

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Pedagogická fakulta

Katedra biologie



Bakalářská práce

Tereza Klašková

Význam a funkce oběhového a imunitního systému člověka - příprava
motivačních úkolů, pokusů a her

Vedoucí práce: Mgr. Eva Jahodářová, Ph.D.

Olomouc 2022

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením Mgr. Evy Jahodářové, Ph.D., s využitím pouze odborné literatury a dalších informačních zdrojů uvedeny v seznamu požité literatury.

V Olomouci, dne

.....

Klašková Tereza

Poděkování

Na tomto listu bych chtěla poděkovat paní Mgr. Evě Jahodářové, Ph.D. za ochotu, trpělivost a vedení mé bakalářské práce. Další poděkování věnuji své rodině a blízkým, jmenovitě Karolíně Eratové, Karolíně Molkové, Marii Křivové a Ivovi Havlíkovi, za podporu a pomoc při psaní bakalářské práce.

Obsah

1	ÚVOD	6
2	CÍLE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE	7
3	OBĚHOVÁ SOUSTAVA A JEJÍ CHARAKTERISTIKA	7
3.1	SRDCE	7
3.2	PERIFERNÍ CÉVNÍ SYSTÉM	8
3.3	KREV A JEJÍ ZÁKLADNÍ FUNKCE	9
3.4	KREVNÍ PLAZMA	10
3.4.1	Hemopoéza	10
3.4.2	Erytropoéza	11
3.5	KREVNÍ ELEMENTY	12
3.5.1	Červené krvinky	12
3.5.2	Bílé krvinky	14
3.5.3	Krevní destičky	17
3.6	KREVNÍ SKUPINY A AB0 SYSTÉM	17
3.6.1	Rh faktor	18
3.7	NEMOCI OBĚHOVÉ SOUSTAVY – LEUKÉMIE, ATEROSKLERÓZA, ANÉMIE, TROMBOFILIE	
	19	
4	LYMFATICKÝ SYSTÉM A JEHO CHARAKTERISTIKA	20
4.1	PRIMÁRNÍ LYMFATICKÉ TKÁNĚ	21
4.2	SEKUNDÁRNÍ LYMFATICKÉ TKÁNĚ	21
4.2.1	Lymfatické uzliny	22
4.3	NESPECIFICKÁ IMUNITA	22
4.4	SPECIFICKÁ IMUNITA	24
4.5	NEMOCI LYMFATICKÉHO SYSTÉMU – ANGÍNA, LYMFADENITIDA	24
5	DIDAKTICKÉ VÝCHODISKA UČEBNÍCH ÚLOH	25
5.1	OBSAHOVÁ ANALÝZA KURIKULÁRNÍCH DOKUMENTŮ	25
5.2	UČEBNÍ ÚLOHY	28
5.3	KLÍČOVÉ KOMPETENCE	29
5.4	VÝUKOVÉ METODY	32
5.5	ALTERNATIVNÍ ZPŮSOBY VÝUKY	36
5.6	METODICKÉ LISTY	42
5.6.1	Metodický list – „Vytvoř si svou oběhovou soustavu“	42

5.6.2	Metodický list – „Alfabox“	57
5.6.3	Metodický list – „Fagocytóza“	78
5.6.4	Metodický list – „Minové pole“	83
5.6.5	Metodický list - „Indicie“	97
5.6.6	Metodický list - „Piškvorky“	114
6	ZÁVĚR.....	122
7	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	123
8	PŘÍLOHY	141

1 Úvod

Oběhová soustava je jedna z orgánových soustav v lidském těle, která zajišťuje transport potřebných živin, plynů či krevních elementů do tkání a zplodin metabolismu z tkání ven z lidského těla. Dále oběhová soustava zajišťuje stálost vnitřního prostředí, obranyschopnost, rozvádění tepla do potřebných částí lidského těla a transport hormonů (Mescher, 2016). Krev je tělní tekutina, která je složena z krevní plazmy a krevních elementů (červené krvinky, bílé krvinky, krevní destičky). Hlavním orgánem je srdce, které svými stahy pumpuje krev do celého lidského těla. Srdce se skládá z levé a pravé síně a komory, které chlopněmi zajišťují jednosměrný průtok krve srdcem i v celém lidském oběhu (Weinhaus, Roberts, 2005). Transport krve zajišťují cévy, které lze rozdělit na tepny, žíly a vlasečnice. Tepny zajišťují odvod krve směrem od srdce, žíly přivádí krev směrem k srdci a vlasečnice umožňují výměnu přenášených živin, molekul a jiných látek mezi tepnami a žilami. Krevní oběh lze rozdělit na velký (tělní) oběh a malý (plicní) oběh. Tělní oběh transportuje okysličenou krev do potřebných tkání a orgánů i odkysličenou krev z tkání a orgánů. Odkysličená krev se okyslíčí v plicích, což představuje plicní krevní oběh (Sylva *et al.*, 2014). S oběhovou soustavou souvisí i mízní soustava (lymfatický systém), která je tvořena mízními cévami, mízními vlasečnicemi, mízními uzlinami, primárními a sekundárními mízními orgány. Hlavní funkcí mízní soustavy je odvod odpadních látek z tkání a zajištění obranné funkce vůči patogenům napadajícím lidské tělo (Mescher, 2016).

Oběhová soustava společně s imunitní soustavou se vyučují v 8. ročníku na základní škole v předmětu Přírodopis. Prvotní setkání s těmito soustavami proběhne již na 1. stupni základní školy (RVP ZV, 2021). Vyučování oběhové a imunitní soustavy v alternativních školách probíhá individuálně. Dochází k využití konkrétních výukových pomůcek, které pomáhají žákům lépe poznat prvky daného tématu (např. 3D modely lidského těla a orgánů). V alternativních školách se vyskytují i výuková videa či interaktivní hry (např. seriál *Byl jednou jeden život*, Kahoot). K výuce oběhové a imunitní soustavy vybrané školy mohou využívat science centra spadající do neformálního vzdělávání, kde se nachází vhodně zpracované exponáty k danému tématu. Výuka disponuje úvodem hodiny a jeho závěrem. Úvod je charakteristický pro hry a aktivity, které žáky přivedou ke zvolenému tématu. Závěr probíhá ve formě reflexe (Příbylová, Kateřina, asistentka pedagoga [ústní sdělení]. Brno, 31.5.2022).

V práci se zabývám obsahovou analýzou učebnic přírodopisu pro 8. ročník základních škol a víceletých gymnázií, kde provádím analýzu oběhové soustavy a lymfatického systému

z 10 vybraných učebnic. Zaměřuji se na obsažení pojmů v textu, popřípadě zda jsou tyto pojmy znázorněné fotografií či kresbou (barevnou či černobílou). Zabývám se tvorbou 6 výukových aktivit zaměřených na oběhovou a mízní soustavu zpracovaných do metodických listů. Ke každé aktivitě uvádím klíčové kompetence dle RVP ZV (2021), výukové metody a taxonomii učebních úloh. Při popisu učebních úloh využívám taxonomii dle Tollingerové (1970). V neposlední řadě popisuji alternativní způsoby výuky, kde se zaměřuji na neformální vzdělávání a vzdělávání v alternativních školách.

2 Cíle bakalářské práce

- Popsat složení a funkci oběhové a imunitní soustavy člověka
- Analyzovat tyto témata v učebnicích přírodopisu pro základní školy
- Popsat alternativní způsoby výuky a jejich využití při výuce daného tématu
- Připravit učební úlohy týkající se oběhové a imunitní soustavy člověka

3 Oběhová soustava a její charakteristika

Prostřednictvím oběhové soustavy je zajišťován rozvod krevních elementů, plynů a ostatních látek, které jsou součástí plazmy, do všech potřebných částí těla. Mezi struktury, které napomáhají k tomuto procesu, lze přiřadit například srdce nebo cévy. Cévy dělíme na tepny (arterie), kapiláry (vlásečnice) a vény (žíly). Oběhová soustava je tvořena plicním oběhem, kde dojde k okysličení krve. Mimo plicní oběh tvoří kardiovaskulární systém také tělní oběh, díky kterému krev rozvádí živiny a zbavuje organismus odpadních látek (Mescher, 2016).

3.1 Srdce

Srdce je hlavním orgánem oběhové soustavy. Zajišťuje proudění krve celým organismem. Srdce je tvořeno srdeční svalovinou, která se ve všech srdečních dutinách stahuje. Tímto procesem je zajištěno neustálé proudění krve v oběhovém systému (Mescher, 2016). Umístění srdce v hrudníku lze stanovit na levé straně mezi plícemi. Samotný tlukot srdce lze nejlépe nahmatat mezi 5. a 6. žebrem pod levou bradavkou (Weinhaus, Roberts, 2005). Srdce je tvořeno pravou a levou komorou stejně tak i pravou a levou síní, které jsou tvořené třemi hlavními vrstvami – endokard, myokard, perikard (Mescher, 2016).

Pravá a levá síň fungují jako sběrné komory, zatímco pravá a levá komora zajišťují pumpování krve do oběhu. Síně a komory jsou od sebe oddělené chlopněmi zajišťujícími

jednosměrný průtok krve srdečními oddíly. Tyto chlopně dělíme na poloměsíčné (nachází se na ústí komor) a cípaté (nachází se mezi síněmi a komorami). Poloměsíčné chlopně umožňují pouze vedení krve ze srdečních komor ven do velkých tepen. I přesto, že je srdce naplněné krví, kyslík a výživu dodává do srdečních tkání nedostatečně. Srdeční tkáně jsou tedy zásobovány samostatným cévním zásobením – pravou a levou koronární tepnou (Weinhaus, Roberts, 2005). Krev, která je zbavena kyslíku vstupuje do srdce do pravé síně a je poháněna pravou komorou směrem k plicím. Okysličená krev vstupuje do levé síně a je za pomoci levé komory pumpována přes aortu do oběhového systému. Jednotlivé části srdce zajišťují časově oddělené kontrakce a relaxace síní a komor. Elektrický impuls na horní stěně pravé síně je generován sinusovým uzlem (Sylva *et al.*, 2014). Mezi hlavní funkce patří shromažďování krve z tkání těla a pumpování jí do plic. Následně srdce sbírá krev z plic a pumpuje ji do všech tkání těla. Srdce se nachází v hrudníku, kde je chráněno hrudní kostí a žeberními chrupavkami, na horním povrchu bránice (Weinhaus, Roberts, 2005).

3.2 Periferní cévní systém

Periferní cévní systém je složen z krevních cév vyskytujících se mimo srdce. Mezi tyto krevní cévy lze zařadit arterie a jejich větve arterioly, dále kapiláry (vlásečnice), malé žíly (venuly) a žíly (venae), které se vrací do srdce. Stěny aorty a dutých žil jsou zásobovány krví za pomoci drobných cév (Gössl, *et al.*, 2003). Funkce jednotlivých cév se liší dle orgánů, které zásobují (Tucker *et al.*, 2021).

Tepny zajišťují přívod živin a krve do tkání a orgánů. Tepny lze rozdělit na elastické tepny a tepny svalového typu. Elastické tepny, které se vyskytují v blízkosti srdce, obsahují více elastických vláken ve střední vrstvě než tepny svalové. Větší obsah elastických vláken zajišťuje vyšší flexibilitu a odolnost vůči působení tlaku vytvářeného prostřednictvím pumpování krve srdcem. Mezi elastické tepny řadíme aortu a pulmonální (plicní) tepny (Mescher, 2016). Tepny svalového typu naopak obsahují více buněk hladké svaloviny ve střední vrstvě než elastické tepny. Mezi svalové tepny lze zařadit například brachiální tepnu, radiální tepnu nebo femorální tepnu. Tepny se větví na arterioly, jejichž hlavní funkce je zásobování orgánů krví a živinami (Tucker *et al.*, 2021).

Kapiláry lze charakterizovat jako nejmenší cévy v lidském těle tvořené endotelovou vrstvou, které vytvářejí kapilární síť. Hustota krevního řečiště se přizpůsobí struktuře

zásobované tkáni. V kapilárách probíhá výměna plynů a metabolitů prostřednictvím difúze (Mescher, 2016).

Krev z kapilár přebírají venuly, které lze charakterizovat jako nejmenší žíly. Venuly zajišťují výměnu kyslíku a živin. Mezi kapilárami a venulami se nachází postkapilární svěrače (Tucker *et al.*, 2021).

Z venul se krev dostává do větších žil. Na žíly není vytvářen tak velký tlak jako na tepny, tudíž mají tenčí stěny a menší elasticitu a dokážou udržet co největší objem krve v krevním oběhu. Žíly se od tepen liší výskytem chlopní, které umožňují průtok krve pouze směrem k srdci (Tucker *et al.*, 2021).

Hlavní rolí cév je účast na okysličování těla (Alkadmih *et al.*, 2015). Okysličená krev putuje z plic do aorty levou částí srdce, dále do tepen, arteriál a do kapilár, kde dojde k výměně plynů. Z kapilár je krev transportovaná zpět do pravé strany srdce za pomoci venul a žil. Ze srdce se odkysličená krev transportuje do plic, kde se okyslíčí (Tucker *et al.*, 2021).

Poškození či onemocnění krevních cév může způsobovat například hypertenzi, hluboké žilní trombózy, plicní embolie, ischemický záchvat nebo mrtvici. Některá onemocnění mohou přímo souviset s onemocněním cév, jiné mohou představovat pouze vedlejší projevy onemocnění cév (Kandoria *et al.*, 2016).

3.3 Krev a její základní funkce

Krev lze označit za tekutou tkáň tvořenou suspenzí krevních elementů rozpuštěných v plazmě. Hlavní složky krve jsou tedy krevní elementy a plazma (mezibuněčná hmota), která slouží jako prostředí umožňující pohyb těmto elementům. Mezi krevní elementy řadíme červené krvinky, bílé krvinky a krevní destičky (Kittnar, 2011; Mescher, 2016).

Majoritní funkce krve je transportního charakteru, kdy krev přenáší dýchací plyny (zejména kyslík a oxid uhličitý) do těla a z těla do plic. Molekuly kyslíku a oxidu uhličitého se chemicky vážou k hemoglobinu červených krvinek a fyzikálně je lze najít rozpuštěné v krevní plazmě. Kyslík je přenášen za pomoci krve z plic do zbytku tkání v těle a oxid uhličitý je odváděn ze samotných tkání do plic. Mezi transportní funkci lze také zařadit přenos živin, které se nachází v trávicím ústrojí nebo v zásobních orgánech. Krev mimo jiné přenáší vitamíny a jiné látky do jater nebo do dalších potřebných orgánů. Za pomoci krve se hormony transportují ze žláz s vnitřní sekrecí do cílových buněk. Prostřednictvím krve je zajištěn přenos potřebného tepla z teplejších míst do částí organismu, které jsou chladnější. Teplo se většinou přenáší

z dutiny břišní do kůže, která následně teplo vydává do okolního prostředí. V neposlední řadě krev pomáhá odvádět zplodiny metabolismu buněk z tkání do jater a ledvin (Chottová Dvořáková, Mistrová, 2018). S rozváděním tepla za pomoci krve souvisí i udržování stálé vnitřní teploty těla. Tento proces lze zařadit do regulační funkce krve (Mescher, 2016).

Homeostatickou funkci naplňuje například acidobazická rovnováha, kterou lze označit za komplexní fyziologický proces udržující stabilní extracelulární pH v těle (Goel, Calvert, 2012).

Obrannou funkci krve plní leukocyty, které jsou součástí hlavních obranných složek vůči infekcím. V pasivní formě jsou leukocyty (bílé krvinky) volně rozmístěné v krvi. Jakmile tělo napadne infekce, jejich pasivní forma se mění na aktivní a transportují se do místa, kde infekce zasáhla (Mescher, 2016).

3.4 Krevní plazma

Krevní plazmu lze charakterizovat jako roztok na vodné bázi obsahující komponenty, které jsou v plazmě rozpuštěné (Mescher, 2016). Mezi hlavní komponenty krevní plazmy patří proteiny, sacharidy a lipidy. Mezi bílkoviny lze zařadit albumin, globuliny a fibrinogen (Kittnar, 2011). Plazmatická bílkovina s největší koncentrací je albumin, který zajišťuje udržení stálé hladiny osmotického tlaku v krvi (Mescher, 2016). Pouze ze 40 % se albumin nachází v krevní plazmě, zbylých 60 % je obsaženo v kůži. Transportní funkci zastupují globuliny, které zajišťují přenos lipidů, steroidních hormonů a ostatních látek. Globuliny hrají velmi důležitou roli v imunitním systému, jelikož se jedná o protilátky vůči různorodým antigenům. Během imunitní odpovědi organismu dále plní určité regulační funkce. Nejdůležitější rolí fibrinogenu je napomáhání v zástavě krvácení (Kittnar, 2011). V krevní plazmě jsou zastoupeny i hormony, kyslík nebo oxid uhličitý, odpadní dusíkaté produkty nebo elektrolyty (rozpuštěné ionty anorganického charakteru) (Mescher, 2016).

3.4.1 Hemopoéza

Hematopoéza (hemopoéza) neboli krvetvorba je proces, který začíná již v embryonálním období. Zprvu je její začátek situován ve žloutkovém vaku (mezoblastové období), později funkci krvetvorby přebírá slezina a játra (hepatolienální období) a konečným místem tvorby krve je kostní dřeň (medulární období). V kostní dřeni se krev začne tvořit od 20. týdne nitroděložního vývoje. Kostní dřeň se v dospělosti stává majoritním orgánem pro krvetvorbu,

který obsahuje dostatečnou zásobu hemopoetických kmenových buněk (Penka *et al.*, 2011). Jednotlivé kmenové buňky jsou multipotentní, jelikož jsou tvořeny z jednoho zárodečného listu (Mescher, 2016). Veškeré kmenové buňky jsou vystaveny asymetrickému dělení. Jedná se o proces, kdy jedna z dceřiných buněk je totožná s mateřskou kmenovou buňkou a druhá pokračuje v přeměňování do mnoha buněčných typů (Penka *et al.*, 2011). Jednou ze zásadních funkcí kmenových buněk hemopoézy je schopnost samostatné obnovy (Lapčíková *et al.*, 2011). Mezi finální buňky, které jsou vytvořené hemopoézou se řadí červené krvinky, bílé krvinky (granulocyty a agranulocyty – monocyty a lymfocyty) a krevní destičky (Mescher, 2016).

Veškeré krevní elementy jsou tvořené z jedné multipotentní kmenové hematopoetické buňky (hemocytoblast). Z hemocytoblastu vznikají 2 linie – myeloidní a lymfoidní. Vývoj myeloidní linie probíhá v kostní dřeni a dává vzniknout erytrocytům, trombocytům a leukocytům. Jednotlivé linie obsahují progenitorové buňky, které vyprodukují prekurzory (neboli blasty). Jednotlivé blasty získávají potřebnou charakteristickou strukturu zralých a funkčních buněk. Profilaci progenitorů a prekurzorů mají na starost cytokiny (zajišťují růst a vývoj) (Mescher, 2016).

3.4.2 Erytropoéza

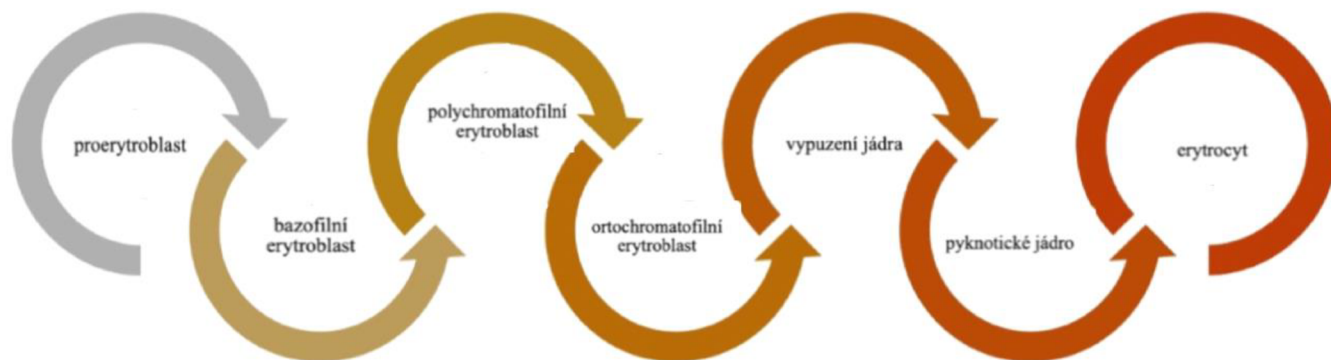
Erytropoéza se u zdravých lidských jedinců uskutečňuje primárně v červené kostní dřeni (Chottová *et al.*, 2018). Erytropoéza je regulovaný proces, při kterém hematopoetické progenitorové buňky dávají vznik erytroidním progenitorům, které dále proliferují a diferencují na zralé erytrocyty (Baron, Fraser, 2015). Erytropoéza začíná u lidského zárodku již ve 3. týdnu ve žloutkovém vaku v mezoblastové periodě. Ve 3. měsíci v hepatolienální periodě je místo tvorby červených krvinek nahrazeno játry a slezinou. Základní multipotentní hematopoetická kmenová buňka (hemocytoblast) se později přemění na progenitorové buňky mající funkci proliferace, udržení si stálého počtu buněk, diferenciace a migrace, kdy jsou schopné se přemístit z kostní dřene například do lymfatické tkáně (Chottová *et al.*, 2018).

Erytropoéza probíhá ve třech stádiích. První stádium obsahuje již zmíněnou tvorbu erytroidních blastických buněk z multipotentních hematopoetických progenitorových buněk (McGrath, Palis, 2008). Mezi erytroidní blastické buňky lze zařadit proerytroblast, bazofilní erytroblast, polychromatofilní erytroblast a ortochromatofilní erytroblast (viz obrázek 1). Proerytroblast je první buňkou v procesu zrání. Jedná se o buňku velkých rozměrů, která

obsahuje společně s jádrem jadérka a bazofilní cytoplazmu. Následující vývojová stádia erytrocytu se postupně zmenšují a probíhají v nich změny obsahu cytoplazmy (Mescher, 2016).

Druhé stádium pokračuje dělením a diferenciací těchto erytroidních progenitorových buněk. Ve finálním stádiu dochází k morfologickým změnám buněk, kdy dochází k vypuzení jádra z buněk (viz obrázek 1), neboli enukleaci (McGrath, Palis, 2008).

Ve třetím stádiu erythropoézy dochází k produkci retikulocytů (bezjaderných buněk) a nakonec k produkci zralých červených krvinek (viz obrázek 1) (McGrath, Palis, 2008). Aby byl zajištěn správný průběh erythropoézy, je potřeba, aby byly přítomny základní stavební látky a vitamíny určené pro červené krvinky, zejména aminokyseliny a železo, vitamín B12 a kyselina listová. Erythropoéza je regulovaný proces, kdy regulační funkce nesou cytokiny, zejména hormon erythropoetin, který reguluje celý proces erythropoézy (Chottová *et al.*, 2018).



Obrázek 1. Přehled vývojových stádií erytrocytů v procesu erythropoézy (Mescher, 2016).

3.5 Krevní elementy

3.5.1 Červené krvinky

Nejpočetnější skupinou krevních buněk jsou červené krvinky neboli erytrocyty, které tvoří více než 99 % krevních buněk v krvi člověka (Chottová *et al.*, 2018). Jedná se o bezjadernou krevní buňku vyplněnou hemoglobinem, která na sebe váže molekuly nejen kyslíku (Mescher, 2016). Zastoupení erytrocytů je u mužů vyšší než u žen. Počet erytrocytů u mužů je v zastoupení $4,3\text{--}5,3 \times 10^{12}$ na jeden litr krve. U žen se počet červených krvinek pohybuje v rozmezí od $3,8$ do $4,8 \times 10^{12}$ na litr krve. Příčinou je odlišnost druhů hormonů u jednotlivého pohlaví (Chottová *et al.*, 2018) a také pravidelná ztráta erytrocytů menstruačním krvácením u žen reprodukčního věku (Agoreyo, Okorie, 2017). Tyto hodnoty se v těle člověka nevyskytují od narození. Novorozenec má počet erytrocytů z počátku vysoký. Na jeden litr krve se počet erytrocytů odhaduje na $4,5\text{--}6,5 \times 10^{12}$. Postupem času dojde k náhlému poklesu a ustálí se do

hodnoty dospělého muže. Finálních výše uvedených hodnot jedinec dosahuje postupně v průběhu puberty. Pokud erythrocyty dosáhnou vyššího počtu než je stanovená fyziologická norma, nastává erythrocytóza. Dochází k vyššímu podněcování tvorby erythrocytů, což není přímo úměrné k jejím ztrátám. Erythrocytóza může být vyvolávána drážděním krvetvorby, která je způsobena například nedostatečným okysličováním tkání v těle. Tento stav nastává nejčastěji při delším pobytu v místech s vyšší nadmořskou výškou pohybující se okolo 3000 m n. m. a více (Chottová *et al.*, 2018). Normální délka života erythrocytů je přibližně 120 dní (Lichtman *et al.*, 2007).

3.5.1.1 Morfologie červených krvinek

Většina erythrocytů má diskovitý tvar, ale objevuje se i malá skupina erythrocytů s miskovitým tvarem. Erythrocyty jsou z více jak poloviny tvořeny vodou, zbytek tvoří hemoglobin, cukry, tuky, bílkoviny a elektrolyty (Chottová *et al.*, 2018). Standardní tvar a pružnost erythrocytů závisí na celistvosti cytoskeletu, ke kterému je vázaná lipidová membrána (Bain, 2006). Membrána červených krvinek je vysoce elastická. Pokud se jedná o strukturální odolnost, membrána červených krvinek je pevnější než ocel (Mohandas, Evans, 1994). Na membráně červených krvinek jsou přítomny například Rh proteiny. Rh systém je jeden z nejvíce imunogenních a polymorfních systémů lidských krevních skupin (Van Kim *et al.*, 2006). Plazmatická membrána červených krvinek odpovídá za všechny její různé antigenní, transportní a mechanické vlastnosti (Mohandas, Gallanher, 2008).

3.5.1.2 Hemoglobin

Červené barvivo nacházející se v cytoplasmě erythrocytů se nazývá hemoglobin. Je složen ze dvou párů globinových řetězců. U každého globinového řetězce se nachází cyklický protoporfyrin IX, který obsahuje atomy dvojmocného železa. Tato struktura je označována jako hem (Penka *et al.*, 2011). Bílkovinnou část u hemoglobinu zajišťuje globin, který je nejčastěji tvořen dvěma páry α a β řetězce polypeptidového původu. Každý z těchto řetězců má k sobě připojený jeden hem. Celkový hemoglobin se tedy skládá ze 4 hemů a 1 globinu (Chottová *et al.*, 2018). Hemoglobin dále rozlišujeme na fetální, embryonální a adultní hemoglobin. Fetální i embryonální typ hemoglobinu má vyšší afinitu ke kyslíku než hemoglobin dospělého jedince. Podoba hemoglobinu je tedy odlišná v embryonálním a fetálním období od období postnatálního (Penka *et al.*, 2011). V průběhu prenatálního vývoje je globinová část

hemoglobinu tvořena dvěma řetězci α a γ . V prvním týdnu postnatálního období je bílkovinná část erytrocytů přeměněna na adultní typ hemoglobinu, který je tvořen nejčastěji dvěma řetězci α a β (Chottová *et al.*, 2018). Primární funkcí hemoglobinu je transport molekul kyslíku, který podporuje aerobní buněčný metabolismus (Burmester *et al.*, 2004). Mezi další transportované molekuly lze zařadit oxid uhličitý (CO_2), oxid uhelnatý (CO) nebo oxid dusnatý (NO) (Quaye, 2015).

Hemoglobin představuje také nosič pro oxid uhelnatý (Taguchi *et al.*, 2020), který se váže na hemové železo (Ryter, Otterbein, 2004). Z hemoglobinu tak vzniká karboxyhemoglobin, a protože je vazba CO na hemoglobin silnější než vazba kyslíku, brání takto CO produktivnímu transportu kyslíku krví po těle (Widdop, 2002). CO je běžně obsažen v atmosféře, kdy je brán za látku znečišťující ovzduší (Miyakawa *et al.*, 2002). Jedná se o plyn bez zabarvení, zápachu s nedráždivou vlastností (Rosano, 1998, Ferner, 2017) vznikající nedokonalým spalováním organických látek, například tabáku (Ryter, Otterbein, 2004), dalším zdrojem jsou výfukové plyny z dopravních prostředků (Kinoshita, 2020). CO je ve velkém množství smrtelný (Weaver, 1999) např. při požárech v domácnostech (Kinoshita, 2020). Intoxikace oxidem uhelnatým způsobuje tkáňovou hypoxii (malé množství kyslíku v krvi) (Bleecker, 2015).

Oxid uhličitý v lidském těle vzniká jako vedlejší produkt metabolismu, který se finálně z organismu dostává ven za pomoci výdechu (Patel *et al.*, 2018). Kapacita krve pro transport oxidu uhličitého je větší než pro transport kyslíku. Pro CO_2 není v krvi vybaven žádný speciální nosič, který by tuto látku transportoval, transport je tedy zajišťován prostřednictvím plazmatického hydrogenuhličitanu (Cheng, Jusof, 2018). Pouze 5–10 % CO_2 je vázáno na hemoglobin, zbytek je rozpouštěn ve vodě nebo v plazmě (Patel *et al.*, 2018).

Methemoglobinémie je stav, při kterém dochází ke snížení schopnosti hemoglobinu přenášet kyslík (oxidace dvojmocného železa v hemoglobinu na trojmocné). Železo nemá schopnost vázat a přenášet kyslík. Zvýšená hladina methemoglobinu může mít za následek funkční anémii (Ludlow *et al.*, 2019). Methemoglobinémii lze rozdělit na dědičnou a získanou (Curry, 1982). Mezi získané formy lze zařadit otravy zvýšením dusičnanů – například dusitany v potravě a vodě (Kedar *et al.*, 2018).

3.5.2 Bílé krvinky

Bílé krvinky neboli leukocyty jsou krevní elementy, které tvoří méně než 1 % krve (Chottová *et al.*, 2018). Leukocyty patří mezi nejdůležitější buňky imunitního systému. Hlavní funkce

leukocytů je likvidace všech cizorodých látek, které se vyskytují v organismu (Kittnar, 2011). Celkový počet bílých krvinek se udržuje v rozmezí $4-9 \times 10^9$ na 1 litr krve u obou pohlaví dospělého věku. Vyšší počet leukocytů lze nalézt u novorozenců, kdy se výše zmiňovaná hodnota ustálí mezi 15. a 18. rokem života. Pokud se počet leukocytů v periferní krvi sníží, jedná se o leukopenii. K leukopenii dochází zejména při některých infekcích, především dlouhodobých jako je například virová hepatitida, také působením léků hlavně imunosupresivních, ale i antiflogistik, analgetik, antibiotik atd., dále při onemocnění kostní dřene, případně při dalších systémových onemocněních (Manns *et al.*, 2015). Dojde-li ke zvýšení počtu leukocytů, lze tento proces označit za leukocytózu. V průběhu těhotenství je leukocytóza běžná. Za normálních okolností leukocytóza v těle upozorňuje na přítomnost infekce, nádorů nebo zánětů. V periferní krvi se vyskytují pouze 2 % leukocytů z celkového množství v lidském těle. Zbytek bílých krvinek se nachází v lymfatickém systému (Chottová *et al.*, 2018). Leukocyty, které se vyskytují v periferní krvi se klasifikují na polymorfonukleární leukocyty a mononukleární buňky neboli monocyt a lymfocyt (Bain, 2006).

3.5.2.1 Polymorfonukleární granulocyty

Granulocyty jsou leukocyty, které mají jádro obsahující alespoň 2 viditelné segmenty. Kvůli tomu se také nazývají polymorfonukleární granulocyty. V cytoplazmě granulocytů lze nalézt 2 základní typy granulí. Jedním z nich jsou lysozomy, které jsou často pojmenovávány jako azurofilní granula. Specifická granula jsou dalším typem granulí, která se nachází v granulocytech (Mescher, 2016). Dle možnosti charakteristického barvení granulocytů je lze rozdělit na neutrofilní, eozinofilní a bazofilní granulocyty (Bain, 2006).

Neutrofilní granulocyt lze označit za mikrofág nebo také zkráceně neutrofil. Jedná se o nejpočetnější skupinu bílých krvinek (Chottová *et al.*, 2018). Procentuální zastoupení neutrofilních granulocytů je zhruba 50–70 % z celkového počtu leukocytů (Kittnar, 2011). Ve zralé formě neutrofilu se nachází jádro s 2–5 segmenty. Podle počtu segmentů jádra neutrofilů se určuje jejich zralost a stáří (čím vyšší počet segmentů, tím starší forma). Nezralá forma mikrofágu obsahuje nečleněné jádro, které má tyčovitý tvar. Podle charakteristického tyčovitého tvaru se tato stádia označují jako tyče (Chottová *et al.*, 2018). Hlavní funkcí lysozomů je rozložení fagocytovaného materiálu (Mescher, 2016). Fagocytózu lze charakterizovat jako proces, při kterém dochází k pohlcení nadměrných částic ($>0,5 \mu\text{m}$) za pomoci buněk nespecifické imunity. Jednotlivé buňky rozpoznávají cizí tělesa za pomoci

receptorů, které se nachází na buněčném povrchu. Cizorodé částice jsou odstraňovány z těla fagocyty, mezi které mimo neutrofilů patří makrofágy a dendritické buňky. Fagocytóza tímto představuje první obrannou linii organismu (Flannagan, 2012). Neutrofilů, bakterie, hmota, která je již natrávená a tekutina tkáně hromadně vytváří hnis (Mescher, 2016).

Eozinofilní granulocyty mají v celkovém počtu bílých krvinek menší zastoupení než neutrofilů. Velikostně jsou si tyto dva typy bílých krvinek téměř rovné. Oproti neutrofilům jsou eozinofily charakteristické jádrem skládající se ze dvou segmentů. Cytoplazma obsahuje vyšší zastoupení acidofilních granul společně s azurofilními granuly. Mezi funkce eozinofilů lze zařadit likvidaci parazitů či imunitní odpověď při infekcích (Meschler, 2016). Rovněž se vyskytují u alergických zánětlivých onemocnění, včetně astmatu (Lee *et al.*, 2004; Humbles *et al.*, 2004). Eozinofily jsou pro mnoho patogenů toxické a hlavní mechanismus v destrukci patogenů spočívá v narušení jejich membrány (Malik, Batra, 2011).

Bazofilní granulocyty lze velmi těžko pozorovat v běžných krevních nátěrech, jelikož zastupují méně než 1 % z celého počtu bílých krvinek. V jádře lze nalézt dva laloky nepravidelného tvaru, které jsou často překryty specifickými granuly velkých rozměrů (Mescher, 2016). Bazofily obsahují v sekrečních granulách heparin, který je uvolňován do místa poranění, kde napomáhá správnému průtoku krve (Lee, Kong, 2015). Společně s heparinem se v granulách vyskytuje také histamin, proteázy, proteoglykany, cytokiny nebo chemokiny (Borriello *et al.*, 2017). Bazofily se mohou vyskytovat u onemocnění jako atopické dermatitidy, astma, alergické rýmy nebo u autoimunitních onemocnění a rakoviny (Ito *et al.*, 2011).

3.5.2.2 Mononukleární agranulocyty

Agranulocyty na rozdíl od granulocytů neobsahují specifická granula, ale společným znakem zůstává obsažení lysozomů. Mononukleární agranulocyty obsahují pouze jedno nedělené jádro. Jednotlivé agranulocyty lze klasifikovat na monocyty a lymfocyty (Mescher, 2016).

Lymfocyty jsou nejmenšími leukocyty a zároveň nejčastěji se vyskytujícími agranulocyty v krvi. Zralé lymfocyty jsou si morfoloogickou stavbou podobné, ale jejich funkce se liší. Jednotlivé lymfocyty lze rozdělit na T-lymfocyty, B-lymfocyty a NK buňky. Jediné T-lymfocyty nevznikají v kostní dřeni ale v brzlíku (Mescher, 2016).

Monocyty lze charakterizovat jako prekurzory buněk mononukleárního fagocytárního systému, který dělíme na tkáňově specifické osteoklasty, mikroglie, histiocyty, Kupfferovy buňky a pro ostatní tkáň typické makrofágy. Monocyty lze zařadit mezi antigen reprezentující

buňky. Mají velmi důležitou roli v imunitní odpovědi organismu na patogeny (Mescher, 2016). Monocyty společně s makrofágy představují první obranu linii proti parazitům. Monocyty vstupují do tkání, kde se mění na makrofágy a dle potřeby mění svou funkci tak, aby se úspěšně vypořádaly s patogenními zánětlivými stimuly. Tyto stimuly aktivují mikrofyty (neutrofilů), které fagocytují patogeny v lidském těle a tím obnoví homeostázu organismu (Hume, 2015).

3.5.3 Krevní destičky

Krevní destičky neboli trombocyty jsou buněčné fragmenty, jejichž funkcí je udržení primární a sekundární homeostázy (Nurden, 2008; Nurden, 2017). Krevní destičky vznikají z megakaryocytů kostní dřeně (Denis *et al.*, 2005). Produkce krevních destiček probíhá tak, že jeden megakaryocyt do krevního oběhu uvolní tisíce trombocytů. Hlavním hormonem pro vývoj megakaryocytů a regulátorem tvorby trombocytů je trombopoetin (George, 2000).

Do primární homeostázy lze zařadit primární a sekundární agregaci, kdy dochází ke srážení destiček a vytváření destičkové zátky. Mezi sekundární homeostázu lze zařadit srážlivost krve, kdy se k agregaci krevních destiček přidá funkce fibrinogenu a společně s erytrocyty vytváří síť, kterou lze označit za krevní sraženinu (trombus) (Mescher, 2016). Trombocyty se mimo jiné podílejí na nespecifické imunitní odpovědi organismu a podílejí se na hojení ran (Nurden, 2008; Nurden, 2017).

Průměr jednoho trombocytu se pohybuje mezi 2–4 μm . Počet trombocytů v 1 l krve se odhaduje na $150\text{--}400 \times 10^9$. Krevní destičky cirkulující v krvi mají životnost cca 10 dnů. Hned vedle erytrocytů jsou nejhojnějšími krevními elementy (Mescher, 2016).

3.6 Krevní skupiny a ABO systém

Systém ABO obsahuje čtyři základní krevní skupiny – A, B, AB, 0. Jednotlivé krevní skupiny jsou definovány za pomoci přítomnosti specifických sacharidů (aglutinin), které se nachází na povrchu erytrocytů (A antigen, B antigen), které jsou vázány na H antigen. Pokud se na H antigen neváže ani jeden ze sacharidů, jedná se o krevní skupinu 0. Jednotlivé krevní skupiny si tvoří příslušné protilátky (aglutinogen) proti antigenu, který na svém povrchu nemají (Dean, 2005). Ku příkladu jedinec s krevní skupinou A disponuje protilátkami anti-B a antigenem A. Jedinec s krevní skupinou AB nenes žádnou protilátku, ale disponuje antigenem A i B. Jedinec s krevní skupinou 0 obsahuje protilátky anti-A i anti-B, avšak nenes žádný antigen. Při

transfuzi krve nekompatibilní krevní skupinou dojde ke shlukování a následnému rozpadu erytrocytů (Mitra *et al.*, 2014).

Dárce krve skupiny 0 lze označit za univerzálního dárce, jelikož krevní skupina 0 Rh negativní bude s nejvyšší pravděpodobností přijata každým příjemcem. Naopak pacient s krevní skupinou AB může dostat krevní transfuzi jakékoliv krevní skupiny, je tedy univerzálním příjemcem (Barty *et al.*, 2017).

Před uskutečněním transfúze je důležité provést test, který prověří kompatibilitu krevních skupin společně s faktorem Rh. Pokud by krevní skupina nebyla kompatibilní, transfúze může být smrtelná (Dean, 2005).

3.6.1 Rh faktor

Rh systém je jeden z nejznámějších polymorfních a imunogenních systémů, hned po systému AB0. Jedná se o komplex proteinů na membráně erytrocytů. Rh proteiny nesou Rh antigeny (Avent *et al.*, 2000). Antigenů v Rh systému bylo nalezeno 6 – C, D, E, c, d, e. Nejrozšířenější a nejznámější antigen je D, d. Jedinec, který nese antigen D je označován za Rh pozitivního. Naopak pokud je jedinec nositelem antigenu d, je označován jako Rh negativní. Na rozdíl od systému AB0, kde se protilátky vůči aglutinogenům vyskytovaly přirozeně v krvi člověka, u systému Rh tomu tak není. Pokud je jedinec Rh negativní, v plazmě nemá obsažené žádné protilátky proti antigenu D. Protilátky se začnou tvořit až tehdy, kdy dojde například k transfúzi Rh pozitivní krví. Nejpoužívanější příklad v souvislosti Rh systému se uvádí nesnášenlivost matky a plodu. Rh negativní matka, která otěhotní s Rh pozitivním otcem je imunizována, pokud dítě zdědí Rh faktor po otci. Při prvním těhotenství se Rh pozitivní krvinky dostanou do krevního oběhu Rh negativní matky, která si proti nim začne vytvářet protilátky. Klinicky první těhotenství neprobíhá závažně, jelikož se jednotlivé Rh systémy matky a dítěte setkají až při porodu. Při druhém těhotenství je plod ohrožen tehdy, pokud je opět Rh pozitivní. V této fázi se protilátky Rh negativní matky dostávají do krevního oběhu plodu a způsobí imunologickou hemolýzu. Dochází k fetální erythroblastóze, které se předchází tak, že se Rh negativní matce podají speciální protilátky. Tyto protilátky zabraňují citlivosti matky na odlišný Rh faktor plodu a následné tvorbě protilátek (Kittnar, 2011).

3.7 Nemoci oběhové soustavy – leukémie, ateroskleróza, anémie, trombofilie

Chronická myeloidní leukémie (CLM) je onemocnění krve, které je charakteristické nadměrně rychlým růstem bílých krvinek a krevních destiček v různých fázích zrání (Kimura *et al.*, 2014, Arber *et al.*, 2016). U CLM lze popsat 3 fáze, ve kterých se pacient může vyskytovat: chronická fáze, akcelerovaná fáze, blastická fáze (blastická krize) (Arber *et al.*, 2016). Příznaky CLM nejsou specifické, kdy se může vyskytnout únava, horečky nebo úbytek hmotnosti (Minciacchi *et al.*, 2021).

Akutní myeloidní leukémie (AML) je typ rakoviny, kdy dochází k infiltraci kostní dřeně, krve a jiných tkání nadměrně se množícími a abnormálně diferencovanými buňkami krve. Při AML nedochází k normální diferenciaci buněk myeloidní řady a tyto nezralé, nefunkční buňky jsou následně uvolněny do oběhu. Dříve byla AML neléčitelnou nemocí, v dnešní době je šance okolo 40 % na vyléčení (Döhner *et al.*, 2010).

Akutní lymfoblastická leukémie (ALL) je nejčastěji se vyskytující rakovinou u dětí, která byla v minulosti neléčitelná (v dnešní době je šance na přežití cca 90 %). Jedná se o typ leukémie s charakteristickým nadměrným zaplněním kostní dřeně nezralými lymfocyty utlačující původní krvetvorbu. Příznaky ALL nejsou specifické a v mnoha případech se liší (nejčastějšími příznaky jsou horečky, bolesti kostí, zduření lymfatických uzlin a dušnost). Diagnóza je založena především na morfologické identifikaci leukemických blastů v kostní dřeni (Kato *et al.*, 2011).

Chronická lymfocytární leukémie (CLL) je nejčastějším typem leukémie, která se vyskytuje v západních zemích u starších pacientů s velmi různorodým klinickým průběhem. Při CLL dochází k transformaci, která je iniciována specifickými genovými změnami, které zhoršují apoptózu klonálních B-lymfocytů. Diagnóza u CLL je stanovena za pomoci krevního obrazu a krevními nátěry (Hallek, 2017).

Aterosklerózu lze charakterizovat jako chronické onemocnění velkých tepen, která je hlavní příčinou kardiovaskulárních onemocnění a mrtvice (Solanki, *et al.*, 2018). Onemocnění vzniká na podkladě chronického zánětu intimy cév, do které se ukládají tukové částice. Celý proces je negativně ovlivněn mnoha faktory – např. kouření, vysoký krevní tlak nebo cukrovka (Schiener *et al.*, 2014). Následkem aterosklerózy je stenóza nebo trombóza (při uvolnění aterosklerotického plátu i v jiné části oběhové soustavy). Jedná se o celosvětově rozšířené onemocnění bez ohledu na etnickou příslušnost, pohlaví nebo geografickou polohu. Rychlejší

vývoj onemocnění je u pacientů, kteří trpí hypertenzí, cukrovkou, obezitou, genetickými predispozicemi či kouří tabákové výrobky (Insull, 2009).

Anémii lze označit za stav nízkého počtu červených krvinek v krvi. Za anémii lze označit i nižší koncentraci hemoglobinu v červených krvinkách. Pokud se v organismu nevyskytuje dostatek erytrocytů nebo hemoglobinu, dochází ke snížení kapacity krve přenášet kyslík do tkání v těle. Příznaky u anémie mohou být únavy, slabost, závratě nebo dušnost. Člověk s anémií postrádá dostatek železa nebo vitamin B12 a vitamin A, dále trpí poruchou tvorby erythropoetinu nebo změnami kostní dřeně. Nejběžnější typ anémie je z nedostatku železa (WHO, 2022).

Při trombofilii dochází k nadměrné tvorbě krevních sraženin (trombu) v tepnách a žilách. Ke vzniku trombu dochází prostřednictvím genetických faktorů nebo mechanických změn, případně spoluprací mezi oběma faktory (Khan, Dickerman, 2006). Při léčbě trombózy je vhodné zvažovat získané i genetické faktory (Moll, 2015). Příkladem genetického faktoru lze uvést Leidenskou mutaci (Kujovich, 2011). Získané faktory lze nalézt například u pacientek užívající antikoncepci (Ludka *et al.*, 2010).

4 Lymfatický systém a jeho charakteristika

Obranu těla před útokem patogenů zajišťuje lymfatický systém neboli imunitní systém. Lymfatický systém se skládá z bílých krvinek, lymfatických cév společně s lymfou a lymfatických orgánů, které jsou propojeny krevním a lymfatickým oběhem. Lymfatické cévy, které se podílejí na lymfatickém oběhu transportují tkáňové tekutiny (lymfu) zpět do krevního oběhu. Lymfa neboli míza na rozdíl od krve obsahuje pouze bílé krvinky (Mescher, 2016). Lymfa je tekutina, která shromažďuje produkty tkáňového metabolismu společně s cirkulujícími imunitními buňkami, které transportuje do lymfatických uzlin. Lymfa má klíčovou roli v každém imunitním procesu (Santambrogio, 2013). Lymfatické tkáně lze rozdělit na primární a sekundární. Primárních lymfatické tkáně se skládají z brzlíku a červené kostní dřeně. Mezi sekundární lymfatické tkáně lze zařadit slezinu, slizniční imunitní systém (mucosa associated lymphoid tissue – MALT) a lymfatické uzliny (Mescher, 2016). Mimo obranu organismu má lymfatický systém za funkci zachování rovnováhy tekutin v těle a nutriční funkci, jelikož střevní miznice zajišťují vstřebávání tuků. Miznice hraje důležitou roli v imunitní funkci, jelikož zajišťují styk antigenu s imunitními buňkami v lymfatických

uzlinách, odkud se buňky imunitního systému a protilátky dostávají do celého těla (Mortimer, Rockson, 2014).

4.1 Primární lymfatické tkáně

Brzlík je důležitý orgán pro vývoj imunitní soustavy, který je primárním producentem lymfatických buněk. V brzlíku se tvoří progenitorové buňky, které dále dozrávají a diferencují se na zralé T-lymfocyty. Brzlík lze nalézt v mezihrudí za hrudní kostí. Skládá se z 2 laloků. Nejaktivnější a největší je brzlík v novorozeneckém věku a preadolescenci. Po uplynutí těchto období brzlík zakrní a je nahrazen tukem (Zdrojewicz *et al.*, 2016). V pokročilém stáří lze pozorovat sníženou funkci imunitního systému, který vytváří protilátkově specifické reakce vůči patogenům. To vede k většímu výskytu infekcí a autoimunitních onemocnění. Tento proces lze nazvat jako imunosenescenci (AW *et al.*, 2007; Shaw *et al.*; 2010, McElhaney *et al.*, 2012). Mezi primární lymfatické orgány lze zařadit i červenou kostní dřeň (Mescher, 2016).

4.2 Sekundární lymfatické tkáně

Slezina je hlavní orgán, kde se uskutečňuje filtrace krve (Lewis *et al.*, 2019). Dřeň sleziny lze rozdělit na červenou pulpu, bílou pulpu a marginální zónu. Bílá pulpa obsahuje periarteriální lymfatickou pochvu a lymfatické uzlíky. V lymfatické pochvě lze nalézt T-lymfocyty, makrofágy a interdigitující buňky. Uzlíky se vyvíjí v lymfatickou pochvu, která obsahuje B-lymfocyty, makrofágy, folikulární dendritické buňky a folikulární pomocné T-lymfocyty. Bílá pulpa je těsně obklopena marginální zónou, která přechází v červenou pulpu. Bílá pulpa sleziny obsahuje obranné tkáně, které lze zařadit do adaptivní imunity (Kashimura, 2020). Červená pulpa sleziny se skládá z Billrothových provazců a sinusů, které jsou naplněné krví (Mescher, 2016). Lze zde nalézt fagocytované červené krvinky a lysozomy (Ogembo *et al.*, 2012). Červená pulpa obsahuje tkáň produkující buňky vrozené imunity (Kashimura, 2020).

Slizniční lymfatická tkáň neboli MALT lze označit, společně se slezinou a lymfatickými uzlinami, za sekundární tkáň lymfatického systému. Sliznice v přímém kontaktu s vnějším prostředím obsahují tuto slizniční lymfatickou tkáň, která zabraňuje napadení těla patogeny. Sliznice s MALT lze najít v dýchacím, pohlavním, močovém a zažívacím ústrojí. MALT je tvořena B-lymfocyty a T-lymfocyty, buňkami reprezentující antigen, plazmatickými buňkami nebo lymfatickými uzlíky. Většina těchto útvarů se nachází rozprostřeně ve vazivu, případně mohou tvořit velké struktury, mezi které patří mandle, červovitý výběžek slepého střeva nebo

Peyerovy plaky. Mandle lze charakterizovat jako nepravidelné útvary lymfatické tkáně velkých rozměrů a lze je rozdělit na mandle patrové, mandle jazykové, mandle hltanové a mandle tubární. Peyerovy plaky se nacházejí po celé délce tenkého střeva. Tyto plaky obsahují M-buňky, které vytvářejí kapsy obsahující lymfocyty a dendritické buňky. Appendix neboli červovitý výběžek slepého střeva obsahuje MALT, který v této oblasti zabraňuje útoku bakterií způsobující průjemová onemocnění (Mescher, 2016).

4.2.1 Lymfatické uzliny

Lymfatické uzliny mají charakteristický fazolovitý tvar a lze je najít po celém těle. Nejčastěji se vyskytují v oblasti podpaží, třísel, velkých cév krku, břišní dutiny nebo v oblasti hrudníku. V těle se vyskytuje okolo 450 lymfatických uzlin. Lymfatické uzliny jsou uloženy v průtoku lymfatických cév, které do lymfatických uzlin vedou lymfu (mízu). Lymfa je do lymfatických uzlin přiváděna za pomoci aferentní lymfatické cévy (Martínek, Vacek, 2009). Hlavní funkcí lymfatických uzlin je filtrace mízy. Filtrací dochází k zamezení šíření mikrobů a buněk způsobující nádorové onemocnění. Míza vracející se do krevního řečiště projde minimálně jednou lymfatickou uzlinou, kde je očištěna makrofágy a obohacena o protilátky. Každá lymfatická uzlina je tvořena na povrchu vazivovým obalem s vybíhajícím septem, vnitřní část uzliny je tvořena kůrou, parakortexem a dřeví (Mescher, 2016).

Kůrou lymfatických uzlin protéká míza obsahující antigeny (Mescher, 2016). Lymfatické uzlíky, které jsou součástí kůry lymfatických uzlin primárně obsahují B-lymfocyty (Carragher *et al.*, 2008).

Parakortex je bohatý na T-lymfocyty (Bogle *et al.*, 2012). Od kůry lymfatických uzlin se parakortex liší tím, že neobsahuje lymfatické uzlíky a vytváří difúzní lymfatickou tkáň (Mescher, 2016).

Dřeň obsahuje dřeví sinusy a dřeví provazce (Ruehl-Fehlert *et al.*, 2005). Dřeví sinusy fungují jako finální filtr mízy. Dřeví provazce lze charakterizovat jako lymfatickou větvenou tkáň, která vychází z parakortexu obsahující T-lymfocyty, B-lymfocyty a mnoho plazmatických buněk (Mescher, 2016).

4.3 Nespecifická imunita

Nespecifickou imunitu lze označit také jako vrozenou imunitu. Skládá se z útvarů, které vytvářejí fyzikální bariéry zajišťující ochranu před průnikem patogenů do lidského těla. Mezi

tyto útvary vytvářející bariéry lze zařadit kůži či sliznice v jednotlivých soustavách, které přímo komunikují s vnějším prostředím. Při prvním vstupu patogenu do těla je vystaven první obraně neutrofilů a ostatních leukocytů, které se vyskytují v okolním vazivu. Leukocyty za pomoci svých receptorů dokáží rozpoznat patogen v těle a následně ho na receptory připoutat (Mescher, 2016).

NK-buňky jsou dalšími obrannými buňkami zajišťující první obrannou linii, která ničí nádorové buňky za pomoci cytokinů (Cheng *et al.*, 2013, Sun *et al.*, 2015). NK-buňky vznikají primárně v kostní dřeni, dále jsou distribuovány do celého těla (Di Santo, 2006; Grégoire *et al.*, 2007). Játra jsou velmi důležitým orgánem nespecifické imunity. Jsou obohaceny o zmíněné NK-buňky a zajišťují ochranu před patogeny a toxiny (Hudspeth *et al.*, 2013). V játrech se uskutečňuje snížený průtok krve, který zabraňuje průchod antigenů pocházejících ze střeva, tudíž játra zajišťují odstraňování škodlivých látek (Jenne, Kubes, 2013).

Mezi baktericidní látky nespecifické imunity patří kyselina chlorovodíková, defenziny, lysozym, komplement a interferony. Kyselina chlorovodíková se nachází v žaludku a lokálně zajišťuje nižší pH, které mikroorganismům napadající organismus nevyhovuje. Defenziny představují polypeptidy narušující buněčné stěny mikroorganismů napadajících organismus. Enzym lysozym zabíjí buňky za pomoci hydrolýzy bakteriální buněčné stěny. Komplement představuje systém bílkovin nacházející se v krevní plazmě, hlenu a makrofázích, který napomáhá ničit mikroorganismy (Mescher, 2016). Interferony zajišťují obrannou reakci proti virovým infekcím (Ferenčík, 2005). Podávají signály NK-buňkám o zničení infikovaných buněk (Mescher, 2016).

Makrofágy jsou buňky schopné fagocytózy, které lze zařadit do obranných buněk nespecifické imunity (Tauber, 2003). Makrofágy vznikají z monocytů. Hlavní funkcí makrofágů je pohlcení cizích těles, které vstupují do těla (např. mikroby). Makrofág má za úkol eliminovat apoptické buňky a recyklovat živiny trávením odpadních produktů z tkání. Makrofág je důležitý pro imunitu, vývoj a tkáňovou homeostázu (Sieweke, Allen, 2013). Makrofágy jsou prvními buňkami, které přicházejí do kontaktu s patogeny. Když makrofág pohltní mikroba, jeho antigeny jsou umístěny tak, aby je rozpoznávaly pomocné T-lymfocyty. T-lymfocyty poté rozpoznají mikroba a za pomoci vyloučených cytokinů aktivují B-lymfocyty, které následně vylučují protilátky specifické pro antigeny mikroba prezentované makrofágem. Zmíněné protilátky se vážou na antigen nacházející se na povrchu napadených buněk

mikrobem. Napadené buňky jsou daleko více fagocytovány za pomoci makrofágů (Dinarello, 2007).

4.4 Specifická imunita

Specifická imunita neboli získaná imunita reaguje na patogen pomaleji než nespecifická imunita. Získaná imunita má specifickou imunitní odpověď, jelikož reaguje pouze na konkrétní antigen. Při prvním setkání imunitního systému s antigenem se vytváří paměťové buňky, které se při druhém setkání se stejným antigenem aktivují. Specifické látky se tvoří daleko rychleji (Ferenčík, 2005). Jedná se o evolučně mladší imunitu, než je imunita nespecifická. Mezi buňky zodpovídající za specifickou imunitní odpověď lze zařadit T-lymfocyty a B-lymfocyty (Mescher, 2016).

B-lymfocyty se vyvíjí v kostní dřeni společně s prekurzory T-lymfocytů. T-lymfocyty se dále vyvíjejí v brzlíku. Za pomoci oběhu lymfatického systému se lymfocyty dostávají do sekundárních lymfatických orgánů, kde nezůstávají dlouho, jelikož neustále cirkulují v krvi, lymfě a vazivu. Právě lymfocyty jsou vybaveny receptory, díky kterým na sebe dokážou vázat jednotlivé patogeny. T-lymfocyty lze rozlišit na pomocné, cytotoxické a regulační (Mescher, 2016). T-lymfocyt za pomoci makrofágů rozpozná antigen mikroorganismu, kdy za pomoci cytokinů aktivují B-lymfocyty. B-lymfocyty poté vylučují protilátky vůči tomuto mikroorganismu (Dinarello, 2007). Po předložení specifického antigenu za pomoci makrofágů vznikají paměťové lymfocyty, které si daný antigen mikroba zapamatují a pokud se s ním organismus setká v nadcházející době, automaticky se bude snažit jej zničit (Mescher, 2016).

4.5 Nemoci lymfatického systému – Angína, Lymfadenitida

Lymfatický systém zastupuje důležitou roli při kardiovaskulárních onemocnění, infekcích, imunitě lidského těla, rakovině nebo obezitě (Mortimer, Rockson, 2014).

Angína je označována za zánětlivé onemocnění mandlí, nejčastěji mandlí párových. Onemocnění se nejčastěji vyskytuje u dětí předškolního věku a postihuje téměř každé dítě alespoň jednou za život. Nejčastěji je angína způsobena bakteriemi (*Streptococcus pyogenes*). Vyskytuje se i angína virového původu (Hyland *et al.*, 2009). Mezi běžné projevy akutního zánětu mandlí lze zařadit horečku, potíže s polykáním spojené s bolestmi při polykání nebo zvětšení mizních uzlin (Fabian, 2006).

Lymfadenitidu lze označit za zánět lymfatických uzlin (Blattner, 1969). Lymfadenitida se většinou vyskytuje u dětí, dospívajících a mladých dospělých obou pohlaví (Vayner *et al.*, 2003). Často se vyskytuje v souvislosti s onemocněním horních cest dýchacích. Mezi příznaky lymfadenitidy lze zařadit horečku (38–38,5°C), zvracení, změny konzistence stolice a bolest nebo citlivost břicha (Toorenvliet *et al.*, 2011).

5 Didaktické východiska učebních úloh

5.1 Obsahová analýza kurikulárních dokumentů

Obsahová analýza učebnic je zaměřena na její textový obsah. Analyzuje strukturu verbálních i neverbálních prvků textu. Mezi obsah analyzovaného textu lze zařadit například pojmy, poznatky, tematické celky aj. Obsahová analýza učebnic na základě svých závěrů, které se porovnávají, vyhodnocuje analyzovaný text (Hloušková, 2001).

Učebnici lze definovat jako „*druh knižní publikace uzpůsobené k didaktické komunikaci svým obsahem a strukturou*“ (Průcha, 2003, str. 258). Nejčastěji lze nalézt školní učebnici (Průcha, 2003). Pro obsahovou analýzu jsem si zvolila 10 učebnic, které jsem si seřadila dle roku vydání. Zvolila jsem si ke každé soustavě základní klíčová slova, která jsem následně analyzovala v jednotlivých učebnicích. Zaměřila jsem se na to, zda se dané klíčové slovo v učebnici vyskytuje či nevyskytuje, popřípadě jestli je k němu přiřazena barevná nebo černobílá kresba či fotografie. Veškerou analýzu jsem zpracovala do tabulky (viz Příloha 1).

Učebnice, které jsem analyzovala, jsou tvořeny dle Rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávání (RVP ZV, 2021). Rámcový vzdělávací program (dále jen RVP) lze zařadit mezi kurikulární dokumenty na státní úrovni určující jednotlivé rámce pro předškolní, základní a střední vzdělávání. Kurikulární dokumenty jsou převáděny dále do školní úrovně, kam spadají školní vzdělávací programy jednotlivých škol (dále jen ŠVP). Každá škola si ŠVP tvoří sama dle podmínek RVP (RVP ZV, 2021).

Předmět Přírodopis je zařazen do vzdělávací oblasti Člověk a příroda společně s předměty Fyzika, Chemie a Zeměpis. Ty jsou zařazeny do výuky na 2. stupni základní školy. Časová dotace pro tuto vzdělávací oblast je 20 hodin měsíčně hromadně pro všechny předměty. Vzdělávací oblast Člověk a příroda vede žáky k hlubšímu poznání přírodních procesů a faktů s jejich zákonitostí. Žáky vede k lepší připravenosti do běžného života a využitelnosti dnešních technologií. Přírodopis je rozdělen do 8 vzdělávacích obsahů a každý z nich obsahuje očekávané výstupy společně s učivem – Obecná biologie a genetika, Biologie hub, Biologie

rostlin, Biologie živočichů, Biologie člověka, Neživá příroda, Základy ekologie, Praktické poznávání přírody (RVP, 2021). Učivo, které jsem analyzovala v jednotlivých učebnicích lze zařadit do vzdělávacího obsahu Biologie člověka. K učivu anatomie a fyziologie člověka lze přiřadit očekávaný výstup *P-9-5-01 – „určí polohu a objasní stavbu a funkci orgánů a orgánových soustav lidského těla, vysvětlí jejich vztahy“* (RVP ZV, 2021, str. 73).

Nejvíce analyzovaných pojmů je zastoupeno v učebnici Nakladatelství České geografické společnosti, kdy zastoupení z celkového počtu pojmů (39) dosahuje 89,74 % (viz Tabulka 1) (Malenický & Vacková, 2005). Nejméně zmíněných analyzovaných pojmů obsahuje učebnice Fortuna se zastoupením z celkového počtu pojmů dosahuje 61,54 % (Kvasničková, 2008). Ve všech učebnicích je uvedena více jak polovina analyzovaných pojmů. Učebnice s největším obsahem fotografií či kreseb je učebnice nakladatelství Taktik (Žídková *et al.*, 2018). Nejméně kreseb či fotografií se vyskytuje v učebnici nakladatelství Prodos (Kantorek *et al.*, 1999) a učebnici nakladatelství Jinan (Kočárek, Kočárek, 2000).

Tabulka 1. Počet zastoupených pojmů s uvedeným procentuálním obsažením pojmů v analyzovaných učebnicích přírodopisu pro 8. ročník základních škol a víceletých gymnázií.

Nakladatelství	zastoupení pojmů v %	počet zastoupených pojmů z celkového počtu 39
1. NČGS (2005)	89,74 %	35
2. Fraus (2007)	87,18 %	34
3. Fraus (2021)	87,18 %	34
4. Prodos (2017)	84,62 %	33
5. Nová škola (2009)	82,05 %	32
6. Taktik (2018)	76,92 %	30
7. Jinan (2000)	71,79 %	28
8. Scientia (1999)	69,23 %	27
9. Prodos (1999)	66,60 %	26
10. Fortuna (2008)	61,54 %	24

Pojem oběhová soustava je zmíněna v každé analyzované učebnici. Veškeré učebnice obsahují české názvy pojmů týkající se oběhové soustavy. Pouze v polovině učebnic jsou uvedeny pojmy jako erytrocyty a leukocyty. V 9 analyzovaných učebnic se pojmy granulocyty a agranulocyty nevyskytují. Oba pojmy lze nalézt pouze v učebnici Nakladatelství České geografické společnosti (Malenický, Vacková, 2005). Cévy jsou v každé učebnici rozděleny na tepny, žíly a vlasečnice, kde se ke každému typu cévy objevuje fotografie či kresba. Pouze v učebnici nakladatelství Prodos se nevyskytuje u vlasečnice žádná fotografie či kresba (Kantorek *et al.*, 1999). V učebnici nakladatelství Jinan se jako v jediné analyzované učebnici nevyskytuje kresba či schéma krevních skupin (Kočárek, Kočárek, 2000). Nejčastěji vyobrazenou nemocí oběhové soustavy jsou křečové žíly. Fotografie či kresba křečových žil se vyskytuje v učebnicích nakladatelství Fraus (Vaněčková, 2007; Pelikánová, 2021) a Taktik (Žídková *et al.*, 2018). Srdeční infarkt je obsažen v 8 analyzovaných učebnicích z 10, tudíž se jedná o nejčastěji zmiňovanou chorobu oběhové soustavy v těchto učebnicích.

Mízní soustava je pojmenovaná v učebnicích nakladatelství Fraus také jako lymfatická soustava (Vaněčková, 2007; Pelikánová, 2021). Kresba mízních vlasečnic se vyskytuje v každé analyzované učebnici s výjimkou učebnice nakladatelství Scientia (Dobroruka, 1999). Pojem onemocnění AIDS se vyskytuje v 8 z 10 učebnic, na rozdíl od alergie, která je zmíněna v polovině učebnic. K pojmu chřipka jsou uvedeny černobílé fotografie viru chřipky pouze

v učebnicích nakladatelství Fraus (Vaněčková, 2007; Pelikánová, 2021). Mízní soustava je v učebnicích rozebrána méně podrobně než soustava oběhová.

Pojmy, které se vyskytovaly v každé učebnici společně s pojmy vyskytující se z 90 % učebnic lze označit za klíčové pojmy (viz Příloha 2).

5.2 Učební úlohy

Učební úloha představuje jakoukoliv situaci pedagogického rázu zajišťující dosažení zvolených učebních cílů (Průcha, 2003). Žáci by měli získávat v průběhu řešení učebních úloh nové znalosti a dovednosti. Při řešení učebních úloh dochází k upevnění již získaných znalostí učiva (procvičování), popřípadě ke kontrole správného osvojení učiva. Důležité je jasně pochopitelné sestavení učební úlohy tak, aby snáze napomáhala dosažení vytyčených výukových cílů. Učební úloha má splňovat aktivizační schopnost, kdy je potřeba žáka správně aktivizovat (vyvinout zájem o učivo) a motivovat. Konstruování učební úlohy má odpovídat přiměřenosti věku a znalostem žáků, jelikož nepřiměřeně obtížné úlohy mohou žáka demotivovat (Sikorová *et al.*, 2007).

Taxonomií učebních úloh se zabývá Tollingerová (1970), která učební úlohy seřadila dle náročnosti do 5 skupin obsahující několik dalších podskupin:

- Úlohy vyžadující pamětní reprodukci poznatků
- Úlohy vyžadující jednoduché myšlenkové operace s poznatků
- Úlohy vyžadující složité myšlenkové operace s poznatků
- Úlohy vyžadující sdělení poznatků
- Úlohy vyžadující produktivní myšlení

Vytvoř si svou oběhovou soustavu: aktivitu lze zařadit do kategorie úloh, které vyžadují složité myšlenkové operace s poznatků. Žáci po vytvoření oběhové soustavy své výsledky interpretují ostatním žákům ve skupině, kde jim představí svůj projekt. Každá skupina žáků vysvětlí význam krevního oběhu v lidském těle. Aktivitu lze zařadit do podkategorie úloh zaměřující se na výklad, vysvětlení smyslu či významu (Kalhous, 2002).

Alfabox: v aktivitě žáci využívají jednoduchých myšlenkových operací s poznatků, jelikož je alfabox sestaven jako evokační a úvodní aktivita (Čapek, 2015). Žáci pojmenovávají a vyjmenovávají připravené kresby, fotografie či modely komponentů týkajících se oběhové soustavy, které žák přiřadí k jednotlivým písmenům v alfaboxu. Žák na základě těchto materiálů vyjmenuje základní části oběhové soustavy a popíše její funkce.

Minové pole: tuto aktivitu lze zařadit do úloh, které vyžadují jednoduché myšlenkové operace s poznatky (Zormanová, 2014). Žáci se setkávají s otázkami na každém poli, které se týkají oběhové soustavy a lymfatického systému.

Fagocytóza: aktivitu lze řadit mezi úlohy s využitím jednoduchých myšlenkových operací s poznatky (Čapek, 2015). Žák vyjmenuje obranné buňky při imunitní odpovědi vůči patogenu, který napadá organismus. Jednoduše popíše průběh fagocytózy bílých krvinek při imunitní odpovědi na patogen v lidském těle.

Indicie: aktivita spadá mezi učební úlohy, které kladou důraz na jednoduché myšlenkové operace s poznatky (Sikorová *et al.*, 2007). Žáci dle připravených indicií ve formě fotografií, schémat či kreseb řeší, jaká témata související s oběhovou soustavou představují. Žáci indicie rozebírají a zjišťují, jakým způsobem spolu souvisí, což je dovede ke správné odpovědi.

Piškvorky: stejně jako aktivitu „Minové pole“ lze i tuto aktivitu zařadit do učebních úloh zabývajících se jednoduchými myšlenkovými operacemi s poznatky, kdy i v tomto případě se žáci setkávají s otázkami, na které odpovídají vyučujícímu (Obst, 2017). Otázky jsou ve formě kartiček a jsou zaměřené pouze na lymfatický systém.

5.3 Klíčové kompetence

Klíčové kompetence lze dle RVP ZV (RVP ZV, 2021) charakterizovat jako celek předpokladů, které jsou ústředním prvkem při osobnostním rozvoji žáků a při využití v jednotlivých praktických situacích běžného života. Osvojení vhodných klíčových kompetencí žáků, které jsou úměrné jejich schopnostem a dovednostem a následného využití v běžném životě, je hlavním cílem vzdělávání. Za pomoci učiva žáci snáze dosahují očekávaných výstupů u jednotlivých vzdělávacích obsahů. Tím, že žák získá znalosti učiva dosáhne očekávaných výstupů. Jejich osvojení vede k dosažení a rozvoji klíčových kompetencí (viz Tabulka 2) (RVP ZV, 2021). K tvorbě aktivit jsem využila 4 klíčové kompetence – k učení, komunikativní, sociální a personální a pracovní.

Tabulka 2. Přehled klíčových kompetencí v rámci RVP ZV (RVP ZV, 2021).

Kompetence	
k učení	pracovní
k řešení problémů	občanské
komunikativní	digitální
sociální a personální	

Po dosažení **kompetence k učení** je žák schopen rozvrhnout si své učení, dokáže vybrat nejvhodnější postupy a učební taktiky tak, aby jeho učení bylo efektivní. Získané informace si žák mezipředmětově propojí a dokáže je efektivně využívat v praktických situacích a při učení. Dochází k sebereflexi při procesu učení, kdy si žák uvědomí, co by mohl zlepšit či změnit, aby jeho učení a získávání informací bylo efektivnější (Bělecký, 2007). Kompetence k učení jsou zakomponované v každé aktivitě.

- **Vytvoř si svou oběhovou soustavu:** aktivita je zaměřena na seznámení žáků s jednotlivými částmi oběhové soustavy prostřednictvím položených otázek, díky nim si žáci uvědomí funkci oběhové soustavy a krevního oběhu

- **Alfabox:** žáci se učí správně pojmenovat jednotlivé pojmy, které jsou spojené s oběhovou soustavou prostřednictvím připravených schémat, fotografií nebo obrázků. Žáci si díky alfaboxu uvědomí důležitost oběhové soustavy lidského těla.

- **Fagocytóza:** žáci si osvojují znalosti, které se týkají fagocytózy bílých krvinek.

- **Minové pole:** žáci se seznamují s jednotlivými pojmy spojené s oběhovou soustavou a lymfatickým systémem, díky kterým dochází k uvědomění si důležitého postavení těchto soustav v lidském těle.

- **Indicie:** žáci rozebírají připravené pomůcky, které přiřazují ke správnému tématu. Žáci si uvědomují vztahy mezi připravenými pomůckami a přiřazeným tématem.

- **Piškvorky:** žáci se učí nové poznatky a pojmy spojených s oběhovou soustavou a lymfatickým systémem. Tím si žáci uvědomí důležitost těchto soustav společně s imunitní funkcí v lidském těle. Žáci kategorizují imunitu na specifickou a nespecifickou a uvádějí jejich vzájemné propojenosti.

Kompetence k řešení problémů žák dosahuje v momentě, kdy je schopen rozpoznat problém v problémových úlohách. Žák zvažuje nejvhodnější postup tak, aby problém vyřešil efektivně a s více možnostmi řešení (nehledá pouze jednu cestu). Po dosažení výsledku jej žák odůvodní, je otevřený diskusi, během které argumentuje a zdůrazňuje svá rozhodnutí (Zormanová, 2014).

Žák dosahuje **kompetence komunikativní** v momentě, kdy je schopen srozumitelně a kultivovaně prezentovat svůj názor, akceptuje názory ostatních a vhodně argumentuje. Žák komunikuje na úrovni verbální i neverbální, kdy využívá moderní technologie ke komunikaci s ostatními jedinci. Získané komunikační schopnosti uplatňuje v praktickém životě a v procesu učení. Kompetence komunikativní se objevují v každé aktivitě, jelikož žáci komunikují mezi

sebou i s učitelem. Konzultují ve skupinách jednotlivé taktiky pro úspěšné dokončení aktivity nebo diskutují nad správnou odpovědí na otázku (RVP ZV, 2021).

Kompetence sociální a personální kladou důraz na spolupráci s ostatními žáky i pedagogy. Žák po dosažení těchto kompetencí spolupracuje ve skupině nebo v celé třídě, kdy se snaží diskutovat a chápat jednotlivé projevy názorů ostatních. Pokud vyžaduje pomoc, požádá si o ni, popřípadě ji potřebným sám poskytne. Kompetence se zaměřuje na pozitivní myšlení, kdy žák udržuje pozitivní vztahy v kolektivu. Žák si vytváří takové podmínky, aby si zachovat sebevědomí a důvěřoval v sám sebe. Zaměřuje se na rozvoj své osoby a kontroluje své jednání, které vede k sociálnímu a personálnímu uspokojení. Žák respektuje sebe, ostatní jedince v kolektivu i mimo něj. Tyto kompetence se vyskytují u každé aktivity. Žáci pracují ve skupinách, kdy se snaží učit se spolupracovat. Respektují navzájem své názory a vedou diskusi dle dané problematiky jednotlivých aktivit. Žáci jsou schopni vyjádřit svůj názor a argumentovat. Vytváří si ve skupině pozitivní náladu, kdy se snaží korigovat agresivní či negativní projevy (Bělecký, 2007).

Kompetence občanské si žák osvojuje na konci základního vzdělávání v momentě, kdy je schopen respektovat sebe i ostatní jedince okolo sebe. Žák nepřistupuje k násilí a hrubému jednání a osvojuje si schopnost empatie vůči druhým. Uvědomuje si důležitost zákonů a norem ve společnosti, stejně tak si je vědom svých práv a povinností (ve školním prostředí i mimo něj). Rozpozná krizové situace, během kterých se žák chová zodpovědně a v případě potřeby poskytne pomoc sobě i ostatním jedincům dle svých možností. Žák se orientuje v tradicích naší země, které respektuje. Žák má přehled o aktuálních globálních environmentálních problémech a snaží se aktivně přispět k udržitelnému rozvoji Země (Veteška, Tureckiová, 2008).

V kompetenci pracovní je obsažena práce žáka s vybraným materiálem a nástroji, při které dodržuje zásady bezpečnosti práce. Žák se učí flexibilitě při změně pracovních podmínek. Získané dovednosti a vědomosti, které žák získal v jednotlivých předmětech, využívá v prospěch svého rozvoje. Kompetence pracovní se zaměřují také na přípravu žáka na navazující vzdělávání či na profesi vykonávanou v budoucnosti (Bělecký, 2007). Kompetence pracovní se vyskytují pouze v jedné aktivitě.

- **Vytvoř si svou oběhovou soustavu:** žáci tvoří z poskytnutého materiálu oběhovou soustavu dle své kreativity. Práce probíhá ve skupinách. V této aktivitě žáci využívají nůžky, kdy je potřeba dodržování zásad bezpečnosti práce. Žáci při mikroskopování dodržují základní postup pro správné vykonání aktivity (Zormanová, 2014).

Kompetence digitální žák ovládá v momentě, kdy zvládá využívat digitální technologie ve prospěch procesu učení, výuky a zařazení do společnosti. Žák samostatně vybírá nejvhodnější digitální technologie pro vhodné vyřešení jednotlivých problémových situací, díky kterým si usnadňuje práci za účelem zvýšení efektivity jeho postupů zvolených při práci či samotných výsledků. Žák se orientuje v nejnovějších digitálních technologiích, kdy si je vědom jejich pozitivních i negativních vlastností pro společnost. Provádí preventivní opatření před poškozením dat či digitálních technologií (RVP ZV, 2021).

5.4 Výukové metody

Výukové metody lze charakterizovat jako postup při vyučování, který si jednotlivý vyučující zvolí tak, aby žáky dovedl ke stanoveným výukovým cílům (Průcha, 2003). Výukové metody nelze brát jako samostatný aspekt výuky, koresponduje s dalšími činiteli (např. čas, žák, učitel, obsah učiva) ovlivňující průběh výuky. Prostřednictvím výukových metod učitel předává znalosti a dovednosti žákům. Během výukových metod dochází k formování osobnosti žáků, výchově a komunikaci (Maňák, Švec, 2003). Klasifikace jednotlivých výukových metod se může lišit dle autorů. Klasifikace výukových metod dle Průchy (2003) vychází ze vzájemné komunikace mezi učitelem a žákem. Maňák (2001) rozčleňuje výukové metody dle aspektu didaktického, aspektu psychologického, aspektu procesuálního, aspektu logického a aspektu organizačního.

Novější klasifikace klasických výukových metod sestavil Maňák a Švec (2003), která je vytvořena na základě kombinovaného přístupu a pohledu na metody ve výuce. Výukové metody jsou rozděleny na metody klasické, aktivizující a komplexní (viz Tabulka 3).

Klasické výukové metody jsou zakládány na dominantnějším výstupu učitele, který žákům předává informace nejčastěji za pomoci frontální výuky. Aktivizace žáka v těchto výukových metodách není ve velké míře rozvíjena (Maňák, Švec, 2003).

Aktivizující metoda je metodou, která zajišťuje aktivitu žáků ve výuce. Výuka se zvolenou aktivizující metodou je nejčastěji zaměřena na řešení problémů – problémové situace či úlohy ve vyučování (Pecina, Zormanová, 2009). Při řešení jednotlivých problémových situací či úloh je žák vystaven podnětům, které na něj působí stimulačně a pomáhají mu rozvíjet svou kreativitu (Lokšová, 2002).

Komplexní výukové metody lze charakterizovat jako obtížné metodické útvary s různou, ale přesto jednotnou kombinací, které integrují základní prvky v didaktickém systému

– metody, organizační formy, didaktické prostředky nebo situace ze života (Maňák, Švec, 2003).

Tabulka 3. Přehled klasifikace základních skupin výukových metod dle Maňáka a Švece (2003) (vlastní zpracování tabulky).

Klasické výukové metody	
A.	Metody slovní
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Vyprávění 2. Vysvětlování 3. Přednáška 4. Práce s textem 5. Rozhovor
B.	Metody názorně demonstrační
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Předvádění a pozorování 2. Práce s obrazem 3. Instruktaž
C.	Metody dovednostně praktické
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Napodobování 2. Manipulování, laborování a experimentování 3. Vytváření dovedností 4. Produkční metody
Aktivizující metody	
A.	Diskusní metody
B.	Metody heuristické, řešení problémů
C.	Metody situační
D.	Metody inscenační
E.	Didaktické hry
Komplexní metody	
A.	Frontální výuka
B.	Skupinová a kooperativní výuka
C.	Partnerská výuka
D.	Individuální a individualizovaná výuka, samostatná práce žáků
E.	Kritické myšlení
F.	Brainstorming

Tabulka 3. Přehled klasifikace základních skupin výukových metod dle Maňáka a Švece (2003) (vlastní zpracování tabulky) (pokračování).

-
- G. Projektová výuka
 - H. Výuka dramatem
 - CH. Otevřené učení
 - I. Učení v životních situacích
 - J. Televizní výuka
 - K. Výuka podporovaná počítačem
-

Klasifikaci výukových metod při sepisování metodických listů jednotlivých aktivit jsem zvolila dle Maňáka a Švece (2003). Využila jsem výukové metody klasické, aktivizující i komplexní.

Z klasických výukových metod jsem využila metody slovní, metody názorně demonstrační a metody dovednostně-praktické. V metodách slovních jsem při sestavování aktivit využila dialog, rozhovor, práci s textem a vysvětlování. V každé aktivitě probíhá konverzace nejen mezi učitelem a žákem, ale i mezi žáky. Žáci diskutují o daném tématu či problematice, které jsou spojené s oběhovou soustavou či lymfatickým systémem. Každá aktivita se zaměřuje na jiné tematické odvětví oběhové soustavy a lymfatického systému. Učitel zde zastupuje roli jedince, který má za úkol komunikaci řídit a zamezit tomu, aby se dialog či rozhovor nedostal k jinému tématu. Udržuje příjemnou atmosféru, kdy reguluje hranice probíhající komunikace mezi žáky a učí je, aby respektovali názory jiných. Touto metodou se žáci více zamyslí nad daným problémem či tématem, naučí se klást otázky, vyjadřovat svůj názor, respektovat názor ostatních a argumentovat (RVP ZV, 2021). Důležitou zásadou je respekt a důvěra jak ze stran žáků, tak ze stran učitele (Zormanová, 2012). Prostřednictvím každé aktivity dochází k vysvětlování učiva, na které jsou jednotlivé aktivity zaměřené (Maňák, Švec, 2003).

Metody názorně demonstrační jsem zvolila u třech aktivit – „Alfabox“, „Minové pole“, „Indicie“. V aktivitě „Alfabox“ se žáci setkávají například s modelem srdce, fotografiemi či kresbami červené krvinky, bílé krvinky a krevní destičky. Žáci využívají metodu předvádění a pozorování, kdy se setkávají s dílčími názornými modely a fotografiemi. Jednotlivé pomůcky ke konci aktivity učitel s žáky pojmenuje, popíše, určí jejich funkci, popřípadě popíše schémata s procesy – např. fagocytóza, tělní a plicní krevní oběh (Žák, 2012).

V aktivitě „Minové pole“ žáci pracují s obrazem, kdy jsou využívány fotografie a kresby. Žáci popíší vnitřní stavbu srdce, rozdělí cévy na žíly, tepny a vlasečnice, rozpoznají bílé krvinky od ostatních krevních elementů, popíší fagocytózu bílých krvinek atd. Stejně tak práci s obrazem žáci využívají v aktivitě „Indicie“, kde dle fotografií a kreseb hádají znázorněná témata (Skalková, 2007)

Dovednostně-praktické metody lze uplatnit u aktivit „Vytvoř si svou oběhovou soustavu – mikroskopování“ a „Fagocytóza“. V aktivitě „Vytvoř si svou oběhovou soustavu“ se žáci věnují mikroskopování krevních elementů, prostřednictvím laboratorní činnosti ve třídě (Žák, 2012).

Aktivizující metody společně s **komplexními metodami** lze označit za inovativní (Maňák, Švec, 2003). Diskusní metody, které jsou zahrnuty pouze v aktivizujících metodách, se objevují v každé vytvořené aktivitě, kde probíhá diskuse mezi žáky. K diskusi je potřeba, aby každý žák prošel studiem oběhové soustavy a lymfatického systému alespoň se základními znalostmi (probrání učiva ve škole). Výjimkou je aktivita „Alfabox“, která je konstruována jako evokační a úvodní aktivita. Na úvod této aktivity žáci společně zaplní pojmovou mapu jednotlivými pojmy, o kterých si myslí, že patří do tématu oběhová soustava. Žáci přiřazují objekty spojené s oběhovou soustavou k jednotlivým písmenům v Alfaboxu. Zde diskuse probíhá v průběhu této aktivity. Stejně tak veškeré aktivity lze zařadit mezi didaktické hry. V každé aktivitě jsou vytvořené pravidla hry (Pecina, Zormanová, 2009).

Z komplexních výukových metod aktivity využívají skupinovou výuku a brainstorming. Samostatná práce je využívána v aktivitě „Vytvoř si svou oběhovou soustavu – mikroskopování“. Při mikroskopování pracuje každý žák sám, poté dochází k zakreslení jednotlivých krevních elementů. V aktivitách se uplatňuje metoda brainstorming, která slouží jako evokace či reflexe daného tématu (Maňák, Švec, 2003).

Brainstorming žáci využívají při aktivitách „Vytvoř si svou oběhovou soustavu“, „Minové pole“, „Fagocytóza“ nebo „Alfabox“, kdy žáci v týmu společně navrhnou co nejvíce jednotlivých řešení dané situace, spontánně diskutují nad odpověďmi na otázky nebo rozebírají taktiky vedoucí k výhře (Putman *et al.*, 2009).

5.5 Alternativní způsoby výuky

Neformální vzdělávání je propojeno s celoživotním vzděláváním, o kterém se lze dozvědět z dokumentu Strategie celoživotního učení České republiky (Strategie celoživotního učení,

2007). Dle Strategie celoživotního učení obsahuje 3 formy vzdělávání – formální, informální a neformální (Havlíčková, Žárská, 2012).

Formální vzdělávání probíhá ve vzdělávacích institucích (např. školách), které se řídí právními předpisy. Nabízí systematickou návaznost vzdělávacích stupňů (od základního vzdělávání po vysokoškolské vzdělávání), které jsou při zakončení potvrzeny certifikátem či osvědčením (vysvědčení, diplom aj.) (Strategie celoživotního učení, 2007).

Informální vzdělávání je proces učení, během které jsou znalosti, vědomosti a kompetence získávány prostřednictvím situací každodenního života (práce, rodina, volnočasová aktivita aj.). Informální učení je na rozdíl od formálního a neformálního vzdělávání bez organizace, systematiky a koordinace (Strategie celoživotního učení, 2007).

Neformální vzdělávání poskytuje dosažení stupně vzdělávání, který je nad rámec formálního vzdělávání (školního vzdělávacího systému). Na rozdíl od formálního vzdělávání, neformálním vzděláváním se nedokládá dosažení vzdělávacího stupně oficiálním certifikátem (vysvědčení, diplom aj.). Neformální vzdělávání poskytuje dobrovolné a ucelené vzdělávání s cílem rozšíření životních znalostí a zdatností. Nejčastějšími zřizovateli neformálního vzdělávání jsou nestátní neziskové organizace, např. sdružení dětí a mládeže. Organizátorem mohou být i školská zařízení se zaměřením na zájmové vzdělávání (středisko volného času, kluby, školení, přednášky aj.) (MŠMT, nedatováno). Neformální vzdělávání se zaměřuje na různé věkové skupiny (např. mládež). Metody, které jsou využívány u neformálního vzdělávání v práci s mládeží lze rozdělit do dvou skupin – metody podporující skupinovou dynamiku a ostatní metody týkající se převážně zvoleného tématu vzdělávacího programu. Mezi metody zaměřující se na dynamiku skupiny lze zahrnout energizery a „ledolamky“, které se řadí na úvod vzdělávání. Energizery primárně zajišťují společně s uvolněním napětí při vzdělávání aktivizaci účastněných jedinců, „ledolamky“ se zaměřují na podporu komunikace mezi účastníky, kdy se snáze vzájemně seznámí. Mezi metody zaměřující se primárně na zvolené téma při vzdělávání lze zařadit brainstorming, skupinové práce, přednášku, reflexi, rolovou hru, diskusi aj. (Pešek *et al.*, 2019).

Mezi poskytovatele neformálního vzdělávání lze zařadit například science centra, která představují modernější formu muzeí či zábavních parků zaměřujících se na vědu. Hlavní důraz je kladen na interaktivní formu učení prostřednictvím her společně s individuálním objevováním vědy za pomoci vlastních zkušeností. Science centra obsahují exponáty se zaměřením na fyziku, biologii, chemii aj. Exponáty jsou ve většině science centrech rozděleny

do sekcí dle zaměření. Návštěvníci science centrem provádí edutaneiri (spojení angl. slov „educate“ = vzdělávat a „entertain“ = „bavit“), lektoři nebo explaineři (odvozeno z angl. „explain“ = „vysvětlovat“), kteří zajišťují vyváženou formu zábavy a odbornosti v průběhu vzdělávacích programů či při manipulování s exponáty mimo vzdělávací program. Výukové programy jsou nabízeny ve většině science centrech ve formě workshopů nebo experimentálních show, které se orientují na vybrané téma. V České republice lze navštívit 8 science center včetně 2 planetárií, která spadají pod zájmové sdružení Česká asociace science center (Česká asociace science center, nedatováno).

Dle Maňáka a Švece (2003) je pojem alternativní používán pro výukové metody, které se uplatňují primárně v alternativním školství. Alternativní mohou být veškeré výukové metody, které vyžadují jiný přístup k výuce nebo přináší do tradiční výuky něco nového (Zormanová, 2012). V České republice je k dispozici 8 typů alternativních škol (Němcová, 2020) (viz Tabulka 4). Popis průběhu výuky oběhové a imunitní soustavy uvedu pouze v Montessori školách a Daltonské škole.

Tabulka 4. Přehled dostupných alternativních škol v České republice (Němcová, 2020). (Vlastní zpracování tabulky)

Dostupné alternativní typy škol v České republice
Montessori škola
Waldorfská škola
Daltonská škola
Jenská škola
Freinetovská škola
Zdravá škola
Lesní/přírodní škola
Domácí vzdělávání

Zakladatelkou **vzdělávání Montessori** byla italská lékařka a pedagožka Maria Montessori (1870–1952). Měla možnost pracovat s dětmi s postižením na psychiatrické klinice v Římě. V roce 1907 založila první Dům dětí (Casa dei Bambini) v Římě (Foschi, 2008). Montessori vzdělávání existuje více než 100 let (Lillard, 2012). Jelikož principy tohoto

vzdělávání vznikaly při práci s dětmi s postižením, je Montessori zaměřené spíše na primární vzdělávání (Čapek, 2015).

Učitel má za úkol vést dítě vybraným způsobem učení tak, aby zajišťovalo rozvoj intelektuální, fyzické, emocionální a sociální stránky dítěte. Montessori metoda využívá 2 aspekty – učební materiály a povaha výuky. Školy s metodou Montessori využívají sadu manipulovatelných předmětů navržené tak, aby u dítěte podporovaly učení smyslových pojmů – rozměr, barva, tvar, textura nebo odborných pojmů z matematiky, čtenářské gramotnosti, přírodních věd, geografie a historie. Děti se většinou s materiály seznamují a pracují samostatně, mohou také ve dvojicích nebo ve skupinách v rámci tříhodinového pracovního cyklu. Děti si volí jednotlivé aktivity samy, rozhodují se s kým, na čem, kde a jak dlouho na aktivitě budou pracovat. Vše je vymezeno v pravidlech třídy (Marshall, 2017).

V systému Montessori škol není zavedeno žádné soutěžení mezi dětmi, stejně tak se zde neobjevuje princip odměn a trestu (Marshall, 2017). Cílem vzdělávání je optimální vývoj dítěte (Montessori, 1988), což je diferencující cíl od ostatních vzdělávacích systémů v dnešní době zaměřující se primárně na výsledky vzdělávání – např. v gramatice, matematice. Jednotlivé výukové materiály poskytují prostor pro opravení si chyb dítěte s minimální pomocí učitele (Marshall, 2017). Děti se v Montessori vzdělávání setkávají s několika vzdělávacími předměty – např. praktický život, smyslová výchova, jazyková výchova, matematika, poznáváme svět a kosmická výchova (Montessori ČR, 2022). ŠVP základních škol Montessori je zpracováno dle RVP ZV (ŠVP ZŠ Montessori Pastviny, 2017).

Základní škola Montessori Brno, Pastviny 70 oběhovou soustavu společně s lymfatickým systémem zahrnují do předmětu Kosmická výchova. Témata se vyučují v 8. ročníku. Kosmická výchova je rozvržena tak, aby se žáci učili souvislostem jednotlivých témat. V úvodní hodině je žákům představena úvodní prezentace, ze které si sami vyberou téma, kterému se chtějí věnovat podrobněji. V Kosmické výchově dochází k využívání myšlenkových map pro lepší pochopení provázanosti jednotlivých témat. Výuka se neuskutečňuje pouze ve třídě, také v rámci exkurzí, besed, prací v terénu atd. Výuka je přizpůsobena věku žáků v konkrétním ročníku (ŠVP ZŠ Montessori Pastviny, 2017).

ZŠ Za Alejí Uherské Hradiště disponuje klasickými třídami společně s třídami s prvky Montessori vzdělávání. Ve třídách s prvky Montessori se uskuteční začátek každého tématu vždy formou prezentace učitele, kdy žáci sedí na koberci ve tvaru elipsy. Při prezentaci se určí několik klíčových předmětů či pojmů k probíranému tématu. Dítě se ke klíčovému předmětu či

pojmu dle svého zájmu napíše, což vede ke vzniku skupin. Když někdo zůstane sám, může pracovat samostatně nebo se k přidá k některé skupině. Ve skupinách žáci vypracují projekt, který se skládá z velkého nadpisu, obrázků a několika psaných informací související s vyučujícím tématem. Žáci si ve skupinách sami rozvrhnou a rozdělí práci pro úspěšné vypracování projektu. K vypracování využívají knihy, internet, pomůcky atd. Výběr pomůcek využívaných v průběhu výuky má každý učitel individuální. Úkoly sestavené pro oběhovou a imunitní soustavu lze vytvořit i doma. Například napsat části oběhové a imunitní soustavy na lístečky a následně přiřazovat k tomu odpovídající obrázky. Výukové metody jako brainstorming či rolové hry se ve škole využívají spíše se staršími žáky (Takáčová, Jarmila, učitelka základní školy [ústní sdělení]. Uherské Hradiště, 26.5.2022).

ZŠ Five Star Montessori Lány, Brno 34 je alternativní základní škola, která disponuje 1.–7. třídou. Den žáků začíná v každé třídě stejně – žáci sedí v kruhu společně s učitelem a diskutují o tom, co se dělo minulý den, popřípadě, co žáci dělali o víkendu. V kruhu si společně představí plán dne a napíší si na tabuli otázku týdne (platí pro 2. stupeň), kterou za ten týden plní. Každý žák má přiřazen jeden tablet, který může využívat k hledání relevantních informací, popřípadě jej žáci mohou využít (po splnění práce) k hraní výukových aplikací. Škola disponuje knihovnou, která slouží k získávání dalších informací pro tvorbu prezentace či vyplnění pracovních listů. Žáci v rámci výuky oběhové a imunitní soustavy navštěvují VIDA! centrum, kde jsou pro výuku těchto soustav vhodně zpracované exponáty. Vše je demonstrováno na příkladu (např. 3D figurína lidského těla, model srdce, využití venkovní učebny se záhony, výukové karty aj.). Žáci si mohou vyrobit pomůcky k danému tématu (např. tričko s rozmístěním jednotlivých orgánů v trupu těla). Během výuky žáci využívají informační tabule ohledně probíraného tématu vytvořené z kartonu či velkého papíru. Při výuce oběhové soustavy žáci vytvořili pojmovou mapu. Každý žák má ve třídě svůj box, kam si odkládá rozpracované materiály. Již vypracované materiály si každý žák zakládá do desek a tvoří si své portfolio. Žáci při výuce oběhové a imunitní soustavy pracují ve skupině. Výukové metody využívané v této škole jsou například skupinová práce, forma ukázek (učitel předvede nějakou pomůcku a děti s ní poté pracují) nebo brainstorming. Žáci mají knížku cílů, které musí za rok splnit a během roku na nich samostatně pracují – na čem kdy chtějí. Nemají zde klasické hodiny, mají začátek a konec dne a mezitím se na sebe témata napojují a prolínají se. Na oběhovou soustavu žáci například narazí v českém jazyku. Ve třídě se vyskytuje cca 14 žáků. Na konci

dne si žáci společně s učitelem zhodnotí uplynulou výuku probíhající ten den (Příbylová, Kateřina, asistentka pedagoga [ústní sdělení]. Brno, 30.5.2022).

Daltonský plán poprvé začala uplatňovat ve vyšší koedukované škole Helena Parkhurstová ve městě Dalton v USA. Stejně tak, jako ve výše zmíněných alternativních školách, je role učitele v daltonské pedagogice vnímána jako průvodce či pomocníka. Žáci si učivo osvojují samostatně, kdy jim učitel poskytne potřebnou pomoc a pomáhá jim vytvářet si plán k samostatnému osvojování učiva. Daltonský plán je vymezen za pomoci penzu, kdy je uzavřena smlouva mezi žákem a učitelem, kdy žák musí splnit za určitou dobu sestavený pracovní plán. Učivo je ve smlouvě rozepsáno ve formě učebních problémů, které se žák snaží vyřešit. Žáci v Daltonské škole se soustředí na sebe a pracují převážně samostatně se svým individuálním učebním plánem. Učitel dílčí kompetence, které si žák osvojí, kontroluje vytvořenými učebními problémy nebo individuálním zkoušením (Zormanová, 2014). V Daltonské škole se vyučují výchovné předměty hromadně. Žáci na školách mají k dispozici laboratoře a odborné učebny disponující potřebnými učebními pomůckami (Solfronk, 1994).

Na ZŠ a MŠ Husova 17, Brno se na 2. stupni téměř nevyskytuje třída s prvky daltonu, pouze na 1. stupni. Ve 4. třídě paní učitelka s žáky oběhovou soustavu probírala pouze okrajově (v učebnicích přírodovědy je ke každé soustavě pouze jedna strana). O imunitním systému se žáci neučili podrobně vůbec, maximálně jej s vyučující zmínili při povídání o různých nemocech a zdravém životním stylu. V přírodovědě však využívají názorné pomůcky (např. model lidského těla a orgánů, obrázky), do výuky zařazují online interaktivní hru Kahoot nebo sledování výukových videí. Žáci v hodinách pracují samostatně i skupinově. Úvod hodiny je ve formě návodných otázek nebo her k probíranému tématu. Na závěr hodiny dochází k reflexi výuky uplynulé během dne ze strany učitele i ze strany žáků (učitelka základní školy [verbální sdělení]. Brno, 27.5. 2022.).

5.6 Metodické listy

5.6.1 Metodický list – „Vytvoř si svou oběhovou soustavu“

Vytvoř si svou oběhovou soustavu Zpracovala: Klašková Tereza	
Cílová skupina	8.–9. třída, nižší stupně víceletých gymnázií
Časová náročnost	20 minut
Doporučené metody	<p>Klasické výukové metody: metody slovní – dialog, rozhovor, vysvětlování</p> <p>metody dovednostně-praktické – laboratorní</p> <p>Aktivizující výukové metody: metody diskusní – diskuse</p> <p>Komplexní výukové metody: didaktické hry, skupinová výuka, samostatná práce, brainstorming</p>
Zařazení dle RVP ZV	Biologie člověka
Téma, které aktivita předkládá	Oběhová soustava
Klíčová slova	<p>srdce, erytrocyty, červené krvinky, leukocyty, bílé krvinky, krevní destičky, trombocyty, fagocytóza, tělní krevní oběh, plicní krevní oběh, cévy, tepny, žíly, vlasečnice, krevní skupiny, nemoci oběhové soustavy</p>
Výukové cíle	<ul style="list-style-type: none"> • Žák popíše základní stavbu oběhové soustavy a určí její funkci • Žák vyjmenuje pozorované krevní elementy • Žák popíše části optického mikroskopu • Žák dodržuje zásady mikroskopování • Žák vytvoří model tělního a plicního oběhu
Klíčové kompetence	<p>Kompetence k učení: žáci se za pomoci položených otázek seznamují s jednotlivými částmi oběhové soustavy a uvědomují si její funkci.</p> <p>Kompetence komunikativní: žáci diskutují nad odpověďmi na pokládané otázky, které následně prezentují ostatním.</p> <p>Kompetence sociální a personální: žáci pracují a učí se spolupráci ve skupinách, případně pracují samostatně.</p>

	<p>Kompetence pracovní: žáci vykonávají potřebné pracovní postupy – tj. mikroskopování, tvorba své oběhové soustavy. Žáci si uvědomují bezpečnost práce při jednotlivých pracovních postupech.</p>
Základní termíny	<p>fagocytóza = proces, při kterém dochází k pohlcení nadměrných cizích částic za pomoci bílých krvinek</p>
Teoretický úvod	<p>Oběhová soustava rozvádí krevní elementy a ostatní látky do všech potřebných částí těla. Mezi struktury, které napomáhají tomuto procesu lze přiřadit například srdce a cévy.</p> <p>Srdce je hlavním orgánem oběhové soustavy a zajišťuje proudění krve celým organismem. Srdce má podobu dutého svaly, který je tvořen srdeční svalovinou (myokard). Ta umožňuje pravidelné stahy srdce.</p> <p>Srdce pumpuje krev do plicního (malého) a tělního (velkého) oběhu. V plicním oběhu se krev okysličí. V tělním oběhu krev rozvádí kyslík, potřebné živiny a odvádí odpadní látky.</p> <p>Cévy napomáhají rozvádět krev po celém organismu. Cévy lze rozdělit na:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tepny = cévy, které vystupují ze srdce a přivádějí krev do těla • Žíly = cévy, které přivádějí krev k srdci • Vlásečnice = cévy nejmenšího rozměru, kde se uskutečňuje výměna odpadních látek, dýchacích plynů (O₂, CO₂) a živin <p>Základní tělní tekutinou oběhové soustavy je krev. Krev obsahuje krevní elementy a krevní plazmu. Mezi krevní elementy lze zařadit:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Červené krvinky (erythrocyty) = bezjaderné krevní buňky vyplněné hemoglobinem, které na sebe váží molekuly dýchacích plynů. 2. Bílé krvinky (leukocyty) = krevní elementy s jádry, jejichž funkce je obrana organismu. Některé typy leukocytů mají funkci fagocytózy. Dle typu jádra a funkce se dále dělí na: <ul style="list-style-type: none"> Granulocyty obsahují specifickou granulu a lysozomy. Dělí se na: <ul style="list-style-type: none"> • Neutrofilní granulocyt – mikrofág, nejpočetnější skupina bílých krvinek, jádro s 2–5 segmenty, schopný fagocytózy • Eosinofilní granulocyt – jádro ze dvou segmentů, menší zastoupení než neutrofilů, schopný fagocytózy

- **Basofilní** granulocyt – nejmenší zastoupení z granulocytů v lidském těle, v jádře 2 laloky nepravidelného tvaru a téměř nečleněné, schopný fagocytózy

Agranulocyty obsahují pouze lysozomy. Dále se dělí na:

- **Lymfocyty** (T-lymfocyt, B-lymfocyt) - **B-lymfocyt** je odpovědný za látkovou imunitu (tvorba specifických protilátek). Vytváří se v kostní dřeni. **T-lymfocyt** je odpovědný za buněčnou imunitu (přímo zabíjejí cizorodé buňky nebo nádorové buňky).
- **Monocyty** (přeměňují se v makrofágy) – největší bílá krvinka, která se po vycestování z krevního oběhu do tkání nebo tělesných dutin mění na makrofág (pohlcování a likvidace cizorodých materiálů např. mikroorganismů).

3. Krevní destičky (trombocyty) = bezjaderné útržky buněk, jejichž funkce je srážlivost krve a zamezení krvácení

Krevní plazma se skládá z vody, plazmatických proteinů a ostatních rozpuštěných látek.

Při **transfúzi** krve je důležité zohlednit typ **krevní skupiny** dle systému **AB0 a faktor Rh.**

Aglutinogeny – bílkoviny na stěnách červených krvinek, které existují ve dvou druzích, označovány jako A a B. Podle přítomnosti těchto aglutinogenů na červených krvinkách se rozeznávají čtyři krevní skupiny.

Aglutininy – protilátky bílkovinné povahy, které jsou obsaženy v krevní plazmě. Označují se jako anti-A a anti-B. Tolerují pouze vlastní aglutinogeny, respektive červené krvinky, které je ve své stěně obsahují.

V systému AB0 lze nalézt čtyři základní krevní skupiny:

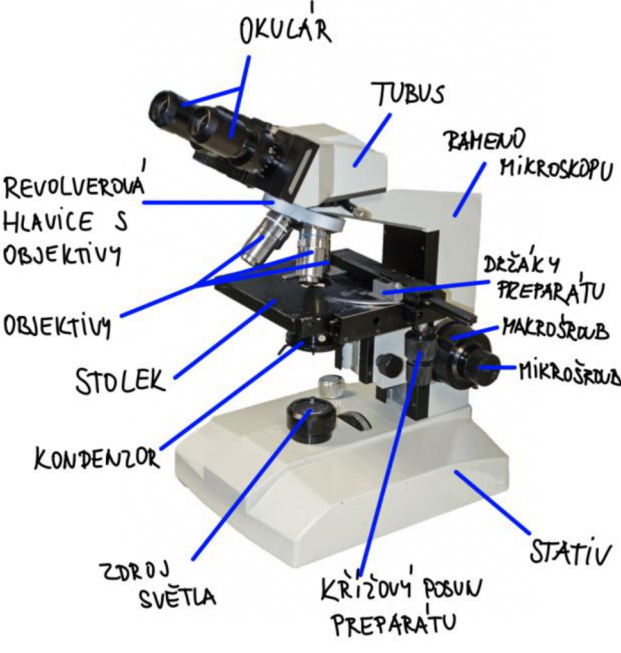
A = obsahuje protilátky anti-B
B = obsahuje protilátky anti-A
AB = neobsahuje žádné protilátky
0 = obsahuje protilátky anti-A i anti-B

Další systém, který je důležitý při transfúzi je **systém Rh**. Rozlišujeme:

Rh pozitivní = tělo začne tvořit protilátky proti Rh negativním typům
Rh negativní = neobsahuje žádné protilátky

Krev připravená k transfúzi se skladuje v jednotlivých vacích, které lze označit za **krevní konzervu.**

<p>Odkazy na odbornou literaturu a ostatní zdroje</p>	<p>PÁVKOVÁ GOLDBERGOVÁ, M. Patofyziologie v obrazech. Brno: Masarykova univerzita, Lékařská fakulta, 2016. ISBN 978-80-210-8323-3.</p> <p>DEAN, L. Blood Groups and Red Cell Antigens. Bethesda (MD): National Center for Biotechnology Information (US); 2005. Chapter 5, The ABO blood group. Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK2267/</p> <p>DROZDOVÁ, E, KLINKOVSKÁ, L., et al. Přírodopis: učebnice. Brno: Nová škola, 2009. Duhová řada. ISBN 80-7289-111-1.</p> <p>Oddělení krevní banky. In: Všeobecná fakultní nemocnice v Motole [online]. Praha: Všeobecná fakultní nemocnice v Motole, c2012 [cit. 2022-05-28]. Dostupné z: https://www.fnmotol.cz/kliniky-a-oddeleni/spolecne-vysetrovaci-a-lecebne-slozky/oddeleni-krevni-banky/</p> <p>FLANNAGAN, R. S., JAUMOUILLE, V., et al. The Cell Biology of Phagocytosis. Annual Review of Pathology: Mechanisms of Disease. 2012, 7(1), 61–98. ISSN 1553-4006. Dostupné z: doi:10.1146/annurev-pathol-011811-132445</p> <p>KITTNAR, O. Lékařská fyziologie. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3068-4.</p> <p>LAPČÍKOVÁ, A. Laboratorní hematologie: [od fyziologie k medicíně: integrace vědy, výzkumu odborného vzdělávání a praxe]. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2011. ISBN 978-80-244-2876-5.</p> <p>Co o srdci nejspíš ještě nevíš. In: Loono [online]. Praha: 1. Lékařská fakulta Univerzity Karlovy, 2014 [cit. 2022-05-28]. Dostupné z: https://www.loono.cz/blog/co-o-srdci-nejspis-jeste-nevis</p> <p>MESCHER, A. L. Junqueira's Basic Histology. Text and Atlas. 14. USA: McGraw-Hill Education, 2016. ISBN 987-0-07-184270-9.</p> <p>FAKULTNÍ TRANSFUZNÍ ODDĚLENÍ: Informace pro dárce krve. In: Všeobecná fakultní nemocnice v Praze [online]. Praha: Všeobecná fakultní nemocnice v Praze, c2019 [cit. 2022-05-28]. Dostupné z: https://www.vfn.cz/pacienti/kliniky-ustavy/fakultni-transfuzni-oddeleni/informace-pro-darce-krve/</p>
--	--

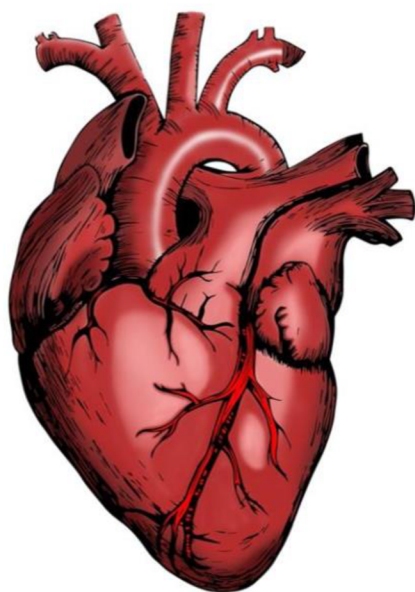
<p>Pomůcky</p>	<p>Aktivita je rozdělena do tří dílčích aktivit. Aktivita je sestavena pro 12 žáků. Pro celou aktivitu je potřeba připravit 20 mincí s 10 body, 30 mincí s 5 body, 25 mincí s 2 body a 25 mincí s 1 bodem.</p> <p>Mikroskopování: optický mikroskop, trvalý preparát nátěru lidské krve, čisté papíry, psací potřeby, papír s fotografií optického mikroskopu a popisem jeho částí</p> <p>Tipuj a sázej: stírací tabulky, stíratelné fixy na tabulky, kartičky (případně prezentace) s jednoduchými otázkami a odpověďmi vztahující se k oběhové soustavě, hadřík na mazání odpovědí, červené, bílé, fialové a žluté mince z papíru</p> <p>Vytvoř si svou oběhovou soustavu: velký papír na obkreslení lidské postavy, psací potřeby, obchod s jednotlivými komponenty pro tvorbu oběhové soustavy – trubice (akvaristika), klubíčko červené bavlny, klubíčko modré bavlny, obrázek plic, obrázek srdce, lepicí páska (červená, modrá, průhledná), nůžky = každý předmět v obchodě bude stát 25 bodů.</p>
<p>Pomůcky – Mikroskopování</p>	 <p>Obrázek 2. Fotografie optického mikroskopu s popisem jeho jednotlivých částí (upraveno) ([mikroskop]. In: Pixabay [online]. 2013, 28. listopadu 2013 [cit. 2022-05-28]. Dostupné z: https://pixabay.com/cs/photos/b%C3%ADlý-chemie-izolovaný-mikroskopie-219983/).</p>
<p>Pomůcky –</p>	<p>Zásobník otázek:</p>

Tipuj a sázej!

1. Kolik litrů krve má přibližně dospělý jedinec? (Mescher, 2016)
 - Cca 5l
2. Jaká je celková délka cév u dospělého člověka (v km)? (Mescher, 2016)
 - 100 000–150 000 km
3. Jaká je životnost krevních destiček? (Kittnar, 2011)
 - 8–14 dní
4. Kolik dní se dožívají červené krvinky? (Mescher, 2016)
 - 120 dní
5. Které krevní buňky (červené krvinky, bílé krvinky, krevní destičky) mají největší zastoupení v lidském těle? (Mescher, 2016)
 - Červené krvinky – u žen cca 4,5 milionů v mm³ krve, u mužů kolem 5 milionů v mm³ krve
6. Na kolikáté místo můžeme zařadit leukocyty v počtu krevních buněk na litr krve nacházejících se v lidském těle (červené krvinky, bílé krvinky, krevní destičky)? (Mescher, 2016)
 - 3. – 4,5–11 × 10⁹ na litr krve
7. Které cévy vedou krev směrem od srdce v krevním oběhu? (Mescher, 2016)
 - Tepny
8. Které cévy vedou krev směrem k srdci v krevním oběhu? (Mescher, 2016)
 - Žíly
9. Kolik známe krevních skupin u člověka (AB0 systém)? (Fakultní nemocnice v Motole, 2012)
 - 4 – A, B, AB, 0
10. Kolikrát ročně může jít dospělá žena darovat plnou krev? (Všeobecná fakultní nemocnice v Praze, 2019)
 - 3× za rok (s minimálními intervaly mezi odběry 10 týdnů)
11. Kolikrát ročně může jít dospělý muž darovat plnou krev? (Všeobecná fakultní nemocnice v Praze, 2019)
 - 4× za rok (s minimálními intervaly mezi odběry 10 týdnů)
12. Jaká je minimální věková hranice pro darování krve? (Všeobecná fakultní nemocnice v Praze, 2019)

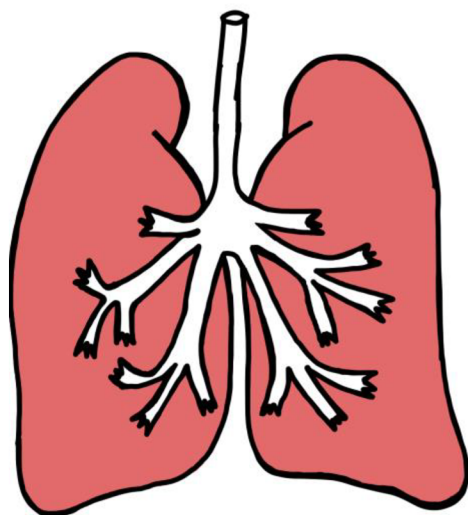
	<ul style="list-style-type: none"> • 18 let 13. Jaká je maximální věková hranice pro darování krve? (Všeobecná fakultní nemocnice v Praze, 2019) • 65 let 14. Jaká je minimálně hmotnost dárce, kterou musí splňovat, pokud chce darovat krevní destičky nebo krevní plazmu? (Všeobecná fakultní nemocnice v Praze, 2019) • 60 kg 15. Jaká je minimálně hmotnost dárce, kterou musí splňovat, pokud chce darovat plnou krev? (Všeobecná fakultní nemocnice v Praze, 2019) • 50 kg 16. Kolik mililitrů krve se běžně odebírá při darování krve? (Všeobecná fakultní nemocnice v Praze, 2019) • 450 ml 17. Z kolika % tělesné hmotnosti tvoří krev? (Kittnar, 2011) • 7–10 % 18. Z kolika % tvoří tělesnou hmotnost krevní plazma? • 5 % 19. Kolik % obyvatel České republiky trpí vysokým krevním tlakem? (Loono, 2019) • 25 % 20. Ve kterém století se uskutečnila první úspěšná operace srdce? (Loono, 2019) • 19. století – rok 1896 21. Ve kterém roce úspěšně proběhla první transplantace srdce? (Loono, 2019) • 1967 22. Ve kterém roce se úspěšně uskutečnila první transplantace srdce v České republice? (Loono, 2019) • 1968 23. Na kolik částí se běžně rozděluje lidské srdce? (Mescher, 2016) • 4 = 2 komory a 2 síně (levá a pravá)
--	---

	<p>24. Kolik mililitrů krve srdce vypumpuje do krevního oběhu s každým jeho úderem? (Loono, 2019)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cca 70 ml <p>25. Kolikrát srdce udeří v průběhu jednoho roku? (Loono, 2019)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 36 792 000× <p>26. Jedince se kterou krevní skupinou a Rh faktorem lze označit za univerzálního dárce? (Fakultní nemocnice v Motole, 2012)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 0⁻ = krevní skupina 0, Rh negativní <p>27. Jaká krevní skupina se v České republice vyskytuje nejčastěji? (Fakultní nemocnice v Motole, 2012)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Skupina A – 42 % <p>28. Která krevní skupina se v České republice vyskytuje nejméně? (Fakultní nemocnice v Motole, 2012)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Skupina AB – 4 % <p>29. Ve kterém roce byl objeven Rh faktor? (Fakultní nemocnice v Motole, 2012)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1941 <p>30. Kolik % populace je Rh pozitivní? (Fakultní nemocnice v Motole, 2012)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 85 % <p>31. Který český lékař nezávisle na ostatních objevil krevní skupiny systému AB0? (Fakultní nemocnice v Motole, 2012)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dr. Jan Jánský <p>32. Jedince se kterou krevní skupinou lze označit za univerzálního příjemce? (Fakultní nemocnice v Motole, 2012)</p> <ul style="list-style-type: none"> • AB <p>33. Jaká hodnota se nejčastěji uvádí jako optimální krevní tlak? (Pávková Goldbergová, 2016)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 120/80 mmHg (udáno v milimetrech rtuťového sloupce – tzv. torrech) <p>34. Jaká hodnota se uvádí již jako vysoký krevní tlak? (Pávková Goldbergová, 2016)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 140/90 mmHg (udáno v milimetrech rtuťového sloupce – tzv. torrech)
--	--



Obrázek 3. Kresba lidského srdce (Human body [obrázek]. In: Pixabay.com [online]. 2014 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://pixabay.com/cs/vectors/lidské-tělo-oběhový-systém-oběh-311864/>.)

**Pomůcky –
vytvoř si svou
oběhovou
soustavu**



Obrázek 4. Kresba lidských plic (autor obrázku Klašková, 2022).

**Pracovní
postup pro
žáky**

Krevní buňky zblízka – mikroskopování:

Aktivita představuje práci ve skupinách, kdy jedna skupina bude tvořena 6 žáky (celkem 2 týmy).

1. Posad'te se k jednomu pracovnímu místu, kde najdete optický mikroskop, kartu s popisem částí optického mikroskopu, psací potřeby, trvalý preparát krve a čistý papír (společně s tímto pracovním postupem).
2. Zvolte si objektiv s nejmenším zvětšením (4×, většinou označen červeným proužkem).
3. Clonu zcela otevřete a nastavte si intenzitu světla.
4. Vložte preparát s krví na stolek mikroskopu a upevněte jej svorkami.
5. Makrometrickým šroubem (makrošroub) přiblížte preparát tak, aby byl stolek posunut nahoru na doraz. Makrošroubem zaostřete trvalý preparát. Po tomto úkonu, již nikdy makrošroubem nedoostřujete daný preparát.
6. Preparát doostříte pouze mikrošroubem.
7. Zvolíte si vhodný objektiv se zvětšením a pozorujete jednotlivé krevní elementy. Nepoužívejte objektiv s největším zvětšením daného mikroskopu.
8. Pozorujte červené a bílé krvinky.
9. Zakreslete jej na čistý papír formátu A4 obyčejnou tužkou. Při kreslení využijte celý prostor papíru. Propisovací tužkou nezapomeňte uvést zvětšení, při kterém jste preparát pozorovali (zvětšení zvoleného objektivu \times zvětšení okuláru, tzn. např. $4 \times 10 = 40\times$) společně s popisem pozorovaného objektu.
10. Za splněný úkol získáte maximálně **10 bodů**, které ti přidělí učitel po zkontrolování vykonané práce.

Tipuj a sázej:

Aktivita je tvořena pro 2 týmy, kdy je jeden tým sestaven z 6 žáků.

1. Posad'te se se svým týmem k jednomu z vytvořených pracovních míst.
2. Připravte si stírací tabulku a stíratelný fix a vyčkejte na otázky (celkem 10 otázek).
3. Učitel všem přečte otázku z kartičky. Po zaznění otázky prodiskutujte vaši finální odpověď a napište ji na stírací tabulku. Na zodpovězení otázky máte 30 sekund.

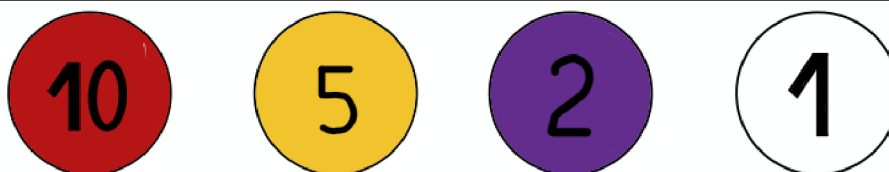
4. Každé kolo hry si musíte vsadit **získanými body** (množství vsazených bodů je na vás), které jste získali v průběhu předešlé aktivity. Pokud si budete myslet, že váš soupeř má bližší tip správné odpovědi, můžete si na něj vsadit. Pokud si budete jisti, že je správná vaše odpověď, můžete si na ni též vsadit. Za správně zodpovězenou otázku tým získá **10 bodů**. Po vsazení ukažte svou odpověď.
5. Ten tým, který si vsadil na odpověď nejbližší ke správné odpovědi vyhrává dvojnásobek **vsazených bodů**. Ten tým, který si vsadil na špatnou odpověď své vsazené body ztrácí.

Vytvoř si svou oběhovou soustavu:

Aktivita je tvořena pro 2 týmy, kdy je jeden tým sestaven z 6 žáků.

1. Postav se s týmem k jednomu z nachystaných papírů.
2. Za pomoci psacích potřeb obkresli postavu jednoho člena týmu na papír.
3. Běž do Orgánového obchodu, který je umístěn na stole poblíž pracovních míst, a vyzvedni si obrázek srdce a plic.
4. Získané srdce a plíce správně umísti na papír, kam je přilepíš lepidlem.
5. Za získané body si můžeš v obchodě nakoupit potřebný materiál, který slouží k vytvoření oběhové soustavy. Pokud se stane, že na nákup nebudeš mít potřebné body, můžeš s prodejcem smlouvat. Fantazii se meze nekladou.
6. Pojmenujte si svou postavu s vytvořeným oběhovým systémem.
7. Mezi sebou ve skupině ústně popište funkci vaší oběhové soustavy.

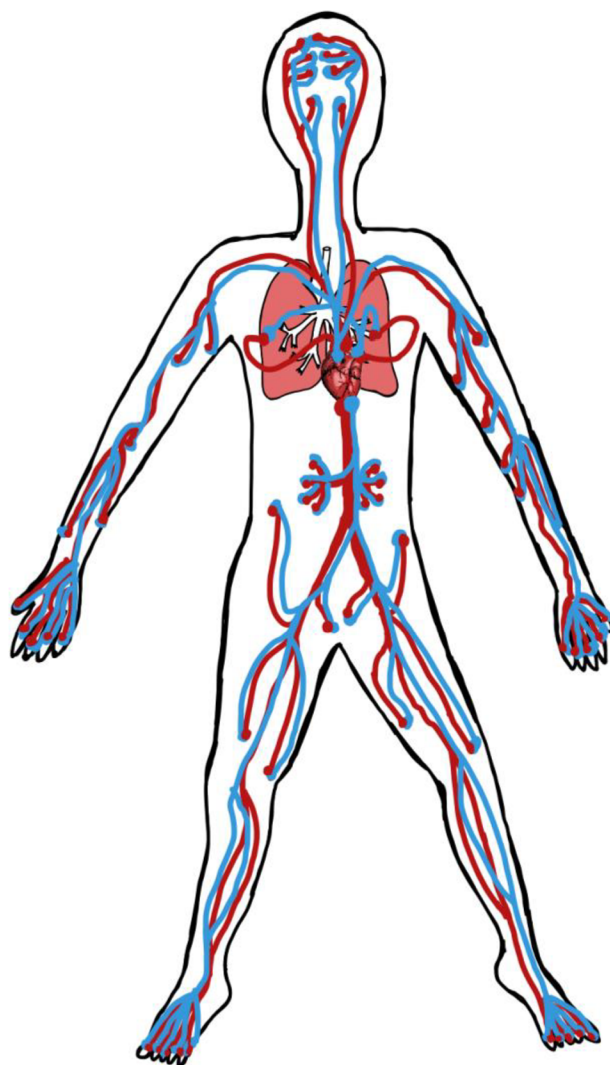
**Obrazová
dokumentace**



Obrázek 5. Kresba fiktivní měny, která lze získat prostřednictvím jednotlivých aktivit. Touto měnou lze nakupovat ve fiktivním obchodě potřebný materiál na výrobu své oběhové soustavy (autor obrázku Klašková, 2022).

Kolik litrů krve má přibližně dospělý jedinec?
Cca 5 litrů
Kolik známe krevních skupin u člověka?
4 - A, B, AB, 0
Z kolika % tělesné hmotnosti tvoří krev?
7-10%
Ve kterém století se uskutečnila první operace srdce s úspěchem?
19.století - 1896

Obrázek 6. Návrh jedné kartičky s předem připravenými otázkami (určené pro učitele) (autor obrázku Klašková, 2022).



Obrázek 7. Vytvořené schéma pro inspiraci, jak lze provést oběhovou soustavu. Modrá barva představuje využití modré bavlnky (neokysličená krev), červená barva představuje použití červené bavlnky (okysličená krev). Na kresbě se vyskytuje srdce společně s plícemi a cévami a obkreslenou postavou (autor obrázku Klačková, 2022).



Obrázek 8. Jednotlivé pomůcky k vytvoření oběhové soustavy – červená bavlna, modrá bavlna, nůžky, červené lepicí pásky, modré lepicí pásky, průhledná lepicí páska, trubičky, papír (autor fotografie Klašková, 2022).



Obrázek 9. Pomůcky pro aktivitu Tipuj a sázej – stírací tabulka, stíratelné fixy, hadřík na stírání odpovědí (autor fotografie Klašková, 2022).

**Doporučení a
pokyny pro
učitele**

Seznamte žáky se zásadami správného mikroskopování a zacházením s mikroskopem. Seznamte žáky s bezpečností práce v laboratořích. Zkontrolujte každou skupinu, zda našla správný krevní element. Zkontrolujte jednotlivé kresby zaznamenané na papír formátu A4. Je možné žákům předem nastavit optický

	<p>mikroskop, kde budou pohybovat pouze ovládním křížového posunu v ose X a ose Y. Otázky žákům při aktivitě Tipuj a sázej pokládá vyučující. Pomůcky pro vytvoření oběhové soustavy je potřeba zajistit v počtu týmů – tak aby každý tým (ideálně 2) měl k dispozici všechny komponenty a nestalo se, že bude nějaká pomůcka vyprodaná. Množství použitého materiálu se tedy odvíjí od počtu žáků ve skupině. Ideální počet skupin jsou dvě, v každé skupině pracuje šest žáků. Na mikroskopování je potřeba zajistit 3 mikroskopy pro 6 žáků z jedné skupiny – tzn. 6 mikroskopů s trvalým preparátem krevních elementů pro jednu skupinu. Je možné cenu jednotlivých komponentů v obchodě upravit dle potřeby. Při výrobě oběhové soustavy je potřeba, aby žáci věděli, kam správně umístit srdce a plíce. Při této aktivitě je potřeba znát základní informace velkého a malého krevního oběhu.</p>
<p>Závěr</p>	<p>Závěrem mikroskopování proběhne kontrola jednotlivých nákresů krevních buněk prostřednictvím učitele. Učitel dle vyhodnocení udělí každému žákovi příslušné body.</p> <p>Závěrem aktivity Tipuj a sázej bude sečtení množství bodů, které tým získal v průběhu aktivity za správné zodpovězení otázek a sázení.</p> <p>Po vytvoření si svého krevního oběhu jednotlivých týmů dojde k prezentaci. Týmy budou prezentovat své výtvary, kdy popíší jejich funkci a stavbu. Svě výtvary si mohou pojmenovat. Týmy sdělí v rámci prezentace svého výtvaru jak postupovali při tvorbě, které pomůcky využili a kolik je to dohromady stálo bodů v Organovém obchodě.</p>

5.6.2 Metodický list – „Alfabox“

Alfabox	
Zpracovala: Tereza Klašková	
Cílová skupina	8.–9. třída základní školy, nižší stupně víceletých gymnázií
Časová náročnost	10 minut
Doporučené metody	<p>Klasické výukové metody: metody slovní – dialog, rozhovor, metody názorně demonstrační – předvádění a pozorování</p> <p>Aktivizující metody: metody diskusní – diskuse,</p> <p>Komplexní výukové metody: skupinová výuka, brainstorming</p>
Zařazení dle RVP ZV	Biologie člověka
Téma, které aktivita předkládá	Oběhová soustava
Klíčová slova	srdce, erythrocyty, červené krvinky, leukocyty, bílé krvinky, krevní destičky, trombocyty, fagocytóza, velký krevní oběh, malý krevní oběh, cévy, tepny, žíly, vlasečnice, krevní skupiny, nemoci oběhové soustavy
Výukové cíle	<ul style="list-style-type: none"> • Žák vyjmenuje základní části oběhové soustavy • Žák uvede hlavní funkce oběhové soustavy • Žák vyjmenuje typy krevních skupin • Žák uvede vztahy mezi pojmy zahrnuté do oběhové soustavy v pojmové mapě
Klíčové kompetence	<p>Kompetence k učení: žáci se učí správně pojmenovávat jednotlivé pojmy spojené s oběhovou soustavou za pomoci připravených schémat, fotografií nebo obrázků. Žáci chápou důležitost oběhové soustavy.</p> <p>Kompetence komunikativní: žáci diskutují ve skupině, ke kterému písmenu přiřadit daný objekt. Své výsledky prezentují ostatním.</p> <p>Kompetence sociální a personální: žáci pracují ve skupinách a učí se spolupracovat s ostatními žáky.</p>

<p>Základní termíny</p>	<p>fagocytóza = proces, při kterém dochází k pohlcení nadměrných cizích částic za pomoci bílých krvinek</p> <p>transfúze = darování i příjem krve od dárce</p> <p>arytmie = porucha rytmu srdce</p> <p>leukémie = rakovina krve, zhoubné onemocnění krve charakteristické nadměrně rychlým růstem a množením bílých krvinek. Bílé krvinky se tedy rychle zmnoží, nedozrávají a tím pádem neplní svou funkci.</p> <p>hypertenze = zvýšený (vysoký) tlak</p> <p>ateroskleróza = onemocnění velkých tepen, při kterém dochází k ukládání zejména lipidů ve stěně tepen, výsledkem je trombóza</p> <p>krvní konzerva = forma skladování darované krve</p>
<p>Teoretický úvod</p>	<p>Oběhová soustava rozvádí krevní elementy a ostatní látky do všech potřebných částí těla. Mezi struktury, které napomáhají tomuto procesu lze přiřadit například srdce a cévy.</p> <p>Srdce je hlavním orgánem oběhové soustavy a zajišťuje proudění krve celým organismem. Srdce má podobu dutého svaly, který je tvořen srdeční svalovinou (myokard). Ta umožňuje pravidelné stahy srdce.</p> <p>Srdce pumpuje krev do plicního (malého) a tělního (velkého) oběhu. V plicním oběhu se krev okyslíčí. V tělním oběhu krev rozvádí kyslík, potřebné živiny a odvádí odpadní látky.</p> <p>Cévy napomáhají rozvádět krev po celém organismu. Cévy lze rozdělit na:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tepny = cévy, které vystupují ze srdce • Žíly = cévy, které přivádějí krev k srdci • Vlásečnice = cévy nejmenšího rozměru, kde se uskutečňuje výměna odpadních látek, dýchacích plynů (O₂, CO₂) a živin <p>Základní tělní tekutinou oběhové soustavy je krev. Krev obsahuje krvní elementy a krvní plazmu. Mezi krevní elementy zařadíme:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Červené krvinky (erythrocyty) = bezjaderné krevní buňky vyplněné hemoglobinem, které na sebe váží molekuly dýchacích plynů. 2. Bílé krvinky (leukocyty) = krevní elementy s jádry, jejichž funkce je obrana organismu. Některé typy leukocytů mají funkci fagocytózy. Dle typu jádra a funkce se dále dělí na:

Granulocyty obsahují specifickou granulu a lysozomy. Dělí se na:

- **Neutrofilní** granulocyt – mikrofág, nejpočetnější skupina bílých krvinek, jádro s 2–5 segmenty, schopný fagocytózy
- **Eosinofilní** granulocyt – jádro ze dvou segmentů, menší zastoupení než neutrofilů, schopný fagocytózy
- **Basofilní** granulocyt – nejmenší zastoupení z granulocytů v lidském těle, v jádře 2 laloky nepravidelného tvaru a téměř nečleněné, schopný fagocytózy

Agranulocyty obsahují pouze lysozomy. Dále se dělí na:

- **Lymfocyty** (T-lymfocyt, B-lymfocyt) – **B-lymfocyt** je odpovědný za látkovou imunitu (tvorba specifických protilátek). Vytváří se v kostní dřeni. **T-lymfocyt** je odpovědný za buněčnou imunitu (přímo zabíjejí cizorodé buňky nebo nádorové buňky).
- **Monocyty** (přeměňují se v makrofágy) – největší bílá krvinka, která se po vycestování z krevního oběhu do tkání nebo tělesných dutin mění na makrofág (pohlcování a likvidace cizorodých materiálů např. mikroorganismů).

3. Krevní destičky (trombocyty) = bezjaderné útržky buněk, jejichž funkce je srážlivost krve a zamezení krvácení

Krevní plazma se skládá z vody, plazmatických proteinů a ostatních rozpuštěných látek.

Při **transfúzi** krve je důležité zohlednit typ **krevní skupiny** dle systému **AB0 a faktor Rh**.

Aglutinogeny – bílkoviny na stěnách červených krvinek, které existují ve dvou druzích, označovány jako A a B. Podle přítomnosti těchto aglutinogenů na červených krvinkách se rozeznávají čtyři krevní skupiny.

Aglutininy – protilátky bílkovinné povahy, které jsou obsaženy v krevní plazmě. Označují se jako anti-A a anti-B. Tolerují pouze vlastní aglutinogeny, respektive červené krvinky, které je ve své stěně obsahují.

V systému AB0 lze nalézt čtyři základní krevní skupiny:

A = obsahuje protilátky anti-B

B = obsahuje protilátky anti-A

AB = neobsahuje žádné protilátky

0 = obsahuje protilátky anti-A i anti-B

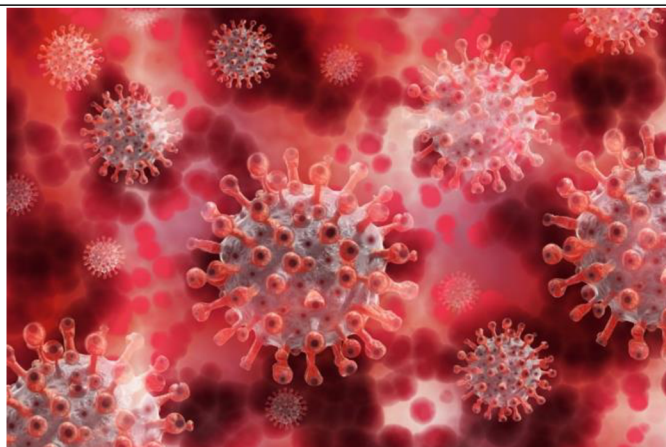
	<p>Další systém, který je důležitý při transfúzi je systém Rh. Rozlišujeme:</p> <p>Rh pozitivní = tělo začne tvořit protilátky proti Rh negativním typům</p> <p>Rh negativní = neobsahuje žádné protilátky</p> <p>Krev připravená k transfúzi se skladuje v jednotlivých vacích, které lze označit za krevní konzervu.</p>
<p>Odkazy na odbornou literaturu</p>	<p>DEAN, L. Blood Groups and Red Cell Antigens. Bethesda (MD): National Center for Biotechnology Information (US); 2005. Chapter 5, The ABO blood group. Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK2267/</p> <p>FLANNAGAN, R. S., JAUMOUILLE, V., et al. The Cell Biology of Phagocytosis. Annual Review of Pathology: Mechanisms of Disease. 2012, 7(1), 61–98. ISSN 1553-4006. Dostupné z: doi:10.1146/annurev-pathol-011811-132445</p> <p>KIMURA, S., ANDO, T., et al. Ever-advancing chronic myeloid leukemia treatment. International Journal of Clinical Oncology. 2014, 19(1), 3–9. ISSN 1341-9625. Dostupné z: doi:10.1007/s10147-013-0641-7</p> <p>KITTNAR, O. Lékařská fyziologie. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3068-4.</p> <p>LAPČÍKOVÁ, A. Laboratorní hematologie: [od fyziologie k medicíně : integrace vědy, výzkumu odborného vzdělávání a praxe]. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2011. ISBN 978-80-244-2876-5.</p> <p>MESCHER, A. L. Junqueira's Basic Histology. Text and Atlas. 14. USA: McGraw-Hill Education, 2016. ISBN 987-0-07-184270-9.</p> <p>SCHIENER, M., HOSSANN M., et al. Nanomedicine-based strategies for treatment of atherosclerosis. Trends in Molecular Medicine. 2014, 20(5), 271–281. ISSN 14714914. Dostupné z: doi:10.1016/j.molmed.2013.12.001</p>
<p>Pomůcky</p>	<p>Aktivita se skládá ze dvou dílčích aktivit.</p> <p>Pomůcky k pojmové mapě: bílá popisovací tabule, stíratelné fixy na bílou tabuli</p> <p>Pomůcky Alfabox: Alfabox, obrázky/kresby srdce, obrázky/kresby červené krvinky, obrázky/kresby bílé krvinky, obrázky/kresby krevní destičky, schéma krevního oběhu (malý a velký oběh), tlakoměr, obrázky pojmů – transfúze, vakcína, krevní konzerva (2×), hypertenze, schéma fagocytózy, molekuly oxidu uhličitého, kyslíku, obrázek viru, oběhové soustavy, cév – tepny, žíly, vlasečnice, křivky EKG, T-lymfocytu, model srdce</p> <p>Tvorba alfaboxu</p> <p>Pomůcky: ubrusy na nakreslení alfaboxu, lihový fix, pravítko</p>

Postup:

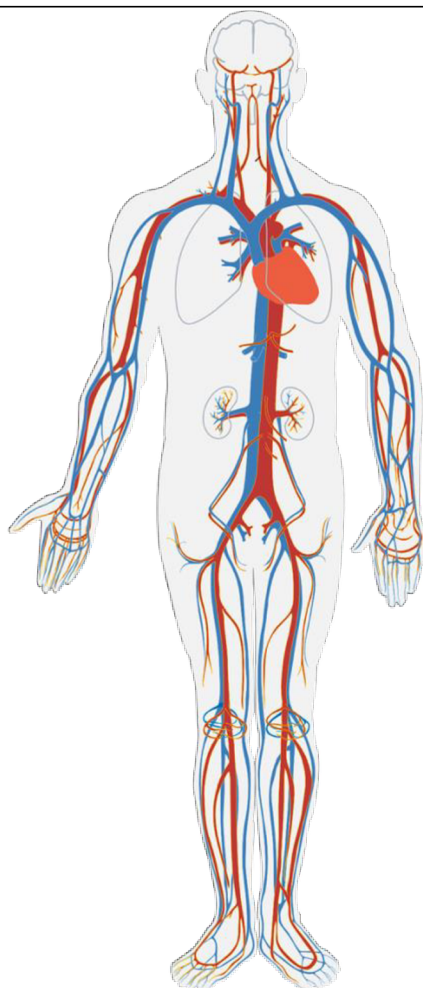
1. Ubrus na malování otočte rubem nahoru.
2. Nakreslete si lihovým fixem tabulku, která bude obsahovat 28 políček, do kterých napíšete písmena – A, B, C, Č, D/Ď, E, F, G, H/CH, I, J, K, L, M, N/Ň, O, P, Q, R/Ř, S/Š, T/Ť, U, V, W, X, Y, Z, Ž. Lze si pomoci pravítkem.
3. Do každého políčka napište jedno, popřípadě dvě písmena dle abecedy.
4. Vyrobte tolik alfaboxů, kolik bude skupin.

Ideální počet žáků je 15. Žáci pracují ve skupinách – 1 skupina max. 5 žáků.

**Pomůcky –
fotografie/kre-
sby**



Obrázek 10. Obrázek koronaviru ([Corona]. In: Pixabay.com [online]. 2020, 16. května 2020 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://pixabay.com/cs/illustrations/corona-koronavirus-virus-krev-5174671/>).



Obrázek 11. Schéma oběhové soustavy člověka ([Human body]. In: Pixabay.com [online]. 2014, 3. srpna 2014 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://pixabay.com/cs/vectors/lidské-tělo-oběhový-systém-oběh-311864/>).

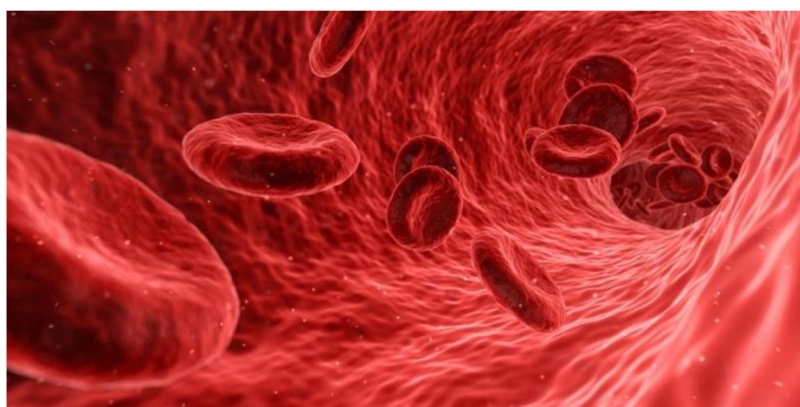


Obrázek 12. Fotografie vakcíny ([Vaccine]. In: Pixabay.com [online]. 2021, 11. dubna 2021 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z:

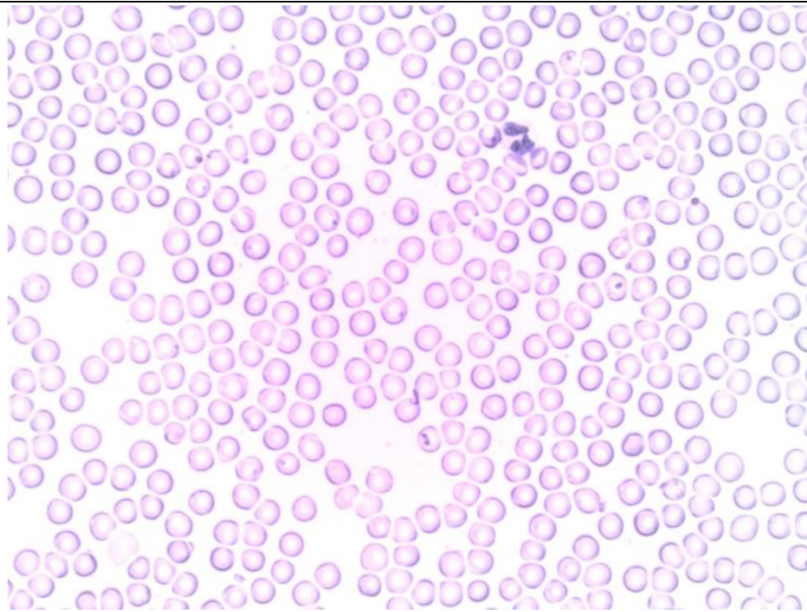
<https://pixabay.com/cs/photos/vakc%C3%ADna-koronavirus-l%C4%99kařsk%C3%BD-ruka-6165772/>).



Obrázek 13. Fotografie krevních konzerv ([Blood bags]. In: Pixabay.com [online]. 2013, 8. března 2013 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://pixabay.com/cs/photos/krevn%C3%AD-vaky-%C4%88erven%C4%99-krvinky-91170/>).



Obrázek 14. Kresba červených krvinek ([Blood]. In: Pixabay.com [online]. 2016, 14. listopadu 2016 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://pixabay.com/cs/illustrations/krev-buňky-%C4%88erven%C4%99-l%C4%99kařsk%C3%BD-l%C4%99k-1813410/>).



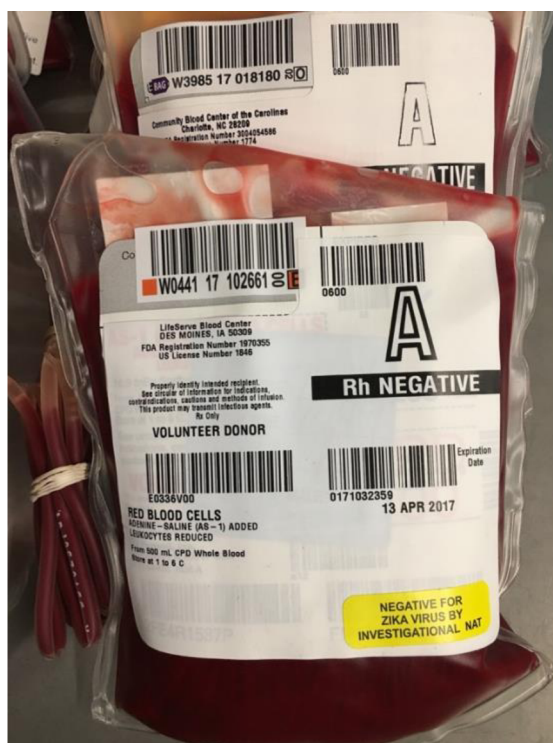
Obrázek 15. Mikrofotografie červených a bílých krvinek ([Krev neutrofilů]. In: Pixabay.com [online]. 2017, 2. dubna 2017 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://pixabay.com/cs/photos/krev-neutrofilů-2194498/>).



Obrázek 16. Kresba přehledu krevních skupin dle systému ABO společně se zaznačením Rh-faktoru, kdy + značí pozitivní a – negativní ([Krevní skupina]. In: Pixabay.com [online]. 2017, 10. ledna 2017 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://pixabay.com/cs/vectors/krev-krevn%C3%AD-skupina-seznam-zdrav%C3%AD-1968457/>).



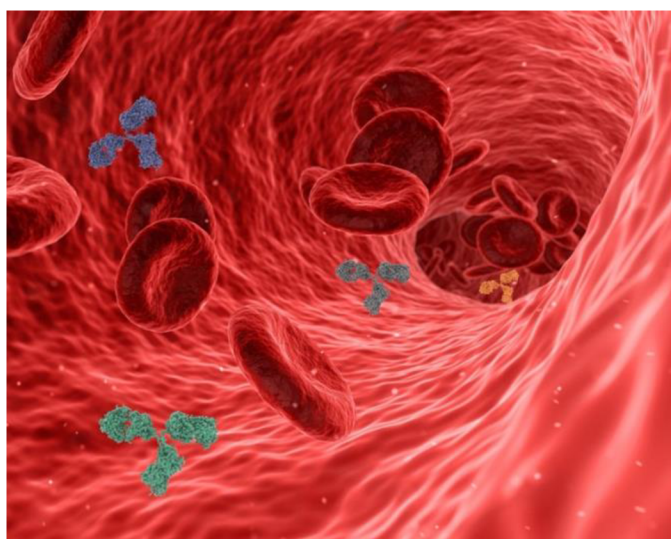
Obrázek 17. Fotografie tlakoměru ([Krevní tlak monitor]. In: Pixabay.com [online]. 2019, 4. dubna 2019 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://pixabay.com/cs/photos/krev-tlak-monitor-omron-tlakoměr-4102036/>).



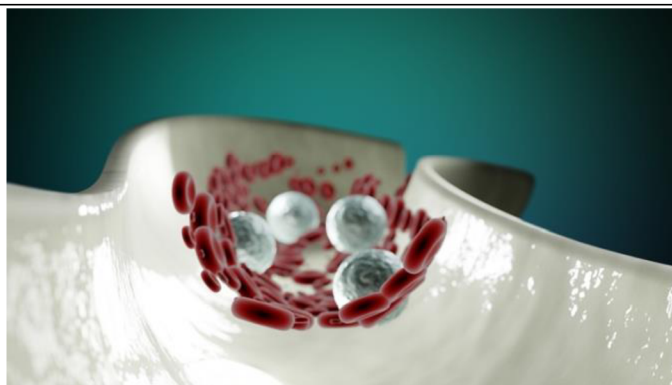
Obrázek 18. Fotografie krevní konzervy krevní skupiny A s Rh faktorem negativním. ([Transfúze]. In: Pixabay.com [online]. 2017, 25. března 2017 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://pixabay.com/cs/photos/krev-tašky-transfúze-hnědá-krev-2169514/>)



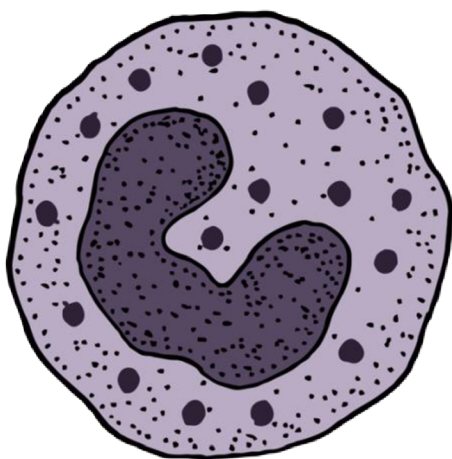
Obrázek 19. Fotografie tlakoměru ([Blood pressure]. In: Pixabay.com [online]. 2018, 26. října 2018 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://pixabay.com/cs/photos/krevn%C3%AD-tlak-změřit-zdrav%C3%AD-tlakoměr-3773347/>).



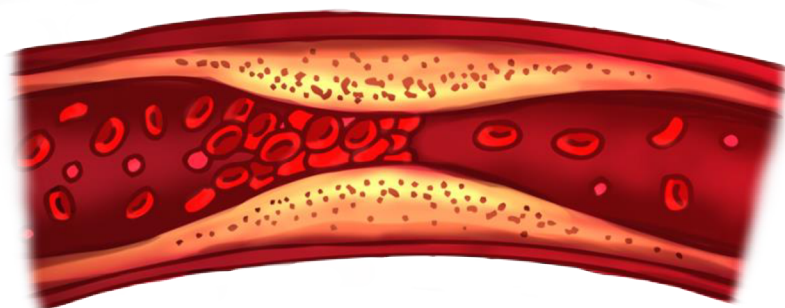
Obrázek 20. Kresba červených krvinek a protilátek v cévě. ([Virus]. In: Pixabay.com [online]. 2020, 15. listopadu 2020 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://pixabay.com/cs/photos/virus-patogen-protilátky-5741636/>).



Obrázek 21. Kresba průřezu cévy s červenými a bílými krvinkami. ([Blood cells]. In: Pixabay.com [online]. 2022, 29. ledna 2022 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://pixabay.com/cs/photos/krvinky-krev-anatomie-6974700/>).

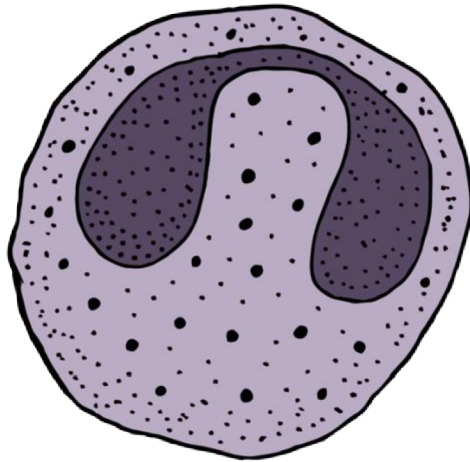


Obrázek 22. Kresba bazofilu ([Bazofil]. In: Pixabay.com [online]. 2022, 9. dubna 2022 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://pixabay.com/cs/illustrations/bazofil-leukocyt-krev-7120107/>).

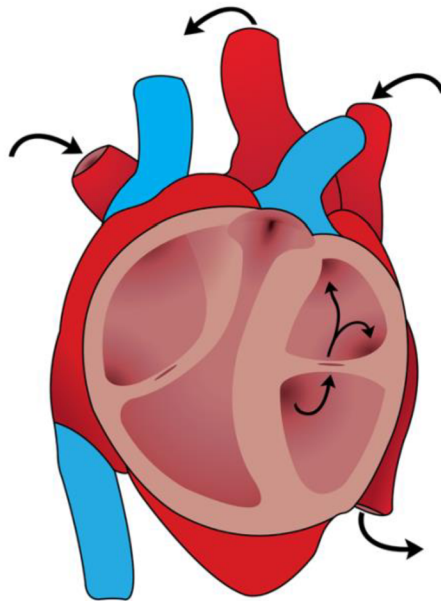


Obrázek 23. Kresba krevní sraženiny v cévě ([Krevní sraženina]. In: Pixabay.com [online]. 2022, 8. dubna 2022 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z:

<https://pixabay.com/cs/illustrations/krevn%C3%AD-sraženina-krev-cévn%C3%AD-7118517/>).

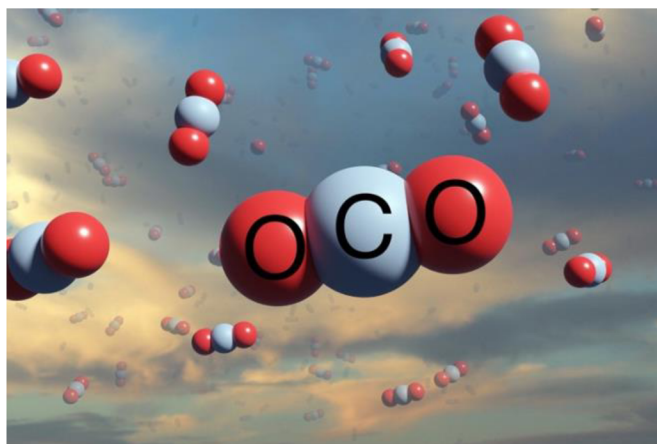


Obrázek 24. Kresba eozinofilu ([Eozinofil]. In: Pixabay.com [online]. 2022, 9. dubna 2022 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://pixabay.com/cs/illustrations/eozinofil-leukocyt-krev-7120556/>).

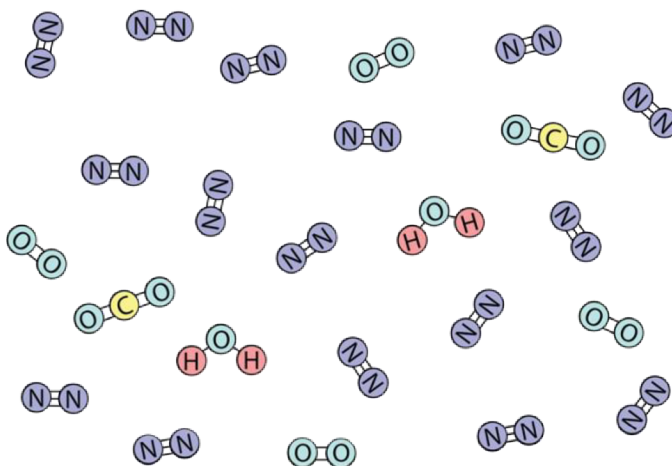


Obrázek 25. Kresba vnitřní stavby srdce společně s naznačením toku krve v pravé části srdce ([Cardiovascular]. In: Pixabay.com [online]. 2019, 30. července 2019 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z:

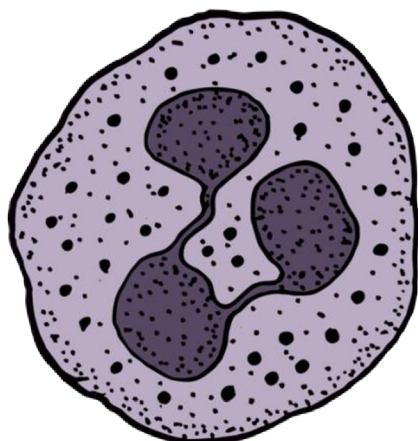
<https://pixabay.com/cs/illustrations/kardiovaskulárn%C3%AD-srdce-průtok-krve-4372256/>).



Obrázek 26. Molekula oxidu uhličitého ([Spheres]. In: Pixabay.com [online]. 2020, 6. prosince 2020 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://pixabay.com/cs/photos/sféry-oxid-uhličítý-mraky-co2-5806920/>).



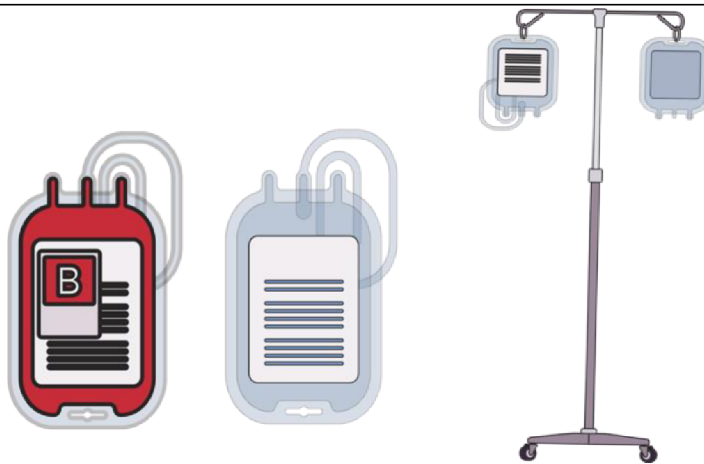
Obrázek 27. Kresba molekul vzduchu a vody - primárně je zde důležitý kyslík ([Atmosphere]. In: Pixabay.com [online]. 2015, 17. srpna 2015 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://pixabay.com/cs/vectors/atmosféra-reprezentace-dus%C3%ADk-kysl%C3%ADk-884209/>).



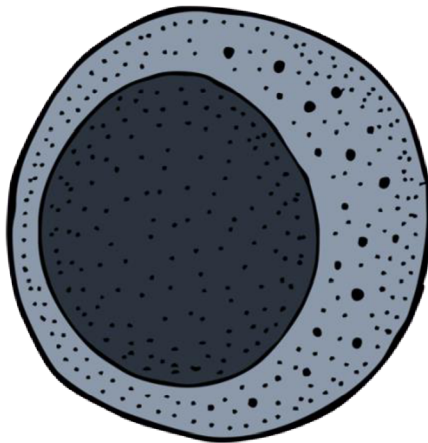
Obrázek 28. Kresba neutrofilu ([Neutrofil]. In: Pixabay.com [online]. 2022, 8. dubna 2022 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://pixabay.com/cs/illustrations/neutrofil-leukocyt-krev-7118470/>).



Obrázek 29. Kresba láhve s kyslíkem (angl. oxygen) (Oxygen. In: Pixabay.com [online]. 2020, 17. června 2020 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://pixabay.com/cs/vectors/kysl%C3%ADk-jip-l%C4%9Bkařsk%C3%BD-plyn-v%C3%A1lec-5306040/>).



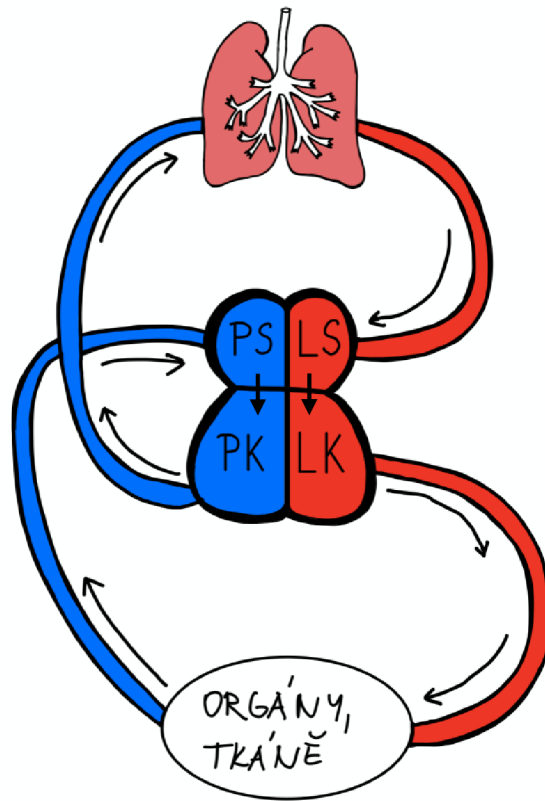
Obrázek 30. Kresba krevní konzervy krevní skupiny B a stojanu s prázdnou krevní konzervou ([Blood]. In: Pixabay.com [online]. 2021, 13. srpna 2021 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://pixabay.com/cs/vectors/krev-lidská-krev-krevn%C3%AD-složky-6540423/>).



Obrázek 31. Kresba lymfocytu ([Lymfocyt]. In: Pixabay.com [online]. 2022, 9. dubna 2022 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://pixabay.com/cs/illustrations/lymfocyt-krev-b%C3%ADlých-krvinek-buňka-7120564/>).

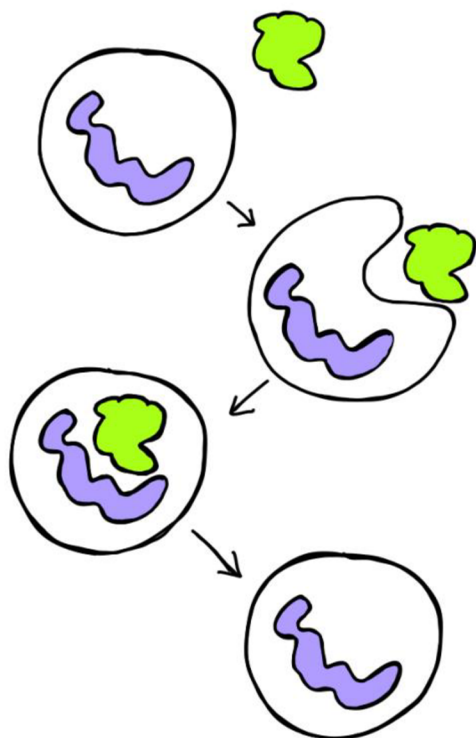


Obrázek 32. EKG křivka ([Elektrokardiogram]. In: Pixabay.com [online]. 2020, 25. dubna 2020 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://pixabay.com/cs/illustrations/elektrokardiogramu-ekg-5090352/>).

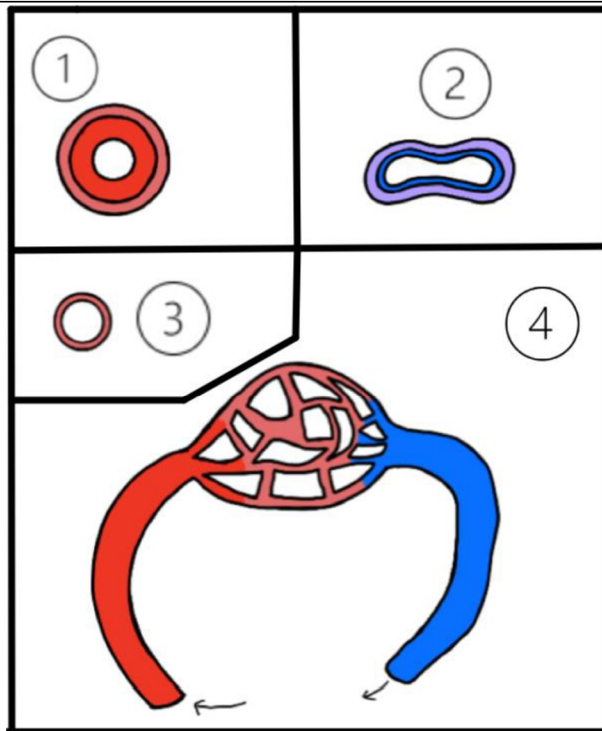


Obrázek 33. Jednoduché schéma krevního oběhu v lidském těle (plicní a tělní oběh). Uprostřed kresby se vyskytuje schématické znázornění srdce, které je rozděleno na pravou (PS) a levou síň (LS) a pravou (PK) a levou (LK) komoru. Neokysličená krev je vedena žilami z orgánů a tkání do pravé síně (PS) srdce. Krev se dostává do pravé

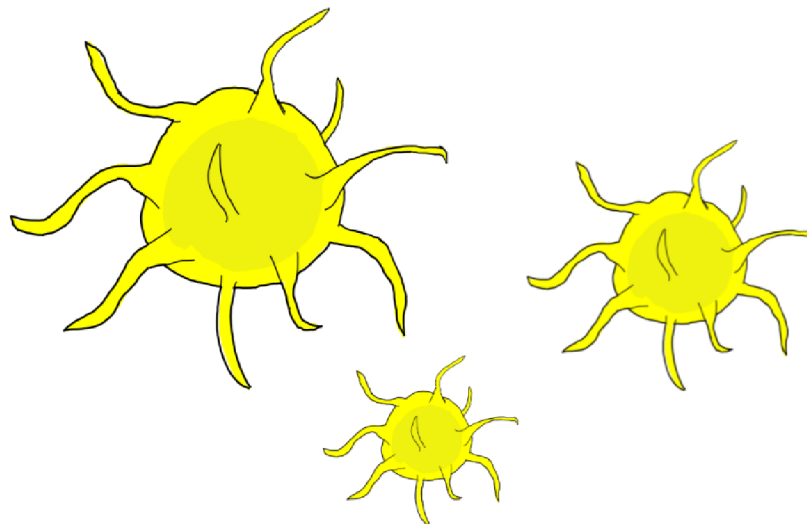
komory (PK). Z pravé komory (PK) srdce se odkysličená krev za pomoci žil přesune do plic, kde se okysličí. Okysličenou krev vedou tepny z plic do levé síně (LS). Z levé síně (LS) se krev dostává do levé komory (LK). Z levé komory (LK) putuje okysličená krev zpět do orgánů a tkání (autor obrázku Klašková, 2022).



Obrázek 34. Kresba schématu fagocytózy bílých krvinek. Bílý objekt prezentuje bílou krvinku, která pohlcuje (fagocytuje) patogen, který je v kresbě zaznamenán nepravidelným tvarem zelené barvy. Fialový objekt představuje jádro bílé krvinky (autor obrázku Klašková, 2022).



Obrázek 35. Kresba řezu jednotlivými cévami. Číslo 1 prezentuje tepnu, číslo 2 značí žílu a číslo 3 označuje vlasečnici. Číslo 4 značí spojení cév (červená část značí tepnu, růžová část značí vlasečnici a modrá část značí žílu) (autor obrázku Klašková, 2022).



Obrázek 36. Kresba krevních destiček (autor obrázku Klašková, 2022).



Obrázek 37. Model srdce (autor obrázku Klašková, 2022).

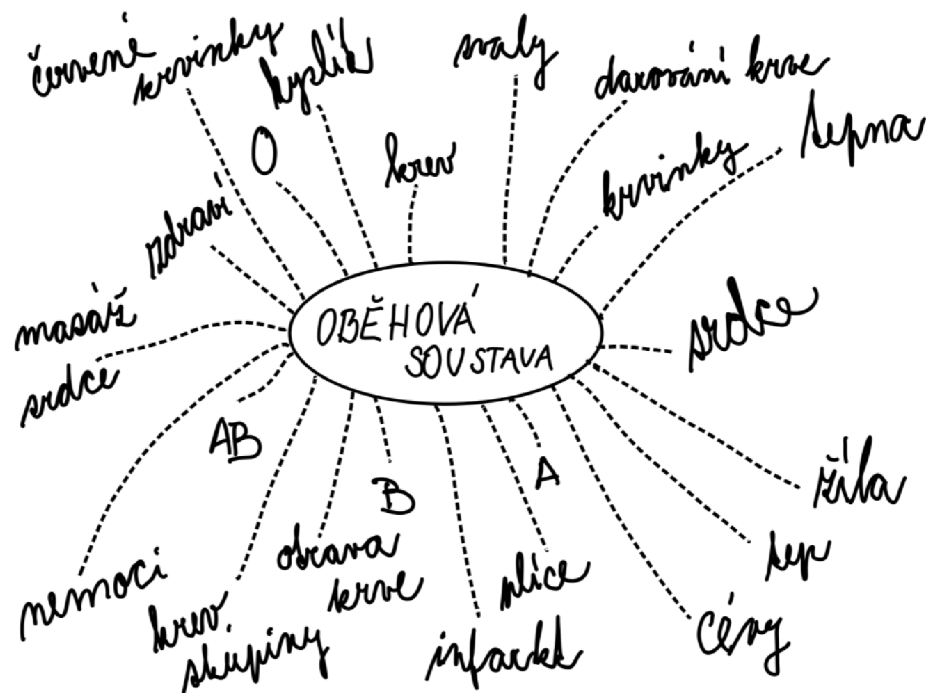
<p>Pracovní postup pro žáky – pojmová mapa</p>	<p>Doprostřed bílé popisovací tabule učitel napíše slovní spojení Oběhová soustava a zakroužkuje jej (viz obrázek 39).</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Vezměte si fix a запиšte na tabuli jakékoliv slovo či pojem, které vás napadá v souvislosti s oběhovou soustavou. 2. Napsaný pojem spojte se zakroužkovaným nápisem „Oběhová soustava“. Pokud bude již dostatek spojených pojmů a pojmová mapa bude nepřehledná, stačí pojem pouze napsat fixem na tabuli. Aktivitu opakujte do té doby, dokud vás žádný pojem k danému tématu už nenapadne. 3. Po vyčerpání nápadů si společně s učitelem projděte zapsané pojmy.
<p>Pracovní postup pro žáka – Alfabox</p>	<p>Aktivita je tvořena pro 2 skupiny, kdy jedna skupina obsahuje 5 žáků.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Vezměte si alfabox a položte si jej na své pracovní místo. 2. Rozhlédněte se kolem sebe a pozorně si prohlédněte předměty, které se nachází ve vašem okolí. 3. Ke každému písmenu v alfaboxu přineste předměty týkající se oběhové soustavy, které si myslíte, že by mohly začínat nebo jinak znázorňovat dané písmeno (není nutno ke každému písmenu přiřadit předmět).

Po sesbírání a přiřazení předmětů k písmenům vyjmenujte dle abecedy jednotlivé předměty.

A	B	C	Č	D/Ď	E	F
G	H/CH	I	J	K	L	M
N/Ň	O	P	Q	R/Ř	S/Š	T/Ť
U	V	W	X	Y	Z	Ž

Obrázek 38. Vytvořený alfabox (autor obrázku Klašková, 2022).

Obrazová dokumentace



Obrázek 39. Návrh formy pojmové mapy s využitím brainstormingu (autor obrázku Klašková, 2022).

<p>Doporučení a pokyny pro učitele</p>	<p>Je potřeba žákům vysvětlit spojitosti s jednotlivými pojmy, které vymysleli k tématu oběhová soustava v pojmové mapě. Popřípadě je vhodné žáky nechat, aby si svou odpověď odůvodnili, proč ji přiřadili k oběhové soustavě. Pokud žáky již nic nenapadá, může dopsat klíčová slova učitel.</p> <p>V závěru aktivity Alfabox dojde k vyjmenování a zhodnocení jednotlivých předmětů k přiřazeným písmenům. Popřípadě dojde k opravě nebo úpravě jednotlivých předmětů, které jsou přiřazené ke konkrétnímu písmenu. Předem je potřeba vytvořit si alfaboxy pro jednotlivé skupiny.</p>
<p>Závěr</p>	<p>Závěrem vytvoření pojmové mapy dojde ke shrnutí uvedených pojmů učitelem a žáků, popřípadě ke korekci navrhovaných pojmů.</p> <p>Na závěr aktivity Alfabox si společně všichni žáci s učitelem zkontrolují své vybrané pomůcky přiřazené k jednotlivým písmenům. Žáci vyjmenovávají během kontroly své předměty s jejich umístěním k danému písmenu a svá rozhodnutí odůvodní.</p>

5.6.3 Metodický list – „Fagocytóza“

Fagocytóza	
Zpracovala: Tereza Klašková	
Cílová skupina	8.–9. třída základní školy, nižší stupně víceletých gymnázií
Časová náročnost	10 minut
Doporučené metody	Klasické výukové metody: metody slovní – dialog, rozhovor, Komplexní výukové metody: didaktické hry, skupinová výuka
Zařazení dle RVP ZV	Biologie člověka
Téma, které aktivita předkládá	Oběhová soustava – fagocytóza
Klíčová slova	fagocytóza, lymfocyty, leukocyty, bílé krvinky, T-lymfocyt, B-lymfocyty, imunita
Výukové cíle	<ul style="list-style-type: none"> • Žák vyjmenuje části oběhové soustavy a popíše její základní funkci • Žák vyjmenuje krevní elementy a popíše jejich funkci • Žák vysvětlí pojem fagocytóza • Žák vysvětlí pojem specifická a nespecifická imunita • Žák demonstruje proces fagocytózy patogenu bílými krvinkami
Klíčové kompetence	<p>Kompetence k učení: žáci si prostřednictvím této aktivity osvojí znalosti týkající se fagocytózy bílých krvinek.</p> <p>Kompetence komunikativní: žáci mezi sebou komunikují v jednotlivých týmech, kdy se snaží prodiskutovat vítěznou taktiku.</p> <p>Kompetence sociální a personální: žáci pracují ve skupinkách, kdy společně plánují taktiku.</p>
Základní termíny	<p>fagocytóza = proces, při kterém dochází k pohlcení cizích částic za pomoci bílých krvinek</p> <p>leukocyty = bílé krvinky, krevní elementy s jádry, jejichž funkce je obrana organismu</p> <p>NK-buňky = bílé krvinky, agranulocyty, zajišťující obranu organismu v nespecifické imunitě, přírodní zabíječi patogenů</p> <p>makrofág = bílá krvinka, vzniká z monocytů, představuje první obrannou linii imunity</p>

	<p>patogen = biologický materiál, který může zapříčinit onemocnění jedince</p> <p>specifická imunita = získaná imunita</p> <p>nespecifická imunita = vrozená imunita</p>
<p>Teoretický úvod</p>	<p>Oběhová soustava rozvádí krevní elementy a ostatní látky do všech potřebných částí těla. Mezi struktury, které napomáhají tomuto procesu lze přiřadit například srdce a cévy.</p> <p>Srdce je hlavním orgánem oběhové soustavy a zajišťuje proudění krve celým organismem. Srdce má podobu dutého svalů, který je tvořen srdeční svalovinou (myokard). Ta umožňuje pravidelné stahy srdce.</p> <p>Srdce pumpuje krev do plicního (malého) a tělního (velkého) oběhu. V plicním oběhu se krev okyslíčí. V tělním oběhu krev rozvádí kyslík, potřebné živiny a odvádí odpadní látky.</p> <p>Cévy napomáhají rozvádět krev po celém organismu. Cévy lze rozdělit na:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tepny = cévy, které vystupují ze srdce a přivádějí krev do těla • Žíly = cévy, které přivádějí krev k srdci • Vlásečnice = cévy nejmenšího rozměru, kde se uskutečňuje výměna odpadních látek, dýchacích plynů (O₂, CO₂) a živin <p>Základní tělní tekutinou oběhové soustavy je krev. Krev obsahuje krevní elementy a krevní plazmu. Mezi krevní elementy lze zařadit:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Červené krvinky (erythrocyty) = bezjaderné krevní buňky vyplněné hemoglobinem, které na sebe váží molekuly dýchacích plynů. 2. Bílé krvinky (leukocyty) = krevní elementy s jádry, jejichž funkce je obrana organismu. Některé typy leukocytů mají funkci fagocytózy. Dle typu jádra a funkce se dále dělí na: <ul style="list-style-type: none"> Granulocyty obsahují specifickou granulu a lysozomy. Dělí se na: <ul style="list-style-type: none"> • Neutrofilní granulocyt – mikrofág, nejpočetnější skupina bílých krvinek, jádro s 2–5 segmenty, schopný fagocytózy • Eosinofilní granulocyt – jádro ze dvou segmentů, menší zastoupení než neutrofilů, schopný fagocytózy • Basofilní granulocyt – nejmenší zastoupení z granulocytů v lidském těle, v jádře 2 laloky nepravidelného tvaru a téměř nečleněné, schopný fagocytózy Agranulocyty obsahují pouze lysozomy. Dále se dělí na:

- **Lymfocyty** (T-lymfocyt, B-lymfocyt) – **B-lymfocyt** je odpovědný za látkovou imunitu (tvorba specifických protilátek). Vytváří se v kostní dřeni. **T-lymfocyt** je odpovědný za buněčnou imunitu (přímo zabíjejí cizorodé buňky nebo nádorové buňky).

- **Monocyty** (přeměňují se v makrofágy) – největší bílá krvinka, která se po vycestování z krevního oběhu do tkání nebo tělesných dutin mění na makrofág (pohlcování a likvidace cizorodých materiálů např. mikroorganismů).

3. Krevní destičky (trombocyty) = bezjaderné útržky buněk, jejichž funkce je srážlivost krve a zamezení krvácení

Krevní plazma se skládá z vody, plazmatických proteinů a ostatních rozpuštěných látek.

Při **transfúzi** krve je důležité zohlednit typ **krevní skupiny** dle systému **AB0** a faktor **Rh**.

Aglutinogeny – bílkoviny na stěnách červených krvinek, které existují ve dvou druzích, označovány jako A a B. Podle přítomnosti těchto aglutinogenů na červených krevinkách se rozeznávají čtyři krevní skupiny.

Aglutininy – protilátky bílkovinné povahy, které jsou obsaženy v krevní plazmě. Označují se jako anti-A a anti-B. Tolerují pouze vlastní aglutinogeny, respektive červené krvinky, které je ve své stěně obsahují.

V systému AB0 lze nalézt čtyři základní krevní skupiny:

A = obsahuje protilátky anti-B

B = obsahuje protilátky anti-A

AB = neobsahuje žádné protilátky

0 = obsahuje protilátky anti-A i anti-B

Další systém, který je důležitý při transfúzi je **systém Rh**. Rozlišujeme:

Rh pozitivní = tělo začne tvořit protilátky proti Rh negativním typům

Rh negativní = neobsahuje žádné protilátky

Krev připravená k transfúzi se skladuje v jednotlivých vacích, které lze označit za **krevní konzervu**.

Nespecifická imunita = vrozená imunita – skládá se z útvarů, které vytvářejí fyzikální bariéry zajišťující ochranu před průnikem patogenů do lidského těla a bílých krvinek. Mezi tyto útvary vytvářející bariéry lze zařadit kůži či sliznice v jednotlivých

	<p>soustavách, které přímo komunikují s vnějším prostředím. Jedná se o vývojově starší imunitu. Hlavními bílými krvinkami jsou neutrofil (mikrofág schopný fagocytózy). Další buňky, které ničí identifikované viry, bakterie nebo nádorové buňky se nazývají NK-buňky. Makrofágy jsou buňky schopné fagocytózy, které lze též zařadit mezi obranné buňky nespecifické imunity.</p> <p>Specifická imunita = získaná imunita je charakteristická specifitější odpovědí, jelikož reaguje pouze na konkrétní antigen způsobující tvorbu protilátek. Při prvním setkání imunitního systému s antigenem se vytváří paměťové buňky, které se při druhém setkání se stejným antigenem aktivují. Specifické protilátky se tvoří daleko rychleji. Imunitní odpověď zde zajišťují B a T-lymfocyty. Jedná se o vývojově mladší imunitu.</p>
<p>Odkazy na odbornou literaturu</p>	<p>FLANNAGAN, R. S., JAUMOILLÉ, V., et al. The Cell Biology of Phagocytosis. Annual Review of Pathology: Mechanisms of Disease. 2012, 7(1), 61–98. ISSN 1553-4006. Dostupné z: doi:10.1146/annurev-pathol-011811-132445</p> <p>HUME, D. A. The Many Alternative Faces of Macrophage Activation. Frontiers in Immunology. 2015, 6. ISSN 1664-3224. Dostupné z: doi:10.3389/fimmu.2015.00370</p> <p>KITTNAR, O. Lékařská fyziologie. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3068-4.</p> <p>LAPČÍKOVÁ, A. Laboratorní hematologie: [od fyziologie k medicíně : integrace vědy, výzkumu odborného vzdělávání a praxe]. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2011. ISBN 978-80-244-2876-5.</p> <p>LEWIS, S. M., WILLIAMS, A., et al. Structure and function of the immune system in the spleen. Science Immunology. 2019, 4(33). ISSN 2470-9468. Dostupné z: doi:10.1126/sciimmunol.aau6085</p> <p>MESCHER, A. L. Junqueira's Basic Histology. Text and Atlas. 14. USA: McGraw-Hill Education, 2016. ISBN 987-0-07-184270-9.</p> <p>ZDROJEWICZ, Z., PACHURA, E., et al. The Thymus: A Forgotten, But Very Important Organ. Advances in Clinical and Experimental Medicine. 2016, 25(2), 369–375. ISSN 1899-5276. Dostupné z: doi:10.17219/acem/58802</p>
<p>Pomůcky</p>	<p>5 zelených šátků, 5 bílých šátků, 2 kužely</p>

<p>Pracovní postup</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Vytvořte 2 týmy, kdy jeden tým představuje bílé krvinky a druhý tým bakterie a viry (5 žáků v každém týmu). Bílé krvinky jsou označeny bílým šátkem a bakterie a viry zeleným šátkem. Šátek si dej tak, aby šel vidět a pevně držel. 2. Každý tým se postaví na jiný konec místnosti (označený kuželem). 3. Tým Viry a bakterie: hru odstartujete slovně, kdy dáte bílým krvinkám vědět, že začínáte útočit na tělo člověka. 4. Tým Viry a bakterie: vyběhněte směrem, kde stojí bílé krvinky a při cestě se od nich nenechte pohltnout. Pokud vás bílé krvinky obklopí tak, že nenajdete cestu ven, vypadáváte ze hry. 5. Tým Viry a bakterie: dostaňte se na místo, odkud vybíhají bílé krvinky. 6. Tým Bílé krvinky: po odstartování vyběhněte směrem k virům a bakteriím. 7. Tým Bílé krvinky: snažte se pohltnout co nejvíc virů a bakterií – tím jedinec vypadává ze hry. Pohlčení proveďte tak, že jedince obklopíte takovým způsobem, že neunikne z vaší pasti (je jedno v jakém počtu to provedete). 8. Hra končí tehdy, kdy bílé krvinky fagocytují jednotlivé viry a bakterie. Pokud se bílým krvinkám nepodaří do 6 minut od začátku aktivity pohltnout všechny viry a bakterie, vyhrává tým virů a bakterií.
<p>Doporučení pro učitele</p>	<p>Doporučuji využít tělocvičnu, velkou místnost nebo aktivitu uskutečnit ve venkovním prostoru.</p>
<p>Závěr</p>	<p>Na závěr aktivity dojde k vyhodnocení výsledků a shrnutí získaných znalostí a dovedností v průběhu aktivity. Bílé krvinky vyhrají poté, co pohltnou veškeré viry a bakterie. Pohlcovat mohou ve skupinách či samostatně, pokud zajistí neprůchodnou cestu virům a bakteriím. Nepovede-li se bílým krvinkám pohltnout jednotlivé viry a bakterie do 6 minut od započetí aktivity, vyhrává tým virů a bakterií, které úspěšně zaútočily na lidské tělo a vyhnuli se pohlčení bílými krvinkami.</p>

5.6.4 Metodický list – „Minové pole“

Minové pole	
Zpracovala: Tereza Klašková	
Cílová skupina	8.–9. třída základní školy, nižší stupně víceletých gymnázií
Časová náročnost	15 minut
Doporučené metody	<p>Klasické výukové metody: metody slovní – dialog, rozhovor, metody názorně demonstrační – práce s obrazem</p> <p>Aktivizující výukové metody: diskusní metody – diskuse</p> <p>Komplexní výukové metody: didaktické hry, skupinová výuka, brainstorming</p>
Zařazení dle RVP ZV	Biologie člověka
Téma, které aktivita předkládá	Oběhová soustava, Lymfatický systém
Klíčová slova	<p>srdce, erythrocyty, červené krvinky, leukocyty, bílé krvinky, krevní destičky, trombocyty, fagocytóza, velký krevní oběh, malý krevní oběh, tonometr, cévy, tepny, žíly, vlasečnice, krevní skupiny, nemoci oběhové soustavy, lymfa, míza, lymfatický systém, nespecifická imunita, specifická imunita, lymfatické orgány, slezina, brzlík, mandle, lymfatické uzliny, nemoci lymfatického systému</p>
Výukové cíle	<ul style="list-style-type: none"> • Žák popíše stavbu oběhové soustavy • Žák popíše funkci hlavních elementů a orgánů oběhové soustavy • Žák popíše hlavní orgány lymfatického systému • Žák uvede vztahy mezi komponenty v oběhové soustavě
Klíčové kompetence	<p>Kompetence k učení: žáci si prostřednictvím úkolů uvědomí vztahy mezi jednotlivými orgány v oběhové soustavě, stejně tak propojenost s lymfatickým systémem. Žáci se seznamují s jednotlivými pojmy spojenými s oběhovou soustavou a lymfatickým systémem.</p> <p>Kompetence komunikativní: žáci spolu diskutují jednotlivá řešení daných úkolů umístěných v jednotlivých polích.</p> <p>Kompetence sociální a personální: žáci pracují ve skupině a učí se spolupracovat.</p>

<p>Základní termíny</p>	<p>fagocytóza = proces, při kterém dochází k pohlcení nadměrných cizích částic za pomoci bílých krvinek</p> <p>transfúze = darování i příjem krve od dárce</p> <p>krvní konzerva = forma skladování darované krve</p> <p>patogen = biologický materiál, který může zapříčinit onemocnění jedince</p> <p>leukémie = rakovina krve, onemocnění krve charakteristické nadměrně rychlým růstem a zmnožením bílých krvinek. Bílé krvinky se tedy rychle zmnoží, nedozrávají a tím pádem neplní svou funkci.</p> <p>ateroskleróza = onemocnění velkých tepen, při kterém dochází k ukládání zejména lipidů ve stěně tepen, následkem je trombóza</p> <p>hypertenze = vysoký krevní tlak</p> <p>arytmie = poruchy srdečního rytmu</p>
<p>Teoretický úvod</p>	<p>Oběhová soustava rozvádí krevní elementy a ostatní látky do všech potřebných částí těla. Mezi struktury, které napomáhají tomuto procesu lze přiřadit například srdce a cévy.</p> <p>Srdce je hlavním orgánem oběhové soustavy a zajišťuje proudění krve celým organismem. Srdce má podobu dutého svalu, který je tvořen srdeční svalovinou (myokard). Ta umožňuje pravidelné stahy srdce.</p> <p>Srdce pumpuje krev do plicního (malého) a tělního (velkého) oběhu. V plicním oběhu se krev okysličí. V tělním oběhu krev rozvádí kyslík, potřebné živiny a odvádí odpadní látky.</p> <p>Cévy napomáhají rozvádět krev po celém organismu. Cévy lze rozdělit na:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tepny = cévy, které vystupují ze srdce a přivádějí krev do těla • Žíly = cévy, které přivádějí krev k srdci • Vlásečnice = cévy nejmenšího rozměru, kde se uskutečňuje výměna odpadních látek, dýchacích plynů (O₂, CO₂) a živin <p>Základní tělní tekutinou oběhové soustavy je krev. Krev obsahuje krvní elementy a krvní plazmu. Mezi krevní elementy lze zařadit:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Červené krvinky (erytrocyty) = bezjaderné krevní buňky vyplněné hemoglobinem, které na sebe váží molekuly dýchacích plynů.

2. Bílé krvinky (leukocyty) = krevní elementy s jádry, jejichž funkce je obrana organismu. Některé typy leukocytů mají funkci **fagocytózy**. Dle typu jádra a funkce se dále dělí na:

Granulocyty obsahují specifickou granulu a lysozomy. Dělí se na:

- **Neutrofilní** granulocyt – mikrofág, nejpočetnější skupina bílých krvinek, jádro s 2–5 segmenty, schopný fagocytózy
- **Eosinofilní** granulocyt – jádro ze dvou segmentů, menší zastoupení než neutrofilů, schopný fagocytózy
- **Basofilní** granulocyt – nejmenší zastoupení z granulocytů v lidském těle, v jádře 2 laloky nepravidelného tvaru a téměř nečleněné, schopný fagocytózy

Agranulocyty obsahují pouze lysozomy. Dále se dělí na:

- **Lymfocyty** (T-lymfocyt, B-lymfocyt) – **B-lymfocyt** je odpovědný za látkovou imunitu (tvorba specifických protilátek). Vytváří se v kostní dřeni. **T-lymfocyt** je odpovědný za buněčnou imunitu (přímo zabíjejí cizorodé buňky nebo nádorové buňky).
- **Monocyty** (přeměňují se v makrofágy) – největší bílá krvinka, která se po vycestování z krevního oběhu do tkání nebo tělesných dutin mění na makrofág (pohlcování a likvidace cizorodých materiálů např. mikroorganismů).

3. Krevní destičky (trombocyty) = bezjaderné útržky buněk, jejichž funkce je srážlivost krve a zamezení krvácení

Krevní plazma se skládá z vody, plazmatických proteinů a ostatních rozpuštěných látek.

Při **transfúzi** krve je důležité zohlednit typ **krevní skupiny** dle systému **AB0 a faktor Rh**.

Aglutinogeny – bílkoviny na stěnách červených krvinek, které existují ve dvou druzích, označovány jako A a B. Podle přítomnosti těchto aglutinogenů na červených krvinkách se rozeznávají čtyři krevní skupiny.

Aglutininy – protilátky bílkovinné povahy, které jsou obsaženy v krevní plazmě. Označují se jako anti-A a anti-B. Tolerují pouze vlastní aglutinogeny, respektive červené krvinky, které je ve své stěně obsahují.

V systému AB0 lze nalézt čtyři základní krevní skupiny:

A = obsahuje protilátky anti-B

B = obsahuje protilátky anti-A

AB = neobsahuje žádné protilátky

0 = obsahuje protilátky anti-A i anti-B

Další systém, který je důležitý při transfúzi je **systém Rh**. Rozlišujeme:

Rh pozitivní = tělo začne tvořit protilátky proti Rh negativním typům

Rh negativní = neobsahuje žádné protilátky

Krev připravená k transfúzi se skladuje v jednotlivých vacích, které lze označit za **krevní konzervu**.

Lymfatický systém zajišťuje ochranu před útokem patogenů. Lymfatický systém vede za pomoci lymfatických cév **lymfu (mízu)**, který se skládá z bílých krvinek, lymfatických cév a lymfatických orgánů.

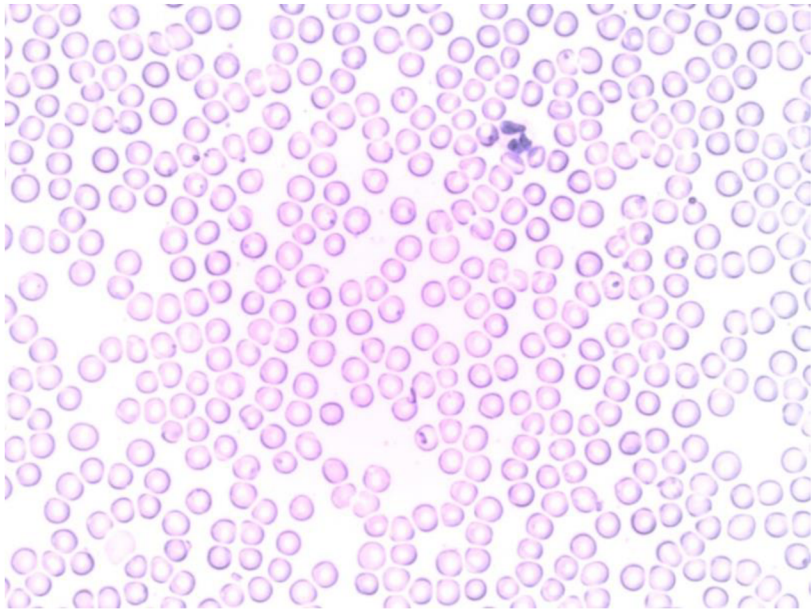
Mezi **lymfatické orgány** lze zařadit například:

- **Brzlík** je důležitým orgánem lymfatického systému, jelikož zde dozrávají T-lymfocyty. Nejaktivnějším je brzlík v novorozeneckém a předpubertálním období.
- **Slezina** je orgán, který zajišťuje filtraci krve.
- **MALT – mandle, apendix (červovitý výběžek slepého střeva), sliznice v přímém kontaktu s vnějším prostředím aj.,** – lymfatické tkáně zajišťující obranu před patogeny v lidském těle prostřednictvím sliznice (slizniční imunita)
- **Lymfatické uzliny** jsou orgány, které zajišťují filtraci mízy. Lze je nalézt po celém těle – např. v podpaží, v tříselech, u velké cévy krku, v oblasti dutiny břišní, v oblasti hrudníku.

Nespecifická imunita = vrozená imunita – skládá se z útvarů, které vytvářejí fyzikální bariéry zajišťující ochranu před průnikem patogenů do lidského těla a bílých krvinek. Mezi tyto útvary vytvářející bariéry lze zařadit kůži či sliznice v jednotlivých soustavách, které přímo komunikují s vnějším prostředím. Jedná se o vývojově starší imunitu. Hlavními bílými krvinkami jsou **neutrofil** (mikrofág schopný fagocytózy). Další buňky, které ničí identifikované viry, bakterie nebo nádorové buňky se nazývají **NK-buňky**. **Makrofágy** jsou buňky schopné fagocytózy, které lze též zařadit mezi obranné buňky nespecifické imunity.

Specifická imunita = získaná imunita je charakteristická specifitější odpovědí, jelikož reaguje pouze na konkrétní antigen způsobující tvorbu protilátek. Při prvním setkání imunitního systému s antigenem se vytváří paměťové buňky, které se při

	<p>druhém setkání se stejným antigenem aktivují. Specifické látky se tvoří daleko rychleji. Imunitní odpověď zde zajišťují B a T-lymfocyty. Jedná se o vývojově mladší imunitu.</p>
Odkazy na odbornou literaturu	<p>DEAN, L. Blood Groups and Red Cell Antigens. Bethesda (MD): National Center for Biotechnology Information (US); 2005. Chapter 5, The ABO blood group. Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK2267/</p> <p>FLANNAGAN, R. S., JAUMOILLÉ, V., et al. The Cell Biology of Phagocytosis. Annual Review of Pathology: Mechanisms of Disease. 2012, 7(1), 61–98. ISSN 1553-4006. Dostupné z: doi:10.1146/annurev-pathol-011811-132445</p> <p>KIMURA, S., ANDO, T., et al. Ever-advancing chronic myeloid leukemia treatment. International Journal of Clinical Oncology. 2014, 19(1), 3–9. ISSN 1341-9625. Dostupné z: doi:10.1007/s10147-013-0641-7</p> <p>KITTNAR, O. Lékařská fyziologie. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3068-4.</p> <p>LAPČÍKOVÁ, A. Laboratorní hematologie: [od fyziologie k medicíně : integrace vědy, výzkumu odborného vzdělávání a praxe]. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2011. ISBN 978-80-244-2876-5.</p> <p>LEWIS, S. M., WILLIAMS, A., et al. Structure and function of the immune system in the spleen. Science Immunology. 2019, 4(33). ISSN 2470-9468. Dostupné z: doi:10.1126/sciimmunol.aau6085</p> <p>MESCHER, A. L. Junqueira's Basic Histology. Text and Atlas. 14. USA: McGraw-Hill Education, 2016. ISBN 987-0-07-184270-9.</p> <p>SCHIENER, M., HOSSANN, M., et al. Nanomedicine-based strategies for treatment of atherosclerosis. Trends in Molecular Medicine. 2014, 20(5), 271–281. ISSN 14714914. Dostupné z: doi:10.1016/j.molmed.2013.12.001</p> <p>ZDROJEWICZ, Z., PACHURA, E., et al. The Thymus: A Forgotten, But Very Important Organ. Advances in Clinical and Experimental Medicine. 2016, 25(2), 369–375. ISSN 1899-5276. Dostupné z: doi:10.17219/acem/58802</p> <p>ZIDAN, M., PABST, R. Histological, histochemical and immunohistochemical study of the lymph nodes of the one humped camel (<i>Camelus dromedarius</i>). Veterinary Immunology and Immunopathology. 2012, 145(1-2), 191–198. ISSN 01652427. Dostupné z: doi:10.1016/j.vetimm.2011.11.004</p>

Pomůcky	30 polí s kartičkami – na každé kartičce bude jiný úkol či pokyn, 1× karta start, 1× karta cíl, 2× hrací kostka, 32× plastová obruč o vnějším průměru cca 40–50 cm na vyznačení hracích polí položených na zemi
Pomůcky - zásobník otázek a úloh	<p>1. Pole – Kolik známe krevních skupin u člověka (AB0 systém)? (Fakultní nemocnice v Motole, 2012) <u>Odpověď</u>: 4 - A, B, AB, 0</p> <p>2. Pole – Jedno kolo nehraješ.</p> <p>3. Pole – Kde lze v těle nalézt lymfatické uzliny (alespoň 2)? (Mescher, 2016) <u>Odpověď</u>: Například v podpaží, v tříselech, v oblasti velkých cév krku, v oblasti břišní dutiny, v oblasti hrudníku</p> <p>4. Pole – Vrať se o 3 pole zpět.</p> <p>5. Pole – Jaká je minimální věková hranice pro darování krve? (Všeobecná fakultní nemocnice v Praze, 2019) <u>Odpověď</u>: 18 let</p> <p>6. Pole – Jaký typ krevních buněk se nachází na této fotografii? (Mescher, 2016)</p>  <p>Obrázek 40. Mikrofotografie červených a bílých krvinek ([Krev neutrofilů]. In: Pixabay.com [online]. 2017, 2. dubna 2017 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: https://pixabay.com/cs/photos/krev-neutrofilů-2194498/).</p> <p><u>Odpověď</u>: Bílé krvinky (leukocyty), červené krvinky (erytrocyty)</p> <p>7. Pole – Běž o 3 pole vpřed.</p> <p>8. Pole – Na kolik částí se rozděluje lidské srdce? (Mescher, 2016)</p>

Odpověď: 4 = 2 komory a 2 síně (levá a pravá)

9. Pole – Které orgány zajišťují filtraci mízy (lymfy)? (Mescher, 2016)

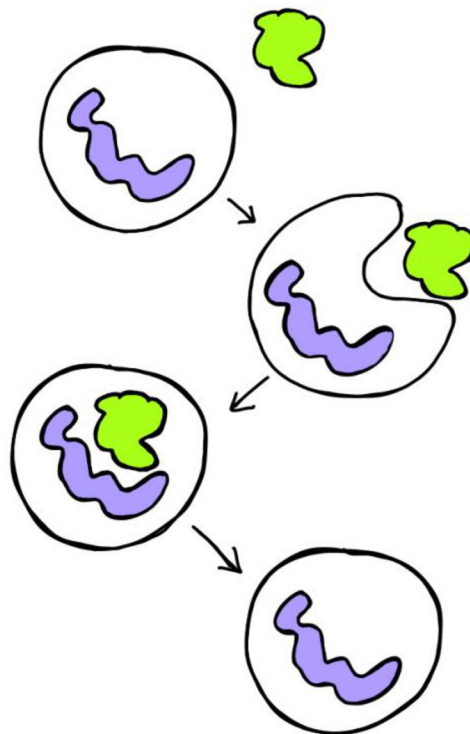
Odpověď: Lymfatické uzliny

10. Pole – Vyjmenuj 1 funkci oběhové soustavy. (Mescher, 2016)

Odpověď: Například transportní, obranná (imunitní), homeostatická, rozvádění tepla po těle, srážlivost krve

11. Pole – 1 kolo nehraješ.

12. Pole – Jaký proces bílých krvinek se nachází na obrázku? Popiš ho.



Obrázek 41. Kresba schématu fagocytózy bílých krvinek. Bílý objekt prezentuje bílou krvinku, která pohlcuje (fagocytuje) patogen, který je v kresbě zaznamenán nepravidelným tvarem zelené barvy. Fialový objekt představuje jádro bílé krvinky (autor obrázku Klašková, 2022).

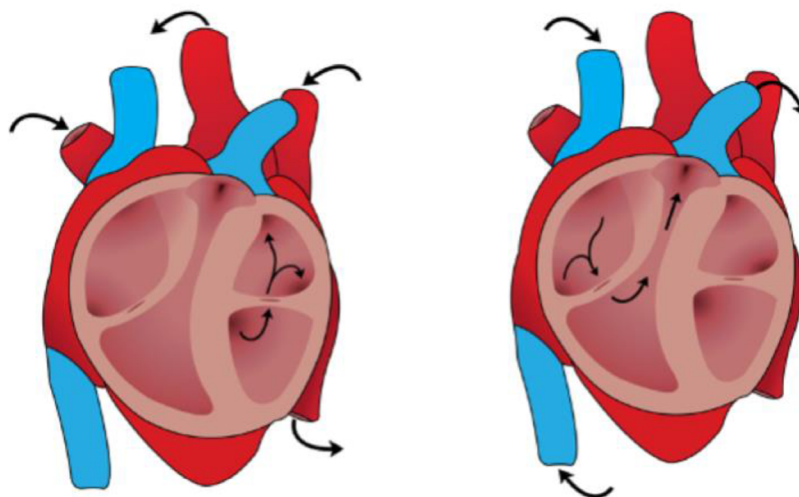
Odpověď: Fagocytóza, bílý objekt - bílá krvinka s fialově zaznačeným jádrem, zelený objekt - patogen, proces pohlcení patogenu bílou krvinkou

13. Pole – Které cévy vedou krev směrem ze srdce v krevním oběhu? (Mescher, 2016)

Odpověď: Tepny

14. Pole – Skoč na pole číslo 22.

15. Pole – Jaký orgán se nachází na obrázcích a z jakých částí se skládá? (Kittnar, 2011)



Obrázek 42. Kresba vnitřní stavby srdce společně s naznačením toku krve v pravé a levé části srdce ([Cardiovascular]. In: Pixabay.com [online]. 2019, 30. července 2019 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://pixabay.com/cs/illustrations/kardiovaskulárn%C3%AD-srdce-průtok-krve-4372256/>).

Odpověď: Srdce, pravá a levá komora, pravá a levá síň

16. Pole – Do které skupiny krevních buněk patří T-lymfocyt a B-lymfocyt? (Mescher, 2016)

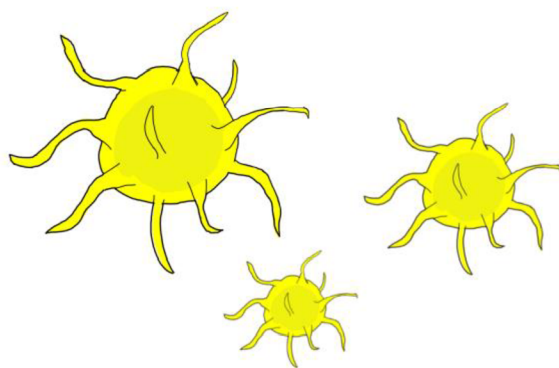
Odpověď: mezi bílé krvinky (leukocyty)

17. Pole – Které cévy vedou krev směrem k srdci v krevním oběhu? (Mescher, 2016)

Odpověď: Žíly

18. Pole – Vrať se o 2 pole zpět.

19. Pole – Jaké krevní elementy se nachází na obrázku? Jakou mají funkci? (autor obrázku Klašková, 2022)



Obrázek 43. Kresba krevních destiček (autor obrázku Klašková, 2022).

Odpověď: Krevní destičky, srážlivost krve

20. Pole – Vyjmenujte alespoň 2 orgány z lymfatického systému. (Mescher, 2016)

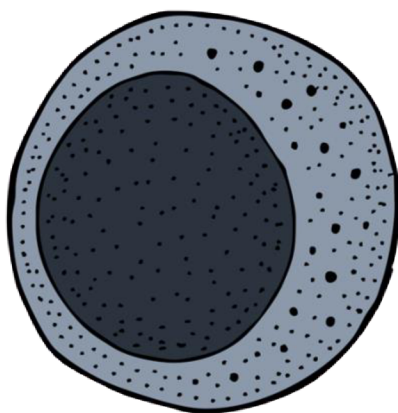
Odpověď: Například brzlík, slezina, mandle, červená kostní dřeň

21. Pole – Kolika dní se dožívají červené krvinky? (Mescher, 2016)

Odpověď: 120 dní

22. Pole – Házíš 2×.

23. Pole – Na fotografii se nachází lymfocyt nebo virus chřipky?



Obrázek 44. Kresba lymfocytu ([Lymfocyt]. In: Pixabay.com [online]. 2022, 9. dubna 2022 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://pixabay.com/cs/illustrations/lymfocyt-krev-b%C3%ADlých-krvinek-buňka-7120564/>).

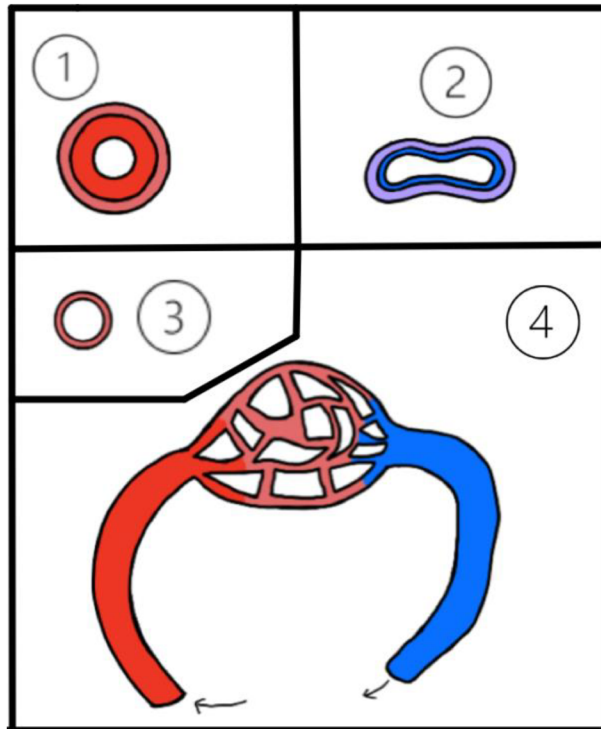
Odpověď: lymfocyt

24. Pole – Jaké národnosti byl lékař, který nezávisle na rakouském a americkém lékaři objevil krevní skupinu AB? (Fakultní nemocnice v Motole, 2012)

Odpověď: České - Dr. Jan Jánský

25. Pole – Pojmenujte jednotlivé cévy na obrázku a popište jejich funkci.

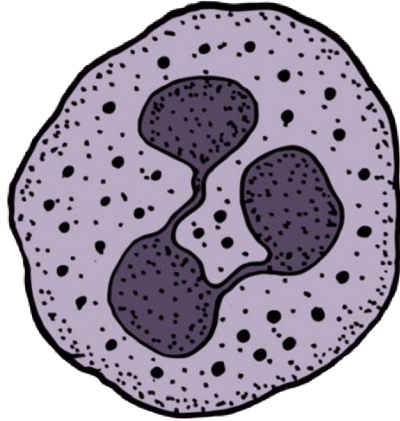
(Klašková Tereza, 2022)



Obrázek 45. Kresba cév. Číslo 1 prezentuje tepnu, číslo 2 značí žílu a číslo 3 označuje vlásečnici. Číslo 4 značí spojení cév (červená část značí tepnu, růžová část značí vlásečnici a modrá část značí žílu) (autor obrázku Klašková, 2022).

Odověď: 1 – tepna, 2 – žíla, 3 – vlásečnice, 4 – tepny vedou krev směrem od srdce, vlásečnice zajišťují výměnu živin, dýchacích plynů a ostatních látek, žíly vedou krev směrem k srdci

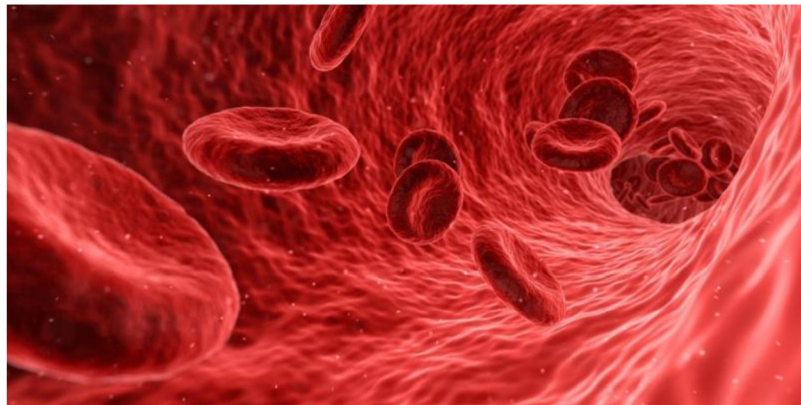
26. Pole – Jaký typ granulocytu se nachází na obrázku?



Obrázek 46. Kresba neutrofilu ([Neutrofil]. In: Pixabay.com [online]. 2022, 8. dubna 2022 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://pixabay.com/cs/illustrations/neutrofil-leukocyt-krev-7118470/>).

Odpověď: Neutrofilní granulocyt (neutrofil)

27. Pole – Poznáte, co se nachází na obrázku?



Obrázek 47. Kresba červených krvinek ([Blood]. In: Pixabay.com [online]. 2016, 14. listopadu 2016 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://pixabay.com/cs/illustrations/krev-buňky-červené-lékařský-lék-1813410/>).

Odpověď: Červené krvinky (erythrocyty), céva

28. Pole – Která imunita je vývojově starší? Imunita vrozená nebo imunita získaná? (Mescher, 2016)

Odpověď: Imunita vrozená (nespecifická)

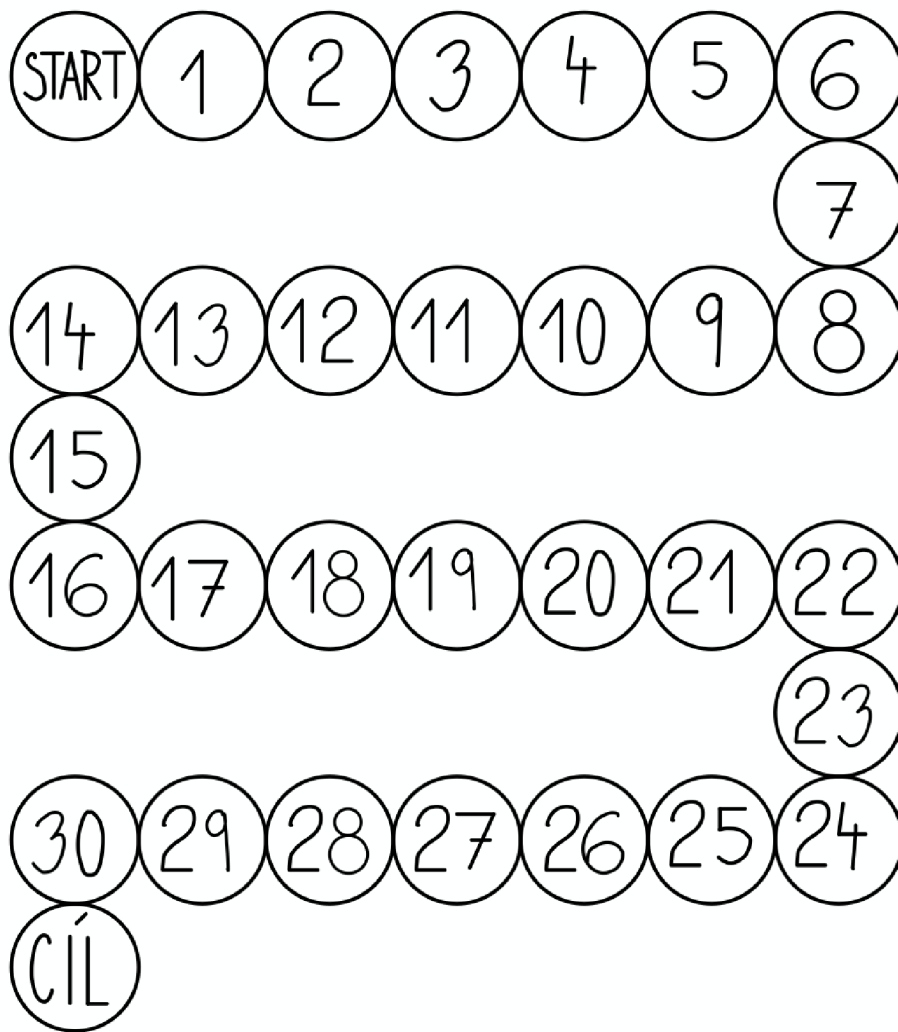
29. Pole – Vrať se o 5 polí zpět.

30. Pole – V kterém orgánu dochází k filtraci krve? (Mescher, 2016)

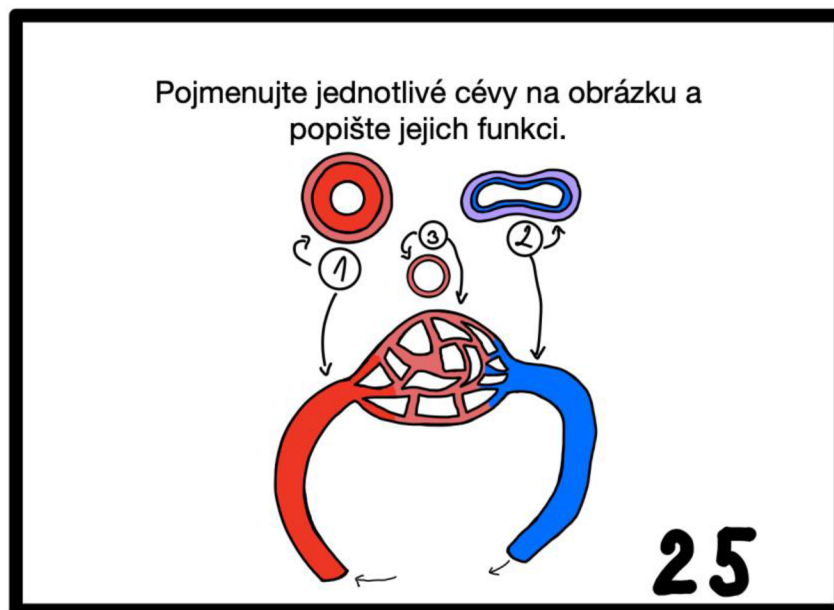
Odpověď: Ve slezině

<p>Zdroje jednotlivých úloh a otázek</p>	<p>Fakultní nemocnice v Motole: Oddělení krevní banky [online]. Praha: Fakultní nemocnice v Motole, 2012 [cit. 2022-03-27]. Dostupné z: https://www.fnmotol.cz/kliniky-a-oddeleni/spolecne-vysetrovaci-a-lecebne-slozky/oddeleni-krevni-banky/</p> <p>KITTNER, O. Lékařská fyziologie. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3068-4.</p> <p>MESCHER, A. L. Junqueira's Basic Histology. Text and Atlas. 14. USA: McGraw-Hill Education, 2016. ISBN 987-0-07-184270-9.</p>
<p>Postup hry</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Vytvořte 4 týmy po 5 žácích. 2. Vyberte jednoho zástupce, který si stoupne na políčko start (představuje herní figurku). 3. Hod'te si v každém týmu kostkou. Ten tým, který hodí více začíná hru. 4. Vítězný tým hodí kostkou znovu. 5. Podle bodů na vhozené kostce se přesuňte na příslušné pole. 6. Stoupli jste na políčko s kartou. Tuto kartu otočte přečtete zadání úkolu a úkol vyřešte či proveďte daný pokyn. Pokud odpovíte špatně, vracíte se zpět na předešlé pole (odpovídá celý tým). Správnost vaši odpovědi kontroluje učitel. 7. Tým, který se dostane první do cíle vyhrává hru.

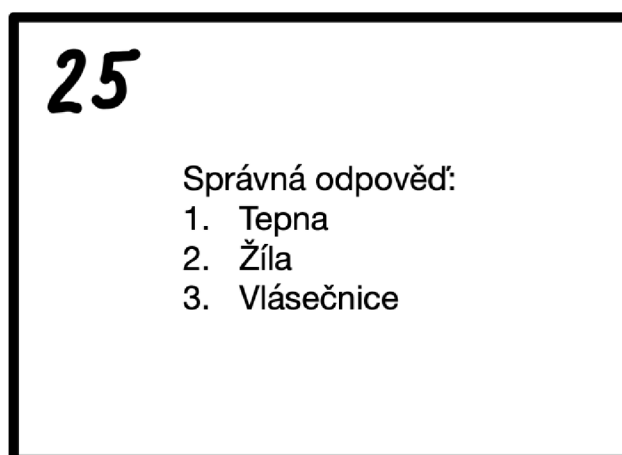
Obrazová
dokumentace



Obrázek 48. Schéma rozvržení jednotlivých políček s pořadím otázek (autor schématu
Klašková, 2022).



Obrázek 49. Vzorová kartička umístěna v poli číslo 25 (autor obrázku Klašková, 2022).



Obrázek 50. Vzorová tabulka pro učitele sloužící ke kontrole správné odpovědi u žáků úkolu v poli číslo 25 (autor obrázku Klašková, 2022).

<p>Pokyny pro učitele</p>	<p>Je potřeba předem vytvořit kartičky s jednotlivými úkoly a pokyny se správnými odpověďmi a připravit si hrací pole pro danou aktivitu. Odpovědi žáků kontroluje učitel za pomoci správných odpovědí na kartičkách.</p>
<p>Závěr</p>	<p>K závěru aktivity dojde k vyhodnocení aktivity. Učitel zhodnotí celou aktivitu a její průběh společně s žáky.</p>

5.6.5 Metodický list – „Indicie“

Indicie	
Cílová skupina	8.–9. třída základní školy, nižší stupně víceletých gymnázií
Časová náročnost	10 minut
Doporučené metody	<p>Klasické výukové metody: metody slovní – dialog, rozhovor, metody názorně demonstrační – práce s obrazem</p> <p>Aktivizující metody: metody diskusní – diskuse,</p> <p>Komplexní výukové metody: brainstorming, skupinová výuka</p>
Zařazení dle RVP ZV	Biologie člověka
Téma, které aktivita předkládá	Oběhová soustava
Klíčová slova	očkování, transfúze, krevní oběh, krevní skupiny, krevní destičky, trombocyty, srdce, plíce, cévy – tepny, žíly, vlasečnice, červené krvinky, erytrocyty, bílé krvinky, leukocyty, plakety MUDr. Jana Jánského, injekční stříkačka
Výukové cíle	<ul style="list-style-type: none"> • Žák provádí rozbor jednotlivých fotografií a kreseb, na základě kterého k nim přiřazuje odpovídající témata • Žák uvede vztahy mezi kresbami/fotografiemi a tématem • Žák diskutuje o kresbách a fotografiích spojených s oběhovou soustavou • Žák popíše kresby a fotografie týkající se oběhové soustavy • Žák objasní princip darování krve • Žák uvede vztahy mezi hlavními komponenty v oběhové soustavě • Žák popíše stavbu oběhové soustavy v lidském těle
Klíčové kompetence	<p>Kompetence k učení: žák se učí za pomoci jednotlivých fotografií nebo kreseb, kdy žák provádí jejich rozbor, dle kterého se snaží připravené pomůcky přiřadit ke správnému tématu. Žák si uvědomuje vztahy mezi připravenými pomůckami a tématem. Na základě připraveným kreseb a fotografií se žák naučí princip darování krve, očkování a krevního oběhu lidského těla.</p>

	<p>Kompetence komunikativní: žáci mezi sebou diskutují a komunikují nad daným tématem a fotografiemi či kresbami, které jsou s vybraným tématem spojené. Žáci diskutují ve skupinách a své výsledky prezentují ostatním.</p> <p>Kompetence sociální a personální: žáci pracují ve skupinách, kde se zároveň učí spolupracovat.</p>
Základní termíny	<p>transfúze = darování i příjem krve od dárce</p> <p>krevní konzerva = forma skladování darované krve</p> <p>specifická imunita = získaná imunita</p> <p>patogen = biologický materiál, který může zapříčinit onemocnění jedince</p>
Teoretický úvod	<p>Oběhová soustava rozvádí krevní elementy a ostatní látky do všech potřebných částí těla. Mezi struktury, které napomáhají tomuto procesu lze přiřadit například srdce a cévy.</p> <p>Srdce je hlavním orgánem oběhové soustavy a zajišťuje proudění krve celým organismem. Srdce má podobu dutého svalu, který je tvořen srdeční svalovinou (myokard). Ta umožňuje pravidelné stahy srdce.</p> <p>Srdce pumpuje krev do plicního (malého) a tělního (velkého) oběhu. V plicním oběhu se krev okysličí. V tělním oběhu krev rozvádí kyslík, potřebné živiny a odvádí odpadní látky.</p> <p>Cévy napomáhají rozvádět krev po celém organismu. Cévy lze rozdělit na:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tepny = cévy, které vystupují ze srdce a přivádějí krev do těla • Žíly = cévy, které přivádějí krev k srdci • Vlásečnice = cévy nejmenšího rozměru, kde se uskutečňuje výměna odpadních látek, dýchacích plynů (O₂, CO₂) a živin <p>Základní tělní tekutinou oběhové soustavy je krev. Krev obsahuje krevní elementy a krevní plazmu. Mezi krevní elementy lze zařadit:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Červené krvinky (erytrocyty) = bezjaderné krevní buňky vyplněné hemoglobinem, které na sebe váží molekuly dýchacích plynů. 2. Bílé krvinky (leukocyty) = krevní elementy s jádrem, jejichž funkce je obrana organismu. Některé typy leukocytů mají funkci fagocytózy. Dle typu jádra a funkce se dále dělí na: <p>Granulocyty obsahují specifickou granulu a lysozomy. Dělí se na:</p>

- **Neutrofilní** granulocyt – mikrofág, nejpočetnější skupina bílých krvinek, jádro s 2–5 segmenty, schopný fagocytózy

- **Eosinofilní** granulocyt – jádro ze dvou segmentů, menší zastoupení než neutrofilů, schopný fagocytózy

- **Basofilní** granulocyt – nejmenší zastoupení z granulocytů v lidském těle, v jádře 2 laloky nepravidelného tvaru a téměř nečleněné, schopný fagocytózy

Agranulocyty obsahují pouze lysozomy. Dále se dělí na:

- **Lymfocyty** (T-lymfocyt, B-lymfocyt) - **B-lymfocyt** je odpovědný za látkovou imunitu (tvorba specifických protilátek). Vytváří se v kostní dřeni. **T-lymfocyt** je odpovědný za buněčnou imunitu (přímo zabíjejí cizorodé buňky nebo nádorové buňky).

- **Monocyty** (přeměňují se v makrofágy) – největší bílá krvinka, která se po vycestování z krevního oběhu do tkání nebo tělesných dutin mění na makrofág (pohlcování a likvidace cizorodých materiálů např. mikroorganismů).

3. Krevní destičky (trombocyty) = bezjaderné útržky buněk, jejichž funkce je srážlivost krve a zamezení krvácení

Krevní plazma se skládá z vody, plazmatických proteinů a ostatních rozpuštěných látek.

Při **transfúzi** krve je důležité zohlednit typ **krevní skupiny** dle systému **AB0 a faktor Rh**.

Aglutinogeny – bílkoviny na stěnách červených krvinek, které existují ve dvou druzích, označovány jako A a B. Podle přítomnosti těchto aglutinogenů na červených krvinkách se rozeznávají čtyři krevní skupiny.

Aglutiny – protilátky bílkovinné povahy, které jsou obsaženy v krevní plazmě. Označují se jako anti-A a anti-B. Tolerují pouze vlastní aglutinogeny, respektive červené krvinky, které je ve své stěně obsahují.

V systému AB0 lze nalézt čtyři základní krevní skupiny:

A = obsahuje protilátky anti-B

B = obsahuje protilátky anti-A

AB = neobsahuje žádné protilátky

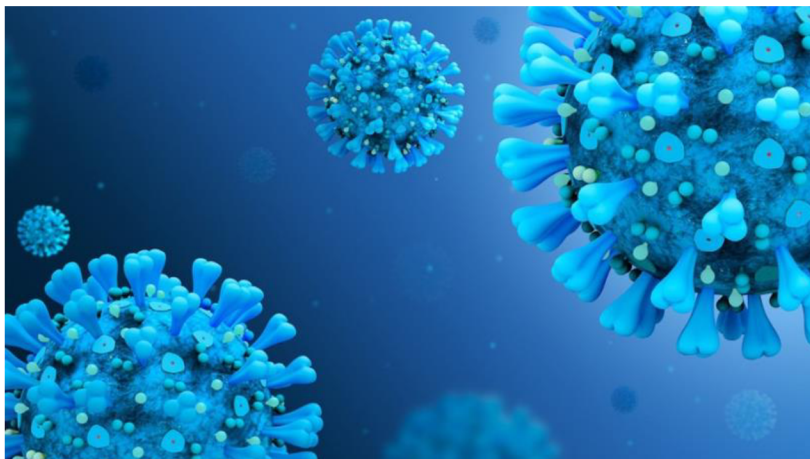
0 = obsahuje protilátky anti-A i anti-B

Další systém, který je důležitý při transfúzi je **systém Rh**. Rozlišujeme:

	<p>Rh pozitivní = tělo začne tvořit protilátky proti Rh negativním typům</p> <p>Rh negativní = neobsahuje žádné protilátky</p> <p>Krev připravená k transfúzi se skladuje v jednotlivých vacích, které lze označit za krevní konzervu.</p>
Odkazy na odbornou literaturu	<p>DEAN, L. Blood Groups and Red Cell Antigens. Bethesda (MD): National Center for Biotechnology Information (US); 2005. Chapter 5, The ABO blood group. Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK2267/</p> <p>FLANNAGAN, R. S., JAUMOUILLE, V., et al. The Cell Biology of Phagocytosis. Annual Review of Pathology: Mechanisms of Disease. 2012, 7(1), 61–98. ISSN 1553-4006. Dostupné z: doi:10.1146/annurev-pathol-011811-132445</p> <p>KITTNAR, O. Lékařská fyziologie. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3068-4.</p> <p>LAPČÍKOVÁ, A. Laboratorní hematologie: [od fyziologie k medicíně : integrace vědy, výzkumu odborného vzdělávání a praxe]. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2011. ISBN 978-80-244-2876-5.</p> <p>MESCHER, A. L. Junqueira's Basic Histology. Text and Atlas. 14. USA: McGraw-Hill Education, 2016. ISBN 987-0-07-184270-9.</p>
Pomůcky	<p>Součástí aktivity je hádání 6 témat – očkování, krevní oběh, MUDr. Jan Jánský, transfúze, krevní destičky, bílé krvinky. Ke každému tématu jsou potřeba alespoň 4 tematicky zaměřené fotografie (uvedeno v obrazové dokumentaci), 6× eurosložka</p>
Pracovní postup	<p>Aktivita je vytvořena pro 4 týmy, kdy je tým tvořen 5 žáky.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Vytvořte tým po 5 žácích. 2. Společně s vytvořeným týmem si vyberte své pracovní místo (na stole). 3. Do každého týmu dostanete postupně 6 eurosložek (všechny týmy budou mít stejná témata se stejnými indiciemi) s kartami, na kterých budou různé objekty. Každá eurosložka obsahuje jiný počet indicií u daných témat. 4. Vyčkejte na pokyn ke startu. 5. Po zaznění pokynu vyndejte karty z eurosložky. Vaším úkolem je uhádnout, jakého tématu se obrázky týkají. Ten tým, který si myslí, že zná správnou odpověď se přihlásí a zodpoví svou odpověď. Pokud odpověď bude správná, tým získává bod a hádání tohoto tématu končí ve všech týmech – přechází se na další kolo. Pokud odpovíte špatně, pokračujete v hádání tématu dál.

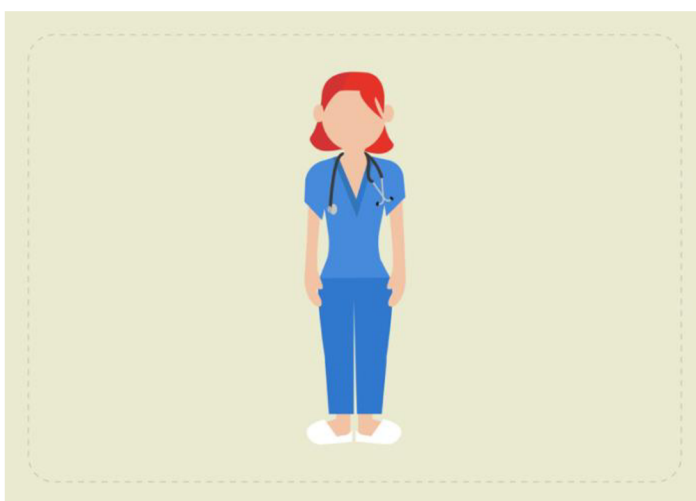
6. Tento postup vykonajte 6×, jelikož vás čeká 6 eurosložek s různým počtem indicií pro uhádnutí 6 různých témat.
7. Tým, který získá více bodů aktivitu vyhrál.

1. Téma: Očkování



Obrázek 51. Obrázek viru ([Koronavirus]. In: Pixabay.com [online]. 2020, 19. dubna 2020 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://pixabay.com/cs/photos/koronavirus-onemocnen%C3%AD-covid-2019-5060427/>).

Obrazová dokumentace



Obrázek 52. Kresba zaměstnance ve zdravotnickém odvětví (zdravotní sestra/lékařka) ([Doktor]. In: Pixabay.com [online]. 2020, 19. května 2020 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://pixabay.com/cs/vectors/doktor-nemocnice-zdrav%C3%AD-l%C3%A9kařské-5187728/>).



Obrázek 53. Kresba injekční stříkačky ([Stříkačka]. In: Pixabay.com [online]. 2020, 4. prosince 2020 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://pixabay.com/cs/vectors/stř%C3%ADkačka-očkován%C3%AD-injekce-vakc%C3%ADna-5801045/>).



Obrázek 54. Fotografie vakcíny ([Vaccine]. In: Pixabay.com [online]. 2021, 11. dubna 2021 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://pixabay.com/cs/photos/vakc%C3%ADna-koronavirus-lékařský-ruka-6165772/>).

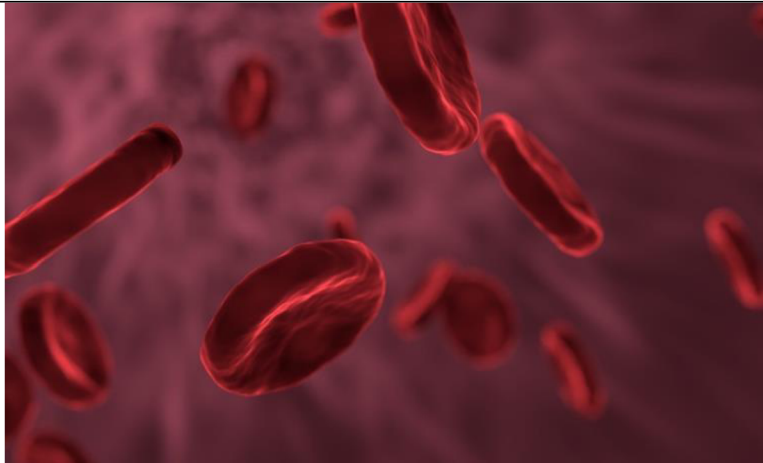
2. Téma: Transfúze (darování krve)



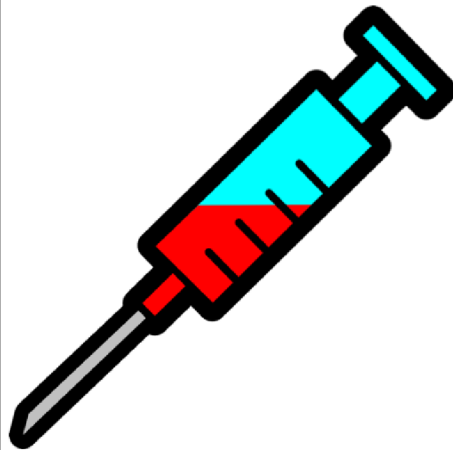
Obrázek 55. Fotografie krevních konzerv ([Blood bags]. In: Pixabay.com [online]. 2013, 8. března 2013 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://pixabay.com/cs/photos/krevn%C3%AD-vaky-%E2%99%A5-%E2%99%A5-%E2%99%A5-91170/>).



Obrázek 56. Kresba krevní konzervy (krevní skupina B) společně se stojanem na krevní konzervu ([Blood]. In: Pixabay.com [online]. 2021, 13. srpna 2021 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://pixabay.com/cs/vectors/krev-lidsk%C3%A1-krev-krevn%C3%AD-slo%C7%KA-6540423/>).



Obrázek 57. Obrázek červených krvinek ([Červené Krvinky]. In: Pixabay.com [online]. 2018, 3. března 2018 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://pixabay.com/cs/illustrations/červené-krvinky-mikrobiologie-3188223/>).

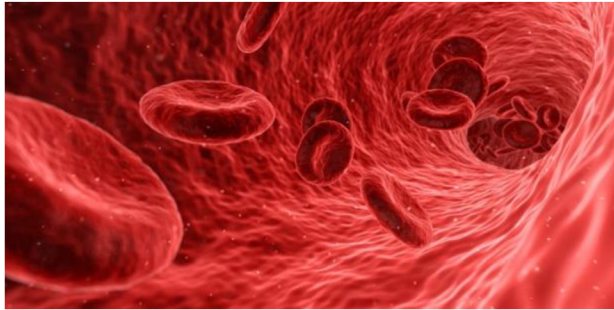


Obrázek 58. Kresba injekční stříkačky s krví ([Stříkačka]. In: Pixabay.com [online]. 2013, 7. října 2013 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://pixabay.com/cs/vectors/stř%C3%ADkačka-injekce-zdrav%C3%AD-lékařský-147034/>).

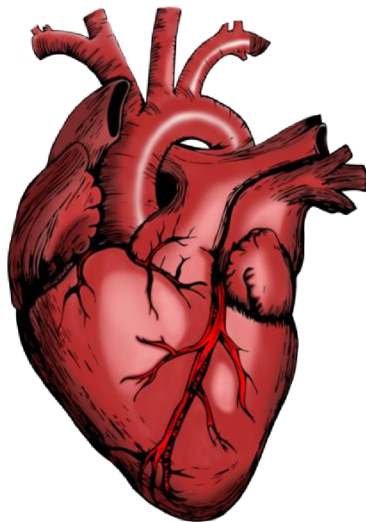
3. Téma: Krevní oběh



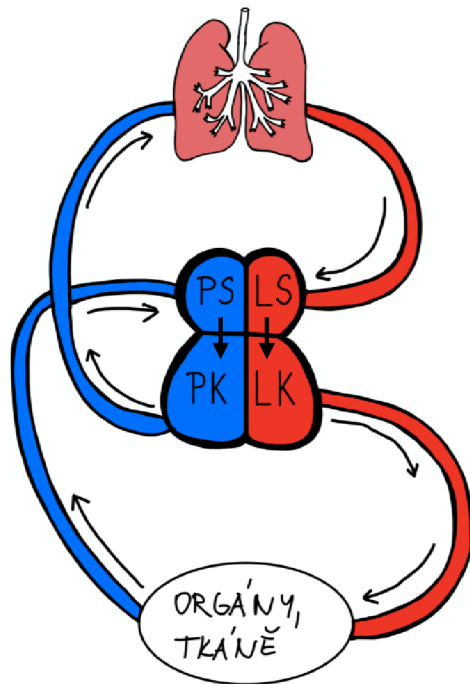
Obrázek 59. Kresba cévy s červenými krvinkami ([Anatomy]. In: Pixabay.com [online]. 2013, 22. října 2013 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://pixabay.com/cs/vectors/anatomie-krev-plavidlo-červené-156854/>).



Obrázek 60. Obrázek červených krvinek v cévě ([Blood]. In: Pixabay.com [online]. 2016, 14. listopadu 2016 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://pixabay.com/cs/illustrations/krev-buňky-červené-lékařský-lék-1813410/>).



Obrázek 61. Kresba lidského srdce ([Srdce]. In: Pixabay.com [online]. 2020, 23. dubna 2020 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://pixabay.com/cs/illustrations/srdce-zdravotn%C3%AD-sestřička-zdrav%C3%AD-5079717/>).



Obrázek 62. Jednoduché schéma krevního oběhu v lidském těle (plicní a tělní oběh). Uprostřed kresby se vyskytuje schématické znázornění srdce, které je rozděleno na pravou (PS) a levou síň (LS) a levou (LK) a pravou (PK) komoru. Neokysličená krev je vedena žilami z orgánů a tkání do pravé síně (PS) srdce. Krev se dostává do pravé komory (PK). Z pravé komory (PK) srdce se odkysličená krev za pomoci žil přesune do plic, kde se okysličí. Okysličenou krev vedou tepny z plic do levé síně (LS). Z levé síně (LS) se krev dostává do levé komory (LK). Z levé komory (LK) putuje okysličená krev zpět do orgánů a tkání (autor obrázku Klašková, 2022).



Obrázek 63. Kresba kyslíkové láhve (kyslík = angl. oxygen) (Oxygen. In: Pixabay.com [online]. 2020, 17. června 2020 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://pixabay.com/cs/vectors/kysl%C3%ADk-jip-l%C4%9Bkařsk%C3%BD-plyn-v%C3%A1lec-5306040/>).



Obrázek 64. Obrázek molekuly oxidu uhličitého ([Spheres]. In: Pixabay.com [online]. 2020, 6. prosince 2020 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://pixabay.com/cs/photos/sf%C4%99ry-oxid-uhli%C4%8Dit%C3%BD-mraky-co2-5806920/>).

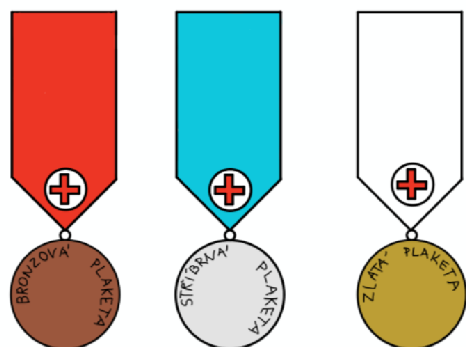
4. Téma: MUDr. Jan Jánský



Obrázek 65. Kresba přehledu krevních skupin dle systému AB0 společně se značením Rh faktoru, kdy + značí pozitivní a – negativní ([Krevní skupina]. In: Pixabay.com [online]. 2017, 10. ledna 2017 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://pixabay.com/cs/vectors/krev-krevn%C3%AD-skupina-seznam-zdrav%C3%AD-1968457/>).



Obrázek 66. Kresba kapky krve skupiny AB ([Krevní skupina Ab]. In: Pixabay.com [online]. 2017, 22. srpna 2017 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://pixabay.com/cs/illustrations/krevn%C3%AD-skupina-ab-krev-kapka-krve-2668693/>).



Obrázek 67. Kresba plaket Jana Janského za darování krve (bronzová, stříbrná a zlatá plaketa) (autor obrázku Klašková, 2022).



Obrázek 68. Obrázek vlajky České republiky ([Česko Vlajka Země]. In: Pixabay.com [online]. 2020, 27. února 2020 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://pixabay.com/cs/vectors/cesko-vlajka-země-čeština-4880480/>).

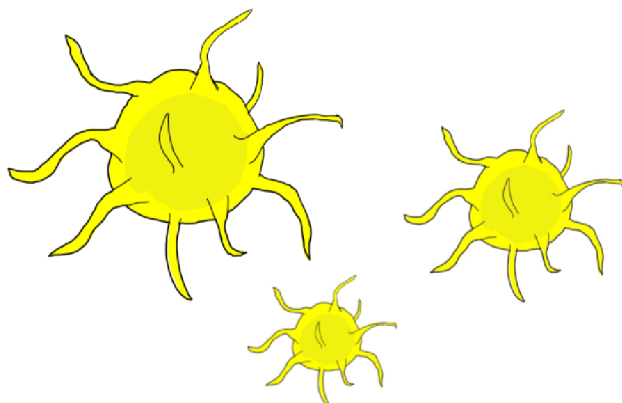
5. Téma: Krevní destičky



Obrázek 69. Fotografie krváčení ([Accident]. In: Pixabay.com [online]. 2015, 1. května 2015 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://pixabay.com/cs/photos/nehoda-krvacet-krvacej%C3%ADc%C3%AD-743035/>).



Obrázek 70. Kresba poraněné cévy s červenými krvinkami ([Anatomy]. In: Pixabay.com [online]. 2013, 22. října 2013 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://pixabay.com/cs/vectors/anatomie-krev-plavidlo-červené-156854/>).

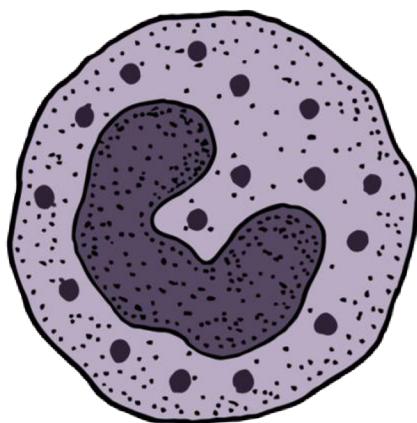


Obrázek 71. Kresba krevních destiček (autor obrázku Klašková, 2022).

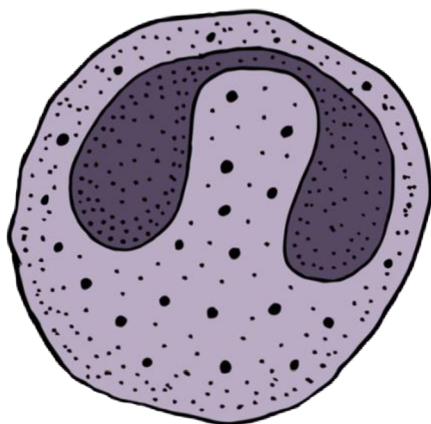
150 – 400*10⁹
v litru krve

Obrázek 72. Počet krevních destiček v litru krve (Mescher, 2016).

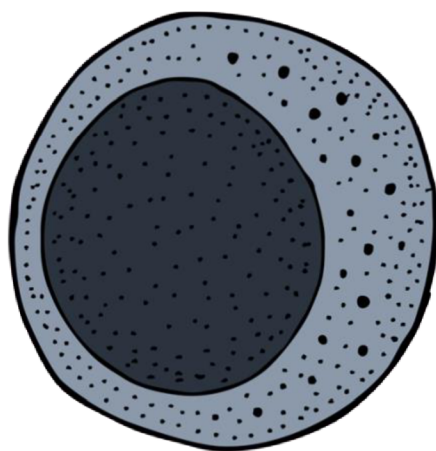
6. Téma: Bílé krvinky



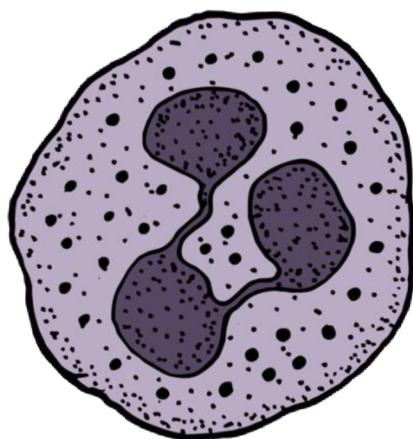
Obrázek 73. Kresba bazofilu ([Bazofil]. In: Pixabay.com [online]. 2022, 9. dubna 2022 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://pixabay.com/cs/illustrations/bazofil-leukocyt-krev-7120107/>).



Obrázek 74. Kresba eozinofilu ([Eozinofil]. In: Pixabay.com [online]. 2022, 9. dubna 2022 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://pixabay.com/cs/illustrations/eozinofil-leukocyt-krev-7120556/>).



Obrázek 75. Kresba lymfocytu ([Lymfocyt]. In: Pixabay.com [online]. 2022, 9. dubna 2022 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://pixabay.com/cs/illustrations/lymfocyt-krev-b%C3%ADlých-krvinek-buňka-7120564/>).



	Obrázek 76. Kresba neutrofilu ([Neutrofil]. In: Pixabay.com [online]. 2022, 8. dubna 2022 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: https://pixabay.com/cs/illustrations/neutrofil-leukocyt-krev-7118470/).
Doporučení a pokyny pro učitele	Je potřeba si předem připravit tematické okruhy, které mají žáci hádat. Je potřeba si předem připravit indicie k zvoleným tematickým okruhům. Tematické okruhy lze měnit dle náročnosti jednotlivých skupin.
Závěr	Závěrem aktivity proběhne sečtení získaných bodů ze strany jednotlivých týmů. Vyhodnotí se tým s nejvíce nasbíranými body. Aktivitu a její průběh zhodnotí žáci i učitel.

5.6.6 Metodický list – „Piškvorky“

Piškvorky	
Zpracovala: Tereza Klašková	
Cílová skupina	8.–9. třída základní školy, nižší stupně víceletého gymnázia
Časová náročnost	15 minut
Doporučené metody	<p>Klasické výukové metody: metody slovní – dialog, rozhovor</p> <p>Aktivizující výukové metody: diskusní metody – diskuse</p> <p>Komplexní výukové metody: didaktické hry, skupinová výuka, brainstorming</p>
Zařazení dle RVP ZV	Biologie člověka
Téma, které aktivita předkládá	Lymfatický systém, Oběhová soustava
Klíčová slova	<p>srdce, erythrocyty, červené krvinky, leukocyty, bílé krvinky, krevní destičky, trombocyty, fagocytóza, velký krevní oběh, malý krevní oběh, cévy, tepny, žíly, vlasečnice, krevní skupiny, lymfa, míza, lymfatický systém, nespecifická imunita, specifická imunita, lymfatické orgány, slezina, brzlík, mandle, lymfatické uzliny</p>
Výukové cíle	<ul style="list-style-type: none"> • Žák popíše stavbu oběhové soustavy • Žák uvede funkci orgánů lymfatického systému • Žák uvede vztahy mezi pojmy specifická a nespecifická imunita • Žák popíše funkci fagocytózy bílých krvinek
Klíčové kompetence	<p>Kompetence k učení: žák zodpovídá na otázky, kterými se učí nové poznatky a pojmy spojené s oběhovou soustavou a lymfatickým systémem. Prostřednictvím této aktivity si žáci uvědomí důležitost funkcí oběhové soustavy a lymfatického systému v lidském těle. Žák pochopí důležitost imunitní funkce v lidském těle, kategorizuje ji na specifickou a nespecifickou, kde uvede jejich vzájemné propojení.</p> <p>Kompetence komunikativní: žáci komunikují mezi sebou, kde mohou probírat jednotlivé techniky a taktiky umístění šátku do obruče.</p> <p>Kompetence sociální a personální: žáci pracují jako tým. Žáci pracují zároveň samostatně, kdy každý zvlášť odpovídá na danou otázku.</p>

<p>Základní termíny</p>	<p>fagocytóza = proces, při kterém dochází k pohlcení cizích částic za pomoci bílých krvinek</p> <p>patogen = biologický materiál, který může zapříčinit onemocnění jedince</p>
<p>Teoretický úvod</p>	<p>Oběhová soustava rozvádí krevní elementy a ostatní látky do všech potřebných částí těla. Mezi struktury, které napomáhají tomuto procesu lze přiřadit například srdce a cévy.</p> <p>Srdce je hlavním orgánem oběhové soustavy a zajišťuje proudění krve celým organismem. Srdce má podobu dutého svalu, který je tvořen srdeční svalovinou (myokard). Ta umožňuje pravidelné stahy srdce.</p> <p>Srdce pumpuje krev do plicního (malého) a tělního (velkého) oběhu. V plicním oběhu se krev okysličí. V tělním oběhu krev rozvádí kyslík, potřebné živiny a odvádí odpadní látky.</p> <p>Cévy napomáhají rozvádět krev po celém organismu. Cévy lze rozdělit na:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tepny = cévy, které vystupují ze srdce a přivádějí krev do těla • Žíly = cévy, které přivádějí krev k srdci • Vlásečnice = cévy nejmenšího rozměru, kde se uskutečňuje výměna odpadních látek, dýchacích plynů (O₂, CO₂) a živin <p>Základní tělní tekutinou oběhové soustavy je krev. Krev obsahuje krevní elementy a krevní plazmu. Mezi krevní elementy lze zařadit:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Červené krvinky (erythrocyty) = bezjaderné krevní buňky vyplněné hemoglobinem, které na sebe váží molekuly dýchacích plynů. 2. Bílé krvinky (leukocyty) = krevní elementy s jádry, jejichž funkce je obrana organismu. Některé typy leukocytů mají funkci fagocytózy. Dle typu jádra a funkce se dále dělí na: <ul style="list-style-type: none"> Granulocyty obsahují specifickou granulu a lysozomy. Dělí se na: <ul style="list-style-type: none"> • Neutrofilní granulocyt – mikrofág, nejpočetnější skupina bílých krvinek, jádro s 2–5 segmenty, schopný fagocytózy • Eosinofilní granulocyt – jádro ze dvou segmentů, menší zastoupení než neutrofilů, schopný fagocytózy • Basofilní granulocyt – nejmenší zastoupení z granulocytů v lidském těle, v jádře 2 laloky nepravidelného tvaru a téměř nečleněné, schopný fagocytózy Agranulocyty obsahují pouze lysozomy. Dále se dělí na:

• **Lymfocyty** (T-lymfocyt, B-lymfocyt) – **B-lymfocyt** je odpovědný za látkovou imunitu (tvorba specifických protilátek). Vytváří se v kostní dřeni. **T-lymfocyt** je odpovědný za buněčnou imunitu (přímo zabíjejí cizorodé buňky nebo nádorové buňky).

• **Monocyty** (přeměňují se v makrofágy) – největší bílá krvinka, která se po vycestování z krevního oběhu do tkání nebo tělesných dutin mění na makrofág (pohlcování a likvidace cizorodých materiálů např. mikroorganismů).

3. Krevní destičky (trombocyty) = bezjaderné útržky buněk, jejichž funkce je srážlivost krve a zamezení krvácení

Krevní plazma se skládá z vody, plazmatických proteinů a ostatních rozpuštěných látek.

Při **transfúzi** krve je důležité zohlednit typ **krevní skupiny** dle systému **AB0 a faktor Rh**.

Aglutinogeny – bílkoviny na stěnách červených krvinek, které existují ve dvou druzích, označovány jako A a B. Podle přítomnosti těchto aglutinogenů na červených krvinkách se rozeznávají čtyři krevní skupiny.

Aglutininy – protilátky bílkovinné povahy, které jsou obsaženy v krevní plazmě. Označují se jako anti-A a anti-B. Tolerují pouze vlastní aglutinogeny, respektive červené krvinky, které je ve své stěně obsahují.

V systému AB0 lze nalézt čtyři základní krevní skupiny:

A = obsahuje protilátky anti-B

B = obsahuje protilátky anti-A

AB = neobsahuje žádné protilátky

0 = obsahuje protilátky anti-A i anti-B

Další systém, který je důležitý při transfúzi je **systém Rh**. Rozlišujeme:

Rh pozitivní = tělo začne tvořit protilátky proti Rh negativním typům

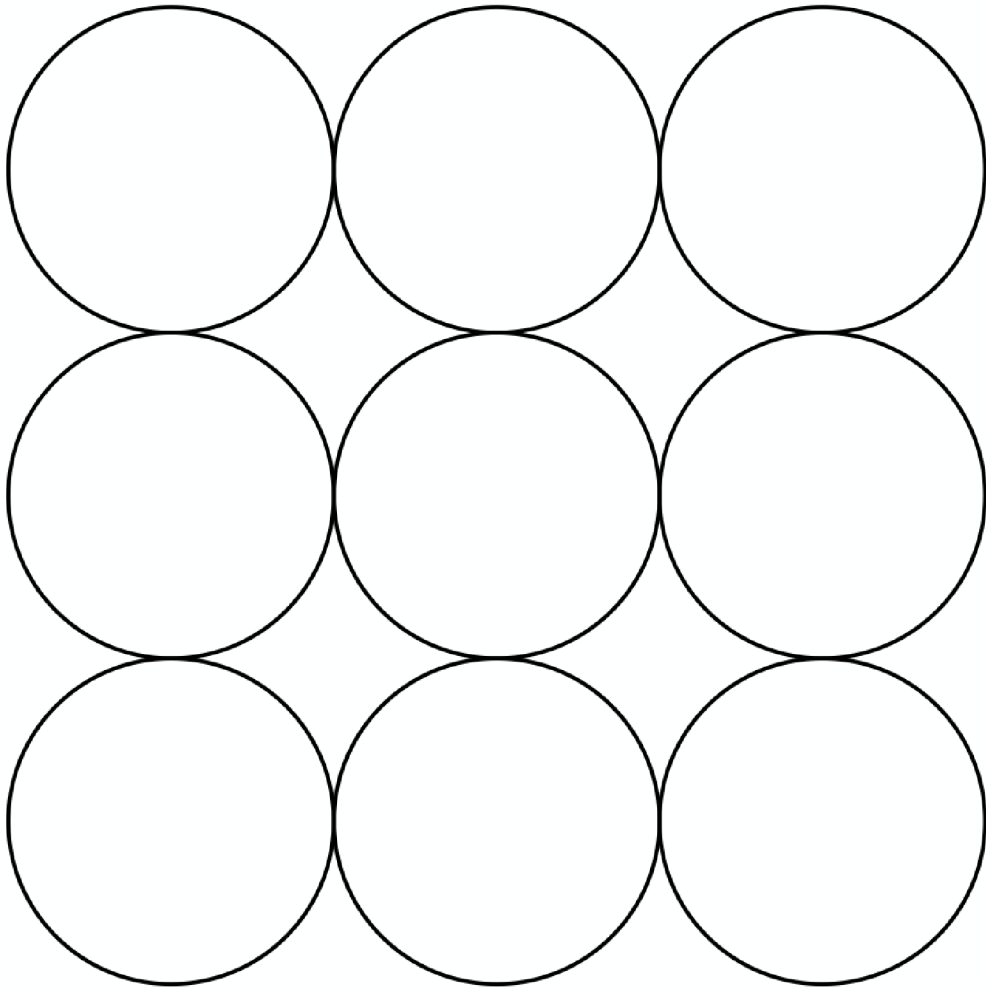
Rh negativní = neobsahuje žádné protilátky

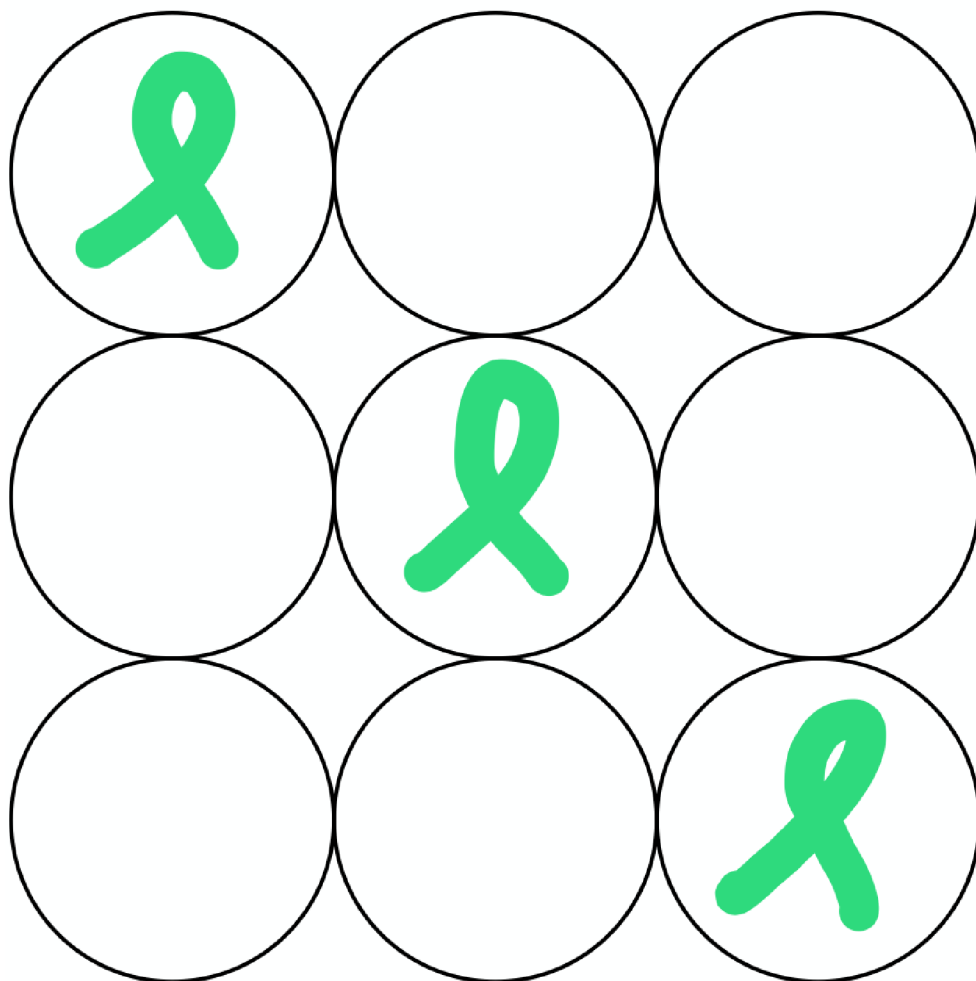
Krev připravená k transfúzi se skladuje v jednotlivých vacích, které lze označit za **krevní konzervu**.

Lymfatický systém zajišťuje ochranu před útokem patogenů. Lymfatický systém vede za pomoci lymfatických cév **lymfu (mízu)**, která se skládá z bílých krvinek, lymfatických cév a lymfatických orgánů.

	<p>Mezi lymfatické orgány lze zařadit například:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Brzlík je důležitým orgánem lymfatického systému, jelikož zde dozrávají T-lymfocyty. Nejaktivnějším je brzlík v novorozeneckém a předpubertálním období. • Slezina je orgán, který zajišťuje filtraci krve. • MALT – mandle, apendix (červovitý výběžek slepého střeva), sliznice v přímém kontaktu s vnějším prostředím aj., – lymfatické tkáně zajišťující obranu před patogeny v lidském těle prostřednictvím sliznice (slizniční imunita) • Lymfatické uzliny jsou orgány, které zajišťují filtraci mízy. Lze je nalézt po celém těle – např. v podpaží, v tříselech, u velké cévy krku, v oblasti dutiny břišní, v oblasti hrudníku. <p>Nespecifická imunita = vrozená imunita – skládá se z útvarů, které vytvářejí fyzikální bariéry zajišťující ochranu před průnikem patogenů do lidského těla a bílých krvinek. Mezi tyto útvary vytvářející bariéry lze zařadit kůži či sliznice v jednotlivých soustavách, které přímo komunikují s vnějším prostředím. Jedná se o vývojově starší imunitu. Hlavními bílými krvinkami jsou neutrofil (mikrofág schopný fagocytózy). Další buňky, které ničí identifikované viry, bakterie nebo nádorové buňky se nazývají NK-buňky. Makrofágy jsou buňky schopné fagocytózy, které lze též zařadit mezi obranné buňky nespecifické imunity.</p> <p>Specifická imunita = získaná imunita je charakteristická specifičtější odpovědí, jelikož reaguje pouze na konkrétní antigen způsobující tvorbu protilátek. Při prvním setkání imunitního systému s antigenem se vytváří paměťové buňky, které se při druhém setkání se stejným antigenem aktivují. Specifické látky se tvoří daleko rychleji. Imunitní odpověď zde zajišťují B a T-lymfocyty. Jedná se o vývojově mladší imunitu.</p>
<p>Odkazy na odbornou literaturu a další zdroje</p>	<p>BARON, M. H., FRASER, S. T. The specification of early hematopoiesis in the mammal. <i>Current Opinion in Hematology</i>. 2005, 12(3), 217–221. ISSN 1065-6251. Dostupné z: doi:10.1097/01.moh.0000163217.14462.58</p> <p>Český červený kříž: Oceňování bezpříspěvkových dárců krve [online]. Praha: Český červený kříž, 2022 [cit. 2022-04-29]. Dostupné z: https://www.cervenkykruz.eu/ocenovani-darcu</p> <p>FLANNAGAN, R. S., JAUMOUILLE, V., et al. The Cell Biology of Phagocytosis. <i>Annual Review of Pathology: Mechanisms of Disease</i>. 2012, 7(1), 61–98. ISSN 1553-4006. Dostupné z: doi:10.1146/annurev-pathol-011811-132445</p>

	<p>CHOTTOVÁ-DVOŘÁKOVÁ, M., MISTROVÁ, E. Fyziologie krve a základy imunity. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2018. ISBN 978-80-246-3833-1.</p> <p>KITTNAR, O. Lékařská fyziologie. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3068-4.</p> <p>LAPČÍKOVÁ, A. Laboratorní hematologie: [od fyziologie k medicíně : integrace vědy, výzkumu odborného vzdělávání a praxe]. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2011. ISBN 978-80-244-2876-5.</p> <p>LEWIS, S. M., WILLIAMS, A., et al. Structure and function of the immune system in the spleen. <i>Science Immunology</i>. 2019, 4(33). ISSN 2470-9468. Dostupné z: doi:10.1126/sciimmunol.aau6085</p> <p>Co o srdci nejspíš ještě nevíš. In: Loono [online]. Praha: 1. Lékařská fakulta Univerzity Karlovy, 2014 [cit. 2022-05-28]. Dostupné z: https://www.loono.cz/blog/co-o-srdci-nejspis-jeste-nevis</p> <p>MESCHER, A. L. Junqueira's Basic Histology. Text and Atlas. 14. USA: McGraw-Hill Education, 2016. ISBN 987-0-07-184270-9.</p> <p>ZDROJEWICZ, Z., PACHURA, E., et al. The Thymus: A Forgotten, But Very Important Organ. <i>Advances in Clinical and Experimental Medicine</i>. 2016, 25(2), 369–375. ISSN 1899-5276. Dostupné z: doi:10.17219/acem/58802</p> <p>ZIDAN, M., PABST, R. Histological, histochemical and immunohistochemical study of the lymph nodes of the one humped camel (<i>Camelus dromedarius</i>). <i>Veterinary Immunology and Immunopathology</i>. 2012, 145(1-2), 191–198. ISSN 01652427. Dostupné z: doi:10.1016/j.vetimm.2011.11.004</p>
Pomůcky	<p>9× plastová obruč s průměrem 40–50cm, jedna nádoba s 15 šátky bílé barvy, jedna nádoba s 15 šátky zelené barvy, kartičky s jednoduchými otázkami</p>
Pracovní postup	<p>Aktivita je sestavena pro 2 týmy, kdy každý tým bude tvořen 5 žáky.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Vytvořte tým po 5 žácích a vyberte si, zda váš tým bude reprezentovat bílé krvinky nebo bakterie a viry. 2. Vytvořte zástup za umístěnou nádobu s šátky dle barvy týmu (viry a bakterie = nádoba se zelenými šátky, bílé krvinky = nádoba s bílými šátky). 3. Vyčkej na pokyn ke startu. 4. Učitel vám společně se soupeřem položí otázku.

	<ul style="list-style-type: none"> • Pokud odpovíš rychleji, než soupeř, vezmeš z nádoby šátek a vyběhnete k rozmístěným obručím. • Pokud protihráč odpoví rychleji udělej 5 dřepů a zařaď se nakonec zástupu. <p>5. Vhod šátek do jedné z obručí a vyběhni zpět ke svému týmu, kde se zařadíš do zástupu.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pokud již bude na místě v obručích, kam chceš umístit svůj šátek, šátek opačného týmu, můžeš jej vyhodit a umístit tam šátek vašeho týmu. <p>6. Vyhrává tým, který jako první vytvoří řadu (svisle, vodorovně nebo diagonálně) 3 šátků dle své barvy týmu.</p>
<p>Obrazová dokumentace</p>	 <p>Obrázek 77. Schéma rozvržení plastových obručí (3×3) (autor schématu Klašková, 2022).</p>



Obrázek 78. Schéma možné výhry týmu zeleného týmu (vytvoření diagonální řady tří šátek stejné barvy daného týmu) (autor schématu Klašková, 2022).

Vzorové otázky:

1. Za co se získávají plakety Dr. Jana Jánského? (Červený kříž, 2022)
 - Za odběr krve.
2. Které 3 skupiny cév se vyskytuje v lidském těle? (Mescher, 2016)
 - Žíly, tepny, vlasečnice
3. V kterých cévách dochází k výměně metabolitů? (Kittnar, 2011)
 - Ve vlasečnicích.
4. Patří lymfatické uzliny mezi orgány mízní soustavy? (Bain, 2006)
 - Ano.
5. Kolika dní se dožívá červená krvinka? (Chottová *et al.*, 2018)

	<ul style="list-style-type: none"> • 120 dní. <p>6. Které krevní elementy obsahují hemoglobin? (Kittnar, 2011)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Červené krvinky (erythrocyty). <p>7. Co znamená pojem fagocytóza u bílých krvinek? (Mescher, 2016)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pohlcení patogenů bílými krvinkami. <p>8. Z kolika částí se skládá lidské srdce? (Mescher, 2016)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 4 (2 komory a 2 síně – levá a pravá komora, levá a pravá síň) <p>9. Jaké chlopně se nachází mezi komorou a síní srdce? (Mescher, 2016)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cípaté. <p>10. Které chlopně se nachází mezi srdeční komorou a tepnami? (Mescher, 2016)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Poloměsíčité. <p>11. Který orgán lymfatického systému má hlavní imunitní funkci v dětství? (Bain, 2006)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Brzlík. <p>12. Dochází ve slezině k filtrování krve? (Mescher, 2016)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ano. <p>13. Mandle se dělí pouze na krční a nosní. Je to pravda? (Mescher, 2016)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ne (krční, nosní, jazykové, trubicové) <p>14. Jakou funkci reprezentují krevní destičky? (Kittnar, 2011)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Podílení se na zástavě krvácení, srážení krve. <p>15. Ve kterém století se uskutečnila první úspěšná operace srdce? (Loono, 2019)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 19. století (1896).
<p>Doporučení a pokyny pro učitele</p>	<p>Pokud předem připravené otázky budou na zodpovězení pro žáky moc obtížné, mohou si ve svém týmu s odpověďmi radit. Tato pohybová aktivita je vhodná spíše na závěr výuky, jelikož žáci musí mít alespoň základní znalosti ohledně oběhové soustavy a lymfatického systému. Dále je nutné si předem připravit kartičky, které bude žákům pokládat učitel.</p>
<p>Závěr</p>	<p>Závěrem této aktivity bude vyhodnocení výsledků jednotlivých týmů.</p>

6 Závěr

V mé bakalářské práci jsem se věnovala tématu oběhové a imunitní soustavy člověka. V úvodní teoretické části jsem představila z čeho se skládají a jaké důležité funkce plní. Tyto soustavy jsem podrobila obsahové analýze v učebnicích přírodopisu pro 8. ročník základních škol a víceletá gymnázia. Předem jsem si sestavila seznam pojmů, které jsem následně analyzovala v 10 učebnicích pro 8. ročník základní školy a víceletá gymnázia. Zaměřila jsem se na obsažení pojmů v textu, popřípadě zda je k analyzovaným pojmům přiřazena kresby (barevné či černobílé) či fotografie (barevných či černobílých). Výuku oběhové a imunitní soustavy jsem popisovala z hlediska alternativních způsobů jejího provedení, které řadíme do neformálního vzdělávání. Využití alternativních způsobů výuky jsem popsala i v alternativních školách. Do neformálního vzdělávání patří například science centra, která disponují tematickými exponáty. Navštívila jsem VIDA! centrum v Brně a Pevnost poznání v Olomouci, kde lze nalézt pomůcky, hry, exponáty a výukové programy vhodné pro alternativní způsob výuky oběhové či imunitní soustavy. Pro získání širšího podvědomí o způsobech výuky zmíněných soustav, jsem navštívila Montessori školu Five Star v Brně, ve které jsem nahlédla do několika tříd různých ročníků. Ve škole je využívána například metoda brainstormingu, práce s textem nebo práce ve skupině. Škola disponuje pomůckami pro výuku oběhové a imunitní soustavy jako například model srdce, 3D model lidského těla, výukové aplikace na tabletech, výukové karty aj. V práci jsem rovněž zmínila výuku oběhové a imunitní soustavy ve třídě s daltonskými prvky.

Klíčovým cílem bakalářské práce je tvorba učebních úloh týkající se oběhové a imunitní soustavy. Vytvořila jsem celkem 6 aktivit, u kterých jsem v samostatných kapitolách popisovala didaktické prvky, které aktivita zahrnuje (klíčové kompetence, taxonomie učebních úloh a výukové metody). Pro každou aktivitu jsem vytvořila metodický list, který obsahuje název aktivity, pracovní postup pro žáka i doporučení a pokyny pro učitele. Do každého metodického listu jsem zařadila teoretický úvod, klíčová slova, využití klíčové kompetence, výukové metody, dále (kromě aktivity Fagocytóza) jsem uvedla obrázkovou dokumentaci, pracovní postup či pomůcky pro uskutečnění aktivity. Jednotlivé aktivity jsem rozřadila dle RVP ZV (2021) a uvedla jsem, pro který ročník je doporučena, a jak je časově náročná.

7 Seznam použitých zdrojů

- AGOREYO, F.O., OKORIE, C. Evaluation of Relative Blood Viscosity During Menstruation in Reproductive Females. *Nigerian Journal of Basic and Applied Sciences*. 2017, **24**(2), 60–65. ISSN 0794-5698. Dostupné z: doi:10.4314/njbas.v24i2.9
- ARBER, D. A., ORAZI, A., *et al.* The 2016 revision to the World Health Organization classification of myeloid neoplasms and acute leukemia. *Blood*. 2016, **127**(20), 2391–2405. ISSN 0006-4971. Dostupné z: doi:10.1182/blood-2016-03-643544
- AVENT, N. D., REID, M. E., *et al.* The Rh blood group system: a review. *Blood*. 2000, **95**(2), 375–387. ISSN 1528-0020. Dostupné z: doi:10.1182/blood.V95.2.375
- AW, D., SILVA, A. B., *et al.* Immunosenescence: emerging challenges for an ageing population. *Immunology*. 2007, **120**(4), 435–446. ISSN 0019-2805. Dostupné z: doi:10.1111/j.1365-2567.2007.02555.x
- BAIN, B. J., ed. *Blood Cells: A Practical Guide*. Oxford, UK: Bain, B. J., 2006. ISBN 9780470987551. Dostupné z: doi:10.1002/9780470987551
- BARON, M. H., FRASER, S. T. The specification of early hematopoiesis in the mammal. *Current Opinion in Hematology*. 2005, **12**(3), 217–221. ISSN 1065-6251. Dostupné z: doi:10.1097/01.moh.0000163217.14462.58
- BARTY, R. L., PAI, M., *et al.* Group O RBCs: where is universal donor blood being used. *Vox Sanguinis*. 2017, **112**(4), 336–342. ISSN 00429007. Dostupné z: doi:10.1111/vox.12492
- BĚLECKÝ, Z. Klíčové kompetence v základním vzdělávání. V Praze: Výzkumný ústav pedagogický, 2007. ISBN 978-80-87000-07-6.
- BLATTNER, R. J. Acute mesenteric lymphadenitis. *The Journal of Pediatrics*. 1969, **74**(3), 479–481. ISSN 00223476. Dostupné z: doi:10.1016/S0022-3476(69)80210-6
- BLEECKER, M. L. Carbon monoxide intoxication. *Occupational Neurology*. Elsevier, 2015, 2015, 191–203. *Handbook of Clinical Neurology*. ISBN 9780444626271. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-444-62627-1.00024-X
- BOGLE, G., DUNBAR, P. R., *et al.* On-Lattice Simulation of T Cell Motility, Chemotaxis, and Trafficking in the Lymph Node Paracortex. *PLoS ONE*. 2012, **7**(9). ISSN 1932-6203. Dostupné z: doi:10.1371/journal.pone.0045258
- BORRIELLO, F., IANNONE, R., *et al.* Histamine Release from Mast Cells and Basophils. HATTORI, Y., SEIFERT R., ed. *Histamine and Histamine Receptors in Health and Disease*. Cham: Springer International Publishing, 2017, 2017-03-23, 121–139. *Handbook of*

Experimental Pharmacology. ISBN 978-3-319-58192-7. Dostupné z: doi:10.1007/164_2017_18

BURMESTER, T., HABERKAMP, *et al.* Neuroglobin and Cytochrome: Genes, Proteins and Evolution. *IUBMB Life*. 2004, **56**(11), 703–707. ISSN 1521-6543. Dostupné z: doi:10.1080/15216540500037257

CARRAGHER, D. M., RANGEL-MORENO, J., *et al.* Ectopic lymphoid tissues and local immunity. *Seminars in Immunology*. 2008, **20**(1), 26–42. ISSN 10445323. Dostupné z: doi:10.1016/j.smim.2007.12.004

CURRY, S. Methemoglobinemia. *Annals of Emergency Medicine*. 1982, **11**(4), 214–221. ISSN 01960644. Dostupné z: doi:10.1016/S0196-0644(82)80502-7

DEAN, L. Blood Groups and Red Cell Antigens. Bethesda (MD): National Center for Biotechnology Information (US); 2005. Chapter 5, The ABO blood group. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK2267/>

DENIS, M. M., TOLLEY, N. D., *et al.* Escaping the Nuclear Confines: Signal-Dependent Pre-mRNA Splicing in Anucleate Platelets. *Cell*. 2005, **122**(3), 379–391. ISSN 00928674. Dostupné z: doi:10.1016/j.cell.2005.06.015

DI SANTO, J. P. NATURAL KILLER CELL DEVELOPMENTAL PATHWAYS: A Question of Balance. *Annual Review of Immunology*. 2006, **24**(1), 257–286. ISSN 0732-0582. Dostupné z: doi:10.1146/annurev.immunol.24.021605.090700

DINARELLO, C. A. Historical insights into cytokines. *European Journal of Immunology*. 2007, **37**(S1), 34–45. ISSN 00142980. Dostupné z: doi:10.1002/eji.200737772

DÖHNER, H., ESTEY, E. H., *et al.* Diagnosis and management of acute myeloid leukemia in adults: recommendations from an international expert panel, on behalf of the European LeukemiaNet. *Blood*. 2010, **115**(3), 453–474. ISSN 0006-4971. Dostupné z: doi:10.1182/blood-2009-07-235358

FABIAN, M. C. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. 2006, **70**(7). ISSN 01655876. Dostupné z: doi:10.1016/j.ijporl.2006.02.006

FERENČÍK, M. *Imunitní systém: informace pro každého*. Vyd. 1. české. Praha: Grada, 2005. ISBN 80-247-1196-6.

FERNER, R. E. Disposition of toxic drugs and chemicals in man. *Clinical Toxicology*. 2021, **59**(7), 603–603. ISSN 1556-3650. Dostupné z: doi:10.1080/15563650.2020.1843661

FLANNAGAN, R. S., JAUMOILLÉ, V., *et al.* The Cell Biology of Phagocytosis. *Annual Review of Pathology: Mechanisms of Disease*. 2012, **7**(1), 61–98. ISSN 1553-4006. Dostupné z: doi:10.1146/annurev-pathol-011811-132445

FOSCHI, R. Science and culture around the Montessori's first "Children's Houses" in Rome (1907-1915). *Journal of the History of the Behavioral Sciences*. 2008, **44**(3), 238–257. ISSN 00225061. Dostupné z: doi:10.1002/jhbs.20313

GEORGE, J. N. Platelets. *The Lancet*. 2000, **355**(9214), 1531–1539. ISSN 01406736. Dostupné z: doi:10.1016/S0140-6736(00)02175-9

GOEL, N., CALVERT, J. Understanding blood gases/acid-base balance. *Paediatrics and Child Health*. 2012, **22**(4), 142–148. ISSN 17517222. Dostupné z: doi:10.1016/j.paed.2011.09.005

GÖSSL, M., ROSOL, M., *et al.* Functional anatomy and hemodynamic characteristics of vasa vasorum in the walls of porcine coronary arteries. *The Anatomical Record Part A: Discoveries in Molecular, Cellular, and Evolutionary Biology*. 2003, **272A**(2), 526–537. ISSN 15524884. Dostupné z: doi:10.1002/ar.a.10060

GRÉGOIRE, C., CHASSON, L., *et al.* The trafficking of natural killer cells. *Immunological Reviews*. 2007, **220**(1), 169–182. ISSN 0105-2896. Dostupné z: doi:10.1111/j.1600-065X.2007.00563.x

HALLEK, M. Chronic lymphocytic leukemia: 2017 update on diagnosis, risk stratification, and treatment. *American Journal of Hematology*. 2017, **92**(9), 946–965. ISSN 03618609. Dostupné z: doi:10.1002/ajh.24826

HAVLÍČKOVÁ, D., ŽÁRSKÁ, K. *Kompetence v neformálním vzdělávání*. Praha: Národní institut dětí a mládeže Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy, 2012. ISBN 978-80-87449-18-9.

HLOUŠKOVÁ, L. Obsahová analýza učebnice jako didaktického a historického textu. *Studia paedagogica*, 2001, **49**(5–6), 79–90. ISSN 2336-4521.

HUDSPETH, K., PONTARINI, E., *et al.* The role of natural killer cells in autoimmune liver disease: A comprehensive review. *Journal of Autoimmunity*. 2013, **46**, 55–65. ISSN 08968411. Dostupné z: doi:10.1016/j.jaut.2013.07.003

HUMBLES, A. A., LLOYD, C. M., *et al.* A Critical Role for Eosinophils in Allergic Airways Remodeling. *Science*. 2004, **305**(5691), 1776–1779. ISSN 0036-8075. Dostupné z: doi:10.1126/science.1100283

HUME, D. A. The Many Alternative Faces of Macrophage Activation. *Frontiers in Immunology*. 2015, **6**. ISSN 1664-3224. Dostupné z: doi:10.3389/fimmu.2015.00370

HYLAND, K. A., BRENNAN, R., *et al.* The early interferon response of nasal-associated lymphoid tissue to *Streptococcus pyogenes* infection. *FEMS Immunology & Medical Microbiology*. 2009, **55**(3), 422–431. ISSN 0928-8244. Dostupné z: doi:10.1111/j.1574-695X.2009.00540.x

- CHENG, H. M., JUSOF, F. *Defining Physiology: Principles, Themes, Concepts*. Singapore: Springer Singapore, 2018. ISBN 978-981-13-0498-9. Dostupné z: doi:10.1007/978-981-13-0499-6
- CHENG, M., CHEN, Y., *et al.* NK cell-based immunotherapy for malignant diseases. *Cellular & Molecular Immunology*. 2013, **10**(3), 230–252. ISSN 1672-7681. Dostupné z: doi:10.1038/cmi.2013.10
- CHOTTOVÁ-DVOŘÁKOVÁ, M., MISTROVÁ, E. *Fyziologie krve a základy imunity*. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2018. ISBN 978-80-246-3833-1.
- INSULL, W. The Pathology of Atherosclerosis: Plaque Development and Plaque Responses to Medical Treatment. *The American Journal of Medicine*. 2009, **122**(1), 3–14. ISSN 00029343. Dostupné z: doi:10.1016/j.amjmed.2008.10.013
- ITO, Y., SATOH, T., *et al.* Basophil recruitment and activation in inflammatory skin diseases. *Allergy*. 2011, **66**(8), 1107–1113. ISSN 01054538. Dostupné z: doi:10.1111/j.1398-9995.2011.02570.x
- JENNE, C. N., KUBES, P. Immune surveillance by the liver. *Nature Immunology*. 2013, **14**(10), 996–1006. ISSN 1529-2908. Dostupné z: doi:10.1038/ni.2691
- KALHOUS, Z. *Školní didaktika*. Praha: Portál, 2002. ISBN 80-7178-253-x.
- KANDORIA, A., NEGI, P., *et al.* Left atrial myxoma complicated by acute embolism to the left subclavian artery. *BMJ Case Reports*. bcr-2016-215345. ISSN 1757-790X. Dostupné z: doi:10.1136/bcr-2016-215345
- KASHIMURA, M. The human spleen as the center of the blood defense system. *International Journal of Hematology*. 2020, **112**(2), 147–158. ISSN 0925-5710. Dostupné z: doi:10.1007/s12185-020-02912-y
- KATO, M., KOH, K., *et al.* Case series of pediatric acute leukemia without a peripheral blood abnormality, detected by magnetic resonance imaging. *International Journal of Hematology*. 2011, **93**(6), 787–790. ISSN 0925-5710. Dostupné z: doi:10.1007/s12185-011-0842-7
- KEDAR, P. S., GUPTA, V., *et al.* Novel mutation (R192C) in CYB5R3 gene causing NADH-cytochrome b5 reductase deficiency in eight Indian patients associated with autosomal recessive congenital methemoglobinemia type-I. *Hematology*. 2018, **23**(8), 567–573. ISSN 1607-8454. Dostupné z: doi:10.1080/10245332.2018.1444920
- KHAN, S., DICKERMAN, J. D. *Thrombosis Journal*. 2006, **4**(1). ISSN 14779560. Dostupné z: doi:10.1186/1477-9560-4-15

- KIMURA, S., ANDO, T., *et al.* Ever-advancing chronic myeloid leukemia treatment. *International Journal of Clinical Oncology*. 2014, **19**(1), 3–9. ISSN 1341-9625. Dostupné z: doi:10.1007/s10147-013-0641-7
- KINOSHITA, H., TÜRKAN, H., *et al.* Carbon monoxide poisoning. *Toxicology Reports*. 2020, **7**, 169–173. ISSN 22147500. Dostupné z: doi:10.1016/j.toxrep.2020.01.005
- KITTNAR, O. *Lékařská fyziologie*. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3068-4.
- KUJOVICH, J. L. Factor V Leiden thrombophilia. *Genetics in Medicine*. 2011, **13**(1), 1–16. ISSN 10983600. Dostupné z: doi:10.1097/GIM.0b013e3181faa0f2
- LAPČÍKOVÁ, A. *Laboratorní hematologie: [od fyziologie k medicíně: integrace vědy, výzkumu odborného vzdělávání a praxe]*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2011. ISBN 978-80-244-2876-5.
- LEE, M. S., KONG, J. Heparin: Physiology, Pharmacology, and Clinical Application. *Reviews in Cardiovascular Medicine*. 2015; **16**(3):189–99. doi: 10.3909/ricm0778. PMID: 26451766.
- LEE, J. J., DIMINA, D., *et al.* Defining a Link with Asthma in Mice Congenitally Deficient in Eosinophils. *Science*. 2004, **305**(5691), 1773–1776. ISSN 0036-8075. Dostupné z: doi:10.1126/science.1099472
- LEWIS, S. M., WILLIAMS, A., *et al.* Structure and function of the immune system in the spleen. *Science Immunology*. 2019, **4**(33). ISSN 2470-9468. Dostupné z: doi:10.1126/sciimmunol.aau6085
- LICHTMAN, M., BEUTLER, E., *et al.* *Williams hematology: 2007*; McGraw-Hill.
- LILLARD, A. S. Preschool children's development in classic Montessori, supplemented Montessori, and conventional programs. *Journal of School Psychology*. 2012, **50**(3), 379–401. ISSN 00224405. Dostupné z: doi:10.1016/j.jsp.2012.01.001
- LOKŠOVÁ, I. *Tvořivé vyučování*. Praha: Grada, 2003. *Výchova a vzdělávání*. ISBN 8024703742.
- LUDKA, O., ŠPINAR, J., *et al.* Perorální hormonální antikoncepce a riziko vzniku žilního tromboembolizmu. *Vnitřní Lékařství*. 2010, **56**/5: 370–375.
- LUDLOW, J. T., WILKERSON, R. G., *et al.* Methemoglobinemia. In: *StatPearls*. StatPearls Publishing, Treasure Island (FL); 2021. PMID: 30726002.
- MALIK, A., BATRA, J. K. Antimicrobial activity of human eosinophil granule proteins: involvement in host defence against pathogens. *Critical Reviews in Microbiology*. 2011, **38**(2), 168–181. ISSN 1040-841X. Dostupné z: doi:10.3109/1040841X.2011.645519
- MAŇÁK, J., ŠVEC, V. *Výukové metody*. Brno: Paido, 2003. ISBN 80-7315-039-5.

MANNNS, M. P., W. LOHSE, A., *et al.* Autoimmune hepatitis - Update 2015. *Journal of Hepatology*. 2015, **62**(1), 100–111. ISSN 01688278. Dostupné z: doi:10.1016/j.jhep.2015.03.005

MARSHALL, C. Montessori education: a review of the evidence base. *Npj Science of Learning*. 2017, **2**(1). ISSN 2056-7936. Dostupné z: doi:10.1038/s41539-017-0012-7

MCELHANEY, J. E., ZHOU, X., *et al.* The unmet need in the elderly: How immunosenescence, CMV infection, co-morbidities and frailty are a challenge for the development of more effective influenza vaccines. *Vaccine*. 2012, **30**(12), 2060–2067. ISSN 0264410X. Dostupné z: doi:10.1016/j.vaccine.2012.01.015

MCGRATH, K., PALIS, J. Chapter 1 Ontogeny of Erythropoiesis in the Mammalian Embryo. *Red Cell Development*. Elsevier, 2008, 2008, 1–22. *Current Topics in Developmental Biology*. ISBN 9780123743664. Dostupné z: doi:10.1016/S0070-2153(07)00001-4

MESCHER, A. L. Junqueira's Basic Histology. Text and Atlas. 14. USA: McGraw-Hill Education, 2016. ISBN 987-0-07-184270-9.

MINCIACCHI, V. R., KUMAR, R., *et al.* Chronic Myeloid Leukemia: A Model Disease of the Past, Present and Future. *Cells*. 2021, **10**(1). ISSN 2073-4409. Dostupné z: doi:10.3390/cells10010117

MITRA, R., MISHRA, N., *et al.* Blood groups systems. *Indian Journal of Anaesthesia*. 2014, **58**(5). ISSN 0019-5049. Dostupné z: doi:10.4103/0019-5049.144645

MIYAKAWA, S., YAMANASHI, H., *et al.* Prebiotic synthesis from CO atmospheres: Implications for the origins of life. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2002, **99**(23), 14628–14631. ISSN 0027-8424. Dostupné z: doi:10.1073/pnas.192568299

MOHANDAS, N., EVANS, E. Mechanical Properties of the Red Cell Membrane in Relation to Molecular Structure and Genetic Defects. *Annual Review of Biophysics and Biomolecular Structure*. 1994, **23**(1), 787–818. ISSN 1056-8700. Dostupné z: doi:10.1146/annurev.bb.23.060194.004035

MOHANDAS, N., GALLAGHER, P. G. Red cell membrane: past, present, and future. *Blood*. 2008, **112**(10), 3939–3948. ISSN 0006-4971. Dostupné z: doi:10.1182/blood-2008-07-161166

MOLL, S. Thrombophilia: clinical-practical aspects. *Journal of Thrombosis and Thrombolysis*. 2015, **39**(3), 367–378. ISSN 0929-5305. Dostupné z: doi:10.1007/s11239-015-1197-3

Montessori, M. *The Discovery of the Child* (Clio Press, Oxford, UK, 1912/1988)

MORTIMER, P. S., ROCKSON, S. G. New developments in clinical aspects of lymphatic disease. *Journal of Clinical Investigation*. 2014, **124**(3), 915–921. ISSN 0021-9738. Dostupné z: doi:10.1172/JCI71608

- NURDEN, A. Platelets and wound healing. *Frontiers in Bioscience*. 2008, **1**(13). ISSN 10939946. Dostupné z: doi:10.2741/2947
- NURDEN, A. Platelets, inflammation and tissue regeneration. *Thrombosis and Haemostasis*. 2017, **105**(S 06), 13–33. ISSN 0340-6245. Dostupné z: doi:10.1160/THS10-11-0720
- OBST, O. *Obecná didaktika*. 2. vydání. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2017. ISBN 978-80-244-5141-1.
- OGEMBO, J. G., MILNER, D. A., *et al.* SIRP α /CD172a and FHOD1 Are Unique Markers of Littoral Cells, a Recently Evolved Major Cell Population of Red Pulp of Human Spleen. *The Journal of Immunology*. 2012, **188**(9), 4496–4505. ISSN 0022-1767. Dostupné z: doi:10.4049/jimmunol.1103086
- PATEL, S. *et al.* Physiology, carbon dioxide retention. 2018.
- PECINA, P., ZORMANOVÁ, L. *Metody a formy aktivní práce žáků v teorii a praxi*. Brno: Masarykova univerzita, 2009. ISBN 978-80-210-4834-8.
- PENKA, M., SLAVÍČKOVÁ, E. *Hematologie a transfuzní lékařství*. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3459-0.
- PEŠEK, T., ŠKRABSKÝ, T., *et al.* *Slabikář neformálního vzdělávání v práci s mládeží*. [Praha]: Asociace neformálního vzdělávání (ANEV), 2019. ISBN 978-80-907579-0-5.
- PRŮCHA, J., MAREŠ, J., *et al.* *Pedagogický slovník*. 4. aktualiz. vyd. Praha: Portál, 2003. ISBN 80-7178-772-8.
- PUTMAN, V. L., PAULUS, P. B. Brainstorming, Brainstorming Rules and Decision Making. *The Journal of Creative Behavior*. 2009, **43**(1), 29–40. ISSN 00220175. Dostupné z: doi:10.1002/j.2162-6057.2009.tb01304.x
- QUAYE, I. K. Extracellular hemoglobin: the case of a friend turned foe. *Frontiers in Physiology*. 2015, **6**. ISSN 1664-042X. Dostupné z: doi:10.3389/fphys.2015.00096
- ROSANO, T. G. *Ellenhorn's Medical Toxicology: Diagnosis and Treatment of Human Poisoning*, 2nd ed. Matthew J. Ellenhorn, Seth Schonwald, Gary Ordog, and Jonathan Wasserberger. Baltimore, MD. *Clinical Chemistry*. 1998, **44**(2), 366–366. ISSN 0009-9147. Dostupné z: doi:10.1093/clinchem/44.2.366
- RUEHL-FEHLERT, C., BRADLEY, A., *et al.* Harmonization of immunotoxicity guidelines in the ICH process - pathology considerations from the Guideline Committee of the European Society of Toxicological Pathology (ESTP). *Experimental and Toxicologic Pathology*. 2005, **57**(1), 1–5. ISSN 09402993. Dostupné z: doi:10.1016/j.etp.2005.03.001
- RYTER, S. W., OTTERBEIN, L. E. Carbon monoxide in biology and medicine. *BioEssays*. 2004, **26**(3), 270–280. ISSN 0265-9247. Dostupné z: doi:10.1002/bies.20005

- SANTAMBROGIO, L., ed. Immunology of the Lymphatic System. New York, NY: Springer New York, 2013. ISBN 978-1-4614-3234-0. Dostupné z: doi:10.1007/978-1-4614-3235-7
- SHAW, A. C., JOSHI, S., *et al.* Aging of the innate immune system. *Current Opinion in Immunology*. 2010, **22**(4), 507–513. ISSN 09527915. Dostupné z: doi:10.1016/j.coi.2010.05.003
- SCHIENER, M., HOSSANN, M., *et al.* Nanomedicine-based strategies for treatment of atherosclerosis. *Trends in Molecular Medicine*. 2014, **20**(5), 271–281. ISSN 14714914. Dostupné z: doi:10.1016/j.molmed.2013.12.001
- SIEWEKE, M. H., ALLEN, J. E. Beyond Stem Cells: Self-Renewal of Differentiated Macrophages. *Science*. 2013, **342**(6161). ISSN 0036-8075. Dostupné z: doi:10.1126/science.1242974
- SKALKOVÁ, J. Obecná didaktika: vyučovací proces, učivo a jeho výběr, metody, organizační formy vyučování. Praha: Grada, 2007. Pedagogika (Grada). ISBN 978-80-247-1821-7.
- SOLANKI, A., BHATT, L. K., *et al.* Evolving targets for the treatment of atherosclerosis. *Pharmacology & Therapeutics*. 2018, **187**, 1–12. ISSN 01637258. Dostupné z: doi:10.1016/j.pharmthera.2018.02.002
- SOLFRONK, J. Organizační formy vyučování. Praha: Karolinum, 1994. ISBN 80-7066-334-0.
- Strategie celoživotního učení ČR. Praha: Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy, c2007. ISBN 978-80-254-2218-2.
- SUN, C., SUN, H., *et al.* NK cell receptor imbalance and NK cell dysfunction in HBV infection and hepatocellular carcinoma. *Cellular & Molecular Immunology*. 2015, **12**(3), 292–302. ISSN 1672-7681. Dostupné z: doi:10.1038/cmi.2014.91
- SYLVA, M., VAN DEN HOFF, M. J. B., *et al.* Development of the human heart. *American Journal of Medical Genetics Part A*. 2014, **164**(6), 1347–1371. ISSN 15524825. Dostupné z: doi:10.1002/ajmg.a.35896
- TAGUCHI, K., MARUYAMA, T., *et al.* Use of Hemoglobin for Delivering Exogenous Carbon Monoxide in Medicinal Applications. *Current Medicinal Chemistry*. 2020, **27**(18), 2949–2963. ISSN 09298673. Dostupné z: doi:10.2174/0929867325666181113122340
- TAUBER, A. I. Metchnikoff and the phagocytosis theory. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*. 2003, **4**(11), 897–901. ISSN 1471-0072. Dostupné z: doi:10.1038/nrm1244
- TOLLINGEROVÁ, D. K teorii učebních činností. Státní pedagogické nakl., 1986.

- TOORENVLIEET, B., VELLEKOOP, A., *et al.* Clinical Differentiation between Acute Appendicitis and Acute Mesenteric Lymphadenitis in Children. *European Journal of Pediatric Surgery*. 2011, **21**(02), 120–123. ISSN 0939-7248. Dostupné z: doi:10.1055/s-0030-1267979
- VAN KIM, C. L., COLIN, Y., *et al.* Rh proteins: Key structural and functional components of the red cell membrane. *Blood Reviews*. 2006, **20**(2), 93–110. ISSN 0268960X. Dostupné z: doi:10.1016/j.blre.2005.04.002
- VAYNER, N., CORET, A., *et al.* Mesenteric lymphadenopathy in children examined by US for chronic and/or recurrent abdominal pain. *Pediatric Radiology*. 2003, **33**(12), 864–867. ISSN 0301-0449. Dostupné z: doi:10.1007/s00247-003-0985-7
- VETEŠKA, J., TURECKIOVÁ, M. *Kompetence ve vzdělávání*. Praha: Grada, 2008. Pedagogika (Grada). ISBN 978-80-247-1770-8.
- WEAVER, L. K. CARBON MONOXIDE POISONING. *Critical Care Clinics*. 1999, **15**(2), 297–317. ISSN 07490704. Dostupné z: doi:10.1016/S0749-0704(05)70056-7
- WEINHAUS, A. J., ROBERTS, K. P. *Anatomy of the Human Heart*. IAIZZO, P. A., ed. *Handbook of Cardiac Anatomy, Physiology, and Devices*. Totowa, NJ: Humana Press, 2005, 51–79. ISBN 978-1-58829-443-2. Dostupné z: doi:10.1007/978-1-59259-835-9_4
- WIDDOP, B. Analysis of carbon monoxide. *Annals of Clinical Biochemistry: International Journal of Laboratory Medicine*. 2002, **39**(4), 378–391. ISSN 0004-5632. Dostupné z: doi:10.1258/000456302760042146
- ZDROJEWICZ, Z., PACHURA, E., *et al.* The Thymus: A Forgotten, But Very Important Organ. *Advances in Clinical and Experimental Medicine*. 2016, **25**(2), 369–375. ISSN 1899-5276. Dostupné z: doi:10.17219/acem/58802
- ZORMANOVÁ, L. *Obecná didaktika: pro studium a praxi*. Praha: Grada, 2014. Pedagogika (Grada). ISBN 978-80-247-4590-9.
- ŽÁK, V. *Metody a formy výuky: hospitační arch*. Praha: Národní ústav pro vzdělávání, 2012. ISBN 978-80-87063-61-3.

Internetové zdroje:

- Anaemia. World Health Organization. Ženeva, Švýcarsko: World Health Organization, 2022 [cit. 2022-04-14]. Dostupné z: https://www.who.int/health-topics/anaemia#tab=tab_3
- NĚMCOVÁ, M. *Alternativní školství v ČR*. Zkola.cz [online]. Otrokovice: Střední průmyslová škola Otrokovice, 2020 [cit. 2022-04-04]. Dostupné z: <https://www.zkola.cz/informace-o-alternativnim-skolstvi/>
- O poslání science center. In: Česká asociace science center [online]. Praha [cit. 2022-05-28]. Dostupné z: <https://www.sciencecentra.cz/o-poslani-science-center/>

Oblasti vzdělávání. Montessori ČR [online]. Praha: Montessori ČR, 2022 [cit. 2022-04-14].
Dostupné z: <http://www.montessoricr.cz/objevte-montessori/oblasti-vzdelavani>

Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání. Praha: Ministerstvo školství, mládeže
a tělovýchovy, 2021 [cit. 2022-04-15]. Dostupné z: <https://www.nuv.cz/file/4983/>

Školní vzdělávací program: Montessori Pastviny [online]. Brno: Základní škola a Mateřská
škola Brno, Pastviny 70, příspěvková organizace, 2017 [cit. 2022-04-15]. Dostupné z:
[https://www.montessori--
pastviny.cz/assets/files/ŠVP%20Montessori%20Pastviny%20od%201.9.2017.pdf](https://www.montessori--pastviny.cz/assets/files/ŠVP%20Montessori%20Pastviny%20od%201.9.2017.pdf)

Seznam tabulek a obrázků

Tabulka 1. Počet zastoupených pojmů s uvedeným procentuálním obsazením pojmů v analyzovaných učebnicích přírodopisu pro 8. ročník základních škol a víceletých gymnázií.	27
Tabulka 2. Přehled klíčových kompetencí v rámci RVP ZV (RVP ZV, 2021).	29
Tabulka 3. Přehled klasifikace základních skupin výukových metod dle Maňáka a Švece (2003) (vlastní zpracování tabulky).	34
Tabulka 4. Přehled dostupných alternativních škol v České republice (Němcová, 2020). (Vlastní zpracování tabulky).	38
Obrázek 1. Přehled vývojových stádií erytrocytů v procesu erythropoézy (Mescher, 2016).	12
Obrázek 2. Fotografie optického mikroskopu s popisem jeho jednotlivých částí (upraveno) ([mikroskop]. In: Pixabay [online]. 2013, 28. listopadu 2013 [cit. 2022-05-28]. Dostupné z: https://pixabay.com/cs/photos/b%C3%ADl%C3%ADy-chemie-izolovan%C3%ADy-mikroskopie-219983/).	46
Obrázek 3. Kresba lidského srdce (Human body [obrázek]. In: Pixabay.com [online]. 2014 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: https://pixabay.com/cs/vectors/lidsk%C3%ADe-t%C3%ADlo-ob%C3%ADhovy-syst%C3%ADm-ob%C3%ADh-311864/).	50
Obrázek 4. Kresba lidských plic (autor obrázku Klašková, 2022).	50
Obrázek 5. Kresba fiktivní měny, která lze získat prostřednictvím jednotlivých aktivit. Touto měnou lze nakupovat ve fiktivním obchodě potřebný materiál na výrobu své oběhové soustavy (autor obrázku Klašková, 2022).	52
Obrázek 6. Návrh jedné kartičky s předem připravenými otázkami (určené pro učitele) (autor obrázku Klašková, 2022).	53
Obrázek 7. Vytvořené schéma pro inspiraci, jak lze provést oběhovou soustavu. Modrá barva představuje využití modré bavlnky (neokysličená krev), červená barva představuje použití červené bavlnky (okysličená krev). Na kresbě se vyskytuje srdce společně s plícemi a cévami a obkreslenou postavou (autor obrázku Klašková, 2022).	54
Obrázek 8. Jednotlivé pomůcky k vytvoření oběhové soustavy – červená bavlna, modrá bavlna, nůžky, červené lepící pásky, modré lepící pásky, průhledná lepící páska, trubičky, papír (autor fotografie Klašková, 2022).	55
Obrázek 9. Pomůcky pro aktivitu Tipuj a sázej – stírací tabulka, stíratelné fixy, hadřík na stírání odpovědí (autor fotografie Klašková, 2022).	55

Obrázek 10. Obrázek koronaviru ([Corona]. In: Pixabay.com [online]. 2020, 16. května 2020 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: https://pixabay.com/cs/illustrations/corona-koronavirus-virus-krev-5174671/).....	61
Obrázek 11. Schéma oběhové soustavy člověka ([Human body]. In: Pixabay.com [online]. 2014, 3. srpna 2014 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: https://pixabay.com/cs/vectors/lidské-tělo-oběhový-systém-oběh-311864/).	62
Obrázek 12. Fotografie vakcíny ([Vaccine]. In: Pixabay.com [online]. 2021, 11. dubna 2021 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: https://pixabay.com/cs/photos/vacc%C3%ADna-koronavirus-l%C4%99kařsk%C3%ADruka-6165772/).....	62
Obrázek 13. Fotografie krevních konzerv ([Blood bags]. In: Pixabay.com [online]. 2013, 8. března 2013 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: https://pixabay.com/cs/photos/krevn%C3%ADvaky-%C4%9Aerven%C4%99-krvinky-91170/).....	63
Obrázek 14. Kresba červených krvinek ([Blood]. In: Pixabay.com [online]. 2016, 14. listopadu 2016 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: https://pixabay.com/cs/illustrations/krev-buňky-%C4%9Aerven%C4%99-l%C4%99kařsk%C3%ADl%C4%99k-1813410/).....	63
Obrázek 15. Mikrofotografie červených a bílých krvinek ([Krev neutrofilů]. In: Pixabay.com [online]. 2017, 2. dubna 2017 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: https://pixabay.com/cs/photos/krev-neutrofil%C3%AD-2194498/).....	64
Obrázek 16. Kresba přehledu krevních skupin dle systému AB0 společně se značením Rh-faktoru, kdy + značí pozitivní a – negativní ([Krevní skupina]. In: Pixabay.com [online]. 2017, 10. ledna 2017 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: https://pixabay.com/cs/vectors/krev-krevn%C3%ADskupina-seznam-zdrav%C3%AD-1968457/).	64
Obrázek 17. Fotografie tlakoměru ([Krevní tlak monitor]. In: Pixabay.com [online]. 2019, 4. dubna 2019 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: https://pixabay.com/cs/photos/krev-tlak-monitor-omron-tlakom%C4%99-4102036/).....	65
Obrázek 18. Fotografie krevní konzervy krevní skupiny A s Rh faktorem negativním. ([Transfúze]. In: Pixabay.com [online]. 2017, 25. března 2017 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: https://pixabay.com/cs/photos/krev-tašky-transf%C3%ADze-hn%C4%99d%C3%ADkrev-2169514/).....	65
Obrázek 19. Fotografie tlakoměru ([Blood pressure]. In: Pixabay.com [online]. 2018, 26. října 2018 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: https://pixabay.com/cs/photos/krevn%C3%ADtlak-zm%C4%99řit-zdrav%C3%ADtlakom%C4%99-3773347/).....	66
Obrázek 20. Kresba červených krvinek a protilátek v cévě. ([Virus]. In: Pixabay.com [online]. 2020, 15. listopadu 2020 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: https://pixabay.com/cs/photos/virus-patogen-protil%C3%ADtky-5741636/).	66

- Obrázek 21.** Kresba průřezu cévy s červenými a bílými krvinkami. ([Blood cells]. In: Pixabay.com [online]. 2022, 29. ledna 2022 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://pixabay.com/cs/photos/krvinky-krev-anatomie-6974700/>). 67
- Obrázek 22.** Kresba bazofilu ([Bazofil]. In: Pixabay.com [online]. 2022, 9. dubna 2022 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://pixabay.com/cs/illustrations/bazofil-leukocyt-krev-7120107/>). 67
- Obrázek 23.** Kresba krevní sraženiny v cévě ([Krevní sraženina]. In: Pixabay.com [online]. 2022, 8. dubna 2022 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://pixabay.com/cs/illustrations/krevn%C3%AD-sraženina-krev-cévn%C3%AD-7118517/>). 67
- Obrázek 24.** Kresba eozinofilu ([Eozinofil]. In: Pixabay.com [online]. 2022, 9. dubna 2022 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://pixabay.com/cs/illustrations/eozinofil-leukocyt-krev-7120556/>). 68
- Obrázek 25.** Kresba vnitřní stavby srdce společně s naznačením toku krve v pravé části srdce ([Cardiovascular]. In: Pixabay.com [online]. 2019, 30. července 2019 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://pixabay.com/cs/illustrations/kardiovaskulárn%C3%AD-srdce-průtok-krve-4372256/>). 68
- Obrázek 26.** Molekula oxidu uhličitého ([Spheres]. In: Pixabay.com [online]. 2020, 6. prosince 2020 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://pixabay.com/cs/photos/sféry-oxid-uhličitý-mraky-co2-5806920/>). 69
- Obrázek 27.** Kresba molekul vzduchu a vody - primárně je zde důležitý kyslík ([Atmosphere]. In: Pixabay.com [online]. 2015, 17. srpna 2015 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://pixabay.com/cs/vectors/atmosféra-reprezentace-dus%C3%ADk-kysl%C3%ADk-884209/>). 69
- Obrázek 28.** Kresba neutrofilu ([Neutrofil]. In: Pixabay.com [online]. 2022, 8. dubna 2022 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://pixabay.com/cs/illustrations/neutrofil-leukocyt-krev-7118470/>). 70
- Obrázek 29.** Kresba láhve s kyslíkem (angl. oxygen) (Oxygen. In: Pixabay.com [online]. 2020, 17. června 2020 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://pixabay.com/cs/vectors/kysl%C3%ADk-jip-lékařský-plyn-válec-5306040/>). 70
- Obrázek 30.** Kresba krevní konzervy krevní skupiny B a stojanu s prázdnou krevní konzervou ([Blood]. In: Pixabay.com [online]. 2021, 13. srpna 2021 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://pixabay.com/cs/vectors/krev-lidská-krev-krevn%C3%AD-složky-6540423/>). 71

Obrázek 31. Kresba lymfocytu ([Lymfocyt]. In: Pixabay.com [online]. 2022, 9. dubna 2022 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: https://pixabay.com/cs/illustrations/lymfocyt-krev-b%C3%ADlých-krvinek-buňka-7120564/).	71
Obrázek 32. EKG křivka ([Elektrokardiogram]. In: Pixabay.com [online]. 2020, 25. dubna 2020 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: https://pixabay.com/cs/illustrations/elektrokardiogramu-ekg-5090352/).	72
Obrázek 33. Jednoduché schéma krevního oběhu v lidském těle (plicní a tělní oběh). Uprostřed kresby se vyskytuje schématické znázornění srdce, které je rozděleno na pravou (PS) a levou síň (LS) a pravou (PK) a levou (LK) komoru. Neokysličená krev je vedena žilami z orgánů a tkání do pravé síně (PS) srdce. Krev se dostává do pravé komory (PK). Z pravé komory (PK) srdce se odkysličená krev za pomoci žil přesune do plic, kde se okyslíčí. Okysličenou krev vedou tepny z plic do levé síně (LS). Z levé síně (LS) se krev dostává do levé komory (LK). Z levé komory (LK) putuje okysličená krev zpět do orgánů a tkání (autor obrázku Klašková, 2022).	72
Obrázek 34. Kresba schématu fagocytózy bílých krvinek. Bílý objekt prezentuje bílou krvinku, která pohlcuje (fagocytuje) patogen, který je v kresbě zaznamenán nepravidelným tvarem zelené barvy. Fialový objekt představuje jádro bílé krvinky (autor obrázku Klašková, 2022).	73
Obrázek 35. Kresba řezu jednotlivými cévami. Číslo 1 prezentuje tepnu, číslo 2 značí žílu a číslo 3 označuje vlasečnici. Číslo 4 značí spojení cév (červená část značí tepnu, růžová část značí vlasečnici a modrá část značí žílu) (autor obrázku Klašková, 2022).	74
Obrázek 36. Kresba krevních destiček (autor obrázku Klašková, 2022).	74
Obrázek 37. Model srdce (autor obrázku Klašková, 2022).	75
Obrázek 38. Vytvořený alfabox (autor obrázku Klašková, 2022).	76
Obrázek 39. Návrh formy pojmové mapy s využitím brainstormingu (autor obrázku Klašková, 2022).	76
Obrázek 40. Mikrofotografie červených a bílých krvinek ([Krev neutrofilů]. In: Pixabay.com [online]. 2017, 2. dubna 2017 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: https://pixabay.com/cs/photos/krev-neutrofilů-2194498/).	88
Obrázek 41. Kresba schématu fagocytózy bílých krvinek. Bílý objekt prezentuje bílou krvinku, která pohlcuje (fagocytuje) patogen, který je v kresbě zaznamenán nepravidelným tvarem zelené barvy. Fialový objekt představuje jádro bílé krvinky (autor obrázku Klašková, 2022).	89

Obrázek 42. Kresba vnitřní stavby srdce společně s naznačením toku krve v pravé a levé části srdce ([Cardiovascular]. In: Pixabay.com [online]. 2019, 30. července 2019 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: https://pixabay.com/cs/illustrations/kardiovaskulárn%C3%AD-srdce-průtok-krve-4372256/).....	90
Obrázek 43. Kresba krevních destiček (autor obrázku Klašková, 2022).	91
Obrázek 44. Kresba lymfocytu ([Lymfocyt]. In: Pixabay.com [online]. 2022, 9. dubna 2022 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: https://pixabay.com/cs/illustrations/lymfocyt-krev-b%C3%ADých-krvinek-buňka-7120564/).....	91
Obrázek 45. Kresba cév. Číslo 1 prezentuje tepnu, číslo 2 značí žílu a číslo 3 označuje vlasečnici. Číslo 4 značí spojení cév (červená část značí tepnu, růžová část značí vlasečnici a modrá část značí žílu) (autor obrázku Klašková, 2022).	92
Obrázek 46. Kresba neutrofilu ([Neutrofil]. In: Pixabay.com [online]. 2022, 8. dubna 2022 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: https://pixabay.com/cs/illustrations/neutrofil-leukocyt-krev-7118470/).....	93
Obrázek 47. Kresba červených krvinek ([Blood]. In: Pixabay.com [online]. 2016, 14. listopadu 2016 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: https://pixabay.com/cs/illustrations/krev-buňky-červené-lékařský-lék-1813410/).....	93
Obrázek 49. Schéma rozvržení jednotlivých políček s pořadím otázek (autor schématu Klašková, 2022).	95
Obrázek 49. Vzorová kartička umístěna v poli číslo 25 (autor obrázku Klašková, 2022).	96
Obrázek 50. Vzorová tabulka pro učitele sloužící ke kontrole správné odpovědi u žáků úkolu v poli číslo 25 (autor obrázku Klašková, 2022).	96
Obrázek 51. Obrázek viru ([Koronavirus]. In: Pixabay.com [online]. 2020, 19. dubna 2020 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: https://pixabay.com/cs/photos/koronavirus-onemocněn%C3%AD-covid-2019-5060427/).....	101
Obrázek 52. Kresba zaměstnance ve zdravotnickém odvětví (zdravotní sestra/lékařka) ([Doktor]. In: Pixabay.com [online]. 2020, 19. května 2020 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: https://pixabay.com/cs/vectors/doktor-nemocnice-zdrav%C3%AD-lékařské-5187728/).....	101
Obrázek 53. Kresba injekční stříkačky ([Stříkačka]. In: Pixabay.com [online]. 2020, 4. prosince 2020 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: https://pixabay.com/cs/vectors/stř%C3%ADkačka-očkován%C3%AD-injekce-vakc%C3%ADna-5801045/).....	102

Obrázek 54. Fotografie vakcíny ([Vaccine]. In: Pixabay.com [online]. 2021, 11. dubna 2021 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: https://pixabay.com/cs/photos/vacc%C3%ADna-koronavirus-l%C3%A9kařsk%C3%ADruka-6165772/).....	102
Obrázek 55. Fotografie krevních konzerv ([Blood bags]. In: Pixabay.com [online]. 2013, 8. března 2013 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: https://pixabay.com/cs/photos/krevn%C3%ADvaky-%C3%A7erven%C3%A9-krvinky-91170/).....	103
Obrázek 56. Kresba krevní konzervy (krevní skupina B) společně se stojanem na krevní konzervu ([Blood]. In: Pixabay.com [online]. 2021, 13. srpna 2021 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: https://pixabay.com/cs/vectors/krev-lidsk%C3%ADkrev-krevn%C3%ADslo%C3%ADky-6540423/).	103
Obrázek 57. Obrázek červených krvinek ([Červené Krvinky]. In: Pixabay.com [online]. 2018, 3. března 2018 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: https://pixabay.com/cs/illustrations/%C3%A7erven%C3%A9-krvinky-mikrobiologie-3188223/).	104
Obrázek 58. Kresba injekční stříkačky s krví ([Stříkačka]. In: Pixabay.com [online]. 2013, 7. října 2013 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: https://pixabay.com/cs/vectors/st%C3%ADka%C3%ADka-injekce-zdrav%C3%ADl%C3%A9kařsk%C3%AD-147034/).	104
Obrázek 59. Kresba cévy s červenými krvinkami ([Anatomy]. In: Pixabay.com [online]. 2013, 22. října 2013 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: https://pixabay.com/cs/vectors/anatomie-krev-plavidlo-%C3%A7erven%C3%A9-156854/).	105
Obrázek 60. Obrázek červených krvinek v cévě ([Blood]. In: Pixabay.com [online]. 2016, 14. listopadu 2016 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: https://pixabay.com/cs/illustrations/krev-bu%C3%ADnky-%C3%A7erven%C3%A9-l%C3%A9kařsk%C3%ADl%C3%A9k-1813410/).	105
Obrázek 61. Kresba lidského srdce ([Srdce]. In: Pixabay.com [online]. 2020, 23. dubna 2020 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: https://pixabay.com/cs/illustrations/srdce-zdravotn%C3%ADse%C3%ADst%C3%AD%C3%A7ka-zdrav%C3%AD-5079717/).	105
Obrázek 62. Jednoduché schéma krevního oběhu v lidském těle (plicní a tělní oběh). Uprostřed kresby se vyskytuje schématické znázornění srdce, které je rozděleno na pravou (PS) a levou síň (LS) a levou (LK) a pravou (PK) komoru. Neokysličená krev je vedena žilami z orgánů a tkání do pravé síně (PS) srdce. Krev se dostává do pravé komory (PK). Z pravé komory (PK) srdce se odkysličená krev za pomoci žil přesune do plic, kde se okyslíčí. Okysličenou krev vedou tepny z plic do levé síně (LS). Z levé síně (LS) se krev dostává do levé komory (LK). Z levé komory (LK) putuje okysličená krev zpět do orgánů a tkání (autor obrázku Klašková, 2022).	106

Obrázek 63. Kresba kyslíkové láhve (kyslík = angl. oxygen) (Oxygen. In: Pixabay.com [online]. 2020, 17. června 2020 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: https://pixabay.com/cs/vectors/kysl%C3%ADk-jip-l%C4%9Bkařský-plyn-válec-5306040/).	107
Obrázek 64. Obrázek molekuly oxidu uhličitého ([Spheres]. In: Pixabay.com [online]. 2020, 6. prosince 2020 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: https://pixabay.com/cs/photos/sféry-oxid-uhličitý-mraky-co2-5806920/).	107
Obrázek 65. Kresba přehledu krevních skupin dle systému AB0 společně se značením Rh faktoru, kdy + značí pozitivní a – negativní ([Krevní skupina]. In: Pixabay.com [online]. 2017, 10. ledna 2017 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: https://pixabay.com/cs/vectors/krev-krevn%C3%AD-skupina-seznam-zdrav%C3%AD-1968457/).	108
Obrázek 66. Kresba kapky krve skupiny AB ([Krevní skupina Ab]. In: Pixabay.com [online]. 2017, 22. srpna 2017 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: https://pixabay.com/cs/illustrations/krevn%C3%AD-skupina-ab-krev-kapka-krve-2668693/).	108
Obrázek 67. Kresba plaket Jana Jánského za darování krve (bronzová, stříbrná a zlatá plaketa) (autor obrázku Klačková, 2022).	109
Obrázek 68. Obrázek vlajky České republiky ([Česko Vlajka Země]. In: Pixabay.com [online]. 2020, 27. února 2020 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: https://pixabay.com/cs/vectors/česko-vlajka-země-čeština-4880480/).	109
Obrázek 69. Fotografie krvácení ([Accident]. In: Pixabay.com [online]. 2015, 1. května 2015 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: https://pixabay.com/cs/photos/nehoda-krvácet-krvácej%C3%ADc%C3%AD-743035/).	110
Obrázek 70. Kresba poraněné cévy s červenými krvinkami ([Anatomy]. In: Pixabay.com [online]. 2013, 22. října 2013 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: https://pixabay.com/cs/vectors/anatomie-krev-plavidlo-červené-156854/).	110
Obrázek 71. Kresba krevních destiček (autor obrázku Klačková, 2022).	111
Obrázek 72. Počet krevních destiček v litru krve (Mescher, 2016).	111
Obrázek 73. Kresba bazofilu ([Bazofil]. In: Pixabay.com [online]. 2022, 9. dubna 2022 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: https://pixabay.com/cs/illustrations/bazofil-leukocyt-krev-7120107/).	111
Obrázek 74. Kresba eozinofilu ([Eozinofil]. In: Pixabay.com [online]. 2022, 9. dubna 2022 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: https://pixabay.com/cs/illustrations/eozinofil-leukocyt-krev-7120556/).	112

Obrázek 75. Kresba lymfocytu ([Lymfocyt]. In: Pixabay.com [online]. 2022, 9. dubna 2022 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: https://pixabay.com/cs/illustrations/lymfocyt-krev-b%C3%ADlých-krvinek-buňka-7120564/).	112
Obrázek 76. Kresba neutrofilu ([Neutrofil]. In: Pixabay.com [online]. 2022, 8. dubna 2022 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: https://pixabay.com/cs/illustrations/neutrofil-leukocyt-krev-7118470/).	113
Obrázek 77. Schéma rozvržení plastových obručí (3 × 3) (autor schématu Klašková, 2022).	119
Obrázek 78. Schéma možné výhry týmu zeleného týmu (vytvoření diagonální řady tří šátek stejné barvy daného týmu) (autor schématu Klašková, 2022).	120

Seznam příloh

Příloha 1. Analýza pojmů oběhové a mizní soustavy v deseti učebnicích přírodopisu 8. ročníku základní školy a víceletých gymnázií.	141
Příloha 2. Přehled klíčových pojmů s relativní četností výskytu v učebnicích přírodopisu pro 8. ročník základní školy a víceletých gymnázií v 90% nebo 100%.	144
Příloha 3. Seznam analyzovaných učebnic přírodopisu pro 8. ročník základní školy a víceletá gymnázia.	146

8 Přílohy

Příloha 1. Analýza pojmů oběhové a mízní soustavy v deseti učebnicích přírodopisu 8. ročníku základní školy a víceletých gymnázií.

Název soustavy	Analyzované pojmy	Druh učebnice										
		Přírodopis 8										
		1) Prodos, 1999	2) Scientia, 1999	3) Jinan, 2000	4) NČGS, 2005	5) Fraus, 2007	6) Fortuna, 2008	7) Nová škola, 2009	8) Prodos, 2017	9) Taktik, 2018	10) Fraus, 2021	
oběhová soustava	srdce	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA
	tepny	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA
	žilý	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA
	vlásečnice	T	T+FOTO	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA
	krevní plazma	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+FOTO	T+FOTO	T+FOTO T+KRESBA	T+KRESBA
	červené krvinky	T+KRESBA T+FOTO	T+KRESBA T+FOTO	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA T+FOTO	T+KRESBA T+FOTO	T+KRESBA T+FOTO	T+KRESBA	T+KRESBA
	erythrocyty	—	—	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	—	—	T+KRESBA	—	—	T+KRESBA
	Rh-faktor	—	—	—	T	T	—	T	T	T	T	T
	velký krevní oběh	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA
	malý krevní oběh	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA
	hemoglobin	T	T	T+KRESBA	T	T	T	T	T	T	T+KRESBA	T
	bílé krvinky	T+KRESBA T+FOTO	T+FOTO T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA T+KRESBA	T+FOTO T+KRESBA	T+FOTO T+KRESBA	T+FOTO T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA
	leukocyty	—	—	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	—	—	T+KRESBA	—	—	T+KRESBA

Příloha 1. Analýza pojmů oběhové a mizní soustavy v deseti učebnicích přírodopisu 8. ročníku základní školy a víceletých gymnázií (pokračování).

mizní soustava	brzlík	T	T	T	T	T+KRESBA	—	T	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA
	slezina	T+KRESBA	T+KRESBA	T	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA
	AIDS (HIV)	T	—	T	T	T	T	T	—	T	T
	alergie	—	—	—	T	T	—	T	T	—	T
	chřipka	—	—	—	—	T+FOTO	—	—	T	—	T+FOTO
Legenda											
nenalezeno v učebnici						—					
zmíněn v textu						T					
kresba černobílá						KRESBA					
kresba barevná						KRESBA					
fotografie barevná						FOTO					
fotografie černobílá						FOTO					

Příloha 2. Přehled klíčových pojmů s relativní četností výskytu v učebnicích přírodopisu pro 8. ročník základní školy a víceletých gymnázií v 90% nebo 100%.

Název soustavy	Klíčové pojmy	Druh učebnice										
		Přírodopis 8										
		1) Prodos, 1999	2) Scientia, 1999	3) Jínan, 2000	4) NČGS, 2005	5) Fraus, 2007	6) Fortuna, 2008	7) Nová škola, 2009	8) Prodos, 2017	9) Taktik, 2018	10) Fraus, 2021	
oběhová soustava	srdce	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA
	tepny	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA
	žilý	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA
	vlásečnice	T	T+FOTO	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA
	krevní plazma	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+FOTO	T+FOTO	T+FOTO	T+KRESBA	T+KRESBA
	červené krvinky	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA
		T+FOTO	T+FOTO					T+FOTO	T+FOTO			
	velký krevní oběh	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA
	malý krevní oběh	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA
	hemoglobin	T	T	T+KRESBA	T	T	T	T	T	T	T+KRESBA	T
	bílé krvinky	T+KRESBA	T+FOTO	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+FOTO	T+FOTO	T+FOTO	T+FOTO	T+KRESBA	T+KRESBA
		T+FOTO	T+KRESBA			T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA			
	fagocytóza	T	—	T	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA
imunita	T	—	T	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T	T	T+KRESBA	T+KRESBA		

Příloha 2. Přehled klíčových pojmů s relativní četností výskytu v učebnicích přírodopisu pro 8. ročník základní školy a víceletých gymnázií v 90% nebo 100% (pokračování).

oběhová soustava	krevní destičky	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+FOTO	T+FOTO	T+KRESBA	T+KRESBA
	srážlivost krve	T	T+KRESBA	T	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA
	krevní skupiny	T+KRESBA	T+KRESBA	T	T+KRESBA	T+FOTO	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+FOTO	T+FOTO
	krevní oběh	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA
mízní soustava	mízní vlasečnice	T+KRESBA	T+KRESBA	T	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA
	mízní cévy	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA
	mízní uzliny	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA
	mízní orgány	T+KRESBA	T+KRESBA	T	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA
	brzlík	T	T	T	T	T+KRESBA	—	T	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA
	slezina	T+KRESBA	T+KRESBA	T	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA	T+KRESBA
Legenda											
nenalezeno v učebnici							—				
zmíněn v textu							T				
kresba černobílá							KRESBA				
kresba barevná							KRESBA				
fotografie barevná							FOTO				
fotografie černobílá							FOTO				

Příloha 3. Seznam analyzovaných učebnic přírodopisu pro 8. ročník základní školy a víceletá gymnázia.

Pořadí učebnice	Citace
1.	KANTOREK, Jan, Jaroslav JURČÁK a Jiří FRONĚK. Přírodopis 8. Olomouc: Prodos, 1999. ISBN 80-7230-040-7.
2.	DOBRORUKA, J., Luděk. Přírodopis III: pro 8. ročník základní školy : [učebnice pro základní školy a víceletá gymnázia]. Praha: Scientia, 1999. ISBN 80-7183-167-0.
3.	KOČÁREK, E. st., KOČÁREK, E. ml. Přírodopis pro 8. ročník základní školy. Praha : Jinan, 2000
4.	MALENINSKÝ, Miroslav a Blanka VACKOVÁ. Přírodopis: pro 8. ročník : učebnice pro základní školy a nižší stupeň víceletých gymnázií : člověk. Praha: Nakladatelství České geografické společnosti, 2005. Natura. ISBN 80-86034-41-0.
5.	VANĚČKOVÁ, Ivana. Přírodopis 8: pro základní školy a víceletá gymnázia. Plzeň: Fraus, 2007. ISBN 80-7238-428-7.
6.	KVASNIČKOVÁ, Danuše. Ekologický přírodopis 8: pro 8. ročník základní školy a nižší ročníky víceletých gymnázií. 3., upr. vyd. Praha: Fortuna, 2008-. ISBN 978-80-7373-027-7.
7.	DROZDOVÁ, Eva, Lenka KLINKOVSKÁ a Pavel LÍZAL. Přírodopis: učebnice. Brno: Nová škola, 2009. Duhová řada. ISBN 80-7289-111-1.
8.	NAVRÁTIL, Miroslav a Daniel ŠEVČÍK. Přírodopis 8: člověk: pro 8. ročník základní školy. Olomouc: Prodos, 2017. ISBN 978-80-7230-359-5.
9.	ŽÍDKOVÁ, Hana, Kateřina KNŮROVÁ, Petra KAREŠOVÁ, <i>et al.</i> Hravý přírodopis 8: pro 8. ročník ZŠ a víceletá gymnázia. Ilustroval Roland HAVRAN. Praha: Taktik, 2018. ISBN 978-80-7563-140-4.
10.	PELIKÁNOVÁ, Ivana. Přírodopis 8: hybridní učebnice pro základní školy a víceletá gymnázia. 2. vydání. Plzeň: Fraus, 2021. Škola s nadhledem. ISBN 978-80-7489-705-4.

Anotace

Jméno a příjmení:	Tereza Klašková
Katedra:	Katedra biologie
Vedoucí práce:	Mgr. Eva Jahodářová, Ph.D.
Rok obhajoby:	2022

Název práce:	Význam a funkce oběhového a imunitního systému člověka - příprava motivačních úkolů, pokusu a her
Název v angličtině:	Importance and function of human circulatory and immune systém - design of motivational exercise, experiments and games
Anotace práce:	Bakalářská práce se zaměřuje na popis oběhové a imunitní soustavy, jsou zmíněné i funkce a význam obou soustav. V rámci teoretické části jsou popsány klíčové kompetence, výukové metody a taxonomie učebních úloh u vytvořených aktivit. Práce také zmiňuje alternativní způsoby výuky oběhové a imunitní soustavy v neformálním vzdělávání a alternativních školách. Praktická část práce předkládá vytvořené učební úlohy zaměřené na zmíněné soustavy. Tyto úlohy lze využít k aktivizaci žáků ať už přímo ve školském prostředí, tak i v neformální vzdělávání.
Klíčová slova:	oběhová soustava, lymfatický systém, učební úlohy, klíčové kompetence, alternativní vzdělávání, výukové metody, neformální vzdělávání
Anotace v angličtině:	The bachelor thesis is focuses on the description of the circulatory and immune systems, the functions and importance of both systems are also mentioned. The theoretical part describes the key competencies, teaching methods and taxonomy of learning tasks for the created activities. The work also mentions alternative ways of teaching the circulatory and immune system in non-formal education and alternative education. The practical part of the work presents the created learning tasks focused on the mentioned systems. These tasks can be used to activate pupils both directly in the school environment and in non-formal education.

Klíčová slova v angličtině:	circulatory system, lymphatic system, learning tasks, key competencies, alternative education, teaching methods, non-formal education
Rozsah práce:	132 stran
Jazyk:	Čeština