

**UNIVERZITA JANA EVANGELISTY PURKYNĚ V ÚSTÍ NAD LABEM**

**PEDAGOGICKÁ FAKULTA**

# **STRUČNÝ PŘEHLED ANATOMIE ČLOVĚKA**

Studijní opora pro kombinovanou formu studia k předmětům

Funkční anatomie I a Funkční anatomie II

**IVA BALKÓ**

# Úvod do problematiky

---

Jednou ze základních činností a potřeb lidského života je pohybová aktivita. Pohyb spolu s dalšími přirozenými potřebami jedince zajišťuje všestranný rozvoj organismu, pomáhá upevňovat zdraví a udržet zdravou tělesnou i duševní kondici do vysokého stáří. Aktivní pohyb je nejpřirozenější a nezbytný předpoklad pro zdravý vývoj organismu.

Během fylogeneze zajišťoval aktivní pohyb výhodu a měl vliv na vývoj všech živých organismů na naší planetě. Pohybem byly pozitivně ovlivňovány i další orgánové soustavy, především regulační, ale i smyslové. Aktivní pohyb zajišťoval rozvoj všech systémů organismu. Ve vývoji člověka, kde měl aktivní pohyb nejprve funkci zajišťování základních životních potřeb, došlo k posunu významu. Moderní člověk rozvojem technologických odvětví a průmyslové výroby už nemusí využívat pohybovou aktivitu pouze k zajištění obživy, ochrany a pokračování druhu, ale směřuje svou pohybovou výchovu k činnostem sportovním, zdravotním či uměleckým.

Cílem předmětu je seznámit studenty s oblastmi funkční anatomie člověka, které jsou nezbytné pro správné zajištění výuky tělesné výchovy či vedení sportovního tréninku jedince. Učitel či trenér musí vykazovat dobrou znalost lidského organismu po všech stránkách. Tento studijní text má za úkol provést studenty oblastmi lidského těla, které budou zaměřeny na základní funkci jednotlivých orgánových soustav a upozornit na účinek pohybové aktivity u vybraných systémů. Podrobně jsou zpracovány základy cytologie, neboť buňka je základním článkem každého živého organismu a pochopení struktury a organizace buňky pomůže orientaci v jednotlivých soustavách lidského těla. Studijní materiál je doplněn úkoly pro studenty, vybranými pojmy, doporučenou literaturou a zajímavostmi z oblasti anatomie člověka a jeho vývoje.

Učební materiál je určen studentům tělesné výchovy v denní i kombinované formě studia. Obsahuje poznatky zaměřené na základní morfologii a fyziologii živočišné buňky, základy anatomie a fyziologie jednotlivých orgánových soustav lidského těla, základní poznatky z oblasti genetiky a ontogenetického vývoje jedince s odkazy na fylogenezi života na Zemi.

# OBSAH

<b>1) ZÁKLADY CYTOLOGIE .....</b>	<b>6</b>
1.1 Buňka prokaryotická .....	7
1.2 Buňka eukaryotická (živočišná) .....	8
<b>2) ZÁKLADY HISTOLOGIE .....</b>	<b>13</b>
2.1 Epitely .....	13
2.2 Pojiva.....	14
2.3 Svalová tkáň .....	15
2.4 Nervová tkáň .....	17
<b>3) STAVBA A ZÁKLADNÍ FUNKCE CNS.....</b>	<b>19</b>
3.1 Neuron .....	19
3.2 Mícha hřbetní – medulla spinalis .....	19
3.3 Mozek – encephalon, cerebrum .....	20
<b>4) STAVBA A ZÁKLADNÍ FUNKCE PNS.....</b>	<b>23</b>
4.1 Somatická oblast .....	23
4.2 Vegetativní oblast .....	25
<b>5) SOUSTAVA ŽLÁZ S VNITŘNÍ SEKRECÍ.....</b>	<b>28</b>
5.1 Podvěsek mozkový - hypofýza.....	28
5.2 Šišinka - epifýza .....	28
5.3 Štítná žláza .....	28
5.4 Příštítná tělíska.....	29
5.5 Brzlík.....	29
5.6 Nadledvinky .....	29
5.7 Slinivka břišní (Langerhansovy ostrůvky) .....	29
5.8 Pohlavní orgány (varle, vaječník) .....	29

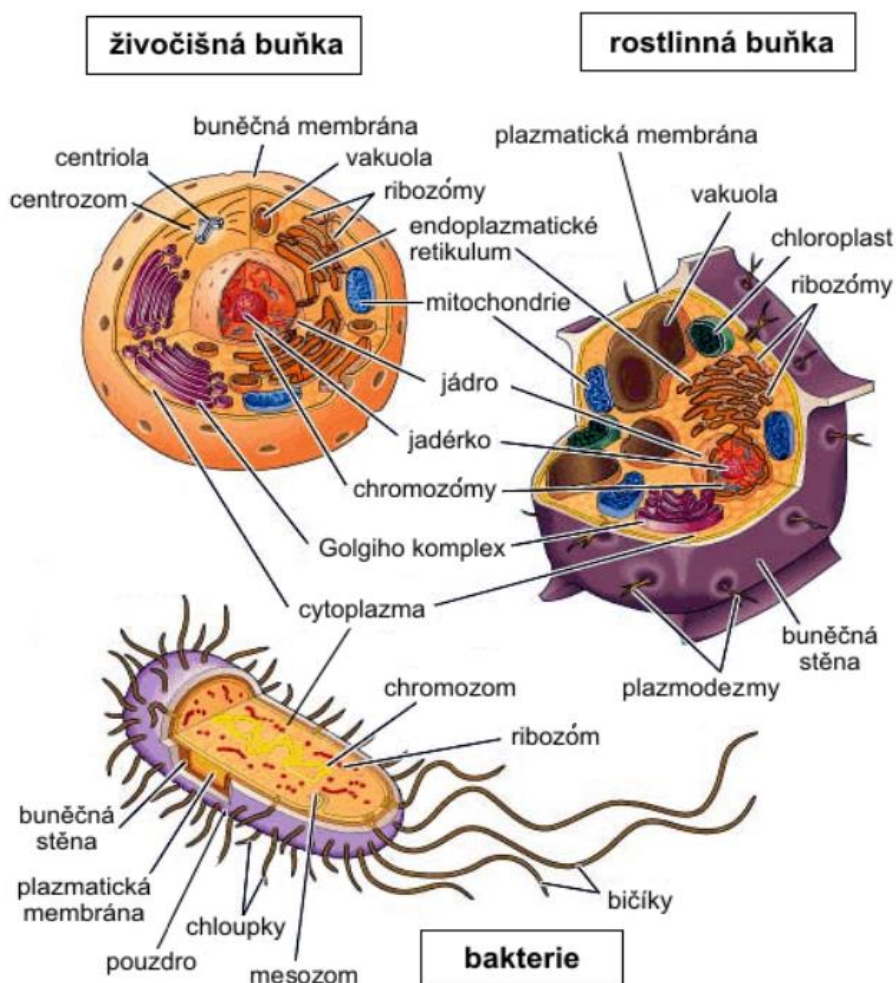
5.9 Další orgány kde se tvoří hormony .....	29
<b>6) OBĚHOVÁ SOUSTAVA .....</b>	<b>31</b>
6.1 Krevní oběh .....	31
6.2 Tělní tekutiny (krev, lymfa) .....	33
<b>7) TRÁVICÍ SOUSTAVA .....</b>	<b>35</b>
7.1 Dutina ústní .....	35
7.2 Trávicí trubice .....	36
7.3 Přídavné orgány trávicí soustavy .....	37
<b>8) MOČOPOHLAVNÍ SOUSTAVA .....</b>	<b>39</b>
8.1 Vylučovací soustava (ústrojí močové) .....	39
8.2 Pohlavní orgány – žena .....	39
8.3 Pohlavní orgány – muž .....	41
<b>9) DÝCHACÍ SOUSTAVA.....</b>	<b>43</b>
9.1 Horní cesty dýchací .....	43
9.2 Dolní cesty dýchací .....	43
9.3 Plicní ventilace, přenos dýchacích plynů .....	44
<b>10) SMYSLOVÉ SOUSTAVY.....</b>	<b>46</b>
10.1 Kůže .....	46
10.2 Zrakové ústrojí .....	46
10.3 Sluchorovnovážné ústrojí .....	48
10.4 Další smysly (čich, chuť, propriocepce).....	48
<b>11) ONTOGENEZE JEDINCE .....</b>	<b>50</b>
11.1 Prenatální vývoj .....	50
11.2 Postnatální vývoj .....	51

<b>12) ZÁKLADY GENETIKY .....</b>	<b>53</b>
12.1 Základní pojmy .....	53
12.2 Jádro, chromozomy, DNA, mutace .....	53
12.3 Dědičnost, vzájemné vztahy alel .....	53

# 1) ZÁKLADY CYTOLOGIE

Cytologie je vědní obor, jehož předmětem je studium buněk. Buňku lze charakterizovat jako základní stavební jednotku živé hmoty, která vykazuje všechny základní životní projevy (strukturální i funkční). Za základní životní projevy buňky jsou považovány pohyb, látková přeměna (metabolismus) dráždivost, adaptace (přizpůsobivost), růst a rozmnožování. Pouze jednobuněčný organismus splňuje všechny zmíněné projevy a je schopen samostatného života.

Z fylogenetického hlediska můžeme za původní jednobuněčné organismy označit prokaryotické buňky, které se v současnosti vyskytují například v podobě bakterií nebo sinic (Obrázek 1). S postupným vývojem byla primitivní buňka obohacena o určité struktury a rozčleněna na jednotlivé orgány zajišťující vlastní funkce. Procesem vchlipování částí vlastní plazmatické membrány a příjmem jiných prokaryotických buněk (endosymbiózou) pravděpodobně vznikla buňka eukaryotická, která se později rozdělila na rostlinnou buňku a buňku živočišnou (Obrázek 1). Některé základní rysy jsou společné pro všechny typy buněk. Všechny buňky jsou ohraničeny plazmatickou membránou, uvnitř membrány je polotekutá substance nazývaná cytosol, v cytosolu jsou uloženy geny ve formě molekuly DNA a v jejím okolí drobné orgány s názvem ribozomy.



Obrázek 1 – Druhy buněk (Dostupné z: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/2>)

Lidské tělo je mnohobuněčný organismus, tvořené živočišnými buňkami. Buňky lidského organismu nejsou přizpůsobeny samostatnému životu a tvoří specializované tkáně, které tvoří jednotlivé orgány, ty se pak skládají v orgánové soustavy a výsledkem souboru orgánových soustav je organismus. Buňky lidského těla mají různou velikost, tvar a funkci v závislosti na typu tkáně, ve které se nacházejí.

Lidské tělo je mnohobuněčný organismus a je složené cca z 45 biliónů buněk (odhad). Průměrná velikost buněk je odhadována okolo 20  $\mu\text{m}$ . Mezi nejmenší buňky lidského těla jsou řazeny červené krvinky nebo mužská pohlavní buňka – spermie. K největším buňkám lidského těla se řadí nervové buňky (motoneurony) nebo ženská pohlavní buňka – oocyt. Tvar buněk je velmi rozmanitý a je přizpůsoben funkci dané buňky. Nejjednodušším tvarem je kulovitý tvar buňky. Dále můžeme rozpoznat mnohostěny, buňky oválné, cylindrické, rozvětvené nebo s výběžky. Většina buněk lidského těla vykazuje stejný tvar po celou dobu svého života. Výjimkou jsou například bílé krvinky, které mají tvar proměnlivý a mohou vytvářet panožky.

## 1.1 Buňka prokaryotická

Prokaryotické organismy se vyskytují na naší planetě více než 3,5 milionu let. Po dobu 1,5 milionu let byla prokaryota jedinými živými organismy na Zemi. Svými schopnostmi dokonalé adaptace dokázala reagovat na měnící se podmínky Země. Dále svou činností ovlivnila charakter naší planety a stále jsou dominantní složkou biosféry naší planety. Nachází se všude tam, kde je život, ale i tam kde je život pro eukaryota nesnadný nebo nemožný (horké, slané, kyselé, zásadité..). V dnešní době jsou nejnámějšími prokaryoty bakterie, jenž mají různý přínos pro náš organismus. V přírodě zajišťují chemické procesy, bez kterých by byl život jako takový zcela nemožný. Proto následující popis bude charakteristický právě pro bakterie.

Prokaryota jsou jednobuněčné organismy. Některé druhy mají tendenci vytvářet shluky dvou a více buněk a někdy tvoří kolonie, kde může docházet ke specializaci a tzv. „dělbě práce“. Tvary jsou různé. Nejčastějším tvarem jsou kulaté koky, tyčinky nebo spirálovité spirily. Většina prokaryot dosahuje velikosti okolo 1-5  $\mu\text{m}$ . Téměř všechny bakterie mají okolo plazmatické membrány buněčnou stěnu, jejímž základem je molekula peptidoglykanu. Buněčná stěna udržuje tvar buňky, poskytuje fyzickou ochranu a zabraňuje prasknutí buňky v hypotonickém prostředí. Podle množství peptidoglykanů (+dalších látek) a uspořádání molekul je možné bakterie rozdělit do dvou hlavních skupin (gram-pozitivní, gram-negativní). Mnoho zástupců bakterií má na povrchu buněčné stěny ještě jednu ochrannou vrstvu tzv. kapsulu (pouzdro). Gram-negativní buněčná stěna a přítomnost kapsuly zvyšuje obranyschopnost bakterie (např. proti antibiotikům) a jsou pro hostitelské buňky více patogenní. Cytoplasmatická membrána funguje na rozhraní každé buňky jako selektivní bariéra, která zajišťuje průchod dýchacích plynů, živin a odpadních látek. Dalším útvarem, kterým může být bakterie opatřena, jsou výběžky zvané pilusy. Tyto výběžky mohou sloužit k přichycení bakterie k povrchu, další bakterii, nebo jsou využívány při konjugaci k přenesení DNA. Bakterie jsou často opatřeny bičíkem, který jim slouží k pohybu.

Vnitřek buňky je vyplněn cytoplasmou, kterou je možno charakterizovat jako tekutý obsah buňky. Uvnitř buňky je kruhovitá molekula DNA, která je soustředěna (sbalena) ve středu buňky v oblasti nazývané nukleoid. Není oddělena od okolního prostoru žádnou membránou a někdy je

nazývána jako bakteriální chromozom. V okolí bakteriálního chromozomu se vyskytují ribozomy. Mnoho bakterií obsahuje další mnohem menší kružnicové molekuly DNA, které se nazývají plazmidy (plazmidy nesou geny pro rezistenci k antibiotikům, pro speciální metabolické procesy a další vzácné procesy). Úlohou DNA je programování metabolismu, řízení rozmnožování a růstu buňky. Bakterie se rozmnožuje binárním dělením. Protože binární dělení je nepohlavní proces, je většina potomků shodná s rodičovskou buňkou a bakterie se tak mohou dělit velmi rychle. I přes nepohlavní dělení může při replikaci DNA docházet k mutacím (změně v molekule DNA) a někteří potomci mohou vykazovat odlišné znaky od rodičovské buňky. Právě nově vzniklé mutace pak mají vliv na genetickou rozmanitost a vznikají tak jedinci lépe přizpůsobeni na místní prostředí. Bakterie jsou schopné měnit svou DNA dalšími procesy (transformace, transdukce, konjugace). Mohou přijmout obnaženou DNA z okolního prostředí a přijmout tak nové geny (transformace). Transdukce je proces, který umožňuje přenos bakteriálních genů z jedné hostitelské buňky na druhou prostřednictvím fágů (virus infikující bakterii). Poslední možností je konjugace, kde dochází k přímému přenosu genetického materiálu (vlastní DNA, plazmid) mezi dvěma bakteriálními buňkami, které se pomocí pohlavních pilosů dočasně spojily.

## 1.2 Buňka eukaryotická (živočišná)

V průběhu vývoje vznikaly různé buněčné struktury, které začaly vyplňovat vnitřní prostor buňky. Jádro bylo obaleno do membrány, která se v průběhu dělení rozpouští a umožňuje vzniku chromozomů, dále vznikl endomembránový systém, mitochondrie, chloroplasty a bičík typu 9+2. Eukaryotické buňky prochází životním cyklem s procesy, jako jsou mitóza a meióza. Dnes tedy existují dva typy eukaryotických buněk, kde je možné rozlišit buňku živočišnou a rostlinou. Oba typy buněk mají mnoho organel společných (jádro, endomembránový systém, mitochondrie) a některé organely živočišné buňce chybí (chloroplast, vakuola, buněčná stěna). V následujícím textu budou přiblíženy jednotlivé organely živočišné buňky (internetový odkaz D a E).

### *Cytoplazmatická membrána*

Cytoplazmatická membrána (biomembránu) ohraničuje každou buňku od okolí. Je tvořena dvěma základními strukturami - dvojrstvou fosfolipidů a bílkovinami. V biomembráně jsou ukotveny četné receptory (signální molekuly), pro různé chemické signály. Zajišťují přenos informací mezi buňkou a okolním prostředím, mezi buňkami a uvnitř buněk. Systém uspořádání fosfolipidů zajišťuje tzv. fluiditu membrány (volný nebo řízený posun bílkovin). Polopropustnost membrány zajišťuje přenos látek do buňky. Některé látky mohou do buňky vstupovat volně na základě difúze (malé molekuly (dýchací plyny, voda, uhlovodíky, aj.), jiné látky prostupují membránou pomocí membránových bílkovin (iontových kanálů, přenašečové proteiny) nebo vytvořených transportní váček (exostóza, endocytóza). Membránové bílkoviny zajišťují transport většiny životně důležitých látek. Vzhledem k měnícím se okolním i vnitřním podmínkám udržuje biomembrána polotekutou strukturu. Tato vlastnost umožňuje posun membránových bílkovin na potřebné místo (internetový odkaz A).

Fosfolipidy jsou tvořeny hydrofilní hlavičkou a dvěma hydrofobními ocasy. Hlavičky fosfolipidů jsou v kontaktu s vnějším a vnitřním prostředím buňky. Membránové proteiny jsou větší molekuly,



kteří jsou do membrány zanořeny buď zcela, nebo jen do jedné poloviny a mají rozmanitou funkci. Ukotvení membránových proteinů odpovídá jejich úloze. V cytoplazmatické membráně je možné nelézt adhezivní molekuly, které připevňují buňku k buňce/basální membráně, proteiny umožňující pasivní a aktivní transport iontů, signální molekuly (receptory přizpůsobené k vazbě s transmittery nebo látkami chemické povahy jako jsou například léky, drogy, hormony), které po navázání příslušné látky spouští další děje v buňce (rozvoj imunity), proteiny s funkcí enzymů (katalyzují různé reakce na povrchu buňky) nebo kontraktilní proteiny (aktin a myozin).

## *Cytoskelet*

Cytoskelet je síť trubicových a vláknitých útvarů, které zajišťují tvar buňky, oporu buňky, buněčný pohyb celé buňky i jednotlivých organel uvnitř buňky. Je považován za dynamickou strukturu, která je schopna rychlé přestavby podle okamžité potřeby buňky. Cytoskelet je tvořen mikrotubuly, mikrofilamenty a středními filamenty (internetový odkaz B).

### *Mikrotubuly*

Mikrotubuly jsou dlouhé duté útvary tvořené tubulinem a jsou přítomny ve všech buňkách. Svým uspořádáním tubulinu jsou schopny rychlé přestavby a transportovat tak vezikuly, organely, měnit tvar buňky nebo od sebe oddělovat chromozomy při buněčném dělení. Mikrotubuly tvoří centrozom (pár centriol) a dělicí vřeténko. Jsou k nalezení v řasinkách na povrchu některých buněk nebo v bičíku spermie, kde jsou důležitou komponentou zajišťující pohyb.

### *Mikrofilamenta*

Mikrofilamenta jsou tenká vlákna tvořena bílkovinou aktinem. Molekuly aktinu svým spojením tvoří tenké vlákno připomínající dvoušroubovici. Takto vzniklá vlákna pak tvoří ve všech buňkách trojrozměrnou síť podél cytoplazmatické membrány a udržují tvar buňky. Mikrofilamenta zajišťují améboidní pohyb buňky (panožky), jsou obsažena v kontraktilním prstenci dělicí se buňky, v mikrokličkách a ve svalové tkáni. V kosterní svalovině jsou aktinová vlákna nezbytná k vytvoření kontrakce svalové buňky.

### *Intermediární / Střední filamenta*

Střední filamenta jsou tenká vlákna specializovaná na odolání napětí. Jsou méně dynamická než předchozí vlákna a jsou považována za buněčnou kostru. Síť těchto vláken je hustá především v místech, která jsou vystavena velkým mechanickým tlakům (pevnost výběžků nervových buněk, desmozomy – komunikační kanálek přecházející z jedné buňky do druhé). Jejich uplatnění je v upevnění některých organel, které mají stálou pozici (jádro).

## *Cytoplazma*

Cytoplazma je tekutý obsah buňky, který buňku vyplňuje a kromě jemně rozptýlených bílkovin, lipidů a glykogenu v sobě zahrnuje také zrníčka sekretů a pigmentů, různé soli a hlavně 70-80% vody. Spojuje tak všechny struktury buňky a zprostředkovává přesun látek uvnitř buňky. Je tvořena systémem vláken (mikrotrabekulů) a vodního roztoku.

## Jádro

Jádro je řídicí organela buňky, nese genetický materiál ve formě molekuly DNA, který se při dělení buňky přenáší do nových dceřiných buněk a prostor je vyplněn nukleoplazmou. Zpravidla bývá jedno a má kulovitý tvar. Jádro obalují dva listy jaderné membrány, mezi kterými se nachází úzký perinukleární prostor (cisterna) a vnější membrána přechází do endoplazmatického retikula. V jaderné membráně je možné identifikovat velké množství jaderných pórů, které slouží k obousměrnému toku látek mezi nukleoplazmou a cytoplazmou. V nedělicí se buňce je molekula DNA (46 megamolekul DNA) stočena v určitých intervalech okolo histonů (histonové proteiny). Takto uspořádaný komplex DNA a proteinů se nazývá chromatin. V průběhu dělení buňky se chromatin rozvolní a přemění na 23 párů chromozomů (22 párů homologních/autozomů + 1 pár nehomologních chromozomů/gonozomů). Většina buněčných jader obsahuje jadérko, které obsahuje mnoho zrn s RNA. V jadérku probíhá syntéza ribozomů, jež mají klíčovou úlohu v syntéze aminokyselin a proteinů.

## Endoplazmatické retikulum

Endoplazmatické retikulum je tvořeno systémem vzájemně propojených membránových cisteren a kanálků uložených v cytoplazmě. Rozlišujeme hladké (granulární) a drsné (granulární) endoplazmatické retikulum, které má na membráně navázány ribozomy.

### Drsné endoplazmatické retikulum

Drsné ER se díky přítomnosti ribozomů podílí na syntéze bílkovin. Dále v něm vznikají fosfolipidy a cukry, které s vytvořenými bílkoviny tvoří komplexy. Podílí se na tvorbě membrán.

### Hladké endoplazmatické retikulum

Hladké ER produkuje enzymy a katalyzuje přeměnu lipidů. Podílí se na syntéze hormonů (steroidních hormonů z cholesterolu) a v jaterních buňkách má detoxikační úlohu. V buňkách kosterní a srdeční svaloviny zajišťuje a udržuje zásobu vápníkových iontů

## Golgiho aparát

Golgiho komplex je tvořen souborem uzavřených oploštělých cisteren, které jsou k sobě přiloženy jako talíře. Je v těsném kontaktu s ER a zajišťuje dokončení, skladování, třídění a rozesílání produktů vytvořených hladkým ER a ribozomy na drsném ER. Z Golgiho aparátu jsou uvolňovány transportní váčky s kompletními buněčnými produkty.

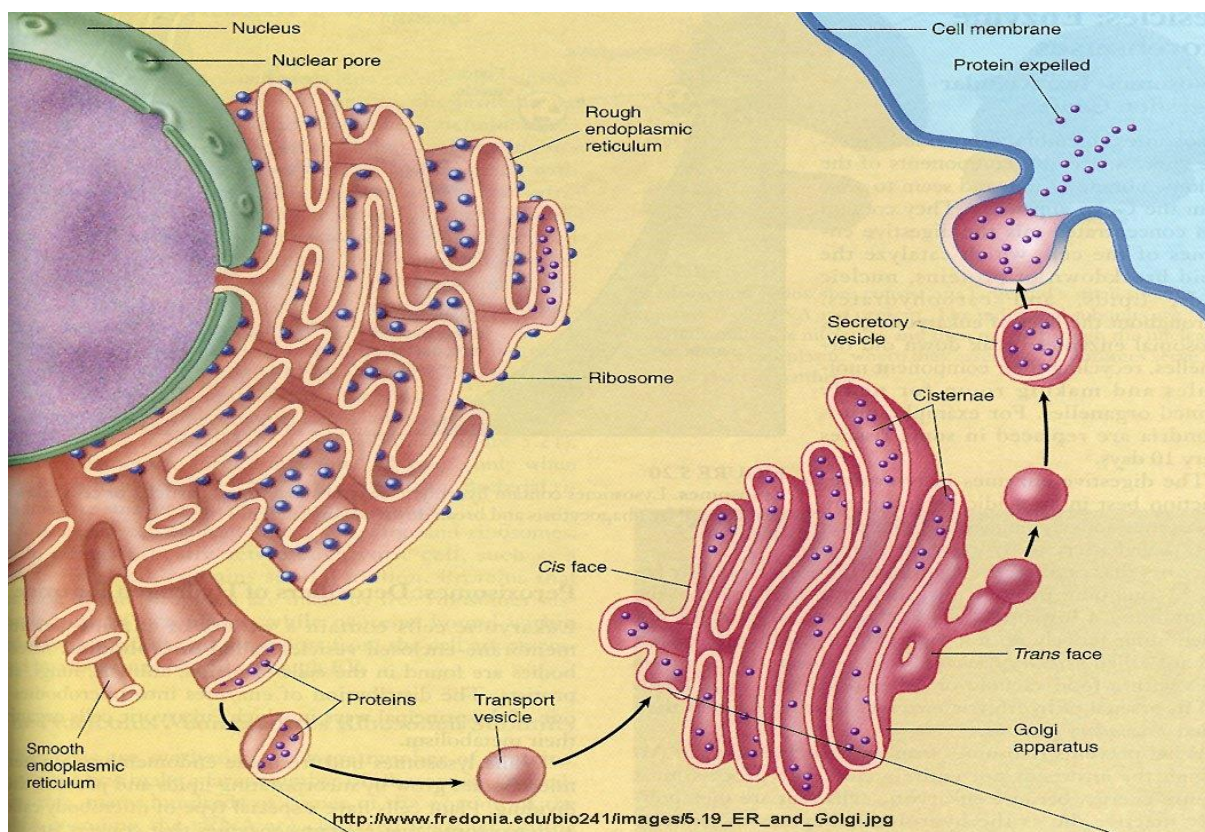
## Lysozomy

Lysozomy jsou váčky ohraničené jednoduchou membránou a obsahují více než 40 kyselých hydroláz (hydrolytické enzymy), které jsou schopny štěpit všechny makromolekuly (proteiny, nukleové kyseliny, polysacharidy, lipidy). Vznikají v drsném ER a jsou transportovány do Golgiho aparátu, kde dochází k úpravám. Z GA se odděluje primární lysozom, který má nízké pH a jeho hlavní funkcí je splývat s potravními váčky (fúze) a zahájit potravní procesy (sekundární lysozom). Lysozomy můžeme tedy považovat za jakýsi buněčný trávicí aparát. Jejich prasknutí a vylití do obsahu buňky způsobuje rozklad buňky (autolytické zničení – samostrávení). Programovaná destrukce buňky

vlastními lysozomy je důležitá při vývoji mnohobuněčných organismů (u člověka při vývoji ruky – blány mezi prsty). Tkáň může být díky lysozomům spotřebována.

### Endomembránový systém

Endomembránový systém je komplex organel, které jsou tvořeny stejnými strukturami jako plazmatická membrána. Zahrnuje v sobě jaderný obal, endoplazmatické retikulum, Golgiho aparát, lysozomy, transportní váčky a plazmatickou membránu. Membrány zmíněných organel mají stejnou organizaci a mohou v sebe jednoduše přecházet (obrázek 2).



Obrázek 2 – Endomembránový systém

### Mitochondrie

Mitochondrie jsou semiautonomní organely, které mají vlastní DNA a ribozomy a vyskytují se v cytoplasmě všech typů eukaryotních buněk s výjimkou zralých erytrocyt savců. Jsou protáhlé, ovoidní nebo eliptické útvary tvořené vnější a vnitřní membránou. Vnější membrána určuje tvar organely a vnitřní je zřasena do záhybů, které se nazývají mitochondriální křisty. Vnitřní prostor je vyplněn hustou hmotou, tzv. mitochondriální matrix. Mitochondrie se podílejí na komplikovaných respiračních reakcích, při kterých vzniká velké množství energie (z 1 mol glukózy je celkový energetický zisk 36-38 molů ATP). Mitochondrie vyrábějí zhruba 90 % energie spotřebovávané buňkami, tkáněmi a orgány (internetový odkaz C).

### ***Otázky, úkoly a zajímavosti na závěr:***

Student dokáže nakreslit a popsat základní struktury živočišné buňky.

Jaká je nejmenší a největší buňka lidského těla?

Může v rámci mnohobuněčného organismu fungovat buňka bez jádra?

Jaký mají bakterie vliv na životní prostředí, ve kterém žijeme?

Jakým způsobem ovlivňují bakterie lidský organismus?

Jaké organely obsahuje živočišná buňka a jaké jsou jejich základní funkce?

Jak je to s mitochondriemi u pohlavních buněk?

### ***Jan Evangelista Purkyně***

Jako první vyslovil myšlenku o principiální analogii (základní podobě) ve struktuře živočišného i rostlinného těla. Nově objevené strukturální elementy v mnohobuněčných organismech označoval původně jako zrníčka, později jako buňky.

Jaké části lidského těla jsou po tomto objeviteli nazývané a kde je můžeme nalézt?

### ***Podpůrné internetové odkazy:***

A - [Transport látek v buňce](#)

B - [Mikrotubuly a aktinová vlákna](#)

C - [Mitochondrie: Jak se vyrábí energie](#)

D - [Buňka](#)

E - [Buňka – základní organely](#)

F - [Proteosyntéza – od DNA k proteinu](#) – Nezkreslená věda, AVČR

### ***Použitá a doporučená literatura:***

Alberts, B. et al. (1998). *Základy buněčné biologie*. Ústí nad Labem: Espero publishing.

Campbell, N. A., & Reece, J. B. (2006). *Biologie*. Brno: Computer Press a.s. (pp. 112-175; 526-543)

Dylevský, I. (2007). *Obecná kineziologie*. Praha: Grada. (pp. 19-29)

Ganong, W. F. (2005). *Přehled lékařské fyziologie*. Semily: Galén.

Machová J. (2016). *Biologie člověka pro učitele*. Praha: Karolinum. (pp. 22-24)

Nečas, O. et al. (2000). *Obecná biologie*. Jihlava: H&H.

Petřek, J. (2019). *Základy fyziologie člověka pro nelékařské zdravotnické obory*. Praha: Grada.

## 2) ZÁKLADY HISTOLOGIE

---

V předchozí kapitole bylo naznačeno, jak vypadá a z jakých částí se skládá „ideální“ živočišná buňka. Vzhledem k faktu, že lidské tělo je mnohobuněčný organismus, nemůže být ani uvažováno o jednotné podobě a účinku buněk. Během fylogeneze mnohobuněčných organismů bylo za potřebí určité specializace buněk, které vykonávaly pouze určitou specifickou funkci. Buňky se stejnou funkcí, podobou i původem jsou seskupeny ve větší buněčné soubory, které se nazývají tkáně.

Tkáň je tedy možno definovat jako soubor buněk stejného původu, stejného tvaru s jedinou hlavní funkcí. Studium tkání se zabývá vědní obor histologie. V rámci histologie jsou rozlišovány tkáně výstelkové (epitely), pojivové, svalové, tkáň nervovou a tělní tekutiny. Tělním tekutinám bude věnována pozornost v kapitole věnující se oběhové soustavě.

### 2.1 Epitely

Epitely neboli výstelková tkáň má charakteristické uspořádání buněk. Buňky jsou uloženy hustě vedle sebe a jejich základní funkcí je buď krýt povrch těla, nebo vystýlat tělní dutinu. Epitely je možné dělit podle počtu vrstev nebo podle jejich funkce.

#### *Dělení podle tvaru:*

**A – PLOŠNÝ EPITEL** – dělen podle počtu vrstev

- Jednovrstevný plochý
- Jednovrstevný krychlový
- Jednovrstevný cylindrický
- Víceřadý cylindrický
- Mnohovrstevný dlaždicový
- Mnohovrstevný cylindrický
- Epitel přechodní

**B – TRÁMČITÝ EPITEL** – prostorové seřazení řad do „trámců“

**C – RETIKULÁRNÍ EPITEL** – je tvořen rozestupujícími se buňkami, které tvoří prostorovou síť a jsou spolu pevně spojeny svými výběžky

#### *Dělení podle funkce:*

**A – KRYCÍ / VÝSTELKOVÝ**

**B – ŘASINKOVÝ**

**C – ŽLÁZOVÝ**

**E – RESORPČNÍ**

**D – RESPIRAČNÍ**

**E – SVALOVÝ**

**F – SMYSLOVÝ**

**G – ZÁRODEČNÝ**

**H - PIGMENTOVÝ**

## 2.2 Pojiva

Hlavní úlohou pojiv v těle je zajištění spojení různých orgánů v těle a poskytnutí opory a ochrany měkkým částem těla. Základní charakteristikou pojiv je tvorba velkého množství mezibuněčné hmoty. V mezibuněčné hmotě probíhají vlákna a vlastnosti mezibuněčné hmoty určují vlastnosti celé tkáně (pružnost, tažnost, tvrdost). Základem všech druhů pojiv je původní embryonální vazivo, které se postupně vyvíjí v další druhy pojiva – vazivo, chrupavka, kost.

### *Vazivo*

Vazivo je první pojivo, které se během ontogenetického vývoje vytváří. Je měkké, poddajné a vodnaté. Obsahuje buňky (fixní a bloudivé) a mezibuněčnou hmotu (amorfní a vláknitá složka). Mezibuněčná hmota je tvořena kolagenními, elastickými a retikulárními vlákny. Podle složení mezibuněčné hmoty a zastoupení vláken (fibril) rozlišujeme různé druhy vaziv.

**A – MEZENCHYM**

**B – ŘÍDKÉ KOLAGENNÍ VAZIVO**

**C – TUHÉ KOLAGENNÍ VAZIVO**

**D – VAZIVO ELASTICKÉ**

**E – VAZIVO RETIKULÁRNÍ/SÍŤOVÉ**

**F – VAZIVO TUKOVÉ**

### *Chrupavka*

Chrupavka je tužší tkáň než vazivo. Je pevná, tuhá a pružná. Je tvořena buňkami (chondrocyty) a průsvitnou tuhou mezibuněčnou hmotou, která obsahuje fibrily (kolagenní a elastická vlákna). Na povrchu chrupavky je vazivová vrstva zvaná perichondrium, která zajišťuje výživu, protože chrupavka obsahuje velmi málo (vůbec) cév. Výživa je zajištěna pomocí difúze látek z perichondria. Chrupavka nemá regenerační schopnost.

**A – BUNĚČNÁ chrupavka**

**B – HYALINNÍ chrupavka**

**C – ELASTICKÁ chrupavka**

**D – VAZIVOVÁ chrupavka**

## Kost

Kostní tkáň je nejtvrďší struktura pojiv a je hlavní stavební tkání kostí. Kost má podpůrnou, ochrannou a krvetvornou funkci. Dále ji můžeme považovat za tkáň, která udržuje zásobu vápníku. Podobně jako ostatní pojiva i kost je tvořena kostní buňkou (osteocyt) a mezibuněčnou hmotou (osein, minerální látky). Složení mezibuněčné hmoty, poměr organických a anorganických látek, není po celý život stejné a určuje pevnost a tvrdost kosti. V dětství převládá více ústrojné složky (osein) a proto jsou kosti dětí měkké a pružné. Ve stáří převládají naopak vápenaté soli, a proto se stávají kosti křehčí. Uložení buněk a mezibuněčné hmoty v kostech má určitý řád a v kostech můžeme rozlišit jednotlivé lamely, které dohromady tvoří osteon. Oproti chrupavce má kostní tkáň schopnost regenerace, proto poškozená, či zlomená kost může opět srůst. V kostní tkáni probíhají důležité metabolické děje související s růstem, regenerací a s udržováním určité hladiny vápníku v těle.

V rámci kostní tkáně rozlišujeme dva typy kostí. V tělech dlouhých kostí a na povrchu všech krátkých a plochých kostí se vyskytuje kost kompaktní. Hlavice a středy/vnitřky všech kostí jsou vyplněny kostí spongiózní (houbovitou).

### KOST KOMPAKTNÍ

### KOST SPONGIÓZNÍ

## 2.3 Svalová tkáň

Svalová tkáň je tkáň, která vzniká z mezodermu a je specializovaná na pohyb. Veškerá svalová tkáň je tvořena svalovými buňkami, které jsou schopny přeměňovat chemickou energii (ATP) na mechanickou práci. Tyto buňky obsahují kontraktilní proteiny aktin a myozin, které mají schopnost vytvořit kontrakci a tak vykonat pohyb. V lidském těle je možné rozlišit tři druhy svaloviny - svalovinu hladkou, svalovinu srdeční a svalovinu příčně pruhovanou.

### *Hladká svalovina*

Hladká svalovina se vyskytuje v orgánech jednotlivých orgánových soustav našeho těla, kde zajišťují konkrétní funkce pro danou soustavu. Příkladem mohou být žlázy s vnitřní sekrecí (vyplavení hormonu do krve), trávicí trubice od jícnu po esovitou kličku (posun a rozmělnění potravy), močovody a močový měchýř (posun a vypuzení moči), kořeny chlupů (vzpřímení chlupu) aj.

Buňky hladké svaloviny mají protáhlý vřetenovitý tvar, uprostřed buňky leží jedno podlouhlé jádro, u jehož pólů jsou seskupeny ostatní organely. Při kontrakci buňky se jádro spirálovitě stáčí. Vyskytují se jednotlivě, mohou však také tvořit kontraktilní celky, které jsou aktivovány současně. Činnost hladké svaloviny (kontrakce a relaxace) je celkem pomalá a prakticky nepodléhá únavě. Kontraktilní bílkoviny aktin a myozin křížují nitro svalové buňky a tvoří speciální nepravidelnou síť. Buňky hladké svaloviny jsou inervovány vegetativní nervovou soustavou (postgangliovým neuronem). Kontrakce může být vyvolána hormonálně nebo mechanickým podnětem, nelze ji proto ovládat vůlí.

## *Srdeční příčně pruhovaná svalovina*

Příčně pruhovaná svalovina srdeční tzv. MYOKARD je součástí lidského srdce. Jednotlivé svalové buňky vykazují příčné pruhování shodné s kosterní svalovinou (podrobněji dále), které je uspořádáno v sarkomerách. Poměrně dlouhá valová vlákna jsou rozdělena interkalárními disky, které od sebe oddělují jednotlivé svalové buňky, zajišťují rychlý přechod podráždění a ukotvení aktinových filament. Buňky srdeční svaloviny obsahují jedno jádro uložené ve středu buňky.

Část myokardu je uspořádána do systému specializované svaloviny, kterou nazýváme převodní srdeční systém, který zajišťuje srdeční automacii (stah srdce). Myokard je inervován vegetativním nervovým systémem (sympatikus, parasympatikus), který reguluje pouze frekvenci srdečních stahů.

## *Kosterní příčně pruhovaná svalovina*

Kosterní svalovina představuje hybnou složku pohybového systému, která obsahuje zhruba 600 svalů, což u průměrného člověka odpovídá 36 – 42 % jeho celkové váhy. Můžeme ji proto považovat za největší tkáň lidského těla. Kosterní svalovina se skládá z jednotlivých svalů, které je možné dělit na svalové snopce, ty pak na svalová vlákna/buňky. Svalové buňky se skládají z velkého počtu myofibril, které obsahují myofilamenta (aktin, myozin), které svým specifickým uložením tvoří jednotlivé sarkomery. Sarkomera představuje stavební jednotku svalového vlákna a díky jejímu vnitřnímu uspořádání proteinů, vykazuje kosterní a srdeční svalovina příčné pruhování.

### **Popis a nákres sarkomery:**

Svalové vlákno kosterní svaloviny představuje mnohojadernou (desítky až stovky jader) poměrně velkou svalovou buňku (mm až po několik cm). Délka svalové buňky většinou odpovídá délce svalu. Jádra jsou uložena pod povrchem buňky, který je pokryt sarkolemou. Okolo jednotlivých myofibril jsou rozprostřeny početné systémy trubic endoplazmatického retikula (ve svalu se někdy nazývá sarkoplazmatické retikulum, T-tubuly), které zajišťují tok  $Ca^{2+}$  iontů nezbytných pro průběh kontrakce. Svalová buňka je vyplněna sarkoplazmou. Kosterní svalovina je inervována mozkomíšními nervy, které je možné ovládat vlastní vůlí. Funkční jednotkou kosterní svaloviny je motorická jednotka, která je tvořena jedním motoneuronem a skupinou svalových vláken, které tento motoneuron inervuje. Konkrétní spojení motoneuronu s jedním svalovým vláknem se pak nazývá motorická ploténka.

### **Popis průběhu kontrakce (int. odkaz C):**



## 2.4 Nervová tkáň

Nervová tkáň je tvořena nervovými buňkami (neuron) a buňkami podpůrnými (neuroglie). Tyto buňky jsou základem centrální a obvodové nervové soustavy. Základní stavební a funkční jednotkou nervové soustavy je neuron, jeho základní funkcí je dráždivost a vodivost. Skládá se z těla a dvou typů výběžků: axon a dendrity. Typický tvar nervové buňky je hvězdicový/multipolární (Obrázek 3). Dalšími možnostmi jsou neurony bipolární (dva výstupy – jeden axon a jeden dendrit), pseudounipolární (jeden výstup z těla, který se dělí na axon a dendrit) a unipolární (bez dendritů).



**Obrázek 3 - Nakreslete neuron a popište jeho základní struktury – tělo, jádro, Nisslova substance, iniciační segment, dendrity, axon, myelinová pochva, Ranvierovy zářezy, Schwanovy buňky/oligodendroglie, synapse.**

Funkcí nervové soustavy je přijímat podněty (vnější, vnitřní) pomocí receptorů, zpracovat je a vyslat odpověď k příslušným efektorům. Podráždění je přijímáno neuronem vždy přes dendrity (dostředivý směr toku) do těla neuronu a odtud je axonem předáno dále (další neuron, efektor). Mezi jednotlivými neurony nebo mezi neuronem a efektozem/receptorem je spojení, které nazýváme synapse. Podpůrné buňky, bez kterých by nervová soustava nemohla fungovat, se nazývají neuroglie. Mezi neuroglie jsou řazeny makroglie, oligodendroglie a mikroglie. Jejich funkce je zajišťovat neuronu dostatek živin, urychlovat signál nebo chránit před patogeny (int. odkaz A a B).

### *Otázky, úkoly a zajímavosti na závěr:*

K jednotlivým typům výstelkové tkáně doplňte stručnou charakteristiku a konkrétní příklady.

Kde se daný typ tkáně v lidském těle vyskytuje?

Rozdělení epitelů podle funkce doplňte příklady, kde tento typ epitelu můžeme nalézt.

K jednotlivým typům vaziv doplňte základní charakteristiku a konkrétní příklady.

K jednotlivým typům chrupavky doplňte základní charakteristiku a konkrétní příklady.

Charakterizujte kompaktní a spongiózní kost. Jaké jsou mezi těmito kostmi rozdíly?

Nakreslete a popište jednotlivé struktury sarkomery.

Podle internetového odkazu C (nebo učebnice) stručně popište průběh svalové kontrakce.

Z jakého důvodu má 2 leté dítě delší reakční dobu oproti dítěti 8 letému? Souvisí tento fakt s nervovou tkání?

### ***Podpůrné internetové odkazy:***

A – [Struktura neuronu a vznik signálu](#)

B – [Popis neuronu a vznik impulsu](#)

C – [Průběh svalové kontrakce](#)

### ***Použitá a doporučená literatura:***

Alberts, B. et al. (1998). *Základy buněčné biologie*. Ústí nad Labem: Espero publishing.

Campbell, N. A., & Reece, J. B. (2006). *Biologie*. Brno: Computer Press a.s. (pp. 834-842; 526-543)

Čihák, R. (2011). *Anatomie 1*. Praha: Grada. (pp. 9-27)

Fleishman, J. & Linc, R. (1983). *Anatomie I*. Praha: SNP (pp. 19-34)

Ganong, W. F. (2005). *Přehled lékařské fyziologie*. Semily: Galén.

Machová J. (2016). *Biologie člověka pro učitele*. Praha: Karolinum. (pp. 26-30)

Petřek, J. (2019). *Základy fyziologie člověka pro nelékařské zdravotnické obory*. Praha: Grada.

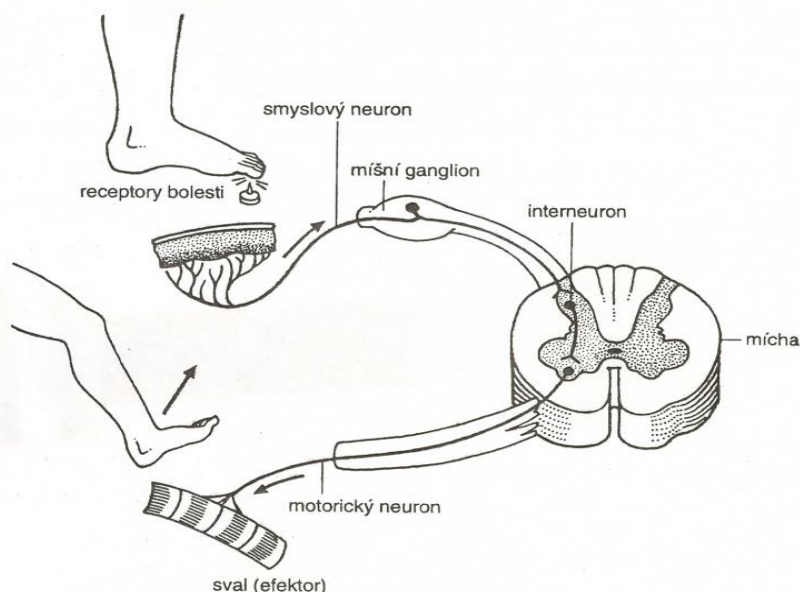
## 3) STAVBA A ZÁKLADNÍ FUNKCE CNS

Základní úlohou nervové soustavy (NS) je přijímat informace z vnějšího i vnitřního prostředí, zpracovávat je a zajišťovat odpovídající odpověď. V rámci ontogeneze se vyvíjí z vnějšího zárodečného listu (ektoderm). Skládá se z centrálního nervového systému (CNS), který je tvořen míchou a mozkem a periferního systému (PNS), který tvoří mozkomíšní nervy a periferní (autonomní) nervy. Z hlediska fylogeneze, kde měla NS původně podobu rozptýlených buněk po celém těle, dospěli savci k nejkomplicovanější podobě nervového systému. Základní a nejdůležitější částí NS je neuron, který byl důkladně probrán v předchozí kapitole.

### 3.1 Neuron

#### Klíčové pojmy:

- nukleus, ganglion, šedá hmota, bílá hmota, míšní kanálek
- nervy, nervové dráhy (senzorické, motorické), receptor, efektor
- interneuron, reflexní oblouk, podmíněný/nepodmíněný reflex



Obrázek 4 – Reflexní oblouk (Novotný & Hruška, 1999)

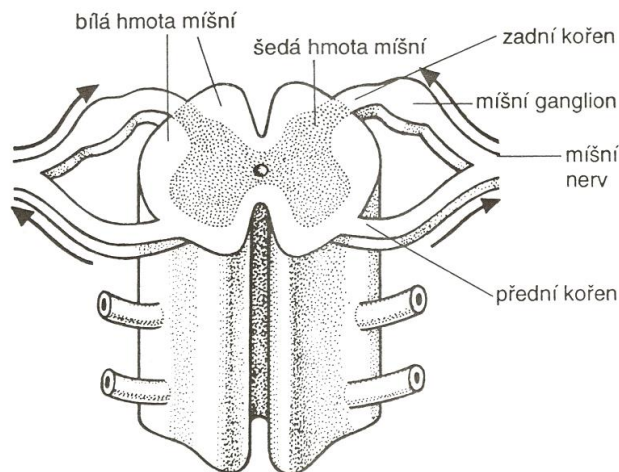
### 3.2 Mícha hřbetní – *medulla spinalis*

Mícha hřbetní je uložena v páteřním kanálu a dosahuje délky 40-45 cm. Páteřním kanálem prostupuje až k prvnímu bedernímu obratli. Je rozdělena na segmenty, které odpovídají odstupu míšních nervů (31 párů míšních segmentů). V příčném řezu míchou je možno rozpoznat struktury

tvořené šedou hmotou a bílou hmotou míšní. Mícha je na povrchu obalena třemi plenami (*dura mater spinalis*, *arachnoidea spinalis*, *pia mater spinalis*)

#### Klíčové pojmy:

- přední a zadní rohy míšní
- přední, zadní a postranní provazce míšní, smyslová a motorická vlákna (motoneurony)
- pyramidová dráha, mimopyramidová dráha, senzitivní dráhy



Obrázek 5 – Mícha hřbetní (Novotný & Hruška, 1999)

### 3.3 Mozek – *encephalon, cerebrum*

Mozek je nemladší část nervové soustavy. Je uložen v dutině lebeční a jeho váha se pohybuje okolo 1500 g (novorozenec 400g). Jeho hlavní úlohou je zpracovávat vstupní signály ze smyslových orgánů a vytvářet výstupní signály, které odesílá k výkonným orgánům (efektorům). Jednoduchými reflexními mechanismy zajišťuje integraci a koordinaci aktivit vztažených ke všem částem těla. Mozek je obvykle dělen na 6 částí: prodloužená mícha, most Varolův, střední mozek, mozeček, mezimozek a koncový mozek. Těchto 6 částí je vyplněno dutinami, které obsahují mozkomíšní mok (likvor). Míšní kanálek se rozšiřuje ve IV. mozkovou komoru, která úzkým podlouhlým spojením přechází ve III. mozkovou komoru (uloženou v mezimozku) a ta se napojuje na mozkové komory postranní (uložené v hemisférách). Podobně jako mícha i mozek je v mozkovně uložen ve třech obalech neboli plenách (*dura mater*, *arachnoidea*, *pia mater*).

#### **PRODLOUŽENÁ MÍCHA – MEDULLA OBLONGATA**

- struktura, jádra, retikulární formace, nervové dráhy, hlavové nervy

## **VAROLŮV MOST – PONS VAROLI**

- struktura, hlavové nervy

## **STŘEDNÍ MOZEK – MESENCEPHALON**

- struktura, černé jádro, červené jádro, čtverohrbolí

## **MOZEČEK – CEREBELLUM**

- senzomotorické centrum, bílá a šedá hmota, jádra, kůra mozečková, reflexní udržování rovnováhy těla

## **MEZIMOZEK - DIENCEPHALON**

- struktura, thalamus, hypothalamus, hypofýza

## **KONCOVÝ MOZEK – TELENCEPHALON**

- hemisféra, dominance hemisfér, trámec mozkový, gyrifikace (gyrus, sulcus), laloky, šedá hmota, bílá hmota
- mozková kůra, korová projekční/motorická centra (funkční oblasti – zrakové, sluchové, čichové, motorické,...), korový homunkulus
- bazální ganglia, limbický systém
- asociační vlákna, komisurální vlákna, projekční vlákna

### **Klíčové pojmy:**

- ontogenetický vývoj mozku

### **Otázky, úkoly a zajímavosti na závěr:**

Student dokáže přesně vymezit klíčové pojmy každé podkapitoly včetně základní funkce.

Student dokáže jednoduše vysvětlit reflexní oblouk s použitím pojmů – receptor, efektor, dostředivá a odstředivá dráha, interneuron, mícha a CNS.

Jaký je rozdíl mezi bílou a šedou hmotou v CNS?

Jaký je rozdíl mezi podmíněným a nepodmíněným reflexem?

Jaký je rozdíl mezi třemi plenami míšními?

Jaké oddíly mozku v sobě zahrnuje mozkový kmen a z jakého důvodu jsou tyto části spojovány?

### ***Podpůrné internetové odkazy:***

Nezkreslená věda – [Kdo řídí lidské tělo?](#)

Neumírejme mladí - [MOZEK](#)

### ***Použitá a doporučená literatura:***

Alberts, B. et al. (1998). *Základy buněčné biologie*. Ústí nad Labem: Espero publishing.

Campbell, N. A., & Reece, J. B. (2006). *Biologie*. Brno: Computer Press a.s.

Čihák, R. (2016). *Anatomie 3*. Praha: Grada.

Fleishman, J. & Linc, R. (1983). *Anatomie II*. Praha: SNP

Ganong, W. F. (2005). *Přehled lékařské fyziologie*. Semily: Galén.

Machová J. (2016). *Biologie člověka pro učitele*. Praha: Karolinum.

Petřek, J. (2019). *Základy fyziologie člověka pro nelékařské zdravotnické obory*. Praha: Grada.

## 4) STAVBA A ZÁKLADNÍ FUNKCE PNS

Periferní nervový systém (PNS) je důležitou částí nervové soustavy a zajišťuje spojení mezi CNS a periférií prostřednictvím nervů. Nervová vlákna tvořící nerv jsou výběžky buněk ležících buď v CNS nebo v nervové uzlině. V rámci v PNS rozlišujeme vlákna dostředivá neboli senzitivní ( aferentní), která vedou signály z příslušných receptorů, a vlákna odstředivá neboli motorická/sekreční ( eferentní), která vedou signál z CNS k příslušnému orgánu čili efektoru. Vzhledem k proměnlivému okolnímu prostředí je nezbytné zajistit proces signalizace a přizpůsobení se k daným situacím za předpokladu udržení vnitřní homeostázy. PNS proto je možné rozdělit na oblast somatickou (animální) a vegetativní. Dochází k prolínání obou oblastí.

### Klíčové pojmy:

- periférie, nerv, nervový obvod

### 4.1 Somatická oblast

Somatická oblast zajišťuje vztah organismu k zevnímu prostředí především pomocí smyslových analyzátorů. Vstupuje jasně do našeho vědomí a lze ji ovlivnit vůlí. Inervaci zajišťují míšní a hlavové nervy. Každý míšní nerv vzniká spojením dvou kořenů (předního a zadního), mají tedy povahu smíšeného nervu (eferentní i aferentní vlákna). Nervy vystupují z páteřního kanálu a dělí se na silnější přední větev a slabší zadní větev. Zadní větev inervuje oblast hlubokého zádového svalstva a kůži zad. Přední silné větve si navzájem vyměňují vlákna a tvoří pleteně. Hlavové nervy odstupují symetricky a mozkovnu opouštějí otvory ve spodině lebky. Jsou tvořeny dvanácti páry, které jsou označeny příslušnou římskou číslicí.

#### *MÍŠNÍ NERVY – NERVI SPINALES*

- krční
- hrudní
- bederní
- křížové
- kostrční

**Pleteně** – krční, pažní, hrudní, bedro-křížová

#### *HLAVOVÉ/MOZKOVÉ NERVY – NERVI CRANIALES*

Hlavové nervy odstupují symetricky a opouštějí lebku otvory v její spodině.

##### **I. nervy čichové - *nn. olfactorii***

Jsou tvořeny výběžky čichových buněk uložených v horní části dutiny nosní. Vlákna prochází dírkovanou ploténkou os ethmoidale a končí v korové oblasti čichové.

##### **II. nerv zrakový - *n. opticus***

Je tvořen výběžky gangliových buněk sítnice. Z očníce vstupuje kostěným kanálkem do střední jámy lebni. V místě tureckého sedla si nervy z obou očí částečně vyměňují vlákna --- vzniká útvar zvaný *chiasma opticum*, kde dochází ke křížení části zrakových nervů. *Nervus opticus* končí v korové oblasti zrakové.

### III. nerv okohybný - *n. oculomotorius*

Vychází z jádra uloženého ve středním mozku a inervuje většinu okohybných svalů. Současně s ním probíhají vlákna vegetativních nervů, která inervují svěrač zornice a sval řasnatého tělíska.

### IV. nerv kladkový - *n. trochlearis*

*Nervus trochlearis* je tenký nerv s jádrem ve středním mozku, který inervuje horní šikmý sval oční koule.

### V. nerv trojklaný - *n. trigeminus*

*Nervus trigeminus* je nejmohutnější nerv, který má jádra v prodloužené míše a Varolově mostu. Má smíšenou povahu vláken. Obsahuje jak vlákna senzitivní, tak vlákna motorická. Dělí se na tři větve (horní větev - senzitivní vlákna, střední větev – senzitivní vlákna, dolní větev – senzitivní + motorická vlákna), které inervují tři části obličeje. Motorická vlákna inervují svaly žvýkací. Senzitivní vlákna inervují povrchové i hluboké útvary v obličejové části hlavy.

### VI. nerv odtahující - *n. abducens*

*Nervus abducens* má své jádro ve Varolově mostu a inervuje zevní přímý sval v očnici,

### VII. nerv lícní - *n. facialis*

*Nervus facialis* má jádro ve Varolově mostu. Zajišťuje inervaci mimických svalů spolu se svalem třmínkovým, který zajišťuje napínání bubínku.

### VIII. nerv přesíňohlemýžďový / sluchovorovnovážný - *n. vestibulocochlearis*

*Nervus vestibulocochlearis* se skládá ze dvou samostatných nervů. Prvním je nerv přesíňový (*n. vestibularis*), který přivádí vzruchy ze smyslových buněk (váčku kulovitého a vejčitého, polokruhových kanálků) do CNS. Druhým je nerv hlemýžďový (*n. cochlearis*), který vede vzruchy ze smyslových buněk Cortiho ústrojí a končí na spodině 4 mozkové komory u příslušných jader (jader vestibulárních, kochleárních).

### IX. nerv jazykohltanový - *n. glossopharyngeus*

Vystupuje z jader na spodině 4 mozkové komory v prodloužené míše. Inervuje motoricky i senzitivně část hltanu a patrových mandlí. Přivádí vlákna parasympatická pro žlázu příušní a odvádí senzitivní vlákna z chuťových pohárků na kořeni jazyka.

### X. nerv bloudivý - *n. vagus*

Vystupuje z jader v prodloužené míše. Název je odvozen od jeho nezvykle dlouhého průběhu a rozsáhlé inervační oblasti. Je to nerv smíšený. Senzitivně inervuje zevní zvukovod, hrtan, průdušnici,



průdušky, plíce a aortu. Motoricky inervuje svaly hrtanu. Obsahuje vegetativní parasymptická vlákna pro oblast srdce, svalovinu průdušnice a průdušek, pro žaludek, střevo, játra a pankreas.

#### XI. nerv přídatný - *n. accessorius*

Nervus accessorius vystupuje z jádra v prodloužené míše. Inervuje sval trapézový a zdvihač hlavy.

#### XII. nerv podjazykový - *n. hypoglossus*

Nervus hypoglossus vystupuje z jádra v prodloužené míše a inervuje svaly jazyka.

## 4.2 Vegetativní oblast

Vegetativní nervový systém (VNS), tzv. autonomní nervstvo, zabezpečuje stálost vnitřního prostředí organismu, růst (vývoj) a rozmnožování. Působí vegetativními nervy především na orgánové soustavy našeho těla. Vůlí je nelze ovlivnit a většinou si je nelze ani uvědomit (pouze neurčitě). Ovlivňují dýchání, trávení, činnost žláz s vnitřní sekrecí aj. VNS je ovlivňován psychickým rozpoložením člověka (radost, smutek, úzkost, tréma, aj.), které vyvolává změny v činnosti příslušných orgánů a naopak (podráždění VNS ovlivňuje naši náladu). VNS obsahuje vlákna aferentní, která vedou informace od útrobních orgánů (senzitivní), a vlákna eferentní (sekretorická), která vedou informaci k výkonným orgánům. Přenos vzruchu je zajištěn látkově (adrenalin, noradrenalin, acetylcholin) a cesta je tvořena dvěma a více neurony. Tvoří vegetativní uzliny (ganglia). VNS se dělí na dva systémy – sympatikus a parasympatikus, které jsou koordinovány nadřazenými oblastmi CNS. Působení těchto systémů je u většiny orgánů protichůdné.

### *SYMPATIKUS*

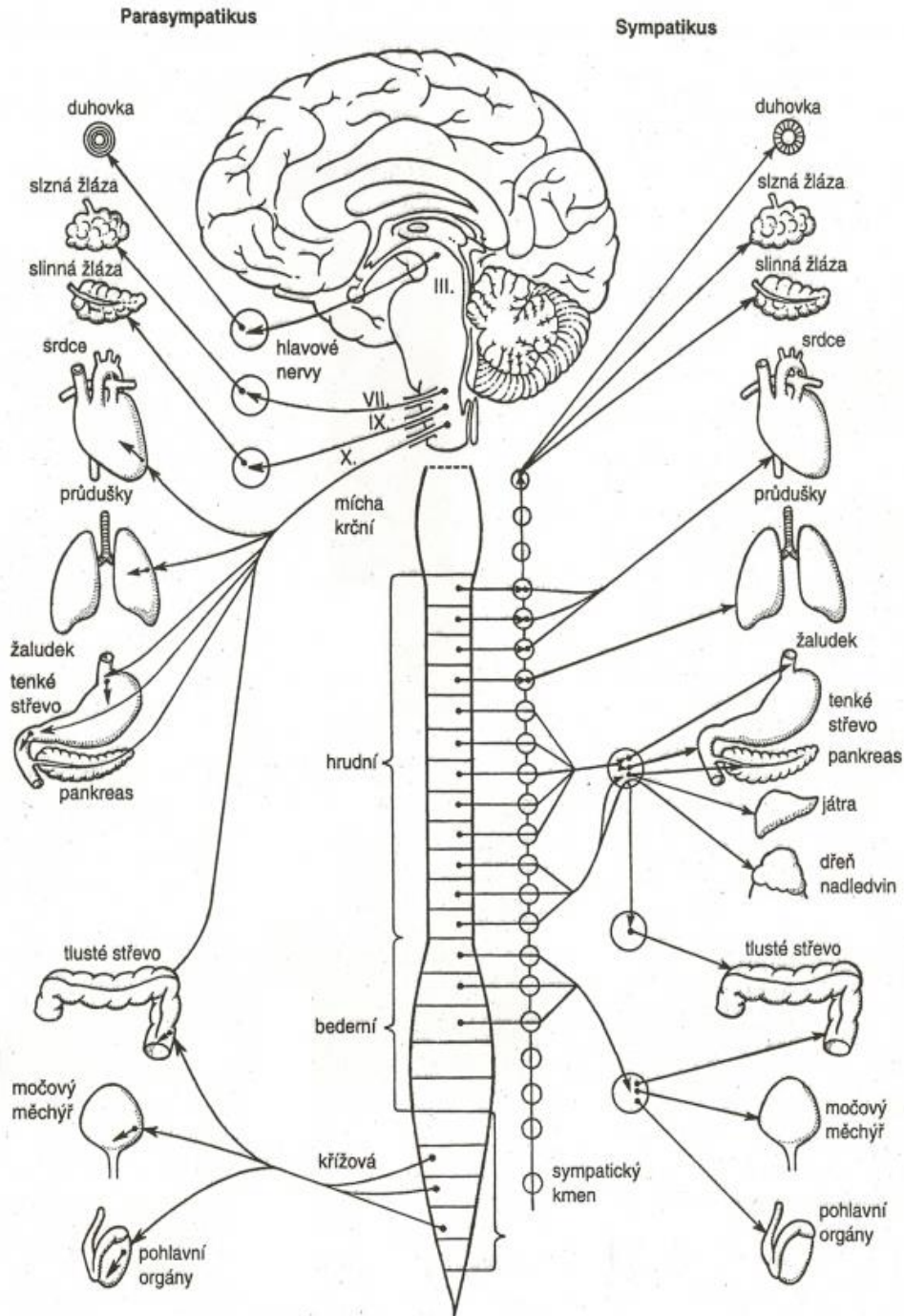
Thorakolumbální systém (obrázek 6) – vlákna sympatiku vystupují předními kořeny míšními z buněk v hrudní a bederní oblasti a vstupují do vegetativních ganglií, které jsou uloženy po obou stranách a po celé délce míchy. Tvoří tzv. sympatický kmen.

- Pleteně okolo orgánů, mediátor (adrenalin, noradrenalin), účinek na orgány (tlumivý, stimulační)

### *PARASYMPATIKUS*

Craniospinální systém (obrázek 6) – vlákna parasympatiku vystupují z mozku a míchy v oblasti kosti křížové. Tato vlákna tvoří malá parasynaptická ganglia většinou v těsné blízkosti inervovaného orgánu. Mediátorem je acetylcholin.

- Účinek parasympatiku na jednotlivé orgány (stimulační, tlumivý)



Obrázek 6 – Vegetativní nervový systém (Novotný, & Hruška, 1999)

### Otázky, úkoly a zajímavosti na závěr:

Student bude znát charakteristiku a inervaci jednotlivých míšních nervů a pletení.

Jaké hlavové nervy začínají v koncovém mozku, středním mozku, Varolově mostu a prodloužené míše?

Student bude znát název, charakteristiku a inervaci všech hlavových nervů.

Jaký má účinek sympatikus a parasympatikus na jednotlivé orgány našeho těla? Jaká je jejich stručná charakteristika?

**Doplňte do tabulky účinek jednotlivých systémů:**

Orgány	Sympatikus	Parasympatikus
Srdeční sval		
Trávicí žlázy		
Střevní peristaltika		
Cévy se svalovinou		
Zornice		
Průdušky		
Slzná žláza		
Slinná žláza		
Pohlavní orgán muže		

### ***Použitá a doporučená literatura:***

Campbell, N. A., & Reece, J. B. (2006). *Biologie*. Brno: Computer Press a.s.

Čihák, R. (2016). *Anatomie 3*. Praha: Grada.

Fleishman, J. & Linc, R. (1983). *Anatomie II*. Praha: SNP

Ganong, W. F. (2005). *Přehled lékařské fyziologie*. Semily: Galén.

Machová, J. (2016). *Biologie člověka pro učitele*. Praha: Karolinum.

Novotný, I., & Hruška, M. (1999). *Biologie člověka pro gymnázia*. Praha: Fortuna.

## 5) SOUSTAVA ŽLÁZ S VNITŘNÍ SEKRECIÍ

Endokrinní systém spolu s nervovou soustavou zajišťuje neurohumorální regulaci orgánů a organismu jako celku. Působení žláz je zprostředkováno biologicky aktivními látkami, které se nazývají hormony. Hormony jsou nositelé chemické informace a v cílových buňkách se váží na specifické receptory, které zajišťují tzv. buněčnou signalizaci. Hormony mohou produkovat specializované endokrinní žlázy, ale i specializované tkáně (trávicí trakt).

Hormony jsou vylučovány do krevního řečiště na základě zpětné vazby a působí již ve velmi nízké koncentraci, jejich působení je pomalejší, difúzní a po delší dobu. Jejich základní funkcí je zajišťovat růst, rozmnožování, celkový metabolismus a homeostázu vnitřního prostředí organismu. Žlázy s vnitřní sekrecí jsou rozmístěny mimo končetin po celém těle a dělí se na žlázy glandotropní a efektorové. Glandotropní žlázy (adenohypofýze) svým působením ovlivňují činnost jiných endokrinních žláz. Efektorové žlázy (štítná žláza) regulují činnost příslušného orgánu. Porucha činnosti endokrinních žláz vede k narušení homeostázy a těžké poruše zdraví.

### 5.1 Podvěsek mozkový - hypofýza

#### *ADENOHYPOFÝZA (přední lalok podvěsku mozkového)*

- SOMATOTROPIN
- PROLAKTIN
- KORTIKOTROPIN
- TYROTROPIN
- FOLITROPIN
- LUTROPIN

#### *NEUROHYPOFÝZA (zadní lalok podvěsku mozkového)*

- ANTIDEURETICKÝ HORMON
- OXYTOCIN

### 5.2 Šišinka - epifýza

- MELATONIN

### 5.3 Štítná žláza

- TYROXIN
- TRIJODTYRONIN
- KALCITONIN

## 5.4 Příštítná tělíska

- PARATHORMON

## 5.5 Brzlík

- THYMOSIN (zrání lymfocytů)

## 5.6 Nadledvinky

### *KŮRA NADLEDVIN*

- GLUKOKORTIKOIDY (kortizol)
- MINERALOKORTIKOIDY (aldosteron)

### *DŘEŇ NADLEDVIN*

- ADRENALIN
- NORADRENALIN

## 5.7 Slinivka břišní (Langerhansovy ostrůvky)

- INZULÍN
- GLUKAGON

## 5.8 Pohlavní orgány (varle, vaječník)

- STEROIDY (progesteron, estrogen)
- TESTOSTERON

## 5.9 Další orgány kde se tvoří hormony

### *PLACENTA*

### *TRÁVICÍ SOUSTAVA*

### *Otázky, úkoly a zajímavosti na závěr:*

Student bude znát základní charakteristiku hormonů a glandotropních a efektorových žláz.

Student bude znát základní charakteristiku jednotlivých žláz a účinek příslušných hormonů.

Vysvětlete, jakým způsobem funguje antideuretický hormon.

Jaký je rozdíl mezi hormony adenohipofýzy a nadledvin?

### *Podpůrné internetové odkazy:*

### *Použitá a doporučená literatura:*

Campbell, N. A., & Reece, J. B. (2006). *Biologie*. Brno: Computer Press a.s.

Čihák, R. (2013). *Anatomie 2*. Praha: Grada.

Fleishman, J. & Linc, R. (1983). *Anatomie II*. Praha: SNP

Ganong, W. F. (2005). *Přehled lékařské fyziologie*. Semily: Galén.

Machová J. (2016). *Biologie člověka pro učitele*. Praha: Karolinum.

Netter, F. H. (2010). *Atlas of Human Anatomy*. Philadelphia: Saunders Elsevier.

Novotný, I., & Hruška, M. (1999). *Biologie člověka pro gymnázia*. Praha: Fortuna.

Orel, M. (2019). *Anatomie a fyziologie lidského těla. Pro humanitní obory*. Praha: Grada.

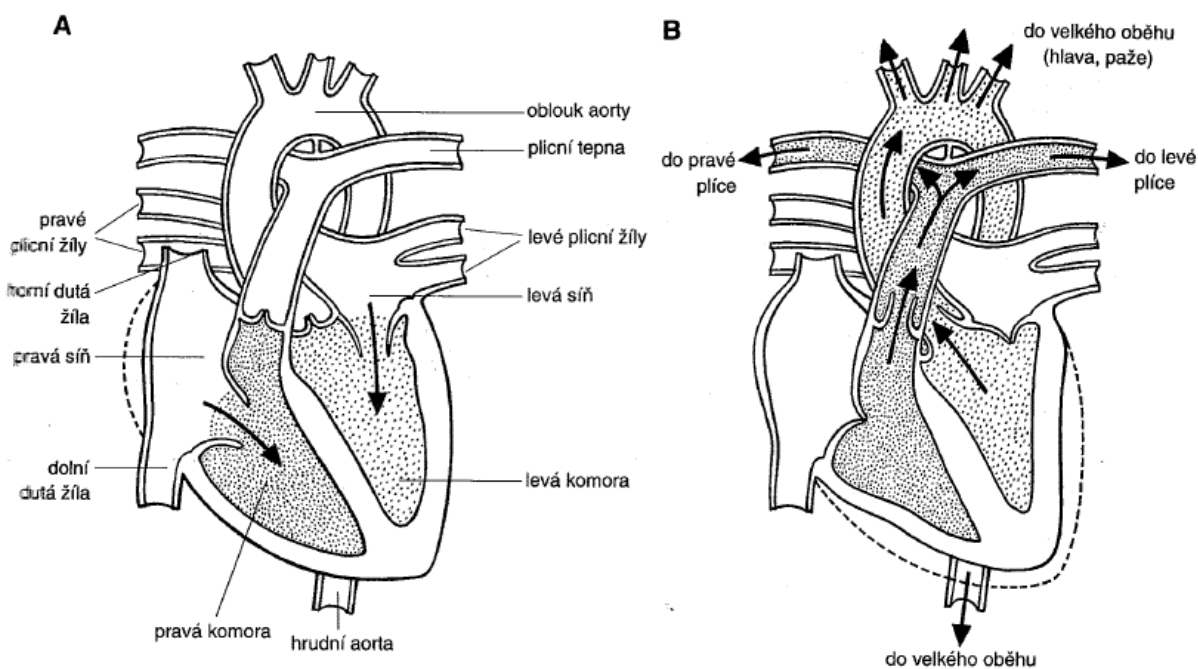
Petřek, J. (2019). *Základy fyziologie člověka pro nelékařské zdravotnické obory*. Praha: Grada.

## 6) OBĚHOVÁ SOUSTAVA

Základní funkcí oběhové soustavy je zajišťovat oběh krve, rozvod živin (jiných potřebných látek např. hormony) a odvod zplodin. Oběh je zajištěn orgánem, který se nazývá srdce. V rámci těla savců je možné rozlišit dva oběhové okruhy, které v srdci začínají. Rozlišuje se malý krevní oběh (plicní), jehož úlohou je výměna  $\text{CO}_2$  za  $\text{O}_2$ , a velký krevní oběh (tělový), který je nezbytný pro přenos kyslíku a dalších látek do všech tkání lidského těla. Na rozvodu se podílí všechny typy cév – tepny, žíly a vlásečnice. Průchod látek z krve do tkáně probíhá přes stěnu vlásečnic a je usnadněn působením tlaku na začátku vlásečnice a vyrovnáváním parciálního tlaku přijímaných a odváděných látek. Do oběhové soustavy také jsou také zahrnuty tělní tekutiny (krev a míza) a mízní soustava.

### 6.1 Krevní oběh

Malý a velký krevní oběh je zajištěn správnou činností srdce, které vypuzuje krev do dalších částí těla pomocí kontrakce srdeční svaloviny, tedy stahu srdce. Srdce (obrázek 7) je nepárový orgán uložený ve vazivovém vaku (osrdečníku) v mezihrudí. Hrot srdce směřuje doleva, dopředu a dolů. Jeho velikost odpovídá zhruba velikosti pěsti člověka. Hmotnost se uvádí mezi 270 až 320 g. Srdce srdeční činnost zajišťuje vlastní automaci a rytmicitou. Centrum srdeční činnosti je v prodloužené míše a je inervována vegetativním nervovým systémem (ovlivňuje však pouze rychlost srdečních úderů a tlak krve v cévách).



Obrázek 7 - Jednotlivé části srdce a proudění krve (Novotný, & Hruška, 1999)

Lymfatická soustava je součástí soustavy oběhové a tvoří jednosměrnou dráhu z mezibuněčných prostor do krve. Mízní cévy začínají slepě mízními kapilárami v mezibuněčných prostorech a jsou přístupné pro všechny látky v tomto prostoru. Jejich funkcí je odvádět přebytek tkáňového moku a zajišťovat obranné mechanismy těla (lymfocyty, lymfatické uzliny). Pro lymfatický systém jsou

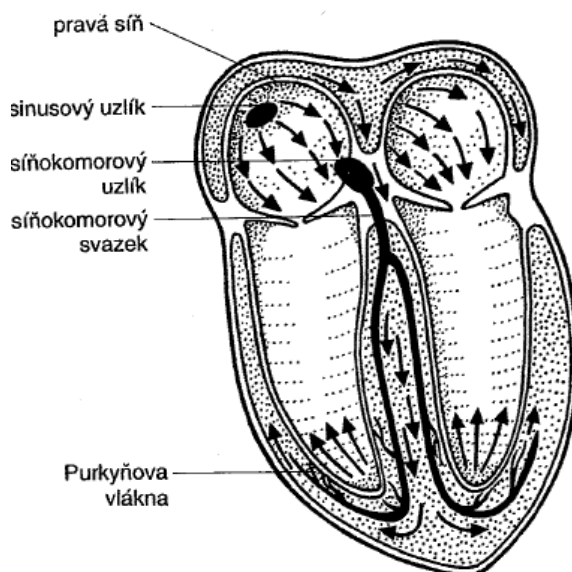
nezbytné orgány brzlík a slezina. Brzlík je tkáň, kde se tvoří největší množství lymfocytů ze všech mízních orgánů. Jeho aktivita je největší u novorozenců a s věkem klesá. Slezina je největší lymfatický orgán v těle a je považována za pohřebiště červených krvinek, krevní rezervoár, zajišťuje určitý zdroj lymfocytů a tvoří protilátky činností B lymfocytů.

### **SRDCE – klíčové pojmy**

- Endokard, myokard, epikard
- levá a pravá síň, srdeční přepážka, levá a pravá komora
- chlopeň trojcípá, dvojcípá, poloměsíčitá
- popis a lokalizace jednotlivých částí srdce dle obrázku z přednášek – aorta, levá síň, poloměsíčitá chlopeň, dvojcípá chlopeň, trojcípá chlopeň, levá komora, srdeční přepážka, horní dutá žíla, pravá síň, pravá komora, dolní dutá žíla, plicní tepna, plicní žíla

### **SRDEČNÍ STAĤ – klíčové pojmy**

- srdeční automacie/převodní systém srdeční (obrázek 8) – sinusový uzlík, síňokomorový uzlík, Hisův svazek, Tawarova raménka, Purkyňova vlákna
- systola, diastola, tep



Obrázek 8 - Srdeční automacie (Novotný, & Hruška, 1999)

### **PROUDĚNÍ KRVE V CÉVÁCH – klíčové pojmy**

- věnčité (koronární) tepny, žíly
- krevní tlak, regulace krevního tlaku (negativní zpětná vazba)
- malý krevní oběh – základní popis, plicní kmen, pravá a levá tepna, plicní žíla
- velký krevní oběh – aorta, dělení aorty, břišní aorta a další dělení
- žilní systém – horní a dolní dutá žíla, vrátnicová žíla

### **MÍZNÍ (LYMFATICKÁ) SOUSTAVA – klíčové pojmy**



- jednosměrná, lymfatické cévy
- mízní uzliny
- lymfocyty B a T
- brzlík, slezina, červená a bílá pulpa

## 6.2 Tělní tekutiny (krev, lymfa)

Tělní tekutiny, které se skládají především z vody a organických a anorganických látek, jsou pro člověka nezbytnou složkou k životu. Po narození jedinec obsahuje zhruba 85 % vody. S věkem nabývá podíl stavebních a minerálních látek a vody ubývá. V dospělosti dosahuje jedinec okolo 75 % vody a ve stáří podíl vody v těle klesá až na 60 %. Tělní tekutiny můžeme dělit na dva typy. Prvním z nich je extracelulární tekutina, která tvoří životní prostředí všech tkáňových buněk. Do tohoto typu tekutiny můžeme řadit ještě tekutinu proudící v cévách (krev a míza) a tkáňový mok. Intracelulární tekutinu můžeme zjednodušeně chápat jako tekutinu uvnitř buněk. Hlavním úkolem tělních tekutin je zajistit přenos látek a plynů a udržovat HOMEOSTAZU. V následující části této kapitoly bude pozornost věnována krvi a její základní charakteristice.

Krev je neprůhledná vazká tekutina obsahující krevní tělíska (buňky – erytrocyty, leukocyty, trombocyty) a krevní plasmu. V dospělém organismu je zhruba 5-5,5 litrů krve. Krevní plasma je nažloutlá tekutina obsahující plazmatické bílkoviny, anorganické soli, glukózu, ionty a další převáděné látky jako jsou hormony, živiny nebo zplodiny metabolismu. Zdravý jedinec snese bez větších potíží ztrátu 550ml krve. Ztráty větší než 1,5 l krve ohrožují jedince na životě. V rámci lidské populace rozlišujeme 4 krevní skupiny (A, B, AB, 0)

### *ERYTROCITY / ČERVENÉ KRVINKY – klíčové pojmy*

- základní charakteristika a funkce, navázání kyslíku, hemoglobin
- hemolýza

### *LEUKOCYTY / BÍLÉ KRVINY – klíčové pojmy*

- stálost počtu v krvi, infekce, červená kostní dřeň, množství
- dělení dle morfologie (granulocyty-neutrofilní, eozinofilní a bazofilní, agranulocyty – lymfocyty, monocyty)
- nespecifická a specifická imunita, pasivní a aktivní imunizace

### *TROMBOCYTY / KREVNÍ DESTIČKY – klíčové pojmy*

- zástava krvácení, množství, funkce
- proces opravy porušené cévy

### *KREVNÍ SKUPINY – klíčové pojmy*

- aglutinogen A a B, aglutininy anti-A, anti-B
- univerzální dárce, univerzální příjemce
- rH faktor
- Specifická a nespecifická imunita

### **Otázky, úkoly a zajímavosti na závěr:**

Jaký je rozdíl (anatomický i funkční) mezi tepnou, žílou a vlásečnicí?

Z jakých částí se skládá stěna cév, v jakých částech se odlišují jednotlivé typy?

Jakým způsobem se uplatňuje dynamické usměrňování krve při zásobení orgánů?

Co jsou baroreceptory a k čemu slouží?

Student doplní (podle vybrané publikace) základní velké tepny a žíly vedoucí k jednotlivým orgánům/částím těla.

Student dokáže stručně charakterizovat základní části mízní soustavy.

Kterými částmi srdečního převodního systému musí projít signál, aby došlo ke stahu srdce? V které z nich začíná?

Který stopový prvek je nezbytný pro tvorbu červených krvinek?

Hemofýlie - krevní onemocnění

Trombóza – srážení krve

### **Podpůrné internetové odkazy:**

[Srdce a oběhový systém](#)

[Mízní soustava](#)

[Jak funguje naše imunita](#) – Nezkreslená věda AVČR

[Vakcíny](#) – Nezkreslená věda AVČR

[Imunitní systém](#) – Neumírejme mladí

### **Použitá a doporučená literatura:**

Alberts, B. et al. (1998). *Základy buněčné biologie*. Ústí nad Labem: Espero publishing.

Campbell, N. A., & Reece, J. B. (2006). *Biologie*. Brno: Computer Press a.s.

Čihák, R. (2016). *Anatomie 3*. Praha: Grada.

Fleishman, J. & Linc, R. (1983). *Anatomie II*. Praha: SNP

Ganong, W. F. (2005). *Přehled lékařské fyziologie*. Semily: Galén.

Machová J. (2016). *Biologie člověka pro učitele*. Praha: Karolinum.

Netter, F. H. (2010). *Atlas of Human Anatomy*. Philadelphia: Saunders Elsevier.

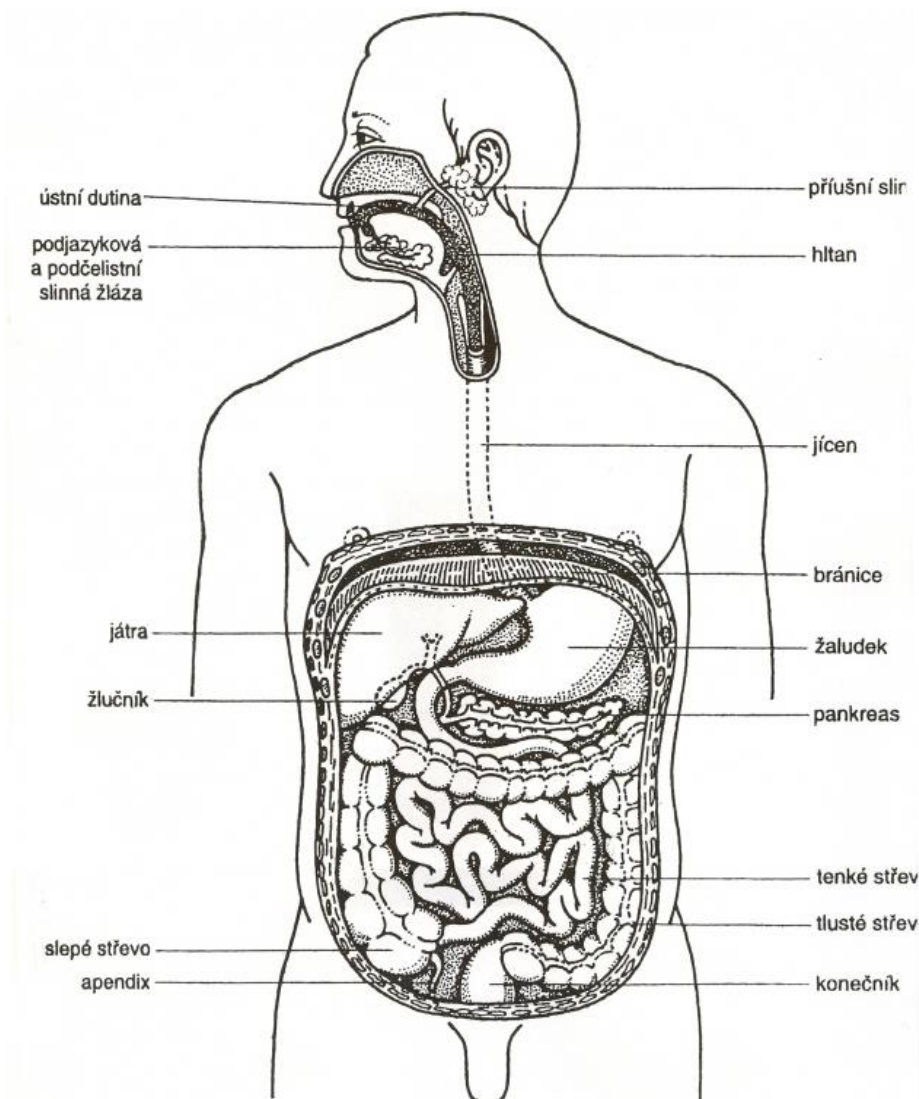
Novotný, I., & Hruška, M. (1999). *Biologie člověka pro gymnázia*. Praha: Fortuna.

Orel, M. (2019). *Anatomie a fyziologie lidského těla. Pro humanitní obory*. Praha: Grada.

Petřek, J. (2019). *Základy fyziologie člověka pro nelékařské zdravotnické obory*. Praha: Grada.

## 7) TRÁVICÍ SOUSTAVA

Základní úlohou trávicí soustavy je přijímat a zpracovávat živiny. Vyvíjí se ze středního zárodečného listu a představuje dlouhou trubici, která se skládá z povrchového vnější vrstvy tvořené vazivem, vrstvy tvořené hladkou svalovinou, podslizničního vaziva a vnitřní sliznice (na povrchu je epitel, slizniční vazivo, vrstvička hladké svaloviny). Trávicí soustava zajišťuje mechanické zpracování potravy, chemické štěpení makromolekul na malé (základní) molekuly (trávení pomocí enzymů) a resorpci (vstřebávání) vzniklých molekul do krve a lymfy. Trávicí trubici je možné rozdělit na několik základních částí, které se dále člení, či obsahují části nezbytné ke správnému zpracování potravy. K trubici jsou přidruženy orgány, které zajišťují štěpení specifických látek (játra, slinivka břišní).



Obrázek 9 – Trávicí soustava (Novotný & Hruška, 1999)

### 7.1 Dutina ústní

Základní úlohou dutiny ústní je rozmělnění, zvlhčení a počátek trávicích procesů (štěpení škrobů-amyláza) přijaté potravy. Tento oddíl tedy zajišťuje jak mechanické tak chemické trávení potravy.

Dutina ústní obsahuje tyto části:

### **RTY**

### **TVÁŘE**

### **DÁSNĚ**

### **PATRO**

- měkké, tvrdé

### **JAZYK**

- různé druhy papil, chuťové pohárky

### **ZUBY**

- mléčné, trvalé, vzorec, počet, stavba a tvar zubu (korunka-sklovina a zubovina; krček; kořen-dřeň, cement)

### **SLINNÉ ŽLÁZY**

- sliny, mucin, ptyalin, 3 páry velkých slinných žláz (podčelistní, podjazyková, příušní)

## **7.2 Trávicí trubice**

### **HLTAN – pharynx**

- Nasopharynx, oropharynx, hypopharynx

### **JÍCEN – esophagus**

- Začíná v místě odstupu hrtanu
- Peristaltická vlna

### **ŽALUDEK – ventriculus, gaster**

- Česlo (*kardie*), tělo, vrátník (*pylorus*)
- Sliznice žaludku (žaludeční žlázy), hormony (serotonin, gastrin, somatostatin)
- Sekrece žaludečních žláz (chemicky, reflektoricky)

### **TENKÉ STŘEVO – intestinum tenue**

- Rozložení potravy na základní složky a resorpce živin
- Dělení (dvanáctník – *duodenum*, lačník – *jejunum*, kyčelník – *ileum*)
- Sliznice, klky, trávicí šťávy

### **TLUSTÉ STŘEVO – intestinum crassum**

- Slepé střevo s červovitým výběžkem, tračník vzestupný, tračník příčný, tračník sestupný, tračník esovitý (esovitá klička)

- Zpětná resorpce vody

### **KONEČNÍK – rectum**

- Zevní svěrač – příčně pruhovaný sval
- Defekační reflex

## **7.3 Přídavné orgány trávicí soustavy**

### **JÁTRA - hepar**

- Základní charakteristika
- Žlučový měchýř, vrátnicová žíla, dolní dutá žíla, jaterní tepna
- Hvězdicovité buňky

### **SLINIVKA BŘIŠNÍ - pancreas**

- Základní charakteristika (popis, funkce)
- Pankreatická šťáva (trypsin, Lipáza, maltáza a amyláza)
- Langerhansovy ostrůvky (hormony – inzulín a glukagon)

### **Otázky, úkoly a zajímavosti na závěr:**

Student si doplní základní charakteristiku jednotlivých vrstev trávicí trubice.

Vyskytují se chuťové pohárky pouze na jazyku?

Která část střevní sliznice zajišťuje peristaltiku střev?

Jaký systém (sympatikus, parasympatikus) zvyšuje peristaltiku střev?

[Pravda o vitamínech](#) – dokument Ct1

Střevní mikrobiom – přednáška Radkin Honzák – [Střevní mikrobiom aneb duše v břiše](#) – 1:15

[Geneticky modifikované organismy GMO](#) – Nezkreslená věda AVČR

### **Podpůrné internetové odkazy:**

[Metabolismus – o přeměně látek](#) – Nezkreslená věda AVČR

[Žaludek a střeva](#)

[Játra](#)

### ***Použitá a doporučená literatura:***

- Alberts, B. et al. (1998). *Základy buněčné biologie*. Ústí nad Labem: Espero publishing.
- Campbell, N. A., & Reece, J. B. (2006). *Biologie*. Brno: Computer Press a.s.
- Čihák, R. (2013). *Anatomie 2*. Praha: Grada.
- Fleishman, J. & Linc, R. (1983). *Anatomie II*. Praha: SNP
- Ganong, W. F. (2005). *Přehled lékařské fyziologie*. Semily: Galén.
- Machová J. (2016). *Biologie člověka pro učitele*. Praha: Karolinum.
- Machová, J., & Kubátová, D. et al. (2016). *Výchova ke zdraví*. Praha: Grada.
- Netter, F. H. (2010). *Atlas of Human Anatomy*. Philadelphia: Saunders Elsevier.
- Orel, M. (2019). *Anatomie a fyziologie lidského těla. Pro humanitní obory*. Praha: Grada.
- Petřek, J. (2019). *Základy fyziologie člověka pro nelékařské zdravotnické obory*. Praha: Grada.

## 8) MOČOPOHLAVNÍ SOUSTAVA

Močopohlavní soustava se skládá ze dvou funkčně samostatných celků – ústrojí močové a ústrojí pohlavní. Důvodem proč jsou tyto systémy spojovány, je vývoj některých pohlavních orgánů, které vývojově patřily k vylučovací soustavě, některé orgány jsou součástí obou soustav a u některých orgánů jsou těsné topografické vztahy (močový měchýř / děloha, žláza předstojná a semenné vajíčky; močová trubice / pochva).

### 8.1 Vylučovací soustava (ústrojí močové)

Orgány, kde se tvoří moč, se nazývají ledviny. Moč vytvořenou v ledvinách pak odvádí odvodné cesty močové. Ledviny tvorbou moči zajišťují stálou skladbu tělesných tekutin čili homeostázu. Homeostáza je udržována odvodem odpadních látek vznikajících při metabolismu bílkovin, eliminací toxických látek přijatých z venku (léky, vitaminy, drogy), odstraňováním některých anorganických látek (H, OH, Na, K, Cl,..) a regulací množství vody v organismu.

#### *Ledviny – klíčové pojmy*

- Párový orgán, tukový polštář, ledvinová branka
- Vazivové pouzdro, kůra (malpigická tělíčka), dřeň (ledvinové pyramidy)
- Nefron a jeho základní části, primární moč, definitivní moč
- Tvorba moči a význam ledvin při regulaci objemu tělních tekutin

#### *Odvodné cesty močové – klíčové pojmy*

- Ledvinové kalíšky, led. kalichy, ledvinová pánvička
- Močovod, močový měchýř, močová trubice (svěrače, žena x muž)

### 8.2 Pohlavní orgány – žena

Hlavní úlohou pohlavního ústrojí je zabezpečit rozmnožování. Je složena z pohlavních žláz, které produkují pohlavní buňky a hormony (gamety), a přídatných pohlavních orgánů, které se dále rozlišují na vnitřní a vnější.

Ženské pohlavní ústrojí má ještě jednu významnou úlohu. Musí zabezpečit splnutí pohlavních buněk, vývoj nového jedince a jeho vypuzení za porodu.

#### *Orgány vnitřní – klíčové pojmy*

##### **VAJEČNÍKY - ovarium**

- Korová vrstva, dřeň, oogeneze
- Produkce zralých vajíček, hormonů (steroidy – progesteron, estrogen + další)
- Primární vajíčky, plné rostoucí vajíčky, Graafův folikul, žluté tělíčko

**VEJCOVODY – tuba uterina**

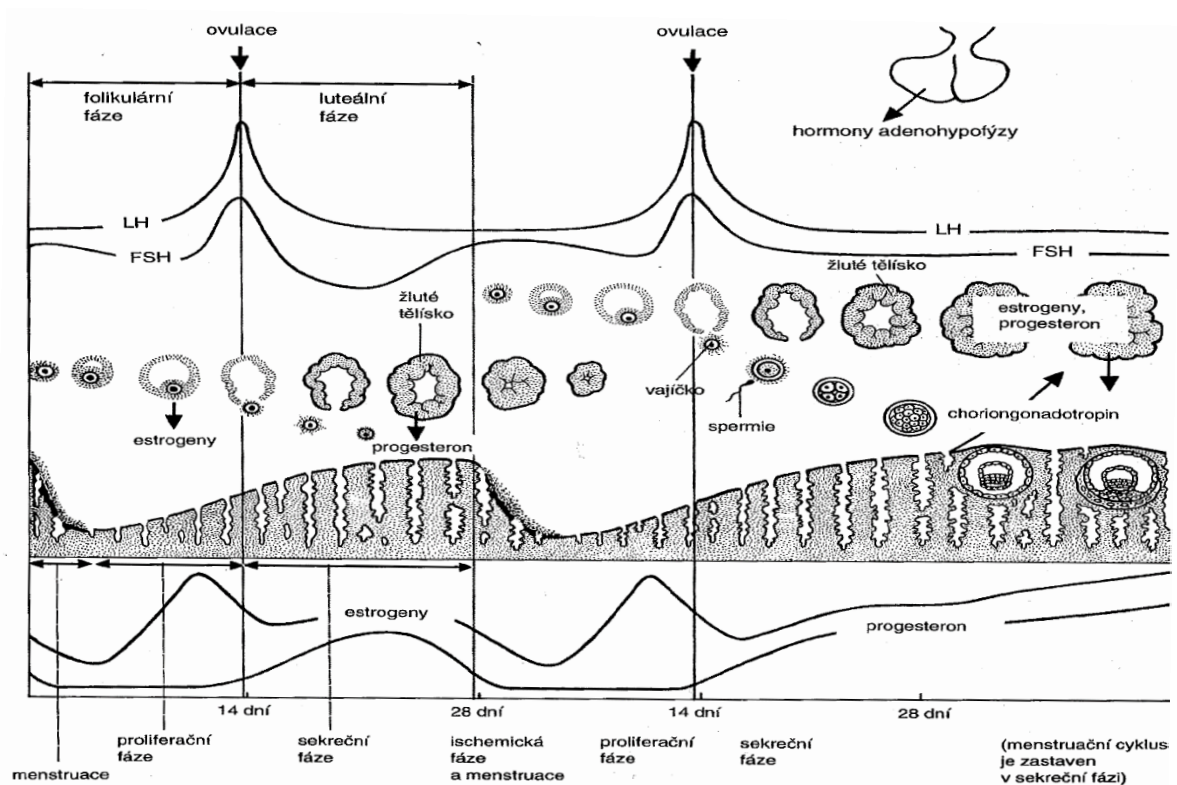
- Nálevky, řasy, funkce

**DĚLOHA – uterus**

- Hruškovitá tvar, dělení, sliznice, děložní krček a čípek

**POCHVA – vagina****MENSTRUACE**

- Fáze děložní sliznice během menstruačního cyklu (menstruační, proliferací, sekreční, ischemická)



Obrázek 10 – Menstruační cyklus (...)

**PÁNEVNÍ DNO****Orgány zevní**



## MALÉ A VELKÉ STYDKÉ PYSKY

## KLITORIS

## POŠEVNÍ PŘEDSÍŇ

### 8.3 Pohlavní orgány – muž

Mužské pohlavní orgány mají podobnou charakteristiku jako pohlavní orgány ženské, ale některé části mají společné s vylučovací soustavou (močová trubice).

#### *Orgány vnitřní*

##### **VARLE – testis**

- Tvar, semenotvorné kanálky, zárodečný epitel (Sertoliho buňky), Leydigovy buňky – mužské pohlavní hormony
- Spermie

##### **NADVARLE – epididymis**

- Rezervoár spermií

##### **CHÁMOVOD – ductus deferens**

- kanálek

##### **SEMENNÉ VÁČKY – vesicula seminalis**

- životnost spermií

##### **ŽLÁZA PŘEDSTOJNÁ – prostata**

- produkuje tekutinu, která neutralizuje prostředí

#### *Orgány zevní*

##### **ŠOUREK – skrotum**

- reakce na okolní teplotu

##### **PYJ – penis**

- topořivá tělesa, žalud, předkožka

#### *Otázky, úkoly a zajímavosti na závěr:*

Student bude znát základní charakteristiku klíčových slov a jednotlivých částí vylučovacích a pohlavních orgánů.

Kolik primární moči se v ledvinách vytvoří během 24 hodin?

Jakým způsobem působí antideuretický hormon při regulaci zpětného vstřebávání vody?

Jaký je rozdíl mezi ženskou a mužskou močovou trubicí?

Při jaké náplni močového měchýře je dostavuje pocit na močení?

Jakou životnost mají spermie?

### ***Podpůrné internetové odkazy:***

[Vylučovací soustava](#)

[Ženská pohlavní soustava](#)

[Ovulace a početí](#)

### ***Použitá a doporučená literatura:***

Campbell, N. A., & Reece, J. B. (2006). *Biologie*. Brno: Computer Press a.s.

Čihák, R. (2013). *Anatomie 2*. Praha: Grada.

Fleishman, J. & Linc, R. (1983). *Anatomie II*. Praha: SNP

Ganong, W. F. (2005). *Přehled lékařské fyziologie*. Semily: Galén.

Machová J. (2016). *Biologie člověka pro učitele*. Praha: Karolinum.

Netter, F. H. (2010). *Atlas of Human Anatomy*. Philadelphia: Saunders Elsevier.

Orel, M. (2019). *Anatomie a fyziologie lidského těla. Pro humanitní obory*. Praha: Grada.

Petřek, J. (2019). *Základy fyziologie člověka pro nelékařské zdravotnické obory*. Praha: Grada.

## 9) DÝCHACÍ SOUSTAVA

Dýchací soustava, otevřený systém trubic a váčků, zajišťuje v našem organismu dýchání, které obstarává výměnu plynů. Stěny dýchacích cest jsou vyztuženy chrupavkou a vystlány většinou cylindrickým řasinkovým epitelem. Samotná dýchací soustava by nedokázala zajistit okysličení vzdálenějších částí našeho těla, proto musí úzce spolupracovat se soustavou oběhovou. Z fylogenetického hlediska je za nejjednodušší proces výměny plynů považován proces difúze, který je uplatňován u jednobuněčných živočichů. Tento proces je ve své podstatě zachován i při výměně plynů mezi jednotlivými buňkami našich tkání. Mnohobuněční živočichové žijící ve vodním prostředí využívají k přenosu plynů žábry. Plíce vznikly u suchozemských živočichů z entodermu (vnitřní zárodečný list) jako výchlípka přední stěny hltanu.

Dýchání u člověka zahrnuje tři oddělené, ale vzájemně propojené procedury. Prvním krokem (a zároveň i posledním) je výměna plynů mezi plícemi a vnějším prostředím. Krokem následujícím je výměna plynů mezi vzduchem a krví a mezi krví a tkáněmi. Posledním krokem je samotné spotřebování kyslíku tkáněmi, tedy oxidativní metabolismus tkání. Tkáňové dýchání tady zajišťuje spotřebu kyslíku a výdej oxidu uhličitého, který vzniká jako odpadní produkt dýchání. Dýchací soustava je dělena na horní a dolní cesty dýchací.

Během dýchacích procesů dochází ke vzájemné koordinaci dýchací a oběhové soustavy. Tato vzájemná spolupráce je řízena kontrolním systémem (receptory sledující obsah kyslíku a oxidu uhličitého v cévách krevního oběhu i v mozku), který pracuje na principu negativní zpětné vazby.

### 9.1 Horní cesty dýchací

- nos
- dutina nosní (oblast respirační a čichová), obsahuje bohaté žilní pleteně, které pomáhají oteplovat vzduch
- vedlejší dutiny nosní – os frontale, os ethmoidale, os sphenoidale, maxila

#### **Klíčové pojmy:**

- mimické svaly, smyslový čichový epitel, cylindrické řasinkové buňky, funkce vedlejších nosních dutin (novorozenec)

### 9.2 Dolní cesty dýchací

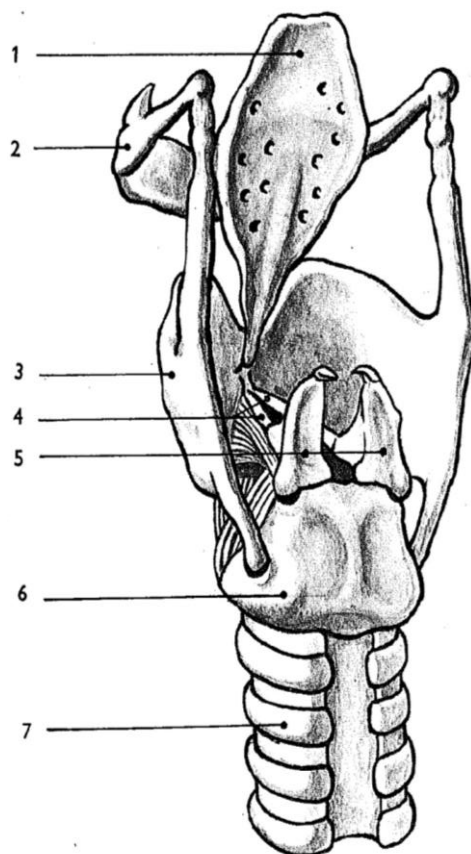
- hrtan (obrázek 11) – soubor navzájem kloubně spojených chrupavek (štítná - 3, prstencová - 6, 2 hlasivkové - 5 + hlasivkové vazy - 4, příklopková - 1 a další drobné chrupavky), které jsou zavěšeny na jazylce - 2
- průdušnice, hlavní průdušky, průdušinky

-plíce - plicní sklípky (plíce jsou chápany jako vlastní orgán, kde dochází k výměně plynů)

#### Klíčové pojmy:

- hladká svalovina, sliznice, hlen

- pohrudnice, poplicnice, laloky, prokrvení plicních sklípků, alveolární fagocyty



Obrázek 11 – Hrtan – jeho základní části (Novotný & Hruška, 1999)

### 9.3 Plicní ventilace, přenos dýchacích plynů

Plicní ventilace je proces, při kterém se pohybuje vzduch do plic a z plic. Nejdůležitějších svalů pro nádech je bránice, které mohou v některých situacích pomáhat mezižeberní svaly. Pohyb bránice nám zajišťuje nádech. Výdech je pasivní pohyb zajištěný uložení plic v hrudníku a relaxací nádechových svalů. Při aktivním výdechu, který se běžně používá při sportovní aktivitě, nebo plavání jsou zapojovány pomocné výdechové svaly.

Přenos kyslíku a oxidu uhličitého se děje difúzí na základě rozdílu parciálních tlaků obou plynů ve vzduchu v alveolách na jedné straně a v krvi na straně druhé. Stejný mechanismus se uplatňuje i při přenosu plynů z krve do tkáně.

**Klíčové pojmy:**

- parciální tlak O<sub>2</sub> v tkáni, ve vzduchu, v krvi, dechový objem, dechová frekvence
- dýchání brániční, hrudní, podklíčkové

**Otázky, úkoly a zajímavosti na závěr:**

Studenti budou umět vysvětlit klíčové pojmy.

Z jakého důvodu je pravá část plic rozdělena pouze na dva laloky?

Jaké je chemické složení vzduchu, který vdechujeme? Je odlišné chemické složení vzduchu, který vydechujeme?

Astma – zúžení průdušek

Ve kterých situacích se může rozvinout astmatický záchvat?

Pneumotorax – protržení plic

V jakých situacích může dojít k protržení plic?

**Podpůrné internetové odkazy:**

[Dýchací soustava](#)

**Použitá a doporučená literatura:**

Alberts, B. et al. (1998). *Základy buněčné biologie*. Ústí nad Labem: Espero publishing.

Campbell, N. A., & Reece, J. B. (2006). *Biologie*. Brno: Computer Press a.s.

Čihák, R. (2013). *Anatomie 2*. Praha: Grada.

Čihák, R. (2016). *Anatomie 3*. Praha: Grada.

Fleishman, J. & Linc, R. (1983). *Anatomie II*. Praha: SNP

Ganong, W. F. (2005). *Přehled lékařské fyziologie*. Semily: Galén.

Machová J. (2016). *Biologie člověka pro učitele*. Praha: Karolinum.

Netter, F. H. (2010). *Atlas of Human Anatomy*. Philadelphia: Saunders Elsevier.

Orel, M. (2019). *Anatomie a fyziologie lidského těla. Pro humanitní obory*. Praha: Grada.

Petřek, J. (2019). *Základy fyziologie člověka pro nelékařské zdravotnické obory*. Praha: Grada.

# 10) SMYSLOVÉ SOUSTAVY

Smyslová ústrojí jsou důležitými nástroji našeho poznávání. Tvoří je orgány, které jsou uzpůsobené k zachycování a přijímání podnětů z prostředí (vnitřní i vnější). Mohou být děleny na exteroceptory (vnější prostředí) a interoceptory/proprioceptory (vnitřní prostředí). Exteroceptory je možné dělit na telereceptory, což jsou orgány zachycující podněty přicházející z dálky (zrak, sluch, čich) a kontaktní receptory, které zachycují podněty z bezprostřední blízkosti (volná nervová zakončení v kůži – bolest, chuť). Mezi interoceptory jsou zahrnuty baroceptory (vnímání tlakových změn), chemoceptory (zaznamenávají změnu pH) a proprioceptory jako jsou šlachová tělíska a svalová vřeténka, které registrují stupeň kontrakce svalů, natažení šlach a kloubních pouzder.

Z hlediska jejich funkce mohou být tato čidla dělena na mechanoceptory, termocepty, chemoceptory, teleceptory nebo receptory elektromagnetického záření. Všechna čidla obsahují vlastní smyslové buňky (receptory), pomocné orgány a vodivý výběžek (nervové vlákno).

## 10.1 Kůže

## 10.2 Zrakové ústrojí

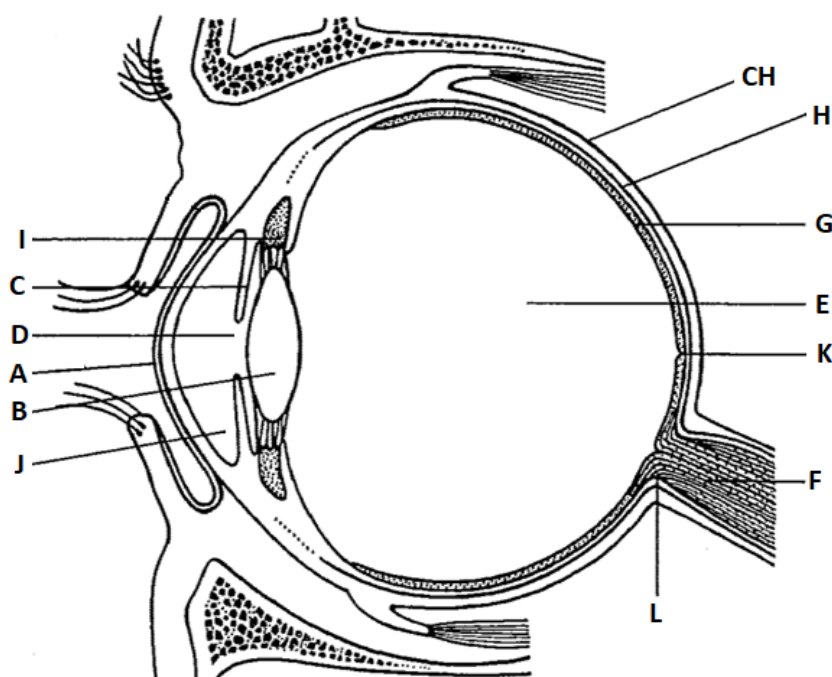
Zrakové ústrojí umožňuje vnímání světla, barev a orientaci v prostoru. Je složeno z oční koule a přídatných orgánů (okohybné svaly, víčka, spojivka, slzní ústrojí), které pomáhají oku v pohybu, při vnější ochraně a zvlhčování. Oční koule má kulovitý tvar o průměru cca 24mm (předozadně). Je uložena v očníci v tukovém polštáři. Její pohyb je zajištěn okohybnými svaly. Stěna oční koule je tvořena třemi vrstvami, sklivcem a čočkou.

Zevní vazivová vrstva je tvořena bělimou a rohovkou. **Bělma - sclera** (CH) obklopuje zadní částí oka a do její přední části je zasazena **rohovka - cornea** (A). Rohovka má průměr zhruba 11–12 mm, je bez cév s velmi bohatou inervací. Je to první vrstva, kterou prochází paprsek do oka.

Druhá vrstva se skládá z cévnatky, řasnatého tělíska a duhovky. **Cévnatka - choroidea** (H) leží v zadních dvou třetinách bulbu. Obsahuje velké množství cév pigmentových buněk. V přední části přechází v **řasnaté tělísko - corpus ciliare** (I), na které je zavěšena **čočka - lens** (B). Řasnaté tělísko obsahuje hladkou svalovinu, která svou kontrakcí umožňuje akomodaci čočky. Také obsahuje množství cév, které produkují komorový mok. **Duhovka - iris** (C) je pokračování řasnatého tělíska. Má podobu mezikruží s otvorem, který je nazýván **zornice - pupilla** (D). Duhovka obsahuje svalovou vrstvu, která reguluje množství světla přicházejícího do oka a pigmentové buňky, jejichž množství určuje barvu duhovky (menší množství pigmentu uloženého v hlubších vrstvách duhovky zbarvuje duhovku do modrých odstínů, větší množství pigmentu ve vyšších vrstvách duhovky způsobuje hnědé zbarvení). Barva duhovky také reaguje na prokrvení, při nižším množství krve se barva jeví jako světlejší (nemoc, únava).

Třetí vrstva je považována za základní vrstvu zrakového ústrojí, protože je to vrstva tvořena nervovými zakončeními a nazývá se **sítnice - retina** (G). Sítnice vystýlá z vnitřku celou oční kouli a je rozdělena na sítnici světločivnou, sloužící k vidění, a sítnici slepou, v podobě tenké pigmentové

blanky pokrývá vnitřní plochu řasnatého tělíska a duhovky. Světločivná část sítnice je tvořena čtyřmi vrstvami (vrstva pigmentových buněk, tyčinek a čípků, nervových buněk, buněk gangliových). Dále obsahuje **žlutou skvrnu – fovea centralis (K)**, neboli místo nejostřejšího vidění, které je tvořeno pouze čípků, a **slepou skvrnu (L)**, která neobsahuje žádné smyslové receptory, protože zde zbíhají nervová vlákna **zrakového nervu (F)**. Tyčinky jsou receptory, které zajišťují černobílé vidění. Sítnice obsahuje zhruba 130 milionů čípků a jejich význam se zvyšuje s ubývajícím světlem. Čípků jsou receptory, které zajišťují barevné vidění a v sítnici jich je okolo 7 milionů. Podle citlivosti na určitou vlnovou délku je možné rozlišit tři typy čípků (modré, zelené a červené). Konkrétní barva je vnímána na základě podráždění příslušných čípků. Jsou-li drážděny různé typy čípků, je pak vnímána barva přechodová. Při podráždění všech čípků vzniká dojem bílé barvy.



Obrázek 12 – Průřez okem (Novotný & Hruška, 1999)

**Čočka – lens (B)** je další důležitou součástí oka, kterou prochází světelný paprsek. Má podobu bikonvexní čočky o průměru cca 9 mm a tloušťce cca 4 mm. Je zavěšena na řasnatém tělísku za duhovkou. Její funkcí je lámat paprsky tak, aby dopadali na sítnici nejlépe do místa nejostřejšího vidění.

**Sklivec – corpus vitreum (E)** vyplňuje oční bulbus a je tvořen průhlednou rosolovitou hmotou. Při zakalení nemá schopnost regenerace.

**Oční komory (J)** jsou dvě a jsou vyplněné komorovým mokem. Přední komora se rozkládá mezi rohovkou a duhovkou a zadní komora mezi duhovkou a čočkou. Obě komory spolu komunikují skrze zornici.

## 10.3 Sluchorovnovážné ústrojí

## 10.4 Další smysly (čich, chuť, propriocepce)

### ČICH

Smyslový epitel pro čich se u člověka nachází v dutině nosní. Je součástí nosní sliznice a obsahuje zhruba 6 milionů smyslových buněk (receptorů) o rozloze asi 5 cm<sup>2</sup> v každé nosní dírce. Podnětem pro čichový receptor jsou molekuly chemických látek rozptýlených ve vzduchu.

### CHUŤ

### PROPRIOCEPCE

#### *Otázky, úkoly a zajímavosti na závěr:*

Průměrný člověk rozezná čichem zhruba 4 000 pachů, trénovaný člověk až 10 000 a odborník na testování voňavek až 100 000 pachů.

Určete podle obrázku, kterými částmi oka musí projít paprsek, než dopadne na sítnici?

Student si doplní informace o šedém zákalu – co je to, jaké jsou projevy, jak vzniká a jak se léčí.

#### *Podpůrné internetové odkazy:*

#### Oči

#### *Použitá a doporučená literatura:*

Campbell, N. A., & Reece, J. B. (2006). *Biologie*. Brno: Computer Press a.s.

Čihák, R. (2013). *Anatomie 2*. Praha: Grada.

Čihák, R. (2016). *Anatomie 3*. Praha: Grada.

Fleishman, J. & Linc, R. (1983). *Anatomie I*. Praha: SNP

**Fleishman, J. & Linc, R. (1983). *Anatomie II*. Praha: SNP**

Ganong, W. F. (2005). *Přehled lékařské fyziologie*. Semily: Galén.

Jelínková, B. (2020). Vůně nebo zápach. *Zázraky medicíny*. 6 (26-29).

**Machová J. (2016). *Biologie člověka pro učitele*. Praha: Karolinum.**

Netter, F. H. (2010). *Atlas of Human Anatomy*. Philadelphia: Saunders Elsevier.

Orel, M. (2019). *Anatomie a fyziologie lidského těla. Pro humanitní obory*. Praha: Grada.



Petřek, J. (2019). *Základy fyziologie člověka pro nelékařské zdravotnické obory*. Praha: Grada.

# 11) ONTOGENEZE JEDINCE

Oplozením vajíčka spermií vzniká zygota a začíná život nového organismu, který končí jeho smrtí. Toto období se nazývá ontogenetický vývoj. Během vývoje jedince projde tělo nemalým množstvím úprav a změn. Po narození se nový jedinec vyvíjí nejvyšší rychlostí, která postupně klesá. V prvním roce života ztrojnásobí svou váhu, ve třech letech zdvojnásobí svou výšku a zhruba v 18 letech dosahuje lidský organismus téměř definitivních rozměrů. Pak nadchází období plné dospělosti a zralosti a pomalu se blíží období stárnutí a stáří. Vývoj jedince lze rozdělit do mnoha období, pro které jsou charakteristické růstové a vývojové změny. Obecně lze v růstu a vývoji rozlišit tři etapy. První je růstový a funkční vzestup (prenatální vývoj, dětství a dospívání). Pro druhou etapu je charakteristický dokončený růst a zachování funkcí na dosažení úrovně (dospělost). Poslední etapa vykazuje postupný pokles funkcí, tedy stárnutí a stáří.

Na vývoji jedince se podílejí v určité rovnováze faktory dědiční a prostředí, ve kterém se jedinec vyskytuje. Dědičné faktory stanovují meze, ve kterých se může jedinec vyvíjet. Prostředí svými pozitivními/negativními vlivy určuje, co se ze zděděných předpokladů uplatní. Podíl dědičnosti a zevního prostředí je velmi odlišný u různých znaků.

## 11.1 Prenatální vývoj

Prenatální vývoj začíná oplozením vajíčka spermií a končí porodem plodu. Prenatální vývoj probíhá v děloze ženy v časovém úseku, který se nazývá těhotenství. Obvykle trvá 40 týdnů. Prenatální vývoj je dělen na dvě období (embryonální a fetální) a je ukončen porodem. Často je porod nezván jako období perinatální a současná medicína ho vyčleňuje na rozhraní obou období.

### *Období zárodečné – embryonální*

- Oplození, rýhování vajíčka, morula, blastocysta (entoderm)
- Zárodek (ektoderm, mezoderm)

### *Období plodové – fetální*

- Plodové obaly (amnion, chorion), plodová voda, placenta
- Růst a vývoj plodu
- Mnohočetné těhotenství
- Délka těhotenství

### *Perinatální období – Porod*

Perinatální období v sobě zahrnuje období několik týdnů před porodem (28. týden), porod a první týden po porodu. Je to rizikové období, kde mohou vzniknout vážné komplikace, vývojové vady nebo úmrtí plodu.

- Doba otevírací, vypuzovací, lůžková
- Ohrožení plodu za porodu (hypoxie, infekce)

## 11.2 Postnatální vývoj

Přestřížením pupečníku začíná období postnatální. Zhruba do 15 let můžeme období považovat za dětský věk. Na toto období navazuje období mladistvých, které trvá do 18 let, kdy člověk dosahuje dospělosti. Následuje období zralosti, středního věku a stáří.

### *Novorozenecké období*

- Fyziologický novorozenec

### *Kojenecké období*

- Růst kojence, vývoj kostry, zubů
- Psychomotorický vývoj v první roce života

### *Batolecí období*

- Růst a proporcionalita těla, vývoj lebky, psychomotorický vývoj
- Vývoj řeči

### *Předškolní věk*

- Růst a proporcionalita těla, růst hlavy a mozku, psychomotorický vývoj
- Prořezávání zubů, druhá dentice
- Lateralita, vývoj řeči, období prvního vzdoru
- Školní zralost

### *Školní věk*

- Mladší školní věk – motorický vývoj, růst a proporcionalita, řeč, držení těla
- Starší školní věk – motorický vývoj, růst a proporcionalita, psychomotorický vývoj, držení těla

### *Adolescence – období dorostového věku*

- Růst a vývoj, psychomotorický vývoj, citový, mravní a sociální vývoj
- Zdravotní problematika pohlavního vývoje v adolescenci
- Puberta – prepuberta, puberta a postpuberta

### *Období plné dospělosti*

### *Období zralosti*

### *Období středního věku*

### *Období stáří*

### *Otázky, úkoly a zajímavosti na závěr:*

### *Podpůrné internetové odkazy:*

[O vývoji člověka](#) – AVČR

### *Použitá a doporučená literatura:*

Alberts, B. et al. (1998). *Základy buněčné biologie*. Ústí nad Labem: Espero publishing.

Campbell, N. A., & Reece, J. B. (2006). *Biologie*. Brno: Computer Press a.s.

Čihák, R. (2011). *Anatomie 1*. Praha: Grada.

Čihák, R. (2016). *Anatomie 3*. Praha: Grada.

Dylevský, I. (2007). *Obecná kineziologie*. Praha: Grada.

Ganong, W. F. (2005). *Přehled lékařské fyziologie*. Semily: Galén.

**Machová J. (2016). *Biologie člověka pro učitele*. Praha: Karolinum. (pp. 178-237)**

Netter, F. H. (2010). *Atlas of Human Anatomy*. Philadelphia: Saunders Elsevier.

Orel, M. (2019). *Anatomie a fyziologie lidského těla. Pro humanitní obory*. Praha: Grada.

Petřek, J. (2019). *Základy fyziologie člověka pro nelékařské zdravotnické obory*. Praha: Grada.

## 12) ZÁKLADY GENETIKY

---

### 12.1 Základní pojmy

### 12.2 Jádro, chromozomy, DNA, mutace

### 12.3 Dědičnost, vzájemné vztahy alel

*Otázky, úkoly a zajímavosti na závěr:*

*Podpůrné internetové odkazy:*

*Použitá a doporučená literatura:*

Alberts, B. et al. (1998). *Základy buněčné biologie*. Ústí nad Labem: Espero publishing.

Campbell, N. A., & Reece, J. B. (2006). *Biologie*. Brno: Computer Press a.s.

Ganong, W. F. (2005). *Přehled lékařské fyziologie*. Semily: Galén.

Machová J. (2016). *Biologie člověka pro učitele*. Praha: Karolinum.

Petr, M. (2017). *Sportovní genomika: genetické determinanty pohybové činnosti*. Praha: Karolinum.

Snustad, D. P., & Simmons, M. J. (2009). *Genetika*. Brno: Masarykova univerzita.