

**Základní škola a Mateřská škola Žďárná, okr. Blansko,
příspěvková organizace, Žďárná 217**



KREV A KREVNÍ SKUPINY

Markéta Korčáková
2018/2019

Vedoucí absolventské práce: Mgr. Zuzana Ježková

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem absolventskou práci na téma „ *Krev a krevní skupiny* “
vypracovala samostatně a s použitím uvedené literatury a pramenů.

Ve Žďárné dne

Podpis

Anotace

Tato práce s názvem „ Krev a krevní skupiny “ byla zpracována jako absolventská práce při ukončení studia na ZŠ a MŠ Žďárná, Žďárná 217.

Práce je zaměřena na krev jako celek, její funkci, složky a dále na základní vyšetření krve v rámci vyšetření krevního obrazu. Mimo jiné se zaměřuje na krevní skupiny a jejich význam.

Obsah

Úvod	3
1 Hematologie	4
2 Krev	5
2.1 Krvetvorba	5
2.1.1 Fáze embryonální	5
2.1.2 Fáze poporodní	6
2.2 Složení krve	6
2.2.1 Buněčná část = krvinky	6
2.2.2 Tekutá část = plazma	7
3 Erytrocyty	8
3.1 Vývojová řada erytrocytu	9
3.2 Život, metabolismus a rozpad erytrocytu	9
3.3 Hemoglobin	10
3.4 Železo	11
4 Leukocyty	11
4.1 Nespecifická imunita	12
4.2 Specifická imunita	13
4.3 Fyziologie bílých krvinek	13
5 Trombocyty	17
5.1 Funkce trombocytů	18
6 Krevní skupiny a skupinový systém ABO	19
6.1 Složení krevních skupin	21
6.2 Výskyt krevních skupin	21
6.3 Význam krevních skupin pro transfuzi krve	21
6.4 Rh systém	22
7 Laboratoř a laboratorní vyšetření	23
7.1 Typy odběrů krve pro hematologická vyšetření	23
7.2 Vyšetření erytrocytů	24

7.3	Vyšetření leukocytů	26
7.4	Vyšetření trombocytů	26
7.5	Vyšetření krevní skupiny	27
8	Praktická část	27
9	Závěr	35
10	Zdroje	36

Úvod

Ač se může zdát, že odpověď na otázku „Co je krev a krevní skupiny?“ je vlastně úplně jednoduchá, není tomu tak. Zdá se mi, že populace nemá základní teoretický přehled o tom, co je krev, z čeho se skládá, co určuje jejich krevní skupinu, jakým způsobem, kde a hlavně proč se jejich krev vlastně vyšetřuje. A proto jsem si zvolila toto téma, abych dokázala sama sobě, ale také ostatním, že krev je pro lidský život nezbytnou složkou organismu a že je důležité o ní vědět.

1 Hematologie

Hematologie je nauka o krvi. Je to vědní obor, který zkoumá složení krve a krvetvorných orgánů a jejich funkci za normálních a patologických podmínek. Obor hematologie je bezpochyby úzce spojen s transfuzní službou. (Hematologie a transfuzní služba – 1. díl, 2011), (Hematologie a transfuzní služba – 2. díl, 2011)

Jako vědní disciplínu ji členíme na dvě části:

1. KLINICKOU
2. LABORATORNÍ

Obě tyto části se zabývají komplexní péčí o nemocné s krevními chorobami. (Hematologie a transfuzní služba – 1. díl, 2011)

Hematologie, původně malý podobor vnitřního lékařství, výrazně rozšířila svou náplň zejména v posledních letech. Stala se oborem interdisciplinárním, který nejen využívá, ale i pomáhá oborům od hematologie vzdáleným. V posledních letech se samostatně rozvíjí obor transfuzního lékařství, tedy jinými slovy - transfuzní služba, kterou se budu v této absolventské práci také okrajově zabývat. Hematologie a transfuzní služba patří k lékařským oborům, jejichž odborníci, nejenom lékaři, ale také laboranti a zdravotní sestry musí umět skloubit všechny poznatky medicíny. (Hematologie a transfuzní služba – 1. díl, 2011)

2 Krev

Orgán tekuté konzistence, v němž můžeme rozeznávat část tekutou a část buněčnou. Plní funkci systému, který spojuje organismus jako celek. Dospělý člověk má průměrně 5 l krve - je to zhruba 1/13 tělesné hmotnosti, 70 – 75 ml krve na kg tělesné hmotnosti (u dětí 80 – 85 ml/kg). Muži mají o 5 % červených krvinek více. (Hematologie a transfuzní služba – 1. díl, 2011), (zdravě.cz)

- 55 – 60 % objemu krve tvoří plazma.
- 44 – 45 % tvoří krvinky.

Procesem centrifugace se krev rozdělí na:

1. *Tekutinu* – což je plazma nebo sérum, dle toho, zda se jedná o krev srážlivou či nesrážlivou
2. *Krevní koláč* = *koagulum* – což je červená rosolovitá hmota, která vznikla při procesu srážení

2.1 Krvetvorba

Krvetvorba, jiným slovem erythropoéza, je proces tvorby buněčných součástí krve v krvetvorných orgánech. Tedy kdy, kde a jakým způsobem a procesem nám jednotlivé složky a součásti krve vznikají. (Hematologie a transfuzní služba – 1. díl, 2011)

Dělí se na dvě zcela odlišné fáze – na fázi *embryonální* (předporodní) a fázi *poporodní* (krvetvorba po narození). (Hematologie a transfuzní služba – 1. díl, 2011)

2.1.1 Fáze embryonální

Začíná ve třetím týdnu zárodečného života a dělí se na 3 období:

1. Mezoblastové období:

Začíná od 1 – 2 měsíce intrauterinního života ve žloutkovém vaku, kde se nejprve vytvářejí pluripotentní kmenové buňky, tedy buňky, ze kterých se dále diferencují jednotlivé buněčné řady, a mimo jiné zde vzniká i primitivní krevní oběh červených krvinek a vytváří se základ brzlíku. (Hematologie a transfuzní služba – 1. díl, 2011)

2. Hepatolienální období:

Toto období je považováno za období, kde krvetvorba probíhá v játrech a následně ve slezině. Začíná po 5 – 6 týdnu zárodečného života. Začíná se vytvářet základ sleziny, kromě leukocytů a trombocytů se zde objevují a vytvářejí lymfocyty, které jsou postupně zaneseny do primárních a sekundárních lymfatických orgánů. (Hematologie a transfuzní služba – 1. díl, 2011)

3. Myeloické období:

Trvá od 20. týdne intrauterinního života a v tomto období se krvinky začínají tvořit i v kostní dřeni a lymfocyty se zde roznášejí do lymfatických tkání. (Hematologie a transfuzní služba – 1. díl, 2011)

2.1.2 Fáze poporodní

Mimodřeňová krvetvorba úplně zaniká ve 2. – 3. týdnu po narození, ale může se opět obnovit za různých patologických okolností. Avšak za normálních okolností je krvetvorba po narození jen v kostní dřeni. Nicméně do 5. roku života se krvinky tvoří ve všech kostech a v 18 letech už pouze v krátkých a plochých kostech. Nejdéle si krvetvorbu dokážou udržet obratle, hrudní kost a lopata kosti kyčelní. (Hematologie a transfuzní služba – 1. díl, 2011)

2.2 Složení krve

Krev je složená z tekuté krevní plazmy, která se skládá zejména z vody, a z buněčné části, kterou zastupují červené krvinky, bílé krvinky a krevní destičky. (Fblt.cz)

2.2.1 Buněčná část = krvinky

A) *ERYTROCITY* – červené krvinky, které zajišťují výměnu plynů O₂ a CO₂

B) *LEUKOCITY* – bílé krvinky, které zodpovídají za obranyschopnost organismu

Leukocyty se rozdělují dle členitosti jádra a výskytu granul v cytoplazmě na:

- *Polymorfonukleární* - mají členité jádro a dle barvitelnosti granul v cytoplazmě se rozdělují na *neutrofilní*, *eozinofilní* a *bazofilní*
- *Mononukleární* – mají nečlenité jádro bez specificky se barvících granul v cytoplazmě a rozdělují se na *lymfocyty*, *monocyty* a *plazmatické buňky*

C) *TROMBOCYTY* – krevní destičky, které mají podíl na zástavě krvácení a účastní se v procesu krevního srážení (Hematologie a transfuzní služba – 1. díl, 2011)

2.2.2 Tekutá část = plazma

A) VODA - 80%

B) *ORGANICKÉ LÁTKY* (bílkoviny, cukry, tuky, vitamíny, hormony, ...)

C) *ANORGANICKÉ LÁTKY*

- Kationty – K a Na, Ca, Mg, Fe, Cu, Co
- Anionty – fosforečné a bikarbonátové

D) *BÍLKOVINY*

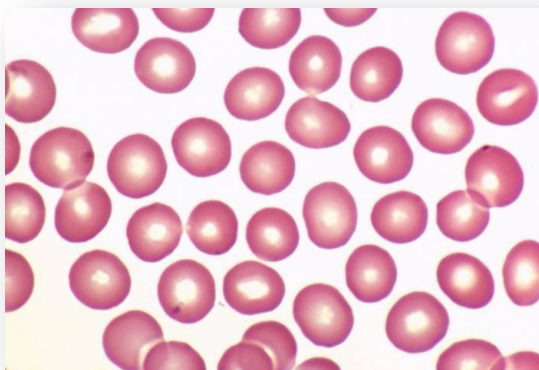
- Albumin, který se podílí na udržování osmotického potenciálu krve
- Globuliny, které slouží jako přenašeče, bílkoviny akutní fáze nebo se účastní obranných pochodů
- Fibrinogen, což je základní bílkovina krevního srážení

E) *CUKRY* } Slouží jako zdroj energie a jako energetická
F) *TUKY* } zásobárna organismu

G) *VITAMÍNY A HORMONY* (Hematologie a transfuzní služba – 1. díl, 2011)

3 Erytrocyty

Erytrocyty neboli červené krvinky, jsou bezjaderné buňky, které plní hlavní a nejdůležitější funkci v organismu – okysličování organismu, což znamená přenos kyslíku pomocí krevního barviva hemoglobinu. Červené krvinky mají bikonkávní tvar, jiným slovem tvar piškotu. Vznikají v kostní dřeni a zanikají ve slezině. Díky tomuto tvaru nabývají schopnosti procházet cévami. Počet erytrocytů zjistíme pomocí vyšetření krevního obrazu, který vyhodnocujeme stěžejně na analyzátorech, ovšem provádí se i počítání červených krvinek pod mikroskopem. V takovém případě počítáme erytrocyty v Bürkerově komůrce. (Hematologie a transfuzní služba – 2. díl, 2011), (Linkos.cz)



Obrázek 1 Vzhled erytrocytů v mikroskopickém nátěru



Obrázek 2 Červené krvinky kolující v krvi člověka

3.1 Vývojová řada erytrocytu

Růstovým faktorem pro červenou krevní řadu je erythropoetin. Existují obecná rozlišovací kritéria pro vývojovou řadu červených krvinek. (Hematologie a transfuzní služba – 1. díl, 2011)

Mezi hlavní patří:

1. Velikost a tvar buňky
2. Poměr velikosti jádra k cytoplazmě
3. Přítomnost jadérek v jádře
4. Barvitelnost cytoplazmy a jádra
5. Hustota chromatinu v jádře

Jednotlivé krvetvorné řady vznikají z *pluripotentní kmenové buňky*, ta se postupně diferencuje přes mateřskou buňku na *buňku kmenovou určenou* a z ní se diferencují jednotlivé buňky vedoucí až ke vzniku erytrocytu. Nejmladší a nejméně zralou buňkou je *proerythroblast*, ten se postupně diferencuje přes *bazofilní, polychromní a ortochromní normoblast* na *retikulocyt*. Retikulocyt je mladý erytrocyt a prokazujeme ho speciálním barvením. Z retikulocytu poté vzniká **erytrocyt**, který nám koluje v periferní krvi. (Hematologie a transfuzní služba – 1. díl, 2011)

3.2 Život, metabolismus a rozpad erytrocytu

Normální délka života červené krvinky je zhruba 120 dní. V procesu dozrávání erytrocytu ztrácí retikulocyt schopnost tvořit krevní barvivo hemoglobin a jeho metabolismus se energeticky omezuje. Na bílkovinný základ hemoglobinu – *globin*, se ve stádiu mladých erytrocytů navazují molekuly *hemu se železem* a dohromady vytvářejí molekulu **hemoglobinu**. Čím víc erytrocyt zraje, tím více hemoglobinu se tvoří. Se stářím erytrocytu postupně klesá obsah hemoglobinu, jádro se postupně svrašťuje a zmenšuje a ve stádiu retikulocytu je vypuzeno z erytrocytu. (Hematologie a transfuzní služba – 1. díl, 2011), ([cs.wikipedia.org/červená krvinka](http://cs.wikipedia.org/červená_krvinka))

V průběhu procesu stárnutí buňky dochází v erytrocytu ke značným změnám, které vedou k rozpadu buňky. Postupně se snižuje obsah enzymů, množství energie, mění se tvar a zmenšuje se velikost buňky. Erytrocyt ztrácí schopnost deformovatelnosti, tedy procházet mezi cévami. Výsledkem je poškození membrány, a tím i změna piškotovitého tvaru na tvar kulovitý, odborně tvar sférocytu. Při rozpadu erytrocytu se zároveň uvolňuje železo. Železo, které se uvolní z erytrocytu, většinou vychytává specifická bílkovina transferin a přenáší ho zpět do kostní dřeně pro tvorbu nových erytrocytů. (Hematologie a transfuzní služba – 1. díl, 2011)

Rozlišujeme dvě cesty rozpadu erytrocytu:

A) Extravaskulární rozpad

Tento rozpad probíhá zejména ve slezině a rozpadá se tak zhruba 90% starých, poškozených erytrocytů. Tímto způsobem dochází k vytváření žlučového barviva bilirubinu. Přes hemoglobin, biliverdin, volný a konjugovaný bilirubin postupně vznikají urobilin a sterkobilin, které se vyskytují ve střevě a následně barví stolici. (Hematologie a transfuzní služba – 1. díl, 2011), (wikiskripta.eu/hemolýza)

B) Intravaskulární rozpad

Jedná se o rozpad, který probíhá v cévách a rozpadá se tak asi 10% starých erytrocytů. Hemoglobin se odtud uvolňuje do krve a váže se na speciální bílkovinu haptoglobin. Může však vznikat i volný hemoglobin, ten poté může podléhat oxidaci a vzniklé produkty se pak vyloučí močí nebo jsou vázány na nejznámější transportní bílkovinu albumin. (Hematologie a transfuzní služba – 1. díl, 2011), (wikiskripta.eu/hemolýza)

3.3 Hemoglobin

Hemoglobin je chromoprotein, tedy bílkovina s obsahem železa. Molekuly lidského hemoglobinu jsou tetrametry, které se skládají ze čtyř bílkovinných řetězců a čtyř hemů. Globin tvoří asi 96% molekuly hemoglobinu a hem zhruba 4%. Rozlišujeme několik typů globinových řetězců, které jsou označovány dle struktury, počtu a druhu aminokyselin. Základem molekuly hemoglobinu je tetrapyrol protoporfyrin. Uprostřed hemoglobinu je vázáno železo ve formě dvojmocného. Další z vazeb se poutá na aminokyselinu a poslední vazba je schopna navázat molekulu kyslíku. (Hematologie a transfuzní služba – 1. díl, 2011)

Funkcí hemoglobinu je přenos kyslíku z plic do tkání. Tento přenos se nazývá oxygenace. Hemoglobin se také v míře uplatňuje jako nárazníkový systém krve, jehož úkolem je udržet normální pH. Oxidací železa vzniká z hemoglobinu methemoglobin. Rovněž se na

molekulu hemoglobinu může navázat např.: oxid uhelnatý, pak vzniká jedovatá sloučenina karboxylhemoglobin. (anemie.zdrave.cz), (Hematologie a transfuzní služba – 1. díl, 2011)

3.4 Železo

Železo je pro život a pro erytrocyty nezbytným prvkem. V organismu dospělého člověka se nachází zhruba 3,5 – 5,5 g železa. Železo se vyskytuje ve formě dvojmocného či trojmocného, ovšem nenasázené dvojmocné železo je pro organismus toxické. Nejvíce železa je vázáno v hemoglobinu, což je tzv. hemové železo. (Hematologie a transfuzní služba – 1. díl, 2011)

Železo v organismu dělíme na:

A) *Funkční* – železo obsažené v **hemoglobinu** či **myoglobinu**

B) *Transportní* – bílkovina **transferin** či **ferroportin**

C) *Zásobní* – železo, které se ukládá do zásobní formy **ferritin** či **hemosiderin**

Klíčová funkce železa je v oxidativním metabolismu, syntéze, množení buněk a v následné buněčné degradaci. Železo je potenciálně toxické, tudíž je schopno katalyzovat vznik nových radikálů, které následně poškozují buňky. Nedostatek železa může způsobit onemocnění zvané *sideropenická anémie*. (Hematologie a transfuzní služba – 1. díl, 2011)

4 Leukocyty

Leukocyty, jiným slovem bílé krvinky, jsou nezbytnou součástí krve a zejména lidského imunitního systému. Společnou funkcí bílýchrvinek je totiž obranyschopnost organismu proti cizorodým částicím (antigenům), které vnikají do organismu z vnějšího prostředí nebo vznikají v organismu samém – to znamená, že organismus si může začít tvořit protilátky, které jsou namířené proti vlastním strukturám těla. Tento proces je velmi závažný, protože samotný organismus se s takovou situací nedokáže vypořádat a vznikají tzv.: *autoimunitní onemocnění*. Obrana organismu před cizorodými částicemi se nazývá *imunita*. (cs.wikipedia.org/bílá krvinka), (Hematologie a transfuzní služba – 1. díl, 2011)

Zneškodňování těchto cizorodých částic se děje dvěma způsoby:

a) *Nespecifickými imunitními mechanismy – Nespecifická imunita*

b) *Specifickými imunitními mechanismy – Specifická imunita*

4.1 Nespecifická imunita

Nespecifickou imunitu lze také nazvat imunitou vrozenou. To znamená, že zahrnuje mechanismy, které nám v těle fungují již od narození, a je tedy vývojově starší. Tyto mechanismy jsou vždy připraveny rozpoznat a zničit většinu cizorodých částic, které do organismu vnikly z vnějšího prostředí. Výhodou této imunity je rychlost nástupu reakce, která probíhá v desítkách minut. Nevýhodou ovšem je, že nespecifická imunita nemá imunologickou paměť. Imunologická paměť je schopnost lidského imunitního systému zapamatovat si cizorodé částice, které vnikly do organismu. Při dalším setkání se stejnou částicí je imunitní systém schopen mnohem rychleji reagovat a zahajovat imunitní reakce. (Hematologie a transfuzní služba – 1. díl, 2011), (wikiskripta.eu/nespecifická imunita)

Do této imunity se zahrnují jednotlivé mechanismy:

- a) *Anatomické bariéry*** – do těchto bariér patří zejména kůže, sliznice, dále ochranné reflexy jako kýchání nebo kašlání a v neposlední řadě také pH žaludeční šťávy
- b) *Humorální mechanismy*** – do této skupiny mechanismů se řadí komplement, interferony, lysozym či proteiny akutní fáze
- c) *Buněčné mechanismy*** – sem patří hlavně proces fagocytózy nebo NK buňky (natural killers), což jsou přirození zabíječi našeho těla

4.2 Specifická imunita

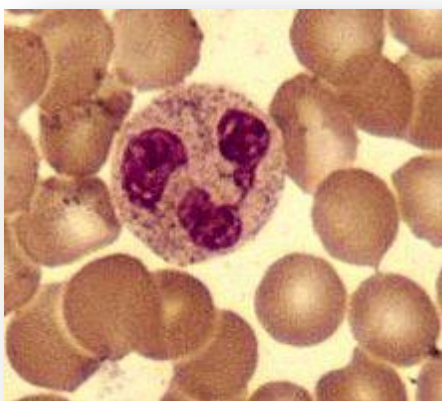
Tato imunita je také zvaná získaná. Je charakterizována velmi přesným rozpoznáním všech cizorodých antigenů prostřednictvím specifických protilátek, které jsou namířené právě proti těmto cizorodým částicím. Tyto protilátky jsou vylučované zejména lymfocyty a plazmocyty. Výsledkem této imunity, a tedy i výhodou pro organismus, je již zmíněná imunologická paměť. Naopak nevýhodou je, že imunitní odpověď nastává až po několika dnech. V rámci specifické imunity rozlišujeme *buněčnou imunitu*, která zahrnuje zejména T – lymfocyty, které v organismu plní několik funkcí a *humorální imunitu*, která se uskutečňuje prostřednictvím B – lymfocytů. Zralé B – lymfocyty se mění na plazmatické buňky, které jsou odpovědné za tvorbu protilátek. (Hematologie a transfuzní služba – 1. díl, 2011), ([wikiskripta.eu/specifická imunita](http://wikiskripta.eu/specifická%20imunita))

4.3 Fyziologie bílých krvinek

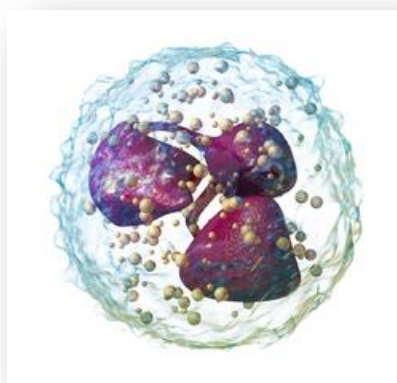
Dospělý člověk má $4 - 10 \times 10^9$ l bílých krvinek. Z tohoto celkového počtu se rozlišuje několik různých typů buněk leukocytů. Jednotlivá zastoupení těchto buněk se hodnotí pomocí diferenciálního krevního obrazu neboli rozpočtu. Údaje jsou vyjádřeny v procentech nebo desetinných číslech. Odchyly od norem mohou být příznakem různých onemocnění. (Hematologie a transfuzní služba – 1. díl, 2011)

Z celkového počtu bílých krvinek se tedy rozlišuje:

- a) **47 – 70 % segmentů neboli neutrofilů** (granula těchto buněk se nebarví žádným specifickým barvivem a jádro má rozdělené do několika segmentů spojené můstky)

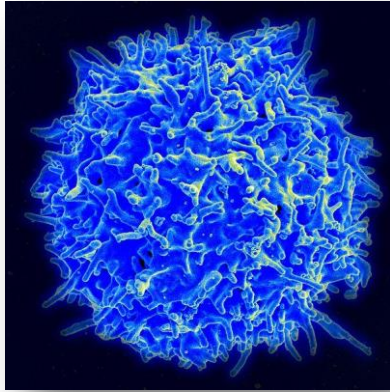


Obrázek 1 Neutrofilní granulocyt v mikroskopickém nátěru se třemi segmenty

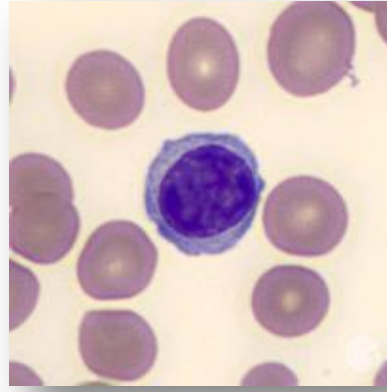


Obrázek 2 3D neutrofil a znázornění jednotlivých segmentů

- b) 20 – 45 % **lymfocytů** (nejmenší buňka, která koluje v periferní krvi člověka, má velké modré jádro s úzkým lemem cytoplazmy)

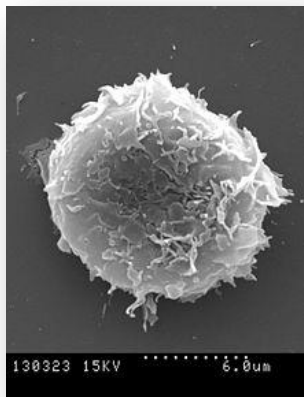


*Obrázek 3 Snímek T- lymfocytu z
rastrovacího elektronového
mikroskopu*

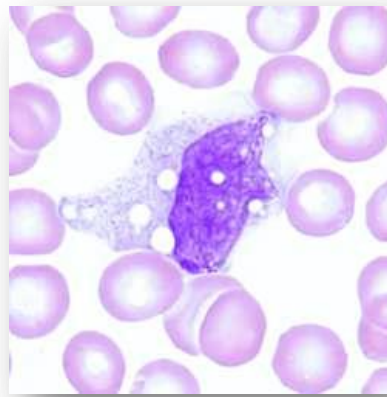


*Obrázek 4 Lymfocyt v
mikroskopickém nátěru*

- c) 2 – 10 % **monocytů** (největší buňka kolující v periferní krvi člověka, zbarvení cytoplazmy je kouřově šedé a obsahuje specifické vakuoly)

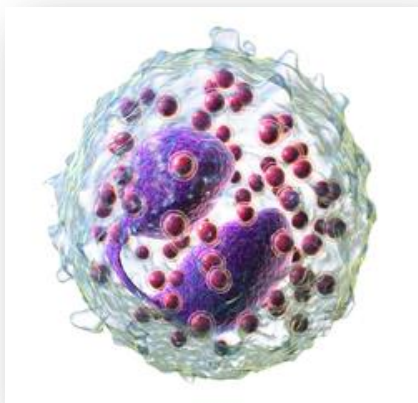


*Obrázek 5 Monocyt v
elektronovém mikroskopu*



*Obrázek 6 Monocyt v mikroskopickém
nátěru*

d) 0 – 5 % *eosinofilů* (granula této buňky se specificky barví do červena)



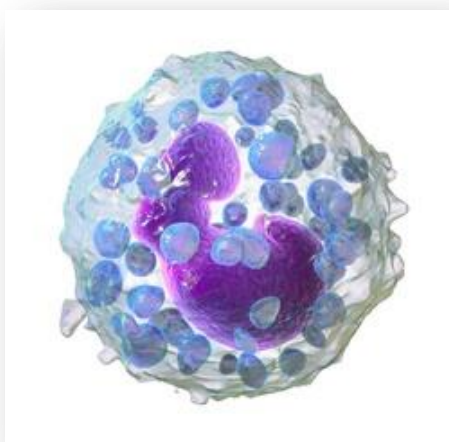
Obrázek 7 3D znázornění eosinofilu



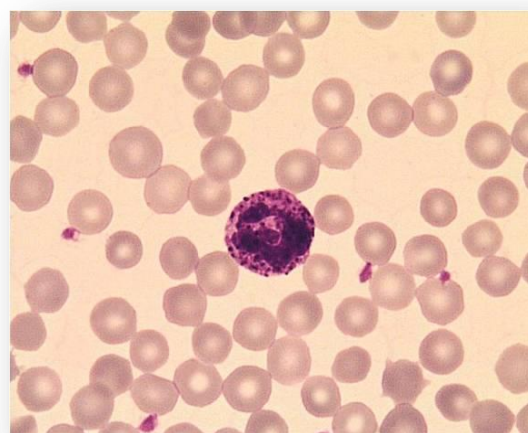
Obrázek 8 Eosinofil v mikroskopickém nátěru

e) 0 – 4 % *tyček* (obsahuje nečleněné, nesegmentované jádro)

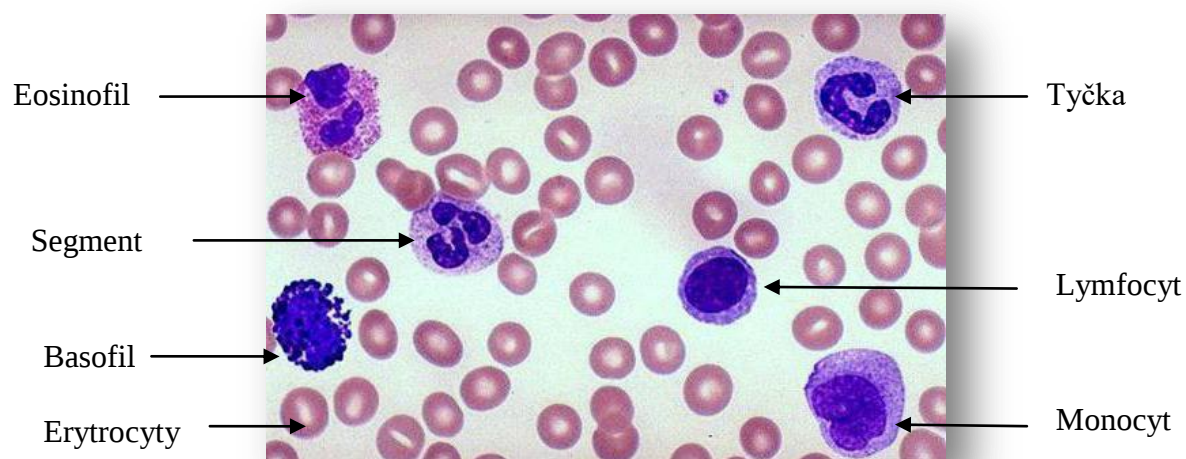
f) 0 – 1 % *basofilů* (granula v cytoplasmě se specificky barví do černa)



Obrázek 9 3D znázornění basofilu



Obrázek 10 Basofil v mikroskopickém nátěru



Obrázek 11 Eosinofil, basofil, segment, lymfocyt, tyčka, monocyt a červené krvinky v mikroskopickém nátěru

5 Trombocyty

Krevní destičky jsou nejmenší buňky, které kolují v krvi člověka. Jsou to bezjaderné buňky a jejich průměrné množství se nachází v rozmezí 150 – 350 miliard. Tvoří se procesem odštěpování z cytoplasy velkých dřevných buněk megakaryocytů. Takový megakaryocyt dává vzniku několika dalším tisícům krevních destiček. Megakaryocyty se tvoří ve žloutkovém vaku, následně v játrech a ve slezině a od 3. měsíce poté v kostní dřeni, kde se po narození nacházejí. Po vyplavení trombocytů z megakaryocytů se krevní destičky dostávají do krevního oběhu. V cirkulaci se nacházejí asi dvě třetiny krevních destiček. Poslední třetina je uložena ve slezině jako určitá zásobárna krevních destiček a uvolní se do krevního oběhu při velkých krevních ztrátách. Trombocyty přežívají v krevním oběhu zdravého člověka asi 8 – 11 dní. Staré, poškozené a nefunkční trombocyty jsou odbourávány složitým systémem ve slezině, ale také v játrech a v kostní dřeni. (Hematologie a transfuzní služba – 1. díl, 2011)

Vzhledem k tomu, že je velikost krevní destičky velmi malá, rozeznáváme trombocyty ve speciálním elektronovém mikroskopu. Ve struktuře krevní destičky pozorujeme velké množství různých organel. Důležité jsou zejména orgány účastníci se energetického metabolismu destičky, pak také specifická granula a vlákna, jež jsou součástí smršťovacího systému, který je odpovědný za změnu tvaru buňky při poškození, např.: při říznutí se do prstu. (Hematologie a transfuzní služba – 1. díl, 2011)

5.1 Funkce trombocytů

Hlavní funkcí je účast na srážení krve, tedy zástavě krvácení neboli hemostáze. Tvar krevní destičky v normálním, klidovém stavu je oválný, připomínající tvar disku. Pokud se ovšem buňky dostanou do kontaktu s poškozenou cévní stěnou (říznutí se do prstu) nebo cizím povrchem, mění se z klasického tvaru na kulovitý tvar s výběžky, kterému se odborně říká – *vydrážděná forma*. Tento speciální tvar destičky slouží k přilepování neboli *adhezi* na poškozený povrch. V adhezi se také uplatňují různé srážecí faktory. (Hematologie a transfuzní služba – 1. díl, 2011)

Po adhezi následuje vzájemné nalepování destiček na sebe, čemuž se říká *agregace*. Agregaci napomáhají určité specifické látky, které jsou uvolňované z granul nacházející se ve struktuře destičky. Této fázi se říká *uvolňovací reakce*. Správná adhezivní a agregační funkce krevních destiček vede ke vzniku tzv. primární krvácení zastavující zátky. Po vytvoření této zátky a zapojení do srážecí kaskády vzniká tzv. pevná sekundární fibrinová krvácení zastavující zátky, která se projeví formou sítě. (Hematologie a transfuzní služba – 1. díl, 2011)

Dalším a zároveň posledním krokem aktivace trombocytu je *smršťování neboli retrakce koagula*. Tato funkce se podílí na hojení rány.

Všechny tyto již zmíněné funkce mohou zabezpečit normální a živé krevní destičky. Pro vykonávání všech těchto funkcí potřebují trombocyty velké množství energie, kterou získávají zejména ve formě ATP při glykolýze. Tyto pochody probíhají v mitochondriích buněk, které se nacházejí ve struktuře buňky a jsou odpovědné právě za energetický metabolismus krevní destičky. (Hematologie a transfuzní služba – 1. díl, 2011)

6 Krevní skupiny a skupinový systém ABO

Skupinový systém AB0, a s tím související krevní skupiny, je ze všech skupinových systémů červených krvinek nejstarší a zároveň má největší význam. Označuje se jako hlavní neboli základní. Historie dnešní transfuziologie se datuje od začátku 20. století. Pro její rozvoj byl stěžejní objev právě ABO skupinového systému. Systém AB0 objevil v roce 1901 Karl Landsteiner při zkoumání aglutinace, tedy shlukování lidských krvinek. První, kdo správně provedl rozdělení krevních skupin do čtyř základních typů, byl český psychiatr Jan Janský. Objev krevních skupin odstranil hlavní překážku, která bránila úspěšným transfuzím. Dříve totiž lidé neměli ponětí o inkompatibilitě neboli neslučitelnosti mezi jednotlivými krevními skupinami. Docházelo pak k častým úmrtím způsobených právě neznalostí zásad krevních transfuzí. (Hematologie a transfuzní služba – 2. díl, 2011)

Systém AB0 určují 3 základní alely/geny: A, B, 0(H)

A, B, H antigeny nejsou přímým produktem genu. Gen kóduje vznik enzymu transferázy, která umožňuje transport a připojení specifického monosacharidu (jednoduchého cukru) k prekurzorovému řetězci. Krevní skupinu určuje antigenní determinanta, což je jednoduchý koncový cukr na oligosacharidovém prekurzorovém řetězci H – tento je určující pro krevní skupinu 0. Krevní skupina A a B vzniká navázáním jednotlivých jednoduchých cukrů na antigenní předstupeň H.

- **H gen** – připojení fukózy k prekurzorovému řetězci – tvorba H substance – dominantní monosacharid pro skupinu **0**.

- **A gen** – připojení N – acetyl – galaktosaminu k H substanci – dominantní sacharid pro skupinu **A**.

B gen – připojení D – galaktosy k H substanci – dominantní sacharid pro skupinu **B**. (Hematologie a transfuzní služba – 2. díl, 2011), (wikiskripta.eu/AB0 systém)

Geny A, B, 0 se nacházejí na 9. chromozomu. Alely A, B a 0 se navzájem homozygotně (např. gen A + A) a heterozygotně (např. gen A + B) kombinují a podle toho dávají vznik čtyřem základním fenotypům A, B, 0, AB. Gen 0 je vůči genům A a B ustupující a fenotypicky se projevuje jen v homozygotní kombinaci, což znamená, že 0 se projeví u dítěte pouze tehdy, pokud dostane dítě 0 od matky a zároveň i od otce. (Hematologie a transfuzní služba – 2. díl, 2011)

Tabulka 1 Fenotypický a genotypický projev jednotlivých alel

FENOTYP (soubor všech pozorovatelných znaků organismu)	GENOTYP (soubor genetických informací uložených v DNA; genotyp + prostředí = fenotyp)
A	AA, A0
B	BB, B0
AB	AB
0	00

Příslušnost k jednotlivým krevním skupinám určuje přítomnost nebo chybění **antigenu A nebo B** na povrchu červených krvinek a dvou přirozeně se vyskytujících protilátek anti – A a anti – B v krevním séru namířených právě proti jednotlivým antigenům A a B. V krevním séru se nachází vždy protilátka proti antigenu, který ovšem není přítomen na vlastních erythrocytech. Tento mechanismus je uveden v následující tabulce. (Hematologie a transfuzní služba – 2. díl, 2011)

Tabulka 2 Výskyt antigenů na erythrocytech a protilátek v séru u jednotlivých krevních skupin

Krevní skupina	Antigen na erythrocytech	Protilátka v séru
A	A	Anti – B
B	B	Anti – A
AB	A, B	Chybění protilátek
0	Chybění antigenů	Anti – A, anti – B

6.1 Složení krevních skupin

Antigeny A a B jsou organické makromolekuly. Jsou to většinou glykoproteiny a glykolipidy. Glykoproteiny obsahují přibližně 85 % celkových cukrů – z velké většiny se jedná o oligosacharidy. Zbylých 15 % poté tvoří aminokyseliny. (Hematologie a transfuzní služba – 2. díl, 2011)

Na základě kvalitativních a kvantitativních rozdílů a složení mezi antigeny A a na základě jejich kvantitativního poměru k antigenu H rozeznáváme ve skupině A čtyři podskupiny – **A1, A2, A3 až Ax**. V podskupině A1 je zastoupeno nejvíc antigenu A a prakticky žádný antigen H. V ostatních podskupinách klesá síla antigenu A a narůstá výskyt antigenu H. Podskupiny A se vyskytují i ve skupině AB. Ve skupině B se také vyskytují podskupiny a varianty, ale jen ve velmi malém množství. (Hematologie a transfuzní služba – 2. díl, 2011)

6.2 Výskyt krevních skupin

U obyvatel, kteří se nacházejí v jedné oblasti a jsou součástí jedné rasové skupiny, bývá výskyt krevních skupin poměrně stálý. Rozdíly v rozdělení krevních skupin jsou mezi rasami a národnostmi nebo mezi oblastmi na zeměkouli. Dle výzkumu u bělochů směrem od západu na východ ubývá skupiny A, ba naopak přibývá skupiny B. (Hematologie a transfuzní služba – 2. díl, 2011)

Například v České republice je rozdělení následující:

- Skupinu A má téměř 41,7 % obyvatel, znamená to tedy, že skupina A je nejpočetnější skupinou vyskytující se v České republice.
- Následuje skupina 0, která je v rámci zastoupení na druhém místě hned po skupině A. Její četnost je kolem 39%.
- Skupinu B má asi 14 – 15% populace.

Nejméně je u nás tedy zastoupená krevní skupina AB, kterou má asi jen 5% obyvatel České republiky. (Hematologie a transfuzní služba – 2. díl, 2011)

6.3 Význam krevních skupin pro transfuzi krve

Přítomnost pravidelných přirozených protilátek anti – A a anti – B a jim odpovídajících antigenů A a B má zásadní význam pro výběr kompatibilní, tedy slučitelné krve pro transfuzi. Příjemce může dostat jen takovou krev, ve které jeho červené krvinky nejsou shlukované jeho vlastními protilátkami. To je základní předpoklad pro úspěšnou transfuzi bez možných

potransfúzních reakcí, které mohou vést až ke smrti pacienta. Důležitý je samozřejmě i výskyt protilátek dárce krve. Nerespektování této skutečnosti způsobuje již zmíněnou prudkou reakci mezi antigeny na krvinkách dárce a protilátkami příjemce a jejich následnou hemolýzou. Podle těchto zásad se musí při transfuzi plné krve přísně zachovávat zásada rovnoskupinovosti ve skupinách A, B, 0, AB. Krev stejné skupiny se označuje jako **slučitelná neboli kompatibilní**, krev jiné skupiny jako **neslučitelná neboli inkompatibilní**. (Hematologie a transfuzní služba – 2. díl, 2011)

Nositelé krevní skupiny **0** jsou označováni jako tzv. *univerzální dárce*, to znamená, že mohou darovat krev všem ostatním krevním skupinám, protože se na povrchu jejich erytrocytů nenachází antigeny A a B. Naopak nositel skupiny **AB** může přijmout určité množství krve jiné skupiny, respektive všech zbylých skupin, protože jeho sérum neobsahuje protilátky anti – A a anti – B, takže nemůže shlukovat červené krvinky. Proto se nazývá *všeobecným neboli univerzálním příjemcem*. (Hematologie a transfuzní služba – 2. díl, 2011)

6.4 Rh systém

Pro transfuzi krve je velmi důležitý a stěžejní výskyt a správné určení Rh faktoru. Rh systém je jeden z dalších velmi důležitých systémů u červených krvinek. Objev Rh systému je zajímavý tím, že ho roku 1940 objevil pan Landsteiner a Wiener na krvinkách opic *Macacus Rhesus*. Díky tomuto výzkumu na již zmíněných opicích se začalo používat označení Rh systém. Je to velmi složitý systém, který je nedílnou součástí krevních skupin a jejich vyšetření. Je stěžejní a bezprostřední pro bezproblémovou a slučitelnou transfuzi krve. Při vyšetřování Rh je nejdůležitější určit, zda je krev Rh pozitivní nebo Rh negativní. Toto rozdělení určuje přítomnost antigenu D na povrchu červených krvinek. Jako Rh pozitivní označujeme přítomnost antigenu D na krvinkách nebo alespoň jeho slabší či méně reagující formy. Krvinky, na kterých se antigen D nevyskytuje, se označují za Rh negativní. Musí se tedy opět respektovat výskyt či chybění antigenu D na červených krvinkách. Lidé Rh negativní mohou darovat krev lidem s krví Rh + i Rh -, nepůsobí totiž žádnou životu nebezpečnou reakci. Ovšem lidé Rh pozitivní mohou darovat krev pouze lidem se stejným Rh faktorem. Systém se skládá ze šesti alel. Pět alel je funkčních a podmiňují tvorbu specifických antigenů, poslední alela je nefunkční. Jednotlivé antigeny leží na chromozomu ve třech párech těsně vedle sebe a přenáší se z generace na generaci. (galenus.cz/rh faktor), (Hematologie a transfuzní služba – 2. díl, 2011)

Více než 85% populace je Rh pozitivní, u zbylých 15% se antigen D na krvinkách nevyskytuje, jsou tudíž Rh negativní. Tento výskyt je ovšem velmi vzácný a ojedinělý.

Zajímavostí je, že černošská populace je Rh pozitivní až v 90 – 95 %. Tady je tedy možnost výskytu lidí s Rh negativním faktorem ještě menší. (Hematologie a transfuzní služba – 2. díl, 2011)

7 Laboratoř a laboratorní vyšetření

Všechny tyto již zmíněné složky krve, tedy erytrocyty, leukocyty a trombocyty, se vyšetřují v hematologické laboratoři. Laboratoř je vybavena několika různými přístroji, které jsou opatřeny jednotlivými specifickými metodami. Zejména pomocí analyzátorů s těmito metodami se vyšetřují a zjišťují počty buněk, dále jejich funkce a vzhled za normálních i patologických podmínek. Při nejasnostech ve výsledcích již zmíněných analyzátorů, se využívá ruční práce. Počet, vzhled a jejich případné patologické odchylky a stavy se následně hodnotí pod mikroskopem. Právě tyto patologické stavy a odchylky jsou pro laboratorní diagnostiku a vyšetřování stěžejní a určují mnohá onemocnění lidského organismu. Jednotlivé určení těchto onemocnění a odchylek od normy a fyziologického rozmezí je velmi důležitou složkou pro úspěšné zahájení léčby. (Hematologie a transfuzní služba – 2. díl, 2011)

7.1 Typy odběrů krve pro hematologická vyšetření

Hematologická vyšetření se ve většině případů provádějí z tekuté, nesražené krve v laboratořích hematologie. Proto při odběru krve používáme protisrážlivá činidla, která zabraňují jejímu srážení. Takovými činidly může být např.: K₃ EDTA, 3,8% citrát sodný nebo heparin. Pro odběr se již v této době používá uzavřený odběrový systém, který daná činidla obsahuje. Zkumavky jsou od sebe jednotlivě odlišeny dle typu vyšetření a dle typu protisrážlivého činidla. Při odběru je třeba dbát na nejdůležitější věc a to na dodržení

předepsaného poměru protisrážlivého činidla a odebrané krve, řádného promíchání a včasného dodání do laboratoře k vyšetření. (Hematologie a transfuzní služba – 2. díl, 2011)

Jednotlivé typy odběrů krve:

a) Kapilární krev:

Kapilární krev se získává z bříška prstu, ušního lalůčku nebo z patičky či žil na hlavičce novorozenců. Používá se pro stanovení krevního obrazu, počtu trombocytů nebo diferenciálního rozpočtu leukocytů. (ikem.cz/kapilární krev), (Hematologie a transfuzní služba – 2. díl, 2011)

b) Žilní krev:

Je to klasický odběr krve prováděný pro všechny typy vyšetření. Odběr se provádí z žíly v loketní jamce. (Hematologie a transfuzní služba – 2. díl, 2011)

c) Kostní dřeň:

Odběr kostní dřeně se provádí speciální jehlou z hrudní kosti zejména k cytologickému hodnocení, tedy k hodnocení jednotlivých buněk. (Hematologie a transfuzní služba – 2. díl, 2011)

d) Trepanobiopsie:

Je odběr kostní dřeně zejména k histologickému a cytologickému hodnocení. Provádí se z lopaty kosti kyčelní trepanobiopickou jehlou. (Hematologie a transfuzní služba – 2. díl, 2011)

e) Punkce a excize uzliny:

Vyšetření sloužící zejména k histologickému vyšetření uzliny. (Hematologie a transfuzní služba – 2. díl, 2011)

7.2 Vyšetření erytrocytů

Vyšetření erytrocytů se stěžejně a v první řadě provádí na analyzátoru. Takový hematologický analyzátor obsahuje mnohé metody, které vyšetří různé parametry týkající se červených krvinek a následně vyhodnotí jejich funkci a stav. Výsledkem takového vyšetření je tedy určitá hodnota, která má své fyziologické (normální) rozmezí. Pokud se hodnota vyšetření nachází mimo tento interval, s největší pravděpodobností se jedná o nějaký patologický stav, tedy o onemocnění červených krvinek probíhající v organismu pacienta. Při nejistotě měření analyzátoru se provádí kontrolní vyšetření pod mikroskopem. Zjišťují se jednotlivé parametry krevního obrazu. Takové vyšetření se dělá ve speciální Bürkerově komůrce, kde pod mikroskopem můžeme zjistit počet červených krvinek. V rámci diferenciálního

krvního obrazu bílých krvinek můžeme vyhodnotit také jejich tvar, různé morfologické odchylky týkající se vzhledu, velikosti či výskytu nepravidelných granul v cytoplasmě.



Obrázek 12 Hematologický analyzátor vyšetřující základní parametry krevního obrazu



Obrázek 13 Hematologický analyzátor

V rámci krevního obrazu se vyšetřují jednotlivé základní parametry:

1. Počet erytrocytů

- Jejich počet závisí na věku, rase a pohlaví a obecně je vyšší u mužů a novorozenců
- Obecné referenční rozmezí je $3,8 - 5,8 \times 10^{12}/l$
- Při poklesu hodnot pod $3,8 \times 10^{12}/l$ se jedná o *anémii*, tedy nedostatek červených krvinek
- Zvýšený počet erytrocytů se nazývá *polyglobulie* či *polycytemie*

2. Hematokrit

- Vyjadřuje celkový objem erytrocytů vzhledem k objemu celé krve

3. Hemoglobin

- Je to červené krevní barvivo
- Referenční rozmezí se pohybuje kolem 120 – 170 g/l, ovšem liší se u mužů a u žen

4. Střední objem erytrocytů MCV

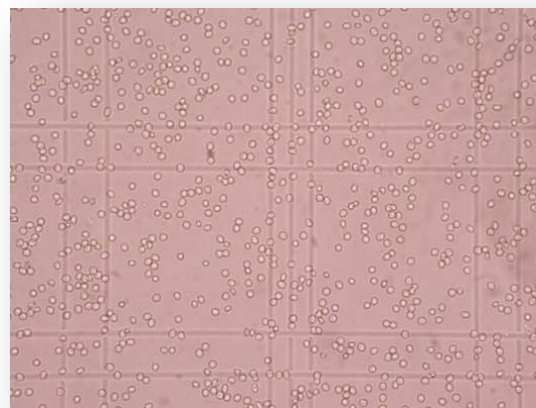
- Udává se ve speciálních jednotkách fentolitrech

- MCV rozděluje červené krvinky dle velikosti na *mikrocyty* (malé erytrocyty), *normocyty* (erytrocyty normální velikosti) a *makrocyty* (velké erytrocyty)

A další jako např.: Střední množství hemoglobinu v erytrocytech nebo střední koncentrace hemoglobinu v erytrocytech.



Obrázek 14 Bürkerova komůrka



Obrázek 15 Vzhled erytrocytů v Bürkerově komůrce pod mikroskopem

7.3 Vyšetření leukocytů

Vyšetření bílých krvinek se stejně jako u erytrocytů dělá na speciálních hematologických analyzátoch, které vyhodnotí jednotlivé odchylky s naprostou přesností a jistotou. Pro orientační účely se hojně využívá vyšetření pod mikroskopem, které hodnotí jednotlivé typy bílých krvinek. Toto vyšetření se nazývá *diferenciální krevní obraz*. Před tímto hodnocením je potřeba preparát natřít z kapky krve na podložní sklíčko a obarvit speciálním barvením. Hodnotí se řada parametrů, pomocí nichž rozlišíme jednotlivé typy leukocytů – viz. Kapitola 5, podkapitola 5.3. Provádí se také stanovení počtu leukocytů v rámci krevního obrazu.

Nejzávažnější onemocnění týkající se bílé řady je rakovina bílých krvinek neboli leukémie.

7.4 Vyšetření trombocytů

Krevní destičky se vyšetřují podobným způsobem jako již zmíněné erytrocyty a leukocyty, ať už na automatických analyzátoch nebo pod mikroskopem. Nátěr pro počítání trombocytů pod mikroskopem se opět speciálně připravuje a barví, aby se jednotlivé struktury zviditelnily a trombocyty byly v mikroskopu vidět.

7.5 Vyšetření krevní skupiny

Krevní skupina se ve většině laboratoří zpracovává a vyšetřuje ručně. Laborantka musí dbát na preciznost práce a kontrolovat označené zkumavky s žádankou o vyšetření, aby nedošlo k záměně pacienta. Vše si pečlivě popisovat a zaznamenávat. Mohlo by totiž dojít k záměně jednotlivých krevních skupin pacientů při vyšetření před transfuzí krve. Pacient by pak mohl dostat krev jiné krevní skupiny, než je on sám, a došlo by k masivní potransfuzní reakci a i k smrti pacienta.

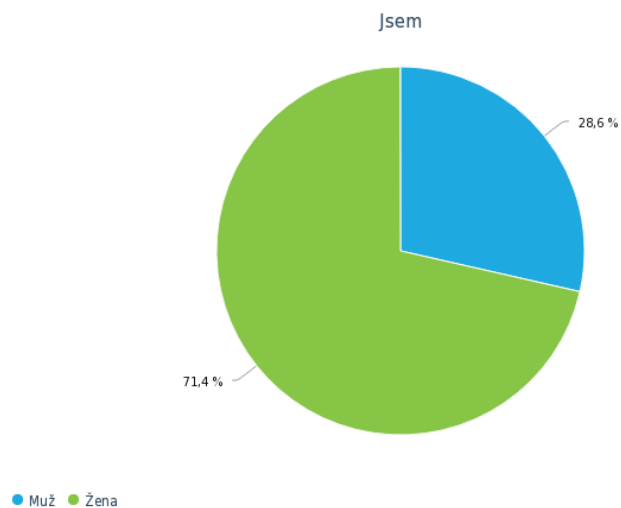
Krevní skupina se vyšetřuje pomocí specifických diagnostických sér a komerčně vyráběných krvinek na základě reakce aglutinace – shlukování. Taková diagnostická séra reagují s krvinkami pacienta, kde se nacházejí určité antigeny, které pak určují krevní skupinu. Komerčně vyráběné krvinky reagují se sérem pacienta, kde jsou naopak protilátky, které nám stejně jako antigeny prokážou krevní skupinu. To, o jakou krevní skupinu se jedná, poznáme vznikem aglutinace v jednotlivé zkumavce odpovídající pro nějakou z krevních skupin.

V rámci krevní skupiny se vyšetřuje i Rh faktor. Ten se vyšetřuje opět pomocí speciálních diagnostických sér. Jestliže je krev Rh +, ve zkumavce se projeví viditelnou aglutinací. Jestliže pak Rh -, aglutinace se nevytvoří.

8 Praktická část

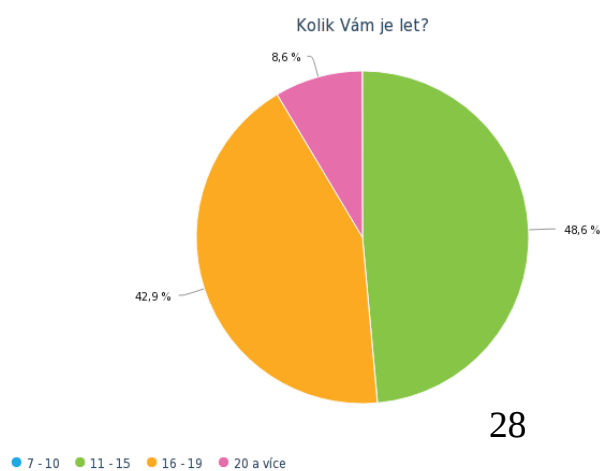
V praktické části absolventské práce jsem zkoumala vědomosti lidí o krvi a krevních skupinách pomocí online dotazníku survio.cz. Po rozeslání a vyplnění dotazníku různými lidmi mi survio vyhodnotilo grafy na jednotlivé otázky, které jsem poté použila jako materiál do praktické části mé práce o Krvi a krevních skupinách.

1. Jsem muž či žena?



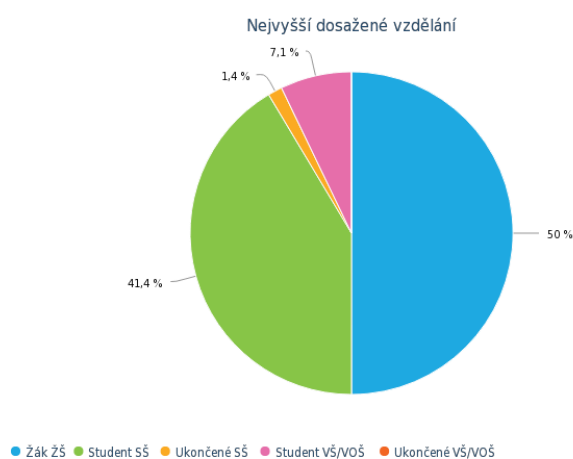
Moji práci vyplnilo celkem 70 respondentů, z toho 71% (50) žen a 29% (20) mužů.

2. Kolik Vám je let?



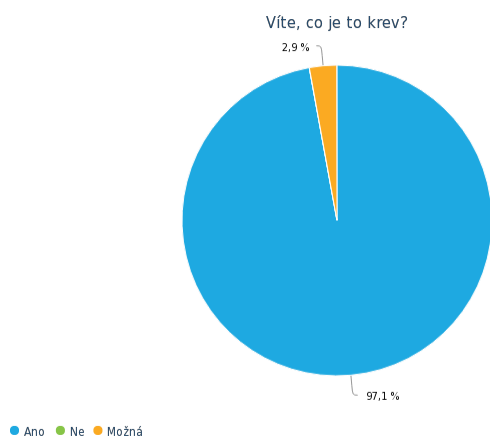
Většina dotazovaných bylo ve věku 11 – 15 let (49%), další dotazovaní byli ve věku 16 – 19 (43%) a ostatní byli ve věku 20 a více (7%).

3. Nejvyšší dosažené vzdělání



Další otázkou bylo “nejvyšší dosažené vzdělání,, Tam můžeme vidět, že nejvíce respondentů byli žáci ZŠ (50%), dále studenti SŠ (41%), dále ukončené SŠ (1%) a jako poslední studenti VŠ a VOŠ (7%).

4. Víte, co je krev?



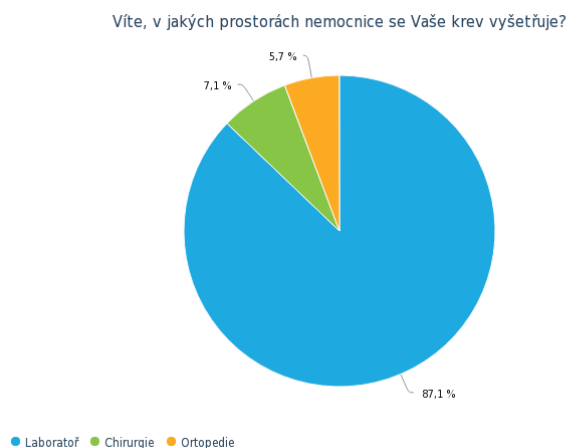
Na tuto otázku odpovědělo 97% lidí ano a 3% možná.

5. Z čeho se skládá krev?



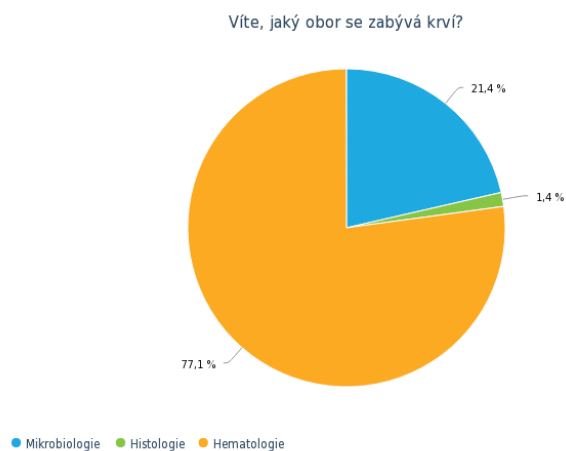
Další otázkou jsem chtěla zjistit, kolik lidí ví, z čeho se vlastně krev skládá. 99% respondentů dalo, že se skládá z buněčné a tekuté části a jen 1% respondentů dalo, že z bakterií.

6. Víte, kde se vyšetřuje krev?



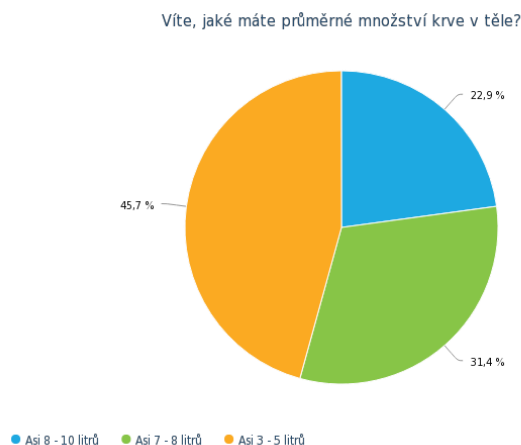
Odpovědi respondentů na otázku, jestli ví, kde se jejich krev vyšetřuje, dopadla tak, že 87% respondentů dalo, že v laboratoři, 7% respondentů, že na chirurgii a 6% respondentů dalo, že se jejich krev vyšetřuje na ortopedii.

7. Víte, jaký obor se zabývá krví?



Obor, který se zabývá krví, se nazývá hematologie. Na tuto otázku odpovědělo 77% respondentů, že hematologie, 21% mikrobiologie a 1% histologie.

8. Víte, kolik máme litrů krve v těle?



V osmé otázce jsem se ptala, jestli respondenti vědí, kolik litrů krve v těle máme. Tady to bylo velice vyrovnané – 46% respondentů dalo, že asi 3 – 5 litrů, což byla také správná odpověď. Druhou nejčastější odpovědí bylo asi 7 – 8 litrů (31%) a poslední odpovědí bylo asi 8 – 10 litrů (23%).

9. Víte, jaké existují krevní skupiny? Vypište

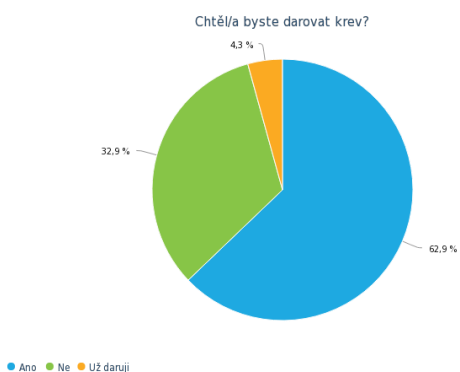
Většina dotazovaných respondentů byla alespoň z většiny schopna odpovědět na tuto otázku. Někteří z nich uváděli i Rh faktor, některým ba naopak chybělo uvést některou z krevních skupin. Nicméně komplexně bych vyhodnotila tuto otázku za většinově zodpovězenou. Mezi úsměvné odpovědi této otázky v dotazníku patřily např. červené krvinky, krev, Ab, Ano a jednou uvedená odpověď ve formě tří teček.

10. Jaká je Vaše krevní skupina?



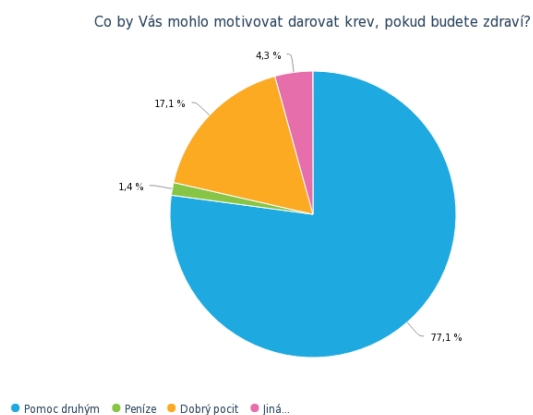
Toto pro mě byla velice zajímavá otázka. Zjistila jsem, že velká část respondentů svoji krevní skupinu zná (53%), další část svoji krevní skupinu nezná (33%), 13% respondentů svoji krevní skupinu neví a 1% je to jedno.

11. Chtěli byste darovat krev?



Myslela jsem si, že moc lidí dnešní populace, darovat krev ani nechce nebo nemá zájem. Nejspíš jsem se mýlila. Díky tomuto dotazníku jsem zjistila, že 63% respondentů, kteří mi vyplnili tento dotazník, krev darovat chtějí. Pouze 33% darovat krev nechce a 4% respondentů již darují.

12. Co Vás motivuje darovat krev?



Poslední a podle mě zajímavou otázkou byla “Co Vás motivuje darovat krev?,, 77% populace chce darovat krev za účelem pomoci druhým lidem, pouze 17% kvůli dobrému pocitu, tedy kvůli sobě, 4% zvolili odpověď jinou a 1% kvůli penězům.

Díky tomuto dotazníku jsem zjistila vědomosti lidí na téma Krev a krevní skupiny. Myslím si, že většina lidí ví aspoň něco málo o krvi a krevních skupinách.

9 Závěr

Díky této práci jsem se dozvěděla plno informací nejen o krvi jako takové, ale taky o jejím složení, funkci a vzhledu. Dále jsem načerpala znalosti v oblasti jednotlivých typů buněk, které nám kolují v krvi, s čímž souviselo seznámení se s jejich vyšetřováním, s jejich patologickými stavy a následnými nemocemi těchto jednotlivých buněk.

Na konci této práce vím také něco o místě, kde se krev vyšetřuje, také něco málo o krevních skupinách a o jejich významu při transfuzi krve. Jsem ráda, že jsem díky této práci pochopila funkci krve v organismu a že je pro náš organismus opravdu důležitá.

Tato práce mi nepřinesla nejen znalosti důležité do života, ale také informaci o mé krevní skupině, kterou jsem si díky dotazníku v praktické části této práce musela zjistit.

10 Zdroje

- **Knihy:**
 - Hematologie a transfuzní služba – 1. díl, Brno 2011
 - Hematologie a transfuzní služba – 2. díl, Brno 2011
- **Internetové zdroje:**
 - <https://www.galenus.cz/clanky/zdravi/tehotenstvi-rh-faktor>
 - <https://www.wikiskripta.eu/w/Leukocyt>
 - https://cs.wikipedia.org/wiki/%C4%8Cerven%C3%A1_krvinka
 - <https://anemie.zdrave.cz/hemoglobin-krevni-barvivo/>
 - <https://www.linkos.cz/slovnicek/erytrocyty-cervene-krvinky/>
 - <http://fbt.cz/skripta/v-krev-a-organy-imunitniho-systemu/1-slozeni-krve/>
- **Použité obrázky:**
 - <https://gl.wikipedia.org/wiki/Granulocito#/media/File:Neutrophil2.jpg>
 - <https://www.prirodovedci.cz/zeptejte-se-prirodovedcu/496>
 - <https://fidiananurul.wordpress.com/2014/03/13/macam-jenis-dan-fungsi-sel-darah-putih-leukosit/>
 - [https://en.wikipedia.org/wiki/Basophil#/media/File:Blausen_0077_Basophil \(c
rop\).png](https://en.wikipedia.org/wiki/Basophil#/media/File:Blausen_0077_Basophil_(crop).png)
 - <https://cs.wikipedia.org/wiki/Monocyt#/media/File:Mon%C3%B2cit24h.jpg>
 - [https://paulturner-mitchell.com/cs/121086-leykocity-norma-u-zhenschin-
norma-leykocitov-u-beremennoy-zhenschiny.html](https://paulturner-mitchell.com/cs/121086-leykocity-norma-u-zhenschin-norma-leykocitov-u-beremennoy-zhenschiny.html)
 - <https://www.genetickabanka.cz/burkerova-komurka>
 - [https://www.sysmex.com/la/es/Products/Hematology/XNSeries/Pages/XN-
1000S-Hematology-Analyzer.aspx](https://www.sysmex.com/la/es/Products/Hematology/XNSeries/Pages/XN-1000S-Hematology-Analyzer.aspx)
 - [https://www.selectscience.net/products/sysmex-kx-21n-automated-
hematology-analyzer/?prodID=204800](https://www.selectscience.net/products/sysmex-kx-21n-automated-hematology-analyzer/?prodID=204800)
- **Dotazník:**
 - <https://www.survio.com/cs/>