



Zdravotně
sociální fakulta
Faculty of Health
and Social Sciences

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

Volumoterapie a hemoterapie v intenzivní péči z pohledu sestry

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Studijní program: OŠETŘOVATELSTVÍ

Autor: Bc. Kateřina Němcová

Vedoucí práce: PhDr. Andrea Hudáčková, Ph.D.

České Budějovice 2018

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci s názvem „*Volumoterapie a hemoterapie v intenzivní péči z pohledu sestry*“ jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby diplomové práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé diplomové práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 13.8.2018

.....

Bc. Kateřina Němcová

Poděkování

Touto cestou bych chtěla poděkovat PhDr. Andree Hudáčkové, Ph.D. za odborné vedení mé diplomové práce, za věcné rady a připomínky při jejím zpracování.

Volumoterapie a hemoterapie v intenzivní péči z pohledu sestry

Abstrakt

Tato čistě teoretická diplomová práce se zabývá volumoterapií a hemoterapií v intenzivní péči. Tyto druhy léčby se staly součástí každodenní práce sester, a to nejen na jednotkách intenzivní péče. Volumoterapie a infuzní léčba je jeden z nejvyužívanějších způsobů terapie obecně, slouží k podávání léků, elektrolytů, tekutin i výživy. Hemoterapie a podávání transfuzí i přes veškerá rizika je stále nenahraditelnou součástí medicíny. Práce sester je spojena nejen s přípravou, aplikací a ukončováním těchto terapií, ale také se zajištěním a péčí o intravenózní vstupy, s ošetrovatelskou péčí o klienta nebo jeho sledováním.

Práce je rozčleněna do několika částí, které na sebe logicky navazují a definují celou problematiku volumoterapie a hemoterapie. V začátku práce jsou popsány fyziologické aspekty tekutin, krve a vnitřního prostředí, které jsou pro správné pochopení celé problematiky nezbytné. Dále se práce zabývá volumoterapií, která je definována jako podávání infuzních roztoků do cévního řečiště. Cílem práce bylo na základě prostudované literatury ozřejmit základní pojmy volumoterapie a vypracovat přehled podávaných preparátů, který je součástí této části. Dále navazuje ošetrovatelská část, kde jsou sumarizovány úkoly sestry při poskytování volumoterapie a možné komplikace této léčby.

Následující část práce se zabývá hemoterapií, kde byl cíl práce stejný jako u volumoterapie a přehled preparátů je rozdělen na transfuzní přípravky a krevní deriváty. Dále jsou zpracovány zásady podávání transfuzí a krevních derivátů, ošetrovatelská část s úkoly sestry při poskytování hemoterapie a komplikace této léčby.

Další část práce je věnována ošetrovatelské péči o klienta v hypovolemickém šoku, který patří mezi společnou indikaci obou terapií. Jsou zde popsány jak teoretické aspekty, tak ošetrovatelská část. Ošetrovatelská část se zabývá nejčastějšími úkoly sestry a její rolí při péči o klienta na jednotce intenzivní péče. V práci je zpracován koncept bezpečné intravenózní terapie. Dalším cílem práce je na základě prostudované literatury zmapovat a porovnat jednotlivá doporučení při podávání volumoterapie a hemoterapie a úlohu

sestry při poskytování této léčby. Tento cíl je zpracován v průběhu celé práce a závěry z něj jsou shrnuty v závěru práce.

Tato teoretická diplomová práce byla zpracována na podkladě českých i zahraničních informačních zdrojů. Poznatky byly sbírány z odborných knih, časopisů a internetových stránek zabývajících se problematikou volumoterapie a hemoterapie a intenzivní péče.

Klíčová slova

Tekutiny; infuzní léčba; transfuze; intenzivní péče; sestra; klient

Fluid resuscitation and haemotherapy in the intensive care from the perspective of nurse

Abstract

This thesis focuses on the fluid replacement therapies and the use of blood products in intensive care which is part of the daily routine for the multidisciplinary team on intensive care including the intensive care nursing staff. These therapies span wide array of functions, including but not limited to fluid status management, electrolyte replacement and optimisation, therapeutic purposes and the delivery of nutritional requirements.

The administration of blood products is vital in modern day medicine, particularly in the intensive care setting, and although there has been significant improvements in the standard of safety it is not completely without risk. The role of the intensive care nurse is vital not only in the preparation and administration of blood products but also to watch for potential complications and side effects that may arise. They are also responsible for meticulous care of venous access ports as these are frequently used in the intensive care setting and must be well looked after to ensure patency and to prevent infection.

This thesis is divided into parts in an attempt to cover the main issues surrounding fluid management and the administration of blood products. The first part aims to summarise the relevant physiology underlying fluid balance, transfusion medicine and homeostasis. Next, based on reviewing the current literature, we aim to describe the current terminology approaches to fluid management and summarise the most commonly used products. The following sections are written with a focus on nursing care – the tasks involved and their responsibilities and an overview of the possible complications that may arise with fluid replacement strategies.

The important aspects of transfusion medicine are described by first defining the available blood products commonly used on intensive care followed by the basic principles underpinning the indications for their usage. We go on further to highlight the possible complications of these respective therapies and what nursing staff should be

vigilant for when involved in the care of patients receiving blood products. We also address the role of the nurse in the care of the patient in hypovolemic shock. This encompasses the principles and therapies previously described in an acute setting. We describe the principles of management of such patients together with the clinical implications and practical considerations that need to be taken into account.

We also focus on the particular responsibilities of the nurse in the care of such patients on intensive care. At the end of this thesis we summarised the safe concept of intravenous therapy. The second aim of this paper was based on the literature search to summarise and compare modern trends in fluid management.

Key words

Fluid; infusion therapy; transfusion; intensive care; nurse; patient

Obsah

Úvod.....	14
Cíl práce	15
Metodika.....	16
1 SOUČASNÝ STAV.....	17
2 FYZIOLOGIE TĚLESNÝCH TEKUTIN.....	19
2.1 Celková tělesná voda.....	19
2.1.1 Rozdělení celkové tělesné vody.....	19
2.2 Pohyb tělesných tekutin.....	20
2.3 Regulace množství tělesných tekutin.....	21
2.3.1 Příjem čisté vody.....	22
2.4 Ionty tělesných tekutin.....	22
2.4.1 Sodík	23
2.4.1.1 Hyponatrémie	23
2.4.1.2 Hypernatrémie	24
2.4.2 Draslík	25
2.4.2.1 Hypokalémie	25
2.4.2.2 Hyperkalémie	26
2.4.3 Hořčík.....	26
2.4.3.1 Hypomagnezémie.....	27
2.4.3.2 Hypermagnezémie	27
2.4.4 Vápník.....	28
2.4.4.1 Hypokalcémie.....	28
2.4.4.2 Hyperkalcémi.....	29
2.4.5 Chloridy.....	29
3 FYZIOLOGIE KRVE.....	31

3.1	Funkce krve	31
3.2	Krevní plazma.....	32
3.2.1	Anorganické složky krevní plazmy	32
3.2.2	Organické složky krevní plazmy	33
3.3	Krevní elementy	33
3.3.1	Erytrocyty.....	34
3.3.2	Leukocyty.....	35
3.3.3	Trombocyty.....	35
3.4	Hemostáza	36
3.5	Krevní skupiny.....	36
3.5.1	Systém ABO	37
3.5.2	Rh systém.....	38
3.6	Krevní oběh	38
4	VNITŘNÍ PROSTŘEDÍ.....	40
4.1	Acidobazická rovnováha.....	40
4.1.1	Stálost acidobazické rovnováhy.....	41
4.1.2	Vyšetření acidobazické rovnováhy	41
4.1.3	Acidóza.....	42
4.1.3.1	Metabolická acidóza.....	43
4.1.4	Alkalóza.....	44
4.1.4.1	Metabolická alkalóza.....	44
4.2	Poruchy hydratace	45
5	VOLUMOTERAPIE	47
5.1	Indikace volumoterapie.....	48
5.2	Infuzní roztoky	48

5.3	Krystaloidní infuzní roztoky	49
5.3.1	Voda pro injekci	50
5.3.2	Fyziologický roztok.....	51
5.3.2.1	F1/2 a F1/3	52
5.3.3	Ringerův roztok.....	52
5.3.3.1	R1/2 a R1/3	53
5.3.4	Hartmannův roztok.....	53
5.3.4.1	H1/2, H1/3 a H2/3	54
5.3.5	Glukóza 5 %.....	54
5.3.6	Plasmalyte roztok	55
5.3.7	Plasmalyte roztok s 5% glukózou.....	56
5.3.8	Isolyte roztok	57
5.3.9	Ringerfundin	58
5.3.10	Darrowův infuzní roztok	59
5.4	Koloidní infuzní roztoky	60
5.4.1	Dextrany	61
5.4.2	Deriváty želatiny	61
5.4.2.1	Gelaspan.....	61
5.4.2.2	Gelofusine	62
5.4.3	Deriváty škrobu.....	63
5.4.3.1	Tetraspan 6% a 10%	63
5.4.3.2	Volulyte 6%	65
5.4.3.3	Voluven 6% a 10%	65
5.4.4	Deriváty plazmy	66
5.5	Osmoterapeutické infuzní roztoky	66
5.6	Roztoky určené k úpravě ABR a elektrolytové dysbalance	66
5.6.1	Substituce KCl	66
5.6.2	Substituce NaCl.....	67
5.6.3	Substituce NaHCO ₃ 4,2% a 8,4%	68
5.7	Infuzní roztoky parenterální výživy	68
5.7.1	Roztoky cukrů	69
5.7.1.1	Glukóza 10 %	69

5.7.1.2	Glukóza 20%	69
5.7.1.3	Glukóza 40%	70
5.8	Infuzní roztoky ostatní.....	70
5.9	Zásady při poskytování volumoterapie, pohled sestry a její role v péči o klienta	71
5.10	Komplikace volumoterapie	73
5.11	Bezpečnost infuzní terapie.....	75
6	HEMOTERAPIE.....	77
6.1	Obecné zásady hemoterapie	77
6.2	Transfuzní přípravky.....	78
6.2.1	Plná krev	78
6.2.2	Erytrocytární koncentráty.....	79
6.2.2.1	Využití erytrocytárních koncentrátů	80
6.2.3	Trombocytární koncentráty.....	81
6.2.3.1	Využití trombocytárních koncentrátů	81
6.2.4	Plazma.....	82
6.2.4.1	Využití plazmy	83
6.2.5	Kryoprotein.....	83
6.2.6	Granulocyty.....	84
6.2.7	Autologní transfuzní přípravky	84
6.3	Krevní deriváty	85
6.3.1	Koncentráty koagulačních faktorů.....	86
6.3.2	Koncentráty inhibitorů koagulace	87
6.3.3	Albumin.....	88
6.3.4	Imunoglobuliny	88
6.3.5	Tkáňová lepidla	89
6.4	Dárcovství krve a výroba transfuzních přípravků.....	89
6.5	Předtransfuzní vyšetření	90

6.6	Zásady podávání transfuzních přípravků	90
6.7	Zásady podávání krevních derivátů	94
6.8	Komplikace hemoterapie	95
6.8.1	Diagnostika potransfuzní reakce	96
6.8.2	Akutní hemolytická potransfuzní reakce	97
6.8.3	Nehemolytická febrilní transfuzní reakce	98
6.8.4	Alergická potransfuzní reakce.....	98
6.8.5	Anafylaktická potransfuzní reakce	99
6.8.6	Bakteriální potransfuzní reakce	99
6.8.7	Reakce TRALI.....	101
6.8.8	Reakce TACO.....	101
6.8.9	Další kardiovaskulární a metabolické komplikace	102
6.8.10	Pozdní hemolytická potransfuzní reakce	102
6.8.11	Potransfuzní purpura	103
6.8.12	Transfuzí indukovaná reakce štěpu proti hostiteli.....	104
6.8.13	Přenos virů	104
6.8.14	Přenos parazitů	105
6.9	Pohled sestry a její role v péči o klienta podstupujícího hemoterapii	105
6.10	Role sestry při poskytování transfuzní léčby	106
6.11	Odpovědnost a kompetence.....	109
6.12	Odmítání preparátů vyrobených z krve.....	109
7	OŠETŘOVATELSKÁ PÉČE O NEMOCNÉHO V HYPOVOLEMICKÉM ŠOKU .111	
7.1	Definice šokových stavů	111
7.2	Hypovolemický šok	111
7.2.1	Patofyziologie	112
7.2.2	Klinický obraz a diagnostika.....	112
7.2.3	Terapie.....	114

7.3	Role sestry v péči o nemocného v hypovolemickém šoku	115
7.3.1	Monitorace klienta a ošetrovatelská péče.....	116
7.3.1.1	Monitorované parametry.....	117
7.3.1.2	Role sestry	119
7.3.2	Ošetrovatelská péče o invazivní žilní vstupy.....	119
7.3.2.1	Periferní žilní kanylace	120
7.3.2.2	Centrální žilní kanylace.....	122
7.3.2.3	Intraoseální přístup	125
7.3.2.4	Prevence katetrových infekcí	125
7.3.3	Ošetrovatelská péče	126
8	ZÁVĚR	127
9	SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ	131
10	PŘÍLOHY.....	141
11	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	145

Úvod

„*Sine aqua non vita est*“ je latinský výrok, který v překladu znamená bez vody není života. Jeho pravdivost je zcela bez pochyb, a to i v dnešní moderní medicíně.

Podávání tekutin je neodmyslitelnou součástí zdravotnické péče na všech jejích úrovních. Na jednotkách intenzivní péče jsou podávány tekutiny zejména v podobě infuzních roztoků v rámci volumoterapie. Ta je součástí léčby všech patologických stavů, se kterými se lze v intenzivní péči setkat, protože díky infuzní léčbě je podávána nejenom životadárná voda, ale také léky, elektrolyty či výživa. Stačí pouze vybrat z celého spektra infuzních roztoků ten/ty nejlepší pro daný zdravotní stav a léčbu zahájit.

Jsou ale i akutní stavy, kdy podávání volumoterapie a infuzních roztoků nestačí a záchrana života či léčba klienta je možná jen díky zahájení hemoterapie. Hemoterapie je podávání transfuzních přípravků a/nebo krevních derivátů obvykle do žilního řečiště. Tato léčba s sebou nese poměrně vysokou míru rizik a komplikací, ale i přes to všechno má v moderní medicíně své nenahraditelné místo.

Poskytování obou těchto terapií je v rukou lékaře a sestry. Úloha sestry nespočívá pouze v přípravě a podání požadovaných přípravků, ale také v zajištění a péči o cévní přístupy, péči o klienta, jeho sledování či monitorování potřebných vitálních a laboratorních parametrů.

Na jednotkách intenzivní péče musí být poskytována zdravotní péče na co nejvyšší úrovni, a to nejen lékařská, ale i ošetrovatelská. Sestra zde poskytuje péči klientům v kritickém stavu, u kterých dochází k selhávání životních funkcí. Tato skutečnost vyžaduje jak odborné teoretické vědomosti a znalosti, tak i praktické zkušenosti a dovednosti. Vysoké požadavky jsou kladeny na sestru nejenom při poskytování běžné péče, ale i při řešení nenadálých stavů ve vypjatých situacích. To vyžaduje nejenom fyzickou, ale i psychickou zdatnost.

Cíl práce

Cílem diplomové práce na téma „Volumoterapie a hemoterapie v intenzivní péči z pohledu sestry“ je nabídnout komplexní přehled související s poskytováním těchto terapií včetně ošetrovatelské péče. Jedná se o velice široké téma, se kterým se většina zdravotních sester při své práci běžně setkává. A i když se jedná o standardizované postupy, množství podávaných preparátů a klinických stavů, kdy jsou tyto druhy léčby indikovány, z nich dělají nestandardní a nepředvídatelnou práci.

Prvním cílem práce je ozřejmit základní pojmy volumoterapie a hemoterapie a vypracovat přehled podávaných preparátů, který v prostudované literatuře není nikde dostupný v ucelené formě. A uvedené informace jsou jen strohé a leckdy i zavádějící. Druhý cíl práce se vztahuje k porovnání jednotlivých doporučení při podávání volumoterapie a hemoterapie a dále se zabývá úlohou sestry při poskytování této léčby. Tento cíl je zaměřen zejména na aspekty týkající se sesterské práce, která musí být na jednotkách intenzivní péče co nejlepší a na co nejvyšší odborné úrovni. Takovou péči lze poskytovat pouze s dostatečnými teoretickými vědomostmi, praktickými zkušenostmi a nepřetržitým vzděláváním se a seznamováním se s nejnovějšími aspekty týkajícími se péče a s nejmodernějšími pomůckami, které k poskytování této péče jsou nezbytné.

Metodika

Tato teoretická diplomová práce na téma Volumoterapie a hemoterapie v intenzivní péči z pohledu sestry byla zpracována vědeckou metodou návrhu a demonstrace. Po prostudování odborné literatury zabývající se zvoleným tématem, byla sestavena komplexní problematika volumoterapie a hemoterapie se zaměřením na intenzivní péči. Ze získaných dat byl sestaven přehled, který sumarizuje celou problematiku a který je nezbytný pro poskytování ošetrovatelské péče podložené teoretickými vědomostmi i zkušenostmi.

Sběr podkladů pro tuto diplomovou práci probíhal v roce 2018 od ledna až do července. Jednotlivé informace a poznatky byly získány jak z českých, tak i ze zahraničních informačních zdrojů, byly využívány knihy, časopisy i oficiální stránky odborných společností. Pro vyhledávání informačních zdrojů byly použity vědecké databáze Medline, Ebsco či Scopus. Mezi nejvýznamnější zdroje lze zařadit Guide to the preparation, use and quality assurance of blood components či Infusion Therapy Standard of Practice. Ze zahraničních periodik je nutné zmínit Critical Care Medicine či Eur J Anaesthesiol nebo Practice & Research Clinical Anaesthesiology. Z českých informačních zdrojů je nutné zmínit Intenzivní medicínu od prof. MUDr. Pavla Ševčíka, CSc. či v souvislosti s hemoterapií prof. MUDr. Miroslava Penku, CSc. a jeho publikace, nebo také periodikum Postgraduální medicína.

1 Současný stav

Volumoterapie a hemoterapie jsou neodmyslitelnou součástí práce sester. Jedná se o odlišné druhy terapie, které se doplňují a umožňují poskytnout právě tu léčbu, která je pro klienta nejlepší. Jejich využití se čím dál více prosazuje i v ambulantní péči, při hospitalizaci na standardních odděleních je běžně využívána a v intenzivní péči je její naprostou součástí.

Aby mohla být volumoterapie poskytována tak, jak ji známe, muselo dojít k zásadním objevům, přitom význam doplňování chybějících tekutin do organismu je znám již od 30. let 19. století. Mezi ty nejvýznamnější objevy se řadí popsání krevního oběhu v roce 1628, popsání základů antiseptiky v 2. polovině 19. století a popsání vnitřního prostředí v roce 1879. Další významný objev byl učiněn koncem 19. století, kdy bylo dokázáno, že koncentrace 0,9 % roztoku chloridu sodného odpovídá koncentraci sodíku v séru. Od té doby je roztok označován jako fyziologický a začal být využíván k náhradám krevních ztrát. V krátké době na to byl popsán osmotický tlak a význam dalších elektrolytů. Ale z důvodů nemožnosti zajištění intravenózního přístupu byla tekutinová léčba po dlouhou dobu zajišťována orálně, subkutánně či rektálně (Ševčík et al., 2014).

První zmínky o podávání krve jsou z 15. století, ale její význam je znám již od starověku (Tesařová, 2012). O tom vypovídá i Hippokratova teorie čtyř tělesných tekutin. Pokusy o převod krve bylo uskutečňováno poměrně mnoho, ale až do objevení krevních skupin a dalších antigenních systémů počátkem 20. století se jednalo o značně rizikovou proceduru. První pokus převodu kompatibilní krve byl uskutečněn v roce 1906. Ale až do objevení citrátu v roce 1914, který zabraňuje srážení krve, byl tento proces uskutečňován spojením arterie dárce a vény příjemce. Po objevení dextrózy v roce 1916 mohla být krev i skladována (Ševčík et al., 2014). V meziválečném období došlo k zdokonalení skladování krve a vznikl systém krevních bank na její uchovávání (Tesařová, 2012).

K významnému rozvoji volumoterapie a hemoterapie došlo až po 2. světové válce, kdy byly vyvinuty pomůcky k bezpečnému intravenóznímu zajištění a vyvinut plastový vak na uchovávání krevních transfuzí (Ševčík et al. 2014).

Ruku v ruce s válečnými konflikty a objevy na poli anatomie a fyziologie docházelo i k rozvoji intenzivní péče a ošetrovatelství. Za zakladatelku intenzivního a moderního ošetrovatelství je považována Florence Nightingalová, která zásadně změnila dosavadní zdravotní péči. Zaměřila se na zejména na hygienická opatření, výživu nemocných, organizovanost péče a vzdělávání ošetrovatelek. Tím povýšila nejenom samotnou ošetrovatelskou péči, ale také ošetrovatelství jako povolání. Dokonce jej vyzdvihla až na stejně vážené zaměstnání jako to lékařské a kladla důraz na neustálé vzdělávání a rozšiřování vědomostí jako je tomu u lékařů, protože pouze vzdělaná sestra může být pro zdravotnickou péči přínosem (Kutnohorská, 2010).

V současnosti je ošetrovatelství samostatnou vědeckou disciplínou, která se zaměřuje na aktivní vyhledání a uspokojování bio-psycho-sociálně-spirituálních potřeb zdravých i nemocných v péči o jejich zdraví (MZ ČR, 2014). Sestra v tomto konceptu plní roli poskytovatele péče a s nepřetržitým rozvojem medicíny i ošetrovatelství jsou na sestry kladeny stále vyšší nároky, a to nejen na praktické dovednosti, ale zejména na teoretické vědomosti. Na jednotkách intenzivní péče musí být poskytována péče na co nejvyšší odborné úrovni. Takovou péči lze poskytovat pouze s neustálým vzděláváním se a zdokonalováním svých dovedností, protože vývoj medicíny, ošetrovatelství a zdravotnické techniky jde neustále kupředu. Neznalost všech aspektů a souvislostí může mít pro klienta závažné následky.

2 Fyziologie tělesných tekutin

Voda je základem našeho bytí, nezbytnou podmínkou veškerého života (Beneš et al., 2015). Nejenom v našem organismu je voda základní složkou vnitřního prostředí. Jedná se o rozpouštědlo, které nám umožňuje průběh biologických a chemických procesů, jež mají v organismu udržovat rovnováhu (Jabor, 2008).

Lidské tělo je přibližně ze dvou třetin tvořeno vodou. A právě tato skutečnost je podmínkou pro jeho fungování. Náš organismus bez vody vydrží jen krátce, závažné problémy začínají již po dvou dnech hladovění a žíznění, po 7 dnech nastává smrt (Rokyta et al., 2016).

2.1 Celková tělesná voda

Celková tělesná voda - CTV je zejména ovlivňována objemem tělesného tuku, čím více je v těle tělesného tuku, tím méně obsahuje vody. U obézních objem CTV může klesnout i pod polovinu z celkové hmotnosti (Rokyta et al., 2016). Další velký vliv na objem CTV má věk (Jabor, 2008). V kojeneckém období je tělo tvořeno 85% vody, u dětí přibližně 75% vody a v dospělosti 60 %. Tento poměr s věkem neustále klesá. (Rokyta et al., 2016). Jabor (2008) ještě upřesňuje, že poměr CTV u dětí se vyrovnává v období puberty, kdy lze hodnoty srovnávat s dospělým. Poměr je rozdílný u pohlaví, ženy mají nižší objem tělesné vody z důvodu vyššího objemu tělesného tuku (Kittnar et al., 2011). Jabor (2008) pro zajímavost zmiňuje i rozdíl mezi lidskými rasami, u černé rasy je poměr CTV v dospělosti znatelně vyšší než u bělochů.

2.1.1 Rozdělení celkové tělesné vody

Rozdělení CTV je určeno tělesnými kompartmenty. Jedná se o uzavřené části organismu, které mají rozdílný objem, složení, funkce, a komunikují spolu. Základní rozdělení CTV (i dle kompartmentu) je na intracelulární tekutinu - ICT a extracelulární tekutinu- ECT (Jabor, 2008). Dvě třetiny z objemu CTV jsou obsaženy v ICT a jedna třetina v ECT (Rokyta et al., 2016).

Intracelulární tekutina, jak už název napovídá, je uvnitř buněk (Rokyta et al., 2016). ICT u dospělého zaujímá cca 40 % z celkové tělesné hmotnosti (Jabor, 2008). Od ostatních kompartmentů ji odděluje semipermeabilní membrána, přes kterou probíhá transport vody. Většina iontů musí k přesunu využít kanály či transportéry (Bernášková, 2013). Hlavním intracelulárním iontem je draslík (Jabor, 2008). Detailní rozdělení iontů je zobrazeno v příloze č. 1.

Extracelulární tekutina zaujímá u dospělého 20% z celkové tělesné hmotnosti (Jabor, 2008). Jedná se o tekutinu v cévách a intersticiu, dle toho se dělí na intravaskulární tekutinu - IVT a intersticiální tekutinu - IST (Bernášková, 2013). Pro ECT je charakteristická vysoká hladina sodíku, který představuje hlavní extracelulární kationt (Jabor, 2008). IST tvoří 75 % z ECT a jedná se o tkáňový mok. IVT tvoří 25 % z ECT a jedná se o tekutinu uvnitř krevních a lymfatických cév (Rokyta et al., 2016). Beneš et al. (2015) ve své knize k ECT řadí ještě tekutinu transcelulární, která je obsažena v tělesných dutinách. Rokyta et al., (2016) ji charakterizuje jako ECT se specifickými funkcemi. Konkrétně se jedná o mozkomíšní mok, pleurální tekutinu, perikardiální tekutinu, peritoneální tekutinu, tekutinu v kloubech, sekrety trávicích žláz a tekutinu nitrooční. Pro celistvost uvážených informací je potřeba zmínit tekutinu ve třetím prostoru, která se vyskytuje při patologických stavech, např. ascites či traumatický edém. Z funkčního hlediska tekutinu nelze zařadit mezi výše zmíněné (Kazda et al., 2012).

Pohyb mezi jednotlivými kompartmenty probíhá díky osmóze. ECT tak komunikuje s ICT, která má dvojnásobný objem. V kompartmentu ECT probíhá neustále množství procesů, které mají za důsledek sekreci a resorpci tekutin, například filtrace v ledvinách či vstřebávání v trávicím traktu. Pokud tato tekutina má podobnou hodnotu osmolality jako ECT, může dojít při patologických stavech, jako je např. zvracení, průjem či při drénování, ke ztrátě tekutiny z plazmy. Tento stav vede k rozvoji dehydratace s oběhovými následky (Jabor, 2008).

2.2 Pohyb tělesných tekutin

Hlavní mechanismus pohybu vody v lidském těle je osmóza. Jedná se o pasivní transport, který probíhá přes semipermeabilní membránu, která je propustná pouze pro

rozpouštědlo (Beneš et al., 2015). Dle Jabora (2008) lze k semipermeabilním membránám řadit i membrány biologické, které mají různý stupeň propustnosti pro obsažené částice a volnou propustnost pro rozpouštědlo. Pohyb vody probíhá ve směru z roztoku o nižší koncentraci rozpuštěných látek do roztoku o vyšší koncentraci, tím dojde k vyrovnání koncentrací roztoků a zastavení pohybu vody - osmózy (Beneš et al., 2015).

Tento mechanismus pohybu je však závislý na osmotickém tlaku. Osmotický tlak lze z medicínského hlediska považovat za tlak, který působí na semipermeabilní membránu, kdy na jejích stranách vznikne rozdíl v osmolalitě (Jabor, 2008). Beneš et al., (2015) charakterizuje osmotický tlak jako tlak, který je potřebný k zastavení osmózy.

„Osmolalita – celkové množství přesněji látkové množství osmoticky aktivních částic rozpuštěných v kilogramu vody“ (Kašáková, Vokurka a Hugo, 2015. s.287).

Jednotkou osmolality je mmol/kg nebo se někdy uvádí mosm/kg. Tato veličina není závislá na velikosti částic, pouze na jejich počtu. Aby nedošlo k vychýlení z fyziologického rozmezí je osmolalita regulována osmoreceptory, které ovlivňují hospodaření organismu s vodou (Zlatohlávek et al., 2017). V rámci složení roztoků je osmolalita uváděna v mosm/l.

„Osmolarita - celkové množství osmoticky aktivních částic rozpuštěných v litru rozpouštědla, obv. vody“ (Kašáková, Vokurka a Hugo, 2015. s.287). Dle Kašákové, Vokurky a Huga (2015) je osmolarita běžněji užívána a pojí se s hodnotami iontů, močoviny či glukózy v krvi.

2.3 Regulace množství tělesných tekutin

Voda v našem organismu neustále koluje - vylučuje se a zpětně zase vstřebává. Pro správné fungování je zapotřebí vyrovnaná bilance mezi příjmem a výdejem tekutin (Rokyta et al., 2016). Hospodaření s tekutinami a ionty v organismu je sledováno volumoreceptory (sledují objem tekutin) a osmoreceptory (sledují hodnoty osmotického tlaku) (Mourek et al., 2013).

Primární příjem vody je v podobě tekutin, je řízen hypotalamem a charakteristickým pocitem žízně. Optimální množství vypité vody by se mělo pohybovat v rozmezí 1000 - 1500 ml/den (Rokyta et al., 2016). Další významný příjem tekutin je

z potravy, běžně jedná se o 900 - 1000 ml/den (Mourek et al., 2013). Dalším zdrojem vody jsou oxidační procesy, které jsou zdrojem přibližně 300 ml vody za den (Rokyta et al., 2016).

Aby nedošlo k převodnění organismu, je nezbytné vyloučit i tekutiny. Hlavní vylučování tekutin je zajišťováno močí (optimálně 1500 ml/den, minimální diuréza je 400 - 500 ml/den), kůží (nezatelné pocení - 600 – 800 ml/den, navíc lze ještě pocením dle fyzické aktivity ztratit až 2000 ml/den), dechem (až 400 ml/den) a stolicí (100 ml/den) (Rokyta et al., 2016).

Pokud je příjem tekutin snížený, snižuje se i výdej. Pokud dojde ke ztrátám většího množství vody, dochází k dehydrataci organismu. Pokud je naopak voda v organismu zadržována, mluvíme o hyperhydrataci (Rokyta et al., 2016). Vlastní řízení objemu tekutin v organismu zajišťuje antidiuretický hormon a aldosteron (Mareš et al., 2013).

2.3.1 Příjem čisté vody

Při příjmu čisté vody dochází k jejímu rovnoměrnému rozdělení jak do ECT tak i do ICT a vyrovnání osmolality v obou kompartmentech. Pro zachování vyrovnanosti vnitřního prostředí se ještě dříve, než se stačí přijatá voda vstřebat, aktivuje diuréza. To zapříčiní, že nedojde k převodnění organismu. Pokud ovšem příjem čisté vody neustále pokračuje, může nastat stav zvaný otrava vodou, který je charakteristický edémy, zejména mozkových buněk (Rokyta et al., 2016)

Problém nastává i při příjmu čistého (málo ředěného) chloridu sodného. Jeho ionty se hromadí v ECT a tím zapříčiňují přesun vody z ICT. Tento fakt je podstatný při rehydrataci organismu, nestačí podat izotonický roztok NaCl, neboť objem zvětšuje pouze ECT. Při ztrátě samotného NaCl (bez ztráty vody) dochází k přesunu tekutiny z ECT do ICT až do vyrovnání jejich koncentrací. Znalost těchto skutečností je nezbytná pro správné podávání infuzní terapie (Rokyta et al., 2016).

2.4 Ionty tělesných tekutin

Jak z výše uvedeného textu vyplývá, ionty jsou nepostradatelnou součástí našeho organismu. Jejich kombinace v určité koncentraci nám charakterizují tělesné tekutiny,

zajišťují pohyby tekutin v organismu, zajišťují nervosvalové přenosy, udržují homeostázu a další. Pokud dojde k vychýlení iontové koncentrace z normy, jedná se o patologický stav. Pro podávání roztoků v rámci volumoterapie a intravenózní tekutinové léčby je iontové složení zásadní a ovlivňuje výsledky celé léčby.

2.4.1 Sodík

Chemická značka Na, latinsky natrium, volný se v organismu vyskytuje jako sodný kation - Na^+ . Patří mezi základní prvky v lidském organismu (Jabor, 2008). Jedná se o hlavní extracelulární kation, který napomáhá udržovat homeostázu - jak stálost pH, tak stálý objem tekutin a osmolalitu krevní plazmy (Mourek et al., 2013). Fyziologické hodnoty Na^+ v plazmě jsou 137 až 143 mmol/l. V ECT je zásoba Na^+ skoro 2000 mmol, denně se močí vyloučí 120 až 240 mmol Na^+ (Jabor, 2008). Hlavním zdrojem příjmu sodíku je kuchyňská sůl, optimální přijaté množství soli by nemělo přesáhnout 5 g denně. Ve vyspělých zemích je příjem mnohdy vyšší než 10 g/den. Regulace množství sodíku v těle probíhá vždy s regulací vody, protože Na^+ na sebe váže vodu, častým důsledkem je převodnění a hypertenze (Mourek et al., 2013).

2.4.1.1 Hyponatrémie

Hyponatrémie je charakterizována poklesem koncentrace Na^+ v plazmě pod 135 mmol/l. Jedná se o stav, kdy v ECT je relativně méně Na^+ než vody (Tesař et al., 2015). Hyponatrémie může nastat i tehdy, je-li zásoba Na^+ v ECT v normě, typická je pro onemocnění s retencí vody v organismu. Jako akutní se označuje stav, jež vznikl do 48 hodin nebo rychlost poklesu natrémie je vyšší nebo rovno 0,5 mmol/l za hodinu. Stav, který vznikl před více než 48 hodinami nebo jeho rozvoj byl pomalejší než 0,5 mmol/l za hodinu je nazýván chronická hyponatrémie (Jabor, 2008). Správné rozlišení hraje důležitou roli v terapii, pokud hyponatrémii určit nelze, je nutné řídit se neurologickými symptomy (Schück, 2013).

Z hlediska patofyziologie hyponatrémii rozdělujeme na:

- Hypovolemickou (ztráty vody i Na^+)
- Euvolemickou (bez ztrát objemu tekutin)
- Hypervolemickou (zadržování vody v ECT a vyšší zásoby Na^+ v organismu)

Mezi příčiny hyponatrémie patří průjmy, pocení, popáleniny, renální selhání či nadměrná sekrece antidiuretického hormonu (Tesař et al, 2015). Klinicky se nedostatek sodných iontů v organismu projevuje až při hodnotách pod 125 mmol/l. Mezi projevy patří bolest hlavy, apatie, zmatenost až křeče a kóma (Tesař et al., 2015). Z neurologické symptomatologie je ještě důležitá přítomnost či nepřítomnost deprese, nevolnosti, zvracení a adynamie (Schüick, 2013).

Úprava hyponatrémie je prováděna vždy dle příčiny, základní pravidlo je ale pro všechny společné - úprava by měla trvat tak dlouho, jako se hyponatrémie rozvíjela. A rychlost úpravy by neměla překročit 12 mmol/l Na⁺ za den (Jabor, 2008). Tesař et al. (2015) uvádí, že rychlost úpravy by neměla překročit dokonce 10 mmol/l Na⁺ za den. Léčba by měla probíhat na jednotkách intenzivní péče za nepřetržitě monitorace. (Tesař et al., 2015).

2.4.1.2 Hypernatrémie

Hypernatrémie je stav, kdy v organismu vznikne nepoměr mezi sodnými ionty a vodou v ECT, konkrétně když stoupne koncentrace Na⁺ v plazmě nad 145 mmol/l. Jako kritický je označován stav s hodnotou 155 mmol/l a vyšší (Jabor, 2008). Tento stav je nejčastěji vyvolán nedostatkem tekutiny v organismu, mezi příčiny nejčastěji patří ztráty vody či její nedostatečný příjem (Tesař et al., 2015).

Z patofyziologického hlediska je hypernatrémie stav, kdy se v ECT zvýší koncentrace Na⁺ a tím dojde k přesunu vody z intracelulárního prostoru do extracelulárního, s následkem buněčné dehydratace, na niž je nejvíce citlivý mozek (Tesař et al., 2015). Klinické projevy závisí na poškození mozku, často je přítomna žízeň, slabost, podrážděnost, zmatenost a rozvíjející se porucha vědomí až křeče či bezvědomí (Tesař et al., 2015).

Léčba spočívá v doplňování chybějících tekutin, vždy dle vyvolávající příčiny a odhadovaných ztrát. Často se využívají roztoky 5% glukózy s iontovými roztoky. Během léčby je důležitá nepřetržitá monitorace a četná kontrola laboratorních výsledků. Pro rychlost terapie platí stejná pravidla jako u hyponatrémie. Rychlá úprava může vyústit v edém mozku (důsledek kompenzačních mechanismů) (Jabor, 2008).

2.4.2 Draslík

Draslík, chemická značka K - kalium. Draselný kation - K^+ je hlavním kationtem v intracelulární tekutině, jeho koncentrace se pohybuje mezi 150 - 155 mmol/l (Mourek et al., 2013). V plazmě jeho fyziologická koncentrace činí 3,8 - 5,3 mmol/l (Jabor, 2008).

Celková zásoba draslíku v organismu je 3000 - 4000 mmol, 98% z tohoto množství je v ICT. Hladina K^+ závisí na hodnotě pH. Pokud pH klesá, koncentrace K^+ v ECT se zvyšuje (každý pokles pH o 0,1 znamená vzestup K^+ o 0,6 mmol/l). Při alkalóze se uplatňuje jev opačný. U respiračních poruch ABR nejsou hodnoty tak výrazné jako u metabolických (Kazda et al., 2012). Hladina draslíku je ovlivněna jeho příjmem v potravě. Regulace hladiny K^+ je zajištěna ledvinami a přebytek vyloučen močí, malé množství je vyloučeno i stolicí (Schüick, 2013).

Pro organismus je nepostradatelná vazba draselného kationtu se sodným kationtem, rozdíl koncentrace Na^+ v ECT a K^+ v ICT je vyrovnáván $Na^+ - K^+$ - ATPázovou pumpou na buněčné membráně. Spolu také ovlivňují elektrický membránový potenciál (Kazda et al., 2012). Tím pádem i vedení vzruchů a nervosvalovou dráždivost (Jabor, 2008).

2.4.2.1 Hypokalémie

Hypokalémií se označuje stav, kdy koncentrace K^+ v plazmě klesla pod 3,8 mmol/l (Jabor, 2008). Drobné snížení kalémie je dobře tolerovatelné, život ohrožující stav je při hodnotách pod 2,5 mmol/l (Tesař et al., 2015). Vážný problém snížení kalémie představuje u nemocných s chronickým srdečním selháním, drobné vychýlení může vyvolat arytmie, předčasné kontrakce síní i komor či fibrilaci síní (Kazda et al., 2012).

Mezi vyvolávající příčiny nedostatku K^+ můžeme řadit nedostatečný příjem, zvýšené ztráty gastrointestinálním traktem, zvýšené ztráty ledvinami či přesun z intercelulárního prostoru do extracelulárního (Kazda et al., 2012).

Z klinického obrazu se u nemocných může objevit únava, slabost, snížený svalový tonus, zácpa (Tesař et al., 2015). Terapie se odvíjí od závažnosti hypokalémie a klinického stavu. Drobný nedostatek K^+ lze doplnit vhodnou dietou či perorálními

tabletami ve formě kalium chloridu. Závažnější stav je řešen podáváním kalia intravenózně za nepřetržité monitorace EKG (Tesař et al., 2015).

2.4.2.2 Hyperkalémie

Jako hyperkalémie je označován stav, kdy hladina K^+ v plazmě překročí koncentraci 5,3 mmol/l (Jabor, 2008). Drobné zvýšení (do 6 mmol/l) je dobře tolerovatelné. U vyšších hodnot je již nutná hospitalizace za nepřetržité monitorace nemocného. Před zahájením léčby je nutné vyloučit hemolýzu (Tesař et al., 2015).

Mezi vyvolávající příčiny hyperkalémie patří renální insuficience (nejčastěji chronické selhání ledvin), zvýšený příjem (zejména intravenózně), vliv medikace (ACE inhibitory), acidóza či katabolismus (Jabor, 2008).

Klinické projevy jsou následkem depolarizace buněčné membrány a mají za následek zpomalení vedení vzruchů, postihují zejména kardiovaskulární, neuromuskulární a gastrointestinální systém (Kazda et al., 2012).

První volbou terapie u závažné hyperkalémie je intravenózní podání kalcia, jež působí jako antagonist draslíku na srdce (Zlatohlávek et al., 2017). Další kroky již směřují k rychlému a účinnému snížení kalémie. Podává se roztok glukózy s inzulinem, jež podporuje vstup K^+ do intracelulárního prostoru. Další kroky v terapii již vedou k úpravě vnitřního prostředí a vyloučení draslíku z organismu, jedná se například o podávání diuretik či dialýzu (Tesař et al., 2015).

2.4.3 Hořčík

Chemická značka Mg, latinsky magnesium, v organismu se vyskytuje jako hořečnatý kationt - Mg^{2+} , je nejrozšířenější iont charakteru kovu v lidském těle (Zadák et al., 2017). S K^+ patří mezi hlavní intracelulární kationty (Jabor, 2008). V organismu je nepostradatelný, váže se na bílkovinu, je součástí enzymatických reakcí a energetického metabolismu ve vazbě na ATPázy, ovlivňuje transport přes buněčnou membránu a transportní kanály (Zadák et al., 2017). Dále se účastní metabolické přeměny sacharidů a lipidů, ovlivňuje oxidaci mastných kyselin a ovlivňuje nervosvalovou dráždivost (Mourek et al., 2013).

Běžně se hladina hořčíku v plazmě pohybuje v rozmezí 0,7 až 1,0 mmol/l (Jabor, 2008). Optimální denní příjem činí 200 - 500 mg (Mourek et al., 2013). V organismu je největší zásoba Mg^{2+} v kostech - asi 55 - 65% a ve svalech je 20 - 30% z celkového množství 1000 mmol - 25 g (Jabor, 2008). Z celkového množství se pouze 1% vyskytuje v plazmě a erytrocytech (Zadák et al., 2017). Ledvinami se denně vyloučí 4 - 5 mmol a stolicí 8 - 10 mmol (Mourek et al., 2013).

Ve všech systémech organismu se společně s hořčíkem vyskytuje i draslík, proto vzniklé poruchy týkají obou těchto iontů. K vychýlení koncentrace magnesia přispívá změna pH, která ovlivňuje jeho vazbu na proteiny (Jabor, 2008).

2.4.3.1 Hypomagnezémie

Za hypomagnezémie je stav s poklesem sérové koncentrace Mg^{2+} pod 0,7 mmol/l. Za kritickou se považuje hodnota pod 0,5 mmol/l (Jabor, 2008). Jedná se o častou poruchu, která většinou nebývá diagnostikována (Tesař et al., 2015). Typická je pro onkologické nemocné léčené chemoterapiemi a pro těhotné ženy (Jabor, 2008). Etiologie se jinak přičítá malnutrici, nadměrnému vylučování, akutní pankreatitidě či endokrinním poruchám (Tesař et al., 2015).

Klinické projevy jsou nespecifické, často se projevují příznaky současné probíhající hypokalémie či hypokalcémie (Tesař et al., 2015). Z neurologických příznaků se jedná o tetanie, nystagmus, vertigo či ataxie. Z kardiovaskulárních symptomů se mohou objevit arytmie, typické jsou i změny na EKG (Jabor, 2008).

Terapie lehčích stavů spočívá v doplnění hořčíku perorálně. Závažné stavy spojené s hypokalémií či hypokalcémií jsou upravovány intravenózní aplikací roztoku $MgSO_4$ (Tesař et al., 2015).

2.4.3.2 Hypermagnezémie

Hypermagnezémie je stav neobvyklý, protože se hořčík volně vylučuje močí. Vyvolat lze ovšem iatrogenně podáváním vysokých dávek nebo u klientů s ledvinným selháním. Klinicky se projevují stavy s koncentrací Mg^{2+} nad 1,5 mmol/l, jedná se o slabost, hyporeflexie a parestezie. Stavy s koncentrací Mg^{2+} nad 2,0 mmol/l jsou

komplikovány útlumem dechového centra, bradykardií, hypotenzí až bezvědomím (Tesař et al., 2015).

Základem terapie je zastavení přísunu hořčíku a revize medikace. Vylučování lze podpořit podáním diuretik. U nemocných s renálním selháním je možné využít dialýzu. Závažné stavy s neurologickými a kardiovaskulárními příznaky řešíme intravenózním podáním 10 - 20 ml calcium gluconicum (Jabor, 2008).

2.4.4 Vápník

Latinsky calcium, značka Ca. Je základním stavebním kamenem kostní hmoty a zuboviny (Mourek et al., 2013). Z celkového množství, které představuje 1200 – 1300 g (tj, 30 - 33 mol), je 99% obsaženo v kostech, jen 1% je obsaženo v ECT (Kazda et al., 2012). Optimální hladina Ca v séru se pohybuje v rozmezí 2,2 - 2,65 mmol/l (Tesař et al., 2015). Pro správné posouzení stavu kalcémie je tedy nezbytné vzít v úvahu hladinu celkového Ca, ale i hladinu celkové bílkoviny a pH (Kazda et al., 2012). Hodnota pH ovlivňuje ionizovanou frakci Ca, acidóza vyvolává zvýšení koncentrace Ca^{2+} a alkalóza snížení, to má za následek hyperventilační tetanie (Tesař et al., 2015).

Správná funkce vápníku v organismu je podmínkou života, podílí se na neuromuskulárním přenosu (svalové kontrakce včetně aktivity myokardu), produkci a účinku hormonů a koagulaci (Kazda et al., 2012). Jabor (2008) ještě vyzdvihuje funkci aktivní kostní zásoby, kdy je možné Ca uvolnit dle potřeb organismu.

Hladina vápníku je regulována pomocí vitamínu D, parathomonu a kalcitoninu. Vitamín D ovlivňuje absorpci vápníku ze střeva a jeho ukládání do kostí. Parathormon uvolňuje vápník z kostí při jeho nedostatku a kalcitonin zamezuje jeho vstřebávání ve střevech a podporuje vylučování ledvinami při hyperkalcémii (Tesař et al., 2015).

2.4.4.1 Hypokalcémie

Hypokalcémie je snížení koncentrace vápníku v séru pod 2,1 mmol/l. Příčinou může být hyperalbuminémie, při které dojde k vyvázání sérového Ca na albumin, ionizované Ca je u tohoto stavu v normě. Další příčinou může být operační odstranění příštítných tělísek či jejich poškození a tím zastavení produkce parathomonu. Mezi další

možnosti patří chronické selhání ledvin, rezistence či nedostatek vitamínu D nebo onkologické onemocnění (Tesař et al., 2015).

Klinické projevy se odvíjejí od hloubky hypokalcémie, doby trvání a rychlosti jejího nástupu. Mezi základní patří neuromuskulární symptomy, např. parestezie, chvění v okolí úst, zmatenost, závratě, může být pozitivní Chvostkův a Trousseauův příznak a různě závažné křeče (Kazda et al., 2012). Z kardiovaskulárních symptomů je typická hypotenze a snížená srdeční schopnost kontrahovat, která může vyústit až v srdeční selhání. Na EKG je patrné prodloužení QT intervalu. Vyskytují se i psychické obtíže jako deprese či pocity úzkosti (Tesař et al., 2015).

Terapie se odvíjí od hloubky kalcémie. Vážné stavy jsou léčeny intravenózním podáním kalcia, při lehčí formě se podává vitamín D a kalcium perorálně (Zlatohlávek et al., 2017).

2.4.4.2 Hyperkalcémi

Hyperkalcémie je charakterizována vzestupem sérového Ca nad 2,65 mmol/l, většinou se jedná o vzestup ionizovaného Ca (Tesař et al., 2015). Při zvýšení kalcémie nad 4,5 mmol/l hrozí nemocnému šok, selhání ledvin až smrt (Jabor, 2008). Tento problém vzniká při nevyrovnaném metabolismu Ca, při příliš vysokém množství Ca v oběhu a nízkém vylučování ledvinami či ukládáním do kostí (Tesař et al., 2015). Nejčastěji je vyvolána hyperparatyreózou či malignitami příštítných tělísek a metastatickým procesem v kostech (Zlatohlávek et al., 2017).

Lehčí stavy jsou většinou asymptomatické, těžké se projevují polyurií, polydipsií, celkovou dehydratací organismu, nauzeou, nechutenstvím, svalovou slabostí či neuropsychiatrickými symptomy. Základem terapie je hydratace organismu, snížení kalcémie a ovlivnění vyvolávající příčiny (Tesař et al., 2015).

2.4.5 Chloridy

Hlavním aniontem ECT jsou chloridy, chemická značka Cl⁻ (Zlatohlávek et al., 2017). Metabolismus chloridů je spojen s metabolismem sodíku. Jejich příjem je společný v podobě NaCl, hodnocení jejich koncentrace je vhodné provádět vždy společně, společně se podílejí na stavu acidobazické rovnováhy (Kazda et al., 2012),

společně ovlivňují osmolalitu (Zlatohlávek et al., 2017). Optimální hodnota chloremie se v séru pohybuje v rozmezí 97 - 108 mmol/l (Kazda et al., 2012).

Hypochloremie je stav, kdy dochází ke zvýšeným ztrátám Cl^- , nejčastěji zvracením, odsátím žaludečních šťáv či poruchou renálních funkcí (Zlatohlávek et al., 2017). Hypochloremie se pojí s metabolickou alkalózou, ale pouze tehdy, pokud je koncentrace Na^+ nezměněna (Kazda et al., 2012). Terapie spočívá v podávání fyziologického roztoku, který obsahuje 50 mmol Cl^- v každém litru (Jabor, 2008).

Hyperchloremie je charakterizována vzestupem Cl^- . Mezi vyvolávající příčiny patří selhání ledvin, které má za následek hromadění aniontů v organismu a ty vyvolávají metabolickou acidózu. Nadbytek Cl^- může být zaviněn i iatrogeně při terapii fyziologickým roztokem (Zlatohlávek et al., 2017).

3 Fyziologie krve

Krev, latinsky sanquis, řecky haima, je tekutá tkáň složená z krevní plazmy a krevních elementů - erytrocytů, leukocytů a tromobocytů. Hlavní význam krve je v udržování homeostázy, tělesné teploty a obranyschopnosti organismu (Kašáková, Vokurka a Hugo, 2015).

Celkový objem krve u dospělého jedince činí 4,5 - 6 litru, to představuje 7 - 10 % z celkové tělesné hmotnosti (Kittnar et al., 2011). Horáček, Jebavý a Malý (2017) ve své publikaci uvádí podíl z celkové tělesné hmotnosti v rozmezí 7 - 8%. U žen je objem krve menší než u mužů, průměrně o 10 % méně, pohybuje se tedy na spodní hranici - okolo 4,5 litru. Stálý objem krve je nepřetržitě regulován díky možnosti přestupu vody z krve či do krve. Pokud dojde ke ztrátám krve, dobře akceptovatelné pro organismus jsou hodnoty do 550 ml, život ohrožující stav představuje náhlá ztráta 1500 ml. Člověk je ovšem schopen přežít pomalé ztráty krve až do množství 2500 ml (Dylevský, 2013).

K hematologickému vyšetření krve lze využít přes 400 laboratorních metod, ale tou úplně základní je vyšetření krevního obrazu. Jedná se o běžně dostupné screeningové vyšetření, které udává počty jednotlivých krevních elementů včetně diferenciálu, což je jejich procentuální zastoupení (Horáček, Jebavý a Malý 2017). Dále poskytuje údaje o morfologii erytrocytů, obsahu hemoglobinu a hematokritu. Hematokrit je podíl erytrocytů v celkovém objemu krve. U mužů je hodnota hematokritu 0,39 - 0,49 a u žen se pohybuje v rozmezí 0,36 - 0,46. U novorozenců je hodnota hematokritu 0,6 (Rokyta et al., 2016).

3.1 Funkce krve

Transportní funkce je pro náš organismus zásadní. Krev zajišťuje přenos látek po celém těle, jedná se o přenos dýchacích plynů, hormonů, vitamínů, živin a zplodin metabolismu a dalších látek. Konkrétně lze rozdělit transportní funkce krve na respirační transport (dýchací plyny), nutriční transport (živiny) a exkreční transport (zplodiny metabolismus a toxiny) (Rokyta et al., 2016).

Další funkce krve souvisí s udržováním stálého vnitřního prostředí - homeostatická funkce, mezi její úkoly patří nastolení izovolumie, izoionie a izoosmie. Další složkou je

regulace acidobazické rovnováhy pomocí nárazníkových systémů (Rokyta et al., 2016). Konkrétně se jedná o pufrы (bikarbonátový, hemoglobinový, fosfátový a proteinový) (Bernášková, 2013).

Funkce imunitní a obranná je důležitá pro ochranu organismu proti infekcím a cizím látkám, je zajišťována leukocyty (specifická a nespecifická imunita) a globuliny, komplementem a dalšími látkami (Rokyta et al., 2016). Funkce spojená s obranou organismu je funkce hemokoagulace, která chrání před krevními ztrátami. Za funkci lze považovat i její uplatnění při hojení ran a zánětech (Bernášková, 2013).

3.2 Krevní plazma

Krevní plazma je tekutá složka krve (Kittnar et al., 2011) vazké konzistence a slámově žluté barvy (Dylevský, 2013). Z chemického hlediska se jedná o vodný roztok obsahující množství organických a anorganických látek, obsah vody je přibližně 93%, organické látky zauímají 6% a anorganické pouze 1% (Kittnar et al., 2011). Bernášková (2013) jako další složku obsahu plazmy uvádí plyny. V kapilárním řečišti do krve a plazmy vstupují živiny a kyslík, ve venózním řečišti zase metabolity. I přes nepřetržitě probíhající látkovou výměnu je složení plazmy stabilní. Osmolarita se pohybuje v rozmezí 270 - 290 mmol/l.

Z pohledu rozdělení CTV patří krevní plazma a lymfa do IVT (Rokyta et al., 2016). Plazma z celkového objemu krve představuje 55 % a z objemu ECT činí 25 % (Kittnar et al., 2011). Sama plazma představuje 3 – 3,5 litru tekutin v těle, to je 5% z celkové tělesné hmotnosti (Rokyta et al., 2016).

3.2.1 Anorganické složky krevní plazmy

I když mají anorganické látky v krevní plazmě nízké zastoupení, jejich úloha v organismu je nepostradatelná. Jedná se zejména o ionty. Vyskytují se samostatně nebo ve vazbě na bílkovinu (Bernášková, 2013). Konkrétně se v organismu vyskytují ionty sodíku a chloridu, které ovlivňují osmolalitu, dále ionty draslíku, vápníku, hořčíku, fosfáty, sulfáty a hydrogenuhličitaný (bikarbonát), svou úlohu v organismu má i železo, jód a měď (Rokyta et al., 2016).

3.2.2 Organické složky krevní plazmy

V krevní plazmě jsou z organických látek hlavní proteiny, sacharidy a lipidy (Kittnar et al., 2011). Další látky jsou zplodinami metabolismu, například urea a kreatinin. Mezi organické látky patří i hormony, aminokyseliny (Bernášková, 2013), vitamíny, žlučová barviva a další (Dylevský, 2013).

Albuminy jsou nejpočetnějším zástupcem proteinů v organické složce krevní plazmy (Rokyta et al., 2016). Jejich molekuly jsou nejmenší ze všech plazmatických bílkovin, a proto na sebe snadněji váží vodu (Dylevský, 2013). Hlavní funkce je udržování stálé hladiny plazmatické vody díky onkotickému tlaku (tlak, kterým bílkovinné molekuly navazují vodu). Pokud je hladina bílkovin v plazmě snížena, dochází k úniku vody z cév a vzniku otoků ve tkáních (Rokyta et al., 2016) Dále slouží albuminy jako přenašeče pro enzymy, léky, kovy či některé hormony. Tato vazba zabraňuje rychlému vyloučení z těla a umožňuje vytvoření hladiny látky v těle. Syntéza albuminu probíhá v játrech (Dylevský, 2013).

Další skupinou plazmatických bílkovin jsou globuliny. Velikost jejich molekul je dvojnásobná oproti albuminu. Dále se ještě rozlišují α , β a γ globuliny. Hlavní role zejména γ globulinů je ochrana organismu, od toho i jejich název imunoglobuliny. Dále se globuliny účastní transportu látek: některých hormonů, kovů, tuků a volného hemoglobinu (Rokyta et al., 2016).

Plazmatická bílkovina fibrinogen je základním koagulačním faktorem při zástavě krvácení (Bernášková, 2013), kde se mění na fibrin, který je nerozpustný. Je tvořen v játrech. Krevní plazmu, ze které je odstraněn fibrinogen, nazýváme sérum (Rokyta et al., 2016).

3.3 Krevní elementy

Jmenovitě se jedná o erytrocyty - červené krvinky, leukocyty - bílé krvinky a trombocyty - krevní destičky. U dospělého jedince probíhá hematopoéza - krvetvorba v červené kostní dřeni, kterou najdeme v plochých kostech, žebrech a obratlech (Bernášková, 2013). Krevní elementy vznikají z pluripotentních hematopoetických kmenových buněk, které se dále dělí a diferencují (Rokyta et al., 2016).

3.3.1 Erytrocyty

Červené krvinky jsou bezjaderné buňky tvaru bikonkávního disku. Tento tvar usnadňuje erytrocytu průchod úzkými kapilárami, stejně tak usnadňuje jeho průchod i schopnost deformace okolním tlakem (Kittnar et al., 2011). Erytrocyty udržují svůj tvar díky energii z glukózy (Bernášková, 2013). Při vyšetření v tzv. suchém nátěru se analyzuje tvar erytrocytů, změněný tvar je projevem patologického stavu (Kittnar et al., 2011).

Průměrná velikost erytrocytu je $8 \times 2 \mu\text{m}$ a objem $85 - 95 \mu\text{m}^3$. Fyziologické množství erytrocytů je u muže $4,5 - 6 \times 10^{12}$ v 1 litru krve a u žen $4 - 5,2 \times 10^{12}$ v 1 litru krve (Rokyta et al., 2016).

Erythropoéza neboli tvorba červených krvinek probíhá v kostní dřeni a je řízena erythropoetinem. Jeho produkce v ledvinách a játrech je závislá na obsahu kyslíku v krvi (Rokyta et al., 2016). Proto při déletrvající hypoxii je v krvi vyšší obsah erytrocytů (Bernášková, 2013). Podmínkou tvorby erytrocytů je dostatečné množství železa, vitamínu B12 a kyseliny listové v organismu. Retikulocyt je nezralá forma červené krvinky, která vstupuje do oběhu a během 24 - 48 hodin dozrává v erytrocyt (Rokyta et al., 2016). V oběhu průměrně stráví červené krvinky mezi 110 až 120 dny (Bernášková, 2013), poté jsou z oběhu odstraněny ve slezině, játrech a kostní dřeni (Rokyta et al., 2016). Krátká životnost je dána tím, že jsou bezjaderné a nemají mitochondrie (Bernášková, 2013). Denně je obnoveno přibližně 1 % erytrocytů, stejné množství je i odstraněno (Rokyta et al., 2016).

Úlohou červených krvinek je transport dýchacích plynů - O_2 a CO_2 mezi tkáněmi a plícemi, napomáhají také udržovat ABR. Transport plynů je umožněn díky hemoglobinu - červenému krevnímu barvivu. Ten je tvořen v nezralých buňkách, chemicky se skládá z hemu (železo navázané na protoporfyrin) a globinu (protein). Každá molekula hemoglobinu je složena ze 4 polypeptidových řetězců, na každém řetězci je navázán jeden hem. Každý hem obsahuje dvojmocné železo a je schopno navázat jednu molekulu kyslíku (Rokyta et al., 2016). Vazba mezi hemem a kyslíkem je poměrně volná, to usnadňuje jeho navázání a uvolnění (Dylevský, 2013). Oxid uhličitý je z tkání

odstraňován ve vazbě na globin či formovaný na kyselinu uhličitou, další možností je rozpuštění v plazmě (Kittnar et al., 2011).

3.3.2 Leukocyty

Souhrnné označení bílé krvinky skrývá množství buněk rozličných podob a funkcí, které dohromady utvářejí základ imunitního systému (Kittnar et al., 2011). U zdravého jedince je počet leukocytů $4 - 9 \times 10^9$ v 1 litru krve (Dylevský, 2013). Morfologicky se leukocyty rozdělují na granulocyty a agranulocyty (Kittnar et al., 2011).

Granulocyty se dále podle barvení granul v cytoplazmě rozdělují na neutrofilní, eozinofilní a bazofilní. 50 - 70% ze všech leukocytů zaujímají neutrofilní granulocyty, jejich funkce je fagocytóza, která spadá do nespecifické imunity. 5% představují eozinofilní granulocyty, které brání organismus při napadení parazity (Kittnar et al., 2011). Jejich funkce je spojena i s rekonvalescencí, ale i alergiemi a autoimunitními onemocněními. Počet bazofilních granulocytů dosahuje nejvýše 1%, jejich funkce je aktivována při alergiích, svou úlohu hrají i při srážení krve a při zánětlivých reakcích (obsahují heparin a histamin) (Rokyta et al., 2016).

Agranulocyty se dále podle tvaru buněčných jader rozdělují na lymfocyty a monocyty. Počet lymfocytů se pohybuje mezi 20 - 40% ze všech leukocytů a dále je lze ještě rozdělit na lymfocyty typu B a T (Kittnar et al., 2011). B lymfocyty jsou schopny produkovat protilátky (imunoglobuliny) a T lymfocyty jim v tom napomáhají. Dále T lymfocyty mohou tlumit obranou reakci či mohou atakovat transplantovaný štěp (Dylevský, 2013).

Monocyty představují 2 - 8% všech leukocytů. Z krve vystupují do tkání a mění se na makrofágy, jejich funkce je fagocytóza cizorodých látek (Dylevský, 2013).

3.3.3 Trombocyty

Krevní destičky jsou v porovnání s erytrocyty drobné bezjaderné krevní částice nepravidelného tvaru. Vznikají odlomením z megakaryocytu v kostní dřeni ale i v krevním oběhu. Fyziologický počet trombocytů je $150 - 300 \times 10^9$ v 1 litru krve (Kittnar et al., 2011). V krevním oběhu cirkuluje trombocyt 7 - 10 dní, poté zaniká (Rokyta et al., 2016).

Na cytoplazmatické membráně trombocytů jsou glykoproteiny (brání uchycení k nepoškozené cévní stěně), fosfolipidy (účastní se procesu hemostázy) a další plocha, která umožňuje navázání a aktivaci srážení krve (Rokyta et al., 2016). Trombocyt obsahuje velký počet organel, které produkují enzymy a jiné látky, které se účastní celého procesu hemostázy (Kittnar et al., 2011).

3.4 Hemostáza

Zástava krvácení je komplikovaný proces tvorby krevní sraženiny v místě poranění, která brání rozsáhlým ztrátám krve. Druhá funkce, která se skrývá pod názvem hemostáza, je schopnost udržovat krev tekutou v nepoškozeném řečišti. Na těchto funkcích se podílejí zejména cévy, trombocyty a plazmatické faktory. Svou úlohu v hemostáze plní i erytrocyty, leukocyty, proteiny, lipidy, minerály atd., zjednodušeně řečeno všechny látky obsažené v krvi, a látky na vnitřní stěně cévy. Dle časové osy se zástava krvácení skládá z vazokonstrikce, reakce trombocytů, hemokoagulace a fibrinolýzy (Kittnar et al., 2011).

Při poranění cévní stěny dochází k reflexnímu spazmu drobných cév s ischemií v oblasti poranění. Cévní endotel, který není za fyziologických podmínek v kontaktu s krví, při poranění aktivuje tkáňový faktor a kolagen (Kittnar et al., 2011). V další fázi se aktivují trombocyty, kolagen z cévní stěny reaguje s glykoproteiny z membrány trombocytu a uvolní mediátory agregace, ty aktivují další krevní destičky, které vytvoří primární hemostatickou zátku (Horáček, Jebavý a Malý, 2017). V třetí fázi probíhá hemokoagulace, jejímž výsledkem je vytvoření definitivní zátky. V předcházejících fázích hemostázy jsou aktivovány koagulační faktory, které aktivují protrombin, ten je přeměněn na trombin a následně aktivací dalších faktorů je fibrinogen přeměněn na fibrin a dochází k vytvoření zátky. Poslední fází je fibrinolýza. K rozpuštění trombu dochází v okamžiku, kdy již není potřebný (Kittnar et al., 2011).

3.5 Krevní skupiny

Povrch erytrocytů obsahuje antigeny, konkrétně se jedná o proteiny, glykoproteiny a glykolipidy, které umožňují rozlišit krevní skupiny. Antigeny v erytrocytech plní různé

funkce, například pomáhají udržet erytrocytu jeho tvar (Pejchalová, 2012). Klinicky nejvýznamnější systém krevních skupin je AB0 a systém Rh (Kittnar et al., 2011). AB0 systém byl popsán již na začátku 20. století a položil základy imunohematologie (Pejchalová, 2012). Základem systému AB0 jsou 4 krevní skupiny (fenotypy) podmíněné 6 genotypy (Kittnar et al., 2011).

3.5.1 Systém AB0

Rozlišení konkrétní krevní skupiny je určeno dle přítomnosti či nepřítomnosti aglutinogenů na membráně erytrocytu. Jejich výskyt a kombinace jsou podmíněny geneticky, rozlišujeme antigen A a antigen B. Pokud je na povrchu erytrocytu antigen A, jedná se o jedince s krevní skupinou A. Pokud je na povrchu erytrocytu antigen B, jedná se o jedince s krevní skupinou B. Pokud se na povrchu erytrocytu vyskytují antigeny A a B, jedná se o jedince s krevní skupinou AB. Jedinec bez antigenů A i B má krevní skupinu 0, antigen na jeho povrchu je H, jedná se o tzv. prekurzor antigenů A a B (Kittnar et al., 2011). Fenotypově můžeme rozdělit skupinu A na podskupiny A₁, A₂, A₃ a vzácně i další. Mezi jednotlivými podskupinami existují kvalitativní i kvantitativní rozdíly, vznik těchto podskupin je podmíněn genetickou mutací alel (Pejchalová, 2012).

Po narození se v organismu začínou tvořit protilátky proti aglutinogenu, typ protilátek je určen aglutinogeny na membráně erytrocytu. Jedinec nemá v krvi protilátky té skupiny, jaké má jeho krev (Kittnar et al., 2011). Tedy jedinec s krevní skupinou A nemá v krvi protilátky anti A, jedinec s krevní skupinou B nemá v krvi protilátky anti B. Jedinec, který nemá v krvi protilátky, je nositelem skupiny AB. Jedinec se skupinou 0 má protilátky anti A i anti B (Pejchalová, 2012). Shrnutí AB0 systému je zobrazeno v příloze č. 2.

Pro určení krevní skupiny se laboratorně vyšetřuje průkaz antigenů (aglutinogenů) A a B na povrchu erytrocytu a přítomnost protilátek v séru či plazmě. Jestliže nálezy antigenů a protilátek odpovídá, lze určení krevní skupiny uzavřít. Pokud se ovšem objeví nejasnost či neshoda, je nutné vyšetření opakovat a nejasnost vysvětlit. Podání inkompatibilního preparátu může mít fatální následky (Pejchalová, 2012).

3.5.2 Rh systém

Rh systém je po systému AB0 druhým nejrozšířenějším systémem, objeven byl ve 30. letech 20. století (Pejchalová, 2012). Svůj název Rh systém nese po opicích jménem *Macacus Rhesus*, jejichž červené krvinky nesou stejný antigen (Rokyta et al., 2016). Rh systém je založen na rozpoznání antigenů na membráně erytrocytů. Celkem je popsáno víc než 50 antigenů, ale pouze 5 jich má největší význam a jsou nejznámější. Jedná se o antigeny C, D, E, c, e (Pejchalová, 2012). Kittnar et al. (2011) klade největší důraz a význam na 6 antigenů, k výše zmíněným řadí ještě antigen d. Stejný názor jako Kittnar zastává i Rokyta et al. (2016), který také zmiňuje šestici nejdůležitějších Rh antigenů.

Největší význam je kladen antigenu D/d, který je ve střední Evropě nejrozšířenější a je nejvíce antigenicitní (Kittnar et al., 2011). Jedinci, kteří jsou nositeli antigenu D, označujeme za Rh pozitivní - Rh⁺. Rh negativní - Rh⁻ jsou označováni jedinci, kteří antigen D nemají (Pejchalová, 2012).

Pro Rh systém je typické, že protilátky proti shodnému antigenu se v krvi přirozeně nevyskytují. Konkrétně jedinec Rh⁻ nemá v krvi protilátky proti antigenu D. Výskyt protilátek nastane až po jejich expozici, ta může nastat po transfuzi Rh⁺ krve. Imunologická reakce po prvním setkání není závažná, problém by mohl nastat až při opakované aplikaci Rh inkompatibilní transfuze (Kittnar et al., 2011).

Inkompatibilita Rh systému je důležitá i v porodnictví. Pokud je matka Rh⁻ a plod Rh⁺, proniknou krvinky plodu během porodu do oběhu matky a v krvi matky se proti nim vytvoří protilátky. Problém nastává při druhém Rh inkompatibilním těhotenství, kdy matčiny protilátky proti antigenu D pronikají do oběhu plodu a způsobují hemolýzu erytrocytů, jejíž následky mohou vést k poškození plodu (Kittnar et al., 2011).

3.6 Krevní oběh

V uzavřeném systému cév koluje krev a její pohyb je zajišťován činností srdce. Funkčně rozdělujeme cévy na arterie, arterioly, kapiláry, venuly a veny. Jednotlivé cévy se liší stavbou, strukturou a propustností. Hlavní funkcí je zajištění tkáňové perfúze, transport kyslíku, živin, minerálů, vitamínů, hormonů atd. a zplodin metabolismu.

Samotný přenos těchto látek probíhá na úrovni kapilár, kde dochází difuzí k výměně látek (Dylevský, 2013).

V rámci volumoterapie a hemoterapie je důležitá hemodynamika krevního oběhu. Jedná se o popis na podkladě fyzikálních principů a zákonů o kapalinách. Konkrétně se hemodynamika zabývá mechanikou toku krve v krevním oběhu, jejím prouděním, průtokem krve, krevním tlakem, viskozitou krve a možnostmi regulace těchto mechanismů. Součástí hemodynamiky je i funkce myokardu. Pro posouzení hemodynamiky je podstatný stav cév, napětí cévní stěny, schopnost vazokonstrikce a vazodilatace, a další (Kittnar et al., 2011).

Oběhový systém včetně krevního oběhu a funkce myokardu není blíže předmětem této práce.

4 Vnitřní prostředí

Lidský organismus je složitý systém, který je neustále vystaven vlivům vnějšího prostředí, které jej ovlivňují. Pro správné fungování našeho organismu je však zapotřebí stálost vnitřního prostředí neboli homeostáza (Bernášková, 2013). Mezi jednotlivé složky patří stálý objem vody (izovolumie), stálá koncentrace iontů (izoionie), stálé pH (izohydrie) a stálá tonicita (izoosmolalita) (Lavríková a Fontana, 2014). Bernášková (2013) k jednotlivým složkám řadí ještě hladinu glukózy v těle. Nedílnou součástí homeostázy je i hospodaření organismu s vodou, která slouží jako prostředí pro veškeré reakce, transportní médium či odvádí z těla zplodiny. Jedním z ukazatelů homeostázy je acidobazická rovnováha - ABR.

4.1 Acidobazická rovnováha

ABR je dynamický děj, který udržuje rovnováhu mezi kyselými a zásaditými látkami v organismu. Tento děj dokáže ovlivnit jejich tvorbu a vylučování. Pokud dojde k narušení ABR, dochází ke změnám ve vnitřním prostředí. Veškeré změny jsou vázány na vodní prostředí, např. chemické reakce či přesuny iontů (Rokyta et al., 2016). Nejzásadnější je změna, ke které dochází disociací molekul vody - vznik iontů H^+ a OH^- (Bernášková, 2013). Pro vyjádření poměru těchto iontů se používá symbol pH, neboli záporný dekadický logaritmus vodíkových iontů v roztoku (Rokyta et al., 2016). Změny pH ovlivňují koncentrace jiných iontů, aktivitu enzymů a zejména funkci orgánů. Fyziologická hodnota pH v arteriální krvi je 7,36 - 7,44. Hodnota nižší než 7,36 je označována za acidémii a hodnota přesahující 7,44 za alkalémii (Bernášková, 2013).

Vhodným ukazatelem pro hodnocení metabolické části ABR je base excess (BE). Jedná se o veličinu, která vypovídá o počtu mmol silné kyseliny v 1 litru tekutiny, které je potřeba dodat do vyšetřovaného vzorku tekutiny, aby hodnota pH vzorku byla 7,4 (za přesně stanovených podmínek). Referenční meze BE jsou -2,5 až +2,5 mmol/l. Pokud jsou hodnoty záporné, vypovídají o nadbytku kyselin → metabolické acidóze, hodnoty kladné značí nadbytek bazí → metabolické alkalóze (Lavríková a Fontana, 2014) V dnešní medicíně se využívá BE extracelulární tekutiny, která vznikne po smíchání 1/3

krve a 2/3 plazmy. BE plné krve či plazmy se již pro hodnocení ABR nedoporučuje. U respiračních poruch ABR se hodnotí $p\text{CO}_2$ a nikoliv BE (Jabor, 2008).

4.1.1 Stálost acidobazické rovnováhy

V lidském organismu se denně vytváří až 20 000 mmol iontů H^+ . Aby se náš organismus nepřekyselil, je nutné ionty H^+ neutralizovat. Základní a nejrychlejší varianta jsou nárazníkové systémy - tzv. pufry (Rokyta et al., 2016). Jedná se o nárazníkové systémy, které zamezují změně pH daného roztoku po přidání kyseliny či zásady svojí disociací a vyrovnáním volných iontů H^+ a OH^- (Kazda et al., 2012). V tělesných tekutinách je základní bikarbonátový pufr, kdy reakce volných iontů H^+ s rozpuštěným CO_2 dávají vzniknout $\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$. Další systém je fosfátový, kdy reakcí vznikne H_2PO_4 . Poslední možností je vazba na bílkovinu. Takto vázané ionty H^+ lze z těla vyloučit respirací či ledvinami (Rokyta et al., 2016).

Další možností, jak zachovat stálost ABR je díky respirační kompenzaci. Reakce na vychýlení je pomalejší než systém pufrovací, ale stále se jedná řádově o minuty. Regulace pH probíhá prostřednictvím alveolární ventilace, jejím snížením či zvýšením. Zvýšení ventilace vede k vyššímu vylučování CO_2 z ECT, a tím ke snížení koncentrace H^+ . Při snížené ventilaci mechanismus funguje naopak (Kittnar et al., 2011).

Posledním a nezanedbatelným systémem je kompenzace renální. Tento systém je aktivní řádově v hodinách a jeho smyslem je regulace vylučování H^+ a HCO_3^- . Jejich sekrece/resorpce je navzájem propojená. Pokud v plazmě roste koncentrace H^+ , ledviny zvyšují jejich sekreci a zvyšují resorpci HCO_3^- . Nezanedbatelnou funkcí ledvin je i tvorba nových bikarbonátových iontů za ty, jež byly vyloučeny s močí (Kittnar et al., 2011).

4.1.2 Vyšetření acidobazické rovnováhy

Pro správné určení poruchy je nezbytné laboratorní vyšetření stavu ABR. Pro komplexní posouzení je vhodný odběr arteriální krve, pro zhodnocení metabolické poruchy je žilní krev dostačující. Základní vyšetření ABR je dle Astrupa. Hodnocené parametry jsou: pH, $p\text{O}_2$, $p\text{CO}_2$, hladina bikarbonátu (HCO_3^-) a BE. Pro komplexní zhodnocení stavu je však nezbytné vzít v úvahu i výsledky dalších vyšetření, které ovlivňují ABR. Jedná se o koncentrace iontů (Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , Cl^-), hladinu laktátu,

celkovou bílkovinu a stav renálních funkcí (urea, kreatinin) (Lavříková a Fontana, 2014). Zlatohlávek et al. (2017) ještě k výše jmenovaným řadí hladinu glykémie.

Pro správnost výsledků je nutné dbát na správnost odběru. Pro vyšetření se používá krev z arteria radialis či femoralis, v případě odběru z kapilár ušního lalůčku či bříška prstu je potřeba dané místo před odběrem dostatečně zahřát. Krev nesmí obsahovat vzduchové bubliny, ty by mohly vést ke zkreslení výsledků. Pro vyšetření se používá nesrážlivá krev a její analýza musí proběhnout co nejdříve (Lavříková a Fontana, 2014).

4.1.3 Acidóza

Acidóza je porucha ABR, jedná se o překyselení organismu a pokles pH pod 7,35. Hraniční hodnota pH slučitelná se životem je 6,8. Dle koncentrace bikarbonátu a $p\text{CO}_2$ se rozděluje acidóza na metabolickou a respirační. Metabolická acidóza je charakterizována poklesem sérového bikarbonátu. Pro respirační acidózu je charakteristické zvýšení $p\text{CO}_2$ (Zlatohlávek et al., 2017).

Pokles pH v lidském těle má za následek mnoho změn a pochodů, jež vyplývají z provázanosti pH a draselných iontů. Při acidóze dochází k vyplavování K^+ z ICT, což vede k hyperkalémii a zvýšenému vylučování ledvinami. Pokud je tento kompenzační mechanismus příliš rychlý, v organismu může nastat alkalóza, tzn. přesun K^+ z ECT do ICT může vyvolat hypokalémii. Tento rychlý přechod negativně ovlivňuje myokard (Lavříková a Fontana, 2014).

Nejzávažnější následky acidózy v našem organismu vyplývají z působení na kardiovaskulární systém, snižují kontraktilitu myokardu, mohou vyvolat arytmie, vazokonstrikci arterií či centralizaci oběhu. Další významný účinek je na plicní systém, kde díky kompenzačnímu mechanismu - snaze o vyloučení CO_2 zvýšením dýchání, dochází k dušnosti, následně hyperventilaci (Kussmaulovo dýchání) a únavě dýchacích svalů. Působení acidózy vyvolává i útlum metabolismu CNS až poruchy vědomí. Celkové metabolické účinky acidózy na lidský organismus jsou inzulinová rezistence, zvýšené energetické nároky, katabolismus a hyperkalémie (Zlatohlávek et al., 2017).

4.1.3.1 Metabolická acidóza

Jedná se o stav nadbytku silných kyselin v organismu nebo ztrátu bikarbonátu z ECT do moči. Může se jednat o samostatnou poruchu či poruchu dílčí. Charakteristická je acidémie a pokles BE pod $-2,5$ mmol/l. (Jabor, 2014) Pokles $p\text{CO}_2$ je vyvolán snahou o respirační kompenzaci (Tesař et al., 2015).

Pro stanovení vyvolávající příčiny se využívá stanovení hodnoty anion gap - aniontové mezery - AG (Tesař et al., 2015). Jedná se o součet laboratorně běžně nestanovovaných aniontů (sulfáty, fosfáty, ketolátky a laktát), který je roven rozdílu koncentrace Na^+ na straně jedné a součtu koncentrací Cl^- a HCO_3^- na druhé straně (Kašáková, Vokurka a Hugo, 2015). Dle AG lze rozdělit metabolické acidózy na hyperchloremické (s normální AG) a normochloremické (se zvýšenou AG) (Tesař et al., 2015).

Název hyperchloremické metabolické acidózy je tedy odvozen od vzestupu iontů Cl^- v ECT důsledku ztrát HCO_3^- (Schück, 2013). Vyvolávající příčinou jsou nejčastěji průjmy (spojené s úbytkem tekutin a hypokalémií), další možnosti mohou být zevní ztráty žluči a pankreatické šťávy či vývod ureteru do GIT. Vzácný stav je renální tubulární acidóza, který je vyvolán vyššími ztrátami bikarbonátu (Tesař et al., 2015).

Mezi příčiny normochloremické metabolické acidózy patří diabetická ketoacidóza, alkoholová ketoacidóza a ketoacidóza z hladovění, otravy methanolem či ethylenglykolem, laktátová a uremická acidóza (Tesař et al., 2015). Nejakutnějším stavem z výše jmenovaných je diabetická ketoacidóza, jež je vážnou komplikací DM 1. typu a je spojena s hypokalémií (i když je běžně acidóza spojena s hyperkalémií) (Zlatohlávek et al., 2017). Laktátová acidóza je vyvolána nadměrnou produkcí kyseliny mléčné při hypoxii tkání, jež mohou doprovázet šokové stavy (hemoragický, kardiogenní či septický šok) či akutní hypoxii. Příčinou může být i jaterní selhání s poruchou odbourávání laktátu (Tesař et al., 2015).

Léčba se odvíjí od přesného určení vyvolávající příčiny a typu metabolické acidózy (Tesař et al., 2015). Základem léčby je normalizace pH krve (nikoliv koncentrace HCO_3^-), úprava musí být prováděna pomalu, aby se předešlo vzniku respirační alkalózy.

Součástí terapie je i úprava vyvolávající příčiny a vzniklých komplikací (např. dehydratace, hypokalémie) (Schüick, 2013).

Alkalizační terapie je indikována u stavů s prokázanou ztrátou bikarbonátu, spočívá v infuzním podávání roztoku bikarbonátu sodného o koncentraci 8,4%. Terapie normochloremické acidózy vyžaduje zvýšené opatrnosti. U diabetické ketoacidózy se bikarbonát sodný podává v případě těžké acidózy s hodnotou pH pod 7,1. Je to z důvodu snížené účinnosti inzulínu v tak kyselém prostředí, proto se u lehčích stavů podává nejdříve inzulín. Součástí léčby je samozřejmě rehydratace nemocného a úprava hypokalémie. V případě laktátové acidózy je hlavní tkáňová oxygenace (organismus začne laktát odbourávat sám) a pouze částečná úprava acidózy. U otrav se stav upraví po odeznění vyvolávající příčiny (Tesař et al., 2015).

4.1.4 Alkalóza

Alkalóza je porucha ABR, kdy hodnota pH vystoupá nad hranici 7,44. Tato porucha je pro organismus daleko nebezpečnější než acidóza (Zlatohlávek et al., 2017). Alkalóza je spojena s hypokalémií, kdy draselné ionty nahrazují ionty vodíku v ICT (přesunem z ECT) a tím klesá jejich počet v krvi - v IVT. Draselné ionty jsou i místo vodíkových vylučovány do moči (Lavríková a Fontana, 2014).

V případě respirační poruchy se jedná o vzestup pO_2 z důvodu hyperventilace či špatně nastaveného režimu UPV. Z toho vyplývají i snížené možnosti při kompenzaci metabolické poruchy (Zlatohlávek et al., 2017).

Následky působení alkalózy jsou opět multiorgánové, z kardiovaskulárního hlediska je lidský život ohrožen hypotenzí, vazokonstrikcí, arytmiemi či snížením srdečního minutového výdeje. Pneumologické problémy jsou spojeny s hyperventilací (příčina alkalózy) či naopak hypoventilací (kompenzace metabolické alkalózy). Z účinků na CNS je nutné zmínit tetanie a křečové stavy, zmatenost a poruchy perfuze (Zlatohlávek et al., 2017).

4.1.4.1 Metabolická alkalóza

Nejenom vzestup pH nad 7,44, ale i vzestup bikarbonátu v séru nad koncentraci 26 mmol/l, jsou charakteristické pro metabolickou alkalózu. Pokud hodnota pH stoupne nad

7,55, je vysoké riziko úmrtí. Metabolická alkalóza je kompenzována respiračně pomocí hypoventilace (Zlatohlávek et al., 2017).

Z etiologického hlediska je metabolická alkalóza vyvolána ztrátou silných kyselin, například HCl, či nadměrným množstvím bikarbonátu. Ztráty kyselého žaludečního obsahu podněcují vyšší tvorbu HCl se současným uvolňováním bikarbonátu do ECT. Tyto stavy je doprovázeny úbytkem tekutin, a díky zvýšené produkci aldosteronu i vylučováním draselných iontů do moče mají za následek hypokalémii (Tesař et al., 2015).

Klinické projevy se odvíjejí od hypovolémie a hypokalémie. Těžké stavy metabolické alkalózy snižují prokrvení mozku a myokardu, to má za následek bolesti hlavy, zmatenost či křeče nebo bolest na hrudi či arytmie (Tesař et al., 2015).

Základem terapie v případech nedostatku tekutin je podávání fyziologického roztoku, který svým účinkem doplňuje tekutiny a zároveň acidifikuje, další účinek je snížení produkce bikarbonátu v ledvinách (Schück, 2013). Nezanedbatelnou součástí léčby je terapie vyvolávající příčiny a rozvratu minerálů, často i nové nastavení terapie diuretiky, jež mohlo tento stav vyvolat. V případě hypokalémie substituujeme draslík v podobě perorálních tablet či intravenózního roztoku KCl. Indikace k acidifikující léčbě je jen u těžkých stavů s hodnotou pH nad 7,55. K tomuto účelu jsou používány arginin chlorid, amonium chlorid či kyselina chlorovodíková. Ve vážných případech můžeme mezi možnosti léčby zařadit i hemodialýzu (Tesař et al., 2015).

4.2 Poruchy hydratace

Základní prvky homeostázy v souvislosti s hydratací jsou izovolumie a izoionie (zejména koncentrace Na^+). Koncentrace sodných iontů za normálního stavu odpovídá osmolalitě séra, která souvisí s vychýlením objemu tekutin. Pro diagnostiku poruch hydratace je tedy nezbytné porovnat osmolalitu séra a stav tělesných tekutin (Tesař et al., 2015).

Pro dehydrataci jsou typické ztráty tekutin a elektrolytů, dle jejich poměru rozlišujeme:

- Izotonická dehydratace - ztráty vody a Na^+ jsou vyrovnané. Etiologie – žíznění, renální selhání či poškození, popáleniny, gastrointestinální problémy či ztráty do třetího prostoru (pankreatitida, ileus). Klinické symptomy se odvíjejí od hypovolemie, jedná se o žízeň, hypotenzi, tachykardii až kolapsové stavy. Léčba spočívá v rehydrataci izotonickými roztoky (Zlatohlávek et al., 2017).
- Hypotonická dehydratace - vyšší ztráty Na^+ než vody. Charakteristický obraz je intracelulární edém a extracelulární dehydratace. Vyvolávající příčinou je špatná terapie izotonické dehydratace, kdy jsou hrazeny ztráty pouze vody a nikoliv i soli. Kromě hypovolemických příznaků se mohou objevit i příznaky poškození CNS, např. závratě či křeče. Terapie spočívá v pomalé substituci sodíku (Zlatohlávek et al., 2017).
- Hypertonická dehydratace - ztráty vody bez ztrát Na^+ . Vyvolávající příčinou je nedostatek vody, který může být vyvolán nadměrnými ztrátami při močení, pocení či gastrointestinálními problémy. Klinicky se projevuje hypovolemií a suchou pokožkou a sliznicemi, závratěmi, zmateností či horečkou. Závažné problémy jsou spojeny s hemodynamickými změnami. Terapii je potřeba zahájit pomalou rehydratací osmoticky čistým roztokem, např. 5% roztokem glukózy a izoosmotickým roztokem ve správném poměru dle laboratorních výsledků (Zlatohlávek et al., 2017).

Hyperhydratace je charakterizována relativním nadbytkem tekutin nebo Na^+ . Dle osmolality séra, respektive hladiny Na^+ rozlišujeme hyperhydrataci izotonickou, hypotonickou a vzácně i hypertonickou. Vyvolávající příčiny mohou být porucha funkce či selhání ledvin, selhání srdeční nebo jaterní cirhóza. Klinické příznaky odpovídají hypervolémii – objemové selhání až plicní edém, otoky, ev. ascites či pleurální výpotek. Terapie spočívá v léčbě primárního onemocnění a symptomatické léčbě dalších obtíží (Tesař et al., 2015).

5 Volumoterapie

Pojem volumoterapie není ve výkladových slovnících definován, lze jej přeložit jako objemovou léčbu. Lze se setkat i s termínem umělá hydratace, který se odvíjí od principu léčebného účinku (Druml et al., 2016). Někteří autoři ve svých publikacích v souvislosti s volumoterapií hovoří o jakékoliv infuzní léčbě, někteří ji zmiňují v souvislosti se šokovými stavy, jiní ji definují jako tekutinovou resuscitaci. Tak ji definuje i Rozsypal.

„Volumoterapie („tekutinová resuscitace“) je intravenózní podání krystaloidních a koloidních roztoků vedoucí k expanzi intravaskulárního kompartmentu. Hlavním důvodem podání volumoterapie je hypovolemický šok a ztráta tekutin, dočasně i ztráta krve“ (Rozsypal, 2015, s. 85).

Ze všech publikací vyplývá, že se jedná o podávání infuzních roztoků do cévního řečiště, díky kterým se doplňuje objem cirkulujících tekutin, hydratuje se organismus a podávají se farmakoterapeutické prostředky.

Princip volumoterapie vychází ze složení infuzních roztoků a velikosti jejich molekul, které jsou schopny vázat vodu a udržet ji v intravaskulárním kompartmentu a tím zvětšit objem krve v oběhu (Rozsypal, 2015). Marx et al. (2016) stanovil cíle volumoterapie takto: jedná se o obnovení dostatečného objemu krve včetně krevní plazmy k zajištění dostatečného žilního návratu. Od toho se dále odvíjí dostatečné zajištění tkáňové perfuze a efektivní distribuce O₂ při zvýšené potřebě v organismu a tím i zajištění dostatečné funkce životně důležitých orgánů.

Mezi zásady aplikace volumoterapie patří správnost její indikace, zvolení vhodného infuzního preparátu a správné dávkování. Na to téma jsou vedeny v odborné společnosti diskuze, zejména ohledně zvolení správného typu infuzního roztoku (Černá Pařízková a Černý, 2014). Dle EBM je nutné zvážit poměr mezi přínosem a riziky pro klienta (Marx et al., 2016). Van Haren a Zacharowski (2014) také přikládají důležitost zvážení přínosu volumoterapie. I když z mnohých studií a výzkumů vyplývá pozitivní přínos, je důležité mít na paměti následky z přetížení organismu tekutinami aplikovanými infuzemi (van Haren a Zacharowski, 2014). Za velice důležitý aspekt před zahájením léčby je považován cíl, kterého chceme terapií dosáhnout a jeho splnitelnost. Protože kladení

nedosažitelných cílů vede k zbytečným léčebným intervencím a mnohdy i k poškození klienta a zbytečně vysokým nákladům na léčbu (Druml et al., 2016). Nejnovější koncept tekutinové léčby je nazýván personalizovaná tekutinová léčba, která se zaměřuje zejména na klienta a jeho klinický stav, v léčbě se zohledňuje i pravděpodobná diagnóza a zvážení poměru mezi pravděpodobnými přínosy a riziky. Mezi další rozhodující aspekty personalizované tekutinové léčby patří indikace, cíle, časování léčba, výběr infuzních přípravků a jejich množství a infuzní strategie (van Haren, 2017).

5.1 Indikace volumoterapie

Před zahájením volumoterapie je důležité posouzení stavu klienta a určení vyvolávající příčiny (Černý, 2014). Dle Marx et al. (2016) je však klinické vyšetření lékařem zastíněno moderními laboratorními technikami, na jejichž výsledky se čeká. A v této chvíli dochází k fatálním chybám v terapeutickém procesu. Černý (2014) přitom uvádí, že pro rychlé posouzení stavu hemodynamiky stačí sledovat náplň krčních žil, monitorovat základní vitální funkce (krevní tlak, saturaci krve O₂, tepová frekvence) a posléze vyšetření dle Astrupa, které bývá na jednotkách intenzivní péče běžně dostupné.

Ke komplexnímu posouzení hemodynamiky je potřeba sledovat parametry CŽT, střední arteriální tlak, saturace krve O₂ z CŽK a diurézu (Černý, 2014). CŽT dle zahraničních studií je jako ukazatel stavu intravaskulárního objemu nedostatečný a řízení volumoterapie nedostatečný, protože jej ovlivňuje množství faktorů, např. cévní tonus, kompenzační schopnost pravé komory myokardu, rezistence plicního řečiště či samotný intravaskulární objem (De Backer a Vincent, 2018).

Marx et al. (2016) klade důraz na diferenciální diagnostiku hypovolemie a komplexní laboratorní vyšetření, kde nesmí chybět vyšetření renálních funkcí (urea, kreatinin), kompletní mineralogram a vyšetření ABR, nedochází-li k jejímu rozvratu.

5.2 Infuzní roztoky

Infuzní roztoky jsou základní prostředky, díky kterým lze volumoterapii poskytovat. Jedná se o farmaceuticky vyráběné přípravky ve skleněných či plastových lahvích nebo v plastových vacích. Základem každého roztoku je nepyrogenní destilovaná voda a poté

to jsou přidané látky dle požadovaného účinku a typu roztoku (Vytejková a Sedlářová, 2015).

Infuzní roztoky lze dělit dle několika aspektů, a to dle osmotického tlaku, složení či jejich účelu. Základní dělení se však odvíjí od velikosti obsažených částic. Krystaloidní roztoky jsou nízkomolekulární a při jejich aplikaci do intravenózního systému dochází k jejich rychlému úniku z intravaskulárního prostoru. Koloidní roztoky jsou vysokomolekulární a udržují déle tekutiny v intravaskulárním prostoru (Vytejková a Sedlářová, 2015).

Dle osmotického tlaku rozdělujeme roztoky obsahující elektrolyty na izotonické, hypertonické a hypotonické a to v porovnání s plazmou. Izotonické roztoky jsou svým složením podobné složení plazmy, mezi zástupce řadíme např. fyziologický roztok, Ringerův roztok či Hartmannův roztok. Vysokoosmolární roztoky ve srovnání s plazmou jsou nazývány hypertonické a mezi zástupce můžeme zařadit Manitol či Darrowův roztok. Poslední skupina jsou roztoky hypoosmolární, které mají nižší osmolaritu v porovnání s plazmou. Mezi zástupce patří roztoky o nižších koncentracích, např. 1/2, 1/3 i 1/5 roztoky. Dle účelu můžeme roztoky dělit na úpravu elektrolytového hospodářství, k vyvolání osmotické diurézy, k doplnění krevních ztrát či k zajištění výživy organismu (Vytejková a Sedlářová, 2015).

5.3 Krystaloidní infuzní roztoky

Krystaloidní infuzní roztoky jsou označovány dle rozpuštěných krystalických látek. Převážně se jedná o ionty sodíku, draslíku, vápníku, hořčíku a chloridy (Kašáková, Vokurka a Hugo, 2015). Dále se do roztoků přidávají anionty, zejména laktát. Přesné složení a koncentrace jednotlivých látek je pro jednotlivé roztoky rozdílná. Poslední novinkou mezi infuzními roztoky jsou balancované roztoky, které se složením přibližují co nejvíce složení plazmy (Černá Pařízková a Černý, 2014).

Dle tonicity k plazmě rozdělujeme roztoky na hypotonické, izotonické a hypertonické. Krystaloidní roztoky izotonické mají podobnou tonicitu jako plazma. Pro izotonické krystaloidy je typický krátký intravaskulární poločas. To znamená, že se

roztok po aplikaci rychle rozdělí do intravaskulárního prostoru a intersticia. V krevním oběhu zůstane jen čtvrtina podaného množství (Janota, 2015).

Nejznámějším zástupcem je fyziologický roztok - roztok 0,9% NaCl, který svým složením nekoreluje se složením krevní plazmy (Černá Pařízková a Černý, 2014). Krevní plazma obsahuje pouze 103mmol/l Cl⁻ a 140 mmol/l Na⁺, fyziologický roztok obsahuje 154 mmol/l Cl⁻ a 154 mmol/l Na⁺. Proto při zvýšeném podávání fyziologického roztoku hrozí vznik metabolické acidózy s hyperchlorémií. Mezi další zástupce patří Ringerův roztok nebo balancované roztoky, které jsou svým složením a koncentracemi jednotlivých elektrolytů nejbližší plazmě (Černá Pařízková a Černý, 2014).

Krystaloidní roztoky hypertonické jsou určeny pro tekutinovou resuscitaci o nízkém objemu. Jedná se o vysoce koncentrované roztoky, které složením odpovídají 3% až 7,2% roztoku chloridu sodného. Po podání těchto roztoků dochází ke zvýšení onkotického tlaku a rychlému přesunu tekutiny z intercelulárního a intersticiálního kompartmentu do cév. Tento účinek pozitivně ovlivňuje mikrocirkulaci, z důvodu zmenšení edému. Množství aplikovaného roztoku je malé, ale objem přesunuté tekutiny je vyšší. Klinický význam ovšem není jednoznačně prokázán. Mezi zástupce patří Plasmalyte roztok s 5% Glukózou a Darrowův roztok (Černá Pařízková a Černý, 2014).

Hypotonické roztoky jsou roztoky glukózy a poloviční roztok fyziologický. Ty jsou využívány u stavů s deficitem vody provázených hypernatrémií (Černá Pařízková a Černý, 2014).

5.3.1 Voda pro injekci

Charakteristika: Voda pro injekci je nepyrogenní roztok destilované vody, který se používá jako rozpouštědlo pro parenterální použití. Jedná se o čirý, silně hypotonický roztok bez barvy. Pokud dojde k podání samostatného roztoku, následkem je hemolýza a elektrolytová dysbalance organismu. Aby tedy mohlo dojít k intravenózní aplikaci, výsledný roztok po doplnění léčivých látek by měl být izotonický.

Indikace: Voda pro injekci se využívá jako pomocná látka k rozpuštění a naředění léčivých přípravků a k přípravě výsledných infuzních roztoků z koncentráty elektrolytů.

Kontraindikace: Kontraindikace a nežádoucí účinky vyplývají z přidaných látek.

Použití: Intravenózní aplikace samostatného roztoku je zakázána, roztok lze podat pouze po přidání léčivých přípravků.

Složení: Nepyrogenní destilovaná voda bez příměsí a přidaných látek.

- pH 4,5 – 7,0

(Baxter, 2018)

ATC skupina: V07AB – rozpouštědla a ředidla, včetně irigačních roztoků (SUKL, 2018).

5.3.2 Fyziologický roztok

Charakteristika: Ve zkratce F1/1 je 0,9 % roztok chloridu sodného a vody pro injekci. Řadí se mezi krystaloidy. Dle osmolality jej řadíme k izotonickým roztokům z důvodu podobných hodnot, jako má plazma. Svým iontovým složením však fyziologický není.

Indikace: F1/1 je určen k hydrataci organismu, korekci elektrolytové dysbalance, krátkodobému zvýšení intravaskulárního objemu či ke zvýšení exkrece. Využívá se i jako roztok na přípravu či ředění léčiv k parenterálnímu podání a jako transportní roztok.

Kontraindikace: Použití fyziologického roztoku je kontraindikováno ve stavech přetížení organismu tekutinou a při hypernatrémii.

Použití: Lze podat samostatně neředěný roztok i roztok doplněný o léčivé přípravky.

Určený k intravenózní aplikaci, oplachu ran a zvlhčování jejich krytí.

Složení: V 1000 ml fyziologického roztoku je obsaženo:

- 9,00 g Natrii chloridum

Koncentrace elektrolytů: (mmol/l)

- 154,0 Na⁺
- 154,0 Cl⁻

- Osmolalita 308 mosm/l

- pH 4,5 – 7,0

(B.Braun, 2015)

ATC skupina: B05BB01 – elektrolyty (SUKL, 2018).

5.3.2.1 F1/2 a F1/3

Jedná se o tzv. poloviční a třetinový fyziologický roztok, kde je část roztoku nahrazena roztokem 5 % glukózy. V případě F1/2 je polovina jeho objemu nahrazena roztokem G 5 %, tzn. že obsah Natrii chloridum je 4,50 g a obsah glukózy je 25,00 g v 1000 ml roztoku. U třetinového roztoku F1/3 je pouze jedna třetina objemu roztoku zachována a zbylé 2 třetiny jsou nahrazeny G 5 %. F1/3 obsahuje 3,00 g Natrii chloridum a 33,33g glukózy (Vytejková a Sedlářová, 2015). Srovnáním s plazmou se jedná o hypotonické roztoky, které jsou využívány k náhradě tekutin v organismu, kde ztráta elektrolytů není tak velká v porovnání se ztrátou tekutin. Indikovány jsou při dehydrataci organismu a při rozvoji metabolické acidózy (Sklenářová, 2012).

5.3.3 Ringerův roztok

Charakteristika: Jedná se o čirý roztok bez zabarvení, který svým složením je více podobný plazmě než roztok F1/1. Řadí se také mezi krystaloidní izotonické roztoky.

Indikace: Je indikován ve stavech spojených s nedostatkem tekutin v organismu, využívá se i ke krátkodobému zvýšení intravaskulárního objemu a doplnění elektrolytů do organismu, zejména chloridů.

Kontraindikace: Použití při hyperhydrataci organismu a při hyperkalémii je kontraindikované.

Použití: Přípravek je určen k intravenózní aplikaci samostatně i jako transportní roztok.

Složení: V 1000 ml Ringerova roztoku je obsaženo:

- 8,60 g Natrii chloridum
- 0,30 g Kalii chloridum
- 0,33 g Calcii chloridum dihydricum

Koncentrace elektrolytů: (mmol/l)

- 147,0 Na⁺
- 4,0 K⁺
- 2,2 Ca⁺⁺
- 156,0 Cl⁻

- Osmolalita 309 mosm/l
- pH 5,0 – 7,0

(B.Braun, 2015)

ATC skupina: B05BB01 – elektrolyty (SUKL, 2018).

5.3.3.1 R1/2 a R1/3

Ringerův roztok je vyráběn i v poloviční a třetinové variantě a zbylá část je nahrazena roztokem glukózy o 5 % koncentraci. Roztoky se využívají při hypertonické dehydrataci organismu (Ardeapharma, 2018). Složení roztoku je detailně uvedeno v příloze č. 3.

5.3.4 Hartmannův roztok

Charakteristika: Jedná se o izotonický roztok, který má shodné složení i koncentrace elektrolytů jako plazma. Účinek roztoku je podmíněn farmakodynamickými vlastnostmi laktátu, který vyvolává expanzi do extracelulárního kompartmentu. Dochází tedy ke zvětšování objemu v intravaskulárním i intersticiálním prostoru. Po utilizaci laktátu v játrech na bikarbonát dochází k alkalizaci plazmy. Hartmannův roztok je znám i pod názvem Ringer-laktát.

Indikace: Tento roztok je vhodný při stavech spojených s nedostatkem tekutin v organismu. Využívá se i ke krátkodobé náhradě IVT a ke korekci ABR.

Kontraindikace: Mezi kontraindikace se řadí hypersenzitivita na jakoukoli z obsažených látek, stavy spojené s nadměrným množstvím tekutin v těle, hyperlaktatémie či nedostatečná utilizace laktátu. Další stavy spojené s rozvratem vnitřního prostředí a elektrolytů jsou na pečlivém uvážení lékaře.

Použití: Hartmannův roztok je určen k intravenóznímu podání. Lze podat samostatně i doplněný o léčivé přípravky.

Složení: V 1000 ml Hartmannova roztoku je obsaženo:

- 6,00 g Natrii chloridum
- 0,40 g Kalii chloridum
- 0,27 g Calcii chloridum dihydricum
- 3,20 g Natrii lactas

Koncentrace elektrolytů: (mmol/l)

- 131,0 Na⁺
 - 5,0 K⁺
 - 2,0 Ca⁺⁺
 - 111,0 Cl⁻
 - 29,0 laktát
-
- Osmolalita 278 mosm/l
 - pH 5,0 – 7,0

(Baxter, 2018)

ATC skupina: B05BB01 – elektrolyty (SUKL, 2018).

5.3.4.1 H1/2, H1/3 a H2/3

Jsou varianty Hartmannova roztoku v jejichž názvu je uveden poměr zachovaného roztoku. Tyto roztoky jsou využívány k náhradě tekutin v organismu. Využívají se ve stavech pooperační rehydratace, po dehydrataci organismu a náhradě elektrolytů při horečkách a nadměrném pocení (Ardeapharma, 2018). Složení roztoku je detailně uvedeno v příloze č. 3.

5.3.5 Glukóza 5 %

Charakteristika: Jedná se o roztok, který slouží jako zdroj energie a neobsahuje žádné elektrolyty. Jeho samostatné podávání je kontraindikováno, stejně tak i používání roztoku G 5% k zajištění denního příjmu tekutin. Svým složením ji lze zařadit i ke krystaloidním roztokům.

Indikace: Využívá se jako nosný roztok pro elektrolyty i kompatibilní léčiva.

Kontraindikace: Mezi zásadní kontraindikace patří zvýšený obsah glukózy v organismu bez současného zajištění inzulinem a metabolická acidóza.

Použití: Intravenózní roztok určený k aplikaci do centrálního žilního řečiště. Do periferie lze podat při zajištění správné osmolality a pH výsledného roztoku.

Složení: V 1000 ml 5% roztoku glukózy je obsaženo:

- Glukóza 50 g
- Energie 837 kJ/l (200 kcal/l)
- Osmolalita 278 mosm/l
- pH 3,5 – 5,5

(B.Braun, 2014)

ATC skupina: B05BA03 – cukry (SUKL, 2018).

5.3.6 Plasmalyte roztok

Charakteristika: Tento roztok se řadí mezi izotonické krystaloidní roztoky. Jeho složení je odpovídající složení plazmy, a to i v koncentracích jednotlivých elektrolytů. Farmakodynamické vlastnosti roztoku se odvíjí od jeho složek. Hlavní účinek sodíku a chloridů spočívá ve zvětšování mimobuněčného prostoru, natrium acetát a natrium glukonát podporují produkci bikarbonátu a tím vyvolávají alkalizaci organismu. Dochází tedy k obnově elektrolytové a vodní rovnováhy v organismu.

Indikace: Plasmalyte roztok je využíván k náhradě tekutin v organismu a úpravě acidotických poruch vnitřního prostředí.

Kontraindikace: Podání je kontraindikováno při alkalickém rozvratu v organismu, při poškozených renálních funkcích a při hyperkalémii.

Použití: Přípravek Plasmalyte je roztok určený k intravenózní aplikaci, podat se může samostatně, ale i doplněný o další léčiva.

Složení: V 1000 ml Plasmalyte roztoku je obsaženo:

- 5,26 g Natrii chloridum
- 0,37 g Kalii chloridum
- 0,30g Magnesii chloridum hexahydricum
- 3,68 g Natrii acetat trihydricus
- 5,02g Natrii gluconas

Koncentrace elektrolytů: (mmol/l)

- 140,0 Na⁺
- 5,0 K⁺
- 1,5 Mg⁺⁺

- 98,0 Cl⁻
- 27,0 acetát
- 33,0 glukonát

- Osmolalita 295 mosm/l
- pH 6,5 – 8,0

(Baxter, 2018)

ATC skupina: B05BB01 – elektrolyty (SUKL, 2018).

5.3.7 Plasmalyte roztok s 5% glukózou

Charakteristika: Jedná se o hypertonický elektrolytový roztok G 5%, který se využívá k náhradě tekutin v extravaskulárním kompartmentu a zároveň i jako zdroj energie pro organismus.

Indikace: Roztok lze využít ve stavech spojených s nedostatkem tekutin v organismu a současně při jeho energetickém vyčerpání, např. popáleniny. Dále se využívá k substituční terapii při chirurgických výkonech.

Kontraindikace: Použití roztoku je kontraindikováno ve stavech metabolického a elektrolytového rozvratu organismu a při renální nedostatečnosti.

Použití: Přípravek je určen pouze pro aplikaci do centrálního řečiště.

Složení: V 1000 ml roztoku Plasmalyte s 5% glukózou je obsaženo:

- 5,26 g Natrii chloridum
- 0,37 g Kalii chloridum
- 0,30g Magnesii chloridum hexahydricum
- 3,68 g Natrii acetat trihydricus
- 5,02g Natrii gluconas
- 55,00 g Glucosum monohydricum

Koncentrace elektrolytů: (mmol/l)

- 140,0 Na⁺
- 5,0 K⁺
- 1,5 Mg⁺⁺

- 98,0 Cl⁻
- 27,0 acetát
- 33,0 glukonát

- Osmolalita 572 mosm/l
- pH 4,0 – 6,0

(Baxter, 2018)

ATC skupina: B05BB02 – elektrolyty se sacharidy (SUKL, 2018).

5.3.8 Isolyte roztok

Charakteristika: Isolyte je izotonický krystaloidní roztok. Díky jedinečnému složení jsou jeho účinky zaměřeny zejména na expanzi tekutiny v intravaskulárním a intersticiálním kompartmentu. Složení elektrolytů umožňuje úpravu jejich dysbalance a vyvolává alkalizaci organismu.

Indikace: Využívá se při nedostatku tekutin v organismu, zejména při dehydrataci a při hypovolémii. Lze použít i k úpravě acidotické poruchy ABR.

Kontraindikace: Přípravek Isolyte je kontraindikován ve stavech spojených s přetížením organismu tekutinami, při renální nedostatečnosti, při nadbytku draslíku v organismu a metabolické alkalóze.

Použití: Roztok určený k intravenózní aplikaci. Nelze jej mísit s ostatními léčivy z důvodu neuskutečnění testů kompatibility.

Složení: V 1000 ml roztoku Isolyte je obsaženo:

- 6,02 g Natrii chloridum
- 0,30 g Kalii chloridum
- 0,30g Magnesii chloridum hexahydricum
- 4,63 g Natrii acetat trihydricus

Koncentrace elektrolytů: (mmol/l)

- 137,0 Na⁺
- 4,0 K⁺
- 1,5 Mg⁺⁺

- 110,0 Cl⁻
- 34,0 acetát
- Osmolalita 286,5 mosm/l
- pH 6,9 – 7,9

(Fresenius Kabi, 2017)

ATC skupina: B05BB01 – elektrolyty (SUKL, 2018).

5.3.9 Ringerfundin

Charakteristika: Ringerfundin je krystaloidní roztok, který se řadí mezi roztoky balancované objemové léčby. Elektrolytové složení roztoku je uzpůsobeno plazmě, jedná se tedy o izotonický roztok. Díky svému jedinečnému složení pomáhá obnovit a udržet fyziologické hodnoty osmotických poměrů, a přitom neovlivňuje ABR.

Indikace: Využívá se k náhradě extracelulární tekutiny a náhradě krevních ztrát do množství 750 ml.

Kontraindikace: Tento přípravek není vhodné používat při stavech spojených s přetížením organismu tekutinami, draslíkem a vápníkem, při renální nedostatečnosti a srdečním selháním.

Použití: Je určen k intravenózní aplikaci a lze jej využít i jako nosný roztok pro léčiva.

Složení: V 1000 ml roztoku Ringerfundin je obsaženo:

- 6,80 g Natrii chloridum
- 0,30 g Kalii chloridum
- 0,20g Magnesii chloridum hexahydricum
- 0,37g Calcii chloridum dihydricum
- 3,27 g Natrii acetat trihydricus
- 0,67g Acidum malicum laevogyrum

Koncentrace elektrolytů: (mmol/l)

- 145,0 Na⁺
- 4,0 K⁺
- 1,0 Mg⁺⁺

- 2,5 Ca⁺⁺
 - 127,0 Cl⁻
 - 24,0 acetát
 - 5,0 malát
-
- Osmolalita 309 mosm/l
 - pH 5,1 – 5,9

(B.Braun, 2016)

ATC skupina: B05BB01 – elektrolyty (SUKL, 2018).

5.3.10 Darrowův infuzní roztok

Charakteristika: Jedná se o izotonický roztok se zvýšeným obsahem draslíku a laktátu oproti plazmě. Utilizace laktátu v játrech vyvolává alkalizaci organismu, lze jej tedy využít i k terapii stavů spojených s acidózou nebo sklony k ní.

Indikace: Roztok se využívá v léčbě nedostatku tekutin a nedostatku draslíku v organismu.

Kontraindikace: Přetížení organismu tekutinami a draslíkem, srdeční a renální selhání, prvotní terapie dehydratace organismu a alkalóza

Použití: Intravenózní kapénkové podání do centrálního žilního řečiště.

Složení: V 1000 ml roztoku je obsaženo:

- 4,00 g Natrii chloridum
- 2,67 g Kalii chloridum
- 5,94g Natrii lactas

Koncentrace elektrolytů: (mmol/l)

- 121,0 Na⁺
 - 36,0 K⁺
 - 104,0 Cl⁻
 - 53,0 laktát
-
- Osmolalita 314 mosm/l

- pH 4,8 – 6,5

(ARDEAPHARMA, 2018)

ATC skupina: B05BB01 – elektrolyty (SUKL, 2018).

5.4 Koloidní infuzní roztoky

Tyto roztoky jsou charakteristické větší molekulovou hmotností rozpuštěných látek. Hlavní účinek spočívá ve zvýšení koloidně osmotického tlaku, od toho se dále odvíjí přesun tekutiny z intersticia do oběhu a zvýšení cirkulujícího objemu (Janota, 2015). Zjednodušeně tuto funkci popisuje Adamus et al. (2012), který ve své knize o koloidech uvádí, že jsou schopny navázat vodu a tvoří onkotický tlak.

Roztoky, jejichž koloidně osmotický tlak je vyšší než v krvi, jsou považovány za volumoexpandéry (Janota, 2015). Adamus et al. (2012) je nazývá plazmaexpandery. Druhou skupinou jsou plazmasubstituenty, jejichž onkotický tlak je podobný tlaku plazmy. V oběhu zůstávají až 12 hodin, rozhodujícím činitelem je molekulární hmotnost molekul (Černá Pařízková a Černý, 2014), díky které nejsou schopny prostoupit cévní stěnu kapiláry a z krevního oběhu uniknout (Adamus et al., 2012).

Terapeutický účinek koloidních roztoků je sporný, a to z důvodu vysokého množství závažných negativní účinků. Koloidní roztoky mohou způsobit tkáňovou dehydrataci, hypernatrémii, zvýšit krvácení a při úniku z intravaskulárního kompartmentu mohou vyvolat edémy, které jsou rezistentní. Při předávkování vzniká riziko selhání myokardu a renální selhání. V některých případech mohou vyvolat anafylaktický šok (Janota, 2015). Dle Frosta (2014) je použití koloidních roztoků riskantní, zejména jejich využití v tekutinové resuscitaci může být škodlivé.

Roztoky koloidů lze rozdělit na syntetické koloidy a deriváty plazmy, kam patří např. albumin. Syntetické koloidy jsou dextransy, deriváty želatiny a deriváty škrobu (Frost, 2014). Adamus et al. (2012) roztoky rozděluje na endogenní (plazma a albumin) a exogenní (dextransy, deriváty želatiny a deriváty škrobu).

5.4.1 Dextrany

Dextrany jsou jedním z typů koloidních roztoků (Janota, 2015). Řadí se do skupiny plazmaexpandérů (Kašáková, Vokurka a Hugo, 2015). Jejich používání je rizikové z důvodu poškození hemokoagulace a poškození renálních funkcí (Černá Pařízková a Černý, 2014). Navíc po jejich aplikaci nelze určit krevní skupinu z důvodu vazby na erytrocyt. Od jejich užívání se upustilo zejména z důvodu až 70 % výskytu alergických reakcí (Janota, 2015).

5.4.2 Deriváty želatiny

Dalším typem koloidních roztoků jsou roztoky na bázi želatiny. Jejich účinek na oběh je krátkodobější z důvodu menší molekulové hmotnosti, účinkují 4 - 5 hodin. Ale riziko vzniku anafylaktické reakce je minimální (Černá Pařízková a Černý, 2014). Pro otestování alergické reakce se tedy podává iniciální dávka 10 - 20 ml (Janota, 2015). Jejich výhoda spočívá v tom, že neovlivňují hemokoagulaci ani funkci ledvin a neznemožňují určení krevní skupiny. Jejich význam spočívá v krátkodobém doplnění intravaskulárního objemu s následnou hemoterapií (Adamus et al., 2012). Na kongresu České společnosti anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny v roce 2015 o derivátech želatiny zaznělo, že jsou jediným koloidním roztokem, který lze využít u všech hlavních indikací (Hermanová, 2015).

5.4.2.1 Gelaspan

Charakteristika: Jedná se o balancovaný roztok, který je svým složením co nejvíce přizpůsoben plazmě a dle osmotického tlaku je izotonický. Roztok se využívá k náhradě objemu plasmy dle odhadovaných ztrát. Rychlost aplikace se odvíjí od stavu hemodynamiky. V případě velkých krevních ztrát lze přidávat transfuzní přípravky.

Indikace: Nedostatek cirkulujícího objemu v cévách, hemodynamický a hypovolemický šok.

Kontraindikace: U syntetických koloidů je rizikovým faktorem hypersenzitivita, dále klinický stav spojený s přetížením organismu tekutinami a hyperkalemie.

Použití: Roztok určený k intravenózní aplikaci, před podáním se doporučuje roztok ohřát na 37°C.

Složení: V 1000 ml roztoku Gelaspan je obsaženo:

- 40,00 g Gelatina succinata
- 5,55 g Natrii chloridum
- 0,30 g Kalii chloridum
- 3,27 g Natrii acetat trihydricus
- 0,15 g Calcii chloridum dihydricum
- 0,20 g Magnesii chloridum hexahydricum

Koncentrace elektrolytů: (mmol/l)

- 151,0 Na⁺
- 4,0 K⁺
- 1,0 Ca⁺⁺
- 1,0 Mg⁺⁺
- 103,0 Cl⁻
- 24,0 acetát

- Osmolalita 284 mosm/l
- pH 7,1 – 7,7

(B.Braun, 2016)

ATC skupina: B05AA06 – želatinové přípravky (SUKL, 2018).

5.4.2.2 Gelofusine

Je starší výrobek, který svým složením nepatří mezi balancované roztoky. Jedná se o roztok využívaný k terapii hypovolemie, hypotenze a při mimotělním oběhu. Množství podávaného roztoku a rychlost aplikace se odvíjí od krevních ztrát.

Složení: V 1000 ml roztoku Gelofusine je obsaženo:

- 40,00 g Gelatina succinata
- 7,01 g Natrii chloridum
- 1,36 g Natrii hydroxidum

Koncentrace elektrolytů: (mmol/l)

- 154,0 Na⁺
- 120,0 Cl⁻

- Osmolalita 274 mosm/l
- pH 7,1 – 7,7

(B.Braun, 2016)

5.4.3 Deriváty škrobu

Deriváty škrobu jsou dalším typem koloidních roztoků, jsou rozšířeny pod zkratkou HES - hydroxyetylškrob (Černá Pařízková a Černý, 2014) či anglickou zkratkou HAES - hydroxyaethylstarch. Konkrétně se jedná o roztoky HES 6%, který patří do skupiny plazmasubstituentů a HES 10%, který je plazmaexpander. Jejich molekulová hmotnost je čtyřnásobná oproti derivátům želatiny. Účinek dosahuje maxima mezi 3 - 6 hodinami (Adamus et al., 2012). Pro klienty však při použití roztoků hrozí poškození renálních funkcí a vznik koagulopatií. I z tohoto důvodu je jejich využití upraveno Evropskou lékovou agenturou - European Medicines Agency, jejíž stanovisko schválila Rada Evropy a všechny členské státy EU jsou povinny je dodržovat. Toto stanovisko bylo schváleno v roce 2013 a nově přezkoumáno v roce 2017. Nejnovější prohlášení Evropské lékové agentury z ledna 2018 poukazuje na fakt, že stanovisko z roku 2013 nebylo dostatečně účinné a stále dochází k využívání roztoků HES. Původní omezení se týkalo klientů se sepsí, popáleninami a klientů v kritickém stavu. Nové stanovisko musí nejprve schválit rada EU a přijmout dostatečně účinná opatření pro ochranu kriticky nemocných (EMA, 2018).

5.4.3.1 Tetraspan 6% a 10%

Charakteristika: Jedná se o roztok HES 130/0,42 v elektrolytovém roztoku, kdy molekulární hmotnost roztoku je 130 000 Da a molární substituce je 0,42. Tetraspan je balancovaný roztok, který svým složením je co nejvíce uzpůsoben plazmě, dle osmotického tlaku je tedy izotonický. Plazmaadaptovaný roztok slouží k fyziologické náhradě tekutin a využívá vlastnosti HES. Jeho použití je indikováno pouze u akutních

stavů se vznikem do 24 hodin. Maximální množství aplikovaného roztoku je 30 ml/kg tělesné hmotnosti a rychlost infuze závisí na klinickém stavu, maximálně lze však podat 20 ml/kg tělesné hmotnosti/hod. U Tetraspan 10% je maximální množství i maximální rychlost podávání nižší.

Indikace: Využívá se v počáteční fázi volumoterapie a tekutinové resuscitace.

Kontraindikace: Renální a kardiální selhání, intrakraniální krvácení, rozvrat ABR, edém plic, koagulopatie či klienti po transplantaci orgánů a hypersenzitivita

Použití: Intravenózní podání.

Složení: V 1000 ml roztoku Tetraspan 6% (10%) je obsaženo:

- 60,00 g (100,00 g) Hydroxyethylamylum (HES)
- 6,25 g Natrii chloridum
- 0,30 g Kalii chloridum
- 3,27 g Natrii acetat trihydricus
- 0,37 g Calcii chloridum dihydricum
- 0,20 g Magnesii chloridum hexahydricum
- 0,67 g Acidum L-malicum

Koncentrace elektrolytů: (mmol/l)

- 140,0 Na⁺
- 4,0 K⁺
- 2,5 Ca⁺⁺
- 1,0 Mg⁺⁺
- 118,0 Cl⁻
- 24,0 acetát
- 5,0 malát

- Osmolalita 296 (297) mosml/l
- pH 5,6 – 6,4

(B.Braun, 2016)

ATC skupina: B05AA07– hydroxyethylškrob (SUKL, 2018).

5.4.3.2 Volulyte 6%

Jedná se o dalšího zástupce roztoku obsahujícího HES 130/04, tentokrát v balancovaném roztoku elektrolytů, molekulární hmotnost roztoku je 130 000 Da a molární substituce je 0,38 až 0,45. Maximální rychlost infuze a maximální denní dávka je shodná s přípravkem Tetraspan 6%. Roztoky se odlišují v elektrolytovém složení dle použitého nosného roztoku na jeho přípravu.

Složení: V 1000 ml roztoku Volulyte 6% je obsaženo:

- 60,00 g Hydroxyethylamylum (HES)
- 6,02 g Natrii chloridum
- 0,30 g Kalii chloridum
- 4,63 g Natrii acetat trihydricus
- 0,32 g Magnesii chloridum hexahydricum

Koncentrace elektrolytů: (mmol/l)

- 137,0 Na⁺
 - 4,0 K⁺
 - 1,5 Mg⁺⁺
 - 110,0 Cl⁻
 - 34,0 acetát
-
- Osmolalita 286,5 mosml/l
 - pH 5,7 – 6,5

(Fresenius Kabi, 2018)

5.4.3.3 Voluven 6% a 10%

Tentokrát se jedná o roztok HES 130/0,4 v 0,9% roztoku chloridu sodného. Elektrolytové složení a koncentrace tedy odpovídají fyziologickému roztoku, odlišná je osmolalita a ta je 308 mosml/l a pH výsledného roztoku je v rozmezí 4,0 – 5,5. maximální denní dávka a rychlost aplikace je shodná s přípravky Tetraspan v odpovídající koncentraci (Fresenius Kabi, 2018).

5.4.4 Deriváty plazmy

Poslední skupinou jsou deriváty plazmy. V rámci volumoterapie se využívá Albumin 5% a 20%. Z důvodu jejich vysoké ceny jsou využívány zejména u dětí (Černá Pařízková a Černý, 2014). Navíc doposud ze žádné studie nevyplýnul závěr o jeho nadřazenosti oproti krystaloidním ani jiným koloidním roztokům. Nedošlo ani ke snížení úmrtnosti po jeho použití u kriticky nemocných (Frost, 2014).

5.5 Osmoterapeutické infuzní roztoky

Po aplikaci do intravenózního řečiště dochází ke zvýšení osmotického tlaku a tím je vyvolán přesun tekutiny z buněk do extracelulárního kompartmentu a dochází k vyvolání osmotické diurézy, která vede k vylučování většího množství tekutin z organismu. Nejčastěji jsou tyto roztoky využívány při zvýšeném nitrolebním tlaku, edému mozku, renální insuficienci či při otravách (Sentivanová, 2016).

Mezi zástupce patří Manitol 10 %, 15% a 20%, Osmofundin 15% a Sorbitol 40%, který je určen pouze k aplikaci do centrálního žilního řečiště.

5.6 Roztoky určené k úpravě ABR a elektrolytové dysbalance

Jedná se o infuzní roztoky nebo koncentráty pro přípravu infuzních roztoků, které slouží k úpravě a udržování ABR a elektrolytové rovnováhy. K tomuto účelu jsou nejčastěji podávány roztoky o různé koncentraci obsahující KCl, NaCl a NaHCO₃, ale také i MgSO₄ a zřídka využívaný NH₄Cl (Sentivanová, 2016). Dle MZ ČR a doporučení pro klinickou praxi je preferovanější způsob používání komerčně vyráběných preparátů než jejich příprava na oddělení za použití nosných roztoků a koncentrátů, které jsou řazeny mezi riziková léčiva (B.Braun, 2017).

5.6.1 Substituce KCl

Jinými názvy též Kalium chloratum, Kalii chloridum či Kalium chlorid. Substituce KCl se využívá při terapii hypokalémie a stavů s rozvrtem elektrolytové rovnováhy, dále u stavů spojených s nedostatkem tekutin v organismu a pro své acidifikující účinky u poruch ABR. Mezi zásadní kontraindikaci jeho použití patří hyperkalémie a stavy s ní

spojené, hyperchlorémie a hyperhydratace. Maximální rychlost aplikace je 20mmol/hod a výsledná koncentrace K^+ v roztoku do 40mmol/l. Při hodnotě K^+ v séru pod 2mmol/l lze rychlost aplikace zvýšit až na 40mmol/hod a koncentraci K^+ v roztoku až na 80mmol/l. Pro minimalizaci nežádoucích účinků je vhodné výsledný roztok aplikovat přes infuzní pumpu. (B.Braun, 2017) Vzhledem ke koncentraci výsledných roztoků jsou určeny k aplikaci do centrálního žilního řečiště. K terapii lze využít standardizovanou léčbu anebo léčbu individuální. Na trhu jsou k dispozici uvedené výrobky:

Kaliumchlorid/natriumchlorid 0,15% + 0,9% standardizovaný roztok obsahující 10 mmol KCl v 500 ml 0,9% NaCl.

Kaliumchlorid/natriumchlorid 0,3% + 0,9% - standardizovaný roztok obsahující 20 mmol KCl v 500 ml 0,9% NaCl.

Kaliumchlorid/glucose 0,15% + 5% - standardizovaný roztok obsahující 10 mmol KCl v 500 ml G 5%.

Kaliumchlorid/glucose 0,3% + 5% - standardizovaný roztok obsahující 20 mmol KCl v 500 ml G 5%.

KCl 7,45% - je koncentrát pro přípravu individuálních roztoků. Je vhodné jej ředit roztokem F1/1, G 5%, G 10%, roztokem mléčnanu sodného či kompletními roztoky elektrolytů (B.Braun, 2017). Dle Sentivanové (2016) lze do CŽK podat i roztok koncentrovaný. Po podání koncentrovaného roztoku do periferního žilního systému hrozí vznik nekrózy.

5.6.2 Substituce NaCl

Nedostatek NaCl v organismu je spojen s nedostatkem tekutin v organismu. Podávání těchto preparátů je indikováno ve stavech elektrolytové dysbalance Na^+ a Cl^- spojených zejména s jejich nedostatkem, ale také při hypotonické hyperhydrataci. Maximální terapeutická dávka a aplikační rychlost se odvíjí od zdravotního stavu, neměla by však překročit hranici 10 mmol/l/den. Koncentrát NaCl je vhodné ředit v roztoku G5% (Sentivanová, 2016). K substituci jsou vyráběny koncentráty pro infuzní roztoky **NaCl 5,85%** a **NaCl 10%** (SUKL, 2018).

5.6.3 Substituce NaHCO₃ 4,2% a 8,4%

Chemickým názvem hydrogenuhličitan sodný, v praxi nazývaný NaBic, bikarbonát. Tento roztok se primárně využívá k terapii metabolické acidózy, ale také k alkalizaci moče ve vybraných důvodech. Roztok je určen pouze k aplikaci do centrálního žilního systému. Rychlost aplikace je omezena na 1,5 mmol NaHCO₃/kg tělesné hmotnosti/hod a dávka se odvíjí od klinického stavu. Z důvodu zásaditého pH je inkompatibilní s ostatními léčivými a ve stavech alkalózy je kontraindikován. Stejně tak i u hypokalemie a hypernatremie (B.Braun, 2010).

5.7 Infuzní roztoky parenterální výživy

Roztoky parenterální výživy jsou neodmyslitelnou součástí volumoterapie na jednotkách intenzivní péče. Tyto roztoky zajišťují pokrytí energetických potřeb klientů, kteří nejsou schopni anebo nemohou z různých příčin přijímat výživu enterální cestou. Roztoky parenterální výživy jsou podávány systémem více lahví (multi-bottle) či systémem vaků all-in-one (Novák, 2016). Systém multi-bottle je založen na principu podávání jednotlivých složek v oddělených lahvích, které se mísí až při samotné aplikaci. K tomu jsou určeny roztoky aminokyselin, tuků a sacharidů, kam lze zařadit i roztoky glukózy ve všech koncentracích. V rámci parenterální výživy jsou roztoky glukózy podávány jako zdroj energie (Sentivanová, 2016).

Systém all-in-one je modernější a upřednostňovanější způsob zajištění umělé výživy. Jedná se o sériově vyráběné vaky o objemu 2000 až 3000 ml. Vaky jsou určeny k přímému intravenóznímu podání do centrálního či periferního žilního řečiště (Novák, 2016). Vaky obsahují všechny potřebné složky výživy – sacharidy, tuky, aminokyseliny, stopové prvky, vitamíny, elektrolyty a samozřejmě také vodu. Jsou vyráběny v mnoha variantách a kombinacích jednotlivých složek, aby co nejvíce vyhovovaly potřebám klientů (Baxter, 2018).

5.7.1 Roztoky cukrů

Ač se jedná o nezanedbatelnou složku výživy organismu, roztoky glukózy jsou využívány i jako nosné roztoky pro mnohá léčiva a jejich využití v IP je běžnou praxí, proto jsou součástí této práce. Roztok G 5% je zařazen mezi krystaloidními roztoky.

5.7.1.1 Glukóza 10 %

Charakteristika: 10 % roztok glukózy patří mezi krystaloidní izotonické roztoky (Sklenářová, 2012). Díky vysokému obsahu glukózy je zdrojem energie pro buněčný metabolismus. Podávání roztoku umožňuje přísun vody s absencí elektrolytů.

Indikace: Využívá se jako složka parenterální výživy i jako zdroj tekutin pro klienty se zvýšenou spotřebou glukózy.

Kontraindikace: Roztok nelze využít při hyperglykémii, šokových stavech, při metabolickém rozvratu a nadbytku tekutin v organismu.

Použití: Intravenózní roztok určený k aplikaci do centrálního žilního řečiště. Do periferie lze podat při zajištění správné osmolality a pH výsledného roztoku.

Složení: V 1000 ml 10% roztoku glukózy je obsaženo:

- Glukóza 100g
- Energie 1680 kJ/l (400 kcal/l)
- Osmolalita 555 mosm/l
- pH 3,5 – 5,5

(Baxter, 2018)

ATC skupina: B05BA03 – cukry (SUKL, 2018).

5.7.1.2 Glukóza 20%

Charakteristika: Roztok glukózy o 20% koncentraci je zdrojem energie pro organismus. Ke správnému metabolismu glukózy je potřebná rovnováha v organismu, a to jak acidobazická, tak i elektrolytová.

Indikace: Parenterální výživa, terapie malnutrice spojené s ketózou, nosný roztok pro kompatibilní léčiva a hypoglykémie. Dále lze využít při vyšším intrakraniálním tlaku k tlumení symptomů

Kontraindikace: Roztok nelze využít při hyperglykémii, šokových stavech, při metabolickém rozvratu a nadbytku tekutin v organismu.

Použití: Intravenózní roztok určený k aplikaci pouze do centrálního žilního řečiště.

Složení: V 1000 ml 20% roztoku glukózy je obsaženo:

- Glukóza 200 g
- Energie 3350 kJ/l (800 kcal/l)
- Osmolalita 1100 mosm/l
- pH 3,5 – 5,5

(B.Braun, 2016)

ATC skupina: B05BA03 – cukry (SUKL, 2018).

5.7.1.3 Glukóza 40%

Charakteristika: Vysoko kalorická parenterální výživa.

Indikace: Hypoglykemické kóma, přísun energie a parenterální výživa

Kontraindikace: Roztok nelze využít při hyperglykémii, šokových stavech, při metabolickém rozvratu a nadbytku tekutin v organismu.

Použití: Intravenózní roztok určený k aplikaci do centrálního žilního řečiště, v akutních stavech lze podat i do periferního řečiště.

Složení: V 1000 ml 40% roztoku glukózy je obsaženo:

- Glukóza 400 g
- Energie 6700 kJ/l (1600 kcal/l)
- Osmolalita 2200 mosm/l
- pH 3,5 – 5,5

(B.Braun, 2016)

ATC skupina: B05BA03 – cukry (SUKL, 2018).

Infuzní roztoky parenterální výživy nejsou více předmětem této práce.

5.8 Infuzní roztoky ostatní

Pro celistvost uváděných informací je nutné zmínit i tuto skupinu infuzních roztoků. Do této skupiny můžeme zařadit specializované dialyzační roztoky, anestetické infuzní

roztoky či kardioplegické roztoky (Sentivanová, 2016). Tyto roztoky jsou využívány pouze ve specializovaných situacích a nejsou součástí standardní volumoterapie na jednotkách intenzivní péče, proto nejsou více předmětem této práce.

5.9 Zásady při poskytování volumoterapie, pohled sestry a její role v péči o klienta

Volumoterapie je léčba, která je zajišťována podáváním infuzních roztoků do cévního řečiště, a to intraarteriální, intravenózní, intraoseální či subkutánní cestou. Ordinance jednotlivých přípravků závisí na lékaři a monitorovaných parametrech, kde se hodnotí laboratorní nález, stav diurézy, a také na předpokládaném vývoj klinického stavu. Dle ordinace lékaře je úkolem sestry správně připravit požadovaný roztok, podat jej správnému klientovi do správného přístupu a správnou rychlostí. Další úkoly jsou spojeny se sledováním klienta a péčí o cévní vstupy. Základní zásadou je dodržování zásad asepse a všech postupů ke snížení rizika vzniku infekčních komplikací. Kompetence k poskytování volumoterapie a podávání infuzních roztoků má lékař, písemně pověřená sestra vedoucím pracovníkem a sestra se specializací (Vytejková, 2014).

Při správné přípravě požadovaného roztoku je nutné se na výkon plně soustředit a řádně si připravit veškeré pomůcky a léčiva, vizuálně zkontrolovat jejich stav (neporušení obalu, vzduchotěsné uzavření, zbarvení a přítomnost částic v roztocích) a jejich označení na štítku (název, množství, složení, způsob podání a expirace). Důležité je vše ještě jednou překontrolovat s dokumentací. Příprava roztoků se provádí v laminárním boxu těsně před podáním klientovi dle informací uvedených v příbalovém letáku u daného léčiva (Vytejková, 2014). Přípravou infuzních roztoků se zabývá i INS, která ve svých standardech klade důraz na neustálou kontrolu při jejich přípravě a důkladné označování výsledných přípravků. Tyto kroky jsou zaměřeny zejména na prevenci chyb a minimalizaci rizik s používáním nestandardních roztoků (INS, 2016).

Před zahájením přípravy roztoku je nutné vykonat hygienickou desinfekci rukou a desinfikovat vstup do infuzního roztoku i léčiv. Z důvodu možných lékových interakcí probíhá mísení léčiv v infuzi následujícím způsobem: nejdříve léky, poté elektrolyty, a nakonec tukové emulze. Výsledný roztok je nutné označit štítkem se jménem a příjmením

klienta, rokem narození, složením výsledného roztoku, datem a časem přípravy, nakonec rychlost a způsob aplikace, jmenovka a podpis sestry, která roztok připravovala. Poté se vstup do roztoku desinfikuje a zavede se infuzní set, který se odvzdušní. Nyní je roztok připraven k podání klientovi (Vytejková a Sedlářová, 2015).

Před podáním roztoku je nutné identifikovat klienta a jeho totožnost ověřit s ID náramkem a údaji na infuzním roztoku. Pokud to dovoluje klientův zdravotní stav, tak jej s výkonem seznámíme, informujeme o možných komplikacích, doporučíme vyprázdnění a zaujetí pohodlné polohy a zajistíme signalizační zařízení k ruce (Vytejková a Sedlářová, 2015). INS (2016) ještě přidává, že je nutné klienta ještě poučit o tom, že s infuzní linkou se nemanipuluje a v žádném případě nerozpojuje. Lahev či vak s infuzním roztokem umístíme na infuzní stojan. V případě podávání roztoku přes infuzní pumpu je nutné umístit set do pumpy a připojit čidlo na kapkovou komůrku. Poté se spojí infuzní set s desinfikovaným a propláchnutým žilním zajištěním. Na infuzní pumpě se nastaví požadovaná rychlost a podávání může být zahájeno. Pokud se roztok neaplikuje přes infuzní pumpu, je nutné vypočítat množství kapek/min a správně nastavit podávání. Pokud je aplikační rychlost roztoku nízká (do 10 ml/hod), k aplikaci se využívají lineární dávkovače. Roztok musí být připraven v injekčních stříkačkách se speciálním kónusem, na který lze našroubovat infuzní linku, aby nemohlo dojít k nechtěnému rozpojení (Vytejková a Sedlářová, 2015). Do praxe se připravuje zavedení nových infuzních linek, které budou podléhat standardům ISO, hlavní změnou má být nemožnost připojení systémů k jiné aplikační cestě, než ke které je určen. Toto opatření by mělo vést ke zvýšení bezpečnosti nejenom infuzní léčby (INS, 2016).

Během podávání infuzních roztoků je nutné klienta sledovat v pravidelných intervalech (ideálně po 1 hodině), hodnotit jeho celkový stav, monitorované parametry, příjem a výdej tekutin, diurézu a dle ordinace lékaře odebírat biologický materiál a kontrolovat laboratorní výsledky. Dále je nutné sledovat intravenózní vstup a jeho okolí, kde v případě komplikací může vzniknout otok, zarudnutí či prosáknutí krytí. Kontrolovat je zapotřebí i samotnou infuzi, jak a jestli kape, jestli nedošlo k vizuální změně roztoku či infuzní set není někde příliš napjatý a nehrozí jeho poškození či rozpojení (Vytejková a Sedlářová, 2015).

V intenzivní péči je klientům zároveň podáváno několik preparátů najednou, k tomuto účelu slouží vícecestné centrální kanyly a různé kohouty, rampy, Y spojky. Při propojování infuzní linky se musí dodržovat zásady asepse a je nutné dbát na napojení jednotlivých roztoků ve správném pořadí za sebe, aby nedocházelo k rychlejší aplikaci pomalu podávaných roztoků do žilního řečiště. Při zajištění vícecestnou centrální kanylou je vhodné pospojovat infuzní linky tak, aby do jednoho vstupu byly podávány roztoky pomalu a do druhého rychleji. V případě spojování více přípravků do jedné infuzní linky je nutné dbát na jejich kompatibilitu a vyvarovat se tak možným interakcím mezi léky. Výměna uzavřené infuzní linky je u centrálních katetrů doporučována po 96 hodinách a je doporučováno ji uskutečnit i s výměnou roztoků (Vytejšková a Sedlářová, 2015).

Po vykapání infuze může být na infuzní set napojena další a v podávání lze pokračovat nebo se infuzní set propláchne a uzavře, odpojí se od žilního přístupu. Žilní vstup musí být v případě ukončení podávání léčiva propláchnut. Infuzní set lze využít po dobu 24 hodin, pouze za podmínky, že byl uzavřen pomocí sterilních pomůcek, např. zátky. V případě jeho dalšího nevyužívání či výměny po uplynutí doby použití dochází k jeho likvidaci dle hygienicko epidemiologického řádu oddělení (Vytejšková a Sedlářová, 2015).

Volumoterapie, popř. infuzní léčba je zcela v kompetenci sester od její přípravy až po její ukončování, včetně zajištění a péče o žilní vstupy a péče o klienta. V souvislosti s jejím rozšířením v medicíně a jejím každodenním používáním zejména v IP je nezanedbatelnou složkou práce sestry. Z důvodu vysoké variability této léčby je nutné, aby se sestra orientovala v infuzních roztocích i jednotlivých léčivech, které jsou pomocí infuzní terapie klientovi podávány. Jejich znalost pomáhá předcházet vzniku komplikací, např. při lékových interakcích. Znalost klientova zdravotního stavu i jeho léčby je zásadní pro správné poskytování péče a rychlé reagování na vznik nenadálého stavu, a to zejména na JIP.

5.10 Komplikace volumoterapie

Komplikace v souvislosti s aplikací infuzní léčby lze dělit dle rozsahu jejich působení, a to na místní a celkové. Místní komplikace souvisejí s chybným zajištěním

žilního vstupu, kde může docházet k propíchnutí žíly či paravenóznímu podání. Mezi centrální komplikace patří např. alergická reakce či sepse (Vytejková a Sedlářová, 2015).

Další komplikace mohou vzniknout při přípravě samotného roztoku a jeho podání, jedná se o záměnu léku či klienta a špatnou homogenizaci roztoku, kdy při podávání je aplikován roztok jiného složení na počátku a konci infuze. Další komplikace může být vyvolána skleněnými střepy z ampule které kontaminují léčivo a následně roztok. (Redakce Braunovin, 2018).

Paravenózní podání je aplikace roztoku mimo žílu z důvodu chybného zajištění nebo prasknutí žilní stěny. Dle aplikovaného roztoku může dojít k vážným poškozením, např. tkáňové nekróze. Mezi nejčastější projevy patří bolestivost, pálení, otok a prosáknutí (Sentivanová, 2016). Při paravenózním podání je nutné ihned přerušit infuzi a odstranit kanylu (Vytejková a Sedlářová, 2015). Dle Beharkové a Soldánové (2016) by měl být na postižené místo aplikován chladivý obklad. Postupy v případě paravenózního podání se odlišují, vždy je ale nezbytné postupovat dle aplikovaného roztoku a jeho agresivity k okolním tkáním, např. se můžeme pokusit o aspiraci extravazátu přes stávající kanylu a zmírnění tak vzniklých obtíží.

Flebitida je další možností místní komplikace. Jedná se o lokální zánět žíly. Jeho vznik může být ovlivněn koncentrací roztoku, hodnotou osmolality a pH, ale také kontaminací infuzního roztoku. V případě flebitidy je postižené místo tvrdé, zarudlé a bolestivé. V takovém případě je nutné přerušit aplikaci roztoku, kanylu odstranit a na postižené místo aplikovat heparoid mast a chladivé obklady (Vytejková a Sedlářová, 2015).

Alergická reakce je komplikace, která se může projevit pouze jako svědění a vyrážka, ale také horečkou, dušností až vznikem anafylaktického šoku. V případě jakýchkoliv známek alergické reakce je nezbytné ihned přerušit podávání, kontaktovat lékaře, a kontrolovat fyziologické funkce (Vytejková a Sedlářová, 2015).

Oběhová reakce se vyskytuje při podávání infuzí o velkém objemu nebo velkou rychlostí. Mezi projevy patří tachykardie, dušnost, cyanóza, bolest na hrudi. Při oběhové reakci je i zvýšená náplň krčních žil. Při vzniku této reakce je nutné podávání přerušit či

zpomalit, kontaktovat lékaře a kontrolovat fyziologické funkce (Vytečková a Sedlářová, 2015).

Sepse je závažná celková komplikace, která vzniká zanesením infekčního agens do krevního řečiště klienta. Ke kontaminaci může dojít při nedodržování aseptických zásad při přípravě roztoku, zajištění infuzním setem, během vstupů infuzní linky a do kanyly. Mezi projevy patří horečka a zimnice či tachykardie. Při vzniku septických komplikací je nutné informovat lékaře, v případě periferního žilního vstupu jej vyměnit a v případě centrálního vstupu je postup na lékaři (Vytečková a Sedlářová, 2015).

Vzduchová embolie je málo se vyskytující komplikace, kdy dojde k vniknutí vzduchu do žilního systému. Projevy jsou dušnost, bolest na hrudi až porucha vědomí. V takové situaci je nutné kontaktovat lékaře (Vytečková a Sedlářová, 2015).

5.11 Bezpečnost infuzní terapie

Bezpečnost infuzní terapie je aktuální téma, kterým se zabývá mnoho odborných společností. Cílem je minimalizovat rizika spojená s infuzní terapií nejen pro klienty, ale také pro zdravotníky. S infuzní léčbou souvisí více než 56% medikačních pochybení, z toho v 7% se jedná o závažné pochybení, jejichž řešení je spojeno s mnohonásobným zvýšením léčebných nákladů. Těmto pochybením je nutné předcházet a rizika infuzní léčby minimalizovat. Jedním se základních opatření je používání standardních roztoků či výroba individuálních preparátů v lékárnách, nikoliv přímo na oddělení. Mezi další opatření patří zavedení výpočetní techniky do procesu péče. Speciální programy hlídají možné lékové interakce či alergie (BD, 2017).

Nejčastější komplikací ve zdravotnictví je infekce, není tomu ani jinak v infuzní léčbě. Základní opatření ke snížení výskytu infekčních komplikací je spojeno s hygienou a desinfekcí rukou zdravotníků, a to zejména před přípravou infuzních roztoků, před manipulací s infuzní linkou a samozřejmě i před intervencemi souvisejícími s cévním vstupem (B.Braun for Safety, 2018). Pozitivní výsledky hygienické péče rukou jsou potvrzeny i několika studiemi, které shrnuje Perin et al. (2016). Mikrobiální kolonizaci infuzního roztoku je možné omezit jeho přípravou v lékárně, nikoliv na oddělení (B.Braun for Safety, 2018).

Tato strategie se zaměřuje i na bezpečnost zdravotníků, protože infekční komplikace po poranění jehlou představuje jeden z vážných problémů zdravotnické péče. Ze všech poranění ostrými předměty je 33% způsobeno v souvislosti s infuzní terapií. Proto jsou vyvíjeny stále specializovanější výrobky, které brání tomuto poranění (B.Braun for Safety, 2018).

Další součástí této strategie společnosti BD (2017) je i samotné podávání, protože mnoho pochybení je způsobeno příliš rychlou aplikací. Základní prevencí je používání infuzních pump či lineárních dávkovačů, které navíc samy upozorní na problém s dávkováním roztoku.

Součástí strategie B.Braun for Safety (2018) je minimalizace používání ftalátů ve výrobě pomůcek, které mají na organismus teratogenní a kancerogenní účinky. Běžně jsou tyto látky používány k změkčení pomůcek z PVC. Dále se strategie zabývá kontaminací částicemi, chemickou kontaminací a vzduchovou embolií. V rámci prevence vzduchové embolie je vhodné používat infuzní sety s funkcí Air stop, bezjehlové vstupy Saveflow či infuzní pumpy. Všechny výrobky od společnosti B.Braun určené k poskytování bezpečné infuzní terapie mají v názvu označení Save (B.Braun for Safety, 2018).

6 Hemoterapie

Význam krve je znám již od starověku, doložený pokus o aplikaci první krevní transfuze sahá do 15. století. Další velký mezník v rozvoji hemoterapie bylo objevení krevního oběhu. Na počátku 20. století došlo k objevu krevních skupin systému ABO a později i jiných antigenních systémů. V meziválečném období se zdokonalily možnosti v uchovávání a skladování transfuzí v krevních bankách. Z důvodu objevení plastových vaků pro odběr transfuzí je považován rok 1950 za zásadní, od té doby se datuje moderní transfuziologie (Tesařová, 2012).

Hemoterapie je léčba, při níž je klientovi podávána krev nebo její komponenty, se záměrem doplnění chybějící složky krve v situaci, kdy je klient ohrožen na životě (Sovová et al., 2012). Konkrétně se jedná o podávání transfuzních přípravků a krevních derivátů (Buliková, 2014). Cílem této léčby je co největší terapeutický účinek s co nejmenšími riziky a nežádoucími účinky pro nemocného (Gašová et al., 2015).

6.1 Obecné zásady hemoterapie

K ordinaci hemoterapie má lékař přistoupit až tehdy, vyčerpá-li možnosti léčby a léčivých přípravků, které nejsou vyrobeny z lidské krve (Tesařová, 2012).

Pokud klient podstupuje hemoterapii, podstupuje léčbu transfuzními přípravky a/nebo krevními deriváty. Tato léčba může být terapeutická i profylaktická. Z terapeutických důvodů je nejčastěji indikována na podkladě krevních ztrát či analýzou aktuálního stavu a laboratorních výsledků bez reakce na proběhlou terapii. Profylaktické podání se určuje dle předpokladu vývoje budoucí situace, může se jednat o plánovaný operační výkon (Buliková, 2014).

Pokud to stav klienta dovoluje, je nutné jej poučit o výhodách i případných rizicích léčby (Buliková, 2014). I když v dnešní moderní medicíně dochází ke snižování rizik, jejich vyloučení není možné, zejména pokud se jedná o hemoterapii (Stibor, 2014). K výraznému snížení rizikovosti hemoterapie však došlo, když se z podávání plné krve přešlo na podávání jednotlivých jejích složek (Tesařová, 2012). Riziko přenosu infekčního onemocnění je však stále vysoké (Stibor, 2014).

Bezpečností hemoterapie se zabývá pojem hemovigilance, který zasahuje od vyšetření dárců krve až po nežádoucí účinky po její aplikaci. Cílem hemovigilance je zajistit co nejbezpečnější hemoterapii ve všech jejích aspektech – výrobě transfuzních přípravků a krevních derivátů, ochraně dárců krve, zajištění správné aplikace a ochraně příjemců, v neposlední řadě i hlášení a analýza nežádoucích účinků a potransfuzních reakcí hemoterapie (IHN, 2018).

6.2 Transfuzní přípravky

Transfuzní přípravky jsou vyráběny individuálně na transfuzní stanici. Jeden přípravek může být vyroben ze směsi krevních složek až od 10 dárců (Buliková, 2014). Jedná se o přípravky plné krve, erytrocytární a trombotické koncentráty a čerstvou mraženou plazmu (Stibor, 2014).

Podávání transfuzních přípravků je spojeno s reakcí imunitního systému. Imunohematologie se zabývá reakcemi imunitního systému a antigeny krevních elementů. Rozpoznávání dalších antigenů a jejich protilátek vede ke zvýšení bezpečnosti transfuzní terapie (Trněný et al., 2015).

Při podání transfuzního přípravku dochází k inhibici nebo stimulaci imunitního systému klienta. Stimulace imunitního systému vede ke vzniku protilátek proti antigenům krevních buněk a ty mohou komplikovat další hemoterapii. Inhibice je spojena se sníženou funkcí leukocytů a nemocný je ohrožen virovým onemocněním, rozvojem zánětu atd. Rozsah inhibice je ovlivněn i stářím transfuze, z důvodu uvolňování toxinů z leukocytů. Proto se přípravky deleukotizují (Tesařová, 2012). V České republice ovšem není ošetření transfuzních přípravků deleukotizací povinné (Buliková, 2014).

6.2.1 Plná krev

Jedná se o krev obvykle od jednoho dárce ve množství 400 - 500 ml (Trněný et al., 2015). Obvykle se plná krev dále zpracovává na jednotlivé transfuzní přípravky, v případě výroby transfuze plné krve se již nezpracovává (Stibor, 2014). Doba, kdy je možné transfuzi plné krve použít, je určena odběrovým roztokem, pohybuje se v rozmezí

21 - 35 dnů (Trněný et al., 2015). Stibor (2014) udává její použitelnost do 28 dnů. Použití až 35dnů za uskladnění při teplotě 2 - 6°C uvádí i Rada Evropy (EDQM, 2017).

Plná krev se využívá v rámci autologního dárceství, neboli autotransfuze (Stibor, 2014). Další využití je u aktivně krvácejících jedinců se ztrátou krevního objemu nad 25 %. Více se v dnešní medicíně nevyužívá (Trněný et al., 2015).

Lze vyrobit i deleukotizovanou verzi (EDQM, 2017).

6.2.2 Erytrocytární koncentráty

Jedná se o koncentráty obsahující zejména červené krvinky (Trněný et al., 2015), dle druhu koncentrátu jsou obsaženy v různém množství i leukocyty a trombocyty (EDQM, 2017). Příprava těchto preparátů probíhá z plné krve její centrifugací (Sovová et al., 2012) nebo odběrem technikou hemaferézy (Trněný et al., 2015). Plazma se v těchto koncentrátech nahrazuje konzervačním roztokem, nejpoužívanější jsou roztoky citrátu, fosfátu, adeninu a dextrózy. Tento roztok znemožňuje srážení krve a prodlužuje životnost červených krvinek. V takovém případě je možné koncentrát skladovat až 42 dní (Stibor, 2014).

Erytrocyty resuspendované (ER) - dřívější označení erymasa (Trněný et al., 2015), jsou přípravky vyrobené z plné krve, kde plazmu nahradil resuspenzní roztok (Sovová et al., 2012). Resuspenzní roztoky zabraňují koagulaci, stabilizují povrch erytrocytů a ovlivňují jejich metabolismus. V roztocích je obsažen manitol a glukóza (Turek, 2014). V koncentrátu zůstává zbytkové množství plazmy, asi 20 ml. Objem transfuzní jednotky - TU ER připravené na transfuzním oddělení se obvykle pohybuje okolo 370 ml. V jedné TU ER je koncentrace červených i bílých krvinek shodná s koncentrací v plné krvi. Minimální obsah hemoglobinu je 45 g, hematokrit 0,5 - 0,7 (EDQM, 2017).

Erytrocyty bez bufy coatu resuspendované (EBR) - z tohoto přípravku jsou odstraněny leukocyty, jejichž vrstva v hematokritu se nazývá buffy coat. Přípravky jsou vhodné u opakovaného podání transfuze či jako prevence febrilních nehemolytických reakcí (Trněný et al., 2015). Objem jedné TU EBR je 330 ml, minimální obsah hemoglobinu je 43 g, hodnoty hematokritu jsou 0,5 - 0,7 a množství bílých krvinek je menší než $1,2 \times 10^9$, hodnoty trombocytů záleží na metodě centrifugace (EDQM, 2017).

Erythrocyty resuspendované deleukotizované (ERD) - Deleukotizovaný přípravek je zbaven 99% leukocytů, jejich koncentrace v jedné TU ERD nesmí přesáhnout 1×10^6 (Trněný et al., 2015). Takto ošetřený transfuzní přípravek je nejbezpečnější v rámci výskytu potransfuzních reakcí, je vhodný v prevenci imunizace či přenosu cytomegalovirové infekce (Sovová et al., 2012). Minimální obsah hemoglobinu 40 g, hematokrit 0,5 - 0,7 (EDQM, 2017).

Erythrocyty promyté (EP) - jedná se o přípravek, kde jsou erythrocyty pětkrát promyté fyziologickým roztokem a poté jím i resuspendovány. Smyslem takové přípravy je zamezení převodu komplementu a dalších plazmatických bílkovin, které mohou způsobit hemolýzu. Převod je ještě ošetřen 200 - 400 mg intravenózního hydrocortisonu. Promyté erythrocyty se využívají u jedinců s alergiemi na plazmatické bílkoviny a rizikem hemolytické reakce po aktivaci komplementu (Turek, 2014).

Erythrocyty zmražené - jsou určené k dlouhodobému skladování, ve správných podmínkách vydrží až 30 let (EDQM, 2017). Uchovávají se v kryoprotektivní látce - glycerolu, který musí být před podáním z transfuze vymyt (Turek, 2014). Uchovávají se hluboce zmrazeny v rozmezí - 60 °C až - 150°C (EDQM, 2017). Nejčastěji se zmražení využívá u vzácných krevních znaků a krevních skupin (Turek, 2014).

Erythrocyty ozářené - připravují se pro imunosuprimované klienty, u nichž hrozí reakce štěpu proti hostiteli. Ozařují se ionizujícím zářením o dávce 25 - 50 Gy. Ozařuje se z důvodu zamezení proliferace dárcovských lymfocytů a napadání tkání příjemce (Trněný et al., 2015).

6.2.2.1 Využití erythrocytárních koncentrátů

Transfuze erythrocytů se mnohdy aplikuje u klientům s anémií. Nejčastěji se jedná o anémii ze selhání kostní dřeně u onkologických klientů, anémii v průběhu chronických stavů, thalasémii, autoimunitní hemolytickou anémii či anémii aplastickou, srpkovitou či sideropenickou. Transfuze erythrocytárních koncentrátů se může aplikovat preventivně či jako léčba klinického stavu. Indikační kritéria se posuzují individuálně, hodnoty hemoglobinu by neměly být větší než 70 g/l. Aplikuje se co nejnížší množství (Trněný et al., 2015).

Dále se erythrocyty využívají při akutních krevních ztrátách. Hodnotí se hemoglobin, který musí být nižší než 70 g/l a míra krevní ztráty. Při ztrátách krve mezi 30 a 40 % je jejich podání pravděpodobné, u ztráty krve nad 40 % jsou erythrocyty ordinovány z vitální indikace. Podání 1 TU erythrocytového koncentrátu vede k průměrnému zvýšení hemoglobinu o 10 g/l. Indikace závisí vždy na individuálním posouzení klienta lékařem (Buliková, 2014).

6.2.3 Trombocytární koncentráty

Tyto koncentráty obsahují především trombocyty. Vyrábějí se z plné krve, kde se trombocyty získávají z buffy coatu, nebo technikou hemaferézy, kdy se další složky vracejí dárci rovnou do oběhu. Trombocytární koncentráty se uchovávají po dobu 5 dní na třepáčkách za nepřetržitého míchání o teplotě 20 - 24°C (Trněný et al., 2015).

Trombocyty z plné krve - z jedné TU plné krve je separována 1 TU trombocytů, která obsahuje průměrně $0,5 \times 10^{11}$ trombocytů, které jsou resuspendovány v 50 až 70 ml plazmy. Tato dávka z terapeutického hlediska odpovídá pouze 10 kg tělesné hmotnosti. Po jejím podání lze očekávat zvýšení hladiny trombocytů o $5 \times 10^9/l$. Dospělý jedinec tedy potřebuje 5 - 7 TU trombocytů od stejného počtu dárců. Na transfuzní stanici mohou připravit i delekoutizovanou verzi (Trněný et al., 2015).

Trombocyty z aferézy - technikou hemaferézy lze od jednoho dárce běžně odebrat TU s obsahem 2×10^{11} trombocytů, lze odebrat i množství více než 3×10^{11} . Podání takovéto jedné TU vede ke zvýšení trombocytů o 30 až $60 \times 10^9/l$ (Trněný et al., 2015). Odběr pomocí aferézy lze cíleně provést na podkladě shody HLA typizace (Tesařová, 2012).

Trombocyty z aferézy deleukotizované - deleukotizací se jako u erythrocytů sníží množství leukocytů pod 1×10^6 v jedné TU. Aplikují se pro snížení rizika HLA aloimunizace, snížení rizika přenosu cytomegalovirové infekce či jako prevence febrilních nehemolytických reakcí (Trněný et al., 2015).

6.2.3.1 Využití trombocytárních koncentrátů

Trombocytární transfuzní přípravky se využívají při krvácení, ale i jako prevence krvácení u trombocytopenií či trombocytopenií. Preventivní podávání se využívá před

chirurgickými výkony, kdy je množství trombocytů nižší než $50 \times 10^9/l$. Preventivní podání se doporučuje při množství trombocytů do $20 \times 10^9/l$ a při současném jiném onemocnění (např. infekce, febrilie, selhání ledvin či onkologické onemocnění). Pokud množství trombocytů klesne k $5 \times 10^9/l$, je podání indikováno vždy jako prevence krvácivých stavů (Trněný et al., 2015).

Terapeutické podání trombotických koncentrátů je indikováno u akutních krvácivých stavů, může se jednat o masivní krvácení při chirurgických výkonech, diseminovanou intravaskulární koagulopatii (DIK) či masivní krvácení po traumatech. Rozhodnutí o podání transfuze by měl lékař naordinovat při hodnotě trombocytů do $40 \times 10^9/l$, pokud se jedná o polytrauma či poranění CNS, je hraničí hodnota pro podání již $100 \times 10^9/l$ (Buliková, 2014).

Podání trombocytových koncentrátů je nežádoucí u klientů s heparinem indukovanou trombocytopenií z důvodu možné arteriální trombotické příhody či u klientů s trombotickou trombopenickou purpurou, u níž je podání bezvýznamné vyjma život ohrožujícího krvácení (Trněný et al., 2015).

6.2.4 Plazma

V České republice je podávána plazma čerstvě zmražená. Výhody zmražení spočívají v delší trvanlivosti (až 2 roky), zachování aktivity koagulačních faktorů a karanténním opatření. Takovéto opatření je z důvodu ověření zdravotního stavu dárce po uplynutí minimálně 3 měsíců po odběru, dříve nemůže být plazma příjemci podána (Stibor, 2014). EDQM (2017) jako optimální dobu pro ověření zdraví dárce udává 6 měsíců, interval lze zkrátit v případě speciálního testování. Odběr probíhá technikou plazmaferézy nebo separací plazmy z plné krve. Po odběru musí být plazma do 6 hodin prudce zmrazena (EDQM, 2017). Technikou plazmaferézy se od jednoho dárce získá až 600 ml, separací z plné krve okolo 250 ml (Stibor, 2014). Pro podání musí být plazma kompatibilní v AB0 systému s příjemcem, kompatibilita v Rh systému není podmínkou (Trněný et al., 2015).

6.2.4.1 Využití plazmy

V dnešní době je plazma nejvíce využívána u klientů s kombinovanou poruchou krevního srážení - s nedostatkem či nepoměrem koagulačních faktorů. Podává se při snaze krvácení zastavit či mu předejít v případech, kdy nelze podat koncentrát chybějícího faktoru. Aby došlo ke zvýšení koagulačních faktorů o 20 až 25 %, je nutné podat 10 - 15 ml/kg tělesné hmotnosti příjemce (u 70 kg příjemce je třeba podat 4 - 6 TU plazmy) (Stibor, 2014). Dále lze plazmu využít u terapie klientů s trombotickou trombopenickou purpurou a u klientů se syndromem Guillain-Barré, u nichž je celý objem plazmy v průběhu plazmaferézy vyměněn za plazmu od dárce (Trněný et al., 2015).

V akutních stavech je použití plazmy indikováno u DIK, kde dochází k rychlému spotřebování klientových vlastních koagulačních faktorů. Využití v rámci objemové náhrady je sporné. Dle Trněného et al. (2015) je použití plazmy nevhodné, stačí podat koloidní roztoky, jež jsou účinnější a levnější. Po podání navíc hrozí vznik anafylaktické reakce (Trněný et al., 2015). Stibor (2014) udává použití plazmy jako vhodné, krystaloidní a koloidní roztoky nedokáží do oběhu doplnit koagulační faktory, proto je podání plazmy a erytrocytů při masivním krvácení potřebné. Rozhodnutí o podání je však závislé na klinickém stavu a rozvratu homeostázy (Stibor, 2014). Buliková (2014) podání plazmy považuje také za vhodné.

6.2.5 Kryoprotein

Jiným názvem kryoprecipitát, je kryoglobulinová frakce plazmy (Buliková, 2014), která je získávána separací z rozmražené čerstvě zmražené plazmy (EDQM, 2017). Výsledný preparát je koncentrovaný na množství 30 až 40 ml a obsahuje fibrinogen, koagulační faktor VIII, von Willebrandův faktor a faktor XIII (Buliková, 2014). Poté je následně zmražen (EDQM, 2017).

Při podávání kryoproteinu je podmínkou kompatibilita v AB0 systému, v Rh systému není podmínkou. Jako univerzální v akutních stavech lze podat kryoprotein krevní skupiny AB (Tesařová, 2012). Jeho využití spočívá zejména v léčbě DIK nezvladatelné sepse či k léčbě von Willebrandovy choroby (Buliková, 2014).

6.2.6 Granulocyty

Granulocyty jsou získávány technikou aferézy od jednoho dárce. Výsledný produkt obsahuje erytrocyty, trombocyty a lymfocyty a musí být ozářen. Před odběrem je nutný písemný souhlas dárce z důvodu mísení krve s roztokem HES (snazší sedimentaci granulocytů) a výskytu možných vedlejších účinků. Před odběrem se dárci podávají glukokortikoidy nebo růstový faktor pro vzestup granulocytů v krvi (EDQM, 2017). Výsledný přípravek je smísen s plazmou a obsahuje více než 1×10^{10} granulocytů. Jedna TU má objem 200 - 300ml a uchovává se při teplotě 20 - 24 °C maximálně jeden den (Trněný et al., 2015).

Podání granulocytů je indikováno klientům s neutropenií s projevy infekce bez odpovědi na léčbu antibiotiky a antimykotiky. Kompatibilita dárce a příjemce musí být jak v systému AB0 tak i v Rh systému. V současné době je jejich podání vzácné (Tesařová, 2012).

6.2.7 Autologní transfuzní přípravky

Tyto přípravky jsou vyráběny z klientovy vlastní krve. Autotransfuze je daleko méně riziková než podávání přípravků z homologní krve, riziko infekce i reakce imunitního systému je minimální. Odebrána může být plná krev, ale i jednotlivé její složky a upraveny dle požadavků ordinujícího lékaře (Stibor, 2014).

Autologní transfuzní přípravky se využívají u plánovaných operačních výkonů v chirurgii, ortopedii, urologii, kardiochirurgii, neurochirurgii a v gynekologii a porodnictví. Odběr krve je uskutečněn týden až 3 dny před plánovaným výkonem. Upraven a skladován je na transfuzní stanici s ostatními přípravky. Před samotným podáním je nutné zkontrolovat údaje na krevní konzervě a identifikovat klienta. Postup podávání autotransfuze je shodný s podáním transfuzních přípravků od dárce. Pokud se autologní transfuzní přípravek nepodá, nelze jej podat nikomu jinému (Vytejková a Sedlářová, 2015).

Akutní normovolemická hemodiluce je speciální postup, kdy se těsně před operací odebere klientovi krev a nahradí se speciálními roztoky. Krev se rozředí a v případné ztráty nejsou tak závažné z důvodu nižšího obsahu krevních elementů. Během výkonu se

odebraná krev opět klientovi vrátí. Krevní skupina se nemusí ověřovat, pokud byla krev skladována na operačním sále u klienta a nedošlo k odchodu lékaře a sestry, kteří uskutečnili odběr. Doba skladování na sále při pokojové teplotě je 8 hodin, při teplotě 2 až 6 °C lze podat krev do 24 hodin. Tento speciální postup minimalizuje rizika spojená s transfuzí a operačními výkony, výhodou je i nižší finanční a časová náročnost. Uskutečnění akutní normovolemické hemodiluce je však v mnoha případech kontraindikováno (Vytejková a Sedlářová, 2015).

Perioperační sběr krve neboli rekuperace je postup, kdy je sbírána krev z rány či operačního prostoru a po její úpravě opět navracena klientovi, nejdéle však do 24 hodin. Sběr musí být uskutečňován za aseptických podmínek. Perioperační sběr se využívá v ortopedii, kardiochirurgii, cévní chirurgii či při transplantacích. Tato metoda není vhodná u onkologických klientů a klientů se sepsí (Vytejková a Sedlářová, 2015).

Odběr pupečnickové krve pro autologní transfuzi je speciální metoda, kdy dochází k odebrání zbytkové krve z placenty a její uskladnění pro pozdější využití. Nevýhody této metody spočívají v organizační a finanční náročnosti odběru a skladování odebrané krve (Vytejková a Sedlářová, 2015).

6.3 Krevní deriváty

Krevní deriváty jsou vyráběny farmaceutickými firmami ze směsi plazmy od tisíců dárců a nelze dohledat konkrétního dárce. Během zpracování dochází k oddělení jednotlivých bílkovin, odstranění nežádoucích látek a ošetření proti infekcím. Poté jsou zhotoveny jednotlivé preparáty. V České Republice výroba neprobíhá, ale plazma od tuzemských dárců je do zahraničních firem importována a hotové výrobky jsou dováženy (Stibor, 2014). Riziko přenosu krví přenosných onemocnění je minimální. Terapeutická dávka - TD je množství krevního derivátu, po jehož podání lze očekávat léčebné účinky. Výrobky krevních derivátů se podávají klientům bez ohledu na kompatibilitu krevních skupin (Lejdarová, 2015).

6.3.1 Koncentráty koagulačních faktorů

Faktory protrombinového komplexu - tento komplex koagulačních faktorů obsahuje faktory II, VII, IX, X a proteiny C a S. Pouze obsah faktoru IX je standardizován, obsah dalších složek se může dle výrobce lišit. V některých výrobcích je obsažen antitrombin či heparin, ač se jedná o malé množství, jejich podání může být u některých stavů kontraindikované, např. heparinem indukovaná trombocytopenie. Použití těchto preparátů je určeno k léčbě koagulopatií při masivním krvácení, poranění jater či dalších stavů spojených s nedostatkem koagulačních faktorů a profylaxi krvácivých stavů. Jejich podání v takovéto formě vede k vyšší a rychlejší účinnosti než podání čerstvě zmražené plazmy (Stibor, 2014).

Konkrétní výrobky registrované v ČR, hrazené z veřejného zdravotního pojištění a dostupné na trhu: PROTHROMPLEX TOTAL NF, OCPEX, BERIPLEX (SÚKL, 2018).

Fibrinogen - je základní koagulační faktor s č. I, jeho přítomnost v plazmě je podmínkou pro normální hemostázu. Preventivní podání fibrinogenu je u klientů s vrozeným či získaným nedostatkem. V intenzivní péči je indikován při poruše hemostázy u masivních krvácení, DIK či traumatem vyvolané koagulopatii, krvácení při poškození funkce jater či iatrogeně vyvolané koagulopatii (Buliková, 2014). U život ohrožujících stavů je doporučována substituce fibrinogenu na hodnotu 2 g/l. U dospělého jedince s těžkým krvácením lze podat 6 - 8 g a dávku je možno i zopakovat (Stibor, 2014).

Konkrétní výrobky registrované v ČR, hrazené z veřejného zdravotního pojištění a dostupné na trhu: HAEMOCOMPLETTAM P (SÚKL, 2018).

Faktor VIIa - aktivovaný rekombinantní faktor VII se váže na tkáňový faktor, díky této vazbě dochází k aktivaci přirozené hemostázy, která vyústí ve vytvoření definitivní zátky. Neaktivované faktory VII, IX a X se aktivují, tím dojde k přeměně protrombinu na trombin a následně po aktivaci dalších faktorů dojde k přeměně fibrinogenu na fibrin (Stibor, 2014). Přípravky s faktorem VIIa jsou indikovány u život ohrožujících krvácení a polytraumat bez účinku na běžné postupy. Původ krvácení není rozhodující. Dále se využívají při operačních výkonech u klientů s hemofilií (Lejdarová, 2015).

Konkrétní výrobky registrované v ČR, hrazené z veřejného zdravotního pojištění a dostupné na trhu: NOVOSEVEN (SÚKL, 2018).

Faktor VIII - chybějící faktor VIII je charakteristický pro klienty s hemofilií A či Von Willebrandovou chorobou (Lejdarová, 2015). Využití spočívá v zástavě krvácení či jako prevence před operací u klientů s deficitem faktoru VIII (Stibor, 2014).

Konkrétní výrobky registrované v ČR, hrazené z veřejného zdravotního pojištění a dostupné na trhu: FANHDI, HAEMATE P, IMMUNATE STIM PLUS, WILATE

Faktor IX - tento faktor chybí u klientů s hemofilií B, proto přípravky s ním lze využít k zástavě krvácení či jej lze preventivně podat před invazivním výkonem (Stibor, 2014).

Konkrétní výrobky registrované v ČR, hrazené z veřejného zdravotního pojištění a dostupné na trhu: RIXUBIS, OCTANINE, MONONINE, IMMUNINE, BENEFIX (SÚKL, 2018).

K dispozici je více koncentrátů koagulačních faktorů, jejich využití je specifické pro hematologické klienty. Léčba těchto klientů je podmíněna spoluprací s hematologickým lékařem. Pro běžné užití v intenzivní péči nejsou tyto přípravky používány.

6.3.2 Koncentráty inhibitorů koagulace

Antitrombin - dřívější název antitrombin III, je přirozený inhibitor krevního srážení, jeho účinek je tisícinásobný za přítomnosti heparinu. Dále jsou známy i jeho protizánětlivé účinky působící na ochranu endotelu cév. Tento koncentrát je využíván u stavů, kde hrozí vznik tromboembolií. Je podáván i klientům, u nichž je častý výskyt tromboembolických komplikací z důvodu nedostatku antitrombinu. Dále se využívá u těžkých jaterních onemocnění, kde je jeho nedostatek i ukazatelem stupně poškození. Jeho použití u sepsí a akutních krvácení se nedoporučuje (Stibor, 2014).

Konkrétní výrobky registrované v ČR, hrazené z veřejného zdravotního pojištění a dostupné na trhu: ANTITHROMBIN III BAXALTA, ANBINEX, ATENATIV, KYBERTIN P (SÚKL, 2018).

Protein C - jeho podstata spočívá v zamezení tvorby trombinu díky inaktivaci faktorů V a VIII, díky této funkci reguluje krevní srážlivost (Lejdarová, 2015). Pokud je v těle jeho nedostatek, dochází ke srážení krve v cévách (Tesařová, 2012). Koncentrát

proteinu C je indikován při těžké sepsi s multiorgánovým selháním a dále při jeho vrozeném nedostatku (Lejdarová, 2015).

Konkrétní výrobky registrované v ČR, hrazené z veřejného zdravotního pojištění a dostupné na trhu: CEPROTIN (jeho dostupnost není na stránkách SÚKL potvrzena) (SÚKL, 2018).

6.3.3 Albumin

Lidský albumin je krevní derivát určený k úpravě onkotického tlaku plazmy. Využívají se preparáty o 5% či 20% koncentraci. Jsou indikovány ve stavech závažných popálenin, při selhání jater či nefrotickém syndromu, kdy jsou běžně používané preparáty kontraindikovány. Podání albuminu musí být správně uváženo z důvodu snadné náhrady koloidními roztoky, které jsou levnější a dostupnější (Tesařová, 2012).

Konkrétní výrobky registrované v ČR, hrazené z veřejného zdravotního pojištění a dostupné na trhu: HUMAN ALBUMIN BAXALTA, HUMAN ALBUMIN CSL BEHRING, HUMAN ALBUMIN GRIFOLS, FLEXBUMIN, ALBUNORM, ALBUREX (SÚKL, 2018).

6.3.4 Imunoglobuliny

Imunoglobuliny jsou látky syntetizované z lidské plazmy a jsou produktem získané imunity. Jejich přínos spočívá v bezpečnosti a zejména v komplexní účinnosti. Produkty z imunoglobulinů musí obsahovat standardizované množství antibakteriálních a antivirových protilátek. Koncentrace imunoglobulinů je odlišná v produktech pro intravenózní (IVIG) a subkutánní (SCIG) podání. Pro jednotlivé produkty je charakteristické množství specifických protilátek, které jsou indikovány v určitých stavech. Jejich využití je profylaktické i terapeutické. Imunoglobuliny jsou indikovány u septických stavů, u klientů po transplantacích, u onkologických klientů a významné využití je v neurologii, kde slouží k léčbě Guillain-Barrého syndromu, myasthenie gravis či roztroušené sklerózy a dalších (Strašík, 2014). Imunoglobuliny nejsou více předmětem této práce.

6.3.5 Tkáňová lepidla

Tkáňová lepidla jsou posledním komponentem krevních derivátů. Jejich využití spočívá v místní zástavě krvácení. Nejvíce se využívají v chirurgii při operacích, fixacích materiálů atd. Jsou vhodné k hojení ran (Tesařová, 2012). Tkáňová lepidla nejsou dále předmětem této práce.

6.4 Dárcovství krve a výroba transfuzních přípravků

Hemoterapie je založena na podávání přípravků vyrobených s lidské krve. Získání krve je založeno na dárcovství a musí být v kontextu s právními a etickými předpisy dobrovolné a bezplatné. Drobné dárky, občerstvení a cestovní náklady jsou s těmito předpisy v souladu (Lejdarová, 2015). Transfuzní oddělení provádí výběr dárců, posuzuje jejich zdravotní stav a nakonec zajistí i samotný odběr a to vše v souladu s vyhláškou č. 130/2018 Sb., kterou se mění vyhláška č. 143/2008 Sb., o stanovení bližších požadavků pro zajištění jakosti a bezpečnosti lidské krve a jejích složek (vyhláška o lidské krvi), ve znění pozdějších předpisů, jejíž aktualizované znění platí od 13.7.2018. Vyhláška stanovuje četnost odběrů a množství odebrané krve, ale i důvody k dočasnému a trvalému vyřazení z dárcovství krve (Česko, 2018). Další související právní norma je zákon č. 66/2017 Sb., kterým se mění zákon č. 378/2007 Sb., O léčivech a o změnách některých souvisejících zákonů (zákon o léčivech) (Česko, 2017).

Každá transfuzní služba spravuje registry, které jsou pro její činnost nezbytné. Jedná se o registr aktivních dárců krve a registr dočasně vyřazených dárců krve. Národní registr osob trvale vyloučených z dárcovství krve zajišťuje Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR (Lejdarová, 2015).

Po odběru je plná krev či její složka z aferetického odběru zpracována na transfuzní stanici. Než dojde k samotné výrobě jednotlivých preparátů, je potřeba zajistit konzervaci krve a jejích složek, oddělení jednotlivých složek centrifugací či separací, zajištění sterility, deleukotizaci či ozáření. Po důkladné přípravě jednotlivých preparátů a jejich

správném uskladnění je teprve možné považovat transfuzní přípravek za hotový (Tesařová, 2012).

6.5 Předtransfuzní vyšetření

Předtransfuzní vyšetření probíhá na transfuzní stanici a skládá se z několika kroků. První krok je vyšetření krevní skupiny v systému AB0 a vyšetření Rh systému a dle potřeby i dovyšetření dalších systémů. Druhý krok se týká skriningového vyšetření nepravidelných protilátek proti červeným krvinkám. V případě positivity výsledku je nutné identifikovat konkrétní protilátku a vybrat přípravky bez daného antigenu. Třetí krok spočívá v provedení testu kompatibility - tzv. velké křížové zkoušky, kdy je testována kompatibility séra příjemce a krvinek dárce. Pokud proběhne zkouška v pořádku, je transfuzní přípravek určen k vydání (Řeháček, 2013).

Kompletní předtransfuzní vyšetření se provádí u přípravků obsahující červené krvinky v jakémkoliv množství. Pro podání plazmy a trombocytů (bez příměsi erytrocytů) stačí určení krevní skupiny v AB0 systému a určení Rh systému (Řeháček, 2013).

V případě kompletního předtransfuzního vyšetření je jeho platnost 72 hodin od odběru krevního vzorku. Pokud jsou v krvi přítomny protilátky, je jeho platnost pouze 24 hodin. Platnost vyšetření je možno prodloužit na sedm dnů, ale to pouze u klientů, u nichž lze prokázat, že jim v posledních 28 dnech nebyla podána transfuze. Platnost vyšetření je shodná i pro preparáty bílé krevní řady. Vzorek krve na předtransfuzní vyšetření se nemusí odebírat v případě známosti krevní skupiny a Rh systému pouze tehdy, kdy je požadavek na trombocytové transfuzní přípravky či plazmu (bez příměsi erytrocytů) (Gašová et al., 2015).

6.6 Zásady podávání transfuzních přípravků

Každé zdravotnické zařízení by mělo mít vypracované standardy související s transfuzní léčbou, kterými by se měli zdravotničtí pracovníci řídit. Výsledek těchto standardních postupů spočívá v účinné a bezpečné transfuzní léčbě, v prevenci výskytu nežádoucích událostí a popřípadě v jejich řešení (Gašová et al., 2015).

Indikace - prvním krokem je správná indikace transfuze lékařem. Lékař po zhodnocení aktuálního zdravotního stavu vybere vhodný druh transfuzního přípravku a rozhodne o akutnosti podání tohoto přípravku (Řeháček, 2013).

Vitální indikace - transfuzní přípravky jsou vydány bez předchozího předtransfuzního vyšetření. Pokud je známa krevní skupina i Rh systém příjemce, jsou vydány přípravky stejnoskupinové (Gašová et al., 2015). Pokud jsou krevní skupina a Rh systém neznámé, jsou vydány univerzální transfuzní přípravky - erytrocyty skupiny 0 Rh negativní, plazma skupiny AB, trombocyty jakékoliv skupiny. Předtransfuzní vyšetření musí být doplněno co nejdříve (Řeháček, 2013).

Statim indikace - transfuzní přípravky jsou vydány okamžitě po předtransfuzním vyšetření, které by nemělo trvat déle než 90 minut. V případě přítomnosti nepravidelných protilátek v krvi příjemce nemusí být lhůta 90 minut dostačující, řešení této situace je na domluvě lékařů (Gašová et al., 2015).

Plánovaná transfuze - tato indikace je využívána zejména u plánovaných výkonů, kdy je ordinovaný přípravek připraven na určitý den a hodinu k vydání (Řeháček, 2013).

Požadavek o erytrocytový transfuzní přípravek do zálohy (deponovaný) - transfuzní stanice provede vyšetření krevní skupiny, Rh systému a nepravidelných protilátek příjemce. Velká křížová zkouška je provedena až v případě, že ordinující lékař tuto transfuzi využije. Její dostupnost je mezi 60 - 90 minutami (Gašová et al., 2015).

Správný odběr vzorku pro předtransfuzní vyšetření - odběr vzorku krve musí být proveden dle požadavků transfuzního laboratorního oddělení. Nejčastěji se provádí odběr srážlivé krve či nesrážlivé krve v EDTA do předem označené zkumavky s identifikačními údaji klienta. Před odběrem je nutné klienta identifikovat dotazem (pokud to dovoluje stav klienta) a kontrolou identifikačního náramku. Odběr je nutné provést před podáním jakéhokoliv transfuzního přípravku, i před podáním transfuze z vitální indikace. Po odběru je nutné na žádanku vyplnit čas odběru, jméno a podpis odebírajícího (Gašová et al., 2015).

Správné vystavení žádanky o transfuzní přípravek - transfuzní přípravek je lék, pro jehož vydání je potřeba vystavit lékařský předpis neboli žádanku o transfuzní přípravek. Správně vyplněná žádanka musí obsahovat (mimo jiné) identifikační údaje

příjemce (pokud nejsou známy, stačí pohlaví a přibližný věk), kód zdravotní pojišťovny, důvody pro podání transfuze a kód diagnózy, krevní skupinu, Rh systém a nespecifické protilátky (jsou-li známy), transfuzní anamnézu a imuno hematologickou anamnézu, konkrétní druh objednávaného transfuzního přípravku, počet kusů a další případné požadavky, akutnost indikace, datum, čas odběru vzorku, jméno odebírajícího a jeho podpis, jméno a podpis ordinujícího lékaře. V případě naléhavých stavů (vitální indikace) lze předem provést telefonickou objednávku (Gašová et al., 2015).

Správné provedení a správný výsledek imuno hematologického předtransfuzního vyšetření - viz. výše.

Následující část již probíhá u lůžka příjemce. Transfuzní přípravky se po kontrole a identifikaci příjemce již neodnáší. Pokud dojde k přemístění klienta či transfuzních přípravků, musí proběhnout všechny kontrolní mechanismy znovu (Řeháček, 2013).

Správná identifikace příjemce - tato část probíhá ve spolupráci lékaře a sestry. Příjemce identifikujeme aktivním dotazem (pokud to dovoluje stav vědomí), kontrolou identifikačního náramku, kontrolou dokumentace (Řeháček, 2013).

Správná kontrola dokumentace a transfuzního přípravku - prvním krokem je kontrola dokumentace a transfuzního přípravku. Kontroluje se důvod indikace, shoda na žádance, výdejce a přípravku, musí se shodovat číslo konzervy, krevní skupina. Kontrola transfuzního přípravku spočívá v ověření expirace přípravku, celistvosti obalu, nepřítomnosti sraženin a u trombocytů ještě vířivý efekt (Řeháček, 2013). Tato kontrola by měla být provedena dvakrát a pokaždé jiným pracovníkem vyškoleným v problematice transfuzní léčby (INS, 2016).

Správný souhlas klienta s podáním transfuze - klient by měl být poučen o přínosech podání transfuze, možných komplikacích a rizicích, ale i o případných dopadech v případě odmítnutí transfuzní léčby. Souhlas či nesouhlas by měl být dobrovolný a v písemné podobě. Výjimkou je situace, kdy stav klienta nedovoluje souhlas získat a transfuzní léčba je indikována z vitální indikace (Gašová et al., 2015).

Správné vyšetření klienta před podáním transfuze - vyšetření před podáním transfuze nesmí být starší 60 minut. Příjemci se změří krevní tlak a pulz, tělesná teplota

a dle potřeby i vyšetření moče (stačí vizuální kontrola barvy moče). Vyšetřené hodnoty se zaznamenají do dokumentace (Řeháček, 2013).

Správné ověření krevní skupiny - před samotným podáním krevní transfuze je nutné provést zajišťovací zkoušku, tzv. bed side test. Jedná se o kontrolní vyšetření krevní skupiny klienta a transfuzního přípravku (Řeháček, 2013). K testu se využívá např. „Sanguitest“, který obsahuje kartičku a séra anti-A a anti-B. Na kartičku do příslušných okének se kápne krev klienta a krev z transfuze, séra a dle návodu se promísí. Poté se určí krevní skupina a výsledek testu se zaznamená do dokumentace a kartička s výsledkem se po dobu transfuze uchovává (Gašová et al., 2015). Pokud dojde k neshodě ve výsledku krevních skupin, přípravek se nepodá a lékař kontaktuje transfuzní stanici a konzultuje vzniklou situaci (Řeháček, 2013).

Správné podání vlastní transfuze - za aseptických podmínek je do transfuzního vaku připojena transfuzní souprava s filtrem. Tato souprava je určena pro jedno použití. K podání je potřeba mít zajištěný funkční žilní vstup o dostatečné kapacitě (Gašová et al., 2015). K transfuznímu přípravku se do jednoho vstupu nesmějí aplikovat žádná léčiva (Řeháček, 2013). Po připojení transfuzní soupravy k žilnímu vstupu a započetí aplikace se již biologická zkouška neprovádí. Pouze prvních 15 minut se doporučuje pomalá aplikace pro zjištění výskytu nežádoucích reakcí. Poté se upraví rychlost aplikace dle ordinace lékaře. V průběhu aplikace je klient kontrolován a jeho stav zaznamenáván do dokumentace. Nežádoucí reakce se objeví nejčastěji do 30 minut od zahájení aplikace, v případě jejího výskytu musí být aplikace ihned přerušena a informován lékař (Gašová et al., 2015).

V případě ordinace velkoobjemové transfuze se využívají přetlakové zdravotnické prostředky - přetlakové manžety, které jsou nastavitelné na požadovaný tlak a umožňují jeho kontrolu. 300mmHg je maximální tlak, který lze k aplikaci transfuzních přípravků využít. Při vyšších hodnotách hrozí poškození transfuzního vaku a znehodnocení přípravku. Při přetlakové aplikaci je riziko poškození aplikační žíly, vzduchové embolie či paravenózní aplikace, riziko hemolýzy transfuzního přípravku je také zvýšené (Řeháček, 2013).

Správné ukončení transfuze - jestliže proběhla aplikace transfuze v pořádku, je zapotřebí podávání transfuze ukončit. Ve vaku by mělo zůstat 5 - 10 ml preparátu. Aplikaci ukončíme zavřením tlačky na transfuzní soupravě, odpojením ze žilního vstupu a jeho ošetřením. Poté se klientovi změří krevní tlak, pulz, tělesná teplota a zhodnotí se moč a vše se zapíše do dokumentace. V kontrole zdravotního stavu se pokračuje ještě 2 hodiny po ukončení. Transfuzní souprava se ošetří proti možnému úniku a kontaminaci zbylého přípravku, uchovává se 24 hodin po ukončení aplikace při teplotě 2 - 6 °C. Poté je dle hygienicko-epidemiologického řádu zdravotnického zařízení zlikvidována (Řeháček, 2013).

Správný záznam do dokumentace – během celého procesu podání transfuzních přípravků je zapotřebí jednotlivé úkony zaznamenávat do dokumentace i do záznamu o aplikaci transfuze (Vytejková a Sedlářová, 2015). Záznam musí obsahovat datum, kdy byla aplikace uskutečněna, čas začátku i ukončení aplikace (Řeháček, 2013), identifikační údaje o příjemci včetně krevní skupiny, identifikační údaje o transfuzi, typ přípravku, jeho množství, krevní skupinu (Vytejková a Sedlářová, 2015). Nepostradatelným údajem je záznam o uskutečnění ověření krevní skupiny (bed side test). Dále musí záznam obsahovat výsledky všech vyšetření, které byly klientovi před, během i po aplikaci provedeny (Řeháček, 2013), údaje o kontrole klienta během a po ukončení aplikace, informace o průběhu aplikace, případných komplikacích či potransfuzních reakcích. Poslední nezbytný údaj je jmenovka a podpis provádějícího lékaře a sestry (Vytejková a Sedlářová, 2015).

6.7 Zásady podávání krevních derivátů

Aplikace krevních derivátů je mnohdy spojována s aplikací transfuzních přípravků (a to i v odborné literatuře) pod hromadné označení aplikace transfúze. Přitom se jedná o rozdílný postup, a to jak ze strany lékaře, tak i sestry. Dostupnost těchto preparátů nespadá pod činnost transfuzní služby, ale pod lékárny, a proto jsou přípravky krevních derivátů snadněji dostupné, mnohdy jsou k dispozici přímo na jednotce IP.

Pokud lékař rozhodne o jejich indikaci, je zapotřebí informovat klienta. Tento proces obsahuje stejné náležitosti jako souhlas s podáním transfuzních přípravků viz výše

(Gašová et al., 2015). Sestra po konečné ordinaci lékaře připraví daný preparát dle pokynů v příbalovém letáku. Přípravky krevních derivátů se aplikují bez zjišťování krevní skupiny, jak přípravku, tak příjemce a testování jejich kompatibility. Samotnou aplikaci může uskutečnit lékař, ale i všeobecná sestra pod odborným dohledem lékaře (Česko, 2017a).

Sledování klienta během aplikace krevních derivátů je důležitou součástí podávání jako u aplikace transfuzních přípravků, sledované parametry záleží na typu a funkci jednotlivých přípravků a situaci, kdy jsou podávány. Veškeré výsledky musí být zaznamenány do dokumentace.

6.8 Komplikace hemoterapie

Při aplikaci krevních derivátů se veškeré nečekané situace řadí mezi nežádoucí účinky. Spadá sem jak riziko přenosu krevních infekcí, výskyt alergických reakcí, tak i tvorba protilátek proti koagulačním faktorům, které významně ovlivňují terapii dlouhodobě léčených klientů (Řeháček, 2013). Malý a Maisnar (2017) nežádoucí účinky, komplikace a reakce při aplikaci krevních derivátů řadí k potransfuzním reakcím.

Pod pojem potransfuzní reakce spadají veškeré nečekané stavy a reakce vzniklé v souvislosti s aplikací transfuzních přípravků, které se klasifikují do skupin dle příčiny, klinického průběhu či časové naléhavosti (Řeháček, 2013). Stibor (2014) považuje za zásadní klasifikaci dle imunologických/neimunologických příčin a rozdělení dle časové naléhavosti na akutní a opožděné. Dle klinického stavu lze rozlišit reakce na lehké (vymizí po přerušení aplikace), středně závažné (ustoupí po základním přeléčení) a závažné (vyžadují sledování životních funkcí a podporu selhávajících orgánů). Většina potransfuzních reakcí není klinicky závažná, v život ohrožující stavy se vyvinou jen v 7 % případů a vždy záleží na včasném rozpoznání známek potransfuzní reakce (Hatayama et al., 2018).

Horečka, třesavka či výsev kopřivky jsou nejčastější klinické projevy nežádoucích reakcí. Pokud se vyskytnou během podávání, je nutné transfuzi okamžitě přerušit a informovat lékaře a/nebo pověřenou sestru se specializací v IP, lékař rozhodne o dalším postupu (Tesařová, 2012).

Dle standardu ošetrovatelské péče Nemocnice České Budějovice a.s. je postup po zajištění klinického stavu klienta následující:

- Ověření transfuzního přípravku a identifikace klienta.
- Ošetřující sestra odebere vzorek žilní krve k přešetření, odběr z jiné než aplikační žíly, nejlépe z druhé paže (celkem 3 zkumavky EDTA – 1 x srážlivá krev, 2 x nesrážlivá krev). V situaci těžké potransfuzní reakce odběr i z této paže.
- Odeslání transfuzního vaku včetně setu se vzorky krve na transfuzní oddělení s vyplněným hlášením o nežádoucí reakci.
- Odběr vzorku moče na hemolýzu
- Zápis o nežádoucí reakci do klientovi dokumentace.

(Komise pro tvorbu standardů, 2013)

Tesařová (2012) klade důraz na zajištění žilní linky, pokud je k dispozici pouze ta, kterou probíhala aplikace transfuze.

6.8.1 Diagnostika potransfuzní reakce

Výskyt potransfuzní reakce může nastat během aplikace, krátce po jejím ukončení, po několika dnech od podání, ale i později. Některé reakce jsou svou intenzitou mírné a klientův život neohrožují, jiné jsou závažné a mohou být i smrtelné (Malý a Maisnar, 2017). Vyšetřování těchto stavů ztěžuje skutečnost, že nejsou přesně stanovena diagnostická kritéria, symptomy se mohou vyskytovat u více reakcí a nemusí být vždy přítomny, frekvence a četnost reakcí se liší dle typu aplikované krevní složky a každý klient je zatížen jinou anamnézou. Proto je vždy nezbytné při diagnostice těchto stavů vzít v potaz veškeré dostupné informace o aktuálním i dřívějším zdravotním stavu, užívaných lécích, těhotenství, zkušenostech s transfuzemi, ale i složení krevní konzervy, její stav i podmínky uchování před aplikací či její teplota (Webert a Heddle, 2017).

Akutní potransfuzní reakce jsou nejnověji definovány jako nežádoucí stavy objevené zpravidla během podání krevní transfuze nebo maximálně do 6 hodin od aplikace. Ale dle starších definic se za akutní potransfuzní reakce považují reakce vzniklé do 24 hodin od podání transfuze, zejména pokud se jedná o hemolytické reakce (Webert a Heddle, 2017).

Mezi pozdní potransfuzní reakce se řadí reakce, které se objevily až po 24 hodinách od aplikace, nejčastěji se objevují mezi 5. až 7. dnem od podání (Vytejková a Sedlářová, 2015). Výjimkou ale není objevení pozdní reakce po týdnech až měsících (Tesařová, 2012).

6.8.2 Akutní hemolytická potransfuzní reakce

Jedná se o závažný stav, kdy bezprostředně v návaznosti na podání transfuzního přípravku, dochází k hemolýze erytrocytů zejména v intravaskulárním kompartmentu příjemce (Trněný et al., 2015). Reakce je vyvolána transfuzí erytrocytů nebo granulocytů s příměsí bílých krvinek. Výjimečně se může objevit po transfuzi plazmy s vysokým titrem AB0 aglutininů (Procházková a Turek, 2013). Rozpad červených krvinek je vyvolán reakcí antigenu s protilátkou na membráně (Trněný et al., 2015). Nejčastěji je hemolytická reakce vyvolána inkompatibilitou v AB0 systému, a to asi v 80 % všech případů. Zavinění neshody je téměř vždy ovlivněno lidským faktorem. Dále může být reakce vyvolána neshodou v antigenním systému (pozitivní transfuzní anamnézou či těhotenstvím) (Tesařová, 2012).

Příznaky hemolýzy se mohou objevit po aplikaci 10 – 15 ml transfuze, těžké stavy jsou způsobeny podáním většího množství AB0 inkompatibilního přípravku (Trněný et al., 2015) a imunologické neslučitelnosti - příslušnosti k jednotlivým třídám či podtřídám (Massey, Davenport a Kaufman, 2017). Mezi zásadní klinické projevy se řadí třesavka, febrilie, bolest v místě aplikace a zarudnutí kůže, bolest na hrudi a v zádech, dušnost, nauzea, hypotenze, generalizované krvácení, DIK, oligurie až anurie (Trněný et al., 2015). Mezi nejnápadnější projevy u klienta, který není při vědomí, patří hypotenze a nezastavitelné krvácení (Tesařová, 2012). Pro potvrzení diagnózy je zapotřebí ještě vyšetření koncentrace hemoglobinu a laktátdehydrogenázy (LDH) či pozitivní antiglobulinový test (Massey, Davenport a Kaufman, 2017).

Léčba akutní hemolytické potransfuzní reakce spočívá v korekci hypotenze, zajištění dostatečné diurézy a perfuze ledvin. Hemodialýza je využívána pouze u těžkých hemolytických reakcí. Pokud jsou přítomny krvácivé projevy, je vhodné tento stav konzultovat s hematologem (Trněný et al., 2015).

6.8.3 Nehemolytická febrilní transfuzní reakce

Jedná se o nejčastější reakci v souvislosti s transfuzní léčbou. Tato reakce není život ohrožující komplikací hemoterapie, ale je zapotřebí ji správně diagnostikovat a odlišit od akutní hemolytické potransfuzní reakce či bakteriémie (Vytečková a Sedlářová, 2015). Vyskytuje se zejména u klientů, kteří hemoterapii podstupují opakovaně. Vyvolávají ji antileukocytové protilátky, které reagují s HLA antigeny na membráně částic obsažených v transfuzním přípravku, či cytokiny uvolněné z bílých krvinek (Procházková a Turek, 2013).

Klinicky se projevuje zejména zvýšením teploty nad 38 °C, dále třesavkou či nauzeou (Vytečková a Sedlářová, 2015). Fung a Heddle (2017) upozorňují, že zvýšení tělesné teploty o více než 2 °C je nestandardní a transfuze by měla být okamžitě přerušena a nenadálý stav vyšetřován s podezřením na bakteriemii. Dále se může u klienta objevit hypotenze, začervenání obličeje a hrudi. Projevy se manifestují do 30 až 60 minut od začátku aplikace (Tesařová, 2012). Dle Procházkové a Turka (2013) se tato potransfuzní reakce může objevit do 4 hodin po podání.

Po správné diagnostice stačí podat antipyretika a v transfuzní léčbě pokračovat. V rámci prevence lze před každou léčbou podat antipyretika či nechat laboratorně určit HLA typizaci klienta a podávat kompatibilní preparáty (Tesařová, 2012). Dle Vytečkové a Sedlářové (2015) je základní prevencí podávání deloukotizovaných transfuzních přípravků, což je v souladu s poznatkem, že výskyt nehemolytické febrilní transfuzní reakce byl minimalizován při podávání deleukotizovaných preparátů (Fung a Heddle, 2017).

6.8.4 Alergická potransfuzní reakce

Příčinou této potransfuzní reakce jsou protilátky příjemce, které reagují s plazmatickými bílkovinami či alergeny v transfuzním preparátu (Sedlářová, 2015). Alergická reakce se nejčastěji objevuje po aplikaci plazmy či trombocytů, v menším množství i po aplikaci erytrocytů. Tato komplikace se vyskytne 1 či 2 krát ze 100 podání (Procházková a Turek, 2013). Dle studie publikované v časopise *Yonago Acta Medica* se

alergické potransfuzní reakce objevují nejčastěji ze všech potransfuzních komplikací, a to dokonce až v 70 % případů (Hatayama et al., 2018).

V případě alergické reakce jsou klinické projevy kopřivka, svědění, nauzea, zvracení či třesavka. Vážnější symptomy značí spíše anafylaktickou reakci (Procházková a Turek, 2013) Výskyt alergických projevů je běžný až do 24 od aplikace (Vytejková a Sedlářová, 2015).

Po výskytu alergické reakce je vhodné transfuzi přerušit a zaléčit alergické projevy (kortikoidy) a při jejich ústupu je možné v aplikaci i pokračovat. V rámci prevence této reakce lze zvážit premedikaci klienta před aplikací či podání promytých preparátů (Procházková a Turek, 2013).

6.8.5 Anafylaktická potransfuzní reakce

Je závažná reakce alergického typu vyvolaná vrozeným nedostatkem imunoglobulinů IgA. Reakce se z počátku projevuje jako alergická potransfuzní reakce, tedy kopřivka, svědění, začervenání obličeje a hrudi, a to ihned po zahájení aplikace (Tesařová, 2012). V případě pokračování podávání transfuze dochází k zhoršování stavu, klient je opocení, hypotenzní a objevuje se horečka a nemocný upadá do šokového stavu. V takovém případě je potřeba zastavit transfuzi a zahájit anafylaktickou léčbu, neodkladnou resuscitaci a podpořit funkci životně důležitých orgánů (Webb, Norris a Hands, 2018).

U klientů s opakovanými vážnými alergickými potransfuzními reakcemi by měla být vyšetřena hladina imunoglobulinů. Výskytu anafylaktické potransfuzní reakce lze předcházet podáváním přípravků s co nejnižším množstvím plazmy, promytých přípravků či přípravků od dárců s deficitem IgA. V rámci prevence lze před aplikací podat premedikaci (Tesařová, 2012).

6.8.6 Bakteriální potransfuzní reakce

Kontaminace transfuzního přípravku bakteriemi může být způsobena špatnou technikou odběru, při které dojde k zanesení infekčního agens z kůže dárce, či nedostatečně vyléčenou či nerozpoznanou infekcí dárce. Ke kontaminaci může dojít i během zacházení s transfuzním přípravkem, např. při přípravě či skladování (Vytejková

a Sedlářová, 2015). V dnešní době se ale jedná o poměrně vzácnou komplikaci (Stibor, 2014). Výskyt bakteriální potransfuzní reakce se pohybuje mezi 0,01 – 0,1 % ze všech potransfuzních reakcí (Ramirez-Arcos a Goldman, 2017). Průběh reakce závisí na druhu bakterií, způsobu zpracování a skladování jednotlivých transfuzních přípravků. Nejlehčí reakce se mohou projevit mírným zvýšením teploty, závažné mohou mít podobu septického šoku (Procházková a Turek, 2013). Reakce po podání erytrocytových preparátů není častá z důvodu skladování v nízkých teplotách. Pokud je ovšem preparát infikován bakteriemi, které dobře proliferují v chladu, je vyvolána závažná reakce z nadměrného množství endotoxinů v konzervě. Pravděpodobnost vyvolání této reakce po podání plazmy a kryoproteinu je velmi nízká. Nejčastěji bývá tato reakce vyvolána po podání trombotických koncentrátů, které jsou skladovány při teplotě 20 – 24 °C na třepáčkách až 5 dní. Během této doby se z extrémně nízké hladiny bakterií stane klinicky významná kolonie. Závažnost takto vyvolané reakce závisí na zdravotním stavu příjemce, načasování podání transfuze, typu bakterií a velikosti kolonie (Ramirez-Arcos a Goldman, 2017).

Pro diagnostikování bakteriální potransfuzní reakce svědčí náhlé zvýšení teploty o více než 2 °C, tepová frekvence přes 120/min či náhlé zvýšení frekvence o více než 40 tepů za minutu, změna systolického tlaku (Procházková a Turek, 2013), třesavka, a to vše do 4 hodin po podání (Vytejková a Sedlářová, 2015).

Strategie minimalizace bakteriální kontaminace transfuzních preparátů spočívá v prevenci. Screening dárců by měl obsahovat změření tělesné teploty a otázky týkající se zdraví se zaměřením na výskyt infekce, zubních problémů, problémů GIT či kožních problémů. Další krokem v prevenci je desinfekce kůže, používání desinfekčního přípravku obsahujícího 2 % chlorhexidin a 70 % izopropylalkohol má prokázané výsledky. Minimalizace snížení přenosu infekce kůže ještě spočívá v upuštění prvních 30 – 40 ml krve při odběru. Dále je strategie zaměřena na pre-transfuzní detekci patogenů a technologie minimalizující jejich výskyt při přípravě a skladování (Ramirez-Arcos a Goldman, 2017). Tesařová (2012) ještě zmiňuje vizuální kontrolu transfuzního přípravku před samotným podáním.

6.8.7 Reakce TRALI

Z anglického názvu transfusion related acute lung injury vznikl mezinárodně užívaný název TRALI, který označuje reakci akutního poškození plic v souvislosti s transfuzí (Tesařová, 2012). Jedná se o akutní, život ohrožující stav, který je vyvolán specifickými protilátkami dárce krve. Jejich reakce v těle vyvolá uvolnění látek, které způsobí poškození plicního endotelu, zastaví mikrocirkulaci v plicích a vyvolají plicní edém (Procházková a Turek, 2013) Klinické potíže jsou podobné ARDS či ALI (Stibor, 2014). Procházková a Turek (2013) ještě upozorňují na skutečnost, že tato reakce může vzniknout po podání jakéhokoliv transfuzního přípravku.

V rámci diagnostického procesu je nezbytné udělat RTG snímek srdce a plic, vyšetření krevního obrazu a dýchacích plynů. Reakce TRALI je nejčastěji charakterizována náhle vzniklými dýchacími potížemi již během podání nebo do 2 hodin od ukončení aplikace. Mezi první příznaky patří dušnost, zrychlené dýchání a hypoxémie, dále cyanóza a hypotenze (Kleinman a Kor, 2017). Může se objevit kašel i horečka (Stibor, 2014). U klientů v anestezii je prvním příznakem načervenalé zpěněné sputum (Kleinman a Kor, 2017).

Léčba spočívá v podpoře selhávajících funkcí a terapii dalších symptomů. Až u 70 % postižených klientů je potřeba zahájit mechanickou ventilaci (Kleinman a Kor, 2017). I přes veškeré moderní postupy dosahuje mortalita 10 % (Stibor, 2014). V rámci prevence je vhodné podávat deleukotizované transfuzní přípravky. Incidence reakce TRALI je u těchto přípravků významně nižší (Procházková a Turek, 2013).

6.8.8 Reakce TACO

Celým názvem transfusion associated circulatory overload je volně přeloženo jako oběhové přetížení transfuzí. Jedná se o závažnou komplikaci hemoterapie, která nebývá vždy správně diagnostikována. Příčinou vzniku je nejčastěji podávání více přípravků najednou, velkého objemu a přílišnou rychlostí. Hranice pro vyvolání TACO je u každého jedince rozdílná, podstatnou roli hraje srdce a jeho funkční schopnosti (Tesařová, 2012). V roce 2010 byla sjednocena diagnostická kritéria a pro potvrzení diagnózy TACO musí být pozitivní alespoň 3 kritéria. Mezi kritéria patří vznik do 6 hodin od ukončení aplikace,

zvýšení centrálního žilního tlaku, znaky podobné vzniku ARDS (dyspnoe, hypoxémie a tachypnoe), RTG snímek a potvrzeným edémem plic, známky levostranného selhávání srdce, pozitivní tekutinová bilance a retence tekutin, zvýšení kardiomarkerů (Stibor, 2014).

Terapie spočívá v zastavení přívodu transfuzí, restrikci tekutin, podávání diuretik, navození negativní tekutinové bilance, zahájení oxygenoterapie eventuálně dle závažnosti stavu i mechanické ventilace a terapie plicního edému kardiálního původu. V rámci prevence tohoto stavu je potřeba uvážit funkční schopnosti srdce, preventivní podávání diuretik či lepší ordinaci lékaře (Stibor, 2014)

6.8.9 Další kardiovaskulární a metabolické komplikace

Podchlazení neboli hypotermie může následovat po podání velkého množství nedostatečně ohřátých transfuzních přípravků. Vážné následky se mohou objevit při podchlazení na 32 - 34°C. Prevence tohoto stavu je dostatečné ohřátí transfuzních přípravků (Tesařová, 2012).

Hyperkalemii lze vyvolat rychlou aplikací erytrocytových koncentrátů. Vyšší obsah draslíku je zejména v konzervách ošetřených zářením. Tento stav ohrožuje klienty s sníženou renální funkcí (Procházková a Turek, 2013).

Hypokalcemie se může objevit po masivní aplikaci jednotek plazmy. Neobvyklé snížení vápníku po transfuzi je vyvoláno citrátovou toxicitou. Mezi projevy patří hypotenze, arytmie, prodloužení intervalu QT na EKG či karpopedální spazmy. Terapie spočívá v intravenózním podávání calcium gluconicum (Procházková a Turek, 2013).

6.8.10 Pozdní hemolytická potransfuzní reakce

Tato reakce je vyvolána jako druhotná reakce příjemcova organismu na opětovnou expozici daných antigenů červených krvinek, proti kterým již má vytvořené protilátky z gravidity či předcházející transfuze. Po podání další transfuze dochází v organismu ke zvýšení koncentrace těchto protilátek a ničení erytrocytů (Massey, Davenport a Kaufman, 2017). Za to jsou odpovědné protilátky třídy IgG, které se naváží na transfundované erytrocyty a umožní tím jejich fagocytózu a následnou extravaskulární hemolýzu ve slezině nebo v játrech (Procházková a Turek, 2013).

Příznaky pozdní hemolýzy se objevují nejdříve za 24 hodin, nejdéle do 41 dnů. Obvyklý výskyt je však mezi 5 až 10 dny po transfuzi (Massey, Davenport a Kaufman, 2017). Ikterus, anémie a horečka jsou typické symptomy, dále se může objevit i renální insuficience a snížení diurézy (Tesařová, 2012). Massey, Davenport a Kaufman (2017) ještě k méně častým symptomům řadí hypotenzi, která se s renální insuficiencí vyskytuje asi jen v 6 % případů. Laboratorní výsledky ukazují anémii a hemoglobinurii (Tesařová, 2012). Trněný et al. (2015) zdůrazňuje přítomnost antierytrocytových protilátek a pozitivitu přímého antiglobulinového testu.

Většina pozdních hemolytických potransfuzních reakcí nevyžaduje žádnou léčbu, protože k hemolýze dochází postupně. Pouze u kriticky nemocných může vyvolat či prohloubit anémii (Massey, Davenport a Kaufman, 2017). Pokud má reakce závažnější průběh, postupuje se jako při léčbě akutní hemolytické potransfuzní reakce (Trněný et al., 2015).

Důležitou úlohu ve výskytu této komplikace hraje prevence. Ta spočívá ve sdílení informací o přítomnosti protilátek v krvi klientů, nejlépe mezi transfuzními laboratořemi i nemocnicemi (Massey, Davenport a Kaufman, 2017). Další možností je i průkazka, kterou musí nosit klient u sebe. Tato praxe sekundární prevence však není plošně v České Republice zavedena (Vytejková a Sedlářová, 2015). Je proto nutné věnovat dostatečnou pozornost anamnéze klienta, kterému má být poskytnuta hemoterapie a minimalizovat výskyt reakce aktivním dotazováním a pečlivým prostudováním dostupné dokumentace (Trněný et al., 2015).

6.8.11 Potransfuzní purpura

Mezinárodně uznávaná zkratka PTP (post transfusion purpura) je označení pro závažnou, ale málo častou komplikaci hemoterapie. Jedná se o náhlou epizodu trombocytopenie vzniklé většinou týden po podání transfuze. Je vyvolaná přítomností trombocytových antigenů v transfuzi. Potransfuzní purpura se může objevit po podání erytrocytových či trombocytárních koncentrátů. Ve více než 90 % tato komplikace postihuje ženy, a to z důvodu aloimunizace během těhotenství (Murphy, 2017).

Klinické projevy se objevují nejčastěji mezi 5. a 12. dnem po podání transfuze. Během 12 až 24 hodin klesne počet trombocytů z normálních hodnot na 10×10^9 v litru krve a rozvine se závažná trombocytopenie s krvácivými projevy a purpura (Murphy, 2017). Pozitivní výsledky v terapii přináší aplikování imunoglobulinů. Podávání trombocytárních koncentrátů se nedoporučuje z důvodu přenosu dalších antigenů a zhoršení komplikací (Stibor, 2014). V rámci prevence se doporučuje podávat deleukotizované přípravky či antigeně kompatibilní preparáty. Další řešení je autologní transfuze (Murphy, 2017).

6.8.12 Transfuzí indukovaná reakce štěpu proti hostiteli

Transfusion-associated graft versus host disease (TA-GvHD) je vzácná komplikace s fatálními následky. Příčinou vzniku jsou transfuze buněčných složek krve s imunologicky kompetentními lymfocyty, které jsou schopné proliferace (Shaz, Francis a Hillyer, 2017). Pokud takovou transfuzi dostane jedinec s oslabenou imunitou, začnou dárčovské lymfocyty produkovat protilátky proti příjemcovým vlastním antigenům. Následkem toho je destrukce příjemcových vlastních buněk a tkání (Vytejková a Sedlářová, 2015).

Mezi projevy patří horečka, vyrážka, dysfunkce jater a jejich zvětšení, průjem, pancytopenie a hypoplazie kostní dřeně. Výskyt těchto problémů dle UK Serious Hazards of Transfusion lze očekávat do 30 dnů od transfuze, dle US National Healthcare Safety Network se příznaky objeví mezi 2 až 6 týdny po podání (Shaz, Francis a Hillyer, 2017). Vytejková a Sedlářová (2015) uvádí interval pro objevení příznaků mezi 1 až 6 týdny. Terapie TA-GvHD je většinou neúspěšná. Základem je tedy prevence. Proto se jedincům s oslabenou imunitou po chemoterapiích, po transplantacích podávají ozářené transfuzní preparáty (Shaz, Francis a Hillyer, 2017).

6.8.13 Přenos virů

Krví přenosné viry představují velké riziko v hemoterapii. Jedná se zejména o viry hepatitidy B a C a virus HIV. Minimalizace rizika přenosu spočívá ve výběru dárců krve a jejich povinném testování na tyto infekce (Tesařová, 2012). V ČR byl v roce 2017 zaznamenán jeden případ přenosu infekce HIV transfuzí (Marešová, 2018). Dle slov

prim. MUDr. Petra Turka, Csc. u nás nejčastěji dochází k přenosu hepatitidy C, toto riziko by mohlo být sníženo zavedením plošného citlivějšího testování (Marešová, 2018).

Další riziko představují herpetické viry, cytomegalovirus, virus TT, parvovirus B 19 a virus západonilské horečky. Onemocnění vyvolané přenosem těchto virů buď není závažné, nebo jeho incidence je v populaci příliš nízká na to, aby bylo zavedeno plošné testování (Tesařová, 2012).

6.8.14 Přenos parazitů

Nejrizikovější krví přenosné onemocnění vyvolané parazity je malárie. To představuje velký problém v endemických oblastech. U nás je prevence zaměřena na důkladnou anamnézu před dárcovským odběrem (Tesařová, 2012). Darovat krev nelze 6 měsíců po pobytu v malarických oblastech (ProDarce.cz, 2018). Další riziko představuje prvoky přenášená spavá nemoc, klíšťaty přenášená babesióza či hlísticemi vyvolaná elefantiáza. Jejich výskyt v Evropě je minimální a prevencí je dočasné zamezení darování krve při návštěvě endemických oblastí (Tesařová, 2012).

6.9 Pohled sestry a její role v péči o klienta podstupujícího hemoterapii

Hemoterapie je podstatnou součástí léčby mnoha patologických stavů. Jedná se o velice rizikovou, ale nenahraditelnou součást práce sester. Nejčastější pochybení v souvislosti s hemoterapií je zaviněné lidskou chybou, a proto je nezbytné v celém procesu používat kontrolní mechanismy, aktivně se dotazovat a svým chováním riziko minimalizovat. Bezpečná transfuzní medicína je předmětem zájmu Světové zdravotnické organizace i Rady Evropy. Rada Evropy se ještě zabývá vzděláváním, vypracováním standartních postupů a pokynů v rámci transfuzní medicíny (Freixo et al., 2017). EDQM (2017) zdůrazňuje povinnost zavedení systému jakosti pro transfuzní léčbu, který zahrnuje standartní postupy, zásady skladování a manipulace s transfuzními přípravky, správnou identifikaci příjemce, v neposlední řadě i sledování kvality vymezení odpovědnosti v případě pochybení. Další doporučení se týká stanovení přesných indikačních kritérií pro klienty v intenzivní péči, kde by měly být definovány jednotlivé

klinické stavy a k nim určeny požadavky na transfuzní přípravky, jejich množství, druh a typ úpravy (EDQM, 2017).

6.10 Role sestry při poskytování transfuzní léčby

Důležité je si uvědomit komplexnost celé léčby, od procesu získávání krve až po samotnou aplikaci. I sestra má své úkoly v celém tomto procesu. První úkoly musí plnit sestra na stanici dárců krve, kde je sestra tou osobou, která zajistí odběr krve od dárce, ze které jsou jednotlivé výrobky následně připravovány. Její úkol spočívá v zajištění bezproblémového odběru a motivaci dárce pro další odběr (Řeháček, 2013).

Další úkoly plní sestra až po ordinaci lékaře, který se rozhodne léčbu transfuzními přípravky podat. Úkolem lékaře je informovat klienta a zajistit jeho dobrovolný písemný souhlas s hemoterapií. Sestra po připravení tiskopisu souhlasu by měla být přítomna i lékařského poučení a informování klienta jako jeho zástupce, který dohlíží na úplnost podaných informací a dobrovolnost rozhodnutí o přijetí či nepřijetí léčby (INS, 2016). Poté musí sestra odebrat vzorek krve na předtransfuzní vyšetření. Lékař mezi tím vyplní žádanku o transfuzní přípravek. Žádanka musí obsahovat vyhláškou stanovené body, mimo jiné i datum a čas odběru krve a podpis sestry, která provedla odběr. Současně s odběrem lze zajistit dostatečný žilní přístup pro aplikaci, pokud jej klient nemá k dispozici. Po připravení pomůcek a označení zkumavky štítkem s identifikačními údaji klienta (jméno a příjmení, rodné číslo a oddělení) je nezbytné správně identifikovat klienta aktivním dotazem a kontrolou ID náramku. Pokud stav klienta neumožňuje dotazování, je nezbytné vše překontrolovat ještě s dokumentací. Po provedení odběru a ošetření klienta je nutné vzorek krve s řádně vyplněnou žádankou doručit na transfuzní stanici spolu se štítky s identifikačními údaji klienta (příjemce). Počet štítků by měl být shodný s počtem požadovaných transfuzních přípravků (Gašová et al., 2015).

Přenos přípravků z transfuzní stanice musí probíhat v teplotně stabilních boxech, které jsou dezinfikovatelné. Na odděleních jednotlivé přípravky nelze skladovat, vyjma oddělení s chladicím a mrazicím zařízením s kontrolovatelnou teplotou a určeným pro tyto účely. Nejčastěji se jedná o operační sály a oddělení ARO (Vytejšková a Sedlářová, 2015). Po přinesení transfuzních přípravků na oddělení, je úkolem sestry zkontrolovat

údaje na krevní konzervě s dokumentací klienta i s dokumentací z transfuzní stanice (Gašová et al., 2015). Poté musí sestra připravit všechny potřebné pomůcky k aplikaci transfuze:

- Chorobopis klienta včetně záznamu o transfuzi
- Dokumentaci z transfuzní stanice
- Transfuzní přípravek
- Transfuzní set
- Pomůcky pro kapilární odběr krve a následné ošetření klienta
- Sanguitest (kartička, diagnostická séra a 2 tyčinky na míchání, ev. lze použít oba konce)
- Rukavice jednorázové nesterilní
- Podložka pod končetinu
- Teploměr a tonometr
- Nádobka na moč a diagnostické proužky k jejímu vyšetření
- Desinfekce
- Emitní miska
- Infuzní stojan
- Infuzní pumpa, přetlaková manžeta (Greiffeneggová, 2016)

Podání transfuzních přípravků by mělo proběhnout co nejdříve (Greiffeneggová, 2016). EDQM (2017) doporučuje podat transfuzní přípravky do 30 minut. Vytejčková a Sedlářová (2015) uvádí doporučenou dobu podání až do 1 hodiny. Transfuzní přípravky musí být podány nejdéle do 2 hodin od donesení na oddělení. V opačném případě je nutné je vrátit na zpět na transfuzní stanici s označením, že krevní konzerva nebyla uložena v chladicím boxu (Greiffeneggová, 2016). Podávání čerstvě zmražené plazmy lze až po jejím rozmražení v rozmražovači za kontrolování teploty nebo za opatrného míchání ve vodní lázni (Vytejčková a Sedlářová, 2015).

Nyní se celý proces již přesune k lůžku klienta. Po aktivním dotazování na identifikaci klienta a kontrole ID náramku či kontrole dokumentace se přikročí k vyplnění potřebných údajů do záznamu o transfuzi, proběhne kontrola transfuzních přípravků a všech dostupných dokumentů lékařem a ještě jednou i sestrou (Komise pro tvorbu

standardů, 2013). Na tuto dvojí kontrolu klade důraz i INS. Ve svých standardech ale uvádí i možnost kontroly pouze jednou osobou a to za předpokladu použití techniky, kdy lze shodu ověřit například čárovým kódem (INS, 2016). Jestliže je všechno v pořádku, může sestra za přísně aseptických podmínek napojit transfuzní set do vaku s transfuzním přípravkem. Sestra provede měření tělesné teploty, krevního tlaku, pulzu a zkoušky moče a všechny získané hodnoty zaznamená. Po uvedení klienta do pohodlné polohy sestra zajistí vzorek krve k zajišťovací zkoušce a lékař provede kontrolní vyšetření krevní skupiny příjemce i transfuzního přípravku pomocí kartičky Sanguitestu a diagnostických sér. Shodují-li se výsledky v krevní skupině je možné přejít k samotnému podávání (Komise pro tvorbu standardů, 2013). Zahájení podávání je v rukou lékaře, pouze sestra se specializací v IP může pod odborným dohledem lékaře aplikovat transfuzní přípravky (Česko, 2017a). Během prvních 15 minut podávání je klient nepřetržitě sledován jak lékařem, tak sestrou. Proběhne-li zkouška bez problémů, nastaví sestra rychlost podávání dle ordinace lékaře (Gašová et al., 2015). Podávání by mělo být ukončeno do 4 hodin od vydání z transfuzní stanice, proto je nezbytné zohlednit i tuto skutečnost při nastavování rychlosti aplikace (EDQM, 2017). Během sledování je nezbytné klienta poučit o důležitosti hlášení všech změnách stavu (horečka, dušnost, bolest, svědění, nevolnost, zarudnutí atd.) a podat příjemci k lůžku signalizační zařízení. Po odchodu lékaře sestra kontroluje klienta v pravidelných intervalech maximálně po 30 minutách a vše zaznamenává do dokumentace. V případě vzniku jakýchkoliv obtíží je nutné okamžitě přerušit podávání a vzniklý stav neprodleně hlásit lékaři, který rozhodne o následujícím postupu (Vytejková a Sedlářová, 2015). Pokud proběhlo podávání bez problému, aplikace se ukončí v době, kdy ve vaku zbývá 10 ml preparátu. V případě podávání dalšího transfuzního přípravku se celý postup včetně zajišťovací zkoušky opakuje. Sestra po ukončení aplikace opět změří klientovi tělesnou teplotu, krevní tlak a pulz a vyšetří moč, výsledky i čas ukončení aplikace zaznamená do dokumentace. Následně set odpojí, ošetří žilní vstup a z důvodu možné kontaminace okolí uloží transfuzní vak se setem do neprosákavého obalu i s kartičkou Sanguitestu a na 24 hodin je uloží do lednice k tomu určené (Komise pro tvorbu standardů, 2013). Během 2 hodin po ukončení transfuze sestra

klienta stále pravidelně kontroluje a o kontrolách je nutné provést záznam do dokumentace (Vytejková a Sedlářová, 2015).

6.11 Odpovědnost a kompetence

Lékař zodpovídá za správnou indikaci hemoterapie, výběr a množství přípravku, určení časové naléhavosti, informování klienta, získání souhlasu a také samotné podání. Sestra zodpovídá dle rozsahu svých kompetencí za správné provedení transfuze a všech souvisejících postupů a za dodržování bezpečnostních zásad. Odpovědnost sestry spočívá ve správné identifikaci klienta, odběru krve k vyšetření krevní skupiny, provedení kontroly dokumentace a transfuzního preparátu, provedení zajišťovací zkoušky, správném napojení transfuzního setu a podání, nastavení správné rychlosti aplikace, pravidelné kontrole a v případném řešení a hlášení potransfuzních reakcí (Gašová et al., 2015).

Dle vyhlášky č. 391/2017 Sb., kterou se mění vyhláška č. 55/2011 Sb., o činnostech zdravotnických pracovníků a jiných odborných pracovníků, může všeobecná sestra bez odborného dohledu na základě ordinace lékaře: „*asistovat při zahájení aplikace transfuzních přípravků a ošetřovat pacienta v průběhu aplikace a ukončovat ji*“ a pod odborným dohledem lékaře samostatně podávat krevní deriváty. Sestra se specializací pro intenzivní péči může pod odborným dohledem lékaře: „*aplikovat transfuzní přípravky.*“ Praktická sestra kompetence k podávání transfuzní léčby a krevních derivátů nemá (Česko, 2017a).

6.12 Odmítání preparátů vyrobených z krve

Důvody k odmítnutí hemoterapie jsou nejčastěji spojovány s náboženstvím, ale s rostoucí se informovaností společnosti, jak laické, tak odborné, je možné se setkat s odmítnutím této léčby z důvodu vysokého rizikovitosti (Seidlová, Tobiášová a Stibor, 2013). V klinické praxi je tento postoj stále rozšířenější. Přitom vývoj v medicíně postupuje stále kupředu, a to i v oblasti bezpečnosti krevních derivátů. Terapie je stále cílenější, a to přináší vyšší efektivitu, méně komplikací a vedlejších účinků (Skálová, 2018).

Náboženské důvody jsou nejčastěji uváděny Svědky Jehovovými. Pro příslušníky této organizace je nepřípustné přijmout plnou krev a její základní složky. Zákaz se vztahuje i na autotransfuze. Věcí osobního rozhodnutí je přijetí jednotlivých komponent z krve připravených. K takovému rozdělení přípravků došlo v roce 2004

Zakázané přípravky	Přípravky dle osobního rozhodnutí
<p>Plná krev</p> <p>Červené krvinky</p> <p>Bílé krvinky</p> <p>Krevní destičky</p> <p>Plazma</p>	<p>Frakce z červených krvinek a roztoky na bázi hemoglobinu</p> <p>Frakce z bílých krvinek a interferony a interleukiny</p> <p>Frakce z destiček a jejich faktory</p> <p>Frakce z plazmy, albuminy, globuliny, koagulační faktory</p>

Každý dospělý člen organizace u sebe nosí kartičku s nápisem Žádnou krev – Závazný pokyn pro lékaře. U dětí a nezletilých najdeme Průkaz pro lékařskou péči, kde je negativní postoj k transfuzní léčbě uveden. Následkem porušení zákazu je vyloučení ze společnosti (Klánová, 2009).

Lékař, ale i sestra mohou sehrát důležitou roli při rozhodování příslušníka Svědků Jehovových u přípravků, které jsou věcí osobní volby. Zde je důležité vše s klientem probrat. Další možnosti přináší i rozvoj medicíny, např. mimotělní oběh, hemodialýza, akutní normovolemická hemodiluce či perioperační sběr krve. Všechny tyto možnosti závisí na osobním pohovoru (Seidlová, Tobiášová a Stibor, 2013). Nejnovější řešení pro klienty odmítající transfuzní léčbu by mohla přinést bezkrevní medicína (Skálová, 2018).

7 Ošetrovatelská péče o nemocného v hypovolemickém šoku

7.1 Definice šokových stavů

Šok je akutní stav, který vznikl na podkladě selhání krevního oběhu. Charakteristickým znakem je nedostatečné prokrvení tkání, hromadění toxických metabolitů v těle a neschopnost látkové výměny. Jedná se o dynamický děj, který postihuje celý organismus. Následkem tkáňové hypoxie na úrovni mikrocirkulace dochází k poškození orgánů a jejich selhání. Při déle trvajícím šokovém stavu může dojít k multiorgánovému selhání (Vojáček, 2014).

Již od roku 1972 je používáno rozdělení šokových stavů dle vyvolávající příčiny. Rozdělujeme šok hypovolemický, kardiogenní, obstrukční a distribuční (Černá Pařízková a Černý, 2014). Dále lze rozdělit šokové stavy dle hemodynamického profilu na hypodynamické a hyperdynamické. Do hypodynamické skupiny se řadí šoky hypovolemické, kardiogenní a obstrukční. Do skupiny hyperdynamické patří šok distribuční (Vojáček, 2014).

7.2 Hypovolemický šok

Hypovolemický šok vzniká z důvodu ztráty cirkulujícího objemu. Může se jednat o ztrátu samotné plazmy či celé krve nebo tělesných tekutin. V souvislosti s krvácením hovoříme o hemoragickém šoku. Ztráty plazmy z intravaskulárního kompartmentu vznikají při popáleninách - popáleninový šok, rozsáhlých traumatech - traumatický šok, ale i při nedostatečném příjmu či nadměrných ztrátách (průjmy, zvracení) - dehydratační šok (Masár, 2012). Vyvolávající příčina může být i Addisonská krize (Janota, 2015), kterou můžeme označit za endokrinní šok (Masár, 2012).

7.2.1 Patofyziologie

Z patofyziologického hlediska při hypovolemickém šoku je prvním problémem nedostatek cirkulujícího objemu a od toho se následně odvíjí hypotenze. Další mechanismy závisejí na příčině vzniku tohoto problému. Během šokového stavu dochází v organismu k rozvoji kompenzačních mechanismů, které mají zajistit prokrvení orgánů, které jsou životně důležité. Dle stupně rozvoje šoku rozeznáváme 3 fáze (Janota, 2015).

Kompenzovaná hypotenze je první fáze, během níž jsou aktivovány obranné mechanismy a neurohumorální systémy. Ty se svou zvýšenou aktivitou snaží přesunout dostatečný objem krve a centralizovat ji k zajištění perfuze srdce a mozku. Tento úkon je prováděn na úkor ostatních orgánů pomocí vazodilatace a vazokonstrikce (Janota, 2015). V ostatních tkáních a orgánech následkem minimálního prokrvení dominuje hypoxie a metabolická acidóza. Mezi známky kompenzačních mechanismů se řadí tachykardie, nitkovitý pulz, bledost či oligurie a studené akrální části těla (Vojáček, 2014). V této fázi jsou ještě všechny poškození reverzibilní (Janota, 2015).

Druhá fáze je fází dekompenzované hypotenze, kdy i přes veškeré kompenzační mechanismy a centralizaci oběhu dochází k prohlubování hypotenze a nedostatečné perfuzi srdce a mozku (Vojáček, 2014). Následkem prohlubující se hypoxie a dalšího okyselování organismu dochází k alteraci vědomí, úniku tekutiny z cév do tkání a dalšímu snižování srdečního výdeje. Následkem všech mechanismů působících v organismu dochází k jeho poškození a pokud nedojde ke zlepšení stavu, tak i vzniku nevratných poškození (Janota, 2015).

Poslední, třetí fáze je ireverzibilní fáze. I přes působení veškerých kompenzačních mechanismů dochází k zástavě oběhu a rozvoji multiorgánového selhání (Lubanda, 2016). Pokud nastane toto stádium, poškození organismu je již tak vážné, že se neslučuje se životem a nastává smrt (Janota, 2015).

7.2.2 Klinický obraz a diagnostika

Klinický obraz se odvíjí od vyvolávající příčiny, množství ztracené tekutiny a jejím druhu a také na délce trvání tohoto stavu. Nelze opomenout ani zdravotní stav nemocného

a množství přidružených onemocnění (Lubanda, 2016). Pokud se jedná o ztráty krve v rámci vnitřního krvácení, tak jako první příznak se objevuje hemoragický šok.

Ztráta tekutin mezi 10 % a 20 % není pro organismus příliš významná, díky minimalizaci prokrvení kůže a svalstva nedochází k hypotenzi ani ke snížení minutového srdečního výdeje. Typické projevy jsou bledost a chlad koncových částí těla (Vojáček, 2014).

Ztráta 20 % až 30 % již vede k centralizaci oběhu a dochází k hypoperfuzi orgánů. Mezi typické projevy patří hypotenze (zejména ortostatická), dále tachykardie, neklid, studený pot či oligurie (Vojáček, 2014).

Ztráty tekutin větší než 30 % jsou pro organismus závažné, dominantní známkou je těžká hypotenze, tachykardie, anurie a prohlubující se porucha vědomí (Vojáček, 2014).

Krevní ztráty jsou rozděleny do 4 stupňů a jejich rozdělení včetně klinických projevů je zobrazeno v příloze č. 4 (Lubanda, 2016).

Janota (2015) považuje za typický klinický příznak u hypovolemického šoku zmenšující se rozdíl mezi systolickým a diastolickým TK.

Diagnostika je založena na standardních vyšetřovacích metodách, jako jsou anamnéza, fyzikální a laboratorní vyšetření, klinický obraz a zobrazovací vyšetření (Lubanda, 2016). Nezbytné je při vyšetřování postupovat systematicky a všechna vyšetření si důkladně promyslet, protože ne všechny testy a vyšetření jsou vhodné a přínosné (Adamus et al., 2012).

V rámci anamnézy je podstatné zjistit informace o množství a důvodu ztrát, ale i druh tekutiny. Úbytek plazmy je typický pro popáleniny, izotonická tekutina se ztrácí zvracením či průjmy, hypotonická tekutina ubývá při horečkách, pocení či nadměrném vylučování močí. Zejména velký důraz by měl být kladen na informace při podezření na vnitřní krvácení. Velký přínos má i údaj o změně hmotnosti, který je nápomocný při odhadování ztraceného množství tekutiny (Bělohávek, 2011).

Fyzikální vyšetření a klinický obraz jsou podstatným ukazatelem aktuálního zdravotního stavu a zkušený lékař dokáže rozpoznat problém již v průběhu vyšetřování. Podstatné údaje vyplývají i z monitorace klienta, kdy je nezbytné sledovat TK, P, EKG,

hemodynamické parametry a parametry související s okysličením krve a funkcí plic (Adamus et al., 2012).

Pro potvrzení šokového stavu jsou nezbytná i laboratorní vyšetření, která svědčí o nedostatečném okysličení tkání (Maňák, 2017). Základem je vyšetření biochemické, hematologické a koagulační vyšetření včetně vyšetření krevní skupiny (Lubanda, 2016). Pro diagnostiku šokového stavu je rozhodující nálezn metabolické acidózy, zvýšení hladiny laktátu a snížená saturace hemoglobinu kyslíkem. Další vyšetření jsou nezbytná pro zjištění orgánového poškození (Maňák, 2017). Ze zobrazovacích metod je nejčastěji využíváno CT a sonografické vyšetření (Adamus et al., 2012).

7.2.3 Terapie

Počáteční terapie je založena na kauzální léčbě, kdy příčiny vzniku tohoto stavu jsou zjevné, např. vnější poranění s krevní ztrátou. Pokud není příčina známa, je nutné ji dle časových možností a klinického stavu klienta dovyšetřit, aby nedocházelo k progresi stavu (Maňák, 2017). Protože vhodnou terapii lze pouze poskytnout dle příčiny vzniku tohoto stavu (Procter, 2018). Nezbytné je ovšem co nejdříve zahájit léčbu samotného šokového stavu, který i přes případnou kauzální léčbu pokračuje v progresi (Maňák, 2017).

Základní terapie šokových stavů spočívá v zajištění ventilace, volumoterapii a farmakoterapii (Sovová et al., 2012). Maňák (2017) považuje za zásadní tekutinovou léčbu, díky které dojde i ke zlepšení okysličení tkání. Stejného názoru jsou i Černá Pařízková a Černý (2014), kteří považují tekutinovou resuscitaci za iniciální léčbu šokových stavů. Dále je léčba založena na terapii farmakologické, kde se využívají katecholaminy a inotropní léky, které doplňují účinek volumoterapie. V neposlední řadě je součástí terapie i podpora či náhrada orgánových funkcí, u nichž došlo k funkčnímu poškození (Maňák, 2017)

Izotonické krystaloidní roztoky jsou při včasném zahájení volumoterapie volbou číslo jedna, zejména nastane-li terapie do 4 hodin od vzniku (Masár et al., 2012). Iniciální dávka by se měla podat do 10 až 15 minut, jedná se o množství 500 - 1000 ml roztoku. Množství aplikovaných krystaloidních roztoků by ideálně do 6 hodin od zahájení terapie

mělo dosáhnout poměru 30 ml/kg. (Černá Pařízková, Černý, 2014) Zastáncem rychlých bolusových infuzí je i Procter (2018). Van Haren (2017) zase tvrdí, že podávání rychlých bolusových infuzí může vést spíše k poškození klienta.

Objem infuze by však neměl překročit 2 litry, při nadbytečném množství dochází k pronikání krystaloidů z intravaskulárního kompartmentu do buněk, kde dojde k edému. Při předávkování hrozí vznik i plicního edému. Proto se doporučuje kombinovat terapii krystaloidů v poměru s koloidy 2:1. Vše se ale odvíjí od stavu jedince a charakteru zdravotního problému (Janota, 2015).

Procter (2018) je zastáncem názoru, že použití koloidů nepřináší žádné výhody navíc a jejich použití je spojeno s riziky. K terapii hypovolemického šoku bez krvácení se používají izotonické či hypotonické krystaloidy a při krvácení se ztráty hradí krystaloidními roztoky nebo transfuzními přípravky (Procter, 2018). Lewist et al (2018) ve své studii při porovnávání účinnosti koloidů a krystaloidů došel k závěru, že ani jedna skupina roztoků nepřináší pro klienta více výhod či rizik, pouze použití HES je následně spojeno s častějším podáváním transfuzních preparátů a renálním selháním.

7.3 Role sestry v péči o nemocného v hypovolemickém šoku

Role sestry a její úkoly se odvíjí od zdravotního stavu klienta, jeho omezení či možností. Jejím úkolem v rámci ošetrovatelského procesu je poskytovat ošetrovatelskou péči, která je základní, specializovaná, vysoce specializovaná a pokud se jedná o sestru se specializací, tak i specifickou ošetrovatelskou péči. Její činnosti vyplývají z vyhlášky č. 391/2017 Sb. v aktuálním znění. (Česko, 2017a).

Ošetrovatelská péče u klientů na JIP se od běžné sesterské praxe liší. Hlavním pilířem úspěšné péče je spolupráce s lékaři. Péče je poskytována dle ověřených a standardizovaných postupů, které jsou s pokrokem jak v medicíně, tak i technice neustále modernizovány a aktualizovány. Z tohoto důvodu je nezbytné se neustále zdokonalovat a osvojovat si nové postupy, aby mohla být poskytována ošetrovatelská péče na co nejvyšší úrovni (Dresslerová, Flajšingrová a Nekudová, 2014).

Po přijetí klienta s hypovolemickým šokem na JIP je nezbytné asistovat lékaři a plnit jeho ordinace. Veškeré postupy se odvíjí od závažnosti zdravotního stavu. Pokud je klient

při vědomí a schopen komunikace, je nutné zajistit základní anamnestické údaje, jako je identifikace klienta a alergická anamnéza, dále osobní a rodinná anamnéza a údaje o nynějším onemocnění. Není-li klient schopen komunikace, je potřeba zajistit informace od RZP či od rodinných příslušníků, nebo získat údaje od klienta, až to dovolí jeho zdravotní stav. Fyzikální vyšetření je prováděno sestrou při komunikaci či manipulaci s klientem, důraz je kladen zejména na vyšetření pohledem, kdy si všímáme stavu pokožky, jejího zbarvení, otoků, jizev, invazivních vstupů, známek poškození či traumat, která vyžadují ošetření. Pohledu zkušené sestry nesmí uniknout sebemenší detail, který je známkou patologického stavu. Vyšetření je nutné provádět rychle s důsledně, aby nedošlo k ohrožení klienta (Urbánek, 2016).

V případě zdravotního stavu vyžadujícího rychlé intervence jak lékaře, tak i sestry je nezbytné zajistit nejdříve tyto aspekty péče, např. UPV. K těmto krokům lze přikročit až při zajištění základních vitálních funkcí.

7.3.1 Monitorace klienta a ošetrovatelská péče

Mezi role sestry se specializací v IP patří sledování a hodnocení fyziologických funkcí a zajišťování sledování na speciální přístrojové technice včetně hodnocení získaných parametrů, a to bez indikace lékaře (Česko, 2017a).

Monitorace je nezbytnou součástí péče o klienty na JIP. Její rozsah závisí na aktuálním stavu klienta, ordinaci lékaře a na zvyklostech oddělení. Úkolem monitorace je zajištění informací o aktuálním zdravotním stavu klienta, jeho fyziologických funkcích, průběhu onemocnění či funkcí přístrojové podpory (Heczková a Bulava, 2016). Cílem monitorace je včasné zjištění odchylky či abnormalit vitálních funkcí (Černý, 2014). Neopomenutelnou součástí monitorace je i klinické vyšetření včetně fyzikálního vyšetření, které v souvislosti se zjištěnými parametry při monitoraci má vysokou vypovídací hodnotu (Havel, 2017).

Monitorace s sebou nese i jistou míru rizikovosti, spojenou zejména s invazivními technikami monitorování. Proto je nezbytné vždy uvážit zdravotní stav klienta, přínos a rizikovost. Nadbytečná monitorace znamená zatížení klienta, jak snížení mobility, tak i pohodlí (Havel, 2017).

7.3.1.1 Monitorované parametry

Krevní tlak – patří mezi základní parametry hemodynamiky, Měření může být prováděno v pravidelných intervalech či kontinuálně (Černý, 2014).

NIBP (Non Invasive Blood Pressure) je zkratka pro neinvazivní měření krevního tlaku. Měření je řízeno monitorem a je uskutečňováno automaticky dle nastavení. Pro získání správných měření je úkolem sestry zajistit vhodnou velikost manžety (jejíž nafukovací část má obepnout paži z 80 % až 100 %), správně ji přiložit a zajistit, aby byl klient v době měření min. 5 minut v klidu a manžeta byla v úrovni srdce (Heczková a Bulava, 2016).

ABP (Arterial Blood Pressure) je zkratka pro invazivní měření krevního tlaku v arterii. Toto měření je uskutečňováno kontinuálně. Využívá se u kriticky nemocných, kde je nutné při změně tlaku co nejrychleji zakročit, např. u klientů s krvácením či u šokových stavů. Úkol sestry souvisí s péčí o arteriální kanylu, díky ní je měření uskutečňováno, péčí o systém hadiček, kde je jejím úkolem zajištění od vzdušnění a průchodnost a dále nulování celého systému, když dojde ke změně polohy klienta či odpojení měřícího systému (Heczková a Bulava, 2016).

EKG křivka a srdeční frekvence – monitorace EKG křivky patří mezi základní monitorované parametry v IP. Význam spočívá ve sledování srdečního rytmu a frekvence a záchytu jejich abnormalit, sledování funkce kardiostimulátoru, účinnosti farmakoterapie, či k zachycení ischemie (Černý, 2014). Monitorace je zajišťována pomocí tří svodového EKG nebo pěti svodového EKG, který navíc monitoruje ST úsek. Monitorace periferního pulzu probíhá v rámci měření NIBP, nebo kontinuálně současně s ABP či saturací krve kyslíkem (Havel, 2017). Úloha sestry spočívá ve správném napojení elektrod a svodů a jejich kontrole.

Pulzní oxymetrie – je neinvazivní typ měření, během kterého jsou získávány informace o okysličení periferní krve. Senzor vysílá infračervený paprsek světla a umísťuje se na prst na ruce či ušní lalůček (Havel, 2017).

Saturace centrální žilní krve kyslíkem – je metoda kontinuální monitorace obsahu kyslíku v krvi pomocí invazivních metod. Vypovídá o nízké spotřebě tkání při

centralizaci oběhu či o jeho nedostatečné nabídce. Nejčastěji je indikována u klientů podstupujících volumoterapii a při stabilizaci hemodynamiky (Havel, 2017).

Centrální žilní tlak – CŽT či dle anglického názvu Central Venous Pressure zkratka CVP. Je ukazatel stavu oběhu, a to jak ukazatel cirkulujícího objemu, tak i ukazatel funkce srdce. Jedná se o poměrně snadnou a dostupnou metodu měření, která je významným hemodynamickým ukazatelem (Havel, 2017). Měření je uskutečňováno přes centrální žilní katetr, který musí být zavedený do horní duté žíly. Protože CŽT je tlak, který v horní duté žíle působí na její stěnu při žilním návratu (Černý, 2014). Fyziologické hodnoty jsou 0 – 8 mm Hg či 3 – 11 cm H₂O. Měření může být uskutečňováno kontinuálně či po přesně stanovených intervalech díky monitoru. Kontinuální měření funguje na stejném principu jako měření ABP, kde je úkolem, sestry opět nulování systému při napojení klienta či změně polohy (Heczková a Bulava, 2016). **Tlak v plicnici** – PAP (Pulmonary Arterial Pressure) je metoda k monitoraci kardiovaskulárního systému pomocí Swanova-Ganzova katetru, který je zaveden přes pravou srdeční síň do plicnice, kde díky balonku na jeho konci dojde k jeho zaklínění. Pravostranná katetrizace je značně invazivní metoda, která je riskantní, ale zcela nenahraditelná a jediná metoda měření tlaku v zaklínění (Černý, 2014). Tlak v zaklínění je ukazatelem tlakové náplně cév a plicního tlaku levé srdeční komory (Havel, 2017). Dále lze pomocí Swanova-Ganzova katetru měřit srdeční výdej (a to i kontinuálně), ejekční frakci pravé srdeční komory, stimulaci srdečních síní a komor, nepřetržitou monitoraci saturace žilní krve či zajistit odběr krve (Černý, 2014). Zavedení tohoto katetru a měření PAP je indikováno při aplikaci volumoterapie a sledování jejích účinků, při hypovolemii s nejasným klinickým nálezem a nejasnou léčbou, stejně tak i při hypervolemii (Havel, 2017).

Srdeční výdej – CO je celosvětově využívaná metoda k měření hemodynamiky u klientů v intenzivní péči. Dle hodnot CO se hodnotí kardiovaskulární systém, a to jak okysličení krve, tepový objem či vaskulární resistance (Černý, 2014). Jeho sledování je indikováno u terapie šokových stavů a při volumoterapii (Havel, 2017).

Hemodynamický profil – je vypočítáván z měřených a odvozených parametrů a poskytuje ucelené informace o stavu hemodynamiky. Využívá se při diagnostice i při posuzování účinnosti léčby (Černý, 2014).

Další techniky a metody monitorování se odvíjejí od zdravotního stavu klienta, výše uvedené patří mezi ty základní a nezbytné pro posouzení hemodynamiky u klienta v hypovolemickém šoku.

7.3.1.2 Role sestry

Monitorace je nezbytnou součástí práce sester na JIP. Sestra, která tráví s klientem nejvíce času z veškerého zdravotnického personálu, by měla být schopna vyčíst z monitorovaných hodnot a klinického posouzení komplikace či jiné nepředvídatelné patologické stavy. A dle svého uvážení a zkušeností se pokusit o jejich řešení či informovat lékaře (Dresslerová, Flajšingrová a Nekudová, 2014).

Sestra by se měla orientovat ve veškerém dostupném technickém vybavení stanice IP a umět je i používat. Svého klienta by měla sestra umět správně napojit, nastavit monitor a alarmující hodnoty, všechno správně vynulovat, zajistit časy měření, zvolit adekvátní vybavení atd. (Dresslerová, Flajšingrová a Nekudová, 2014). Dále by měla sestra (i přes velké množství používaného technického vybavení) zajistit co největší komfort, pohodlí a možnost pohybu monitorovanému klientovi. Mezi povinnosti sestry patří i získané hodnoty z měření zapisovat do dokumentace (Havel, 2017).

7.3.2 Ošetrovatelská péče o invazivní žilní vstupy

Na jednotkách intenzivní péče je invazivní žilní vstup naprosto nedílnou součástí jakékoliv terapie a v rámci péče o klienta v hypovolemickém šoku i hlavním prostředkem, díky kterému je volumoterapie a hemoterapie poskytována. Dále se invazivní žilní vstupy využívají k aplikaci výživy či diagnostických kontrastních látek.

Nejčastěji jsou využívány přístupy periferní či centrální žilní kanylace a v případě kritických stavů v intenzivní péči i intraoseální přístup (Horáček a Lejsek, 2014). Venózní port je další typ přístupu do centrálního žilního řečiště, který je trvalý, a pokud jej má klient implantovaný, lze jej k poskytování léčby použít (Vytečková a Sedlářová, 2015). Z důvodu aplikace volumoterapie a hemoterapie v intenzivní péči však nebude venózní port klientovi zaváděn, a proto není dále předmětem této práce.

Úkoly sestry jsou spojeny s jejich zavedením či asistencí při jejich zavádění, péčí o ně a jejich ošetřování, jejich používání a také i s odstraňováním. Sestra by měla rozpoznat

komplikace v souvislosti se zavedením a umět jim předcházet, ev. při jejich vzniku je i řešit (Vytejková a Sedlářová, 2015)

7.3.2.1 Periferní žilní kanylace

Periferní žilní kanylace je běžně využívaný postup, kdy je zavedena plastová kanyla přes kovový mandrén do periferního venózního řečiště k zajištění krátkodobého přístupu (Vytejková a Sedlářová, 2015). Nejčastěji jsou u dospělých ke kanylaci využívány žíly horních končetin či na krku (Horáček a Lejsek, 2014). Na dolních končetinách je vysoké riziko vzniku trombotických komplikací, proto se zde kanylace neodporčuje a je využívána zcela výjimečně při nemožnosti zajistit invazivní žilní vstup jinde či jinou technikou (Vilímová, Nováková a Jankovcová, 2016).

Při výběru vhodného místa zavedení postupujeme od periferie výše, a to z důvodu opakované kanylace či vyhnutí se místu s výskytem komplikací. V úvahu je nutné vzít i místa v ohybu, místa pro krevní odběry či stranová omezení (Vytejková a Sedlářová, 2015). V rámci akutních situací, kdy je nutné kanylovat velkou žílu, je vhodné použít v. mediana cubiti či v. cephalica (Sedlářová, Zvoníčková a Svobodová, 2017).

Samotná kanylace začíná přípravou pomůcek, kdy je nutné vybrat správnou velikost kanyly s ohledem na důvody zavedení (Vytejková a Sedlářová, 2015). U klienta v hypovolemickém šoku je nezbytné zajistit zavedení minimálně dvou kanyl o průsvitu alespoň 16 G (Horáček a Lejsek, 2014). Velikost kanyl a potřebné pomůcky k periferní žilní kanylaci jsou zobrazeny v příloze č. 5. Horáček a Lejsek (2014) ještě k pomůckám řadí lokální anestetikum, které je při zavádění kanyly o průsvitu 18 G a více pro klienta laskavostí. O použití lokálního anestetika se zmiňuje i Sedlářová a kol., kteří poukazují na fakt, že v zahraničí je jejich používání standardem. A to i u kanyl běžného průsvitu. Dále autorky poukazují na správnou desinfekci místa vpichu. Nejvhodnější je použít roztok chlorhexidinu a 0,5 % alkoholu, jehož doba expozice je 30 s (Sedlářová, Zvoníčková a Svobodová, 2017).

Při zavádění je etické pokus opakovat maximálně 4x, více opakování oddaluje léčbu a traumatizuje klienta (INS, 2016). Po zavedení je nutné místo vpichu s kanylou překrýt vhodným krytím a kanylu zafixovat, aby nedošlo k jejímu vytažení. Krytí by mělo

umožňovat pravidelně kontrolovat místo vpichu a jeho okolí v rámci časného zachycení komplikací. V IP by měl být vpich hodnocen každou 1 až 2 hodiny (Sedlářová, Zvoníčková a Svobodová, 2017).

Komplikace jsou spojeny jak s neúspěšnou kanylací (např. perforace žíly a hematom), tak i nefunkčností samotné kanyly (např. při jejím zalomení v kloubu či její neprůchodnosti), ale i s nesprávným zacházením (např. extravazace či paravenózní aplikace, embolie, zanesení infekce a vznik flebitidy (Vytejčková a Sedlářová, 2015).

Výměna periferního žilního katetru (PŽK) závisí na jeho funkčnosti a zhodnocení místa vpichu. Pokud je vše v pořádku, lze katetr ponechat 72 až 96 hodin (Vytejčková a Sedlářová, 2015). Tento interval výměny je nastaven kvůli riziku vzniku infekčních komplikací a flebitidy. Morrisson a Holt (2015) se zabývali problematikou délky zavedení PŽK ve vztahu k zvýšenému riziku infekce a flebitidy, podle jejich výsledků je možné ponechat PŽK i déle než 96 hodin, pokud je vše v pořádku a bez známek komplikací.

K zhodnocení stavu katetru se využívá VIP skóre, které hodnotí riziko vzniku flebitidy. Jedná se o jednoduchý skórovací systém, který hodnotí místo vpichu. Spolehlivost a funkčnost VIP skóre je ověřena výsledky studií. Pokud je místo vpichu zarudlé, bolestivé, oteklé či jeví jiné známky problému, je nutné jej ihned odstranit (IVTEAM 2018). Katetr z přednemocniční péče by měl být odstraněn do 24 až 48 hodin (Sedlářová, Zvoníčková a Svobodová, 2017).

Dalším typem periferní žilní kanylace je zavedení střednědobého mini-midline či midline katetru. Rozdíl mezi mini-midline a midline je v délce lumen zavedeném v žíle. Tyto vstupy jsou indikovány při terapii o délce minimálně 7dní. Dle stavu lze mini-midline ponechat až 4 týdny a midline i 3 měsíce (Charvát, 2017). Zavedení midline katetrů do periferního žilního řečiště je prováděno pod UZ kontrolou se změřením průsvitu vybrané žíly. Katetr by neměl zabírat více než 45% průsvitu žíly (INS, 2016). Dle náročnosti je výkon srovnatelný se zaváděním katetrů do centrálního žilního řečiště (ARO Nemocnice Havlíčkův Brod, 2015).

Výhody midline katetrů nespočívají pouze v jejich trvanlivosti, ale i v možnosti odebírat klientovi opakovaně žilní krev a výskyt katetrových infekcí je minimální, dokonce nejnižší ze všech cévních přístupů (ARO Nemocnice Havlíčkův Brod, 2015).

Do periferního žilního systému se aplikují léčiva, infuzní roztoky, transfuze, parenterální výživa či diagnostické kontrastní látky určené k intravenózní aplikaci. Při podávání více preparátů najednou je nutné myslet na jejich kompatibilitu a výsledné složení. Do periferního žilního systému nemohou být podávány látky s hodnotou pH pod 5,0 a nad 9,0 a osmolalitou vyšší než 500 mosm/l (Vytejková a Sedlářová, 2015). Sedlářová, Zvoníčková a Svobodová (2017) uvádějí, že osmolalita roztoku aplikovaného do periferie nesmí přesáhnou 600 mosm/l. V případě aplikace parenterální výživy, lze do periferie podat roztok o osmolalitě do 900 mosm/l (Neubauerová, 2015). V případě midline katetru hodnota osmolality pro léčiva nesmí přesáhnou 600 mosm/l a pro parenterální výživu 800 mosm/l (ARO Nemocnice Havlíčkův Brod, 2015).

7.3.2.2 Centrální žilní kanylace

V IP patří zavedení centrálního žilního katetru (CŽK) mezi nejčastější výkony. Jejich využití spočívá v aplikaci intravenózních preparátů větší rychlostí, více přípravků najednou a o vyšší koncentraci, dále i k měření CŽT. Nejčastěji se CŽK zavádí cestou vena jugularis interna, vena subclavia a vena femoralis. Každá cesta zavedení má své výhody i nevýhody, které musí provádějící lékař nejdříve uvážit a poté zvolit nejlepší variantu. Na jednotkách IP je významnou překážkou nemožnost měření CŽT přes katetr ve vena femoralis (Vilímová, Nováková a Jankovcová, 2016).

Při výběru vhodného katetru musí lékař zohlednit množství aspektů, které jednotlivé katetry rozlišují. Jedná se o materiál katetru, počet lumen, impregnaci povrchu, metodu zavádění, potřebnou dobu zavedení, ale i speciální funkce (např. měření CŽT, měření PAP díky Schwan-Ganzovu katetru, ale i hemodialýza) (Vytejková a Sedlářová, 2015).

Po rozhodnutí lékaře o zavedení CŽK je nutné seznámit klienta s výkonem, důvody pro zavedení, jeho výhody i případné komplikace. Pokud to dovoluje klientův zdravotní stav a stav vědomí, tak nechat podepsat informovaný souhlas. Tyto úkony jsou pouze v kompetenci lékaře. Úkolem sestry je připravit klienta na výkon, např. oholení místa

výkonu, zajištění monitorace potřebných parametrů a v poslední řadě i uvedení klienta do správné polohy (Vytejková a Sedlářová, 2015). Dle INS (2016) je holení v místě zavedení nevhodné z důvodu traumatizace pokožky a rizika infekce. Místo při nadměrném ochlupení je vhodnější ostříhat (INS, 2016). V případě zavedení do vena jugularis interna či vena subclavia je to Trendelenburgova poloha a hlava odvrácená na druhou stranu, než kde bude prováděn zákrok. Dále musí sestra připravit sterilní stolek se všemi pomůckami ke kanylaci včetně vybraného typu katetru a asistence lékaři při výkonu. Během přípravy i samotného zavedení je nezbytné dodržování všech zásad a použití osobních ochranných pomůcek, aby nedošlo ke kontaminaci sterilních pomůcek či přenosu infekce z klienta na zdravotníky. Lékař je povinen mít sterilní empír, čepici, ústenku a sterilní rukavice. Sestra musí mít ochranné pomůcky stejné jako lékař, jen nemusí být sterilní (Vytejková a Sedlářová, 2015).

Potřebné pomůcky na přípravu sterilního stolku k výkonu zavedení CŽK se mohou mírně lišit. Záleží na zvyklostech oddělení, typu zavedeného katetru a použití předpřipravených balíčků, které jsou zhotoveny vyrábějící firmou či přímo na daném oddělení. Výčet potřebných pomůcek k zavedení CŽK:

- Čepice pro klienta
- Kovový stolek a 2 sterilní roušky bez otvorů na přípravu sterilního stolku
- Sterilní tampony a čtverce
- Sterilní nástroje – peán, skalpel, nůžky, jehelec
- Sterilní rouška s otvorem
- Sterilní injekční stříkačky a jehly
- Dezinfekce
- Lokální anestetikum (nejpoužívanější je roztok Mesocain 1 %)
- Roztok F1/1 a sterilní miska či sklenička
- Sterilní šití s jehlou
- Sterilní krytí
- Kontejner na ostrý odpad a emitní miska
- Set s katetrem (katetr, punkční jehla, skalpel, vodící drát, dilátor)
- Uzávěr na katetr

(Vytejková a Sedlářová, 2015)

Zavedení CŽK se provádí na operačním sále či zákrokovém sálku, ale je možné jej provést i u lůžka. Provádí se vždy pod UZ kontrolou. Po přípravě pomůcek a klienta je úkolem sestry asistovat lékaři během výkonu, a to sledovat klienta a podávat pomůcky, které nejsou sterilní. Po dokončení zákroku je nezbytné uklidit použité pomůcky dle hygienicko-epidemiologického řádu zdravotnického zařízení, ponechává s pouze kód ze setu s katetrem. Poté je nezbytné vše řádně zapsat do dokumentace a zajistit kontrolu pozice katetru a zobrazení případných komplikací. Nejčastěji se v rámci kontrolního mechanismu zhotovuje RTG snímek. Až po ověření správnosti zavedení je možné ČŽK začít využívat (Vytejková a Sedlářová, 2015).

Možné komplikace mohou vzniknout během zajišťování vstupu či během jeho používání a péče o něj. Mezi nejčastější komplikace patří pneumotorax, krvácení, punkce arterie, vzduchová embolie, nesprávná pozice katetru, arytmie, dále to jsou infekční komplikace, trombóza s následným syndromem horní duté žíly či technické nedostatky samotného katetru, jako je například netěsnost či neprůchodnost (Vilímová, Nováková a Jankovcová, 2016).

PICC je periferně implantovaný centrální katetr a je tedy i dalším způsobem pro zajištění centrálního žilního řečiště. Kanylace je prováděna přes periferní žilní systém za UZ kontroly, nejčastěji přes vena basilica, vena cephalica či vena brachialis. Přes PICC lze podávat velké objemy, koncentrované složení a měřit i CŽT (Šebelová et al., 2014). Zavedení tohoto vstupu není indikováno v urgentních situacích, avšak pro déle trvající terapie na JIP by měl být první volbou. Patří mezi střednědobé vstupy, je indikován při terapii delší než 15 dní a dle stavu lze ponechat i více než 1 rok (Charvát, 2017).

PICC vzhledem ke svému uložení na paži je spojen s minimálním výskytem infekčních komplikací a lze jej bezpečně zajistit i u rizikových klientů, kde je zavedení CŽK riskantní. (ARO Nemocnice Havlíčkův Brod, 2015). Postup zavedení i pomůcky jsou shodné s CŽK, odlišný je pouze katetr, který je značně delší a nefixuje se stehy ke kůži. Po výkonu musí být také provedena RTG kontrola umístění. Ošetrovatelská péče je zaměřena na ošetřování místa vpichu speciálními prostředky a minimalizaci rizika vzniku komplikací (Šebelová et al., 2014).

7.3.2.3 Intraoseální přístup

Je typ urgentního zajištění žilního systému, kdy nelze zajistit kvalitní periferní žilní přístup a prodlení při zajištění centrálního žilního vstupu by mohlo mít pro klienta fatální následky. Intraoseální přístup je limitován kapacitou kostní dřeně, která omezuje rychlost aplikace, bolestí při zavádění a nízkou dobou použitelnosti, která je omezena na 6 až 12 hodin, v krajních případech na 24 hodin. K zajištění vstupu se nejčastěji využívá proximální či distální část kosti holenní, anebo hlavice kosti pažní, kde se zavede speciální jehla až do kostní dřeně, přes kterou je potom infuzní léčba zajišťována. Mezi komplikace patří infekce, poškození kosti a dislokace jehly (Horáček a Lejsek, 2014).

7.3.2.4 Prevence katetrových infekcí

Jedná se o součást konceptu bezpečné infuzní terapie. Dle Guidelines for the Prevention of Intravascular Catheter-Related Infections je základem prevence vzdělávání a školení zdravotnického personálu (CDC, 2017). Důležitost vzdělání a proškolení personálu klade i program B.Braun Safety (2018), který opakovaně zdůrazňuje hygienickou péči rukou. Oba dva tyto aspekty jsou potvrzeny několika studiemi, které shrnuje Perin et al. (2016) a doplňuje, že se jedná o 2 nejdůležitější aspekty v rámci prevence katetrových infekcí.

CDC (2017) zmiňuje i výběr místa zavedení katetru. Katetr zavedený v axile či třísele je nevhodný kvůli nadměrnému pocení v těchto oblastech, u klientů s tracheostomií je zase nevhodné umístit katetr do oblasti krku, kvůli nadměrné expozici sekretů z dýchacích cest. Doporučení při zavádění katetru souvisí zejména s důkladnou desinfekcí místa vpichu, rouškováním klienta či osobními ochrannými pomůckami (CDC, 2017). Tyto postupy jsou shodné s postupy uvedenými výše.

Velký důraz je kladen na ošetřování místa zavedení katetru. Jeho okolí by mělo být omýváno 2% chlorhexidinovým mýdlem a sterilně kryto. V prvních 24 až 48 hodinách je k tomuto účelu nejčastěji využíváno netransparentní sterilní krytí ze savého materiálu. Poté je nejvhodnější využívat transparentní krytí, přes které je na místo vpichu vidět a může být tak kontrolováno i bez jeho odstranění. Pokud je krytí vlhké, prosáklé,

znečištěné či se odlepuje, je nutné je vyměnit, jinak se krytí vyměňuje dle standardu oddělení či použitého výrobku (CDC, 2017).

7.3.3 Ošetrovatelská péče

Ošetrovatelská péče o klienta na jednotce intenzivní péče je rozdělena do 2 skupin. A to na péči speciální a odbornou, která se zabývá přístrojovým vybavením, monitorací klienta, péče o invazivní vstupy a také zdravotním stavem klienta. Úkolem sestry je plnit odborné ordinace lékaře a sledovat klientův zdravotní stav, který se může náhle změnit. Sestra by měla být tím, kdo si změny zdravotního stavu všimne jako první a měla by začít okamžitě jednat. Její úlohou je také vyplňování zdravotnické dokumentace, která je jediným záznamem o zdravotním stavu klienta v průběhu pobytu na JIP. Díky správně vyplněné dokumentaci je možné odhalit počínající problém již v jeho počátku (Dresslerová, Flajšingrová a Nekudová, 2014).

Další skupina je péčí základní a zahrnuje péči o samotného klienta a jeho základní potřeby. Tato část péče se odvíjí od klienta, jeho zdravotního stavu, možností a omezení, nikoliv primárně od jeho onemocnění. Vychází z holistické teorie, z konceptu bio-psycho-sociálně-spirituálního pojetí člověka a je základem pro samotné ošetrovatelství (Dresslerová, Flajšingrová a Nekudová, 2014).

V tuzemsku je ošetrovatelská péče poskytována nejčastěji pomocí ošetrovatelských diagnóz dle NANDA II, které respektují holistické pojetí člověka a jeho bio-psycho-sociálně-spirituální potřeby. V dnešní době je definováno již 244 ošetrovatelských diagnóz, které jsou zařazeny do jedné ze 13 oblastí – domén: podpora zdraví, výživa, vylučování, aktivita/odpočinek, vnímání/poznávání, vnímání sebe sama, vztahy, sexualita, zvládání zátěže, životní principy, bezpečnost/ochrana, komfort, růst a vývoj (NANDA Internacional, 2018).

8 Závěr

Volumoterapie a hemoterapie jsou neodmyslitelnou součástí zdravotní péče. Lze je poskytovat zvlášť, ale lze je i kombinovat a poskytovat současně. Jedná se o standardně využívané metody léčby, které se rozvinuly po 2. světové válce a v dnešní medicíně mají nenahraditelné místo. Jejich vývoj jde neustále kupředu, vyvíjejí se modernější pomůcky pro bezpečnost těchto terapií, vylepšují se preparáty a vyvíjejí se nové, standardizují se postupy a minimalizují se léčebná rizika.

Volumoterapie je charakterizována podáváním infuzních roztoků do krevního řečiště s účelem zajistit hydrataci organismu, dostatečnou náplň cévního řečiště a transportovat léky. Mezi základní aspekty podávání volumoterapie patří správná indikace, zvolení vhodných přípravků ve vhodném množství. Nejnovější způsob poskytování této léčby je označován jako personalizovaná tekutinová léčba, která klade důraz na konkrétního klienta a jeho zdravotní stav. Mezi aspekty personalizované tekutinové léčby patří klient, klinický stav, indikace, cíle, časování, výběr infuzních přípravků a jejich množství a infuzní strategie (van Haren, 2017). Koncept personalizované tekutinové léčby navazuje i na fakt, že ne vždy je podávání tekutin pro klienta přínosné, což popisují van Haren a Zacharowski v roce 2014. Pouze ale Druml et al. (2016) se ve své práci zabývá souhlasem klienta s poskytováním tekutinové léčby.

Volumoterapie či tekutinová léčba je poskytována pomocí infuzních roztoků. Infuzní roztoky lze dělit dle několika hledisek, nejvyužívanější je dělení roztoků dle velikosti obsažených molekul a tím i podle jejich účinku. Krystaloidní infuzní roztoky jsou roztoky nízkomolekulární, které slouží zejména k rychlé hydrataci organismu. Roztoky vysokomolekulární jsou koloidní infuzní roztoky, jejichž účinek spočívá v zajištění dostatečného intravaskulárního objemu. Detailní charakteristika roztoků je zpracována v textu, sumarizační tabulka se složením jednotlivých roztoků je zařazena v přílohách – příloha č. 3. Nejzajímavější zjištěná informace se týká roztoku Isolyte, který dle výrobce nesmí být mísen s jinými léčivými přípravky. V praxi se přitom běžně mísí s jinými léčivými přípravky a slouží jako nosný roztok.

Volumoterapie na jednotkách intenzivní péče je nejčastěji spojována se šokovými stavy, tato terapie ale není sjednocena a v jednotlivých doporučeních se odborníci liší. Rozdíly jsou jak v typech používaných roztoků, tak i ve způsobu jejich aplikace a v neposlední řadě i dle zvolení zásadního aspektu, podle kterého léčbu řídit. Nejvíce zastánců má přístup zohledňující zdravotní stav klienta, ke kterému se přiklánějí i tuzemští autoři. Jeho zastánci jsou i Bennett, Vitourio a Cecconi. Tito autoři se zabývají účinky tekutin v organismu a z jejich doporučení vyplývá, že lékař by se měl vždy řídit klinickým stavem a vždy uvážit poměr mezi přínosy a riziky (Bennett, Vitourio a Cecconi, 2018). Procter (2018) považuje za nejdůležitější aspekt terapie příčiny vzniku nedostatku tekutin v organismu.

Další rozdílné pohledy jsou zejména na používání koloidních roztoků. Někteří autoři je z terapie úplně vyčleňují kvůli možným rizikům, jiní jimi léčbu vhodně doplňují. Procter je zastáncem jejich vyčlenění, k terapii hypovolemie bez krvácení stačí použít izotonické či hypotonické krystaloidy a při krvácení ztráty nahradit krystaloidními roztoky nebo transfuzními přípravky (Procter, 2018). Používání koloidních roztoků HES je omezeno i Evropskou lékovou agenturou (EMA, 2018).

Poskytování volumoterapie a infuzní léčby je zaštitěno standardizovanými postupy a zásadami, které jsou shodné jak v domácí literatuře, tak i zahraniční. Tato shoda svědčí o kvalitě zdravotní péče zajišťované sestrami u nás. INS pouze klade důraz na poučení klienta, aby v žádném případě s linkou nemanipuloval a sám ji nerozpojoval. INS informovala ještě navíc o zavedení infuzních linek se standardizací ISO, která díky svým vlastnostem bude minimalizovat možnost jejich připojení na špatnou aplikační cestu (INS, 2016).

Zvýšením bezpečnosti infuzní terapie se zabývají společnosti vyrábějící pomůcky i výzkumy. Z jejich výsledků vyplývá, že zásadní vliv na zvýšení bezpečnosti má vzdělávání a školení zdravotnických pracovníků. Pro sestry zajímavé doporučení se týká přípravy individuálních infuzních roztoků, která by měla být přesunuta do lékáren specializovaným pracovníkům. Tímto opatřením by se minimalizovalo riziko medikační chyby, mikrobiální kontaminace či kontaminace částicemi.

Hemoterapie je léčba, při které jsou podávány transfuzní přípravky a/nebo krevní deriváty. Využívá se v situacích, kdy není jiná možnost léčby. Jejím cílem je zajistit klientovi co největší léčebný přínos při současném snížení rizik na nejnižší možné minimum. Minimalizace těchto rizik a celková bezpečnost hemoterapie je součástí hemovigilance. Veškeré činnosti v souvislosti s hemovigilancí zajišťuje Internacional Hemovigilance Network. Jednotlivé transfuzní preparáty jsou definované Evropským ústředím pro jakost léčiv – EDQM, které se zabývá i jejich přípravou a použitím. Svými opatřeními zajišťuje kvalitu transfuzního lékařství.

Krevní deriváty jsou farmaceuticky vyráběná léčiva, které jsou vyráběna z krevní plazmy extrakcí jejich jednotlivých složek. Nejčastěji jsou využívány koncentráty koagulačních faktorů, imunoglobuliny či albumin.

V souvislosti s řešením akutních stavů na jednotkách intenzivní péče se více setkáváme s podáváním transfuzních preparátů. Jejich podávání je ovlivňováno mnoha zásadami a standardizovanými postupy, které vycházejí z konceptu hemovigilance. Nejnovější tuzemské zpracování těchto zásad je v doporučených postupech ČLS JEP od Gašové et al. z roku 2015. Tyto postupy a zásady se shodují s postupy INS z roku 2016, které jsou doplněny o 2 doporučení, a to, že sestra by měla být přítomna u lékařského poučení a klientova souhlasu a dohlédnout na klientovo svobodné rozhodnutí a možnost ptát se. Druhé doporučení se týká dvojí kontroly preparátů a dokumentace u klientova lůžka. INS umožnila možnost kontroly pouze jedním zdravotníkem se současným využitím moderních technologií, například ověření správnosti přípravku čárovým kódem (INS, 2016).

Z pohledu sestry lze tedy shrnout, že poskytovaná zdravotní péče v souvislosti s podáváním transfuzních přípravků je v tuzemsku na vysoké úrovni a je srovnatelná s péčí v zahraničí. Pouze aktualizace standardizovaných postupů pro sestry v souvislosti s transfuzní léčbou někde zaostává. Na mnohých odděleních přežívá i starý zvyk provádění biologické zkoušky, která se dle nových doporučení již neprovádí a podávání transfuze je zahájeno pomalou aplikací po dobu 15 minut, a to za nepřetržité kontroly lékaře či pověřené sestry se specializací IP.

Oba dva druhy výše zmíněných terapií mají velké množství indikací a situací, kdy je lze využít. Stav, kdy se využívají tyto terapie současně a v intenzivní péči je poměrně častý, je hypovolemický šok. Této problematice je věnována poslední část práce, která je zaměřena zejména na ošetrovatelskou péči. Podstatnou úlohu v péči o klienta na JIP hraje monitorace, to souvisí i se sledováním hemodynamických parametrů, které jsou pro správné poskytování volumoterapie a hemoterapie při léčbě hypovolemického šoku nezbytné. Role sestry spočívá v napojení klienta na potřebné technické vybavení a nastavení monitorace včetně hraničních hodnot a kontrolních měření a analýze získaných parametrů. Dále spočívá role sestry v souvislosti s poskytováním volumoterapie a hemoterapie v zajištění přístupu do cévního řečiště a jeho ošetřování. Nejčastěji se využívá žilní řečiště a periferní či centrální vstupy. Mezi nedocenené vstupy v našich podmínkách dle mého názoru patří midline a PICC katétry. Jejich použití v péči je zatím minimální a nejčastěji využívaným žilním vstupem v intenzivní péči je centrální žilní katétr. Standardy v péči o žilní vstupy u nás se výrazně neodlišují od péče v zahraničí. Jen využívání lokálních anestetik při periferní kanylaci není standardem v našich podmínkách, i INS (2016) se k jejich použití přiklání. Intravenózní vstupy jsou spojeny s rizikem vzniku katetrové infekce. Mezi její základní prevenci dle CDC (2017) patří hygienická péče o ruce a dodržování zásad asepsy. Pouze důkladnou hygienickou péčí lze snížit výskyt katetrových infekcí až o 50 %.

Další ošetrovatelská péče je pouze shrnuta do jednotlivých oblastí péče, její detailní rozpracování již překročilo rámec práce. Navíc se jedná o péči poskytovanou na JIP standardně a nejedná se pouze o péči specifickou pro klienta v hypovolemickém šoku.

9 Seznam použitých informačních zdrojů

1. ADAMUS, M. et al., 2012. *Základy anesteziologie, intenzivní medicíny a léčby bolesti*. 2., dopl. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. 358 s. ISBN 978-80-244-2996-0.
2. ARDEAPHARMA, 2018. Přípravky. *Ardeapharma* [online]. [cit. 2018-06-16]. Dostupné z: <http://www.ardeapharma.cz/pripravky/>.
3. ARO NEMOCNICE HAVLÍČKŮV BROD, 2015. Dlouhodobé žilní vstupy PICC a midline. *Nemocnice Havlíčkův Brod* [online]. [cit. 2018-07-30]. Dostupné z: <http://www.onhb.cz/Data/files/PICC%20a%20midline.pdf>.
4. BAXTER, 2018. Infuzní terapie. *Baxter* [online]. [cit. 2018-06-15]. Dostupné z: http://www.baxter.cz/pro_odborniky_ve_zdravotnictvi/infuzni_terapie/index.html.
5. B.BRAUN, 2010 – 2017. Infuzní a injekční roztoky. *B.Braun* [online]. [cit. 2018-06-20]. Dostupné z: <https://www.bbraun.cz/cs/produkty-a-terapie/product-catalog/infuzni-lecba/infuzni-a-injekcni-roztoky.html>.
6. B.BRAUN FOR SAFETY, 2018. Risk Prevention. *B.Braun for Safety* [online]. [cit. 2018-06-20]. Dostupné z: <https://www.bbraunforsafety.com/en.html>.
7. BD, 2017. End to End Infusion Safety. *BD* [online]. [cit. 2018-07-31]. Dostupné z: <http://mms.bd.com/end-to-end-infusion-safety>.
8. BEHARKOVÁ, N. a SOLDÁNOVÁ, D., 2016. Podávání léků ve zdravotnických zařízeních. *Základy ošetrovatelských postupů a intervencí* [online]. [cit. 2018-06-20]. Dostupné z: https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/lf/ps16/osetrovatelske_postupy/web/pages/04-leky.html.
9. BENEŠ, J. et al., 2015. *Základy fyziky pro lékařské a zdravotnické obory*. Praha: Grada 224 s. ISBN: 978-80-247-4712-5.
10. BERNÁŠKOVÁ, K., 2013. Poruchy homeostázy a patologická fyziologie krve. In: NOHEJLOVÁ, K., et al., 2013. *Úvod do preklinické medicíny: Patofyziologie*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, 3. lékařská fakulta. 185 s. ISBN 978-80-87878-04-0.
11. BĚLOHLÁVEK, J., 2011. Šok. In: KLENER, P., et al. *Vnitřní lékařství*. 4., přeprac. a dopl. vyd. 1174 s. ISBN: 978-80-7262-705-9.

12. BULIKOVÁ, A., 2014. Léčba a profylaxe krvácení transfuzními přípravky a krevními deriváty. In: PENKA, M. *Krvácení*. Praha:Grada. 336 s. ISBN: 978-80-247-0689-4.
13. CDC, 2017. *Guidelines for the Prevention of Intravascular Catheter-Related Infections* [online]. [cit. 2018-07-31]. Dostupné z: <https://www.cdc.gov/infectioncontrol/guidelines/bsi/recommendations.html>.
14. ČERNÁ PAŘÍZKOVÁ, R. a ČERNÝ, V., 2014. Šokové stavy. In: ŠEVČÍK, P. *Intenzivní medicína*. 3., přeprac. a rozšíř. vyd. Praha: Galén. 1195 s. ISBN 978-80-7492-066-0.
15. ČERNÝ, V., 2014. Monitorování. In: ŠEVČÍK, P. *Intenzivní medicína*. 3., přeprac. a rozšíř. vyd. Praha: Galén. 1195 s. ISBN 978-80-7492-066-0.
16. ČESKO, 2017a. Vyhláška č. 391/2017 Sb., kterou se mění vyhláška č. 55/2011 Sb., o činnostech zdravotnických pracovníků a jiných odborných pracovníků, ve znění vyhlášky č. 2/2016 Sb. In: *Sbírka zákonů České republiky*. Částka 137. 4360 – 4375 s. ISSN 1211-1244.
17. ČESKO, 2017b. Zákon č. 66/2017 Sb., kterým se mění zákon č. 378/2007 Sb., o léčivech a o změnách některých souvisejících zákonů (zákon o léčivech), ve znění pozdějších předpisů, a další související zákony. In: *Sbírka zákonů České republiky*. Částka 22, 706-722 s. ISSN 1211-1244.
18. ČESKO, 2018. Vyhláška č. 130/2018 Sb., kterou se mění vyhláška č. 143/2008 Sb., o stanovení bližších požadavků pro zajištění jakosti a bezpečnosti lidské krve a jejích složek (vyhláška o lidské krvi), ve znění pozdějších předpisů. In: *Sbírka zákonů České republiky*. Částka 66. ISSN 1211-1244. Dostupné z: <http://www.sagit.cz/info/sb18130>
19. DE BACKER, D. a VINCENT, J-L., 2018. Should we measure the central venous pressure to guide fluid management? Ten answers to 10 questions. *Critical Care*. (22)43 s 6. DOI 10.1186/s13054-018-1959-3.
20. DRESSLEROVÁ, J., FLAJŠINGROVÁ, J. a NEKUDOVA, J., 2014. Ošetřovatelství v intenzivní péči. In: ŠEVČÍK, P. *Intenzivní medicína*. 3., přeprac. a rozšíř. vyd. Praha: Galén. 1195 s. ISBN 978-80-7492-066-0.

21. DRUML, CH. et al., 2016. ESPEN guideline on ethical aspects of artificial nutrition and hydration. *Clinical Nutrition*. 35(3) s. 545-556. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clnu.2016.02.006>.
22. DYLEVSKÝ, I., 2013. *Základy funkční anatomie člověka*. Praha: Česká technika - nakladatelství ČVUT. s. 215. ISBN: 978-80-01-05249-5.
23. EDQM, 2017. *Guide to the preparation, use and quality assurance of blood components*. 19th edition. Strasbourg: Council of Europe. 545 s. ISBN 978-92-871-8415-3.
24. EMA, 2018. Hydroxyethyl-starch solutions for infusion to be suspended – CMDh endorses PRAC recommendation. *European Medicines Agency* [online]. [cit. 2018-04-16]. Dostupné z: http://www.ema.europa.eu/ema/index.jsp?curl=pages/news_and_events/news/2018/01/news_detail_002892.jsp&mid=WC0b01ac058004d5c1.
25. FREIXO, A. et al., 2017. Nurses knowledge in Transfusion Medicine in a Portuguese university hospital: the impact of an education. *Blood Transfusion*. 15(1). 49–52. Doi: 10.2450/2016.0185-15.
26. FRESENIUS KABI, 2017. Isolyte. *Fresenius Kabi* [online]. [cit. 2018-06-20]. Dostupné z: <https://www.fresenius-kabi.com/cz/vpois>.
27. FRESENIUS KABI, 2018. Objemová terapie/HES. *Fresenius Kabi* [online]. [cit. 2018-06-25]. Dostupné z: <https://www.fresenius-kabi.com/cz/produkty/blood-volume-substitutes-hes>.
28. FROST, P., 2014. Intravenous fluid therapy in adult inpatients. In: *BMJ*. 350:g7620. DOI 10.1136/bmj.g7620
29. FUNG, M.K. a HEDDLE, N.M., 2017. Febrile and Allergic Transfusion Reactions. In: MURPHY, M.F., ROBERTS, D.J. a YAZER M.H. *Practical Transfusion Medicine*. 5. ed. Oxford: Wiley Blackwell. 629 s. ISBN: 9781119129448.
30. GAŠOVÁ, Z., et al., 2015. Doporučené postupy pro podání transfuzních přípravků. *Postgraduální medicína* [online]. [cit. 2018-06-25]. Dostupné z: <https://zdravi.euro.cz/clanek/postgradualni-medicina/doporucene-postupy-pro-podani-transfuznich-pripravku-480303>.

31. GREIFFENEGGOVÁ, L., 2016. Postup při podání transfuze. *is.muni.cz* [online]. [cit. 2018-07-12]. Dostupné z: https://is.muni.cz/el/1411/podzim2016/BZPO011c/um/transfuze/postup_podani_transf_prez.pd.
32. HATAYAMA, Y. et al., 2018. Analysis of Acute Transfusion Reactions and Their Occurrence Times. *Yonago Acta Med.* 61(1). 87 – 90 s. DOI 10.24563/yam.2017.12.008.
33. HAVEL, E., 2017. Monitorování na jednotce intenzivní péče. In: ZADÁK, Z. *Intenzivní medicína na principech vnitřního lékařství. 2., dopl. a přeprac. vyd.* Praha: Grada 448 s. ISBN: 978-80-271-0922-7.
34. HECZKOVÁ, J. a BULAVA, A., 2016. Monitorování. In: BARTŮNĚK, P. et al. *Vybrané kapitoly z intenzivní péče.* Praha: Grada. 752 s. ISBN: 978-80-247-4343-1.
35. HERMANOVÁ, I., 2015. Syntetické koloidy 2015 – spolehlivé objemové náhrady. *Bbraun.cz: braunoviny* [online]. [cit. 2018-04-16]. Dostupné z: <http://braunoviny.bbraun.cz/synteticke-koloidy-2015-spolehlive-objemove-nahrady>.
36. HORÁČEK, M., JEBAVÝ L. a MALÝ J., 2017. Hematologie a transfuziologie. In: NAVRÁTIL, L. et al. *Vnitřní lékařství pro nelékařské zdravotnické obory. 2., zcela přeprac. a dopl. vyd.* Praha: Grada. 560 s. ISBN 978-80-271-0210-5.
37. HORÁČEK, M. a LEJSEK, J., 2014. Zajištění přístupů do krevního oběhu. In: ŠEVČÍK, P. *Intenzivní medicína. 3., přeprac. a rozšíř. vyd.* Praha: Galén. 1195 s. ISBN 978-80-7492-066-0.
38. CHARVÁT, J., 2017. Indikace midline, PICC, cévní vstup v intenzivní péči. *Sepse Ostrava* [online]. [cit. 2018-07-30]. Dostupné z: <http://www.sepseostrava.cz/sepse/sbornik/2017/2charvat-sepse2017.pdf>.
39. IHN, 2018. *Internacional Hemovigilance Network* [online]. [cit. 2018-06-22]. Dostupné z: <https://ihn-org.com/>.
40. INS, 2016. Infusion Therapy Standards of Practice. *Journal of Infusion Nursing.* 39(1S). 169 s. ISSN: 1533-1458.
41. IVTEAM, 2018. Evidence. *VIP score* [online]. [cit. 2018-07-30]. Dostupné z: <http://www.vipscore.net/evidence/>.
42. JABOR, A., 2008. *Vnitřní prostředí.* Praha: Grada. 530 s. ISBN 978-80-247-1221-5.

43. JANOTA, T., 2015. Šok a kardiopulmonální resuscitace. In: ČEŠKA, R. *Interna*. 2., akt. vyd. Praha: Triton. 909 s. ISBN: 978-80-7387-885-6.
44. KAŠÁKOVÁ, E., VOKURKA, M. a HUGO J., 2015. *Výkladový slovník pro zdravotní sestry*. Praha: Maxdorf. 431 s. ISBN: 978-80-7345-424-1.
45. KAZDA, A. et al. 2012. *Kritické stavy: metabolická a laboratorní problematika*. Praha: Galén. 346 s. ISBN 978-80-7262-763-9.
46. KITTNAR, O. et al., 2011. *Lékařská fyziologie*. Praha: Grada. 790 s. ISBN 978-80-247-3068-4.
47. KLÁNOVÁ, M., 2009. Jehovisté a krevní deriváty. *Sestra*. 19(11). 14-16 s. ISSN 1210-0404.
48. KLEINMAN, S.H. a KOR, D.J., 2017. Lung Injury and Pulmonary Oedema After Transfusion. In: MURPHY, M.F., ROBERTS, D.J. a YAZER M.H. *Practical Transfusion Medicine*. 5. ed. Oxford: Wiley Blackwell. 629 s. ISBN: 9781119129448.
49. KOMISE PRO TVORBU STANDARDŮ, 2013. Standard ošetrovatelské péče č. 17 Transfuze. *Nemocnice České Budějovice a.s.* [online]. [cit. 2018-07-13]. Dostupné z: <http://www.nemcb.cz/>.
50. KUTNOHORSKÁ, J., 2010. *Historie ošetrovatelství*. Praha: Grada 208 s. ISBN 978-80-247-3224-4.
51. LAVRÍKOVÁ, P. a FONTANA J., 2014. Acidobazická rovnováha. In: *Funkce buněk a lidského těla* [online]. [cit. 2018-02-11] Dostupné z: <http://fbt.cz/skripta/vii-vylucovací-soustava-a-acidobazicka-rovnovaha/7-acidobazicka-rovnovaha/>.
52. LEJDAROVÁ, H., 2015. *Transfuzní přípravky a krevní deriváty* [online]. [cit. 2018-06-23]. Dostupné z: https://is.muni.cz/el/1411/podzim2015/BLKTS051p/um/Transfuzni_pripravky_a_krevni_derivaty.pdf.
53. LEWIS, S.R., et al., 2018. Colloids versus crystalloids for fluid resuscitation in critically ill people. *Cochrane Database of Systematic Reviews* (online). [cit. 2018-08-09]. DOI 10.1002/14651858.CD000567.pub7
54. LUBANDA, H., 2016. Šokové stavy. In: BARTŮNĚK, P. et al. *Vybrané kapitoly z intenzivní péče*. Praha: Grada. 752 s. ISBN: 978-80-247-4343-1.

55. MALÝ, J. a MAISNAR, V., 2017. Reakce na léčbu krevními deriváty a její komplikace. In: ZADÁK, Z. *Intenzivní medicína na principech vnitřního lékařství*. 2., dopl. a přeprac. vyd. Praha:Grada 448 s. ISBN: 978-80-271-0922-7.
56. MAŇÁK, J., 2017. Šok a multiorgánové selhání. In: ZADÁK, Z. *Intenzivní medicína na principech vnitřního lékařství*. 2., dopl. a přeprac. vyd. Praha:Grada 448 s. ISBN: 978-80-271-0922-7.
57. MAREŠOVÁ, M., 2018. Tisková zpráva NRL pro HIV-AIDS - Trendy vývoje a výskyt HIV-AIDS v ČR v roce 2017. *Státní zdravotní ústav* [online]. [cit. 2018-07-12]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/tema/prevence/tiskova-zprava-nrl-pro-hiv-aids-trendy-vyvoje-a-vyskyt-hiv-1>.
58. MARX, G. et al., 2016. Intravascular volume therapy in adults. In: *Eur J Anaesthesiol*. 33(7) s. 488–521. DOI: 10.1097/EJA.0000000000000447.
59. MASÁR, O., et al., 2012. *Urgentná medicína pre medikov*. Bratislava: Lékařská fakulta Univerzity Komenského v Bratislavě. 175 s. ISBN: 978-80-223-3262-0.
60. MASSEY, E.J., DAVENPORT, R.D. a KAUFMAN, R.M., 2017. Haemolytic transfusion Reactions. In: MURPHY, M.F., ROBERTS, D.J. a YAZER M.H. *Practical Transfusion Medicine*. 5. ed. Oxford: Wiley Blackwell. 629 s. ISBN: 9781119129448.
61. MORRISON, K. a HOLT, K. E., 2015. The Effectiveness of Clinically Indicated Replacement of Peripheral Intravenous Catheters: An Evidence Review With Implications for Clinical Practice. *Worldviews on Evidence-Based Nursing*. 12(4). 187-198 s. DOI: 10.1111/wvn.12102 .
62. MOUREK, J. et al., 2013. *Fyziologie, biochemie a metabolismus pro nutriční terapii*. České Budějovice: ZSF JU v Českých Budějovicích. 99 s. ISBN 978-80-7394-438-4.
63. MURPHY, M.F., 2017. Posttransfusion Purpura. In: MURPHY, M.F., ROBERTS, D.J. a YAZER M.H. *Practical Transfusion Medicine*. 5. ed. Oxford: Wiley Blackwell. 629 s. ISBN: 9781119129448.

64. MZ ČR, 2014. Koncepce ošetrovatelství. In: *Ministerstvo zdravotnictví České Republiky* [online]. [cit. 2018-07-31]. Dostupné z: https://www.mzcr.cz/obsah/koncepce-oseetrovatelstvi_3196_3.html.
65. NANDA INTERNACIONAL, 2018. *Nursing Diangnoses. Definitions and Classification 2018 – 2020*. 11 Ed. Thieme: New York. ISBN: 978-1-62623-930-2.
66. NEUBAUEROVÁ, R., 2015. Enterální a parenterální výživa. *Česká gastroenterologická společnost JEP* (online). [cit. 2018-08-02]. Dostupné z: http://www.cgs-cls.cz/wp-content/uploads/2016/02/02__r_neubauerova_c.pdf
67. NOVÁK, F., 2016. Výživa v intenzivní péči. In: BARTŮNĚK, P. et al. *Vybrané kapitoly z intenzivní péče*. Praha: Grada. 752 s. ISBN: 978-80-247-4343-1.
68. PEJCHALOVÁ, A., 2012. Imunologie erytrocytů. In: PENKA, M., et al. *Hematologie a transfuzní lékařství II*. Transfuzní lékařství. Praha: Grada 192 s. ISBN 978-80-247-3460-6.
69. PERIN, D.C. et al., 2016. Evidence-based measures to prevent central line-associated bloodstream infections: a systematic review. *Rev. Latino-Am. Enfermagem*. 24:e2787 s. 10. DOI: 10.1590/1518-8345.1233.2787.
70. PROCTER, L. D., 2018. Intravenous Fluid Resuscitation. In: *msdmanuals.com* (online). [cit. 2018-07-30]. Dostupné z: <https://www.msdmanuals.com/professional/critical-care-medicine/shock-and-fluid-resuscitation/intravenous-fluid-resuscitation>.
71. PRODARCE.CZ, 2018. Kdy je dárcovství omezeno. *ProDarce.cz* [online]. [cit. 2018-07-12]. Dostupné z: <https://www.prodarce.cz/darcovstvi/#kdy-je-darcovstvi-omezeno>.
72. PROCHÁZKOVÁ, R. a TUREK, P., 2013. Potransfuzní reakce. In: ŘEHÁČEK, V., MASOPUST, J. *Transfuzní lékařství*. Praha: Grada. 240 s. ISBN:978-8-247-4534-3.
73. RAMIREZ-ARCOS, S. a GOLDMAN, M., 2017. Bacterial Contamination. In: MURPHY, M.F., ROBERTS, D.J. a YAZER M.H. *Practical Transfusion Medicine*. 5. ed. Oxford: Wiley Blackwell. 629 s. ISBN: 9781119129448.
74. REDAKCE BRAUNOVIN, 2018. Rizika infuzní terapie jsou vysoká, ale lze se jich vyvarovat. In: *Braunoviny* [online]. [cit. 2018-06-20]. Dostupné z:

<https://braunoviny.bbraun.cz/rizika-infuzni-terapie-jsou-vysoka-ale-lze-se-jich-vyvarovat>.

75. ROUBKOVÁ, J., 2018. Česko zvažuje plošné zavedení citlivějšího testování krevních transfuzí. Snížil by se počet přenosů virů. *iROZHLAS.cz* [online]. [cit. 2018-07-12]. Dostupné z: https://www.irozhlas.cz/zivotni-styl/zdravi/krevni-transfuzi-adam-vojtech-ministerstvo-zdravotnictvi_1803100947_pj.
76. ROKYTA, R. et al., 2016. *Fyziologie*. 3., přeprac. vyd. Praha: Galén. 434 s. ISBN 978-80-7492-238-1.
77. ROZSYPAL, H., 2015. *Základy infekčního lékařství*. Praha: Univerzita Karlova v Praze. 566 s. ISBN 978-80-246-2932-2.
78. ŘEHÁČEK, V., 2013. Výroba transfuzních přípravků, transfuzní přípravky a indikace podání transfuzních přípravků. In: ŘEHÁČEK, V. a MASOPUST, J. *Transfuzní lékařství*. Praha: Grada. 240 s. ISBN:978-8-247-4534-3.
79. SEDLÁŘOVÁ, P., ZVONÍČKOVÁ, M., a SVOBODOVÁ H., 2017. Aktuální doporučení v péči o periferní žilní katetry. *Medicína pro praxi*. 14(2), s, 94 – 97. ISSN 1803-5876.
80. SEIDLOVÁ, D., TOBIÁŠOVÁ, A. a STIBOR, B., 2013. Plán péče o pacienta odmítajícího krevní transfúzi. *Akutne.cz* [online]. [cit. 2018-07-16]. Dostupné z: <http://www.akutne.cz/res/publikace/pl-n-p-e-o-pacienta-odm-taj-c-ho-krevn-transf-zi-seidlov-d.pdf>.
81. SENTIVANOVÁ, L., 2016. Infuzní terapie. In: BARTŮNĚK, P. et al. *Vybrané kapitoly z intenzivní péče*. Praha: Grada. 752 s. ISBN: 978-80-247-4343-1.
82. SHAZ, B.H., FRANCIS, R.O. a HILLYER, C.D., 2017. Transfusion-Associated Graft-Versus-Host Disease and Microchimerism. In: MURPHY, M.F., ROBERTS, D.J. a YAZER M.H. *Practical Transfusion Medicine*. 5. ed. Oxford: Wiley Blackwell. 629 s. ISBN: 9781119129448.
83. SCHÜCK, O., 2013. *Poruchy metabolismu vody a elektrolytů*. S klinickými případy. Praha: Grada. 160 s. ISBN 978-80-247-3689-1.
84. SKÁLOVÁ, A., 2018. Bezkrvní medicína a život ohrožující krvácení. *Zdravotnictví a medicína* [online]. [cit. 2018-07-22]. Dostupné z:

- https://zdravi.euro.cz/clanek/bezkrevni-medicina-a-zivot-ohrozujici-krvaceni486504?seo_name=mlada-fronta-noviny-zdravi-euro-cz.
85. SKLENÁŘOVÁ, I., 2012. *Infuzní roztoky* [online]. [cit. 2018-06-15]. Dostupné z: <https://is.muni.cz/el/1411/podzim2014/BZPO011c/2.Infuzniroztoky.pdf>.
 86. SOVOVÁ, E. et al., 2012. *Vybrané kapitoly z vnitřního lékařství pro nelékařské obory*. Olomouc: Universita Palackého v Olomouci. 283 s. ISBN: 978-80-244-3133-8.
 87. STIBOR, B., 2014. Terapie krevními deriváty a transfuzními přípravky, potransfuzní reakce. In: ŠEVČÍK, P. *Intenzivní medicína*. 3., přeprac. a rozšíř. vyd. Praha: Galén. 1195 s. ISBN 978-80-7492-066-0.
 88. STRAŠÍK, S., 2014. Imunoglobuliny a jejich terapeutické použití. *Praktické lékařství*. 10(6). 233–237 s. ISSN 1801-2434.
 89. SUKL, 2018. Databáze léků. *Státní ústav pro kontrolu léčiv* [online]. [cit. 2018-06-20]. Dostupné z: <http://www.sukl.cz/modules/medication/search.php>.
 90. ŠEBELOVÁ, H. et al., 2014. Ošetrovatelská péče o PICC katétr. *Akutne.cz* (online). [cit. 2018-08-04]. Dostupné z: <http://www.akutne.cz/res/publikace/k-elov-picc-akutn-cz.pdf>.
 91. ŠEVČÍK, P., et al., 2014. Obecná problematika. In: ŠEVČÍK, P. *Intenzivní medicína*. 3., přeprac. a rozšíř. vyd. Praha: Galén. 1195 s. ISBN 978-80-7492-066-0.
 92. TESAŘ, V. et al., 2015. *Klinická nefrologie*. 2. zcela přeprac. a dopl. vyd. Praha: Grada. 650 s. ISBN 9788024797267.
 93. TESAŘOVÁ, E., 2012. Hemoterapie. In: PENKA, M., et al. *Hematologie a transfuzní lékařství II*. Transfuzní lékařství. Praha: Grada 192 s. ISBN 978-80-247-3460-6.
 94. TRNĚNÝ, M. et al., 2015. Hematologie. In: ČEŠKA, R. *Interna*. 2., akt. vyd. Praha: Triton. 909 s. ISBN: 978-80-7387-885-6.
 95. TUREK, P., 2014. Transfuzní přípravky. In: INDRÁK, K. *Hematologie a transfuzní lékařství*. Praha: Triton. 612 s. ISBN: 978-80-7387-722-4.
 96. URBÁNEK, M., 2016. Klinické vyšetření pacienta. In: BARTŮNĚK, P. et al. *Vybrané kapitoly z intenzivní péče*. Praha: Grada. 752 s. ISBN: 978-80-247-4343-1.

97. VAN HAREN, F. a ZACHAROWSKI, K., 2014. What's new in volume therapy in the intensive care unit? *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology*, 28(3) s. 275 – 283. DOI:10.1016/j.bpa.2014.07.005.
98. VAN HAREN, F., 2017. Personalised fluid resuscitation in the ICU: still a fluid concept? *Critical Care*. 21(Suppl.3):313 s.43–50. DOI 10.1186/s13054-017-1909-5.
99. VOJÁČEK, J., 2014. Šok. In: BUREŠ, J., et al. *Vnitřní lékařství*. 2., přeprac. a rozšíř. vyd. Praha: Galén. 1400 s. ISBN: 978-80-7492-145-2.
100. VYTEJČKOVÁ, R., 2014. *Infuzní terapie* [online]. [cit. 2018-07-15]. Dostupné z: https://is.muni.cz/el/1411/podzim2014/BPDV011c/1._Infuznx_terapie.pdf.
101. VYTEJČKOVÁ, R. a SEDLÁŘOVÁ P., 2015. *Ošetrovatelské postupy v péči o nemocné III*. Speciální část. Praha: Grada. 304 s. ISBN: 978-80-247-3421-7.
102. WEBB, C., NORRIS, A. a HANDS, K., 2018. An acute transfusion reaction. *Clinical Medicine*. 18(1). 95 – 97 s. DOI:10.7861/clinmedicine.18-1-95.
103. WEBERT, K.E. a HEDDL N.M., 2017. Investigation of Acute Transfusion Reactions. In: MURPHY, M.F., ROBERTS, D.J. a YAZER M.H. *Practical Transfusion Medicine*. 5. ed. Oxford: Wiley Blackwell. 629 s. ISBN: 9781119129448.
104. ZADÁK, Z. et al., 2017. Suplementace hořčíku – farmakologické mechanismy, metody podání a pastí. *Klin Farmakol Farm*. 31(3) s.16–18. ISSN: 1803-5353
105. ZLATOHLÁVEK, L. et al., 2017. *Interna pro bakalářské a magisterské obory*. Praha: Current Media. 488 s. ISBN978-80-88129-23-3.

10 Přílohy

Příloha č. 1 – Iontové složení intracelulární tekutiny v porovnání s intersticiální tekutinou a plazmou.

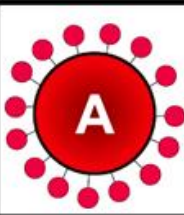
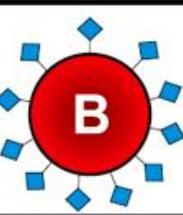

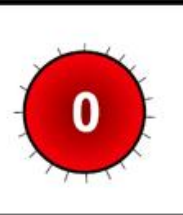







Zdroj: JABOR, A., 2008. *Vnitřní prostředí*. Praha: Grada. 5 s. ISBN 978-80-247-1221-5.

Iont	Jednotka	ICT	IST	PT
Na ⁺	mmol/l	10–14	132	140
K ⁺	mmol/l	140–160	4,0	4,4
Cl ⁻	mmol/l	3–4	108	105
HCO ₃ ⁻	mmol/l	7–10	30	23–25
Ca celkové	mmol/l	0	2,3	2,4
fosfát	mmol/l	*	1–2	0,9–1,4
Mg celkové	mmol/l	13 (až 35)	0,8	0,8
proteiny (náboje)	mmol/l	70–100	< 1	15

* HPO₄²⁻, H₂PO₄⁻ v ICT kolem 11 mmol/l, fosfokreatin kolem 45 mmol/l

Příloha č. 2 – Krevní skupiny systému AB0

Zdroj: https://www.wikiskripta.eu/w/Krevn%C3%AD_skupiny

	SKUPINA A	SKUPINA B	SKUPINA AB	SKUPINA 0
erythrocyty				
protilátky	 Anti-B	 Anti-A	žádné	  Anti-A Anti-B
antigeny	 A antigen	 B antigen	 A a B antigeny	žádné

Příloha č. 3 – Sumarizační tabulka krystaloidních a koloidních roztoků

Zdroj: Vlastní

	SLOŽENÍ [g/l]										KONC. ELEKTROLYTŮ [mmol/l]								Osmolalita [mosm/l]	pH						
	Natrii chloridum	Kalii chloridum	Magnesi chloridum hexahydricum	Calcii chloridum dihydricum	Natrii acetatis trihydricus	Natrii gluconas	Natrii lactas	Natrii hydroxidum	Glucosum monohydricum	Acidum L-malicum	Acidum malicum laevogyrum	Gelatina succinata	Hydroxyethylamylium (HES)	Na ⁺	K ⁺	Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺	Cl			Laktát	Acetát	Malát	Glukóza	Glukonát	
Voda pro injekci	9,00																									4,5 - 7,0
Fyziologický roztok	4,50																									4,5 - 7,0
F1/2	3,00																									3,5 - 6,0
F1/3	8,60	0,30																								3,5 - 6,0
Ringertův roztok	4,30	0,15																								5,0 - 7,0
R1/2	2,87	0,10																								3,5 - 6,0
R1/3	6,00	0,40																								3,5 - 6,0
Hartmanův roztok	3,00	0,20	0,10	0,07																						5,0 - 7,0
H1/2	2,00	0,13	0,07	0,05																						3,5 - 6,0
H1/3	4,00	0,27	0,13	0,09																						3,5 - 6,0
H2/3	5,26	0,37	0,30																							3,5 - 6,0
Glukóza 5%	5,26	0,37	0,30																							3,5 - 5,5
Plasmalyte roztok	5,26	0,37	0,30																							6,5 - 8,0
Plasmalyte roztok s 5% glukózou	6,02	0,30	0,30																							4,0 - 6,0
Isolyte roztok	6,80	0,30	0,20	0,37	3,27																					6,9 - 7,9
Ringertův	4,00	2,67																								5,1 - 5,9
Darrowův infuzní roztok	5,55	0,30	0,20	0,15	3,27																					4,8 - 6,5
Gelaspan	7,01																									7,1 - 7,7
Gelofusine	6,25	0,30	0,20	0,37	3,27																					7,1 - 7,7
Tetraspan 6%	6,25	0,30	0,20	0,37	3,27																					5,6 - 6,4
Tetraspan 10%	6,02	0,30	0,32	4,63																						5,6 - 6,4
Volulyte 6%	9,00																									5,7 - 6,5
Voluven 6%	9,00																									4,0 - 5,5
Voluven 10%	9,00																									4,0 - 5,5

Příloha č. 4 - Klasifikace závažnosti krvácení podle klinických známek

Zdroj: LUBANDA, H., 2016. Šokové stavy. In: BARTŮNĚK, P. et al. Vybrané kapitoly z intenzivní péče. Praha: Grada. 752 s. ISBN: 978-80-247-4343-1.

Klinické znaky	I. Stupeň	II. Stupeň	III. Stupeň	IV. Stupeň
krvná ztráta	< 750 ml / < 15%	750 - 1500ml / 15 - 30 %	1500 - 2000 ml / 30-40 %	>2000 ml / >40%
tepová frekvence	< 100/min	> 100/min	120-140/min	> 140/min
systolický tlak	N	N	↓	↓↓
kapilární návrat	zpomalený	zpomalený	zpomalený	zpomalený
dechová frekvence	14 - 20/min	20 - 30/min	30-40/min	>35/min
diuréza	> 30 ml/h	20 - 30 ml/h	5-15 ml/h	minimální
mentální stav	mírná anxieta	anxieta	zmatenost	až letargie

Příloha č. 5 – A - velikost intravenózních kanyl a barevné kódování

Zdroj: https://www.wikiskripta.eu/w/Zaji%C5%A1t%C4%9Bn%C3%AD_%C5%BEiln%C3%ADho_p%C5%99%C3%ADstupu.

Barevné značení žilních kanyl							
Velikost v Gauge	24	22	20	18	17	16	14
Barva	žlutá	modrá	růžová	zelená	bílá	šedá	oranžová
Zevní průměr (mm)	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7	2,2
Vnitřní průměr (mm)	0,4	0,6	0,8	1,0	1,1	1,3	1,7
Průtok (ml/min)	13	36	61	103/96	128	196	343
Délka vpichu (mm)	19	25	33	33/45	45	50	50

Příloha č. 5 - B – pomůcky k zavedení periferního žilního katetru

Zdroj: VYTEJČKOVÁ, R. a SEDLÁŘOVÁ P., 2015. Ošetřovatelské postupy v péči o nemocné III. Speciální část. Praha: Grada. 304 s. ISBN: 978-80-247-3421-7.

- Intravenózní kanyla
- Spojovací hadička
- ml injekční stříkačka naplněná F1/1
- Dezinfekce na kůži

- Buničínové čtverečky
- Škrtidlo
- Sterilní krytí k fixaci kanyly
- Kotoučková náplast
- Nesterilní jednorázové rukavice
- Emitní miska
- Kontejner na ostré předměty
- Uzávěr kanyly
- Jednorázová podložka pod ruku

11 Seznam použitých zkratek

ABP	arterial blood pressure
ABR	acidobazická rovnováha
AG	aniontová mezera (anion gap)
ALI	acute lung injury
ARDS	acute respiratory
ARO	anesteziologickoresuscitační oddělení
ATC	anatomicko-terapeuticko-chemická skupina
ATP	adenosintrifosfát
BE	base excess
CDC	center for disease control and prevention
CNS	centrální nervová soustava
CO	srdeční výdej
CT	computer tomography
CTV	celková tělesná voda
ČLS JEP	Česká lékařská společnost Jana Evangelisty Purkyně
CŽK	centrální žilní katetr
CŽT	centrální žilní tlak
DIK	diseminovaná intravaskulární koagulopatie
DM	diabetes melitus
EBR	erytrocyty bez bufy coatu resuspendované
EBM	evidence based medicine
ECT	extracelulární tekutina
EKG	elektrokardiogram
EP	erytrocyty promyté
ER	erytrocyty resuspendované
ERD	erytrocyty resuspendované deleukotizované
GIT	gastrointestinální trakt
HES	hydroxyethylškrob

HLA	human leukocyte antigenes
ICT	intracelulární tekutina
INS	Infusion Nurse Society
IP	intenzivní péče
ISO	International Organization for Standardization
IST	intersticiální tekutina
IVIG	intravenozní imunoglobuliny
IVT	intravaskulární tekutina
JIP	jednotka intenzivní péče
LA-SA	Look-Alike, Sound-Alike
LDH	laktátdehydrogenáza
MZ ČR	Ministerstvo zdravotnictví České republiky
NANDA	North American for Nursing Diagnosis Assotiation
NIBP	Non Invazive Blood Pressure
P	pulz
PAP	Pulmonary Arterial Pressure
PICC	periferně implantovaný centrální katetr
PTP	post transfusion purpura
PVC	polyvinylchlorid
PŽK	periferní žilní katetr
RTG	rentgen
RZP	rychlá záchranná pomoc
SCIG	subcutanní imunoglobuliny
SUKL	Státní ústav pro kontrolu léčiv
TA-GvHD	Transfusion-associated graft versus host disease
TD	terapeutická dávka
TK	tlak krve
TU	transfuzní jednotka
UPV	umělá plicní ventilace
UZ	ultrazvuk