky vlastní buňky i škodlivé látky přicházející zevně buňky.

#### **MITOCHONDRIE**

Jsou přítomné ve všech buňkách ve vysokém počtu. Mají rozmanitý tvar a skládají se ze dvou membrán. Vnitřní membrána je značně zprohýbaná, což zvyšuje její povrch, na kterém probíhají chemické reakce. V mitochondriích se spalují živiny (zejména glukóza a

mastné kyseliny) molekulárním kyslíkem. Výsledkem je vznik energie, která se využívá k plnění buněčných funkcí.

## **CENTRIOLY**

Leží poblíž jádra a účastní se buněčného dělení. Zahajují jej tvorbou dělicího vřeténka.

### **1.1.4 FUNKCE BUŇKY**

Základní funkce buněk je všem buňkám společná. Zahrnuje děje k zajištění jejich životnosti a obnovy.

Mezi základní funkce buňky řadíme:

- příjem živin z tkáňového moku
- uvolňování energie z živin
- odstraňování katabolitů do tkáňového moku
- růst
- reprodukce
- nositelství genetické informace

Každá buňka má pak dále další specifické funkce, které jsou odvozeny od specializace buňky. V lidském těle rozlišujeme například buňky:

- nervové
- svalové
- jaterní
- sekreční
- reprodukční
- vstřebávací

Mezi buňkami existuje určitý druh komunikace. Je schopna nejen reagovat na signály, ale také sama signály vydávat. Na přenosu těchto signálů se podílí významně nejen tkáňový mok, ale také krev a nervová vlákna.

### **1.1.5 ŽIVOTNÍ CYKLUS BUŇKY**

Délka života se u jednotlivých druhů buněk značně liší. Život buňky začíná jejím vznikem. Poté dochází k diferenciaci buňky – zrání do stádia umožňující vykonávat buňce její funkci. Délka života buněk se značně liší typ od typu. Nervové buňky se prakticky nedělí a neregenerují, jejich životnost se rovná délce života člověka. Jiné buňky se zase dělí neustále – krvetvorné kmenové buňky. Buňka zaniká buď dělením, kdy z mateřské buňky vzniknou dvě dceřinné nebo zánikem – tzv. apoptóza.

#### **BUNĚČNÉ DĚLENÍ**

V lidském těle se buňky rozmnožují dvojím způsobem. Mitózou neboli nepřímým dělením nebo meiózou – redukční dělení.

Mitóza probíhá v několika fázích a je nejčastějším způsobem dělení a reprodukce buněk v lidském těle.

- Profáze – centriol se rozdělí na dvě stejné poloviny, které se spojí jemnými vlákny dělicího vřeténka s protilehlými póly jádra, ze kterého zmizí jaderná membrána. Z chromatinové hmoty uvnitř jádra se začnou tvořit chromozomy – lidská buňka obsahuje 23 párů chromozomů
- Metafáze – chromozomy se uspořádají do jedné roviny vprostřed dělicího vřeténka.
- Anafáze – chromozomy se podélně rozdělí, zdvojí se centromery a každá polovina se rozchází k protilehlým pólům dělicího vřeténka
- Telofáze – mizí dělicí vřeténko, začíná se vytvářet jaderný obal kolem každé dceřinné sady chromozomů, začíná se objevovat jadérko.
- Cytokineze – závěrečný krok, kdy se zaškrtní dělicí se buňka ve střední části. Do každé dceřinné buňky se rozdělí přibližně stejné množství buněčného materiálu mateřské buňky.

Obě vzniklé buňky mají stejnou genetickou výbavu jako buňka mateřská. Intervalu, kdy se buňky nedělí se říká interfáze.

Meióza je typ dělení umožňující pohlavní reprodukci. Gamety (pohlavní buňky) mají pouze poloviční počet chromozomů – haploidní (tedy jen 23 kusů). Ty jsou tvořeny autochromozomy – 22 chromozomů a jedním gonochromozomem, který určuje budoucí pohlaví (u vajíček vždy X, u spermií X nebo Y). Při splnutí dvou pohlavních buněk (vajíčka a spermie) se počet chromozomů opět zdvojnásobí a vznikne diploidní počet chromozomů (23 párů). Vznikne tak úplně nová buňka, které se říká zygota. Je to buňka s jedinečnou kombinací genetické informace od obou rodičů. Všechny buňky vyvíjející se ze zygoty se dělí mitózou a obsahují tuto jedinečnou genetickou výbavu.

## ÚKOL K ZAMYŠLENÍ



Apoptóza, neboli zánik buňky, způsobí její rozpad, při kterém se mohou uvolňovat toxické látky. Jakými způsoby se tělo těchto zaniklých buněk zbavuje? Co se děje s ostatky buňky?

---

## 1.2 Tkáně

Tkáň je soubor buněk stejné funkce a stavby. Jsou specializované na svou specifickou funkci. Lidské tělo má čtyři základní typy tkání. Vědní obor zabývající se studiem tkání se nazývá histologie.

### 1.2.1 EPITELOVÉ TKÁNĚ

Základními funkcemi epitelové tkáně je krytí a výstelka. Buňky epitelové tkáně na sebe těsně naléhají a většinou mají výbornou regenerační schopnost (až na smyslový epitel). Epitelovou tkáň dělíme do několika skupin.

- Podle tvaru buněk – kubický (oční čočka), cylindrický (výstelka střeva), dláždíkový epitel (dutina pohrudniční, pobřišnice)
- Podle počtu buněčných vrstev – jednovrstevný (vnitřní výstelka cév), mnohovrstevný (kůže, močové cesty)
- Podle funkce – krycí, výstelkový, vstřebávací, reprodukční, smyslový, sekreční

Sekreční typ epitelu dále rozdělujeme na sekrety (mají vliv na funkce orgánů - žlučední šťávy, slzy), exkrety (jsou odpadními látkami organismu – pot, moč) a inkrety (žlázy bez vývodu – hormony).

### 1.2.2 POJIVOVÉ TKÁNĚ

Funkcí pojivové tkáně je spojovací (spojuje orgány) a opěrná (poskytuje oporu pro měkké části těla). Jednotlivé buňky jsou spojeny mezibuněčnou hmotou, která se skládá z kolagenních, elastických vláken. Podle množství této mezibuněčné hmoty a jejím složením se pojivové tkáně dělí na vazivo, chrupavku a kostní tkáň. Vlastnosti mezibuněčné hmoty určují vlastnosti vlastní tkáně – pružnost, tvrdost, křehkost.

## **VAZIVOVÁ TKÁŇ**

Vazivová tkáň obsahuje vazivové buňky, kterým se říká fibrocyty, dále mezibuněčnou hmotu, která má různý podíl elastických, kolagenních a retikulárních vláken. Vazivo má skvělou regenerační schopnost. Nahrazuje poškozenou tkáň, která není schopna regenerace – tvoří jizvy. Rozeznáváme pět druhů vaziva.

- Řídké – vyplňuje mezery mezi jinými tkáněmi a orgány. Obklopuje orgány, které často mění svůj objem a tvoří vrstvu podkožního vaziva. Nahrazují poškozenou tkáň u hůře regenerujících tkání. Některé buňky tohoto typu vaziva jsou schopné fagocytózy.
- Tuhé – obsahují fibrily, které dobře odolávají tahu a jsou velmi pevné. Tuhé vazivo tvoří šlachy, vazy, škáru)
- Elastické – bohaté na elastické fibrily, které jsou velmi pružné. Tvoří různé vazy v těle.
- Síťovité – převažuje buněčná složka. Buňky vytvářejí prostorovou síť, která tvoří hlavní složku mizních uzlin, sleziny a krvetvorných orgánů.
- Tukové – převažují buňky, které jsou vyplněny velkou tukovou kapkou. Buňky jsou pomocí řídkého vaziva spojeny v lalůčky. Velká část této tkáně je uložena v podkoží, ale vyskytuje se také v okolí některých orgánů, kde plní ochranou a termoregulační funkci.

## **CHRUPAVČITÁ TKÁŇ**

Chrupavka (cartilago, chondros) je tvořena chondrocyty a mezibuněčnou hmotou bohatou na fibrily. Povrch chrupavky je tvořen tzv. perichondriem. Chrupavčitá tkáň nemá žádné cévní ani nervové zásobení a není tudíž schopna jakékoli regenerace. Pokud dojde k jejímu poškození, nahrazuje ji tkáň vazivová. Chrupavčitou tkáň dělíme na tři typy.

- Sklovitá – bělavá homogenní hmota, tvoří kloubní chrupavky, chrupavčitá zakončení žeber, trubici dýchacích cest či nosní přepážku
- Vazivová – má vláknitou strukturu a je velmi pevná. Tvoří meziobratlové ploténky nebo sponu stydké kosti (symfýzu)
- Elastická – je velmi pružná pro svůj obsah elastických fibril. Tvoří podklad ušního boltce nebo hrtanové příklopky

## **KOSTNÍ TKÁŇ**

Nejtvrďší typ pojivových tkání. Je základní stavební tkání kostí. Kostní buňky jsou obklopeny mezibuněčnou hmotou zvanou ossein, který je bohatý na kolagenní vlákna. To



zajišťuje kostem pružnost. Tvrdost kostí je ovlivněna koncentrací minerálních látek - fosforečnanem a uhličitanem vápenatým. Poměr minerálních látek a kostní hmoty se věkem mění. V dětství jsou kosti bohatší na ossein, což jim zajišťuje větší pružnost. V dospělosti v kostech pružnost ubývá, ale díky většímu množství minerálů nabývají na pevnosti. Ve stáří značně ubývá pružnosti a kosti jsou dosti pevné, ale zároveň křehké a dochází k častějším zlomeninám. Kostní hmota je tvořena tzv. lamelami, mezi nimiž se nachází kostní buňky. Kost má výbornou regenerační schopnost, která s věkem ubývá. Kostní tkáň dělíme na dva typy.

- Hutná (compacta) – hmota tvoří lamely uspořádané do pravidelných destiček či do sebe zasunutých trubiček.
- Houbovitá (spongiosa) – tvoří trámce uspořádané v prostorovou síť.

### 1.2.3 SVALOVÉ TKÁŇ

Základní funkcí svalové tkáně je se natahovat a smršťovat. To umožňují myofibrily, které jsou součástí cytoplazmy svalových buněk. Lidské tělo disponuje třemi základními typy svalové tkáně.

- Hladké svalstvo – tvořeno protáhlými vřetenovitými buňkami s jádrem, kolem kterého probíhají jemné myofibrily. Buňky jsou těsně vedle sebe a jsou spojeny řídkým vazivem. Tvoří vrstvičky hladkých svalů v trubicovitých a dutých orgánech. Hladké svalstvo je inervováno vegetativním nervovým systémem a je tudíž neovladatelné vůlí. Pro hladké svalstvo jsou typické pomalé a déletrvající kontrakce
- Příčně pruhované svalstvo – základní funkční tkáň kosterního svalstva. Skládá se z podélných svalových vláken, které jsou dlouhé až 20 cm. Svalové vlákno je složeno z mohojaderných buněk, kterými rovněž po celé délce probíhají myofibrily. Cytoplazma svalového vlákna (sarkoplazma) dále obsahuje bílkovinný pigment zvaný myoglobin, glykogen a tukové kapénky. Činnost svalových vláken je řízena mozkomíšními nervy, proto ji můžeme volně ovlivňovat. Tento druh tkáně hůře – tedy pomaleji regeneruje. Při velkém poškození je nahrazován vazivovou tkání.
- Srdeční svalovina – je tvořena příčně pruhovanými vlákny, která se automaticky a rytmicky smršťují a to bez ovlivnění vůlí. Vlákna jsou složena z jedno nebo dvoujaderných buněk, kde se nacházejí myofibrily. Vlákna probíhají podélně, ale nachází se mezi nimi četné příčné můstky. Srdeční svalovina špatně regeneruje a při jejím poškození je nahrazena tkání vazivovou.

### **1.2.4 NERVOVÁ TKÁŇ**

Základním prvkem nervové tkáně je neuron (nervová buňka) a glie (podpůrné buňky), které jsou nezbytné k správné funkci i stavbě neuronů.

Neuron se skládá z těla a krátkých (dendrity) a dlouhého (axon) výběžků. Dendrity jsou vlákna vedoucí vzruch k tělu buňky (jsou dostředivá neboli aferentní). Axon tvoří nervové vlákno a vede vzruchy odstředivě (eferentní), tedy z buňky k cíli, kterým může být buďto další neuron, svalové vlákno nebo žlázová buňka. Základní vlastností neuronů je tedy dráždivost a vodivost. Axony, někdy také nazývané neurity, jsou v mozku a míše kryty tzv. myelinovou pochvou. Myelin je látka tukové povahy bílé barvy. V CNS tvoří tzv. bílou hmotu.

Dělení neuronů probíhá v prenatálním období. Brzy po narození schopnost dělit se ztrácí a jejich počet zůstává definitivní. V průběhu života člověka neuronů pouze ubývá. Nervová tkáň tedy není prakticky schopna regenerace. Jedinou složkou schopné regenerace jsou axony, ale pouze za podmínek, že nedošlo k přerušení kontaktu s mateřskou buňkou. Místo, kde se spojují dva neurony (neurit a dendrit jiného neuronu) se nazývá synapse. Synapse je místo, kde dochází k převodu vzruchu z jednoho neuronu na druhý. Jeden neuron může být takto propojen až s tisícem dalších neuronů.

Neuroglie, podpůrné buňky neuronů, plní funkci zejména metabolickou – vyživují neurony, zbavují je odpadních látek. Jsou schopné dělení a pokud dojde k poškození neuronů, nahrazují je. Neuroglie však nejsou ani dráždivé ani vodivé. Nejsou tedy schopny nahradit jejich funkci.



### **SHRNUTÍ KAPITOLY**

Nejmenší životaschopná forma života je buňka. Buňky v mnohobuněčném organismu jsou vysoce specializované a je nutná jejich vzájemná spolupráce. Téměř každá buňka, která obsahuje jádro je schopna reprodukce. Výjimku tvoří například nervové buňky. Buněčná reprodukce probíhá dvojím způsobem – mitózou a meiózou. Každá buňka se skládá z cytoplazmatické membrány a buněčných organel.

Shluk buněk stejné funkce a tvaru tvoří tkáň. V lidském těle rozlišujeme tkáně epitelové, svalové, pojivové a nervové. Jednotlivé druhy tkání mají různou funkci, schopnost regenerace a vlastnosti. Znalost jednotlivých typů tkání je klíčová pro další studium lidského těla – somatologie.

## 2 ORIENTACE NA LIDSKÉM TĚLE

### RYCHLÝ NÁHLED KAPITOLY



Tato kapitola nás seznámí s odbornými výrazy, bez kterých se během studia somatologie neobejdeme. Naučíme se bezpečně orientovat na lidském těle a současně se seznámíme i s výrazy používanými v souvislosti s pohybem.

Znalost odborného názvosloví nám usnadní pochopit přesné umístění jednotlivých orgánů v lidském těle.

### CÍLE KAPITOLY



Hlavní cíle kapitoly jsou:

- Naučit se orientovat na lidském těle pomocí odborných výrazů
- Znat odborné výrazy pro jednotlivé druhy pohybů, které vykonává lidské tělo
- Umět popsat umístění jednotlivých orgánů pomocí odborných výrazů

### KLÍČOVÁ SLOVA KAPITOLY



Směr, rovina, oblast těla, pohyb

## 2.1 Základní orientace na lidském těle

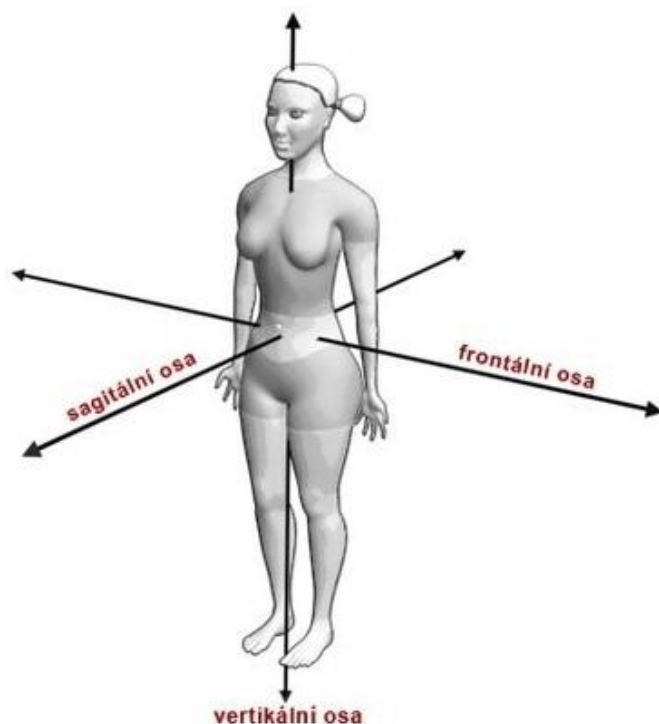
### 2.1.1 ROVINY A SMĚRY

Pokud chceme popisovat lidské tělo, orientovat se na něm, popřípadě jej porovnávat, je důležité vycházet z dohodnuté polohy. Tato poloha se nazývá anatomická. Základní anatomická poloha těla je ve spojném stoji (paty a špičky prstů u sebe), se vzpřímenou hlavou, pažemi volně spuštěnými podél těla, přičemž dlaně směřují dopředu. Při popisu lid-

ského těla (například při popisování umístění nějaké patologické proměnné) se vždy vychází z této pozice. I přesto, že člověk aktuálně zaujímá jinou polohu než tuto.

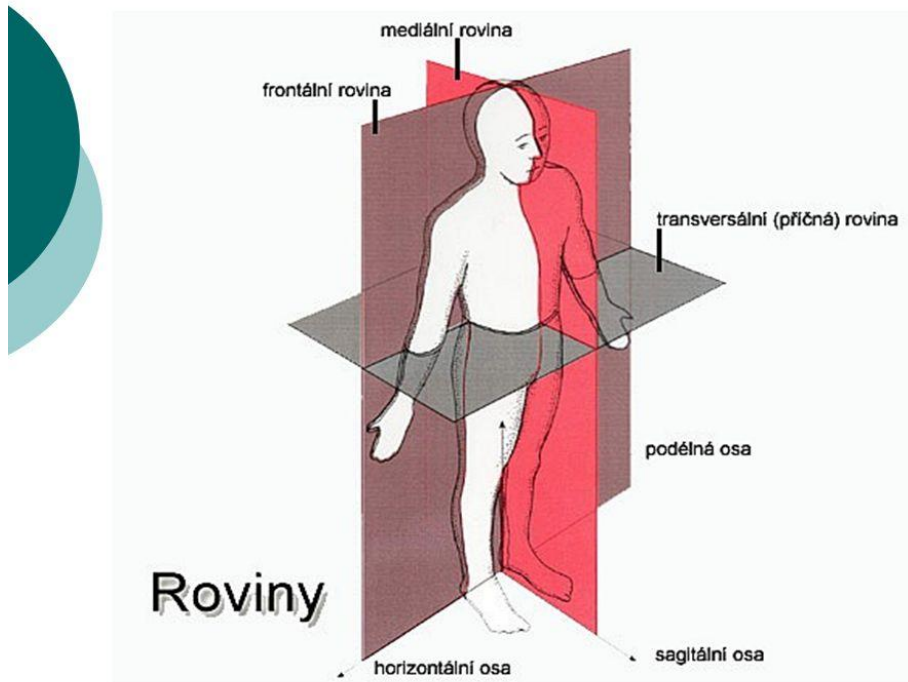
### OSY TĚLA

Protože tělo je trojrozměrné, lze jej rozdělit na tři základní osy. Svislá neboli vertikální osa (axis longitudinalis), která prochází středem těla (od temene hlavy po kostrč). Druhou osou je axis anteroposterior (předozaďní nebo také sagitální) jež prochází od břišní stěny k zádové. Axis transversalis (příčná, frontální osa) probíhá od pravé části těla k levé.



### ROVINY

Rovina rozdělující tělo na dvě poloviny (pravou a levou) se nazývá mediánní (planum medianum). Na mediánní neboli střední rovinu jsou kolmé roviny sagitální (plana sagitalia) a mají předozaďní směr. Frontální rovina je rovnoběžná s čelem a probíhá kolmo na mediánní i sagitální roviny. Transverzální roviny jsou potom kolmé na všechny dříve zmíněné roviny a dělí tělo na horní a dolní polovinu.

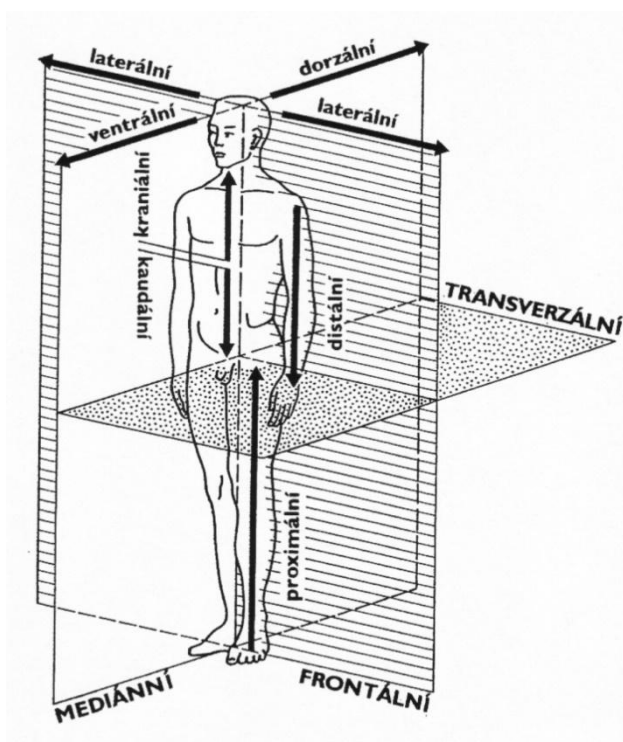


## SMĚRY

Pokud se orientujeme v osách a rovinách, je možné přistoupit ke studiu určování směrů. Směry se určují na trupu a na končetinách.

Všechny orgány a útvary vzdalující se od mediální roviny mají směr laterální (*directio lateralis*). Naopak tělesa uložena ke střední rovině nazýváme mediální (*directio medialis*). Směr k hlavě označujeme jako kraniální (*directio cranialis - superior*), směr ke kostrči se nazývá kaudální (*directio caudalis - inferior*). Dalšími směry jsou *directio ventralis* (anterior) – směrem ke stěně břišní (vše před frontální rovinou) a *directio dorsalis* (posterior) – směrem k zádům (vše za frontální rovinou). Dále lze určovat hloubku. Směrem ke středu těla popisujeme směr hluboký – *profundus* (*internus*). Směrem k povrchu směr povrchový – *superficialis* (*externus*). Levá polovina těla se nazývá *sinister*, pravá *dexter* (pravá ruka – *manum dexter*, levá ruka – *manum sinister*).

Na končetinách rozeznáváme směry jiným způsobem. Směrem k tělu a směrem k prstům. Směrem k tělu popisujeme proximální směr, směrem k prstům distálně.



### 2.1.2 ANATOMICKÉ OBLASTI

Pro důkladný popis lidského těla je vhodné jej rozdělit na několik celků neboli krajin (regiones). Hlavními částmi lidského těla rozumíme – hlavu, krk, trup, horní a dolní končetiny.

Hlava (caput) se dále dělí na část obličejovou (facialis) a mozkovou (cerebralis). Hranicí mezi těmito dvěma částmi tvoří linie jdoucí od vnějšího zvukovodu, přes horní okraj očníce ke kořenu nosu.

Krk (cervix, collum) od hlavy zřetelně odděluje linie od výběžků týlní kosti přes hranici zevního zvukovodu a přes dolní čelist k bradě. Na krku rozlišujeme hrdlo (jugulum) z přední strany a šíji (nucha) ze zadní strany.

Trup je od krku oddělen hranicí horního okraje hrudní kosti, klíčních kostí k výběžkům 7. krčního obratle. Trup z anatomického hlediska dělíme na hrudník – thorax, břicho – abdominis, pánev – pelvis a záda – dorsum.

Horní končetiny (membrum superius) se k trupu pojí v oblasti ramene. Horní končetinu lze dělit na pět základních oddílů. Prvním oddílem je paže (brachium), které přechází v loket (cubitus) a do předloktí (antebrachium), následuje zápěstí (carpus) a posledním oddílem je ruka (manus).

Dolní končetina (membrum inferius) má svou hranici v oblasti hýždě. Největší část dolní končetiny je stehno – femur. Ten je spojen kolenem (genum) s bércelem (crus). Posledním oddílem je noha (pes).

## PRO ZÁJEMCE



Z nabitých vědomostí se pokuste určit polohu srdce v hrudníku, pomocí anatomického názvosloví.

---

### 2.1.3 POPIS POHYBU

Končetiny vůči tělu lze pozorovat v odtažení – abdukci a přitažení – addukce. V kloubech se vyvíjí pohyb zvaný ohnutí neboli flexe a natažení – extenze. Znalost těchto pojmů je klíčová pro správné pochopení mechaniky pohybu svalovým systémem. Některé svaly jsou přímo pojmenovány po pohybu, který vykonávají. Otáčení kolem osy se nazývá rotace. Vzhledem k značné rozmanitosti pohybů horní končetiny rozlišujeme dále supinaci – dlaňová část je v anatomickém postavení. Pokud provedeme rotační pohyb, který způsobí, že naše dlaně jsou hřbetem kupředu, nazýváme jej pronace.

Některé klouby jsou natolik pohyblivé, že využívají zároveň několik výše popsaných pohybů. Jedním z takových pohybů je cirkumdukce neboli otáčení (například ramenní kloub).

## SHRNUTÍ KAPITOLY



Pro popis lidského těla jej lze rozdělit do několika základních os a rovin. Tyto osy a roviny tělo dělí na segmenty, které lze dále využít k popisu směrů (od těla nebo k tělu).

Všechny osy a roviny se dají použít při popisu jednotlivých částí těla. Na těle popíšeme několik oblastí – hlavu a krk, trup, horní a dolní končetiny. Na těle se dále dá popisovat pohyb, který vykonává. Ať už se jedná o pohyb celého těla nebo pohyb v jednotlivých kloubech.

---

## 3 OPĚRNÝ SYSTÉM



### RYCHLÝ NÁHLED KAPITOLY

V této části se seznámíme s obecnou stavbou kostí, nomenklaturou a základními typy kloubního spojení. Naučíme se popisovat jednotlivé oddíly kostní soustavy a zmíníme se také o vývoji a růstu kostí.

---



### CÍLE KAPITOLY

Hlavními cíli kapitoly je:

- Znat obecnou stavbu kosti
  - Umět popsat jednoduchý kloub
  - Získat základní znalosti o vývoji a růstu kostí
  - Znat jednotlivé kosti v těle a popsat jejich funkci v opěrném systému
- 



### KLÍČOVÁ SLOVA KAPITOLY

Kost, kloub, vaz, chrupavka

---

### 3.1 Obecná stavba kostí

Základním stavebním článkem opěrné soustavy je kost (os). Kosti dělíme podle tvaru na kosti dlouhé (stehenní kost), krátké (zanártní kůstky) a ploché (lopatka).

#### 3.1.1 SLOŽENÍ DLOUHÝCH KOSTÍ

Dlouhými kostmi nazýváme kosti končetin a trupu, které mají typický rourovitý tvar. Střední rourovitá část kosti (diafýza) přechází buďto v kloubní hlavici nebo jamku. Některé dlouhé kosti nejsou ukončeny ani hlavicí ani jamkou a končí volně v prostoru – na-



příklad žebra. Konce dlouhých kostí se nazývají epifýzy, které jsou většinou dvě. Kostí monoepifýzové jsou například opět žebra.

Na povrchu dlouhých kostí se nachází okostice (periosteum). Chybí pouze v chrupavčité části kosti. Periost je pevná, tuhá vazivová blána, která těsně přiléhá ke kompaktě. Periost je také dost výrazně cévně zásoben a inervován. Při jeho poranění postižený pociťuje dosti intenzivní bolest. Další funkcí periostu je jeho podíl na remodelaci kostí a je významným podílníkem kostitvorné aktivity. Kromě ochrany kostí a podílu na jejich obnově a remodelaci je periost také místem úponů vazů a šlach.

Kompakta (hutná kostní tkáň) je velice pevná a pružná tkáň, která má deskovitý či trubcovitý tvar. Je tvořena kostními lamelami, ve kterých jsou uloženy osteocyty. Dlouhé kosti mají lamely uspořádány specificky. Kompakta dlouhých kostí vytváří uvnitř kosti dutinu, která je vyplněna kostní dřeví.

Epifýzy dlouhých kostí mají pod poměrně tenkou vrstvou kompakty houbovitou tkáň (spongiózu), která vytváří soustavu trámečků. Trámce jsou orientovány podle zatížení kostí a umí se poměrně rychle přizpůsobit změnám v zatížení. Prostory mezi trámečky jsou opět vyplněny kostní dřeví. Spongióza se rovněž nachází v krátkých a plochých kostech.

Kostní dřeví je zejména v dětství součástí všech kostních dutin. Během růstu a dospívání se červená kostní dřeví mění v tukovou žlutou dřeví, která ztrácí svou krvetvornou funkci. V dospělosti je krvetvorná kostní dřeví součástí krátkých a plochých kostí, zejména hrudní kosti a obratlů.

### 3.1.2 RŮST KOSTÍ

Po narození je velká část opěrné soustavy tvořena měkkou chrupavkou nebo vazivem, která se postupně modifikuje v kost. Tomuto procesu se říká osifikace. Tento proces je zahájen již v embryonálním stádiu. V dětství roste kost do délky v místě, kde diafýza přechází v epifýzu. Tomuto místu se říká růstová chrupavka. Na hormonálním podkladě dochází v místě růstové chrupavky směrem k diafýze k tvorbě nové kostní tkáně. Ke konci puberty je růst kostí do délky ukončen kompletní osifikací růstové chrupavky. Kost už pak nikdy do délky neporoste. Do šířky rostou kosti za přispění periostu. Přestavba kostní architektiky probíhá po celý život a je závislá na tlaku a tahu.

### 3.1.3 KOSTNÍ SPOJENÍ

V těle se kosti pojí dvěma způsoby. Jde buďto o spojení pevné – nepohyblivé a pohyblivé. Nepohyblivé spojení kostí se nachází v místech, kde kosti vytváří pevnou dutinu pro ochranu citlivých orgánů. Toto spojení je tvořeno pevným spojením kostí vazivem (lebka), chrupavkou (hrudní koš) nebo srůstem (pánev).

Pohyblivé spojení kostí se nazývá kloub. Kloub se skládá z kloubní plochy, kterou tvoří hlavice kosti a kloubní jamka. Na ploše obou kloubních ploch se nachází chrupavka, která snižuje tření. Protože je tato chrupavka bez cévního zásobení prakticky neregeneruje. Pokud se poškodí, je její poškození trvalé. Další součástí kloubu je kloubní pouzdro. Tato část se skládá ze dvou vrstev. Zevní vrstva je tvořena pevným vazivem, které kloub obaluje. Druhou vrstvu tvoří kloubní synoviální výstelka – kloubní tekutina. Synovie vyplňuje kloubní šterbinu, která je další součástí kloubu. Úkolem této tekutiny je výživa kloubní chrupavky, napomáhá k zmírnění tření mezi kloubními plochami a podílí se na redukcii katabolitů. Na funkci kloubu se podílí také kloubní vazy. Ty se dělí na zevní – uložené mimo kloubní pouzdro a vnitřní – uložené uvnitř kloubu. Chrupavčité útvary, které jsou vsunuté mezi kloubní plochy, se nazývají kloubní destičky (např. menisky). Tyto kloubní destičky napomáhají vyrovnávat rozdílné zakřivení kloubních ploch a přispívají k transportu synovie do míst, kde je potřeba.

V těle existuje řada kloubních spojení. Některá jsou jednoduchá – tvořena koncem jedné a začátkem druhé kosti. Jiná spojení jsou složená z více kostí, např. zápěstí, kotník. Podle tvaru kloubních ploch rozlišujeme klouby kulovité, kladkovité, ploché, sedlové a válcové. Podle typu kloubu se potom liší rozsah pohybu v daném kloubu. Nejpohyblivější kloubní spojení je kulovité, které reprezentuje ramenní kloub.



### KORESPONDENČNÍ ÚKOL 1

V rozsahu maximálně tří normostran zpracujte seminární práci, kde popíšete anatomickou stavbu kolenního, loketního, kyčelního a meziobratlového kloubu.

### 3.1.4 KOSTI LEBKY

Lebka (cranium) se dělí na dvě velké části. Na obličejovou a mozkovou. Mozková část vytváří dutinu, ve které je uložen mozek. Obličejová část obsahuje několik menších dutin, které vytvářejí prostor pro některé smyslové orgány nebo jsou vyplněny vzduchem – vedlejší nosní dutiny.

Kosti lebky jsou často párové a jsou vzájemně spojeny švy. Kloubem je k lebce připojena pouze dolní čelist. Kromě ochrany mozku slouží lebka také jako opěrná soustava pro dýchací a trávicí systém. Ke kostem lebky se upíná velké množství svalů a vazů.

#### NEUROCRANIUM – MOZKOVÁ ČÁST LEBKY

Na mozkovně rozlišujeme dva hlavní oddíly – calvu a basi. Kosti jsou spojeny v dospělosti osifikovanými švy, které se zakládaly jako vazivové pruhy. Širší plochy tvo-

řili v dětství dva lupínky – malou a velkou fontanelu. To umožňuje vysokou poddajnost, která je využita při porodu. S postupnou osifikací lebka roste.

Os frontale – čelní kost – tvoří hranici mezi mozkovou a obličejovou částí lebky v horní části. Tvoří kostěný podklad čela a spoluvytváří očníce. Nad každou očnící je kost dutá. Tyto dutiny jsou součástí vedlejších nosních dutin.

Os parietalis – temenní kost – je párová kost vytvářející vrchol klenby lební. Pomocí švů je připojena ke kosti čelní.

Os occipitale – kost týlní – vytváří týl a spodinu lební. Týlní kost je kloubně spojena s prvním krčním obratlem. V týlní kosti je otvor – foramen magnum – kterým do lebky vstupuje mícha.

Os temporalis – spánková kost – je párovou kostí. Spánková kost se skládá z tenké části (tzv. šupiny) a vnitřní pevné části. Vnitřní část se také nazývá skalní kost s pyramidou. V této části kosti je uložen rovnovážný a sluchový systém. Spánková kost je opatřena dvěma důležitými výběžky. První je processus mastoideus, ke kterému se upínají svaly krku. Druhým je bodcovitý výběžek – processus styloideus – který slouží k zavěšení jazylky a hrtanu.

Os sphenoidale – kost klínová – propojuje kost čelní, týlní a kosti spánkové. Vytváří spodinu lebeční. Důležitým útvarem na této kosti je tzv. turecké sedlo, jenž vytváří kostěné lůžko pro podvěsek mozkový. I v této kosti se nacházejí dutiny, které jsou součástí systému vedlejších dutin nosních.

Os ethmoidale – čichová kost – tvoří strop dutiny nosní a podílí se také na stavbě lebeční spodiny. Kost je specifická velkým množstvím drobných dutinek.

### **SPLANCHNOCRANIUM – OBLIČEJOVÁ ČÁST**

Obličejová část lebky je podstatně menší než část mozková. V raném dětství se tvar této části výrazně proměňuje. Růst přestává okolo šestnáctého roku věku.

Os nasalis – kost nosní – párová kost, která tvoří podklad pro kořen nosu.

Maxilla – horní čelist – největší kost obličejové části lebky, která je vyplněná dutinou – sinus maxillaris. Dásňový výběžek kosti – processus alveolaris – je místem uložení zubních lůžek. Maxilla tvoří dvě třetiny tvrdého patra dvěma patrovými výběžky, které jsou spojeny švem.

Ossa palatina - kosti patrové – naléhají na patrové výběžky maxilly a tvoří zadní třetinu tvrdého patra. Jak název napovídá, jedná se o párové kosti, které jsou spojeny švem nejen k sobě navzájem, ale také k maxille.

Ossa zygomatica – lící kosti – spánkový výběžek lících kostí tvoří společně s lícím výběžkem spánkové kosti tzv. jářmový oblouk. Jde o párové kosti, které se výrazně podílejí na výrazu obličeje.

Ossa lacrimalia – kost slzní – jsou součástí vnitřní stěny očníce. Na jejich plošce je uložen slzný váček.

Vomer – kost radličná – tvoří dolní část svislé nosní přepážky.

Mandibula – dolní čelist – dásňový výběžek – processus alveolaris se zubními lůžky je uložen na ohnutém těle. Spodní část mandibuly tvoří bradový výběžek. Z těla mandibuly vystupují větve, na kterých je uložen hrotatý výběžek, který slouží k úponu žvýkacích svalů. V zadní části těchto větví je kloubní výběžek s hlavicí pro kloubní spojení s kostí spánkovou. Jde o jediné kloubní spojení na obličejové části lebky.

Os hyoideum – jazyk – drobná kost je uložena pod mandibulou a vazy spojena se spodinou lební. Slouží jako závěs pro hltan a upínají se k ní některé svaly. Podpírá jazyk, odkud plyne název.



### ÚKOL K ZAMYŠLENÍ

Kosti lebky jsou v raném postnatálním životě spojeny vazivem, které postupně osifikuje. Proč a kdy je tento proces ukončen?

### 3.1.5 PÁTEŘ

Páteř – columna vertebralis – se u lidí skládá z 33 – 34 obratlů. Některé části páteře během života srůstají a vytváří kostní celek. Jednotlivé obratle se dělí do skupin podle jejich umístění. Člověk má 7 krčních obratlů, které se označují jako C1 – C7 – vertebrae cervicales. Hrudních obratlů je 12 a označují se jako Th1-Th12 – vertebrae thoracicae. Dalším segmentem je bederní páteř, která disponuje pěti obratli – L1-L5 – vertebrae lumbales. Křížová kost je tvořena pěti srostlými obratli – S1-S5 – vertebrae sacrales. Křížová kost je kloubně spojena s posledním bederním obratlem a současně tvoří zadní část pánve, protože je po bocích pevně srostlá s pánevními kostmi. Kostrč je konečná část páteře, která je tvořena 4 – 5 srostlými obratli – Co1 –Co5. Kostrč je nepohyblivě spojena s kostí křížovou.

#### STAVBA OBRATLE

Každý obratel se skládá z těla, oblouku a 7 výběžků. Tvar obratlů je stejný, velikost se liší podle oblasti, kde se daný obratel nachází. Největší obratle jsou v oblasti beder. Jediné dva obratle se svou stavbou liší. Jsou to první dva krční obratle. C1 – atlas – má

prstenčitý tvar, chybí mu tělo a trnový výběžek. Je kloubně spojen s kostí týlní a umožňuje kývavé pohyby hlavy. C2 – axis – je opatřen výběžkem, který vybíhá přímo kolmo z těla axisu a je kloubně spojen s atlasem, čímž umožňuje rotační pohyb hlavy.

### **SPOJENÍ NA PÁTEŘI**

Jednotlivé obratle jsou spojeny kloubně pomocí kloubních výběžků obratlů. Mezi jednotlivými obratli jsou uloženy tzv. meziobratlové ploténky – disci intervertebrales. Tyto destičky chrání tělo obratlů před nárazy. Jde o pevné, chrupavčito-vazivové ploténky s elastickým jádrem. Elasticita se však s věkem ztrácí, ploténky se oplošťují a tím dochází k snižování výšky. Oproti posunu obratlů je páteř opatřena vazy a svaly, které obratle pevně spojují.

Páteř je fyziologicky ohnutá v oblasti krční, hrudní, bederní a křížové. Tvoří tzv. eso-vité zakřivení. Ohnutí v krční a bederní páteři se nazývá lordóza. Vyklenutí hrudní a křížové části se říká kyfóza.

### **3.1.6 HRUDNÍK**

Hrudník se skládá ze tří částí – hrudní kosti – sternum, žeber – costae a hrudních obratlů – vertebrae thoracicae. Vše dohromady tvoří hrudní koš, který je kostěnou ochranou pro orgány, které jsou uloženy v hrudní dutině a některým orgánům v břišní dutině, zejména játrům a slezině. Hrudní koš současně slouží jako opora k pletencům horních končetin a na její oddíly se upínají svaly. Mezi žebry jsou mezižeberní svaly, které jsou pomocnými dýchacími svaly.

#### **HRUDNÍ KOST**

Hrudní kost se skládá z těla – corpus, horní části se říká rukověť – manubrium sterni a v dolní části na tělo naléhá chrupavčitý mečovitý výběžek – processus xyphoideus. Hrudní kost je plochá kost, která si celoživotně uchovává schopnost krvetvorby ve své dřeni. Hrudní kost se využívá jako kost vhodná k odběru kostní dřeni k diagnostice některých krevních onemocnění.

#### **ŽEBRA**

Člověk má 12 párů žeber. Každé žebro je kloubně spojeno s jednou stranou hrudního obratle. Prvních sedm žeber se přímo spojuje s hrudní kostí pomocí chrupavky. Osmé až desáté žebra se označují za nepravá, neboť se spojují k předchozím žebrům. Poslední dva páry žeber se nepojí s žádnou další kostí a volně končí ve svalech dutiny břišní. Říká se jim žebra volná.

### 3.1.7 HORNÍ KONČETINA

Horní končetina je k tělu připojena pletencem lopatkovým. Dělí se na čtyři části – pletenec lopatkový, paže, předloktí a kostra ruky.

#### LOPATKOVÝ PLETENEC

Lopatka – scapula – je plochá kost trojúhelníkového tvaru, která je k hrudníku pevně fixovaná svalstvem. Hřeben lopatky vybíhá zevně v nadpažek – acromion, který je vyklenutý nad kloubní plochu a podílí se na spojení s kostí pažní a klíční. Klíční kost – clavícula – je dlouhá, esovitě prohnutá kost, která leží nad prvním žebrem. Clavícula spojuje volnou končetinu k hrudníku. Je kloubně spojena s rukovětí hrudní kosti.

#### VOLNÁ HORNÍ KONČETINA

Pažní kost – humerus – je dlouhá kost kloubně spojena s pletencem lopatkovým, kde tvoří nejpohyblivější kloub v těle. Tělo kosti se v dolní části rozšiřuje na zevní a vnitřní epikondyl. Kloubní spojení s kostí loketní je klackovitého typu. Kulovitý kloubní výběžek slouží jako spojení s kostí vřetení.

Vřetenní kost – radius – kost uložena na palcové straně předloktí. Je kloubně spojena nejen s kostí pažní, ale také s kostí loketní. V dolní části přechází v bodcovitý výběžek, který tvoří jednu z částí složitého kloubního složení zápěstí.

Loketní kost – ulna – kost uložena na malíkové straně předloktí. V zadní části vybíhá v loketní výběžek – olecranon. Dolní část kosti opět přechází v bodcovitý výběžek a je opatřena hlavičkou, která slouží k spojení s kostí vřetení.

Zápěstní kůstky – ossa carpi – zápěstí zahrnuje celkem osm drobných kostí.

Záprstní kosti – ossa metacarpi – tvoří kostěný podklad pro dlaň. Je jich celkem pět a všechny jsou kloubně spojeny se zápěstními kůstkami a hlavičkami s články prstů.

Články prstů – phalanges – jsou u všech prstů ve třech řadách, jen u palce ve dvou, jsou vzájemně kloubně propojeny.

### 3.1.8 DOLNÍ KONČETINA

Dolní končetina se skládá z pánevního pletence a volné dolní končetiny.

#### PLETENEC PÁNEVNÍ

Pletenec pánevní je tvořen pánevní kostí. Kost pánevní – pelvis – je původně složena ze tří kostí. Kostí kyčelní – os ilium, kostí sedací – os ischi a kostí stydkou – os pubis. Postupně tyto kosti srůstají a tvoří pevný celek společně s kostí křížovou. Všechny tři

kosti se setkávají v kyčelní jamce – acetabulum. Všechny kosti jsou pevně srostlé, pouze s kostí křížovou se pojí v tuhém kloubu a v přední části je chrupavčité spojení stydké kosti, které se nazývá stydká spona – symphysis. Pánev se dělí na dva oddíly – malou a velkou pánev. Za hranici se považuje rovina mezi horním okrajem kosti křížové a symfýzy. Pánev současně poskytuje ochranu orgánům močového a pohlavního ústrojí, které jsou uloženy v malé pánvi.

## **VOLNÁ DOLNÍ KONČETINA**

Stehenní kost – femur – je nejdelší kostí v těle. S pletencem pánevním je spojen kulovitou hlavicí. Hlavice se zúžuje v krček, který navazuje na mohutné tělo femuru. Dolní část kosti se rozšiřuje ve dva mohutné kloubní hrboly, které tvoří hlavici kolenního kloubu. V přední části se hrboly sbíhají v plochu, která slouží ke spojení s česčkou – patella.

Holenní kost – tibia – je uložena na palcové straně bérce. Zevní a vnitřní výběžek tvoří plochu pro kloubní spojení s femurem. V místech, kde může docházet k tření, jsou v kloubu vloženy chrupavčité destičky – menisky. Dolní část kosti vybíhá ve vnitřní kotník – malleolus medialis.

Lýtková kost – fibula – její uložení je na malíkové straně bérce. Oproti tibii je štíhlejší. Kloubně je spojena s kostí lýtkovou a v dolní části vybíhá ve výběžek, který tvoří zevní kotník.

Zanártní kosti – ossa tarsi – tvoří komplex sedm kostí, které na rozdíl od zápěstí, nejsou uloženy v řadě. Kost, která tvoří kloubní spojení s bérce, se nazývá kost hlezenní – talus. Největší kostí v tomto komplexu je kost patní – calcaneus.

Nártní kosti – ossa metatarsi – tvoří nárt a je složen z pěti kostí.

Články prstů – phalanges – stejně jako u kosti ruky tvoří články prstů tři kosti u prstů a dva u palce.

## **SHRNUTÍ KAPITOLY**



Skelet tvoří oporu pro lidské tělo. Kosti plní nejen funkci opěrnou, ale také se podílí na pohybu a krvetvorbě. Lidské tělo se skládá z 205 – 206 kostí. Kosti jsou spolu spojeny pohyblivě – kloubem, nebo pevně – švem, vazivem či chrupavkou. Z popisného hlediska můžeme skelet rozdělit na kosti lebky, páteř, hrudník, horní končetiny a dolní končetiny.

## 4 KREV



### RYCHLÝ NÁHLED KAPITOLY

V této kapitole se dozvíme vše důležité o krvi. O jejím složení, funkci, srážlivosti a krevních skupinách. Probereme, jak a kde se tvoří jednotlivé krevní elementy.

---



### CÍLE KAPITOLY

Hlavními cíli kapitoly je:

- Vědět z jakých částí se skládá krev
  - Umět vysvětlit jednotlivé funkce krve
  - Znat princip hemostázy
  - Rozlišit jednotlivé krevní skupiny
  - Seznámit se se základy hematopoézy
- 



### KLÍČOVÁ SLOVA KAPITOLY

Krevní elementy, plazma, sérum, hemostáza, AB0, krvetvorba

---

#### 4.1 Složení krve

Tekutou složku krve tvoří plazma. V plazmě jsou potom rozptýleny jednotlivé krevní elementy. Každá složka krve má svou funkci a také vzniká různými způsoby. Dospělému člověku koluje v cévách 4,5 – 6 l krve. U žen je to zpravidla méně než u mužů. Stav, kdy je krve dostatek se nazývá normovolémie. Stav, kdy je krve v těle méně než je třeba, se jmenuje hypovolémie. Nejčastější příčinou hypovolémie je intenzivní krvácení nebo dehydratace. K opačnému stavu, tedy hypervolémii, dochází zřídka.



#### 4.1.1 KREVNÍ ELEMENTY

Mezi krevní elementy řadíme červené krvinky – erytrocyty, bílé krvinky – leukocyty a krevní destičky – trombocyty. Jejich množství, poměr, tvar a vývojové stádium buňky lze vyšetřit odběrem krve, kterému se říká krevní obraz.

##### ČERVENÉ KRVINKY – ERYTROCYTY

Erytrocyty jsou bezjaderné buňky (neumějí se samy rozmnožovat) a mají tvar bikonkávních disků. Díky tomu má erytrocyt větší povrch, než kdyby byl kulovitěho tvaru, což je výhodné pro výměnu dýchacích plynů. Bikonkávní tvar je výhodný také pro pružnou deformaci, kterou erytrocyty využívají při průniku kapilárami.

Důležitou složkou erytrocytů je hemoglobin. Jde o sloučeninu proteinu – globinu a barevné části – hemu. Hem má ve svém středu dvojmocné železo, které na sebe váže a uvolňuje kyslík. Molekula hemoglobinu obsahuje celkem čtyři hemy, každý je na sebe schopný navázat jednu molekulu kyslíku. Vazba kyslíku na hem není pevná. Při průtoku krve kapilárami se molekuly kyslíku uvolňují do mezibuněčného prostoru a dále do buněk. Hem na sebe začne vázat CO<sub>2</sub>, který je odpadním produktem (katabolitem) buněk. Ten erytrocyt dopraví až do plic, kde dojde k jeho uvolnění a opětovnému navázání molekul kyslíku. Podle látky, kterou má hem aktuálně navázanou, se odvozují jeho další názvy:

- Oxyhemoglobin – vazba s kyslíkem
- Karbaminohemoglobin – vazba s CO<sub>2</sub>
- Karboxyhemoglobin – vazba s oxidem uhelnatým, který je prudce jedovatý, protože vazba s hemem je zhruba 200x snadnější než vazba s kyslíkem
- Methemoglobin – stav, kdy je v hemu trojmocné železo, které umí kyslík navázat, ale neumí ho uvolnit. K tomu může dojít vlivem oxidačních činidel, která se používají v průmyslových hnojivech.

Množství erytrocytů v krvi je 3,5 – 4,5 x 10 (na dvanáctou) u žen a u mužů 4,3 – 5,3 x 10 (na dvanáctou) na litr krve. Množství hemoglobinu se udává v g/l. U žen je 120 – 158 g/l a u mužů 135 – 170 g/l. Podle hodnoty hemoglobinu lze snadno odvodit objem vázaného kyslíku.

Dalším parametrem, který se v souvislosti s erytrocyty hodnotí, je hematokrit. Hodnota hematokritu udává podíl erytrocytů v závislosti na množství plazmy. Fyziologická hodnota je 40 – 50% u mužů a 35 – 42% u žen. Při vyšší hodnotě hematokritu dochází k zvyšování hustoty krve a změny její vazkosti. Tím se zvyšuje odpor cév, což má vliv na srdeční činnost. K tomuto stavu dochází při dehydrataci.

Životnost erytrocytu je 120 dní. Starý erytrocyt ztrácí pružnost, což mu znemožňuje průchod kapilárami. Jejich povrch praská a buňka se rozpadá. K rozpadu erytrocytu dochází především ve slezině, dále v játrech a kostní dřeni. Hemoglobin se štěpí na globin a hem. Obě složky jsou ve velkém procentu využívány při tvorbě nových erytrocytů (viz níže).

### **BÍLÉ KRVINKY – LEUKOCYTY**

Na rozdíl od erytrocytů jsou leukocyty jaderné buňky. Fyziologické množství leukocytů je 5 – 10 x 10<sup>9</sup> (na devátou). Leukocyty se podílí značnou mírou na imunitě. Leukocyty rozdělujeme na dva základní typy – granulocyty a agranulocyty.

Granulocyty v cytoplazmě mají obsaženy granula. Dále se dělí na:

- Neutrofily – plní funkci fagocytů (pohlcovačů cizorodých látek)
- Eozinofily – podílí se na tlumení alergických reakcí
- Bazofily

Agranulocyty nemají ve své plazmě granula a dělí se na:

- Lymfocyty – mají významný podíl na imunitě.
- Monocyty – významný podíl na fagocytóze.

Imunitě a podrobnějšímu popisu jednotlivých leukocytů se budeme věnovat v samostatné kapitole.



### **ÚKOL K ZAMYŠLENÍ**

K pochopení procesů imunity je nutné znát pojem fagocytóza. Z doporučené literatury si, prosím, nastudujte, co to fagocytóza je a které buňky se jí účastní.

---

### **KREVŇÍ DESTIČKY – TROMBOCYTY**

Trombocyty mají významnou úlohu při krevní srážlivosti. Jsou to bezjaderné buňky nepravidelného tvaru a obsahují značné množství granul. V litru krve je 150 – 350 x 10<sup>9</sup> (na devátou) trombocytů. Jejich životnost je necelých 10 dní.

### 4.1.2 KREVŇÍ PLAZMA

Plazma je tekutou složkou krve. Obsah vody je 92 %. Zbylé množství tvoří látky, které jsou v ní rozpuštěné.

#### ORGANICKÉ LÁTKY

Mezi organické látky, které jsou rozpuštěny v plazmě, řadíme cukry, tuky, bílkoviny, barviva a ketolátky.

Nejvýznamnějším krevním cukrem (sacharidem) je glukóza. Glukóza je hlavním zdrojem energie pro buňky. Ve formě glykogenu je tělo schopno vytvářet si zásobu energie. Hladinu cukru v krvi zjistíme biochemickým laboratorním vyšetřením. Hodnota glykémie (množství rozpuštěné glukózy) je 3,5 – 5,6 mmol/l. Při onemocnění cukrovkou (diabetes mellitus) dochází k horšímu vstřebávání glukózy buňkami a vzniká hyperglykémie (zvýšená koncentrace). Při hladovění nebo při nedůsledné léčbě diabetu může dojít i ke stavu, kdy hodnota glykémie klesne pod 3 mmol/l a tomuto stavu se říká hypoglykémie.

K základním formám tukových látek, které jsou obsaženy v plazmě, jsou mastné kyseliny. Aby došlo k rozpuštění tukových částic v plazmě, je nutný bílkovinný mediátor. Mastné kyseliny jsou součástí triacylglycerolů, fosfolipidů a esterů cholesterolu. Všem těmto formám se říká plazmatické lipoproteiny. V plazmě existuje několik typů lipoproteinů. Jsou to především cholesteroly. Ty se dělí na dva základní typy – low density lipoproteins (LDL), který je využíván pro výstavbu součástí buněk. Pokud se ale jejich hladina neúměrně zvýší, zvyšuje se riziko aterosklerózy (tukovatění tepen). V biochemickém vyšetření se to označuje za vysokou hladinu cholesterolu. Druhý typ je high density lipoproteins. HDL přejímají přímo v krevním řečišti část cholesterolu od LDL a transportují je zpět do jater. Tím se přímo podílí na snižování hladiny cholesterolu v krvi.

Mezi základní typy bílkovin vyskytujících se v plazmě patří albuminy, globuliny a fibrinogen. Celkový obsah bílkovin v krvi je 70 – 80 g/l plazmy. Obecně jsou molekuly plazmatických bílkovin poměrně velké, a proto se přes vlasečnice nedostávají do mezibuněčného prostoru. Některé bílkoviny se podílejí na udržování objemu plazmy, protože jsou schopné na sebe vázat vodu – albuminy. Jsou tedy osmoticky aktivní. Jiné druhy bílkovin – globuliny se podílejí na imunitě. Fibrinogen je důležitou součástí krevní srážlivosti. Mezi další funkce plazmatických bílkovin se řadí podíl na udržování stálého pH, slouží jako nosiče pro vitamíny či brání sedimentaci erytrocytů (udržují je rozptýlené). Nezanedbatelný je také nutritivní význam. Tělo ale využívá plazmatické bílkoviny jako zdroj energie jen zcela výjimečně. Zejména při extrémním hladovění.

Mezi látky nebílkovinného dusíku řadíme močovinu, kreatinin, kyselinu močovou a amoniak. O těchto látkách se budeme bavit v následujících kapitolách.

Barvivo vyskytující se v plazmě se nazývá bilirubin. Jeho vznik souvisí s rozpadem červených krvinek. Pokud dojde k vyšší koncentraci, projeví se žloutenkou.

## ANORGANICKÉ LÁTKY

Anorganická složka plazmy je zastoupena řadou iontů o různém náboji. Kationty zastupuje Na, K, Ca a Mg. Mezi anionty řadíme především Cl, HCO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub>. Jejich funkce spočívá v udržování osmotického tlaku, čímž napomáhají udržovat stálý objem tekutiny v cévách i mimo cévy. Kromě toho ale působí různě na celou řadu biologických procesů.

## 4.2 Funkce krve

Hlavní funkcí krve je transport. Krev rozvádí po těle nejen kyslík, který se váže na hemoglobin, ale také zbavuje tělo oxidu uhličitého. Neméně důležitý je transport živin. I ten probíhá dvojím způsobem. Z jater k tkáním, kde dochází k jejich využití uvolněním energie a ze střev, kde se živiny vstřebávají zpět do jater, kde se tvoří zásoby. Krev ale také transportuje odpadní látky k orgánům, které je eliminují nebo vylučují (játra, ledviny, plíce, kůže). Krevní cestou se také transportují regulátory metabolických reakcí – například hormony, leukocyty k infekcím atp.

Funkce regulační neboli homeostatická spočívá v udržování stálých fyzikálně – chemických vlastností tělních tekutin. Napomáhá udržet stálé pH, stálou hladinu iontů, udržuje rovnováhu v koncentraci osmoticky aktivních látek. Napomáhá udržovat stálou teplotu těla.

Další funkcí je funkce imunitní, a to díky podílu bílých krvinek a protilátek.

Funkci hemostatickou si popíšeme v následující kapitole.

### 4.2.1 HEMOSTÁZA

Na srážlivosti krve se podílejí tři faktory. Céva, trombocyty a srážecí faktory.

#### CÉVA

Ke krvácení dochází při poruše cévní integrity. Rychlost a intenzita krvácení se odvíjí od typu a velikosti poraněné cévy. Když dojde k poruše integrity cévní stěny, dojde ke stahu hladké svaloviny, díky kterému se krvácení omezí.

#### TROMBOCYTY

Když dojde k poranění cévní stěny, začnou se na jejím okraji zachycovat destičky. Ty se začnou rozpadat a uvolňovat granula, která obsahují. Následkem toho se začnou destičky shlukovat – agregace a vznikne destičkový trombus, který dokáže drobnější cévy dočasně uzavřít.

## SRÁŽLIVÉ FAKTORY

K srážení krve je potřeba celkem 13 srážlivých faktorů. Většina z nich je v krvi trvale obsažena v neaktivní formě. Velká část se tvoří v játrech a pro jejich tvorbu je nezbytný vitamín K. Jednotlivé faktory se označují římskými číslicemi.

Při srážení krve jde především o přeměnu fibrinogenu (plazmatická bílkovina) na fibrin. K tomu dochází kaskádou postupně se aktivujících chemických reakcí. Na začátku této kaskády stojí protrombin, který působí jako aktivátor. Ten se může začít tvořit dvojím způsobem. Zevní cestou, kterou spouští látka, která se do krve dostane z buněk poškozené tkáně. Ty uvolňují faktor III. Druhým způsobem je vnitřní cesta. Její průběh je náročnější a složitější. Spouští se uvnitř celistvé cévy, která má poškozenou vnitřní vrstvu, která je v přímém styku s krví. Další kroky kaskády jsou stejné, ať už je spouštěcí mechanismus jakýkoliv. Proces srážení je velmi složitý. Pro naše potřeby postačí, když si zapamatujeme, že začíná vznikem trombinu a končí vznikem fibrinu. Vlákna této látky zpevňují destičkový trombus a napomáhá vzniku definitivní hemostatické zátky.

Po zahojení poraněné cévy se musí tělo krevní zátky zbavit. Tento děj se nazývá fibrinolýza. Tento děj probíhá v krvi prakticky neustále, neboť krevní sraženiny vznikají i nad mikrotrhlinami cév.

Srážlivost krve může být porušena vlivem nemoci nebo užíváním léků. To může být buďto nežádoucí – ohrožuje člověka zvýšenou krvácivostí nebo žádoucí – při onemocnění tepen, srdce a některých krevních onemocněních.

### PRO ZÁJEMCE



Proces srážení krve i rozpouštění krevních sraženin je podrobněji popsán v doporučené literatuře a souvisí s ním řada onemocnění, se kterými se můžete běžně setkat u sebe nebo příbuzných. Znalost těchto procesů vám usnadní pochopit principy léčby těchto onemocnění.

## 4.3 Krevní skupiny

U lidí se rozlišují čtyři základní krevní skupiny. O příslušnosti k určité krevní skupině rozhodují specifické antigeny, které jsou přítomny na povrchu erytrocytů. Tyto antigeny se nazývají aglutinogeny. Aglutinogeny skupinového systému se nazývají A a B. Dalšími známými aglutinogeny jsou Rh faktory.

Díky průkazu jednotlivých aglutinogenů se krevní skupiny rozdělují na skupinu A, B, AB a 0. Při pozitivitě aglutinogenu Rh se každá skupina označuje jako Rh+. Pokud se aglutinogen Rh neprokáže, označuje se jako Rh-. V krevní plazmě se současně vyskytují

protilátky proti aglutinogenům, říká se jim aglutininy. Aglutininy proti aglutinogenu A se nazývají anti -A. Aglutininy jsou dva anti-A a anti-B. V krevní plazmě se vždy vyskytují protilátky opačné ke krevní skupině jedince. Při styku aglutinogenu A a aglutininu anti-A dochází k shlukování erytrocytů a následně k jejich rozpadu. Aglutininy jsou tedy vždy opačné. U krevní skupiny AB nejsou v krvi přítomné žádné aglutininy a u skupiny 0 se vyskytují oba typy. Díky tomu jsme schopni spolehlivě určit krevní skupinu v systému AB0.

V populaci je nejčastější krevní skupinou skupina A (cca 42 %), následuje skupina 0 (cca 38 %), skupina B (cca 14 %) a nejvzácnější je skupina AB (7 %).

Tato zjištění byla průlomová v oblasti darování krve. Před objevem krevních skupin docházelo při pokusech o transfuze velmi často k úmrtí. Úspěch se dostavil zhruba u 25 % pokusů. Za objevitele krevních skupin je považován Jan Jánský, který víceméně náhodou odhalil čtyři typy krevních skupin.

Znalost aglutinogenu Rh má význam nejen v transfuzní problematice, ale také v těhotenství. Pokud není aglutinogen Rh přítomen, člověk má krevní skupinu Rh-. Na rozdíl od předchozích aglutinogenů (AB) Rh faktor nemá v plazmě protilátky. Ty se vytvářejí teprve při opakovaném styku s aglutinogenem Rh+. Pokud je tedy matka Rh- a plod po otci Rh + začne tělo matky produkovat protilátky proti krvi plodu. První plod matky není ještě významně ohrožen. Nebezpečí nastává v případě, že druhý plod matky Rh- je opět po otci Rh+.



### ÚKOL K ZAMYŠLENÍ

Dárcovství krve je nesmírně ceněnou činností člověka. Krevními skupinami a dárcovstvím krve se zabývá obor transfuziologie. Zjistěte, jaké výhody může dárci krve získat touto činností a pokuste se vymyslet motivační program pro potencionální dárce.

## 4.4 Krvetvorba

Krev se tvoří v červené kostní dřeni. Ta se nachází, u dospělého člověka, v hrudní kosti, žebrech, klíční kosti, trnových výběžcích obratlů, v hranách pánevní kosti, v lebečních kostech a v kloubních výběžcích dlouhých kostí. Kostní dřeň se skládá z retikulárních vláken, tukových buněk a volných buněk, které reprezentují různá vývojová stadia erytrocytů, leukocytů, trombocytů a některých plazmatických buněk. Krvetvorná dřeň je bohatě prostoupena vlasečnicemi, jejichž stěna umožňuje průnik zralým buňkám. Průchod buněk do oběhu je řízen a nedovolí, za normálních okolností, průnik nezralým buňkám.

Krvetvorba vychází z kmenové, tzv. pluripotentní buňky, ze které se vyvíjí všechny typy krevních elementů. Pluripotentní buňka má celoživotní mitotickou aktivitu. Dělením

vznikají nové pluripotentní buňky, ale také multipotentní buňky, které jsou prvním stádiem vývoje krvinek.

Erytrocyty se vyvíjejí zhruba 7 dní. Během vývoje dochází k zmenšování jádra a jádérka a jeho následnému vyvrhnutí. Současně klesá počet polyribosomů a zvětšuje se množství hemoglobinu.

Leukocyty se produkují v počtu až  $150 \times 10^9$  (na devátou)/24h. V krvi se běžně nevyskytují nezralé formy leukocytů – blasty. Počet blastů se vyšetřuje hematologickým vyšetřením krevního obrazu + diferenciál.

Trombocyty se tvoří oddělováním okrajů obrovských buněk – megakaryocytů, které jsou uloženy v kostní dřeni. Trombocyty jsou bezjaderné buňky nepravidelného tvaru. Zbytky megakaryocytů jsou v kostní dřeni přímo likvidovány.

## SHRNUTÍ KAPITOLY



Krev je nezbytnou tělní tekutinou, která se skládá z dvou hlavních složek – plazmy a krevních elementů. Funkce krve je transportní – je zodpovědná za zásobování tkání kyslíkem, transport živin a katabolitů. Další funkcí krve je regulační a hemostatická.

Základními krevními elementy jsou erytrocyty, leukocyty a trombocyty. Erytrocyty jsou tvořeny hemoglobinem, který na sebe váže kyslík, oxid uhličitý a oxid uhelnatý. Leukocyty se podílejí na imunitních reakcích. Trombocyty hrají zásadní roli v srážlivosti krve.

Plazma je tvořena 92 % vody. Další složky jsou organické – cukry, tuky, bílkoviny, barviva a srážlivé faktory, a anorganické – minerály.

Na srážlivosti krve se podílí tři faktory – poraněná céva, trombocyty a srážlivé faktory. Kromě faktoru III se všechny srážlivé faktory tvoří v játrech. Proces srážení je spouštěn kaskádovitě na sebe navazujícími mechanismy. Opačnému procesu – tedy rozpouštění sraženin se říká fibrinolýza.

Krev se dělí do čtyř skupin podle přítomnosti specifických aglutinogenů –AB0. Aglutinogeny jsou uloženy na erythrocytech. Smíšení dvou různých skupiny způsobí vysrážení a následný rozpad erythrocytů – hemolýza. Univerzálním příjemcem (smí přijmout jakoukoli krevní skupinu) je skupina AB+. Univerzálním dárcem je krevní skupina 0-.

Krvetvorba probíhá v kostní dřeni. Základní jednotkou krvetvorby je kmenová pluripotentní buňka, ze které se mitózou tvoří všechny krevní elementy. Speciálními řídicími mechanismy nedochází k tomu, že by do krve pronikaly nezralé buňky.

## 5 VNITŘNÍ PROSTŘEDÍ



### RYCHLÝ NÁHLED KAPITOLY

V této kapitole se budeme zabývat udržováním vnitřního prostředí – homeostázou. Vnitřní prostředí souvisí s tělními tekutinami – krví, tkáňovým mokem a mízou. S krví jsme se seznámili v předchozí kapitole. V této kapitole rozebereme regulační funkce krve.

---



### CÍLE KAPITOLY

Cílem kapitoly je:

- Pochopit, co je to vnitřní prostředí a jak funguje
  - Umět vysvětlit funkce jednotlivých složek podílejících se na udržování vnitřního prostředí
  - Chápat význam potřeby organismu udržovat stále vnitřní prostředí
- 



### KLÍČOVÁ SLOVA KAPITOLY

Tkáňový mok, míza, acidobazická rovnováha, hydratace

---

### 5.1 Vodní hospodářství těla

Voda tvoří až 60% tělesné hmotnosti těla. Vodu v těle lze rozdělit na velké skupiny – tekutiny uvnitř buněk (intracelulární), tekutinu vně buňky (extracelulární). Obě skupiny jsou natolik rozdílné, že je potřeba popsat jejich složení zvlášť. Udržování stálosti složení těchto tekutin je klíčové pro udržení homeostázy.

Denní spotřeba vody dospělého člověka by měla činit 2,5–3 l/ 24h. Vodu přijímá v poměru 1,2 l pitím, 0,9 l vodou obsaženou v potravinách, 0,3 l oxidací živin. Výdej vody probíhá ledvinnou cestou- 1,4 l močí, plícemi (vydechovaná vodní pára) a kůží (pot) - 0,9l, trávicím systémem 0,1 l stolicí. Poměr mezi příjmem a výdejem je další z faktorů, které ovlivňují vnitřní prostředí.



### 5.1.1 INTRACELULÁRNÍ TEKUTINA

Tekutina uvnitř buněk tvoří asi 2/3 z celkového množství vody v organismu. Hlavním kationtem je draslík, jehož koncentrace v buňce je několikanásobně větší než jeho koncentrace v séru. Kalium je nezbytné k tvorbě i rozpadu adenosintrifosfátu (ATP) a tím souvisí s energetikou – při spotřebě energie buňky v nich stoupá hladina kalia, při uvolňování energie je opouští. Hladina kalia (v séru) má vztah k pH krve (další důležitý parametr hodnotící stav vnitřního prostředí). Při acidóze se hodnota kalia zvyšuje, při alkalóze se snižuje. Udržování kalemie (hladiny kalia v séru) ve fyziologických mezích je velmi důležité, protože patologická hypokalemie i hyperkalemie vedou k poruše funkce myokardu i kosterního svalstva. Bilance draslíku je regulována ledvinami (konkrétně distálními tubuly). Tento regulační mechanismus se řídí množstvím přiváděného kalia potravou, množstvím sodíku a rychlostí toku v ledvinách, aktuálním stavem acido-bazické rovnováhy (pH krve), aktivitou mineralokortikoidů (hormony produkované kůrou nadledvin) a reakcí ledvin na tyto hormony a druhem a směnitelností aniontů.

### 5.1.1 EXTRACELULÁRNÍ TEKUTINA

Zbývající 1/3 množství vody v organismu tvoří tekutina mimo buňky. Hlavním kationtem je sodík a aniontem chloridy a bikarbonát. Extracelulární tekutiny lze rozdělit do třech kategorií

- Intravaskulární tekutinu (plazma)  $\frac{1}{4}$  z celkového množství
- Tkáňový mok –  $\frac{3}{4}$  z celkového množství
- Transcelulární tekutina (tzv. třetí prostor – tekutiny vyskytující se v GIT, kloubech, mozkomíšni mok, hlen atp.) – 1 – 2l

Složení těchto oddílů není příliš rozdílné. Jednotlivé úseky jsou od sebe odděleny endotelovými buňkami kapilár (plazma od tkáňového moku). V plazmě se nachází velký počet bílkovin. Ty do tkáňového moku, kvůli své velikosti, z plazmy nepřecházejí. Přes stěnu kapiláry však volně přechází tekutina. Bílkoviny na sebe vážou tekutiny a tak vodu v cévách zadržují. Tomuto jevu se říká onkotický tlak. Proti tomuto tlaku působí hydrostatický tlak, který na konci kapilár stoupá. Proto může docházet k regulovanému přestupu tekutiny z cév do mezibuněčného prostoru tkání.

Ionty extracelulární tekutiny vytvářejí určité, relativně stálé koncentrace. Při vychýlení těchto koncentrací se tělo snaží hladiny vyrovnat regulačními mechanismy. Koncentrace sodíku je však nutné hodnotit společně s úrovní hydratace, resp. jejich poměr. Tomu se říká osmolalita. Hospodaření těla s vodní rovnováhou zajišťují především ledviny. NaCl, které se podílí na stálé osmolalite extracelulární tekutiny, je ledvinami vylučován při jeho zvýšeném množství v séru. Avšak to není jediným regulačním mechanismem. Zvýšená osmolalita podráždí receptory v hypotalamu a ten dá signál neurohypofýze (viz kapitola endokrinní systém) k vyplavení antidiuretického hormonu, který způsobí zadržení tekuti-

ny v cévách a vyvolá pocit žízně. Doplněním tekutin se osmolalita vrací do původních hodnot a je tím zachována rovnováha ve vodním hospodářství.

## 5.2 Acidobazická rovnováha

Celá řada metabolických procesů je závislá na relativně stálém pH tělesných tekutin. Rozsah pH, který je ještě fyziologický, je relativně úzký. Pohybuje se v rozmezí 7,35 – 7,44 pH. Toto rozmezí se udržuje na základě příjmu a výdeje vodíkových iontů. Při vychýlení z normy se organismus brání třemi „obrannými liniemi“.

### PUFROVACÍ SYSTÉM

Nejdůležitějším pufrem extracelulární tekutiny je bikarbonát ( $\text{HCO}_3$ ). Princip vyrovnávání pH tímto systémem je jednoduchý a hlavně rychlý. Při zvýšení kyselosti (vyšší koncentrace vodíkových iontů) začne přibývat forma vázající vodík. Pokud naopak začne stoupat zásaditá složka, začnou se z pufrů vodíkové ionty uvolňovat. Výhodou tohoto systému je rychlost jeho zásahu – na změny v pH reaguje v řádech sekund. Bohužel, výkyvy pH je schopen pouze omezovat, nikoliv změnu zcela zvrátit.

### RESPIRAČNÍ KOMPENZACE

Druhou obrannou linii tvoří dýchací systém. Ten není schopen zareagovat tak rychle, jako pufr, ale případnou změnu pH dokáže zvrátit. Tento mechanismus funguje na regulaci pH zvýšením nebo snížením alveolární ventilace. Zvýšená ventilace (hyperventilace) vede k zvýšenému odstraňování  $\text{CO}_2$  z extracelulární tekutiny, čímž dosahuje její alkalinizace. Snížení dechové činnosti potom působí opak – zvyšuje se acidozita. Dýchací systém však sám o sobě není zcela schopen vrátit pH k normě.

### RENÁLNÍ KOMPENZACE

Většina katabolitů vznikajících v těle má kyselou povahu. Velké množství z nich je vyloučeno dýchacím systémem jako  $\text{CO}_2$ . Některé druhy bílkovin však při metabolismu produkují aminokyseliny, které se dýchacím systémem vyloučit nemohou. Na jejich odstranění se podílí především vylučovací systém – ledviny. Ledviny nejen že vylučují kyselé katabolity, ale také ovlivňují množství  $\text{HCO}_3$ , které se nachází v plazmě. Děje se to resorpcí bikarbonátu v tubulech ledvin, který se vstřebá zpět nebo vyloučí močí. Tím ledviny přímo řídí pufrovací systém. Díky tomuto jevu se pH moče pohybuje od 4,5 do 7,8 což je výrazně širší referenční mez, než u pH plazmy.



### SAMOSTATNÝ ÚKOL

Hydratace a udržování stálé acidobazické rovnováhy spolu úzce souvisí. Vaším úkolem je zjistit, jak hladina iontů ovlivňuje pH krve.

## SHRNUTÍ KAPITOLY



Homeostáza, tedy vnitřní prostředí organismu, je udržováno řadou mechanismů. Základem jeho poměrně stálé úrovně, je hospodaření s vodou. Tekutiny v lidském těle dělíme na extracelulární a intracelulární. Největší podíl na množství tekutin v těle má tekutina uvnitř buňky – intracelulární tekutina. Hlavním iontem ovlivňujícím stálost vnitřního prostředí, je draslík. Tekutina vně buňky – extracelulární tekutina se dělí na tři složky – tkáňový mok, plazmu a transcelulární tekutinu (sekrety žláz atp.). Hlavními ionty extracelulární tekutiny je sodík a chloridy. Jejich koncentrace v plazmě se označuje jako osmolalita. Na změny v koncentracích jednotlivých iontů nebo změnu osmolality reagují centra v mozku, která spouštějí mechanismy, které se pokouší stav vrátit zpět do normálu. Největší podíl na udržování stálé osmolality jsou ledviny.

Životní procesy v těle jsou však citlivé také na úroveň pH extracelulární tekutiny. Ta se pohybuje v úzkém rozmezí 7,35 – 7,44. Na udržování tohoto rozmezí se podílí bikarbonátový pufrovací systém, který reaguje rychle na změny vyplavením vodíkových iontů nebo naopak jejich vazbami. Druhým kompenzačním mechanismem je dýchací systém, který udržuje pH odstraňováním kyselých katabolitů plicemi v podobě CO<sub>2</sub>. Nejúčinnějším mechanismem je však ledvinová kompenzace, která dokáže přímo řídit pufrovací systém. Ledviny navíc zvládají odstraňovat z krve kyselé katabolity i přebytek bikarbonátů. Rozmezí pH moče je tedy výrazně variabilnější než pH krve.

---

## 6 IMUNITNÍ A MÍZNÍ SYSTÉM



### RYCHLÝ NÁHLED KAPITOLY

Mízní (lymfatický) systém je tvořen, podobně jako oběhový, cévami. Chybí mu však hnací pumpa. Tento systém také úzce souvisí s obranyschopností organismu. Organismus si vyvíjí několik principů obrany proti cizorodým látkám. Těmto principům se souhrnně říká imunita. V následující kapitole se nejprve seznámíme s anomií a funkcí mízní soustavy. Na získané informace navážeme vysvětlením základních principů imunity.

---



### CÍLE KAPITOLY

Cílem kapitoly je:

- Seznámit se s anomií mízní soustavy
  - Umět vysvětlit princip její funkce
  - Pochopit imunitní procesy lidského organismu
- 



### KLÍČOVÁ SLOVA KAPITOLY

Imunita, míza, uzliny, fagocytóza

---

### 6.1 Mízní soustava

Mízní soustavu tvoří síť mízních cév, mízní uzliny, slezina, brzlík a především míza. Míza (lymfa) je bezbarvá či jen mírně mléčně zakalená tekutina, která vzniká z tkáňového moku. Svým složením je podobná plazmě. V podstatě jde o její filtrát. Přes stěnu krevních kapilár však neprocházejí bílkoviny. Míza tím obsahuje daleko méně bílkovin. Její funkcí je odvádět z tkání metabolity, mikroorganismy a zaniklé či jinak poškozené tělu vlastní buňky. Stejně jako stěnou kapilár neprochází velké bílkoviny do tkání, ani z tkání se velké molekuly nedostanou do krve. Proto jsou tyto metabolity, ale také cizorodé látky (bakterie, nádorové buňky) odváděny mízou. Denně se vytvoří okolo 2 - 3 litrů mízy.

Pokud není míza efektivně odsávána, vzniká v místě jejího nahromadění otok (lymfedem).

### **MÍZNÍ CÉVY**

Mízní vlasečnice začínají slepě ve tkáních. Podtlakem nasávají mízu z intersticiálního prostoru. Síť vlasečnic se slévá do míznic. Míznice jsou cévy podobné žilkám. Jsou opatřeny chlopněmi, které zabraňují zpětnému toku (působí proti gravitaci). Tyto míznice se stékají v mízní kmeny. Ty jsou podobné velkým žilám. Rozlišujeme dva velké kmeny. Hrudní mízovod, který odvádí mízu z dolních končetin, břicha a levé strany hrudníku a pravostranný mízní kmen, který svádí mízu z hlavy, krku a horních končetin. Oba kmeny ústí do hlavopazní žíly v blízkosti srdce, odkud se lymfa dostává zpět do krve. Pohyb lymfy v mízním řečišti je umožněn kontrakcí hladké svaloviny, která je součástí lymfatických cév, kontrakcí kosterních svalů vyskytujících se v okolí, dýchacími pohyby, peristaltikou střev a činností srdce.

### **MÍZNÍ UZLINY**

Protože míza odvádí z tkání látky, kterých se tělo potřebuje zbavit, ale nemohou projít stěnou krevní kapiláry, je v průběhu mízních cév umístěna řada „záchytných stanic“, které z mízy tyto látky filtrují. V těchto uzlíčcích mízní tkáň dochází k ničení a rozpadu cizorodých látek několika způsoby. Tyto vejčité útvary se nacházejí zejména v blízkosti velkých cév. Do uzliny zpravidla ústí několik cévek, které mízu přivádějí. Z uzliny pak vychází jedna odvodná céva. Uzliny obsahují velké množství makrofágů, které fagocytují cizorodé látky. Tím se přímo podílí na imunitě. Uzliny však mají vliv i na ostatní druhy imunitních procesů – tvoří se v nich lymfocyty, které mají schopnost vytvářet paměťové protilátky (viz dále).

### **BRZLÍK**

Brzlík (thymus) je laločnatý orgán uložený v přední části mezihrudí (mediastinum). Brzlík lze rozdělit na pravý a levý lalok. Horní póly obou laloků sahají až k dolnímu okraji štítné žlázy. Brzlík prodělává v průběhu dětství a dospívání velké změny. Největší velikosti dosahuje okolo tří let. Do věku 15 let postupně zakrňuje, až je postupně zcela nahrazen tukovým vazivem. Tkáň brzlíku se skládá ze sítě hvězdicovitých buněk. V síti jsou uloženy T lymfocyty.

### **SLEZINA**

Slezina (lien) je uložena v dutině břišní pod levou brániční klenbou. Tvarem připomíná kávové zrno. Povrch sleziny tvoří vazivový obal s menším množstvím hladké svaloviny. Uvnitř je slezina vyplněna červenou a bílou pulpou.

Červená pulpa je tvořena širokými cévami, které jsou vyplněny erytrocyty. Ve slezině jsou stěny kapilár propustné nejen pro plazmu, ale také pro krevní elementy. Na základě tohoto jevu je umožněna řízená likvidace červených krvinek.

Bílou pulpu tvoří drobné uzlíčky mízní tkáně, složené převážně z lymfocytů. V prenatálním období i v krátké době po porodu zde probíhá intenzivní hematopoéza.

## 6.2 Imunitní systém

Imunitní systém je jedním ze tří řídicích systémů organismu (další je nervový a endokrinní systém). Imunitní systém zaručuje obranyschopnost organismu proti cizorodým látkám i napomáhá ničení vlastních starých, odumřelých či patogenních buněk. Funkce imunitního systému je naprosto nezbytná pro udržení homeostázy. Imunitu můžeme rozdělit do dvou skupin.

### NESPECIFICKÁ IMUNITA

Nespecifické obranné mechanismy imunity nemají schopnost rozlišit patogen, proti kterému bojují. Pokaždé při setkání s antigenem odpovídají stejně - nemají paměť. Jde o evolučně starší mechanismus, který poskytuje rychlou reakci. Jeho aktivace je prakticky okamžitá.

Mezi nespecifické imunitní mechanismy můžeme zařadit kůži a sliznice, které působí jako bariéra při kontaktu s patogenem. Dále je to sekreční činnost organismu. Některé orgány produkují sekret, který působí jako antimikrobiální – například kyselina cholorovodíková produkovaná v žaludku, lysozym obsažený ve slinách či slzách. Hlavní složku nespecifické imunity tvoří buněčná složka, kde se řadí fagocyty - neutrofilní granulocyty a makrofágy, eosinofilní a basofilní granulocyty či NK-buňky („natural killers cells“) a humorální složka – komplement, proteiny akutní fáze a cytokiny (např. interferony).

Komplement tvoří skupina sérových a membránových bílkovin. Působí jednak destruktivně na patogen, jednak tvoří ostatní imunitní procesy. Hlavní složkou komplementu jsou sérové bílkoviny, které se označují jako C1-C9.

### SPECIFICKÁ IMUNITA

Jde o evolučně mladší mechanismus, který je schopen specifické reakce na konkrétní antigeny. Její aktivace je značně pomalejší. Navzdory tomu ale vytváří tzv. imunologickou paměť, která umožní efektivnější (a mnohem rychlejší) reakci při opětovném setkání s tímž antigenem. Specifická imunita lze rozdělit na buněčnou a humorální.

Buněčná složka je zastoupena B a T-lymfocyty. B-lymfocyty vytvářejí tzv. plazmatické buňky, které chrání organismus tvorbou protilátek (imunoglobulinů). T-lymfocyty

vytváří přímou cytotoxicitu a zároveň hrají nezastupitelnou roli ve vytváření nových jednotlivých složek imunitního systému.

Humorální složka specifické imunity představuje protilátky a cytokiny. Protilátky vytvořené imunoglobuliny usnadňují fagocytózu, aktivují komplement, zabraňují přilnutí patogenů a neutralizují toxiny. Vytváří se tzv. gamaglobuliny - IgA, IgG, IgM, IgD a IgE. IgG jako jediný přechází skrze placentu do plodu. IgA hraje výraznou roli ve slizniční imunitě a jako jediný se vyskytuje v mateřském mléce.

## KORESPONDENČNÍ ÚKOL 2



Jak se píše výše, vlastností specifické imunity se využívají při pasivní imunizaci – očkování. Zpracujte krátkou esej na téma očkování v ČR a jeho zákonem daná pravidla.

---

## SHRNUTÍ KAPITOLY



Lymfa se vytváří z tkáňového moku a je filtrátem plazmy. Na rozdíl od ní však neobsahuje tolik bílkovin. Zbavuje tkáň metabolitů a cizorodých látek, které se díky své velikosti nejsou schopny dostat do krevního oběhu. Míza je nasávána mízními vlásečnicemi a odváděna cévním systémem zpět do krve. Cestou se míza filtruje v lymfatických uzlinách, kde se zachycují a ničí toxiny a další cizorodé látky. Do krve se dostává jedním z mízovodních kmenů v oblasti hlavopážní žíly. Lymfatický systém sehrává důležitou roli v imunitním systému. Jeho součástí je také slezina a brzlík.

Imunitní systém se podle typu reakce na antigen dělí na specifickou a nespecifickou imunitu. Nespecifická imunita reaguje rychle na antigen. Buňky tohoto druhu imunity se nachází na kůži, sliznicích, v trávicím traktu, v potu, slzách i slinách. Zahrnujeme sem také tzv. komplement, který je tvořen plazmatickými bílkoviny. Specifická imunita nereaguje tak bleskově, avšak je schopna vytvářet dlouhodobé protilátky proti konkrétnímu antigenu. Při opakovaném setkání s ním pak reaguje mnohem aktivněji. Tohoto jevu se využívá při pasivní imunizaci (očkování).

## 7 OBĚHOVÁ SOUSTAVA



### RYCHLÝ NÁHLED KAPITOLY

V následující kapitole budeme probírat stavbu a činnost srdce a cév. Kapitola bude rozdělena na dva okruhy. V prvním probereme uložení, stavbu a funkci srdce a převodní systém srdce. V další části se budeme věnovat stavbě jednotlivých druhů cév, popíšeme si rozdíl mezi malým a velkým oběhem. Seznámíme se se základními zákonitostmi oběhového systému, jeho řízením a zevními projevy.

---



### CÍLE KAPITOLY

Cílem kapitoly je:

- Znat uložení a stavbu srdce
  - Porozumět převodnímu systému srdečnímu
  - Umět popsat a vysvětlit jednotlivé funkce cévního oběhu
  - Znat vnější projevy správné činnosti srdce a vědět, jakými způsoby se hodnotí
- 



### KLÍČOVÁ SLOVA KAPITOLY

Srdce, cévy, tepny, žíly, vlasečnice, malý oběh, velký oběh, převodní systém

---

### 7.1 Srdce

Srdce je dutý orgán ležící v mezihrudí – mediastinu. Tímto pojmem rozumíme prostor mezi plicemi, který je ohraničen hrudním košem. Srdce váží v průměru 250g. U žen je hodnota nižší, u mužů vyšší. Tvar srdce je kuželovitý. Horní část – baze je širší a směřuje vzhůru, dozadu a vpravo. Dolní část – apex je užší a oblý hrot směřující dolů, vpřed a vlevo.



### 7.1.1 MORFOLOGICKÁ STAVBA SRDCE

Srdeční stěna se skládá z několika vrstev. Vnitřek srdce je vystlán nitroblánou srdeční – endokard. Ten pokrývá vnitřní stěnu dutin a vytváří chlopně. Přichází do přímého kontaktu s krví.

Střední vrstvu tvoří myokard. Jde o zvláštní typ svalové tkáně typu příčně pruhované. Od typické příčně pruhované svaloviny se liší spirálovitým uspořádáním svalových buněk a tzv. příčnými můstky. Toto uspořádání významně urychluje vedení vzruchů. Srdeční svalovina je vysoce dráždivá. Na podráždění reaguje stahem. Jde o poměrně mohutnou vrstvu, která se v jednotlivých oddílech srdce mění. V síních není myokard tak mohutný jako v komorách. Od toho se také odvíjí síla stahu myokardu v jednotlivých úsecích.

Zevní vrstva srdce se dělí na dva oddíly – přísrdečník – epikard a osrdečník – perikard. Osrdečník přímo naléhá na myokard a vytváří srdci přímou vnější ochranu. Tato vrstva plynule přechází v epikard. Mezi oběma vrstvami je tekutina, která snižuje tření mezi nimi.

### 7.1.2 FUNKČNÍ ANATOMIE SRDCE

Srdce je svislou přepážkou rozděleno na dvě poloviny – pravé a levé srdce. Pravá polovina srdce nemá tak mohutný myokard neboť z toho oddílu putuje krev do plic (malý krevní oběh). Naopak levá část srdce, zejména levá komora, má ze všech oddílů srdce svalovinu nejmohutnější, protože pumpuje krev do celého těla (velký krevní oběh). Obě svislé poloviny se dále dělí horizontálně na síně a komory. Hranici mezi síní a komorou tvoří chlopně tvořené endokardem. Do pravé síně přitéká neokysličená krev z horní a dolní duté žíly – vena cava superior a vena cava inferior. Stahem srdeční svaloviny se přes trojcípou chlopeň – valva tricuspidalis - dostává krev do pravé komory. Po naplnění pravé komory dojde opět ke stahu a krev je vypuzena plicním kmenem – truncus pulmonalis - do plic, kde dojde k jejímu okysličení – malý krevní oběh. Plicní tepna nebo také plicnice – arteria pulmonalis - je jedinou tepnou v těle, která rozvádí neokysličenou krev. Mezi pravou komorou a plicním kmenem je poloměsíčitá chlopeň – valva semilunaris. Okysličená krev z plic se dostává čtyřmi plicními tepnami zpět do srdce. Konkrétně do levé síně. Stahem srdeční svaloviny se krev vypudí do levé komory. Mezi levou síní a komorou je dvojcípá chlopeň – valva mitralis. Při dalším stahu se krev z levé komory vypudí přes poloměsíčitou chlopeň – valva semilunaris do srdečnice – aorty, která je největší tepnou v těle a odtud se krev dostane do celého těla – velký krevní oběh.

### 7.1.3 ČINNOST SRDCE

Hlavní úlohou srdce je přečerpávat krev z žil do tepen. To provádí rytmickým stahem svaloviny. Funkci krevní pumpy si uchovává po celý život nepřetržitě. Stah srdeční svaloviny se nazývá systola a relaxace diastola. Při systole se dutiny v srdci vyprázdňují, při

diastole dochází k jejich plnění krví. Jedné této epizodě – tedy naplnění a vyprázdnění dutin – se říká srdeční revoluce. Tento proces má tři fáze:

- Systola síní – komory jsou v diastole a krev se do nich tedy začíná nasávat. Chlopně mezi síněmi a komorami jsou otevřené.
- Systola komor – po naplnění komor krví dojde k uzavření chlopní, čímž se zabrání zpětnému průtoku krve do síní. V síních začíná diastola. Při zvýšení tlaku krve na svalovinu komor a převýšení tlaku v aortě dojde k otevření poloměsíčitých chlopní a vypuzení krve do oběhu.
- Diastola komor – kdy současně i síně zůstávají v diastole. V diastole se tedy nachází celé srdce. Zpětným nárazem krve se uzavřou poloměsíčité chlopně a krev začíná naplňovat síně. Současně jsou otevřeny síňokomorové chlopně a část krve natéká i do komor. Po naplnění síní krví dochází k první fázi.

#### 7.1.4 PŘEVODNÍ SYSTÉM SRDEČNÍ

Buňky srdečního svalu (kardiomyocyty) lze na základě jejich funkce rozdělit do 2 skupin:

- Buňky – mající schopnost autonomně vytvářet vzruchy a tyto vzruchy následně rozvádět po celém srdci. Takovéto buňky jsou souborně označovány jako převodní systém srdeční (PSS).
- Buňky – jejichž primární funkcí je kontrakce. Schopnost tvorby vzruchů mají jen za patologických podmínek. Takovéto buňky jsou souborně označovány jako pracovní myokard.

Převodní systém má tři vlastnosti:

- Autonomie – nezávislost, kterou si srdce v těle zachovává, spočívá v tom, že jednotlivé srdeční kontrakce vznikají v srdci samém (v PSS) nezávisle na CNS a humorálních mechanismech. Vegetativní nervový systém (sympatikus a parasympatikus) může regulovat pouze frekvenci srdečních stahů, nikoliv stahy samotné.
- Automacie - srdce je schopné samočinně vytvářet pravidelné a opakující se podněty ke kontrakci.
- Rytmicita - vzruchy srdce vytváří pravidelně tj. s určitou frekvencí.

## STRUKTURA PSS

PSS sestává z několika oddílů:

- Sinoatriální uzel (SA uzel) - nachází se ve stěně pravé síně v blízkosti ústí horní duté žíly. Udává rytmus stahů, funguje jako primární pacemaker. Právě zde vzniká vzruch, který se šíří dále do myokardu. Rytmus udávající SA uzel se nazývá sinusový.
- Internodální síňové spoje – vzruch s SA uzlu se dále šíří do myokardu síní a přes tzv. preferenční dráhy putuje až do AV uzlu. Jde o Bachmannovu dráhu, Wenckebachův svazek, Jamesův svazek a Thorelův svazek.
- Atrioventrikulární uzel (AV uzel) – nachází se také v pravé síni, ale nad septálním cípem trikuspidální chlopně. Vzruch v AV uzlu je šířen o poznání pomaleji, což způsobí žádoucí zpoždění atrioventrikulárního převodu (prvně se dokončí kontrakce síní, než začne kontrakce komor). AV uzel působí jako sekundární pacemaker – je schopen udávat rytmus, pokud dojde k poškození SA uzlu.
- Hisův svazek – navazuje na AV uzel a vede vzruch skrz vazivový skelet ze síní do interventrikulárního septa.
- Tawarova raménka – v interventrikulárním septu se hisův svazek dělí na dvě tawarova raménka. Pravé tawarovo raménko vede vzruch do myokardu pravé komory. Levé raménko se dělí na přední a zadní svazek, které vedou vzruch k interventrikulárnímu septu a myokardu levé komory.
- Purkyňova vlákna – tawarova raménka se dále dělí na Purkyňova vlákna, která rozvádějí vzruchy dále na pracovní myokard.

### 7.1.5 SRDEČNÍ ČINNOST

Srdce svým stahem vytváří tep. Tepová frekvence je závislá na věku, kondici a zdraví. U zdravého dospělého člověka činí tepová frekvence 70 tepů za minutu. Tepová frekvence má tendenci se s věkem snižovat. U novorozenců je fyziologická tepová frekvence okolo 140 tepů za minutu. Srdeční akce 60 – 80 tepů za minutu je u dospělého považována za normu a nazývá se normokardie. Pokles tepů pod 50 za minutu se nazývá bradykardie a naopak zvýšení nad 100 tepů za minutu nazýváme tachykardie. Tep se měří za klidového stavu, neboť při tělesné zátěži počet tepů stoupá.

Jeden stah komor vypudí v klidovém stavu 60 – 80 ml krve (tepový objem). Při fyzické námaze se objem krve zvyšuje až na 120ml.

Při tepové frekvenci 70 tepů za minutu a tepovém objemu 70 ml je do oběhu vypuzeno za minutu téměř 5 l krve. Tento údaj se nazývá minutový objem.

U tepu však nehodnotíme pouze jejich počet za minutu, ale také jeho pravidelnost, kvalitu a hmatatelnost.

K vyšetření dalších srdečních projevů musíme využít pomůcky – fonendoskop, EKG, ultrasonograf. Fonendoskopem hodnotíme srdeční ozvy. Ty jsou dvě a jsou slyšitelné při uzavření atrioventrikulárních chlopní a poloměsíčitých chlopní. Fyziologicky jsou ohraničené, pokud chlopně nedomykají, můžeme slyšet tzv. šelesty.

EKG je přístroj, který snímá elektrické potenciály PSS a zaznamenává je do křivek. Fyziologický záznam EKG se skládá z vlny P, která představuje stah síní, QRS komplex společně s vlnou T znázorňují stah komor. EKG je nezastupitelným diagnostickým výkonem, který je schopen odhalit řadu srdečních chorob.

## 7.2 Cévní systém

Krev koluje v těle v dutém cévním systému. Směrem od srdce vedou okysličenou krev tepny k tkáním. Tepny se dělí na stále menší a menší tepénky. Končí vlásečnicovým systémem, kde je stěna cév natolik tenká, že jí projdou živiny a kyslík. Ve vlásečnicích rovněž začíná žilní systém. Ten vede odkysličenou krev směrem k srdci. Žíly se spojují do stále hrubších a silnějších žil a následně ústí do pravé srdeční síně.

### 7.2.1 TEPNY

#### STAVBA TEPEN

Tepny tvoří tři vrstvy. Uvnitř tepny se nachází intima. Jde o jednovrstevný epitel, který je hladký a nesmáčivý. Při poranění této vrstvy se aktivují mechanismy srážení krve. Druhou vrstvou je vrstva svalová – media. Jde o hladkou svalovinu, která se nedá ovládat vůlí. Svalová vrstva směrem od srdce ubývá. Tato hladká svalovina se smršťuje v rytmu srdce a pohání krev směrem k vlásečnicím. Ve velkých tepnách jsou v této vrstvě uloženy baroreceptory. Jakmile je tlak v těchto cévách příliš vysoký, tyto receptory vydají signál prodloužené míše a ta spustí reakci, která má za následek pokles krevního tlaku. Třetí vrstvu tvoří vazivo bohaté na kolagen. Zvyšuje se tím elasticita a tepny jsou schopny pojmout i větší množství krve.

#### TEPENNÉ ŘEČIŠTĚ

Aorta je nejsilnější tepnou v těle. Odstupuje od levé komory, kterou je oddělena poloměsíčitou chlopní. Ihned za touto chlopní odstupují od aorty věnčité tepny, které vyživují srdce (arteriae coronariae). Aorta se dále stáčí do oblouku (arcus aortae). V oblasti oblouku od aorty odstupují tři veliké tepny. Hlavopážní tepna (truncus brachiocephalicus), kte-

rá se dělí na pravou společnou krkavici a pravou podklíčkovou tepnu (a. subclavia). Levá společná krkavice (a. carotis communis sinistra) je druhým odstupem aorty. Obě karotidy se v oblasti štítné chrupavky dále dělí na vnitřní a vnější karotidy. Třetím odstupem aorty je levá podklíčková tepna (a. subclavia sinistra). Aorta se dále stáčí dozadu směrem k páteři a prochází hrudníkem za jícnem a přes bránici vstupuje do dutiny břišní.

Další větve těchto tepen vyživují hlavu, mozek, krk a horní končetiny. Aorta se dále stáčí dozadu směrem k páteři a prochází hrudníkem za jícnem. V oblasti hrudníku od aorty odstupují další tepny, které vyživují orgány a svaly hrudníku a hrudní stěny.

Přes bránici vstupuje aorta podél páteře do dutiny břišní. Významnými odstupy aorty v této oblasti jsou párové ledvinné tepny (aa. Renales), které vedou velké množství krve do ledvin. Dalšími významnými odstupy jsou tři nepárové tepny, které vyživují orgány trávicí soustavy. Horní oblast břicha vyživují větve útrobní tepny (a. coeliaca). Pravou polovinu dolní poloviny dutiny břišní vyživuje kmen horní okružní tepny (a. mesenterica superior) a levou polovinu dolní okružní tepna (a. mesenterica inferior). V bederní oblasti se aorta dělí na dvě velké kyčelní tepny (aa. iliaca).

Obě se dále dělí na vnitřní a vnější kyčelní tepny (aa. Iliaca interna et externa). Vnitřní kyčelní tepna zásobuje pánevní orgány a svalstvo. Vnější kyčelní tepna pak odvádí krev do dolní končetiny. Pod tříselným vazem pokračuje vnější kyčelní tepna na přední a zadní stranu stehna jako stehenní tepny (aa. Femorales). Přední a zadní holenní tepny (a. tibialis anterior et posterior) jsou dvěma nejsilnějšími větvemi stehenní tepny. Z přední strany stehna se stehenní tepna stáčí na vnitřní okraj stehna a mezi svaly prochází do zákolenní jamky, kde se dále dělí na přední a zadní holenní tepnu. Přední holenní tepna zásobuje svaly na přední straně bérce, hřbetu nohy a prsty nohy. Zadní holenní tepna je určena pro lýtkové svaly a plosku nohy.

## ÚKOL K ZAMYŠLENÍ



Znalost míst, kde jsou tepny blízko k povrchu kůže, hraje významnou roli při poskytování první pomoci. Stlačením tzv. tlakových bodů lze zpomalit či úplně zastavit tepenné krvácení, které člověka ohrožuje na životě. Kde se tyto tlakové body nacházejí a jaké jsou podmínky jejich použití při poskytování první pomoci?

### 7.2.2 VLÁSEČNICE

Tepny se dále dělí na menší tepny a tepénky, ty postupně přecházejí ve vlasečnice (kapiláry). Stavba kapilár se od stavby tepen významně liší. Téměř úplně chybí vnější a svalová vrstva. Kapiláry jsou tvořeny převážně intimou, přes kterou dochází difúzí k výměně

živin, plynů a katabolitů mezi krví a tkáněmi. Stěna vlásečnic je tenká asi jen 7 – 50 mikrometrů.

Přes stěnu kapilár mohou procházet různé látky – zejména plyny (kyslík a oxid uhličitý), živiny a voda. Stěnou kapilár však nemohou za fyziologických podmínek pronikat bílkoviny (které na sebe vážou tekutiny – tzv. onkotický tlak), erytrocyty a trombocyty.

Konec tepenného řečiště a začátek žilního řečiště je zcela nejasný. Odhadovat lze jen podle nasycenosti krve kyslíkem nebo oxidem uhličitým.

### 7.2.3 ŽÍLY

Žilní systém začíná na úrovni venul. Žíly (venae) odvádějí odkysličenou krev zpět k srdci. Žíly jsou zásobárnou krve, neboť se v nich nachází několikanásobně více životadárné tekutiny než v tepnách.

Žíly dolních končetin můžeme rozdělit na povrchový žilní systém a hluboký žilní systém. Z povrchových žil jsou nejvýznamnější vena saphena magna a vena saphena parva. Magna stoupá vzhůru a vlévá se do stehenní žíly (vena femoralis). Parva se slévá s podkolenní žílou a společně ústí do kolenostehenní žíly (v. femoropoplitea).

Hluboký žilní systém je složen zdvojenými žilami, které mezi sebou komunikují žilními spojkami. Ty mají svůj význam v patogenezi varixů. Tyto žíly komunikují spojkami nejen mezi sebou, ale také s povrchovými žilami. Žíly dolních končetin jsou rovněž opatřeny chlopněmi, které zabraňují zpětnému toku krve vlivem gravitace. Pokud nemá člověk dostatek pohybu, tyto chlopně kolabují a krev se v dolních končetinách městná. Tok krve k srdci totiž vedle chlopní pomáhá nejvíce právě smršťování okolních svalů.

Obě kyčelní žíly se spojují a společně vytvářejí dolní dutou žílu (vena cava inferior). Ta odvádí krev z dolních končetin, pánve a párových orgánů dutiny břišní.

Žíly horní končetiny buď doprovázejí tepny jako tzv. hluboké žíly horní končetiny nebo vytvářejí v podkoží končetin dva silné podkožní žilní kmeny, které probíhají na malíkové straně předloktí a paže jako tzv. královská žíla (v. basilica), a na palcové straně předloktí a paže jako hlavová žíla (v. cephalica). Obě žíly i jejich spojky jsou u osob s nízkou vrstvou podkožního tuku dobře viditelné a lze je určit pohmatem. Tyto žíly mají ve zdravotnické praxi značný význam. V loketní jamce se obě žíly spojují a tato spojka je nejvhodnější k odběrům žilní krve, popřípadě k podávání léků parenterální cestou. Hlavní žílou paže je vena brachialis, která sbírá krev z celé horní končetiny a vlévá se do podklíčkové žíly (v. subclavia). Krev z hlavy a krku se slévá do pravé a levé hrdelní žíly (v. jugularis dextra et sinistra). Podklíčkové žíly i hrdelní žíly se také ve zdravotnictví využívají k žilnímu podávání léků. Obě žíly se slévají a vytvářejí horní dutou žílu (vena cava superior). Obě duté žíly ústí do pravé srdeční síně.

#### 7.2.4 MALÝ KREVNÍ OBĚH

Výše zmíněné kapitoly popisovali velký krevní oběh. V těle však funguje ještě malý krevní oběh. Na rozdíl od velkého krevního oběhu v něm tepny vedou odkysličenou a žíly okysličenou krev.

Z pravé srdeční komory putuje odkysličená krev plicní tepnou a jejími větvemi k plicním sklípkům, kde dojde na úrovni vlásečnic k výměně plynů. Okysličená krev potom ústí čtyřmi plicními žilami do levé srdeční síně.

#### SHRNUTÍ KAPITOLY



O oběhovém systému jsme se dozvěděli, že jeho základem je srdce, které se skládá ze dvou síní a komor, které jsou vzájemně rozděleny chlopněmi. V pravé části srdce se nachází odkysličená krev, kterou zde přivedly dvě duté žíly. Přes pravou komoru krev putuje do plic, kde dojde k jejímu okysličení a čtyřmi plicními žilami se vlévá do levé síně. Z levé komory putuje krev aortou do celého těla. K výměně plynů, živin a katabolitů mezi krví a tkáněmi, dochází na úrovni kapilár, jejichž stěny jsou tak tenké, že umožňují snadný přestup látek o nízké molekulové hmotnosti.

Projevy srdeční činnosti lze objektivně hodnotit pohmatem, poslechem a snímáním elektrické aktivity srdce.

---

## 8 DÝCHACÍ SOUSTAVA



### RYCHLÝ NÁHLED KAPITOLY

V následující kapitole se seznámíme s jednotlivými orgány dýchací soustavy a jejich funkcí. Objasníme si některé pojmy související s mechanikou dýchání a vysvětlíme si její princip.

---



### CÍLE KAPITOLY

Cílem kapitoly je:

- Znat uložení a stavbu jednotlivých orgánů dýchacího systému
  - Porozumět základním výrazům definující funkci dýchacího systému
  - Umět popsat výměnu plynů a tím i zabezpečení distribuce kyslíku tkáním
  - Orientovat se v základním názvosloví vztahující se k dýchání
- 



### KLÍČOVÁ SLOVA KAPITOLY

Horní dýchací cesty, dolní dýchací cesty, inspirium, expirium, kyslík, oxid uhličitý

---

### 8.1 Horní dýchací cesty

Horní dýchací cesty zahrnují orgány dýchacího systému od nosu po hltan. Hlavní funkcí horních dýchacích cest je zahřát vdechovaný vzduch a zachytit nečistoty, které se ve vdechovaném vzduchu nacházejí.



## 8.1.1 NOSNÍ DUTINY

### NOSNÍ DUTINA

Nos je tvořen kostěným základem a chrupavčitou přepážkou, která dělí nos na dvě nestejně poloviny (viz kostra). Nosní dutina je pokryta řasinkovým epitelem, ve kterém se zachycuje prach. Pod tímto epitelem se nacházejí žlázy, které produkují hlen. Sliznice dutiny nosní má bohaté cévní zásobení. Při jejím poranění často dochází ke krvácení z nosu – epistaxi.

Hlavní funkcí nosní dutiny je ohřívát a zvlhčovat vdechovaný vzduch a zachycovat nečistoty, které se v něm nacházejí. Je zde také uloženo tělísko s chemoreceptory, pomocí kterých vnímáme pachy.

### VEDLEJŠÍ DUTINY NOSNÍ

Sinus paranasales jsou dutiny komunikující s dutinou nosní. Jejich objem je o mnoho větší než objem nosní dutiny. Rozlišujeme základní tři vedlejší nosní dutiny – v čelní kosti, v horní čelisti a kosti klínové. Sliznice vedlejších nosních dutin je podobná té v nose. Fyziologicky jsou tyto dutiny vyplněny vzduchem a pneumatizují lebku. Při výskytu infekce se mohou vyplnit hnisem. Protože tyto dutiny nemají přímý odtokový kanál, infekce se v nich zdržuje a často musí být evakuována punkcí. Kromě výše zmíněného se podílejí na formování hlasu.

## 8.1.2 NOSOHLTAN

Nasopharynx je místem, kde se kříží dýchací a trávicí trubice. Hranicí mezi nosohltanem a hltanem tvoří měkké patro a čípek. Při polykání se svaly měkkého patra zvedají a tím oddělují dutinu ústní od dutiny nosní. Po stranách nosohltanu ústí do dýchacího systému tzv. Eustachovy trubice, které spojují střední ucho s nosohltanem. Funkcí těchto trubic je vyrovnávat změny tlaku vzduchu ve středním uchu.

V blízkosti ústí obou trubic do nosohltanu je uložena lymfatická tkáň, která se nazývá nosohltanové mandle (tonsilae pharyngeae). Tyto lymfatické uzlíčky vytvářejí bariéru organismu proti infekci šířící se vzduchem. Kvůli blízkosti mandlí a Eustachovy trubice se stává, že se případná infekce přenesou do středního ucha.

### ÚKOL K ZAMYŠLENÍ



V dětském věku často dochází při kataru horních dýchacích cest současně k zánětu středního ucha. Proč jsou touto komplikací ohrožené více děti?

## 8.2 Dolní dýchací cesty

K dolním dýchacím cestám řadíme hrtan, průdušnici a průdušky.

### 8.2.1 HRTAN

Hrtan (larynx) má trubicovitý, mírně nálevkovitý tvar s horním ústím otevřeným do dolní části hltanu. Dolní úsek přechází plynule v průdušnici. Hrtan je uložen na přední straně krku, před jícnem. Je zavěšen na jazylce, která je připojena k lebeční bázi.

Kostru hrtanu tvoří hrtanové chrupavky. Největší z nich je štítná chrupavka, která tvoří vyvýšeninu na přední straně krku. Hmatná je také prstenčitá chrupavka, která je uložena pod štítnou chrupavkou. Na její zadní straně jsou k ní připojeny hlasivkové chrupavky. Zde jsou uloženy hlasivky, které se napínají od hlasivkových chrupavek k zadní ploše štítné chrupavky. Od hltanu je hrtan oddělen tzv. hrtanovou příklopkou (epiglottis), která má svou funkci při polykání. Jejím podkladem je chrupavka listového tvaru.

Hrtan je vystlán sliznicí, kterou kryje řasinkový epitel. Řídké podslizniční vazivo hrtanu je bohatě cévně zásobeno. Vazivo tedy snadno při zánětu prosákne a vzniklý otok rychle zúží průsvit hrtanu a vyvolává dušení. Uzávěr hrtanové dutiny otokem vyvolaným např. bodnutím hmyzu, je nutné rychle obejít a umožnit proudění vzduchu do průdušnice. Tomuto výkonu se říká koniotomie a je součástí první pomoci.

### 8.2.2 PRŮDUŠNICE

Průdušnice (trachea) odstupuje od hrtanu, přesněji od prstencové chrupavky (cartilago cricoidea). V úrovni čtvrtého a pátého hrudního obratle se rozvětňuje (bifurcatio tracheae) na dvě průdušky (bronchi principales). Je dlouhá asi 12 cm a široká zhruba 2 cm. Je tvořena 16-20 hyalinními chrupavkami (cartilagineae tracheales), které mají tvar písmene C otevřeného dozadu. Jsou vysoké 2-4 mm. Prstence jsou vzájemně propojeny pružnou vazivovou membránou. Volná zadní stěna prstenců je tvořena kolagenními a elastickými vlákny. To jí zaručuje dostatečnou pružnost, která umožňuje snadnější roztažení jícnu při polykání.

Průdušnici lze rozdělit na dvě části. Krční úsek, který zasahuje od spodního okraje prstencové chrupavky po horní okraj rukojeti hrudní kosti. Druhou částí pak je hrudní úsek, který je uložen mezi pravou a levou pohrudnicovou dutinou v mezihrudí (mediastinum).

Sliznice průdušnice je vystlána víceřadým řasinkovým epitelem. Řasinky kmitají směrem vzhůru k hrtanu a napomáhají tak odstraňovat hlen a drobné částice, které se objevily v dýchacích cestách. Od podslizničního vaziva je sliznice oddělena vrstvou elastinu, který umožňuje průdušnici rozepnutí a stáhnutí při nádechu a výdechu. Podslizniční vazivo je také řídké a obsahuje četné žlázy, které vytvářejí na povrchu sliznice hlenovou vrstvu.

### 8.2.3 PRŮDUŠKY

Průdušky (bronchi) jsou rozvětvené oddíly dýchacích cest, které rozvádějí vzduch z průdušnice až do konečných oddílů plic (alveolů).

Průdušky lze rozdělit na tři druhy. Největšími jsou průdušky vzniklé rozvětvením průdušnice (bronchi principales). Pravá průduška je dlouhá asi 3 cm a je tvořena chrupavkami. Dělí se na tři lalokové průdušky (bronchi lobares). Levá průduška je oproti pravé delší – měří okolo 5 cm. Od průdušnice odstupuje pod ostřejším úhlem (při vdechnutí cizího tělesa dojde k jeho zapadnutí zpravidla do pravé průdušky). I levá průduška se rozděluje na lalokové průdušky, avšak pouze na dvě (levá plicí má pouze dva laloky).

Lalokové průdušky se rozpadají ve 2–5 segmentárních průdušek, které se v příslušných oblastech dále dělí na tzv. průdušinky (bronchioly). Průdušinky vcházejí do plicní tkáně souběžně s některou z větví plicní tepny. Tím vznikají úseky plicní tkáně s přívodem vzduchu z větve bronchiálního stromu a krve větví plicní tepny tzv. broncho-pulmonální segmenty.

Průdušinky jsou zakončeny kulovitou dutinkou, která má bohaté cévní zásobení. Tomuto útvaru se říká plicní sklípek (alveolus). V alveolech dochází k výměně plynů.

## 8.3 Obranné schopnosti dýchacích cest

Jak je zmíněno v předchozích oddílech kapitoly, sliznice dýchacích cest je převážně kryta cylindrickým epitelem s řasinkami a podslizniční vazivo obsahuje velké množství hlenových žlázek. Řasinky kmitají směrem vzhůru a posouvají tak hlen se zachycenými částicemi prachu, pylu a bakterií ven z dýchacích cest. Pokud se hlen tvoří více, pak je vykašláván (expektorace) jako chrchle (sputum).

Drobné částice ve vdechovaném vzduchu jsou zachycovány do hleny nosohltanu, průdušnice a průdušinek. Cizorodé částičky jsou na místě fagocytovány a společně s hlenem transportovány do horních oddílů dýchacích cest. Řasinky posouvají hlen orálním směrem rychlostí okolo 1 cm/s. Hlen pohybuje na filmu tekutiny produkované epitelem. Tento proces je např. u silných kuřáků narušen. Množství produkovaného hleny je 10-100 ml/den a odvíjí se od místního podráždění (např. kouř). Za fyziologických podmínek je hlen zpolknut a v žaludku zneškodněn trávicími šťávami.

Kašel (tussis) je reflexní děj, během kterého dochází k odstraňování hleny nebo cizího tělesa z dolních dýchacích cest. Začíná hlubokým vdechem, krátkým uzávěrem hlasové štěrbiny a končí prudkým nárazovitým výdechem. Kašel může být trojího druhu – suchý, dráždivý – pacient nevykašlává žádné sputum a kašel vlhký, produktivní – pacient vykašlává hlen různé hustoty a zabarvení a nakonec kašel sípavý. Ten vzniká při poruše hlasivek.

Kýchání (sternutatio) je také reflexní děj, který se objevuje se při podráždění nosní sliznice při akutních onemocněních. Jedná se o prudký výdech nosohltanem a dutinou nosní.

## 8.4 Plíce

V plicích probíhá vlastní zevní dýchání (výměna plynů mezi vzduchem a krví). Jde o párový orgán. Plíce jsou uloženy v dutině hrudní. Jejich tvar a velikost se odvíjí od velikosti a tvaru hrudního koše. Výška se pohybuje okolo 25-30 cm, váha kolem 700 – 800 g. Pravá plíce je větší než levá a to kvůli uložení srdce. Plíce mají tvar komolého kužele. Popisujeme na nich plicní bázi (basis pulmonis) a plicní hrot (apex pulmonis). Vrcholek plic má oproti bázi horší ventilaci a tudíž je náchylnější k patologickým procesům. Báze plic jsou široké a zaoblené, naléhají na bránici.

Uprostřed středové plochy je plicní branka (hilus pulmonis). Hilem do plíce vstupují a vystupují cévy, průdušky, mízní cévy a nervy. Tyto útvary fixují plíce k mediastinu.

Povrch plic je kryt poplicnicí (pleura visceralis), která je s povrchem plic pevně srostlá. V oblasti plicního hilu přechází v pohrudnici (pleura parietalis), která vystýlá vnitřní stranu hrudní stěny. Pohrudnice je bohatě inervována a její poškození je velmi bolestivé.

Mezi poplicnicí a pohrudnicí je dutina, která obsahuje malé množství tekutiny. Ta usnadňuje pohyb a snižuje tření obou blan při dýchání. V pohrudniční dutině je nižší tlak než tlak atmosférický, následkem toho je, že jsou plíce pasivně rozepínány. Na tom je založena celá mechanika dýchání. Při vdechu (inspirium), což je aktivní děj, se dutina hrudní, za pomoci dýchacích svalů, zvětšuje a plíce se rozepínají. Při výdechu (expirium), který je pasivní se vlastní vahou (tedy bez svalové aktivity) dutina hrudní zmenšuje. Tím je vzduch z plic vytlačován. Pokud do dutiny hrudní vnikne vzduch, začne plíce kolabovat. Vzniká stav, kterému se říká pneumotorax. Vzduchem utlačovaná plíce nefunguje a pacient je ohrožen na životě.



### SAMOSTATNÝ ÚKOL

Zjistěte, co je to surfaktant a jakou má funkci.

## 8.5 Mechanika dýchání

Dechový cyklus je tvořen nádechem (inspirium) a výdechem (expirium). Tyto fáze se periodicky střídají a zajišťují dostatečně velký parciální tlak kyslíku ( $pO_2$ ) a tím i dostatečně nízký parciální tlak  $CO_2$  ( $pCO_2$ ) v alveolech. Udržení těchto parciálních tlaků je klíčové pro efektivní výměnu dýchacích plynů na alveolokapilární membráně.

## 8.5.1 VENTILACE

### MINUTOVÁ FREKVENCE DECHU

Jde o počet dechů za minutu. Protože je dech ovladatelný vůlí, je nutné měřit frekvenci dechu bez vědomí vyšetřovaného – např. předstíráme, že měříme puls. Normální dechová frekvence (eupnoe) je 16 – 20 dechů/min u dospělého, zdravého člověka. U novorozenců je tato hodnota fyziologicky výrazně vyšší – až okolo 60 dechů/min. S věkem dechová frekvence klesá. U trénovaných sportovců a jogínů se může dechová frekvence ještě snížit. Pokud má člověk naměřeno více než 20 dechů/min hovoříme o tachypnoe. Pokud má nižší frekvenci než 10 dechů/min, jedná se bradypnoe. Stav bezdeší se říká apnoe.

### DECHOVÝ OBJEM – VD

Objem vzduchu, který vdechneme při běžném nádechu po klidném výdechu. Stejně tak jej lze definovat jako objem vydechnutého vzduchu po klidném nádechu. Tato rovnost je logická, protože při normálním dýchání se objem vdechovaného a vydechnutého vzduchu rovná. U dospělého muže, který váží 70 kg to je asi 500 ml.

### REZERVNÍ INSPIRAČNÍ OBJEM – IRV

Jde o objem vzduchu, který je člověk schopen ještě vdechnout po ukončení normálního nádechu v maximu – to znamená nejvíce, co to jde. Do výsledné hodnoty se nezapočítává normální dechový objem. Počítá se jen to, co je nad rámec normálního nádechu. U dospělého 70 kg vážícího muže jde o hodnotu asi 3000 ml.

### REZERVNÍ EXPIRAČNÍ OBJEM – ERV

Objem vzduchu, který je člověk ještě maximálně vydechnout po normálním výdechu, se nazývá rezervní expirační objem. Ani do této hodnoty se nezapočítává normální dechový expirační objem. Dospělý 70 kg vážící muž se dokáže vydechnout až okolo 1100 ml vzduchu.

### REZIDUÁLNÍ OBJEM – RV

I při maximálním usilovném výdechu v plicích zůstává určitý objem vzduchu. Tomuto zbytkovému, nevydechnutelnému vzduchu se říká reziduální objem. U dospělého 70- ti kilového muže jde asi o 1200 ml. Tento vzduch zůstává v plicích i po smrti. Na základě přítomnosti vzduchu v plicích lze posoudit smrt novorozence – zda zemřel při porodu nebo až po něm (význam pro kriminální vyšetřování).

Při popisování dechového cyklu je někdy třeba užít součet několika objemů. Tento součet se nazývá kapacita.

### **INSPIRAČNÍ KAPACITA – IC**

Inspirační kapacita je objem vzduchu, který lze maximálně vdechnout po ukončeném klidovém výdechu. Inspirační kapacita se tak rovná součtu dechového objemu a rezervního inspiračního objemu.

$$IC = VD + IRV$$

U dospělého 70 kg vážícího muže proto půjde tedy o zhruba 3500 ml.

### **EXSPIRAČNÍ KAPACITA – EC**

Opačným pojmem je expirační kapacita plic. Jde celkový objem vzduchu, který je maximálně člověk schopný vydechnout po normálním nádechu. Opět tedy jde o součet dechového objemu expiračního a rezervního expiračního objemu.

$$EC = VD + ERV$$

U dospělého 70 kg vážícího muže proto napočítáme hodnotu asi 1600 ml.

### **FUNKČNÍ RESIDUÁLNÍ KAPACITA – FRC**

Funkční residuální kapacita, tedy objem vzduchu, který v plicích zůstává po ukončeném klidovém výdechu, se rovná součtu expiračního rezervního objemu a residuálního objemu plic.

$$FRC = ERV + RV$$

U dospělého 70 kg vážícího muže jde proto o asi 2300 ml.

### **VITÁLNÍ KAPACITA – VC**

Jde o objem vzduchu, který lze nejvýše vydechnout po ukončeném maximálním úsilovném nádechu. Udává nám tedy součet rezervního inspiračního objemu, dechového objemu a rezervního expiračního objemu.

$$VC = IRV + VD + ERV$$

Dospělého 70 kg vážícího muže se proto týká hodnota asi 4600 ml.

### **CELKOVÁ KAPACITA PLIC – TLC**

Jedná se o objem, jehož mohou plíce maximálně dosáhnout. Jde o součet všech čtyř objemů, tedy objemu residuálního, rezervního expiračního, dechového a rezervního inspiračního. Častěji bývá vyjádřen jako součet vitální kapacity plic a residuálního objemu.

$$TLC = RV + ERV + VD + IRV = VC + RV$$

U dospělého 70 kg vážícího muže proto tato hodnota dosahuje asi 5800 ml.

### **MRTVÝ PROSTOR**

Ne všechny vzduch, který vdechneme, však doputuje až do plic. Okolo 150ml z dechového objemu zůstává v dýchacích cestách nevyužit k výměně plynů. Tomuto ob-

jemu se říká mrtvý prostor. Klidový dechový objem je tedy okolo 500 ml, ale k aktivnímu dýchání je využito jen 350 ml.

## VNITŘNÍ A VNĚJŠÍ DÝCHÁNÍ

Pojmem vnější dýchání rozumíme předávání plynů v plicních alveolech mezi vzduchem a krví. Kyslík se váže na červené barvivo hemoglobin, které je součástí erytrocytů. Tyto buňky rozvážejí kyslík po celém těle. Výměna plynů mezi krví a tkáněmi se nazývá vnitřní dýchání. Na kyslíku jsou závislé všechny buňky těla. Některé jsou však na jeho nedostatek citlivější – zejména buňky CNS. Efektivitu vnitřního dýchání lze také hodnotit a to saturací krvinek kyslíkem (SpO<sub>2</sub>). Saturace lze měřit dvěma způsoby. Buďto odběrem kapilární nebo arteriální krve a vyšetřením vzorku v biochemické laboratoři, nebo přístrojem oxymetrem. Jde o neinvazivní měřicí techniku, kdy se na akrální (okrajové) části těla, bývá zde dobré kapilární zásobení, přiloží sonda, která tuto hodnotu přepíše na monitor přístroje. Fyziologická hodnota SpO<sub>2</sub> je 95 – 100%.

### 8.5.2 DÝCHACÍ SVALY

Dýchací svaly můžeme rozdělit do dvou skupin. Hlavní dýchací svaly se přímo aktivně podílejí na nádechu. Vedlejší (pomocné) dýchací svaly se uplatňují při poruchách dechu – dušnosti (dyspnoe).

#### HLAVNÍ DÝCHACÍ SVALY

Hlavním dýchacím svalem je bránice (diaphragma). Jde o plochý, příčně pruhovaný sval, který odděluje dutinu hrudní a břišní. Zastává až 60% dechové práce. Stahem a relaxací bránice dochází k jejímu zploštění (nádech) a vyklenutí (výdech).

Aktivně se na dýchání podílí také mezižební svaly. Ty při stahu nadzvedávají hrudník, čímž způsobují negativní tlak v pohrudniční dutině a tím dochází k nádechu. Při jejich relaxaci se hrudník vlastní vahou dostává do původní polohy (výdech).

#### POMOCNÉ DÝCHACÍ SVALY

Při dechových obtížích (dušnosti) se do dýchání zapojují další svaly hrudníku. Jde o prsní svaly, podklíčkový sval, čtyřhranný sval bederní. Pokud dochází k dušnosti, vyhledává nemocný často úlevovou polohu (usnadňující dýchání). Touto polohou je například poloha ortopnoická.



Dýchací systém lze rozdělit na tři oddíly. Horní dýchací cesty, které zahrnují nosní dutinu, vedlejší dutiny nosní, nosohltan. Dolní dýchací cesty, kde se řadí hrtan, průdušnice a průdušky. Třetím, konečným oddílem jsou plíce. Pravá plíce se skládá ze tří laloků, levá plíce se skládá ze dvou laloků.

Dechovým cyklem rozumíme rytmické střídání aktivní části – nádechu (inspirium) a pasivní části – výdechu (expirium). V plicích se dají měřit různé objemy vzduchu. Znalost těchto objemů a jejich součtů je klíčová v diagnostice onemocnění dýchacího systému.

Dýchání můžeme rozdělit na vnější a vnitřní. Vnější dýcháním rozumíme předávání kyslíku mezi vzduchem a krví. To se děje v plicních sklípcích (alveolech). Vnitřní dýchání probíhá na úrovni krve a tkání.

---



## 9 TRÁVICÍ SOUSTAVA

### RYCHLÝ NÁHLED KAPITOLY



V kapitole trávicí soustava se seznámíme s anomií a fyziologií trávicí trubice a orgánů, které se k trávení vážou – játra, žlučník, slinivka.

---

### CÍLE KAPITOLY



Cílem kapitoly je:

- Seznámit se s anomií trávicí trubice
  - Porozumět dějům, které se odehrávají během trávení potravy
  - Umět vysvětlit základní pojmy, které souvisejí s trávením
  - Znat zásady a principy racionální výživy
- 

### KLÍČOVÁ SLOVA KAPITOLY



Trávicí trubice, trávení, vstřebávání, živiny, výživa

---

### 9.1 Dutina ústní

Vstupem do dutiny ústní (cavum oris) je ústní štěrbina (rima oris), která je ohraničena rty (labia). Podkladem pro rty a vlastně celou dutinu ústní jsou mimické a žvýkácké svaly obličeje. Svaly jsou pokryty podslizničním vazivem, na které naléhá sliznice dutiny ústní. Ta je tvořena dluždicovým epitelem. Prostorem za rty a před zuby se říká předsíní dutiny ústní. Hranicí mezi předsíní a samotnou dutinou ústní tvoří zubní oblouky horní a dolní čelisti. Proces trávení začíná již v dutině ústní. Proto je dutina ústní vybavena několika mechanismy, které toto umožňují. Jsou to zuby, jazyk a slinné žlázy. Hlavní funkcí dutiny ústní je mechanicky zpracovat tuhá sousta, jejich zvlhčení, smísení se slinami.

### 9.1.1 ZUBY

Zuby (dentes) slouží k rozměňování potravy. Tvarově jsou upraveny tak, aby jimi bylo možno potravu řezat - řezáky (dentes incisivi), trhat - špičáky (dentes canini), dělit a rozměňovat - zuby třenové (dentes praemolares) a stoličky (dentes molares).

Zuby jsou seřazeny do horního a dolního oblouku. Zuby jsou složeny z korunky, která se nachází nad dásní, krčku, který je pokryt dásní a kořene, který je zapuštěn v kosti dolní nebo horní čelisti. Některé zuby jsou opatřeny vícero kořeny, zpravidla dvěma nebo třema (třenové zuby a stoličky).

Povrch korunky zubu je kryt sklovinou. Sklovina je tvrdá bělavá tkáň, která obsahuje až 98 % minerálních látek. Samotný zub je tvořen dentinem (zubovina), který svou strukturou připomíná kost. Dentin je velmi citlivý na vnější podněty – tlak, teplotu a chemické působení. Pokud zubní kaz pronikne sklovinou až k zubovině, jde o bolestivou záležitost, stejně tak pokud dojde k odhalení krčku, který není pokryt sklovinou. V oblasti kořene je zub kryt cementem. Cement svou stavbou připomíná kost. Kořenem zubu prochází kanálek do dřevné dutiny, která je vyplněna zubní dřeví. Dřev je bohatě cévně zásobena i inervována.

Zuby jsou v čelistech zavěšeny v prohlubních, kterým se říká alveolární jamky. Závěsný aparát zubů je tvořen krátkými vazivovými vlákny, která prochází cementem zubního kořene až do okostice čelistních jamek. Celý soubor vláken a okostice zubního lůžka se nazývá ozubice (periodontium). Zub v jamce lehce péruje, takže silné zatížení, kterému jsou zuby při kousání vystaveny, je pružně přenášeno na celou kostru horní a dolní čelisti. Část vláken závěsného aparátu se upíná i do silné sliznice pokrývající horní a dolní čelist. Tato růžová sliznice velmi pevně srůstá v okolí zubů s okosticí čelisti a tvoří dásně (gingivu).

Zubní výbava dospělého a dítěte se v mnoha faktorech značně liší. V první části dětství se v ústech nachází dvacet časných (mléčných) zubů - 8 řezáků, 4 špičáky a 8 stoliček. Prořezávání začíná asi v šestém měsíci a končí přibližně ve dvou letech. Dočasný chrup postupně vypadává a nahrazuje ho chrup trvalý. Tato výměna začíná okolo šesti let. Definitivní chrup je přítomen na konci puberty.

Definitivní chrup má dvaatřicet zubů: 8 řezáků, 4 špičáky, 8 zubů třenových a 12 stoliček. Jako poslední se prořezávají tzv. třetí stoličky ("zuby moudrosti"), které vyrůstají se značným zpožděním oproti ostatním zubům. Stává se také, že se „osmičky“ neprořezou vůbec.

K rychlé orientaci se v klinické praxi zuby označují zkratkami a čísly. Zkratky vycházejí z prvních písmen latinských názvů (např. C - caninus, špičák) a indexů označujících pořadí zubu (P2 - druhý premolár, druhý třenový zub). Pro označení zubů mléčného chrupu se užívají malá písmena. Schéma definitivního chrupu viz níže.

M 3 M 2 M 1 P 2 P 1 C I 2 I 1 I 1 I 2 C P 1 P 2 M 1 M 2 M 3

---

M 3 M 2 M 1 P 2 P 1 C I 2 I 1 I 1 I 2 C P 1 P 2 M 1 M 2 M 3

### 9.1.2 JAZYK

Jazyk (lingua) je tvořen příčně pruhovanými svaly. Kořen jazyka je pevně připevněn k jazylce. Hřbet se opírá o patro a hrot jazyka je volný. Ke spodině ústní dutiny je jazyk přidržován drobnou slizniční řasou - uzdičkou. Povrch jazyka je pokryt sliznicí, která vybíhá v různé typy jazykových bradavek (papil). Ty zvětšují povrch sliznice. V prohlubních kolem některých papil (tzv. hrazených papil) jsou uloženy chuťové pohárky. Ty slouží k vnímání chuti přijímané potravy. Vnímání chuti je důležité nejen pro požitek z jídla, ale především k rozeznání jedlých a nejedlých potravin.

Jazyk je velmi pohyblivý a citlivý orgán. Jednou z funkcí jazyka je rozměňování a posun potravy. Tím zabezpečuje smísení sousta slinami a jeho posun k hltanu. Posun potravy jazykem vyvolá podráždění stěny hltanu a zahájení polykacího reflexu. Jak jsme zmínili výše, pomocí jazyka vnímáme chuť. Chuťové pohárky, které jsou uloženy ve stěnách hrazených papil, obsahují nervové buňky, které reagují podrážděním na rozpuštěné (tzv. chuťově aktivní) látky z potravy. Chuťové podněty jsou nezbytné pro vyvolání reflexního vyměšování slin a žaludeční šťávy. Rozlišujeme čtyři základní druhy chutí. Sladkou, slanou, kyselou a hořkou. Jejich kombinací však vzniká nepřeborné varianty chutí. Vnímání chuti je silně individuální a neexistuje potrava, která by chutnala každému člověku na světě.

Jazyk je také součástí mluvidel. Podílí se na tvorbě hlásek. Dalšími orgány podílejícími se na mluvě jsou rty, dásně, zuby a další orgány.

### 9.1.3 SLINNÉ ŽLÁZY

Rozlišujeme tři velké párové slinné žlázy - příušní (glandula parotis), podčelistní (glandula submandibularis), podjazykové (glandula sublingualis). Dále se v ústech nachází nepárové, malé, přídavné žlázy, které jsou rozmístěné ve sliznici dutiny ústní a hltanu. Jejich počet je okolo 1000.

Produkcí slin je podmíněna fyzikálně, chemicky a psychicky. Slinné žlázy u kojence jsou malé a tvoří jen omezené množství slin. Při přechodu z mléčné stravy na běžnou se žlázy zvětšují a začínají vylučovat i větší množství slin. Dospělý člověk vyprodukuje za 24 hodin až 1–1,5 l smíšených slin. Sliny jsou bezbarvá nebo lehce bělavě zkalená, vazká

tekutina, která je složená z 99,5 % vody a 0,5 % organických, anorganických a buněčných složek. Podíl jednotlivých žláz na produkci slin se výrazně liší. Největší podíl slin za den vytvoří submandibulární žlázy (více než 50 %). Produkce slin může podléhat patologiím. Níže se zmíníme jen o základních poruchách.

Xerostomie (sicca syndrom): suchost sliznic dutiny ústní způsobené nedostatečnou tvorbou slin.

Sialorrhoea: nadměrná tvorba slin – např. při prořezávání zubů u dětí, psychogenní faktory

Ptyalismus: zvýšené vylučování slin (ptyalismus gravidarum), může být chorobné odtékání slin z úst při neurologickém onemocnění.

Sliny mají v trávení a příjmu potravy zásadní úlohy. První z nich je trávení. Kromě zahájení trávení ptyalinem (štěpí cukry), lipolytickými a proteolytickými enzymy, ještě zvlhčuje sliznici dutiny ústní a napomáhá rozmělnovat potravu. Další z funkcí je ochrana zubů, sliny totiž odstraňují zbytky potravy nejen mechanicky, ale také enzymaticky. Obsahem fluoru se navíc podílí na udržování zubní skloviny. Omýváním chuťových pohárků zlepšují vnímání chuti. Neméně důležitou je imunologická obrana – sliny obsahují baktericidní i bakteriostatické látky.

## 9.2 Hltan a jícen

### 9.2.1 HLTAN

Hltan (pharynx) je trubice nálevkovitého tvaru, komunikující s otvory v přední stěně s nosní a ústní dutinou. Hltan je zavěšen na lebeční spodině a v úrovni prstencové chrupavky hrtanu přechází do trubicovitého jícnu. Hranici mezi nosní a ústní částí hltanu tvoří měkké patro.

Měkké patro je svalová a vazivová horizontální destička, která navazuje na tvrdé (kostěné) patro. Rozděluje nosní dutinu od ústní. Ze zadního okraje měkkého patra vybíhá kuželovitý výčnělek - čípek.

#### ÚSTNÍ ČÁST HLTANU

Ústní část hltanu je otevřena do ústní dutiny. Vstup do hltanu je ohraničen kořenem jazyka a měkkým patrem. Od patra k jazyku vedou dva svalové oblouky, mezi kterými je trojúhelníková prohlubeň. Dno této prohlubně vyplňuje patrová mandle (tonsilla palatina). Ta je tvořená stejnou lymfatickou tkání jako nosní mandle. Její povrch kryje sliznice, která vystylá i hluboké prohlubně na povrchu mandle. V těchto místech se snadno zachycují choroboplodné zárodky.

## HRTANOVÁ ČÁST HLTANU

Hrtanový úsek hltanu je nejkratší trubicovitou částí hltanu. Na rozhraní ústní a hrtanové části hltanu se kříží dýchací a polykací cesty. Hrtan leží před hltanem a je při polykání uzavřen hrtanovou příklopkou (epiglottis). Příklopka se otevírá pouze při dýchání. Stěna hltanu má typickou stavbu trávicí trubice. Příčně pruhovaná svalovina hltanu vytváří systém nálevkovitých svěračů a zdvihačů, které se uplatňují při polykání.

## POLYKÁNÍ

Polykání je složitý reflexní děj, který se vydráždí dotykem sousta (jedno sousto je asi 5 ml) s patrovými oblouky a kořenem jazyka. Řídící centrum polykání je uloženo v prodloužené míše. První fáze polykání probíhá uzavřením epiglottis a potrava je dále kontrakcí svalů jazyka, patra a hltanu oddělena. Druhou polykací fází je posunutí sousta do ústní části hltanu a dále do jícnu.

### 9.2.2 JÍCEN

Jícen (oesophagus) je trubicovitý orgán dlouhý 23 – 25 cm. Spojuje hltan se žaludkem. Na hltan navazuje v oblasti šestého krčního obratle a probíhá v mediastinu před hrudní páteří, za tracheou. V oblasti jedenáctého hrudního obratle ústí do žaludku. Jeho průměr v klidu činí asi 1,5 cm, ale při průchodem sousta je schopen se značně zvětšit. Svalová vrstva jícnu se od horní části směrem dolů mění z příčně pruhované svaloviny na svalovinu hladkou. Hlavní funkcí jícnu je přesun potravy z úst do žaludku. To se děje aktivně pomocí tzv. peristaltických vln, které jsou reflexně řízeny.

## 9.3 Žaludek

Žaludek (gaster, ventriculus) je plochý vakovitý oddíl trávicí trubice, který leží v horní třetině dutiny břišní, přesněji pod levou brániční klenbou. Část přední stěny žaludku naléhá přímo na břišní stěnu, zbytek je překryt játry.

Jícen přechází do oddílu žaludku označovaného jako česlo (kardie). Na česlo navazuje vlastní tělo žaludku (corpus), které se doleva nahoru vyklenuje v klenbu (fornix). Dolů a doprava se žaludek zužuje v trubicovitý vrátník (pylorus). Podkladem stěny pyloru je silný kruhový sval - svěrač, který uzavírá průchod mezi žaludkem a dvanáctníkem (duodenum). Trávenina (chymus) je vytlačována stahem žaludku a současném ochabnutí pylorického svěrače. Na žaludku rozlišujeme dvě zakřivení - malé a velké zakřivení (curvatura minor et major). Na horní malé zakřivení žaludku naléhá pobřišnice a malá předstěra (malé omentum), která vede od spodní plochy jater a fixuje žaludek. Od velkého zakřivení žaludku, před kličkami střeva, volně visí velká předstěra (velké omentum). Předstěry mají fixační a ochranný význam. Stěna žaludku má stavbu odpovídající základnímu schématu stavby trubicovitých orgánů trávicí trubice. Sliznice žaludku se skládá v podél-

né řasy. Ústí zde vývody velkého množství trubicovitých žlázek. Žlásky produkují ochranný hlen a žaludeční šťávu. Kromě sekrece má žaludek také resorpční schopnost. Vstřebávají se zde například alkohol, některé léky a soli.

Potrava se v žaludku shromažďuje a dále zpracovává. Žaludek se postupně plní - prázdný žaludek má stěny k sobě těsně přiložené. Potrava se vrství podél stěn a stěny žaludku se postupně rozvíjejí. Žaludek dospělého člověka pojme okolo 1 až 2 litrů rozmělněné potravy. Svalstvo žaludku se pomalu rytmicky stahuje (2x – 4x za minutu). Obsah žaludku se tak promíchává a dále rozmělnuje. Současně se zvyšující se náplní žaludku stoupá i mohutnost stahů žaludeční svaloviny. Potrava zůstává v žaludku různě dlouho. Tekutiny žaludkem pouze protékají, ale na tuky bohatá potrava opouští žaludek za 5 - 7 hodin a strava obsahující převážně cukry, již za 3 - 4 hodiny. Natrávená a rozmělněná potrava (chymus) je potom dále protlačována přes vrátník do dvanáctníku.

Kromě mechanické funkce, má žaludek také chemickou funkci. Ta je umožněna mechanickou úpravou potravy a produkcí žaludeční šťávy. Ta je produkována žlázami žaludeční sliznice. Její denní množství se odvíjí od množství přijaté potravy. Průměrně se tvoří asi 1,5 - 2 litry šťávy za 24 hodin. Žaludeční šťáva je čistou, bezbarvou a silně kyselou tekutinou. Obsahuje kyselinu chlorovodíkovou, pepsin, chymozin, žaludeční lipázu a mucin. Nejvíce v ní je však obsažena voda. Kyselina chlorovodíková okyselí tráveninu, způsobí nabobtnání bílkovin přijatých v masité potravě a rozloží zeleninu. HCl zároveň usmrcuje choroboplodné zárodky a tím desinfikuje žaludeční obsah. Zničí i kvasinky a zabrání tak kvašení žaludečního obsahu. Mimo jiné také aktivuje pepsin. Pepsin je trávicí enzym, který zahajuje štěpení bílkovin na jednodušší složky (ještě ne na aminokyseliny), které jsou rozpustné ve vodě. Dalším enzymem je chymosin. Ten sráží mléčné bílkoviny. Sražené mléčné bílkoviny jsou lépe štěpitelné, navíc sražené mléko v žaludku déle zdrží. U kojenců je tak ovlivněn i pocit hladu při převážně tekuté stravě. U dospělých chymosin chybí. Povrch žaludku je chráněn před působením HCl produktem hlenových žlázek, který se nazývá mucin.

Ve stěně žaludku se tvoří i bílkovina, tzv. vnitřní faktor, která je zodpovědná za vstřebávání vit. B12 ve střevě. Vitamín B12 je důležitý při tvorbě hemoglobinu. Pokud nastane porucha při tvorbě tohoto faktoru, vzniká těžká chudokrevnost (perniciózní anémie). Nemocní s touto poruchou jsou odkázáni na doživotní parenterální podávání tohoto vitamínu.

### 9.4 Tenké střevo

Tenké střevo je oddíl trávicí trubice, kde dochází nejen k trávení, ale také k vstřebávání živin. Celkově měří 3 – 5 metrů, délka je značně proměnlivá a individuální. Z anatomického hlediska lze tenké střevo rozdělit na tři oddíly.

### 9.4.1 DVANÁCTNÍK

Dvanáctník (duodenum) je 20 – 30 cm dlouhý úsek tenkého střeva, který nasedá na pylorus žaludku. Jeho tvar je nejčastěji ve tvaru písmene C. První část duodena je širší než ústí pyloru. Zhruba 10 cm od pyloru, ve střední části duodena, se nachází tzv. Vaterská papila. Jde o společné ústí žlučovodu a vývodu slinivky břišní. Ve svém začátku je duodenum podobné struktuře žaludku. Skládá se v hutné podélné řasy. V prvním ohbí však tyto řasy mizí. V ostatních oddílech duodena se nacházejí příčné jemné řasy. V podslizničním vazivu duodena se nacházejí četné hlenové žlázy, které produkují silně alkalický sekret (pH 8-9), čímž neutralizuje kyselý obsah žaludku.

Do duodena ústí vaterská papila, kterou je zde přiváděna žluč (bilis) a pankreatická šťáva – succus pancreaticus. Žluč nejprve rozptýlí tuky (emulguje) do mikropének. Potom dochází k jejich štěpení na glycerol a mastné kyseliny. Tuky štěpí lipázy, které jsou obsaženy v pankreatické šťávě. Sacharidy štěpí pankreatická amyláza a střevní disacharidázy. Složité cukry se štěpí na snadno vstřebatelné jednoduché cukry – monosacharidy (glukóza, fruktóza, galaktóza). Trávení bílkovin začíná už v žaludku. Pankreatické enzymy je rozštěpí na aminokyseliny. Jsou to trypsin a chymotrypsin.

### 9.4.2 LAČNÍK A KYČELNÍK

Lačník (jejunum) a kyčelník (ileum) navazuje na duodenum ostrou kličkou (flexura duodenojejunalis). Jeho délka je značně proměnlivá. U dospělého živého člověka je dlouhé až 5 metrů. Skládá se v četné kličky. Je extrémně pohyblivé. Jeho sliznice vybíhá v obrovské množství klků, které vytvářejí dojem sametu. Klky jsou od 0.3 do 1 mm velké. Klky značně zvyšují plochu střeva. Jejich povrch je opatřen jednou vrstvou absorpčních střevních buněk (enterocyty). V prohlubních mezi klky jsou uloženy krypty (Lieberkuhnovy žlázy), které produkují střevní šťávy. Každý klk je výrazně cévně zásoben, což umožňuje efektivní vstřebávání živin – rozštěpených sacharidů a proteinů. Tuky se vstřebávají mizními cévami, které v klcích slepě začínají. Povrch enterocytů vybíhá v četné mikrokilky. Ty umožňují prostou difúzi i aktivním transportem resorpci rozštěpených živin.

## 9.5 Tlusté střevo

Tlusté střevo je dlouhé asi 1,5 m. Ve svém začátku je široké až 8 cm, postupně se jeho průsvit zmenšuje. V tlustém střevě dochází hlavně k vstřebávání vody a elektrolytů, čímž se také zahušťuje chymus – budoucí stolice.

### 9.5.1 SLEPÉ STŘEVO

Slepé střevo (caecum) je uložené v pravé kyčelní jámě. Jde o první oddíl tlustého střeva. Vytváří kapsu, do které zleva ústí kyčelník, které je opatřeno chlopní. Ze spodiny

slepého střeva vybíhá červovitý výběžek (apendix vermiformis), který je tvořen lymfatickou tkání. Je dlouhý přibližně 10 cm a často podléhá zánětu s nutností jeho chirurgického odstranění.

### 9.5.2 TRAČNÍK

Tračník (colon) je navazující částí tlustého střeva. Rozlišují se tři úseky – vzestupný (ascendens), příčný (transversum) a sestupný (descendens) tračník, dalším úsekem je esovitá klička (sigmoideum). Jednotlivé oddíly tračníku oddělují důležitá ohbí. První je pod játry mezi vzestupným a příčným tračníkem (flexura coli dextra). Vlevo pod slezinou je mezi příčným a sestupným tračníkem flexura coli sinistra.

Pro tlusté střevo je oproti tenkému charakteristická našedlá barva, větší průsvit, podélná svalovina, která je koncentrovaná do tří pruhů – taenií. Ty se sbíhají na červovitém výběžku slepého střeva. Cirkulární svalovina je slabá a vytváří dočasné útvary, které jsou závislé na peristaltice. Zevně jsou patrné jako výdutě (haustra). Na vnitřním povrchu jsou řasy. Sliznice tlustého střeva nemá klky, ale obsahuje četné žlázové buňky, které produkují hlen. Tento hlen usnadňuje pohyb stále hustšího střevního obsahu. Chymus se do tlustého střeva dostává asi za 4–8 hodin po jídle. Dochází zde ke vstřebávání vody, solí a vitamínů a hromadí se zde nestrávené zbytky potravy, tím dochází k houstnutí.

Fyziologicky se zde nachází řada bakterií, které žijí s člověkem v symbioze. Tyto bakterie souhrnně nazýváme střevní mikroflóra. Jde o bakterie jednak hnilobné – Proteus, donatravující tuky a produkující amoniak, sulfan, fenoly. Dále se zde nachází také bakterie kvasné – Escherichia coli, které donatravují cukry a bílkoviny. Tyto bakterie produkují metan a oxid uhličitý. Tento plyn poté odchází přes konečník ven z těla společně se stolicí. Činností střevních bakterií vznikají také vitaminy B12 a téměř veškerý potřebný vitamin K.

Pro podporu motility střev a kvalitní vyprázdnění tlustého střeva je velmi důležitá vláknina. Ta svojí přítomností omezuje rozmnožovací cyklus hnilobných bakterií a podporuje činnost kvasných bakterií. Rozkladem žlučových barviv způsobuje zbarvení stolice do hněda. Stolica se hromadí v dolní části sestupného tračníku a v esovité kličce.

### 9.5.3 KONEČNÍK A ŘÍŤ

Konečník (rectum) je posledním úsekem tlustého střeva. Je dlouhý okolo 15 cm a široký asi 4 cm. Navenek ústí v řiť (anus). Konečník můžeme rozdělit na dva hlavní oddíly. Ampuli rekta, která je značně širší než navazující část. Slouží jako rezervoár pro nahromaděnou stolicí. Dalším oddílem je anální kanál, který je dlouhý asi jen 3 cm.

Svalovina konečníku je tvořena dvěma typy svaloviny. Souvislou zevní podélnou a souvislou vnitřní cirkulární vrstvou. Ta vytváří celkem tři svěrače. Dva jsou z hladké svaloviny vnitřní řitní svěrač a třetí řitní svěrač. Tyto svěrače nejsou vůlí ovladatelné. Třetím



svěračem je zevní řitní svěrač, který je tvořen příčně pruhovanou svalovinou a podléhá vůli. Svěrač je součástí svaloviny pánevního dna.

Konečník je za běžných okolností prázdný. Jeho stěny na sebe naléhají. Posun stolice z tlustého střeva do konečníku vyvolává nucení k vyprázdnění (defekace). Při naplnění ampuly rekta dojde k podráždění mechanoreceptorů, které reflexně uvolní vnitřní svěrač, čímž se zvýší tlak na zevní svěrač a vzniká pocit nucení k defekaci. Denně se vytvoří okolo 60–180 g stolice. Hmotnost a objemnost stolice se odvíjí od množství a hlavně druhu požité potravy. Objemnější stolici mají vegetariáni, protože jejich strava je bohatší na vlákninu.

### KORESPONDENČNÍ ÚKOL 3



Vypracujte třístránkovou práci na téma zásady racionální výživy.

## 9.6 Játra

Játra (hepar) jsou největší žlázou v celém těle. Váží 1300 - 1700 gramů. Játra jsou uložena v pravé brániční klenbě. Na zevní, přední ploše jsou játra zřetelně rozdělena na pravý a levý lalok. V pravé spodní části jater je uložen žlučník (vesica fellea).

Základní stavební jednotkou jater je jaterní buňka (hepatocyt). Ze dvou řad hepatocytů vznikají ploché, vzájemně komunikující jaterní trámce. Mezi trámci probíhají cévy (portální oběh viz dále). Uvnitř trámců se mezi sousedními hepatocyty vytvářejí žlučové kanálky. Jaterní trámce se sbíhají ve formě paprsků k centrální žíle a vytvářejí jaterní lalůček. Ten je základní funkční jednotkou jater.

Žilní krev bohatá na vstřebané látky ze žaludku, tenkého a tlustého střeva se do jater dostává vrátnicovou žílou (vena portae). Krev protéká jaterními lalůčky. Centrální žíly odvádějí krev do jaterních žil ústících do dolní duté žíly. Podle vrátnicové žíly se tomuto průtoku krve játry říká portální oběh. Způsob uspořádání žilního řečiště jater zajišťuje, že na veliké ploše stěn krevních vlásečnic (větvi vrátnicové žíly) a buněk trámců, dochází ke kontaktu krve a cytoplazmatických membrán jaterních buněk.

### 9.6.1 TVORBA ŽLUČE

Žlučovody sledují větvení portální žíly. Následně se spojují do stále větších vývodů. Konečným produktem jsou pravý a levý jaterní žlučovod.

Žluč se tvoří v jaterních buňkách neustále. Denně se ji vytvoří mezi 800 až 1000 ml. Žluč je hustá žlutozelená tekutina, která se skládá z vody, hlenu, žlučových barviv, solí žlučových kyselin a některých minerálních látek.

Žlučová barviva se v játrech tvoří z hemoglobinu, který se uvolnil z rozpadajících se erytrocytů ve slezině. Červený bilirubin a zelený biliverdin, jsou odpadní látky, které jsou toxické pro organismus. Obarvují žluč a společně s ní jsou vylučovány do dvanáctníku. Žlučová barviva se ve střevě dále rozpadají a podmiňují tím i barvu stolice. Pokud se ve stolici tyto látky nevyskytují, je stolice světlé, bělavé barvy (acholická). Část žlučových barviv je vylučována také močí.

Nejdůležitější součástí žluči jsou její soli. Ty rozptylují (emulgují) tuky na drobné kapénky. Tuky dále štěpí lipázy obsažené v pankreatické šťávě, bez jejich emulgace žlučí toho však nejsou schopny. Pokud se žluč nevyloučí do duodena nebo vznikne porucha její tvorby (cirhóza), celkem 80% tuků se nestráví. Tuk a i všechny látky v něm rozpustné opouštějí trávicí trubici nevyužitě.

### 9.6.2 FUNKCE JATER

Játra jsou zásobárnou energie pro celý organismus. Kromě tvorby žluče má mnoho dalších životně důležitých funkcí. Regenerační schopnost jater je značná. Dá se resekovat poměrně veliký kus jater a zbylý štěp je schopen plně nahradit funkci odejmuté tkáně do několika dnů. K dostatečné činnosti jater stačí pouze 10% její tkáně!

#### METABOLICKÉ FUNKCE

Zahrnují syntézu tělu vlastních sloučenin, jejich skladování, přeměnu a rozklad na molekuly schopné vyloučení.

Jednou z nejdůležitějších metabolických funkcí jater je udržování glykemie (hladina cukru v séru). Játra přebírají glukózu a další monosacharidy, které se na glukózu přeměňují, z plazmy. Glukóza se v játrech ukládá ve formě glykogenu, popřípadě se transformuje na mastné kyseliny. Při poklesu hladiny cukru se glykogen štěpí na glukózu, kterou játra vyloučí do oběhu. Dojde-li k vyčerpání glykogenu, začne se glukóza tvořit z laktátu (vznikajícího ve svalech a erytrocytech), glycerolu (uvolněného při štěpení tuků) nebo některých aminokyselin. Tomuto procesu se říká glukoneogeneze.

Játra také kontrolují hladinu aminokyselin v plazmě. Nadbytečné aminokyseliny jsou odbourávány měněny na močovinu, která se následně vyloučí ledvinami. Nevyloučené zbytky aminokyselin se dále využívají k syntéze glukózy nebo se spotřebují jako energie. Játra nejen štěpí bílkoviny, ale také vytváří nové plazmatické bílkoviny, které se následně uplatňují v udržování homeostázy.

Játra tvoří cholesterol, triacylglyceroly a fosfolipidy, které ve formě lipoproteinů vstupují do krve, čímž se přímo podílí také na metabolismu tuků. Přebytečný cholesterol se v játrech mění na žlučové kyseliny a je vyloučen žlučí.

### **TERMOREGULAČNÍ FUNKCE**

Játra produkují velké množství tepla, což souvisí s jejich vysokou metabolickou aktivitou. Krev protékající játry má až 40°C.

### **SKLADOVACÍ FUNKCE**

Játra slouží jako zásobárna krve. Krev z nich může být za určitých okolností vypuzena (centralizace oběhu).

Játra dále skladují řadu dalších látek.

- glukóza (ve formě glykogenu),
- kovy (železo vázané na ferritin, měď, kobalt, atd)
- vitaminy (vitamin A – zásoba na 10 měsíců, vitamin D – 2–3 měsíce, vitamin B12 – až několik let)

### **SEKREČNÍ FUNKCE**

Játra tvoří a vylučují žluč, která má zásadní význam při trávení a vstřebávání tuků a vitaminů rozpustných v tucích.

### **SYNETICKÉ FUNKCE**

V játrech se syntetizuje glukóza, ketolátky, mastné kyseliny, cholesterol, triacylglyceroly a fosfolipidy, močovina, plazmatické bílkoviny, fibrinogen a koagulační faktory, angiotenzinogen, lipoproteiny typu VLDL a HDL.

### **DETOXIKAČNÍ A OBRANNÉ FUNKCE**

Do jater se dostávají mikroorganismy, které prošly střevní bariérou, různé jedovaté a toxické látky přes portální oběh. Jaterní enzymy společně s fagocytujícími Kupfferovými buňkami jejich průniku do celého oběhu zabraňují. Enzymy tvořené játry jsou schopny odbourávat látky, jako jsou například léky a alkohol. Játra umí však odbourat i tělu toxické metabolity, které samo vytvořilo, např. amoniak, indol, fenol.

## DALŠÍ FUNKCE

Jednou z dalších funkcí, které játra zastávají je krvetvorba v prenatálním období nebo podíl na udržování acidobazické rovnováhy organismu. Játra také umí ovlivňovat aktivitu některých hormonů, např. inzulinu.

### 9.7 Žlučové cesty

Žluč tvořena játry je odváděna systémem žlučových cest do duodena, popřípadě do rezervoáru, kde dochází ke koncentraci žluče – žlučnicku. Podle lokalizace lze žlučové cesty rozdělit na intrahepatické a extrahepatické. Intrahepatické cesty jsme popisovali výše, v kapitole tvorba žluče. Extrahepatické žlučové cesty začínají v bráně jaterní (porta hepatis), kde pravý a levý jaterní lalok opouštějí pravý a levý jaterní vývod. Jejich průběh je krátký. Brzy se spojí ve společný jaterní vývod. Tento společný jaterní vývod (ductus hepaticus communis) je dlouhý asi 2 – 4 cm. Jeho anatomický konec vzniká při spojení s vývodem žlučnicku. Spojením těchto dvou vývodů vzniká nejdelší část žlučových cest – žlučovod (ductus choleidochus), která měří až 8 cm. Konec žlučovodu ústí do společného vývodu se slinivkou břišní. Tomuto místu se říká Vaterská papila.

K vývodným žlučovým cestám je připojen žlučnick, který slouží jako rezervoár. Jde o vak o velikosti 8 – 12 cm a objemu až 80ml. Anatomicky významným místem žlučnicku je jeho krček, který plynule přechází v žlučnickový vývod. Je to místo, kde nejčastěji uvízne konkrement vytvořený stagnací žluče a způsobuje tzv. biliární koliku. Žlučnick, jak už bylo řečeno, slouží jako rezervoár koncentrované žluči, která se reflektoricky vylučuje po požití mastnější stravy.

### 9.8 Slinivka břišní

Slinivka břišní (pankreas) je žláza, která je dlouhá 14 – 18cm. V dutině břišní leží téměř horizontálně. Pankreas lze rozdělit na tři anatomické i funkční části. Hlava slinivky (caput pancreatis) je vložena do ohbí duodena, dále tělo slinivky (corpus pancreatis), které vybíhá v ocas slinivky (cauda pancreatis).

Pankreas je vlastně kombinace dvou typů žláz spojených v jednu. Exokrinní žláza (žláza s vnější sekrecí) se podílí na trávení tvorbou a vylučováním trávicích enzymů – amylázy (štěpení sacharidů) a lipázy (štěpení tuků). Pankreas vyprodukuje až 2l pankreatické šťávy, která je přes vývod slinivky (ductus pancreaticus) vylučována přes vaterskou papilu do duodena.

Endokrinní část žlázy (žláza s vnitřní sekrecí) produkuje hormony inzulin, glukagon, somatostatin a gastrin. Ty se tvoří v Langerhansových ostrůvcích, které dohromady tvoří asi 1,5% z celého objemu slinivky.

## 9.9 Pobřišnice

Většina orgánů uložených v dutině břišní má vztah k pobřišnici (peritoneum). Jsou v ní buď přímo uloženy, nebo k ní jsou alespoň připevněna. Rozlišujeme dva typy pobřišnice – nástěnnou, která vystýlá dutinu břišní a naléhá na její stěnu a orgánová, která pokrývá jednotlivé orgány buď zcela, nebo částečně. Některé orgány jsou uloženy za pobřišnicí (retroperitoneálně) – ledviny, nervy, cévy.

### SHRNUTÍ KAPITOLY



Na trávení potravy se podílí nejen trávicí trubice (dutině ústní, hltan, jícen, žaludek, tenké a tlusté střevo a konečník), ale především přídatné orgány (játra, slinivka břišní), které tvoří důležité enzymy a hormony, které se podílejí na trávení a hospodaření s živinami. Celá trávicí trubice má podobné slizniční složení, které se v různých úsecích jen mírně upravuje. V dutině ústní dochází především k rozmělnění potravy a smísení se slinami. Už zde je započato trávení. Jícen slouží především jako transportní orgán pro přijatou potravu. V žaludku dochází k dalšímu mechanickému zpracování, ale také k chemickému trávení. V duodenu se k trávení přidávají žluč a pankreatické šťávy. Žluč emulguje tuky, aby je mohly lipázy obsažené v pankreatické šťávě snadněji štěpit. V tenkém střevě dochází k vstřebávání důležitých živin. Ty jsou potom vrátnicovou žílou přivedeny k játrům k dalšímu zpracování. V tlustém střevě se vstřebává hlavně voda a elektrolyty. Dochází zde k formování stolice, která konečníkem odchází po zhruba 12 hodinách od sněžení sousta.

## 10 VYLUČOVACÍ SOUSTAVA



### RYCHLÝ NÁHLED KAPITOLY

V následující kapitole se seznámíme s anatomií a fyziologií vylučovací soustavy. Na vylučování moče se podílí především ledviny, které ji tvoří a dále vývodný systém močový – močovody, močový měchýř a močová trubice. Kapitulu tedy lze rozdělit na dva velké oddíly – ledviny a vývodný systém močový.

---



### CÍLE KAPITOLY

Cílem kapitole je:

- Porozumět anatomii ledvin a močového ústrojí
  - Pochopit systém, kterým se tvoří moč a proč je to pro organismus nezbytné
  - Umět popsat funkce jednotlivých oddílů močového systému
- 



### KLÍČOVÁ SLOVA KAPITOLY

Ledviny, močovody, moč, acidobazická rovnováha, močový měchýř, močová trubice, odpadní látky

---

### 10.1 Ledviny

Ledviny (rens, nefros) jsou párové žlázy, které mají typický tvar fazole. Jsou uloženy po obou stranách bederní páteře v retroperitoneálním prostoru. Průměrná ledvina je veliká zhruba 12 x 6 x 3 cm. Ledviny jsou obaleny tukovým polštářem a jsou připojeny k břišní aortě jejími přímými větvemi (aa. Renales) a k dolní duté žíle stejnojmennými vénami.

Ledvinu můžeme anatomicky rozdělit na dřev a kůru. Kůra je kryta pevným vazivovým pouzdrmem a nachází se na povrchu ledviny. Mezi kůrou a dřeví je patrná zvlněná hranice. Korová vrstva ledviny je tvořena asi jedním miliónem mikroskopických funkčních jednotek, kterým se říká nefrony.

Jeden nefron se skládá z přívodné a odvodné cévy (větve a. renales a v. renales), klubička kapilár (glomerulus), Bowmanova pouzdra, systému proximálního a distálního kanálku a Henleovy kličky.

Ledvinové tepny se po vstupu do ledviny větví na stále drobnější větve, které směřují do kůry ledvin. V kůře ledviny odstupují z těchto tepen tzv. přívodné cévy (vas afferens), které se stáčí do klubiček. Z klubička je potom krev odváděna pomocí odvodné cévy (vas efferens).

Na povrchu kapilár těchto klubiček se uskutečňuje filtrace krve. Odvodná céva klubička se dále větví do kapilárních sítí kolem ledvinných kanálků, zde dochází k resorpci vody. Z těchto kapilár pak krev odtéká do renálních žil a následně do dolní duté žíly. Klubičko je vmezeřeno do slepého začátku ledvinných kanálků. Bowmanovo pouzdro tvoří dva listy. Jeden z listů je přiložen k cévám klubička a druhý list přechází do stěny odstupujícího kanálku. Mezi oběma listy je štěrbina, kde začíná systém ledvinných kanálků (proximální kanálek, Henleova klička, distální kanálek). Bowmanovo pouzdro společně s glomerulem tvoří tzv. Malpighiho tělísko. Distální kanálky ledvin ústí do sběrných kanálků, které už nejsou součástí nefronu. Tvoří vrchol dřeňových pyramid. Do sběrných kanálků totiž odtéká již definitivní moč. K vrcholům pyramid se upínají ledvinové kalichy, které následně přecházejí do ledvinové pánvičky.

Tvorba moči probíhá filtrací plazmy v glomerulech. Stěnami kapilár prochází tekutina i s katabolity, které je potřeba vyloučit z těla. Stěnou kapilár za fyziologických podmínek neprochází látky o větší molekulové hmotnosti (krevní buňky, bílkoviny). Tento ultrafiltrát se nazývá primární moč. Za 24h ji vznikne až 150l. Tato primární moč odtéká z Malpighiho tělíska do proximálního stočeného kanálku. Ten navazuje na Henleovu kličku, jejíž raménka zasahují až do dřeně ledvin. Henleova klička přechází již zpět v kůře do distálního kanálku. Ten je ve své první části rovný, ale ve svém průběhu se také stáčí. Zde se resorbuje zpět velká část vody a moč se koncentruje. Dochází zde také ke zpětné resorpci některých látek (např. sodík), jiné se zde ještě vylučují (např. draslík). Do sběrných kanálků odchází definitivní moč.

Zdravý dospělý člověk vymočí za 24h přibližně 1,5l moče. Tato hodnota se však odvíjí od množství vypitých tekutin, okolní teplotě (pocení), aktivitě a dalších proměnných. Množství vymočené za 24h se nazývá diuréza. Pokud člověk vymočí více než 2000ml/24h, mluvíme o polyurii. Ta se může objevit nejen při zvýšeném příjmu tekutin, ale i u řady dalších onemocnění. Situaci je potřeba co nejdříve řešit, protože nemocný je ohrožen dehydratací. Množství vymočené moče může být však častěji spíše menší. Pokud člověk vymočí méně než 500 ml/24h hovoříme o oligurii. Pokud klesne tato hodnota pod 100ml/24h mluvíme o anurii. Jde rovněž o život ohrožující příznak onemocnění.

Dřeň ledviny je tvořena pyramidami, které jsou tvořeny sběrnými kanálky. Ty odvádějí moč do ledvinných kalichů, které se vlévají do ledvinné pánvičky. To je poslední úsek ledviny. Na ledvinnou pánvičku navazují močovody a moč jimi ledvinu opouští.

Kromě tvorby moče mají ledviny i řadu dalších funkcí. Významně se podílejí na krve-tvorbě, neboť se zde tvoří hormon, který tvorbu červených krvinek podmiňuje – erythropo-etin. Dále mají ledviny přímý vliv na udržování stálého vnitřního prostředí a na udržování krevního tlaku. Při poranění či onemocnění ledvin jsou ohroženy i tyto funkce ledvin. Plocha, na které dochází k ultrafiltraci, je kapacitně naddimenzovaná. To znamená, že člověk je schopen bez potíží žít s jen jednou funkční ledvinou. Z toho vyplývá, že pokud má člověk obě ledviny zdravé, může jednu darovat buďto příbuznému, který ji potřebuje nebo cizímu příjemci. Člověk s jednou fungující ledvinou však musí zpravidla upravit svůj životní styl a ledvinu si šetřit.



### ÚKOL K ZAMYŠLENÍ

Ledviny mají, mimo jiné, přímý vliv na kardiovaskulární systém. Jakým způsobem ledviny ovlivňují kardiovaskulární systém a opačně?

---

## 10.2 Vývodné cesty močové

### 10.2.1 MOČOVODY

Močovod (ureter) je trubice dlouhá asi 25–30 cm a široká 4–7 mm. Sestupuje v retro-peritoneálním prostoru (za pobřišnicí) a jeho funkce spočívá v odvodu moče z ledvinné pánvičky do močového měchýře. Ureter lze rozdělit na tři části. Břišní část (pars abdominalis), pánevní část (pars pelvica) a na část ve stěně močového měchýře (pars intramuralis).

Ústí do spodní části močového měchýře zešikma a nadzdvihuje jeho sliznici. Tím vzniká slizniční chlopeň, která zabraňuje zpětnému toku moči z močového měchýře do močovodu. Pokud k situaci dochází (tedy k návratu moče zpět do ureteru) říká se tomu reflux. Stavba stěny močovodu je obdobná jako u pánvičky.

Průtok moče močovodem není jen pasivní. Močovody se projevují aktivním peristaltickým typem pohybu. Moč je tedy aktivně unášena. Svalovina močovodu každých 10–12 vteřin vykonává peristaltické pohyby. Pohyby močovodu tedy umožňují trvalý odtok moče z ledviny i za předpokladu, že je močový měchýř naplněn a moč se v něm zdržuje pod tlakem.

### 10.2.2 MOČOVÝ MĚCHÝŘ

Močový měchýř (vesica urinaria) je dutý, nepárový orgán. Jeho funkce spočívá ve shromažďování moče před vyprázdněním (mikce). Měchýř pojme 500–700 ml moče, ale



už při náplni 200–300 ml se objevuje pocit nucení na močení. Tento údaj je však jen orientační, neboť se individuálně značně liší. Mikci řídí centrum uložené v míše v oblasti křížové kosti, které je uloženo v páteřním kanále ve výši Th11–L1. Mikce je reflexní děj, ale ústředí je pod vlivem mozkové kůry, takže je možná volní kontrola močení. Ta se vyvíjí v prvních třech letech života. Po úrazech či onemocněních CNS je i močení dospělého reflexní a nezávislé na vůli.

Na močovém měchýři rozlišujeme následující oblasti - spodina měchýře (fundus vesicae), která u muže zespondu naléhá na prostatu, u ženy je obrácená k děložnímu hrdlu a k pochvě. Tělo měchýře (corpus vesicae), které se směrem vzhůru zužuje ve vrchol měchýře (apex vesicae).

Tvar močového měchýře je závislý na množství jeho náplně. Pokud je močový měchýř prázdný, nepřesahuje symphysu.

### **10.2.3 MOČOVÁ TRUBICE**

Močovou trubici je z anatomických důvodů nutné rozdělit na ženskou a mužskou. Neboť prochází pohlavními orgány, které se přirozeně liší.

#### **ŽENSKÁ MOČOVÁ TRUBICE**

Močová trubice (urethra) je poslední částí vývodných močových cest. Měří asi okolo 3–4 cm. Oproti mužské uretře je kratší a širší. Její začátek je ve dnu močového měchýře. Sestupuje po poševní stěně a přechází přes svalové pánevní dno. Její ústí je na vyvýšení, které se říká bradavka močové trubice (papila urethralis). Nejdeme ji mezi malými stydkými pysky vždy před poševním vchodem nebo na jeho okraji. Urethra je opatřena dvěma svalovými svěrači. První je z hladké svaloviny a tedy nelze jej ovládat vůlí. Druhý zevní svěrač je tvořen příčně pruhovanou svalovinou. Urethra je fixována k přední stěně pochvy i k symfýze.

#### **MUŽSKÁ MOČOVÁ TRUBICE**

Mužská urethra vystupuje také ze dna močového měchýře. Ve svém průběhu prochází prostatou (zvětšená prostata utlačuje močovou trubici a ztěžuje močení). Poté prochází svalovým pánevním dnem a vstupuje do pohlavního údu. Stěna močové trubice je opatřena drobnými žlázkami, které produkují hlen, ten chrání povrch sliznice. Od prostaty k ústí trubice na konci penisu, slouží močová trubice jako společná vývodná cesta močových i pohlavních orgánů. I mužská močová trubice je vybavena dvěma kruhovými svěrači, kterými je ovládána mikce i vývodné pohlavní cesty. Vnitřní svěrač je vytvořen ze svaloviny dna měchýře. Zevní svěrač je uložen v místech, kde urethra prochází svalovým dnem pánve. Při vyvrcholení se vnitřní svěrač močového měchýře uzavírá a ejakulát tak nemůže proniknout do močového měchýře a zároveň ani moč nemůže proniknout do ejakulátu.



## SHRNUTÍ KAPITOLY

Funkce ledvin je pro lidský organismus nepostradatelná. Vytváří moč, kterou odchází celá řada katabolitů a toxických látek. Ledviny se tím přímo podílejí na udržování homeostázy. Kromě toho zastávají i další funkce – podílejí se na krevtvorbě, ovlivňují krevní tlak a tím přímo působí na kardiovaskulární systém. Zároveň jsou na tomto systému plně závislé. Základní stavební jednotkou ledvin jsou nefrony. V nefronech dochází k filtraci plazmy a k tvorbě moče. Člověk vymočí za 24h okolo 1500ml. Definitivní moč odchází ledvinnými kalichy do ledvinné pánvičky a odtud je moč aktivně transportována do močového měchýře. V močovém měchýři moč stagnuje a po naplnění jeho kapacity dojde k mikci močovou trubicí. U mužů a žen se močová trubice výrazně liší. U žen je kratší a širší, což ji předurčuje k vyšší náchylnosti k infekcím. U mužů poslední část močové trubice slouží zároveň jako vývodná cesta pohlavních orgánů.

## 11 ENDOKRINNÍ SYSTÉM

### RYCHLÝ NÁHLED KAPITOLY



Endokrinní systém zahrnuje všechny žlázy s vnitřní sekrecí. To jsou žlázy, které produkuje různé typy hormonů, které mohou přímo ovlivňovat životní funkce. Hormony jsou zodpovědné nejen za reprodukci a dospívání, ale také za hospodaření s minerály, umožňují řadu procesů, které v těle probíhají. Nadbytek nebo naopak nedostatek konkrétního hormonu má vždy dopad na celý organismus. Jde o poměrně složitou problematiku vyžadující soustředěné a časově náročné studium. V tomto textu se zmíníme o stavbě jednotlivých žláz a vlivu jejich hormonů na organismus. K porozumění dané problematiky je však nutné vědomosti načerpat i z jiných zdrojů.

### CÍLE KAPITOLY



Cílem kapitoly je:

- Seznámit se se základní stavbou žláz s vnitřní sekrecí
- Porozumět vzájemnému vztahu mezi hormony a organismem
- Znat systém humorálního řízení organismu

### KLÍČOVÁ SLOVA KAPITOLY



Žláza s vnitřní sekrecí, hormon, humorální řízení

Žlázy s vnitřním vyměšováním neboli endokrinní žlázy nemají vývody. Látky, které vytvářejí – hormony, odevzdávají přímo do krve. Proto jsou také bohatě zásobeny. Spolu s nervovou soustavou tvoří neuroendokrinní systém, který je účasten na udržení homeostázy.

Skladba těchto žláz je zpravidla z epitelových buněk. Ty se shlukují do váčků, trámečků nebo měchýřků. Obsahují také vazivo, které je bohaté na krevní a mízní cévy.

## 11.1 Podvěsek mozkový

Podvěsek mozkový (hypophysis) je útvar velikosti a tvaru třešně, váží asi 0,5 g. Uložen je v sedle kosti klínové (sella turcica). Má stopku, kterou je zavěšen na hypothalamus. Je nadřizenou žlázou pro ostatní žlázy s vnitřní sekrecí, ale sama podléhá regulaci z hypothalamu. V nervových buňkách hypothalamu se vytvářejí látky, které se cévami dostávají k endokrinním buňkám předního laloku hypofýzy. Hypothalamické hormony povzbuzují sekreci hormonů hypofýzy. Tyto se označují jako liberiny (např. kortikoliberin, gonadoliberin, somatoliberin atd.). Nebo mohou sekreci hormonů naopak utlumovat, ty se označují jako statiny (např. somatostatin nebo prolaktostatin – dopamin).

Hypofýza se dělí na dva oddíly – přední a zadní lalok.

Přední lalok (adenohypofýza), který je žlazovou částí podvěsku mozkového.

Zadní lalok (neurohypofýza), který je nervovou částí podvěsku mozkového.

### HORMONY ADENOHYPOFÝZY

Prolaktin (PRL) je hormon, který stimuluje sekreci mléka po porodu. Svou úlohu ale začíná plnit už během těhotenství, kdy spolu s estrogyeny a progesteronem připravuje mléčnou žlázu ke kojení. Prolaktin se vylučuje také u mužů a má vliv na růst prostaty.

Růstový hormon (GH) zajišťuje v dětství růst – je zodpovědný za správný vývoj a růst tkání. V dospělosti napomáhá udržovat kostní a svalovou hmotu.

Adrenokortikotropin (ACTH) je hormon, který reguluje tvorbu hormonů v kůře nadledvin, kde se tvoří glukokortikoidy, mineralokortikoidy a androgeny.

Tyreotropní hormon (TSH) ovlivňuje štítnou žlázu, kde se tvoří tyroidální hormony, které kontrolují mimo jiné i metabolismus.

Luteinizační hormon (LH) ovlivňuje hladinu pohlavních hormonů u mužů i u žen.

Folikulostimulační hormon (FSH) zahajuje zrání spermií u mužů a stimulaci vaječnicků k uvolnění vajíčka (ovulaci) u žen. Společně s LH a FSH je zodpovědný za normální funkci pohlavních žláz.

### HORMONY NEUROHYPOFÝZY

V neurohypofýze se vlastně žádné hormony nevytvářejí. Tento oddíl podvěsku mozkového je však zodpovědný za uvolňování a skladování hormonů, které vznikly v hypothalamu. Ten je cévní cestou dopraví do neurohypofýzy, která řídí jejich uvolňování do krve.

Oxytocin, taky známý jako hormon lásky, je jedním z produktů hypotalamu. Vyplavuje se při sexuální vzrušení a orgasmu a způsobuje pocit uspokojení. Jeho hlavní úlohou však je zesilovat stahy dělohy při porodu. V poporodním období je dále zodpovědný za uvolňování mléka při kojení.

Druhým hormonem vznikajícím v hypotalamu a uvolňován neurohypofýzou je anti-diuretický hormon (ADH), také známý jako vazopresin. ADH reguluje vodní hospodářství. Při poruše jeho distribuce dochází k zvýšenému odpadu vody ledvinami. Tomuto onemocnění se říká diabetes insipidus. Masivní ztrátou tekutin, která onemocnění doprovází, je člověk ohrožen na životě.

Poruchy na úrovni hypofýzy se vždy projeví i na periferních žlázách, které hypofýza ovlivňuje. Jestliže produkuje zvýšené množství stimulačních hormonů, žlázy na to zareagují zvýšenou tvorbou vlastních hormonů a naopak. Nicméně i porucha na úrovni periferní žlázy se projeví zvýšenou nebo sníženou tvorbou stimulačního hormonu dané žlázy v hypofýze.

## 11.2 Štítná žláza

Štítná žláza produkuje hormony, které ovlivňují rychlost látkové přeměny a zvyšují spotřebu kyslíku. Podílejí se taky na růstu a vývoji. Štítná žláza je závislá na přísunu jódu. Ten se totiž přímo podílí na tvorbě hormonů štítné žlázy.

Její uložení je po obou stranách hrtanu na štítné chrupavce. Skládá se ze dvou laloků, které jsou spojeny můstkem (isthmus). V dospělosti váží zhruba 15–20g. Žláza je složena z množství váčků (folikulů). Jejich stěna je tvořena krychlovými folikulárními buňkami. Váčky jsou vyplněny bílkovinou, která na sebe váže vytvořené hormony.

Činnost žlázy přímo ovlivňuje TSH z hypofýzy. Jeho regulace je ale závislá i na mozkové kůře a nižších oddílech mozku.

### HORMONY ŠTÍTNÉ ŽLÁZY

Štítná žláza produkuje tři zásadní hormony. Trijodtyronin (T3), tyroxin (T4) a kalcitonin.

Jako první probereme T3 a T4. Struktura těchto hormonů je jedinečná kvůli přítomnosti jódu. Přesněji o jodované deriváty aminokyseliny tyrosinu. T3 (trijodthyronin) obsahuje tři a T4 (tetrajodthyronin, tyroxin) čtyři atomy jódu. Thyreoidální hormony jsou zodpovědné za dlouhodobou metabolickou rovnováhu. Zvyšují spotřebu O<sub>2</sub> v tkáních a aktivují buněčný metabolismus. Zvyšují vstřebávání sacharidů ve střevě. Metabolismus lipidů ovlivňují zejména zvýšením metabolismu mastných kyselin a snížením hladiny cholesterolu v krvi. Hormony působí také na metabolismus proteinů. Ovlivňují jejich syntézu i rozpad. Nadbytekem těchto hormonů se v těle metabolismus zrychluje. Nemocní jsou typicky velmi roztržití, hubení, trpí průjmy a špatně snášejí teplo. Často se u nich objevuje

tzv. struma – viditelné zvětšení štítné žlázy. Naopak snížená tvorba hormonů způsobuje tloustnutí, sklony k zácpě, zimomřivost, zvýšenou únavu a poruchy menstruačního cyklu u žen.

Kalcitonin je také hormon tvořený štítnou žlázou. Má vliv na metabolismus vápníku a fosforu, čímž ovlivňuje metabolismus kostí.



### PRO ZÁJEMCE

Na podkladě onemocnění štítné žlázy se na přední straně krku může vytvořit tzv. struma. Ta může, ale nemusí mít vliv na vylučování hormonů štítné žlázy. Struma, která nemá vliv na vylučování hormonů, se jmenuje eufunkční. Čím může být takováto struma pro člověka zátěží?

## 11.3 Příštítná tělíska

Jde o čtyři tělíska, která jsou vnořena do zadní strany obou laloků štítné žlázy. V každém laloku jsou dvě tělíska – jedno horní a jedno dolní. Jejich tvar připomíná čočku mají žltorůžovou barvu. Jsou tvořeny dvěma typy buněk. Hlavní buňky tvoří parathormon a buňky oxyfilní, které se objevují teprve od 7. roku života. Ty s funkcí žlázy však vůbec nesouvisí. V mezibuněčném prostoru jsou pleteně kapilár, do nichž žlázové buňky vydávají parathormon.

Hlavním úkolem parathormonu je udržovat stálou hladinu vápníku a fosforu v krevní plasmě a ostatních tělních tekutinách. Při hypokalcémii se hormon uvolní a začne uvolňovat vápník z kostí. V součinnosti s vitamínem D zvyšuje parathormon vstřebávání vápníku z trávicího ústrojí.

Hypofunkce tělísek způsobuje poruchu v utváření kostí a zubů. V důsledku toho kosti rostou pomaleji a zlomeniny se špatně hojí. Pokles hladiny vápníku v krvi navíc dále poškozuje neuromuskulární přenos a zvyšuje se tak dráždivost periferního nervstva, svalů a mozku. Následkem toho může dojít až k tetanickým křečím, ty v extrémním případě mohou způsobit smrt zadušením.

Hyperfunkce tělísek způsobuje zvýšení hladiny vápníku v séru a snížení hladiny fosforu. Vápník z kostí je vyčerpán v krvi a tak dochází k řidnutí kostí. Řídké kosti se snadno lámou a deformují. Při vysoké hladině vápníku v krvi dochází také k vápenatým usazením v orgánech (kalcifikace) např. cévách, ledvinách, mozku.

## ÚKOL K ZAMYŠLENÍ



Parathormon bohužel nemá žádnou farmakologickou náhradu (na rozdíl od ostatních hormonů). Zamyslete se nad tím, jak se bude hypofunkce příštích tělísek léčit.

---

### 11.4 Nadledviny

Nadledviny (glandulae suprarenales) jsou párové žlázy uložené na horním pólu ledvin. Tvarem připomínají pyramidy s tupým vrcholem. V nadledvinách rozlišujeme dvě struktury – kůru a dřeň.

Kůra nadledvin se skládá z řady rozdílných buněk, které tvoří vrstvy a ty produkují různé typy hormonů. Dřeň je složena z původně nervových buněk. Ty tvoří látku (adrenalin), která je nejen hormonem, ale zároveň také přenáší vzruchy v nervovém systému.

#### HORMONY KŮRY NADLEDVIN

V kůře nadledvin se vytváří tři typy hormonů. Glukokortikoidy, mineralokortikoidy a malé množství androgenů.

Nejdůležitějším představitelem glukokortikoidů je kortizol. Glukokortikoidy ovlivňují především velké tkáňové celky, které se významně podílejí na metabolismu. Aktivují tkáňové bílkoviny, ze kterých potom játra tvoří cukry. Glukokortikoidy mají protizánětlivé a protialergické působení. Protizánětlivý účinek spočívá v potlačení zánětlivých projevů. Kortizol má silný vliv na průběh imunitních reakcí. Potlačuje tvorbu protilátek a má protialergický účinek. Glukokortikoidy však tlumí pouze doprovodné projevy zánětu. Nepůsobí antibioticky. Jeho užívání trvalejšího rázu sebou přináší významná rizika. Protože dokáže potlačit projevy infekce, ale ne ji účinně léčit, může snadno dojít k přemnožení původců onemocnění a tím k poškození nemocného. Produkce glukokortikoidů je řízena adenohipofyzárním ACTH.

Aldosteron je nejvýznamnějším představitelem mineralokortikoidů. Zvyšuje propustnost ledvinových kanálků pro sodík a tím podporuje jeho návrat z primitivní moče zpět do plazmy. Současně aldosteron podporuje vylučování draslíku. Aldosteron tedy přímo řídí hladinu tkáňových tekutin a udržuje iontovou rovnováhu. Sekrece mineralokortikoidů je ovlivňována koncentrací draslíku v krvi a hladinou sodíku a vody v extracelulární tekutině.

Androgeny produkované kůrou nadledvin nemají až takový význam, jako jejich sekrece v pohlavních žlázách. Poruchy tvorby těchto hormonů mohou způsobovat maskulinizaci u žen a feminizaci u mužů.

## HORMONY DŘENĚ NADLEDVIN

Buňky dřeně tvoří dva hormony - adrenalin a noradrenalin. Tyto hormony nejvíce ovlivňují svalovou vrstvu cév a myokard. Adrenalin vyvolává rozšíření cév (vasodilataci) a podporuje srdeční činnost (nejužívanější látka při kardiopulmonální resuscitaci). Noradrenalin vyvolává naopak zúžení cév (vasokonstrikci) a tím zvyšuje krevní tlak.

Oba hormony se také podílejí na tzv. poplachových reakcích organismu. K těm dochází, jestliže je člověk vystaven neobvyklé situaci. V takovém případě dojde k celkové reakci organismu, která má za cíl likvidaci nebo eliminaci následků takovéto situace.

Mezi žlázy s vnitřní sekrecí se řadí dále slinivka břišní (viz kapitola zažívací soustava) a pohlavní žlázy, které produkují pohlavní hormony. Jejich funkci si popíšeme v následujících kapitolách.



## SHRNUTÍ KAPITOLY

Humorální řízení organismu je složitý děj. Hormony v těle ovlivňují řadu procesů a jejich nadměrná nebo nedostatečná sekrece má vážné následky ve formě chronických a často doživotních onemocnění. Hormony produkují žlázy s vnitřní sekrecí. To znamená, že tyto žlázy nemají žádné vývody a své produkty předávají rovnou do krve. Cévní zásobení těchto žláz je tedy bohaté. Hlavní řídí jednotkou, která ovlivňuje i činnost ostatních žláz je hypotalamo-hypofyzární systém. Hormony tvořené a vyplavované tímto systémem ovlivňují nejen podřízené žlázy, ale celý organismus (růst, dospívání, cirkadiální rytmus atd). Mezi podřízené žlázy můžeme zařadit štítnou žlázu, která produkuje 3 zásadní hormony – T3, T4 a kalcitonin. Další jsou příštítná tělíska, která produkují hormon řídící vápníkové hospodaření. Nadledviny produkují řadu hormonů, které můžeme rozdělit podle místa jejich vzniku na hormony kůry a hormony dřeně nadledvin. V kůře se produkují tři typy hormonů – mineralokortikoidy, glukokortikoidy a androgeny. Hormony dřeně jsou adrenalin a noradrenalin. Mezi další žlázy s vnitřní sekrecí řadíme slinivku břišní, která produkuje ve svých Langerhansových ostrůvcích především inzulín. Tyto útvary však obsahují více buněk a ty dále produkují glukagon, somatostatin a gastrin. Pohlavní žlázy pak řídí dospívání, reprodukci a libido. Jde především o testosteron a estrogenery.



## 12 POHLAVNÍ ÚSTROJÍ

### RYCHLÝ NÁHLED KAPITOLY



Pohlavní ústrojí muže a ženy se značně odlišuje. Ženy jsou svou stavbou pohlavních orgánů a sekundárních pohlavních znaků předurčeny k těhotenství, porodu a péči o dítě. Tomuto schématu jsou přizpůsobeny i ženské pohlavní hormony. Muži své pohlavní orgány využívají k oplodnění ženy, jejich hormonální výbava je programuje primárně k boji a lovu. V následující kapitole se seznámíme nejen s anatómií pohlavního ústrojí, ale také s jeho hormonálními procesy.

### CÍLE KAPITOLY



Cílem kapitoly je:

- Seznámit se s anatómií pohlavních orgánů muže a ženy
- Porozumět menstruačnímu cyklu ženy a vzniku těhotenství
- Porozumět hormonálnímu řízení muže
- Seznámit se s sekundárními pohlavními znaky, které diferencují očividné rozdíly mezi mužem a ženou
- Umět popsat zhruba vývoj lidského plodu

### KLÍČOVÁ SLOVA KAPITOLY



Žena, muž, hormony, menstruační cyklus, těhotenství, sekundární pohlavní znaky

### 12.1 Reprodukce

Reprodukcí (rozmnožování) můžeme chápat jako děj, který vede k zachování a existenci druhu. Je podmínkou přežití každého živého organismu. K reprodukci slouží pohlavní orgány, které můžeme z funkčního hlediska rozdělit na tři skupiny.

První skupinu tvoří žlázy. Pohlavní žlázy (gonády) tvoří nejen žlázy s vnitřní sekrecí, které produkují pohlavní hormony, ale i žlázy s vnější sekrecí – ty produkují pohlavní buňky (vajíčka nebo spermie).

Druhou skupinou jsou vývody. Ty slouží k transportu pohlavních buněk, jejich oplodnění a následnému vývoji zárodku a plodu.

Přidatné žlázy potom tvoří třetí skupinu pohlavních orgánů. Jejich funkce spočívá v zabezpečení vhodného prostředí pro přežití pohlavních buněk a plodu a jejich transport.

Pohlaví jedince je určeno již při početí. Rozhodujícím faktorem jsou geny – respektive chromozomy. O pohlaví rozhoduje 23 chromozomální pár, označovaný písmeny X nebo Y. Ženy jsou vždy nositelkami chromozomu X. O pohlaví jedince tedy rozhoduje mužská pohlavní buňka. Ta může nést chromozom X i Y. Pokud mužská pohlavní buňka předá chromozom X začne se vyvíjet dívka, pokud Y život bude patřit chlapci.



### PRO ZÁJEMCE

Kromě pohlaví jsou na chromozomy vázány i některá genetická onemocnění. Co myslíte, že může být příčinou jejich vzniku?

---

## 12.2 Mužské pohlavní ústrojí

Než se z muže stane muž, je potřeba určitého vývoje. Pohlavní vývoj lze rozdělit do tří fází – období pohlavní nedospělosti, období dospívání a období pohlavní zralosti.

První období života – dětství – má typické znaky. Chybí zde přítomnost zralých pohlavních buněk (spermií). I pohlavní hormon testosteron se produkuje v malých dávkách. Je sice vytvořen penis a šourek, avšak tyto orgány mají typický dětský vzhled a rostou jen velmi pomalu. Období pohlavní nedospělosti končí okolo desátého roku života.

Období typické pro růst sekundárních pohlavních znaků a plynulý vývoj pohlavních žláz, začíná okolo 13. roku věku. Obnáší to zvětšování penisu, který je na konci puberty 9 – 12 cm dlouhý. Šourek ztrácí svůj typicky dětský tvar a nyní je volně zavěšen pod stydkou sponou. Celé tělo začíná dostávat typicky mužský tvar (široká ramena, válcovitý trup, dlouhé, svalnaté končetiny). Postupně se začínají rozvíjet i další sekundární pohlavní znaky, jako je ochlupení, růst vousů, přeměna hlasu. Výrazně se mění také psychika mladého muže. Opouští jej dětské projevy chování a nastává výrazná emocionální rozkolísanost, která koncem puberty také odeznívá. V závěru puberty se upevňují povahové rysy, vyhraňují názory a zájmy. I když produkce zralých pohlavních buněk začíná již okolo 15. roku věku (první ejakulace, často také poluce), nelze toto považovat za pohlavní zralost.

Období pohlavní zralosti nastává teprve v období okolo 20. roku věku. Na rozdíl od žen se nedá konec tohoto období jednoznačně určit, neboť řada mužů je schopna reprodukce i ve velice vysokém věku.

## 12.2.1 VNITŘNÍ POHLAVNÍ ÚSTROJÍ MUŽE

### VARLE

Varlata (testes) jsou párovou mužskou pohlavní žlázou. Tvarem připomínají vejce a váží okolo 18 – 25g. Varle rozdělujeme na čtyři části – horní pól a dolní pól a přední a zadní okraj. Varle je uloženo v šourku (scrotum). Zadní okraj směrem k hornímu pólu je překryt nadvarletem. Nadvarle je místem vstupu pro vyživující cévy varlete i odvodných cest varlete. Vývoj pohlavních žláz u plodu probíhá, nezávisle na pohlaví, v bederní oblasti. Před porodem je vývoj zpravidla ukončen, ale sestup pohlavních žláz do konečného umístění může probíhat ještě i krátce po porodu. U žen to není závažný problém, ale sestoupení varlat do šourku je rozhodující pro jeho budoucí funkci. Proto je nesmírně důležité pravidelně kontrolovat, zda je u novorozence chlapce vše na svém místě. Varle by mělo do šourku sestoupit nejpozději do jednoho roku věku. V opačném případě je ohrožena budoucí plodnost muže.

Varle je neúplně rozděleno na více než 250 lalůček. Ty jsou orientovány svouází směrem k povrchu varlete a vrcholky k hilu. Lalůčky obsahují 2 – 3 točité semenotvorné kanálky, jejichž délka dosahuje až 300m v jednom varleti. V těchto kanálcích (přesněji na jejich vnitřním povrchu) dochází k vývoji pohlavních buněk muže – spermií. Točité kanálky se postupně spojují do tubuli recti v hilu varlete. Ty jsou vzájemně propojeny, takže vytvářejí síť. Tato síť se dále postupně seskupuje v 10 – 20 širších kanálků, které vystupují do nadvarlete.

Procesu zrání spermií se říká spermiogeneze. Jde o poměrně složitý proces, jehož průběh je potřeba nastudovat z další literatury. Samotná spermie se skládá ze tří částí – hlavičky, těla a bičíku. V hlavičce spermie je uložena genetická informace (23 chromozomů, které se spojí s 23 chromozomy umístěnými ve vajíčku) a tzv. akrozom, což je malý váček vyplněný enzymy, které umožňují lepší průnik do vajíčka. Tělo spermie je energetickým systémem buňky a bičík slouží k pohybu spermie.

Mezi jednotlivými kanálky jsou ve vmezeřeném vazivu uloženy endokrinně aktivní Leydingovy buňky, které produkují testosteron.

### ÚKOL K ZAMYŠLENÍ



Zjistěte, jak testosteron ovlivňuje tělní procesy a zda je jeho produkce přítomna také u žen.

## NADVARLE

Nadvarle (epididymis) je protáhlý orgán trubicovitého tvaru, který je uložen na zadním okraji varlete. Anatomicky jej lze rozdělit na hlavu, tělo a ocas nadvarlete. Hlava nadvarlete leží na horním pólu varlete a po jeho zadním okraji sestupuje tělo a ocas. Ten ostrým ohbím přechází v chámovod.

Do hlavy nadvarlete vstupuje 18 – 20 kanálků z varlete, které se uvnitř formují v lalůčky. Kanálky lalůček se ze strany napojují do kanálku nadvarlete, který má vlnovitý průběh a je dlouhý až 6 m. V dolním pólu ostře přechází v chámovod.

## CHÁMOVOD

Chámovod (ductus deferens) je 35 – 40 cm dlouhá trubice se silnou a tuhou stěnou. Naléhá na ocas nadvarlete a pokračuje vzhůru do tříselného kanálu. Po průchodu tímto kanálem se chámovod stáčí po spodině velké pánve až k pánevnímu vchodu, kde kříží ureterus. V dalším průběhu vniká do malé pánve a po její zadoboční spodině míří k prostatě. Od místa, kde se kříží chámovod s močovodem do vstupu do prostaty je větovitě rozšířen. Do prostaty se levý i pravý chámovod zanořují v její střední rovině, kde se spojují se semennými váčky. Další průběh chámovodu je společný (ductus ejaculatorius). Po vstupu do močové trubice ústí na boku hrbolku ležícího na její zadní stěně. Dále pokračuje uretra a chámovod jako společný vývod až k jejich zevnímu ústí.

## SEMENNÉ VÁČKY

Semenné váčky (vesiculae seminales) jsou párovým orgánem hruškovitého tvaru o velikosti okolo 5 cm. Jsou uloženy zevně od rozšířených částí chámovodu. Vývod semenného váčku se spojuje s chámovodem a tím vzniká ductus ejaculatorius, jenž ústí do uretry. Uvnitř váčku se nachází kanálek, který je mnohonásobně stočený a poměrně široký (až 5 mm). Buňky, kterými je kanálek vystlán, produkují veliké množství alkalického sekretu. Tento sekret představuje až 80% množství ejakulátu. Jeho silně alkalické prostředí neutralizuje kyselé prostředí pochvy, čímž nejen chrání spermie, ale také napomáhá jejich pohybu.

## PROSTATA

Prostata je přídatná pohlavní žláza, která je důležitou součástí reprodukčního systému. Váží 15 – 20 gramů, rozměry prostaty jsou 4 cm na šířku, bývá 3,5 cm vysoká a délka se pohybuje okolo 2cm. Má červenošedou barvu. Prostata se velikostí a tvarem podobá jedlému kaštanu, popsát na ni můžeme bázi a hrot, přičemž báze směřuje nahoru k močovému měchýři, hrot prostaty sahá k perineální membráně (diaphragma urogenitale). Zde vstupuje do prostaty močová trubice a prochází přes ni, jako prostatická část močové tru-

bice. Do zadní strany prostaty vstupují vývody semenných váčků, které ústí do močové trubice. Nachází se v malé pánvi před konečníkem a pod močovým měchýřem, proto je hmatatelná při vyšetření per rektum. Kruhovitě obepíná začátek močové trubice. Boční strany prostaty se dotýkají pánevního dna. Předstojná žláza je obalena pouzdrzem z pojivové tkáně. Tkáň prostaty je tvořena ze dvou složek- základ tvoří tzv. fibromuskulární stroma- jedná se o tkáň hustou, pojivovou s příměsí hladké svaloviny, v ní se nacházejí tubuloalveolární žlázy, kterých je 30 až 50. Žlázy tvoří prostatický sekret, který je vypuzován do močové trubice v průběhu ejakulace. Každá žláza má vlastní vývod, který ústí do uretry. Výměšky prostaty jsou důležité pro výživu a pohyb spermií.

Prostata má tři zóny, nejrozsáhlejší zónou je periferní zóna, 70% objemu tvoří žlázy. Centrální (vnitřní) zóna tvoří objem prostaty z 25%, nalezneme zde podslizniční žlázy. Přejímová zóna je nejméně rozsáhlá, tvoří 5% objemu prostaty, v pozdním věku může z důvodu hyperplazie žláz, které se nacházejí v přejímové zóně, dojít k benigní hypertrofii prostaty.

## 12.2.2 ZEVNÍ POHLAVNÍ ÚSTROJÍ MUŽE

### Pyj

Pyj (penis) je kopulační orgán válcovitého tvaru. V klidovém stavu je volně visící směrem k zemi. Při erekci (ztopoření) ční dopředu a lehce vzhůru. Rozměry penisu se také odvíjí od stavu, ve kterém se nachází. V klidu měří 9 – 12 cm, ztopořený dosahuje délky až 18 cm. Penis lze rozdělit na kořen a tělo penisu. Na konci je penis rozšířen v žalud (glans penis), na jehož vrcholu ústí močová trubice. Žalud penisu je překryt kožní řasou – předkožkou (preaputium penis). Předkožka je k penisu fixována uzdičkou, která je uložena pod zevním ústím močové trubice.

Penis pokrývá tenká, pigmentovaná a dobře pohyblivá kůže. Na žaludu penisu je kůže ultratenká a pevně přirostlá k penisu. Je tedy zcela nepohyblivá a má charakter sliznice. Kůže předkožky obsahuje žlázy, které produkují maz (smegma praeputii). Podkladem penisu jsou topořivá tělíska, která se párují. Je zde uloženo také jedno nepárové topořivé těleso, které obaluje větší část močové trubice. Topořivá tělesa jsou pokryta hutnou vazivovou vrstvou, která se směrem dovnitř rozbíhá do vazivových trámčů, které vytvářejí labyrint dutinek vystlaných endotelem. Při erekci je do těchto dutinek pod tlakem vtláána krev. Krev se zde dostává z arteria profunda penis, která prochází každým topořivým tělesem. Nepárové topořivé těleso, které obaluje uretru, je při erekci také naplněno krví, ale tlak v něm není tak silný, aby nedošlo k zaškrcení močové trubice – to by znemožnilo ejakulaci.

## ŠOUREK

Šourek (scrotum) je kožní vak mající tvar hrušky. Jsou v něm uložena varlata. Středem šourku probíhá přepážka tvořena vazivem, která rozděluje scrotum na dvě poloviny – každá pro jedno varle.

### 12.3 Pohlavní ústrojí ženy

Pohlavní ústrojí ženy je oproti tomu mužskému o něco složitější. Kromě reprodukce – schopnosti rozmnožovat se, zajišťuje ještě další fáze tohoto procesu – fertilizace a gesta-ce.

Fertilizace je proces, během něhož dojde k oplodnění vajíčka spermií. Gestace je doba, po kterou se oplozené vajíčko, zárodek a plod vyvíjí v děloze ženy. Je ukončena porodem. Kromě těchto dvou pochodů zajišťuje pohlavní systém ženy tvorbu, dělení a vývoj pohlavních buněk, jejich transport, zabezpečuje výživu a vhodné prostředí pro vývoj plodu, část pohlavních orgánů slouží také jako porodní cesty. Stejně jako mužské pohlavní orgány i ty ženské produkují hormony. U žen je toto endokrinní působení složitější, protože produkuje hormony nejen během celého reprodukčního období, ale speciální hormony pomáhají udržet těhotenství a některé se vytvářejí jen v určité fázi menstruačního cyklu.

Pohlavní vývoj ženy se také dělí na více etap. Stejně jako muži ženy procházejí obdobím pohlavní nezralosti, obdobím dospívání a obdobím pohlavní zralosti. Ženy navíc procházejí složitým obdobím, které se nazývá přechod (klimakterium). V tomto období dochází ke ztrátě schopnosti se rozmnožovat.

Dívky se rodí asi s 2 000 000 folikuly, ve kterých se nachází vajíčka. Jejich vývoj je však v průběhu dětství zastaven. Do doby, než je vývoj pohlavních buněk obnoven, zanikne velká část folikulů. Na začátku puberty je jich asi 400 000. I během puberty však dochází k jejich vstřebávání. Během života ženy jich dozraje asi něco okolo 450. Folikul je malý kulovitý útvar s neúplně diferencovanou stěnou, ve kterém dochází k zrání pohlavní buňky. Konec dětství a začátek puberty je značně individuální. Puberta začíná okolo 11. – 15. roku života. Prepubertální období začíná již okolo 9 let. V tomto období většina dívek předroste své mužské protějšky. Rozdíl ve výšce a stupni vývoje je patrný téměř až do konce puberty.

Základní pubertální vývoj dívek trvá asi dva roky. Typické je mírné zpomalení růstu před jejím započítím následované rychlým délkovým růstem, které je provázeno typickým ukládáním tuku v oblasti ramen a hýždí. Začíná se vyvíjet prsní žláza a začínají růst i pohlavní orgány. Zejména děloha. Dívka začíná dostávat tvar typicky ženský. Zaoblenější boky, prsa ční dopředu a pas užší než ramena a boky, začíná také růst ochlupení, které se na rozdíl od mužského, lokalizuje prakticky jen na pohlavní orgány a podpaží. Ve vaječnicích začínají dozrávat vajíčka. Okolo 13. roku věku se vytváří tzv. Graafův folikul,

ve kterém dozrálo vajíčko, ten praskne, vajíčko se uvolní a dívka dostane první menstruaci. V tomto období vaječníky přebírají téměř veškerou produkci pohlavních hormonů – estrogenů a progesteronu, to urychluje další vývoj sekundárních pohlavních znaků.

Období dospělosti u dívek začíná okolo 18. roku, kdy se zastavuje růst a vývoj pohlavních orgánů a znaků (u chlapců je to až okolo 20. roku – výškový a vývojový rozdíl tedy chlapci doženou). Na rozdíl od mužů je ale toto období věkově omezeno, protože reprodukční schopnost ženy je věkově omezena. V tomto období jsou pohlavní orgány v plné funkci a schopnost otěhotnět je řízena dvěma měsíčními cykly – ovulačním a menstruačním. Okolo 45 – 50 roku toto období končí a nastává období pohlavního klidu – klimakterium.

Nejvýraznější změnou v období klimakteria je postupná zástava menstruačního cyklu. To je zprvu doprovázeno nepravidelností cyklů až jejich úplného vymezení. To je důsledkem zástavy dozrávání a uvolňování pohlavních buněk. Na poměrně prudký pokles estrogenů reaguje hypofýza zvýšenou produkcí gonadotropinu, který tvorbu estrogenu podporuje. To je doprovázeno typickými příznaky – návaly horka, bolesti hlavy, mírná deprese, závratě. Činnost hypofýzy je však pouze dočasná a tyto příznaky postupně vymizí. V tomto období je ukončena reprodukční fáze života ženy, nezářídka v ní dochází k útlumu sexuálního chování.

### **12.3.1 VNITŘNÍ POHLAVNÍ ÚSTROJÍ ŽENY**

#### **VAJEČNÍK**

Vaječník (ovarium) je párovým ženským pohlavním orgánem, ve kterém dochází k tvorbě, skladování a dozrávání pohlavních buněk (vajíček – oocytů). Ovaria mají vejčitý tvar a poměrně tuhou strukturu. Nachází se v malé pánvi. Tvar a vzhled vaječníků se věkem značně mění. U dívek v pubertě a těsně po ní je hladký a narůžovělý, váží okolo 10g. S postupem věku se povrch vaječníků svažuje a po klimakteriu je zcela svažtělý a o poznání menší. Na ovariu rozlišujeme kůru a dřev. V dřevu ovaria se nacházejí hustá síť vazivových vláken (stroma ovarii) s ojedinělými buňkami hladké svaloviny. Je bohatá na krevní a lymfatické zásobení a nervová vlákna. Kůra ovarii obsahuje různé typy folikulů (v různé fázi vývoje), které obsahují vajíčka. Folikuly procházejí vývojem. V dětství jsou nejpočetnější jednovrstevné primordiální folikuly obsahující nezralá vajíčka. Postupně dozrávající folikul prochází tvorbou vícevrstvé membrány primárním a sekundárním vývojem. Sekundární folikuly dozrávají ve vezikulární váček (Graafův folikul).

Zrání Graafova folikulu probíhá ve třech fázích – vaječná transformace (redukce chromozomů), vývoj stěny váčku a další růst za vzniku dutiny váčku. Celý proces zrání trvá zhruba 28 dní (+2 dny) a říká se mu ovulační cyklus. Moment, kdy váček praskne a je z něj uvolněno vajíčko, se nazývá ovulace. K té dochází zhruba 14 den menstruačního cyklu (ten bude popsán později). Po prasknutí folikulu dojde po 3 – 4 dnech k slepení jeho stěn a vzniká tak tzv. žluté tělísko. Toto tělísko začíná produkovat hormon progesteron.

ron. V případě oplození vajíčka si žluté tělísko zachovává svou aktivitu až do 4. měsíce těhotenství – hormony, které vyplavuje, se podílí na udržování těhotenství. Poté je jeho funkce nahrazena placentou. Pokud k oplodnění nedojde, žluté tělísko se mění v bílé tělísko, které se postupně přemění v jizvu. Bílé tělísko již nevykazuje žádnou hormonální aktivitu.

## **VEJCOVOD**

Vejcovod (salpinx) je orgán trubicovitého tvaru nacházející se po obou stranách dělohy (jde tedy o párový orgán). Průměr vejcovodu se v jeho průběhu značně mění. Nejšíší je v jeho břišním konci (část přiblížena vaječníkům), kde má v průměru až 4 mm. Naopak nejuzší část je při ústí do dělohy (okolo 1mm). Jeho začátek popisujeme v břišním ústí nad vaječníkem, kde se otevírá volně do břišní dutiny. Ústí vejcovodu je opatřeno velkým množstvím slizničních výběžků – třásní. Tento útvar evokuje mořskou sasanku. Třáseň, která je nejdelší a dosahuje až k mediálnímu pólu vaječníku, se nazývá fimbria ovarica. Ta se před ovulací značně překrývá, napíná a přiléhá k místu, kde dozrává Graafův folikul. Za břišním ústím se vejcovod ampulárně rozšiřuje a plynule přechází k děložnímu rohu, kdy se v průběhu vnitřní lumen snižuje.

Vnitřní vrstva vejcovodu je vystlána sliznicí s řasinkovým epitelem. Řasinky kmitají směrem k děloze a pomáhají tak transportu oocytů. Mezi řasinkami jsou četné sekreční buňky, které produkují řídký hlen, který povléká povrch sliznice. Sliznice vejcovodu se skládá v řasy a ty zase v řasy nižšího řádu. Vzniká tak labyrint mikroskopických štěrbin. Toto morfologické uspořádání brání postupu infekce do dutiny břišní, ale zároveň napomáhá pohybu spermií směrem k abdominálnímu ústí. Vejcovod má navíc poměrně silnou vrstvu hladké svaloviny, která umožňuje peristaltické pohyby. Vejcovod je místem, ve kterém dochází k oplodnění vajíčka. Tekutina obsažená ve vejcovodu má nutriční význam pro vyvíjející se zárodek. Vlivem srůstů může tedy dojít k situaci, kdy je vajíčko oplodněno, avšak nemůže se dostat do dělohy. Uhnízdí se tedy v sliznici vejcovodu, což způsobí mimoděložní těhotenství. To je životu nebezpečná situace, neboť při přehlédnutí tohoto stavu dojde k masivnímu krvácení do dutiny břišní.

## **OPLOZENÍ**

Lidské vajíčko je největší buňkou v těle. Má poloviční výbavu chromozomů – jejich konečné dělení je ale dokončeno až po oplození vajíčka spermií. K oplození dochází v břišním konci vaječníku. Ejakulát (průměrné množství 2 – 3 ml) obsahuje až 350 000 000 spermií. Pokud jejich počet klesne pod 10 000 000 na 1 ml, je muž neschopen oplodnit vajíčko (je sterilní). Toto množství spermií je nutné k oplodnění jediného vajíčka, přičemž samotného oplodnění (vniknutí spermie do vajíčka) se děje pouze jedinou spermií. Ostatní spermie jsou důležité především kvůli uvolňování enzymů z akrozomů, které narušují ochrannou vrstvu vajíčka. Proniknutí spermie do vajíčka se děje většinou v ampuli vejcovodu. Vajíčko je do vejcovodu nasáto i s tekutinou z prasklého folikulu. Ve vejcovodu je vajíčko posouváno vlivem hladké svaloviny vejco-



vodu a pohybu řasinek jeho sliznice. Po ovulaci je možné oplodnit vajíčko ještě asi jen 12 h. Po uplynutí této doby dochází k jeho rozpadu a vstřebání sliznicí vejcovodu. Spermie po vniknutí do pohlavního ústrojí ženy jsou schopné oplodnit vajíčko do 30h. Tím se doba možného oplodnění zvyšuje na 2 – 3 dny menstruačního cyklu ženy.

Po narušení stěny vajíčka enzymy uvolňovanými akrozomy stovek spermií, proniká dovnitř buňky jediná spermie. Obal vajíčka se uzavírá okamžitě potom, co do něj vnikne hlavička a tělo spermie – bičík je odhazován. Spojením mužské a ženské pohlavní buňky vzniká útvar nazývaný zygota. Po oplození dochází ke spojení obou chromozomálních sad a vznikne genom člověka – 23 párů chromozomů. Dělením zygoty vznikají první dvě buňky budoucího života. Toto dělení probíhá ještě ve vejcovodu ženy. Zhruba 4. – 5. den má zárodek již 16 buněk a vniká do dělohy. Zde pak probíhá jeho další vývoj až do porodu.

## DĚLOHA

Děloha (uterus) je dutý silnostěnný orgán, jehož primární funkcí je implantace zárodku a tvorba vhodného prostředí pro jeho další vývoj. Tvarem děloha připomíná hrušku. Na děloze lze popsat děložní tělo, vzhůru se vyklenující děložní dno a děložní hrdlo. To lze rozdělit ještě na dva oddíly – část ležící nad pochvou a část nacházející se v pochvě (děložní čípek – cervix uterii). Stěny děložní dutiny u netěhotné ženy na sebe naléhají. V děložních rozích ústí do její dutiny vejcovody.

Během těhotenství děloha překonává mnohé tvarové a především velikostní změny. Po porodu se zase zmenšuje, avšak nikdy už do původní velikosti – stejně tak ani cévy, které dělohu a placentu během těhotenství zásobovaly. Stejně tak ústí dělohy do pochvy. U žen, které ještě nerodily, má kruhovitý tvar. Během porodu se však musí hrdlo maximálně otevřít. Po jeho uzavření má však již tvar příčné štěrbin. Děloha je uložena za močovými měchýřem před konečníkem. Během těhotenství se děloha sice zvětšuje, ale nemění tak výrazně svou hmotnost. Z toho vyplývá, že stěna dělohy se ztenčuje. Při porodu směřují stahy dělohy od děložního dna (nyní uloženého až těsně pod žebry) směrem dolů k brance porodní (děložní hrdlo). Samotné stahy dělohy, ač jsou mohutné, k vypuzení plodu nestačí. Vždy je nutné použít aktivní břišní lis. Děložní hrdlo je po dobu celého těhotenství pevně uzavřeno a jeho ústí je ucpáno tzv. hlenovou zátkou. Odchod hlenové zátky naznačuje brzký příchod porodu. Během porodu se děložní hrdlo zkracuje, jakmile děložní hrdlo zanikne, začne se otevírat tzv. děložní branka. V závěru porodu – při vypuzování plodu z dělohy je porodní branka zcela zaniknutá. Hranice mezi pochvou a dělohou je neurčitelná. Vzniká tak porodní kanál, kterým je plod vypuzen z těla matky.

Vnitřní vrstvu dělohy tvoří děložní sliznice (endometrium). Sliznice je měkká a kyprá, směrem ke krčku se zhušťuje. Sliznice je tvořena cylindrickým epitelem s řasinkami a množstvím žláz, které zasahují až do svalové vrstvy dělohy (myometriu). Během období dospělosti prodělává sliznice dělohy cyklické změny (zhruba 28 dní). Tomuto cyklu se říká menstruační a začíná prvním dnem menstruace – začíná se odlučovat sliznice endo-

metria a dochází ke krvácení. Po jejím odloučení se sliznice dělohy začne rychle regenerovat. Pokud nedojde k oplodnění vajíčka a jeho uchycení ve sliznici, celý cyklus se opakuje. Ovulace nastává zhruba v polovině menstruačního cyklu (tedy 14 dní od začátku menstruace). V tomto období je děložní sliznice připravena k implantaci zárodku. Pokud oplodněné vajíčko přichází do dělohy před touto fází, není možné jeho uhnízdění a dochází k jeho odumření. Stejně tak může nastat situace, kdy dojde k ovulaci se zpožděním – děložní sliznice je již přezrálá. Ani v této fázi již není možné uhnízdění embrya.

## **POCHVA**

Pochva (vagina) je kopulačním orgánem ženy. Má válcovitý tvar a velikost asi 8 – 10 cm. Při porodu se mění na porodní kanál. Elasticita pochvy je tedy značná, protože při klidovém stavu její stěny na sebe naléhají a při porodu tudý projde celý plod, jehož hlavička je svou velikostí podobna žlutému melounu. Vagina je uložena v malé pánvi pod dělohou. V horní části jejího průběhu na ni zepředu naléhá dno močového měchýře a v předním průběhu probíhá močová trubice. Vzadu za pochvou je přítomen konečník, který je od pochvy oddělen vrstvou zahuštěného vaziva. Svým horním koncem pochva obepíná děložní čípek a vybíhá okolo něj v poševní klenbu. Dolním koncem pochvy je vstup poševní, který se otevírá mezi malými stydkými pysky. Poševní vchod až do prvního pohlavního styku kryje tenká slizniční řasa (panenská blána – hymen). V hymen je vždy různě veliký oválný průchod, který umožňuje odtok menstruační krve. Prvním pohlavním stykem je hymen přetržen a porodem je zcela potrhán.

Sliznice dělohy je pokryta mnohvrstevnatým dláždíčovým epitelem. Sliznice je v klidu růžová, zarudlá až červenofialová je při pohlavním vzrušení a menstruaci. Poševní sliznice nemá žádné žlázy a neprodukuje proto žádný sekret. Hlen, který sliznici zvlhčuje a podmiňuje její kluzkost pochází z dělohy a menší množství z transsudátu cévních pletení, které pochvu obklopují.

### **12.3.2 ZEVNÍ POHLAVNÍ ÚSTROJÍ ŽENY**

#### **VELKÉ STYDKÉ PYSKY**

Velké stydké pysky (labia majori pudendi) jsou sagitálně orientované kožní valy, které začínají před symfýzou z nepárového tukového polštáře. Měří okolo 8 cm a jsou široké do 3 cm. Tvořeny jsou tukovým vazivem. Směrem dozadu se stydké pysky spojují za poševním vchodem. Velké stydké pysky na sebe naléhají a vytvářejí úzkou šterbinu. Pokud dojde k roztažení dolních končetin, dojde také k roztažení velkých stydkých pysků a k odhalení vnějších rodidel. V pubertě kůže stydkých pysků začíná porůstat chlupy.

#### **MALÉ STYDKÉ PYSKY**

Malé stydké pysky (labia minora pudendi) jsou kožní řasy uložené na vnitřní straně velkých pysků. Měří okolo 4 cm a široké jen 0,5 cm. Mají vzhled různě velikých kožních

řas. Horní ramena malých stydkých pysků obepínají poštváček. Před jeho přední stěnou se spojují a vytvářejí předkožku. Ve svém průběhu ohraničují poševní vchod a za ním splývají s povrchem velkých stydkých pysků. Malé stydké pysky mají vzhled sliznice a neporůstají chlupy. Mají velké množství žláz, které produkují maz.

### POŠEVNÍ PŘEDSÍŇ

Jde o malou štěrbinu mezi malými stydkými pysky, do které ústí pochva. Její tvar se liší tím, o jaké vývojové stádium ženy jde – zda o pannu, nerodičku, rodičku či starší ženu.

### POŠTĚVÁČEK

Poštváček (clitoris) topořivé tělísko zevního genitálu ženy. Vypadá jako hrbolek s výraznou sítí kapilár. Při sexuálním vzrušení dochází k jeho překrvení a ztopoření. Stavba poštváčku je prakticky stejná jako stavba topořivých těles penisu.

### HRÁZ

Hráz (perineum) je prostor mezi zadním spojením stydkých pysků a análním otvorem. Hráz je potažena tenkou a výrazně pigmentovanou kůží. Ve střední čáře na lze pozorovat šev. Podkladem hráze jsou svaly hráze, které lze rozdělit do dvou skupin – vlastní svaly hráze a svaly pánevního dna.

## SAMOSTATNÝ ÚKOL



Porod je samostatnou fyziologickou kapitolou těhotenství, která má svá anatomická i hormonální specifika. Vaším úkolem je naučit se popsat průběh porodu jak z fyziologického hlediska, tak i z anatomických poměrů.

### 12.3.3 TĚHOTENSTVÍ

Normální délka těhotenství je 282 dní počítáno od 1. dne poslední menstruace. Za do-  
nošený plod se považuje plod porozený v 39. - 42. týdnu těhotenství. Počátek těhotenství  
ovlivňují hormony produkované vaječníky. Estrogen je produkován zralým Graafovým  
folikulem, později je produkce zajištěna z placenty. Estrogen udržuje těhotenství a ovliv-  
ňuje uvolnění pánevních vazů. Progesteron je produkován žlutým tělískem a jeho produk-  
ce narůstá v období těhotenství. Progesteron udržuje děložní sliznici, brání vlivu oxytoci-  
nu a dalšímu zrání Graafova folikulu. Choriový gonadotropin je produkován v choriu po  
oplození. Jeho funkce spočívá v prodloužení funkční aktivity žlutého tělíska. Oxytocin,

vyplavovaný z neurohypofýzy, ovlivňuje stahy dělohy a stahy epitelových buněk prsní žlázy.

Po doputování oplodněného vajíčka (zygoty) do dělohy dochází k jeho uhnízdění (okolo 12. dne po oplodnění). Zygota se v tomto okamžiku dělí na dva různé oddíly. Z jednoho se začíná vyvíjet placenta a plodové obaly, z druhého se vytvoří žloutkový váček, ze kterého se začne vyvíjet embryo.

### PLACENTA

Placenta má rychlý vývoj. V 5. měsíci má definitivní podobu a strukturu a přebírá endokrinní činnost žlutého tělíska. Váží okolo 500-600 g a tloušťka se pohybuje v rozmezí 2-3cm. Lze ji rozdělit na dvě části – plodovou a mateřskou.

Funkce placenty spočívá v zajišťování výměny krevních plynů – zastupuje dýchací soustavu plodu, zajišťuje výživu plodu, zprostředkovává předávání škodlivin látkové přeměny, tvoří bariéru mezi plodem a matkou, patří mezi žlázy s vnitřní sekrecí – produkuje hormony řídící průběh těhotenství a je zásobárnou živin (např. vitamínů).

### VÝVOJ PLODU

V prvním měsíci těhotenství plod nemá vzhled (žaberní rýhy a oblouky), nastává tzv. rýhování - tvoří se základ očí, uší, nosu, ploutviček. Ve druhém měsíci se plod začíná podobat člověku, jsou vytvořeny základy všech orgánů a končí embryonální období. Od konce 2. měsíce začíná tlouct srdce. Třetí měsíc je vytvořen „plod“ a končí konfigurace obličejů, na končetinách se objevují nehty a jde již odlišit mužský a ženský typ organismu. Ve čtvrtém měsíci se plod již celkově podobá člověku. Od pátého měsíce se plod aktivně pohybuje, jsou slyšitelné srdeční ozvy, rostou vlasy a nehty. Svráštělá kůže s velmi nízkou tukovou vrstvou je typická pro šestý a sedmý měsíc vývoje. V osmém měsíci se začíná ukládat tuk, kůže se tím vyhlazuje, záhyby vyrovnávají. U chlapců začíná sestup varlat. V devátém měsíci je kůže již vyhlazená, varlata jsou v šourku, jsou dorostlé nehty a vlasy. Koncem tohoto měsíce je již vše vyvinuto a může nastat porod.



### ÚKOL K ZAMYŠLENÍ

Ke správnému vývoji plodu je nutná jeho adekvátní výživa a zásobení kyslíkem. Způsob, jakým je plod vyživován matkou, je předmětem vašeho úkolu k zamyšlení.



### SHRNUTÍ KAPITOLY

Mužský a ženský pohlavní systém zajišťuje reprodukci. Řada orgánů tohoto systému má sdružené funkce. Žlázy nejen produkují pohlavní buňky – u mužů spermie, jejichž

producentem jsou varlata, u žen vajíčka, které se vytvářejí ve folikulech vaječnicků – ale také endokrinní funkci. U mužů je pohlavními žlázami produkován testosteron, u žen řada hormonů, které ovlivňují menstruační cyklus, podmiňují vznik těhotenství, podílí se na jeho správném průběhu, porodu a následně mají vliv na mateřské chování ženy. Pohlavní orgány lze u obou pohlaví rozdělit na vnitřní a vnější. U mužů pohlavní ústrojí částečně sdílí část močového ústrojí. Podmínkou reprodukce je splynutí dvou pohlavních buněk – vajíčka a spermie. To je podmíněno sexuálním stykem. Ke kopulaci je potřeba dosáhnout erekce, kterou zajišťují topořivá tělesa v penisu. Drážděním citlivých nervových zakončení v žaludu penisu následně dojde k reflexnímu vyloučení ejakulátu, který obsahuje 90% tekutiny ze semenných váčků a prostaty a je v něm obsaženo až 350 milionů spermií. Ačkoliv k oplodnění vajíčka dojde pouze jednou spermií, je potřeba jejich počtu v ejakulátu vysoká. Pokud klesne pod 10 milionů na 1 ml ejakulátu, je muž neschopen oplodnit ženu. Oplodněné vajíčko se vejcovody dostává do dělohy ženy, kde se zhruba 12. den po oplodnění uhnízdí a dále vyvíjí. Pokud k oplodnění vajíčka nedojde, žena dokončí menstruační cyklus a začne menstruovat.

---

## 13 KŮŽE A MLÉČNÁ ŽLÁZA



### RYCHLÝ NÁHLED KAPITOLY

Kůže je rozměrově největším orgánem lidského těla a plní řadu funkcí. V kapitole kůže se seznámíme s její anatomií a funkcemi, které kůže zastává. Současně v kapitole probereme anatomii a fyziologii prsní žlázy.

---



### CÍLE KAPITOLY

Cílem kapitoly je:

- Seznámit se anatomií kůže
  - Porozumět fyziologii kůže, zejména její regeneraci
  - Umět vysvětlit v čem spočívají jednotlivé funkce kůže
- 



### KLÍČOVÁ SLOVA KAPITOLY

Kůže, podkožní vazivo, škára, chlup, vlas, pot

---

### 13.1 Anatomie kůže

Kůže (cutis) tvoří celistvý kryt těla. Plocha kůže je asi 1,7 – 2 m<sup>2</sup>. Tloušťka kůže se v různých oblastech značně liší. Rozmezí je od 0,5 mm až po 4 mm. Hmotnost kůže je asi 3 kg bez tukové tkáně. S podkožním vazivem s vysokým obsahem tuku se hmotnost kůže může vyšplhat až na 25 kg.

Kůži lze popisovat ve dvou funkčních vrstvách. Horní pokožku a dolní škáru. Pod kůží se na většině plochy těla nachází podkožní vazivo.

Pokožka (epidermis) je tvořena několikavrstvným epitelem tvořeným plochými buňkami. Hlubší vrstvy buněk si zachovávají schopnost dělení a doplňují tak odumřelé buňky, které se z povrchu pokožky odlupují. Epidermis nemá cévní zásobení, v hlubších

vrstvách se však nachází nervová zakončení, která umožňují vnímání (čítí) bolesti. V místech, kde je kůže výrazně zatížena, dochází k zesílení rohovější vrstvy – plosky nohou, paty, kůže na dlaních, případně dávají za vznik mozolům.

Škáru (dermis) tvoří vazivová tkáň tloušťky několika milimetrů. Je bohatě prostoupena sítí kapilár, která ji přímo vyživují a difúzí také vyživují pokožku. Ve škáře jsou přítomny četné nervové zakončení, specializovaná hmatová tělíska a termoreceptory. Další složku škáry tvoří mazové žlázy, které ústí do vlasových pochev. Elastická vlákna škáry mapují zatížení kůže v dané oblasti. Tyto vlákna zajišťují pružnost, roztažitelnost, pevnost a štěpitelnost kůže v určitých směrech. Znalost těchto směrů je důležitá při chirurgických incizích. Škára vybíhá oproti pokožce řadou výběžků, která na povrchu kůže vytvářejí vyvýšeniny – hmatové lišty. Nejpatrnější jsou na konečcích prstů. Vytvářejí tzv. otisky prstů, které se po celý život nemění a každý člověk má jinou architekturu – to má význam v kriminalistice, kdy se dá spolehlivě podle otisků prstů určit pachatel trestného činu.

Podkožní vazivo (cutis) je tvořeno sítěmi kolagenních a elastických vláken. Mezi těmito vlákny jsou roztroušeny vazivové buňky. V podkoží je veliký prostor pro ukládání tukových kapének a může tak sloužit jako ohromná zásobárna tuku. Podkožním vazivem je kůže na některých místech fixována ke spodině, kterou můžou tvořit svaly, fascie nebo kosti.

### **KOŽNÍ ŽLÁZY A PŘÍDATNÉ KOŽNÍ ORGÁNY**

V podkožním vazivu se nachází četné potní žlázy, které procházejí škárou a ústí na povrchu pokožky. Svou funkcí jsou podobné ledvinám. Největší počet potních žláz je na dlaních, ploskách nohou a ve středu zad. Naopak se vůbec nevyskytují na rtech nebo na glans penis. V podpaží a v oblasti genitálu se nacházejí modifikované sexuální žlázy, které produkují aromatické látky (feromony).

Do vlasových pochev ústí mazové žlázy. Mazové žlázy obsahují buňky, které se při tvorbě mazu zcela rozpadají a odcházejí ven společně s mazem. Po vyprázdnění žlázy se začnou tvořit nové buňky tvořící maz. Maz je tukovitá látka, která po obalení chlupu nebo vlasu vytváří nesmáčivý ochranný povrch.

Jako rohovější vrstvy pokožky lze chápat nehty (unguis). Nehet vyrůstá z buněk nehtového lůžka. Vazivovými proužky je nehet pevně připevněn ke spodině – okostici prstových článků.

Přidatné kožní orgány jsou vlasy (capilli) a chlupy (pilli). Kožní adnexa vyrůstají z vlasové cibulky. Ta nasedá na bradavku z výběžku podkožního vaziva s kapilární kličkou. V cibulce jsou přítomny zárodečné buňky, z nichž vlas či chlup vyrůstá. Vlas se skládá z vlasové kůry a dřene. V kůře vlasu jsou obsaženy pigmentové buňky. Ten určuje barvu a odstín vlasu. Zhruba do poloviny vlasové pochvy se upíná drobný hladký sval. Ten začíná ve škáře. Kontrakcí toho svalu dochází k vzpřímení chlupu či vlasu. Tyto svaly u některých typů ochlupení chybí – obočí, řasy, vousy, či pohlavní ochlupení.

## 13.2 Anatomie prsní žlázy

Mléčná žláza (glandula mammaria) je žláza tvořící podklad prsu dospělé ženy. Svým původem jde o kožní žlázu, proto se o ní zmiňujeme v souvislosti s kožním systémem. Mléčná žláza se významně rozvíjí teprve v pubertě. Maximální rozvoj však prodělává až v těhotenství a především po porodu.

Žláza je tvořena asi 20 laloky, které jsou uloženy v tukovém polštáři. Každý lalok ústí ve vývod (mlékovod). Mlékovody se sbíhají všechny k prsní bradavce, kde na jejím povrchu vyústí. Prsní bradavku tvoří snopce hladké svaloviny, které přechází i do okolí bradavky a tvoří podklad prsního dvorce. Kůže, kterou jsou dvorci i bradavky pokryty jsou silně pigmentovány a obsahují četné mazové žlázy, které mají význam při kojení.

Samotný prs je tvořen prsní žlázou, tukovým polštářem (ten určuje velikost a tvar prsu) a je uložen na přední straně hrudníku. Jeho tvar ani velikost nemá žádný vliv na schopnost laktace.



### ÚKOL K ZAMYŠLENÍ

Spouštění laktace je složitý hormonálně podmíněný proces. Kdy se začíná v mléčné žláze tvořit mléko a za jak dlouho tvorba mléka ustupuje?

---

## 13.3 Inervace kůže

Vzhledem k základním funkcím kůže (senzitivní a termoregulační) je v kůži přítomno bohaté nervové zásobení. V kůži se nachází několik typů nervových zakončení.

- Volná nervová zakončení – nemyelizované nervové vlákno je volně končící ve škáře. Má za následek vnímání bolesti, chladu a tepla
- Merkelovo zakončení – nervové zakončení, které je v kontaktu s Merkelovou buňkou v epidermis. Jde o nízkoprahové mechanoreceptory
- Opouzdřená zakončení – nervové vlákno je obaleno vazivovými vlákny. Řadíme zde Ruffiniho tělísko – nízkoprahové receptory. A svalová a šlachová věténka.
- Zakončení s nakupením schwannových buněk – bezmyelinová vlákna, která jsou zanořena ve skupince schwannových buněk – vnímání dotyku a tlaku
- Tělíska s vnitřním sloupcem – bezmyelinové nervové zakončení, které je obklopeno tzv. vnitřním sloupcem lamel schwannových buněk – vnímání vibrací



## 13.4 Bariérové vlastnosti kůže

Bariérovou funkci kůže podmiňují tři komponenty – ochranný film, rohová vrstva a zbytkové vrstvy.

Ochranný film je tvořen látkami tukové povahy. Ty pocházejí jednak z mazových žlázek, jednak z tuků produkovaných buňkami pokožky. Na ochranném filmu se také podílí látky, které vznikají dělením a rozpadem kožních buněk a látky obsažené v potu. Emulze, která je směsí těchto látek tvořena, pokrývá povrch celé kůže a snižuje tak její smáčivost.

Rohová vrstva je tvořena několika vrstvami keratinocytů. Buňky jsou přiloženy poměrně blízko k sobě a mezibuněčný prostor je vyplněn tukovými látkami.

Zbytkové vrstvy kůže se na bariéře podílí nejméně.

Kůže je zásobárnou vody. Svou schopností vstřebávat a bobtnat je schopna do organismu uvolňovat velké množství tekutiny. Kůže se také významně podílí na termoregulaci. To je umožněno její bohatou cévní zásobárnou. Četné arterioly jsou anastomózou spojeny s venulami. Konstrikcí či dilatací uvolňují či zabraňují úniku tepla z organismu. Při vysoké okolní teplotě dochází nejen k dilataci cév a tak k lepšímu kontaktu krve s povrchem těla, ale také k vyplavení velkého množství potu, jehož primárním úkolem je tělo ochlazovat. Naopak při nízkých okolních teplotách se cévky stahují (konstrikce) a tím se krev nedostává až do horních úseků kůže a nedochází tak k jejímu ochlazení.

### PRO ZÁJEMCE



Při poraněních kůže (popáleniny) dojde k masivnímu úniku tekutiny z tohoto orgánu. Kde se tato tekutina poděje?

---

### SHRNUTÍ KAPITOLY



Kůže je svým rozměrem největším orgánem těla. Má funkci senzitivní, termoregulační a bariérovou. Senzitivní funkce kůže je zapříčiněna velkým množstvím různých typů nervových zakončení. Pomocí těchto receptorů vnímáme bolest, chlad, teplo, tlak, vibrace či napětí kůže. Termoregulační funkce je významná pro hospodaření s teplem. Toto hospodaření je zabezpečeno bohatým cévním zásobením, které je schopno reagovat na okolní teplotu. Bariérová funkce kůže zajišťuje ochranu proti cizorodým mikroorganismům a negativním vlivům okolí. Kůže je rovněž obrovskou zásobárnou vody.

Mléčná žláza je svým vývojem kožní žláza. Svou roli hraje v těhotenství a hlavně v období po porodu, neboť produkuje mléko, které je základem výživy novorozence,

## *Kůže a mléčná žláza*

kojence a částečně i batolete. Činnost žlázy je řízena hypofýzou hormonem prolaktin a oxytocin.

---

## 14 NERVOVÁ SOUSTAVA

### RYCHLÝ NÁHLED KAPITOLY



Nervový systém je řídicí složkou organismu. Zabezpečuje vědomí, čítí, chování, ale řídí také mimovolní aktivity. Nervová soustava se skládá ze tří oddílů – centrální nervový systém, periferní nervový systém a autonomní (vegetativní nervový systém). Jednotlivé oddíly si popíšeme v následující kapitole.

---

### CÍLE KAPITOLY



Cílem kapitole je:

- Znat jednotlivé typy nervové soustavy
  - Umět vysvětlit rozdíly mezi jednotlivými oddíly nervové soustavy
  - Porozumět principům, které nervová soustava využívá k řízení organismu
- 

### KLÍČOVÁ SLOVA KAPITOLY



Mozek, mícha, neuron, synapse, nervy, inervace, čítí, vědomí

---

### 14.1 Centrální nervový systém

Centrální nervový systém (CNS) zahrnuje mozek a míchu. Je spojen s periferním nervovým systémem, ten se skládá z míšních a hlavových nervů, které přivádějí vzruchy z periferie do míchy a mozku. Ten zpracovává takto získané informace a nakládá s nimi.

Vnitřní organizace CNS je velmi složitá. Vývoj, kterým si prošly během evoluce, dal za vznik strukturám a funkcím, které jsou uloženy v hemisférách lidského mozku. Jsou zde uloženy integrační a asociační procesy.

Abychom byli schopni porozumět mechanismům, na kterých CNS funguje, je nutné se jako první seznámit s neuronem. Nervová buňka tvoří základ celé nervové soustavy.

### 14.1.1 NEURON

Neuron je tvořen tělem a výběžky. Na tělo (perikaryon) nasedá několik dostředivých vláken (aférentní dendrity) a jeden odstředivý výběžek (axon, neurit). Jako na povrchu každé buňky, je i na povrchu neuronu buněčná membrána složená z dvou vrstev fosfolipidů, které jsou odděleny proteiny. Důležitou složku membrány neuronu tvoří receptory. Ty slouží jako vazebná místa pro mediátory, neuromodulátory a hormony. Tvoří základ pro mezineuronovou komunikaci.

#### DENDRITY

Jeden neuron je opatřen několika dendrity. Jde o krátké výběžky, které svým tvarem připomínají strom s košatou korunou a podle toho se také soubor všech těchto výběžků nazývá dendritický strom. Dendrity jsou aférentní vlákna, to znamená, že vzruchy, které vedou, směřují k tělu neuronu. Dendrity slouží jako synaptický prostor pro kontakt s dalšími neurony.

#### AXON

Jde o dlouhý výběžek neuronu. Jeden neuron má jeden axon. I tento výběžek se na svém konci větví. Z axonu mohou v jeho průběhu odbočovat vedlejší větve. Axony dělíme na dva typy. Jedním z typů jsou axony s myelinovými pochvami. Tyto pochvy jsou tvořeny vrstvami buněčné membrány, které se spirálovitě obtáčejí okolo axonu. Myelinové pochvy obsahují velké množství lipidů – dávají jim typickou nažloutlou barvu. Na axonu se pochvy v pravidelných intervalech přerušují (Ranvierovy zářezy). V těchto zářezích není neuron obalen. Myelinové pochvy mají významný vliv na šíření vzruchů. Obecně platí pravidlo, že čím širší vlákno, tím rychlejší vedení. To v největších myelinových vláknech dosahuje rychlosti až 120 m/s.

Bezmyelinové axony nemají žádný obal nebo jsou součástí cytoplazmy oligodendrocytů. Tyto axony často tvoří tzv. axonální svazečky, kde na sebe jednotlivá vlákna těsně přiléhají. V těchto typech axonů se vzruchy šíří o poznání pomaleji (1 m/s a méně).

V CNS neurony tvoří shluky označované jako jádra. Neurony z jednoho jádra mají zpravidla společný cílový orgán i podobné vlastnosti. Pokud jsou tato jádra uspořádána do vrstev, tvoří tzv. korové struktury. Obdobná jádra se také nacházejí v periferním nervstvu a nazývají se ganglia. Akumulace jader se označují jako šedá hmota. Akumulace myelizovaných axonů potom jako bílá hmota.

#### GLIOVÉ BUŇKY

Gliové buňky tvoří skelet nervové tkáně. Lze je rozdělit do třech typů – astrocyty, oligodendrocyty a mikroglia. Astrocyty úzce komunikují s těly i výběžky neuronů a obklopují také synaptické kontakty. Při degeneraci a úbytků neuronů vytvářejí tzv. gliové jizvy. Kromě jiného se také podílejí na odstraňování draslíkových iontů z extracelulární tekutiny.

ny, mají podíl na vazbě mediátorů, které se uvolňují v synapsích. Dále zabezpečují převod metabolitů z kapilár do neuronů. Oligodendrocyty se podílejí na vytváření myelinových pochev. Mikroglie jsou buňky se schopností fagocytózy a zajišťují tak imunitní reakce CNS.

## SYNAPSE

Synapse je specializovaný zápoj mezi dvěma neurony. Synapsi lze rozdělit na tři úseky – presynaptická část, synaptická štěrbina a postsynaptický oddíl. V presynaptické části synapse dochází k vakovitému rozšíření axonu. V tomto místě jsou uloženy mediátory. Synaptická štěrbina je místo, kde jsou mediátory uvolňovány. Postsynaptická část synapse představuje část buněčné membrány jiného neuronu. Toto místo se může nacházet buď na těle neuronu, nebo na jeho dendritu. Jeden neuron, pro představu, má až několik tisíc synapsí!

### 14.1.2 MÍCHA

Mícha (medulla spinalis) je oploštělý provazec nervové tkáně délky až 45 cm. Je uložena v páteřním kanálu, který vytvářejí obratle. Je chráněna obaly typickými pro CNS – tvrdou plenou (dura mater), pavoučnicí (arachnoidea) a měkkou plenou (pia mater spinalis). Začátek míchy je od mozkového kmene ohraničen výstupem prvního krčního nervu (C1). Mícha nedosahuje délky páteřního kanálu. Její konec dosahuje zhruba do úrovně L2. Na míše lze popsat dvě rozšíření. V oblasti krku a v bederní oblasti. Z těchto rozšíření vystupují motorické a senzitivní nervové provazce inervující horní a dolní končetiny. Barva míchy je podmíněna svazky myelinových vláken – je tedy bílá až nažloutlá. Axony, které zajišťují komunikaci mezi CNS a ostatními částmi těla tvoří periferní nervy. Část těchto nervů, označovaných jako míšní nervy, začíná na jejím povrchu jako kořenová vlákna. Spojením těchto vláken vznikají přední a zadní míšní kořeny. Při výstupu z páteřního kanálu se přední a zadní kořeny spojují a vytvářejí míšní nerv. Obecně lze konstatovat, že z předních míšních kořenů vystupují vlákna motorická a autonomní a zadní míšní kořeny tvoří vlákna senzitivní. Z lidské míchy vychází 31 párů míšních nervů (osm krčních, dvanáct hrudních, pět bederních, pět křížových a až tři kostrční).

Na příčném řezu míchou lze pozorovat šedou hmotu, která zaujímá tvar motýla a je obalena vrstvou bílé hmoty.

## MÍŠNÍ REFLEXY

Reflexem nazýváme proces, při kterém dochází k automatické odpovědi na nervový podnět. Jde o mimovolní reakci. Základem každého reflexu je tzv. reflexní oblouk složený z několika částí – receptor (převod podnětu na akční potenciál), dostředivé raménko (přivádí potenciál do CNS), reflexní centrum (zpracování signálu), odstředivé raménko (motoneuron vedoucí potenciál do efektoru – místa působení), efektor (kosterní nebo hladký sval, buňky žláz). Reflex zprostředkovává rychlé přizpůsobení organismu změnám

v okolí. Probíhá rychle a přesně a zpravidla ovlivňuje jen některé orgány. Je nezbytným předpokladem zachování života. Míšní reflexy můžeme rozdělit na propioceptivní, exteroceptivní, visceroreceptivní.



### ÚKOL K ZAMYŠLENÍ

Reflexy se dělí na podmíněné a nepodmíněné. Princip jejich funkce je popsán v doporučené literatuře. Zjistěte, jak vzniká tzv. podmíněný reflex.

## 14.1.3 MOZEK

### MOZKOVÝ KMEN

Mícha plynule navazuje na část mozku, která se jmenuje mozkový kmen (truncus encephalicus). Ten je silnými svazky vláken spojen s mozečkem a přechází plynule do mezimozku. Uložení kmene a mozečku je v zadní lebeční jámě. Mozkový kmen je rovněž tvořen šedou a bílou hmotou. Na mozkovém kmeni můžeme popsat tři oddíly. Prodloužená mícha (medulla oblongata) je přímým pokračováním míchy. Druhým oddílem je Varolův most (pons varoli), který částečně překrývá mozeček. Mozeček a varolův most vytvářejí prostor, který se nazývá 4. mozková komora. Tento prostor je vyplněn mozkomíšním mokem. Horní plocha mozkového kmene tvoří střední mozek, který je třetím oddílem mozkového kmene.

Šedou hmotu mozkového kmene můžeme rozdělit na tři druhy. Jádra hlavových nervů – obsahují senzitivní, motorické a parasympatické dráhy. Jádra retikulární formace a jádra specifická pro jednotlivé oddíly kmene. Jádra retikulární formace zpracovávají impulzy reflexního oblouku. Ovlivňují řadu procesů v těle – mrkání, kašláním, polykání, slinnění či dávení. Dále je zde uloženo centrum pro řízení dýchání, regulaci srdeční činnosti či vazomotorické centrum. Zprostředkovává také vedení bolesti. Specifická kmenová jádra ovlivňují přenos impulzů sluchové dráhy, zrakové centrum.

### MOZEČEK

Mozeček (cerebellum) je uložen nad prodlouženou míchou a Varolovým mostem v zadní jámě lebeční. Horní plocha mozečku je překryta řasou tvrdé mozkové pleny, která zároveň slouží jako bariéra mezi mozečkem a týlními oddíly mozku. Mozeček je složen ze tří oddílů. Střední část má červovitý tvar (vermis cerebelli) a naléhají na něj dvě mozečkové hemisféry (hemisphaeria cerebelli). S mozkovým kmenem je mozeček spojen třemi páry svazků bílé hmoty. Povrch mozečku je kryt tenkou vrstvou šedé hmoty, která překrývá bílou hmotu, kde jsou uložena jádra mozečku. V mozečku je uloženo centrum rovnováhy a koordinace. Poruchy mozečku se projevují kymácivými pohyby, poruchou

rovnováhy a zhoršenou koordinaci. Mozeček výrazně ovlivňuje alkohol, který při vyšších koncentracích jeho funkci omezuje.

### **MEZIMOZEK**

Mezimizok (diencephalon) navazuje na mozkový kmen. Tvarem připomíná trubici. Trubice je vyplněna mozkomíšním mokem a vytváří III. Mozkovou komoru. Hranice mezi koncovým mozkiem a mezimizkem je místem, kde jsou uloženy oční vácčky (základ zrakového nervu). Mezimizok má pět oddílů – epithalamus, thalamus, metathalamus, subthalamus a hypothalamus. Největším oddílem lidského mezimizku je thalamus, kde jsou uloženy projekční neurony zpracovávající signály z podkorových struktur (zrakových, sluchových atd.) a tzv. interneurony. Mezimizok je centrem limbického systému, prožívání emocí, centrum vnímání chuti, integrační modulátor zrakových, sluchových a senzitivních signálů. Další části mezimizku produkují melatonin (hormon ovlivňující cirkadiánní rytmus – kvalitu spánku, oxytocinu a antidiuretického hormonu (viz endokrinní soustava), je nejvyšším systémem vegetativního systému.

### **KONCOVÝ MOZEK**

Telencephalon (koncový mozok) je nejrozsáhlejší mozkový oddíl. Je typický dvěma velkými oddíly – hemisférami, které jsou odděleny hlubokým zářezem, na jehož spodině je silný svazek vláken, který obě hemisféry spojuje (corpus callosum). Na obou hemisférách se nachází brázdy, které se dělí na závity. Brázdy rozdělí mozkové hemisféry na čtyři laloky – čelní, temenní, spánkový a týlní. Uvnitř, mezi oběma hemisférami je oddělen ještě limbický lalok. Největším lalokem je lalok čelní (lobus frontalis). Dále lze koncový mozok rozdělit na septum, bazální ganglia, mozkovou kůru, bílou hmotu hemisfér.

### **OBALY CENTRÁLNÍHO NERVSTVA**

Mozkové pleny (meninges) se skládají ze tří vazivových vrstev – tvrdé pleny, pavoučnice a měkké pleny. Tvrdá plena (dura mater) pevně lne k lebeční bázi a mezikostním švům. Při jejím poranění vniká krev mezi lebku a tvrdou plenu a vzniká epidurální hematoma. Pavoučnice (arachnoidea) je tenká membrána, která neobsahuje žádné cévy. Je četnými trámečky spojena s měkkou plenou. Mezi těmito dvěma vrstvami vznikají dutinky, které jsou vyplněny mozkomíšním mokem. Pokud dojde k přetržení přemostujících cév mezi dura mater a pia mater, vniká krev mezi tvrdou plenu a pavoučnici – subdurální hematoma. Měkká mozková plena (pia mater) ulpívá na povrchu míchy a mozku a zcela kopíruje jejich povrch. Obsahem této vrstvy jsou také cévy, které potom vstupují do mozku. Při narušení této pleny vniká krev mezi arachnoideu a pia mater za vzniku subarachnoidálního krvácení.

## **14.2 Periferní nervový systém**

Periferní nervový systém lze rozdělit na dva oddíly – míšní nervy a hlavové nervy.

## MÍŠNÍ NERVY

Míšní nervy tvoří spojení mezi orgány a míchou. Obsahují motoneurony, autonomní neurony a výběžky nervových buněk uložených ve spinálních gangliích. Motoneurony a autonomní nervy obsahují odstředivá vlákna, vedou tedy vzruchy od míchy směrem k periférii. Dostředivou dráhu tvoří výběžky buněk spinálních ganglií. Vedou vzruchy z kůže, svalů a orgánů do míchy. Z míchy vychází 31 párů míšních nervů.

Všechny nervy vystupující z míchy jsou smíšené, to znamená, že obsahují všechny typy vláken – motorické, autonomní i výběžky spinálních ganglií. Nerv vzniká spojením předních a zadních míšních kořenů (viz kapitola mícha). Spinální ganglia jsou větvenovitá rozšíření na zadních míšních kořenech. Míšní nervy jsou zpravidla myelinizovaná, i když se objevují i vlákna nemyelinizovaná. Axony motoneuronů jsou ukončeny motorickými ploténkami na svalových vlákních. Mediátor, který způsobí přenos vzruchu z neuronu na svalové vlákno, se jmenuje acetylcholin.

Autonomní vlákna vystupují z šedé hmoty míšní. V oblasti C8 – L2 jde o vlákna sympatická, v segmentech S2 – S4 parasympatická.

Senzitivní vlákna míšních nervů začínají volně v periférii případně v receptorech. To umožňuje získávání informací z kůže, svalů a orgánů. Receptory rozlišujeme na tři druhy – exteroceptory (přijímají signály z vnějšího prostředí – zrak, sluch, dotek), proprioceptory (uložené ve svalech) a interoceptory (situované ve stěnách orgánů). Mediátorem těchto vláken je glutamát.

Po výstupu z páteřního kanálu se nervy dělí na několik větví. Zadní větev obsahuje smíšená vlákna, která inervují svaly zad, ventrální větve jsou nejmohutnější a inervují svaly a kůži krku, horních a dolních končetin a hrudníku.

Míšní nervy můžeme rozdělit do několika skupin – krční pleteň, pažní pleteň, ventrální raménka hrudních nervů, bederní pleteň a křížovou pleteň.

## HLAVOVÉ NERVY

Hlavové nervy tvoří 12 párů nervů vystupující z mozkového kmene. Inervují hlavu a krk. Jedna autonomní větev – bloudivý nerv (nervus vagus) inervuje orgány hrudníku a břicha. Na rozdíl od míšních nervů, ty hlavové nejsou všechny smíšené. Čistě motorická vlákna obsahují nervy IV., VI. a XII. Autonomní a motorická vlákna obsahuje n. III.. Senzitivní a motorická vlákna jsou uložena v V. nervu. Smíšenými nervy obsahující všechny typy vláken jsou n. VII., IX. a X. Autonomní vlákna hlavových nervů jsou čistě parasympatická.



### 14.3 Autonomní (vegetativní) nervový systém

Tato skupina nervů je tvořena nervovými vlákny inervující hladkou svalovinu orgánů, cév, žláz a kůže. Funkce tohoto nervového systému není vůlí ovlivnitelná. Rozlišujeme v něm vlákna sympatická a parasympatická.

Sympatická vlákna, resp. Jejich podráždění, má za následek přípravu organismu k útoku, akci – zvýší se tlak, srdce začne bít rychleji, tepny se rozšíří a naopak se utlumí činnost trávicí soustavy. Podráždění parasympatických vláken vede k opačnému efektu.

Autonomní nervový systém obsahuje odstředivá vlákna (vede vzruchy z CNS do koncových orgánů).

Fyziologicky zůstávají sympatikus i parasympatikus stále aktivní. Oba systémy vysílají neustálé impulsy směrem k cílovým orgánům. Nazývá se to tonus sympatiku, respektive parasympatiku. Princip je stejný jako u udržování tonu u kosterních svalů.

#### SYMPATICKÁ ČÁST AUTONOMNÍHO NERVOVÉHO SYSTÉMU

Tato část ANS se také nazývá torakolumbální systém. Je to proto, že většina sympatických vláken vystupuje z hrudní a bederní míchy. Neurony, jenž vznikají v míše, se po pár centimetrech paravertebrálně přepojují v tzv. truncus sympatikus. Jde o řetězec sympatických ganglií, z nichž vystupují odstředivá vlákna do tkání a orgánů. To mimo jiné znamená, že každé odstředivé sympatické vlákno je složeno ze dvou neuronů – prvního pregangliového a druhého postgangliového.

Obvykle dlouhá vlákna sympatiku vedou od truncus sympaticus k cílovému orgánu, kde končí tzv. varikozitami. Tato zakončení axonu uvolňují mediátor - noradrenalin do svého okolí.

#### PARASYMPATICKÁ ČÁST AUTONOMNÍHO NERVOVÉHO SYSTÉMU

Reflexní centra parasympatiku jsou sdružena s jádry hlavových nervů III, VII, IX a X a s míšními segmenty S2 a S3 . Proto se parasympatická ANS nazývá kraniosakrální systém. Asi 75 % vláken parasympatiku je rozvedeno prostřednictvím nervus vagus. Odstředivá vlákna parasympatických reflexů jsou složena ze dvou typů neuronů. Stejně jako u sympatiku se jedná o neuron pregangliový a postgangliový. Mediátorem parasympatiku je zpravidla acetylcholin.

### SHRNUTÍ KAPITOLY



Nervový systém lze rozdělit na tři relativně samostatné oddíly. Centrální nervový systém, periferní nervový systém a autonomní nervový systém. CNS zahrnuje mozek a míchu. Nervová tkáň těchto orgánů se skládá z šedé hmoty, která obsahuje ganglia (těla neu-

ronů) a bílé hmoty, která je tvořena především z axonů. Z míchy odstupuje 31 párů smíšených periferních nervů, které inervují krk, trup, horní i dolní končetiny. Mozek je řídicím centrem pro celý organismus. Jsou zde uložena centra nezbytná pro život. Celý CNS je chráněn trojvrstevným obalem – tvrdou plenou mozkovou, arachnoideou, a měkkou plenou mozkovou.

Periferní nervový systém se skládá z nervových vláken odstupujících z CNS. Celkem se jedná o 12 párů hlavových nervů a 31 párů míšních nervů. Nervová vlákna tohoto systému jsou jak senzitivní, tak motorická. To znamená, že vedou vzruchy nejen z periferie do CNS, ale také z CNS do koncového orgánu či svalu. Nervová vlákna jsou buď obalena tzv. myelinovou pochvou, nebo nejsou obalena ochrannou vrstvou – nemyelinizovaná vlákna. Mediátory na konci synapsí je nejčastěji acetylcholin nebo glutamát.

Autonomní nervový systém inervuje vnitřní orgány a vzruchy v něm jsou vůlí neovlivnitelné. Rozlišujeme vlákna sympatická a parasympatická. Sympatická vlákna organismus připravují k boji, parasympatická působí opačně. Sympatické dráze se říká torakolumbální systém, protože sympatické vlákna vycházejí z míšních kořenů. Jejich mediátorem je noradrenalin. Parasympatické skupině se říká kraniosakrální systém, protože většina parasympatických vláken vychází z hlavových nebo sakrálních oblastí. Jejich hlavním mediátorem je acetylcholin.

---

## 15 SMYSLOVÉ ORGÁNY

### RYCHLÝ NÁHLED KAPITOLY



Pomocí smyslů vnímá člověk okolní svět. Pokud dojde k poruše jednoho ze smyslů, kvalita života se výrazně snižuje. Za nejdůležitější smysl lze považovat zrak. Hned v závěsu je sluch a pak další smysly. V následující kapitole se seznámíme s anatomii jednotlivých smyslových orgánů a také se pokusíme o jednoduché vysvětlení toho, jak daný orgán funguje. Protože hmat, vnímání bolesti, chladu, tepla a vibrací jsme probírali v předchozí kapitole, nebudeme se k tomuto smyslu již vracet.

### CÍLE KAPITOLY



Cílem kapitoly je:

- Znat všechny typy smyslů, kterými člověk disponuje
- Orientovat se ve skladbě jednotlivých smyslových orgánů
- Umět popsat funkci jednotlivých orgánů
- Pochopit důležitost jejich správné funkce

### KLÍČOVÁ SLOVA KAPITOLY



Zrak, sluch, chuť, čich, rovnováha

### 15.1 Zrak

Pomocí zraku vnímá člověk až 70% veškerých informací z okolí. Proto je považován za nejdůležitější smysl, kterým je člověk obdařen.

### **15.1.1 ANATOMIE OKA**

Oko (oculum) lze rozdělit na dvě funkční části. Oční kouli a zrakovou dráhu a přídatné oční orgány (adnexa). Oko je uloženo v očníci (orbita), kterou tvoří kosti lebky (viz kapitola opěrný systém). Její báze směřuje směrem dopředu, hrot směr do lebky. Uprostřed hrotu je otvor, kterým prochází zrakový nerv. Vnitřek orbity je vystlán periorbitou, což je pokračování tvrdé mozkové pleny (dura mater cerebri).

Oční koule (bulbus oculi) je tvořena třemi vrstvami.

#### **ZEVNÍ VRSTVA**

Zevní vrstva oka je tvořena rohovkou (cornea) a bělimou (sclera). Rohovka je mimořádně citlivá zevní vrstva oka. Její poranění je velice bolestivé a nepříjemné. Jen dotyk na rohovce způsobuje nepodmíněný reflex – sevření očních víček. Rohovka je součástí optického systému. Je zde lomná linie světla. Má tvar hodinového sklíčka. Často dochází k vychýlení osy rohovky vůči čočce a vzniká běžná oční vada – astigmatismus.

Bělina (sclera) je složena z hutného vaziva, které udává oku tvar. Tvoří podklad, na který se upínají okohybné svaly. Vepředu přechází bělima v rohovku, vzadu tvoří otvor, kterým prochází zrakový nerv a cévy.

#### **STŘEDNÍ VRSTVA**

Střední vrstva oka je tvořena žloutkou (uvea). Ta je prostoupena bohatou cévní pletení a zajišťuje tak výživu oka. Vzadu na sítnici přechází v cévnatku (choroidea). Vpředu plynule přechází v řasnaté tělísko (corpus cilliare).

Řasnaté tělísko je tvořeno hladkou svalovinou, na jejímž povrchu se nachází množství výběžků. Na tyto výběžky je tenkými vlákny zavěšena čočka (lens). Stahy hladké svaloviny mění tloušťku čočky a tím změni její zaostření (akomodace). Cévy, které probíhají tímto útvarem, se podílejí na tvorbě tzv. komorové vody, která zajišťuje výživu těm částem oka, které nemají cévní zásobení. Tato tekutina také udržuje tvar oka.

Duhovka (iris) je kruhovitý terčík hladké svaloviny. Uprostřed vytváří kruhovitý otvor, který se nazývá zornička (pupila). Hladká svalovina je uspořádaná paprscitě nebo kruhovitě a způsobuje zúžení nebo rozšíření zorničky. Jsou zde také uloženy pigmentové buňky. Na jejich počtu a hloubce uložení je pak závislá její barva. Duhovka působí také jako clona, která brání průniku světla jinudy než zornicí. Uprostřed zornice je uložena čočka (lens).

Čočka je kruhovitý orgán šíře asi 4 mm, který je zavěšen na vláknech řasnatého tělíska a umístěn doprostřed zorničky. Má bikonkávní tvar a jejím úkolem je lámat světlo tak, aby se všechny paprsky vycházející z jednoho bodu sešli zase v jednom bodě na sítnici –

tím je zaručeno ostré vidění. Pokud se paprsky scházejí před nebo až za sítnicí vznikají oční vady – krátkozrakost a dalekozrakost.

## VNITŘNÍ VRSTVA

Vnitřní vrstvu oka tvoří sítnice (retina). Sítnice je nejdůležitější pro optický vjem, neboť jako jediná dokáže reagovat na světelné záření prostřednictvím receptorů. Sítnice je svou stavbou velmi složitá. Skládá se z 10 buněčných vrstev. Nejdůležitější vrstvou jsou tyčinky a čípky.

Tyčinky, kterých je asi 120 miliónů, jsou přizpůsobeny na vnímání světla. Čípky je o poznání méně, jen 6 miliónů a slouží jako receptory barevného vidění. Barevné světelné podněty jsou do mozku vysílány vlákny zrakového nervu, která začíná právě na sítnici. Na sítnici se nachází několik útvarů, které mají své funkce. Jedním takovým místem je tzv. žlutá skvrna. Při dopadu paprsků světla je zde nejostřejší vidění. Je uložena v místě, kde jsou pouze čípky. Toto místo je uloženo asi 5 mm zevně od výstupu zrakového nervu. Slepá skvrna vzniká v místě, kde vystupují vlákna zrakového nervu z očního bulbu. Je to malá vyvýšenina, tvořena nahromaděním vláken, které se sbíhají z různých částí sítnice. Nejsou zde přítomny žádné tyčinky ani čípky.

Vnitřní prostory oční koule (oční komory) vyplňuje komorová voda a sklivec. Oční komory jsou dva štěrbínovité prostory. Přední komora je umístěna mezi rohovkou a přední plochou duhovky. Mezi zadní plochou duhovky a přední plochou čočky vzniká zadní komora. Tyto komory jsou vyplněny tekutinou, která vzniká filtrační plazmou v cévách řasnatého tělíska. Sklivec je huspeninovitá průhledná hmota, která vyplňuje zbylou část vnitřního prostoru oka.

### 15.1.2 FYZIOLOGIE VIDĚNÍ

Rohovka, čočka, komorová voda a sklivec vytvářejí prostředí, kde se lomí světelné paprsky tak, aby odraz předmětu vznikal přesně na sítnici. Optická mohutnost se měří v dioptriích. Jedna dioptrie odpovídá lomivé síle čočky, jejíž ohnisko je ve vzdálenosti 1 m. Při pohledu do dálky je optická mohutnost výše zmíněných složek 60 dioptrií. Jestliže obraz nevznikne přímo na sítnici, nevidíme ostře.

Rohovka, komorová voda a sklivec se sice podílejí na lomu světla, ale nejsou schopny akomodace – změny svého zakřivení. Zakřivení těchto složek oka je stálé a neměnné. Akomodační schopnost a tím i schopnost zaostřovat, má čočka. Optická mohutnost čočky činí 18 dioptrií.

Akomodace čočky umožňuje vidět stejně ostře blízké i vzdálené předměty. Zobrazují-li se vzdálené předměty před sítnicí, vzniká porucha, které říkáme krátkozrakost (myopia). Krátkozrací vidí blízké předměty ostře, ale nedokáží zaostřit vzdálené předměty. Tato vada se dá snadno zkorigovat rozptylnými čočkami. Opakem krátkozrakosti je dale-

kozrakost (hypermetropie), při které se vzdálené předměty zobrazují za sítnici, ale čočka není schopna zaostřit blízké předměty (za blízké předměty se považují ty ve vzdálenosti do 5m). Tato vada se odstraňuje použitím spojných čoček. Ačkoliv jsou vady poměrně běžné, jejich příčina je nejasná. Krátkozrakost je často geneticky podmíněná a vrozená. Dalekozrakost je typická u starších osob, které mají sníženou schopnost akomodace oka.

Světlo, které vyvolává podráždění receptorů sítnice. V tyčinkách a čípcích dochází k přeměně světelné energie na nervové vzruchy. Děje se tak na podkladě chemických dějů. Meziprodukty těchto reakcí vyvolávají nervové vzruchy, které jsou vedeny vlákny zrakového nervu do mozku. V mozku, v zrakovém centru, jsou vzruchy opět "přeloženy" do zrakových vjemů. Důležitou složkou podílející se na chemických reakcích zprostředkávajících přeměnu světelné energie na nervové vzruchy je vitamín A. Nedostatek vitamínu A se projeví poruchou vidění za šera (šeroslepostí).

Barevné vidění, zprostředkované receptory v čípcích, je závislé na třech základních barvách – červené, zelené a modré světlo. Na základě mísení těchto vjemů potom vzniká až 900 různých barev a odstínů. V každém čípku je uložen receptor pro vnímání jedné barvy. Pokud čípkový z jedné skupiny chybí (např. červené), oko není schopno vytvořit správné odstíny a vzniká barvoslepost.

K vnímání trojrozměrného obrazu je nutností použití obou očí. Obraz vytvořený jedním okem je pouze dvojrozměrný. Teprve dva stejné, ale nepatrně prostorově posunuté obrazy, se v mozkové kůře skládají v jeden trojrozměrný obraz.

Postavení a pohyb očních bulbů je zajištěn okohybnými svaly. Očním bulbem pohybuje celkem šest svalů. Čtyři přímé (horní, dolní, vnitřní a zevní) a dva šikmé (horní a dolní). Těchto šest svalů zajišťuje velmi přesný pohyb oka prakticky všemi směry. Oko patří k nejpohyblivějším orgánům v těle. Vada, která vzniká poruchou jednoho nebo více z těchto svalů se říká šilhání (strabismus).



### KORESPONDENČNÍ ÚKOL 4

Zpracujte krátkou práci na téma tupozrakost.

## 15.2 Sluch a rovnovážné ústrojí

Ucho je tvořeno několika funkčními oddíly. Rozdělujeme je na vnější, střední a vnitřní ucho. Vnitřní ucho je zároveň také centrem rovnovážného systému.

Podklad zevního ucha je tvořen chrupavkou pokrytou kůží. Tvarem připomíná mušli, která se nálevkovitě sbíhá do krátké trubičky, která tvoří zevní zvukovod. Na chrupavčitou část zvukovodu navazuje úsek zvukovodu tvořený kostěným podkladem. Zvukovod je

oddělen od středního ucha bubínkem. U člověka funguje boltec a zvukovod jako zesilovač či rezonátor. Schopnost usměrňovat zvuk pohybem ucha člověk evolucí ztratil.

Bubínek (membrana tympani) je tvořen oválnou vazivovou blankou, která je nálevkovitě vyklenutá do středního ucha. Ze středního ucha na plochu bubínku naléhá jedna ze středoušních kůstek – kladívko. Zvuk přicházející k bubínku zevním zvukovodem bubínek rozkmitává, čímž rozkmitá i kladívko, které následně přenesení pohyb i na zbylé dvě ušní kůstky – třmínek a kovádlínku. Při poruše celistvosti bubínku nedochází ke ztrátě sluchu, pouze se snižuje schopnost vnímání nižších tónů.

Dutina středního ucha (cavitas tympani) je malá komůrka nacházející se uvnitř spánkové kosti. Od zevního ucha je oddělena bubínkem. Od vnitřního ucha pak oddělena kostěnou stěnou s malým oválným a kulatým okénkem. Střední ucho komunikuje s nosohltanem prostřednictvím Eustachovy trubice. V dutině středního ucha jsou uloženy sluchové kůstky - kladívko (malleus), kovádlínka (incus) a třmínek (stapes). V dutině se nacházejí také dva drobné svalky, které umožňují měnit napnutí bubínku a pohybovat třmínkem. Oba svaly mění tvar bubínku a postavení kůstek podle působení dopadajícího zvuku. Kůstky jsou kloubně spojeny a společně vytvářejí páku, která je pohyby bubínku rozkmitána a přenášen na poslední kůstku - třmínek. Ten je vsazen do oválného okénka.

Vnitřní ucho leží v kostěném labyrintu kosti skalní. V předsíni tohoto kostěného labyrintu vycházejí tři polokruhovitě kanálky a hlemýžď. Labyrint vytváří uzavřený celek, který je vyplněný endolymfou. Se středním uchem se spojuje oválným a okrouhlým okénkem.

Hlemýžď je stočená trubice vyplněná tekutinou - endolymfou. Vibrace, které vytváří třmínek v oválném okénku, rozvlní endolymfu a ta rozechvěje krycí membránu tzv. Cortiho orgánu.

Cortiho orgán slouží k přeměně akustických vln na nervový vzruch. Je tvořen systémem sluchových a podpůrných buněk. Cortiho orgán je tvořen vláskovými buňkami (receptory sluchu). Vláškové buňky, které jsou uloženy vně, jsou seskupeny do tří řad. Jejich množství se pohybuje okolo 18 000. Vnitřní uspořádání tvoří asi 3500 buněk v jedné řadě. Vlny tvořené endolymfou přenáší přes membrány vláskových buněk vzruch dráždící sluchový nerv a ten vzruch přepojí až do mozku. Vzruchy jsou vnímány jako zvuk. Z vnitřního ucha se sbíhají nervová vlákna, která dohromady vytvoří VII. hlavový nerv, který prochází skrz vnitřní zvukovod do lebky. Stejným otvorem prochází také lícní nerv.

Rovnovážný (vestibulární, statokinetický) orgán se skládá ze dvou oddílů. První, sloužící pro určování aktuální polohy a druhý oddíl pro vnímání zrychlení a otáčení. Součástí rovnovážného ústrojí jsou dva váčky - vejčité a kulovité. Jejich úkolem je detekovat polohu. Polokruhovitě kanálky registrují zrychlení. Váčky obsahují dvě vrstvy vláskových buněk, které jsou na sebe vzájemně kolmé. Vlázky těchto buněk jsou zapuštěny do rosolu, jehož obsahem jsou krystalky uhličitanu vápenatého. Zrychlení je vnímáno vlás-

kovými buňkami na začátku a konci polokruhovitých kanálků. Ty vnímají změny v proudění endolymfy v kanálcích. Předrážděním tohoto orgánu vzniká „mořská nemoc“.

## 15.3 Chut' a čich

Pomocí čichu a chuti jsme schopni vnímat chemické složení okolí.

### 15.3.1 ČICH

Oproti jiným obratlovcům je čich u lidí rozvinut jen málo. Smyslové buňky jsou shromážděny ve stropu dutiny nosní, konkrétně ve žluté oblasti (regio olfactoria). Její plocha činí asi 4 cm<sup>2</sup>. Čichový aparát obsahuje okolo 15 miliónů čichových receptorů. Dendrity těchto neuronů mají na svém konci asi 5-20 řasinek (cilií), které jsou zanořeny do vrstvy hydrofilního hlenu. Nervový systém se zde dostává do nejúžšího kontaktu se zevním prostředím v těle. Axony čichových neuronů probíhají ve svazcích (fila olfactoria) skrze čichové tělíčko dovnitř lebky.

Regio olfactoria je schopno zpracovat pach dvěma způsoby. Pachová látka (odorant) hydrofilní povahy se volně rozpustí ve vrstvě hlenu. Látky lipofilní se musí navázat na OBP (odorant binding proteins). Tyto bílkoviny jsou lokalizovány také v hlenové vrstvě. Koncentrují molekuly odorantu a přenášejí ho k receptorům na řasinkách.

Práh citlivosti je pro různé látky velmi rozdílný. K vnímání aroma česneku stačí poměrně nízká koncentrace (kolem 350 pg/l). Člověk dokáže rozlišit až 10 000 různých pachů, čeho však schopni nejsme je určit na základě čichového vjemu jeho koncentraci

V souvislosti s čichem se setkáváme s pojmem adaptace. Jde o jev, kdy i přes stále stejnou intenzitu podnětu ho naše smysly přestávají vnímat. U čichu se jedná o sekundy, maximálně pár minut. Navíc je značně specifická, což znamená, že práh pro ostatní pachy zůstává nezměněn. Ženy jsou obecně daleko více citlivé na čichové vjemy. Obzvláště během ovulace. Senioři naopak často trpí snížením citlivosti na pachy (hyposmie). Úplná ztráta čichu se označuje pojmem anosmie.

### 15.3.2 CHUŤ

Receptorové buňky registrující chuť jsou umístěny v chuťových pohárcích. Pohárky se zase nacházejí na papílách jazyka, ale také na měkkém a tvrdém patře a v hltanu. Člověk vnímá 5 hlavních chutí a širokou škálu jejich kombinací. Základními chutěmi jsou hořká, sladká, umami (chuť glutamátu), kyselá a slaná.

Člověk disponuje asi 5 000-10 000 chuťovými pohárky. V každém z pohárku je 50-100 smyslových buněk. Dřívější popis uložení jednotlivých druhů chuťových pohárků, který určoval, že určité oblasti jazyka umějí snímat jednu určitou chuť, dnes již neplatí.



Rozdíly v rozložení vnímání chuti sice existují, avšak nejsou příliš významné. Chuťový pohárek podle všeho tedy obsahuje všech 5 typů buněk pro vnímání chuťových rozdílů.

## **SHRNUTÍ KAPITOLY**



Pomocí smyslů člověk vnímá okolní svět. Za nejdůležitější smysl, kterým vnímáme až 70% veškerých informací je zrak. Zrakovým orgánem jsou oči. Ty jsou uloženy v dutině oční, kterou tvoří některé kosti lebky. Optická část oka láme světelné paprsky, které se promítají na sítnici, kde jsou uloženy receptory pro vnímání zraku. Sluch je zprostředkovan ušima. Ucho lze anatomicky rozdělit na tři části – zevní ucho, střední ucho a vnitřní ucho, které zároveň slouží jako centrum rovnováhy. Hmatová tělíska jsou uložena v kůži, nejvíce jich je na konečcích prstů. Chuť a čich jsou chemickým zpracováním vjemů. Receptory čichu jsou uloženy v nosní dutině a receptory chuti na jazyku, měkkém a tvrdém patře a ústní části hltanu.

---

## LITERATURA

MERKUNOVÁ, A., OREL, M. Anatomie a fyziologie člověka pro humanitní obory. Praha: Grada, 2008. Psyché (Grada). ISBN 978-80-247-1521-6.

MACHOVÁ, J. Biologie člověka pro učitele. V Praze: Karolinum, 2002. ISBN 80-7184-867-0.

KOPECKÝ, M., CICHÁ, M. Somatologie pro učitele. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2005. ISBN 80-244-1072-9.

ČÍŽKOVÁ, Š. Somatologie. Distanční studijní opora. 1. vyd. [online] Opava: Slezská univerzita v Opavě, 2012. [cit. 2012]. Dostupné z: <http://elearning.fvp.slu.cz/course/>

ČIHÁK, R., DRUGA, R., GRIM, M. Anatomie. II., upr. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2004. ISBN 80-247-1132-x.

ČIHÁK, R., GRIM, M., DRUGA, R. Anatomie I. Praha: Grada, 2001. 516 s. ISBN 80-7169-970-5.

ČIHÁK, R., GRIM, M., DRUGA, R. Anatomie III. Praha: Grada, 2004. 692 s. ISBN 80-247-1132-X.

KITTNAR, O. Lékařská fyziologie. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3068-4.

LANGMEIER, M. Základy lékařské fyziologie. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-2526-0.






















MOUREK, J. Fyziologie. Učebnice pro studenty zdravotnických oborů. Praha: Grada Publishing, 2012. 224 s. ISBN 978-80-247-3918-2.

## SHRNUTÍ STUDIJNÍ OPORY

Obsah této studijní opory nás seznámil se základními údaji o anatomii a fyziologii lidského těla. K úspěšnému absolvování zkoušky je však nutný odborný výklad přednášejícího a cvičícího učitele a také hlubší studium doporučené literatury.

Doporučuji k tomuto textu využít obrazové atlasy anatomie lidského těla a soustředěnou práci s anatomickými modely v hodinách somatologie. Text obsahuje informace, které by měl student znát předtím, než pronikne do hlubšího studia anatomie a fyziologie.

## 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: Somatologie pro učitele  
Autor: **Lucie Mráčková**  
Vydavatel: Slezská univerzita v Opavě  
Fakulta veřejných politik v Opavě  
Určeno: studentům SU FVP Opava  
Počet stran: 125

Tato publikace neprošla jazykovou úpravou.