

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav zdravotnického záchranářství a intenzivní péče

Jaroslav Hrdlička

**Management hemoragického šoku v podmínkách  
přednemocniční neodkladné péče**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: MUDr. Břetislav Bolard

Olomouc 2022

Prohlašuji, že předložená práce je mým původním autorským dílem, které jsem vypracoval/a samostatně. Veškerou literaturu a další zdroje, z nichž jsem při zpracování čerpal/a, v práci řádně cituji a jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

V Olomouci dne .....

.....

(Podpis)

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce, MUDr. Břetislavu Bolardovi, za trpělivost, cenné rady, odborné vedení, které mi k mé bakalářské práci dal. Dále bych chtěl poděkovat svému otci, za rady, jak bakalářskou práci koncipovat.

## **Anotace:**

**Typ závěrečné práce:** Bakalářská práce

**Téma práce:** Péče o pacienta v hypovolemickém šoku

**Název práce:** Management hemoragického šoku v podmínkách přednemocniční neodkladné péče

**Název práce v AJ:** Management of hemorrhagic shock in conditions of prehospital care

**Datum zadání:** 2021-11-26

**Datum odevzdání:** 2022-4-29

**Vysoká škola, fakulta, ústav:** Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta zdravotnických věd

Ústav zdravotnického záchranářství a intenzivní péče

**Autor práce:** Jaroslav Hrdlička

**Vedoucí práce:** MUDr. Břetislav Bolard

## **Oponent práce:**

**Abstrakt v ČJ:** Přehledová bakalářská práce se zabývá problematikou managementu hemoragického šoku v podmínkách přednemocniční neodkladné péče. Cílem práce je předložit sumarizované aktuální dohledané poznatky o principu Damage control resuscitation a způsobech zajištění žilního řečiště v přednemocničním prostředí. V úvodu každé kapitoly jsou nastíněny oblasti, jimiž se daná kapitola zabývá. První kapitola popisuje výsledky jednotlivých studií, které se zabývaly využitím transfuzních přípravků plazmy a erytrocytů, kde je posuzováno, zda má tento postup příznivější vliv na pacientovo přežití, oproti standartním krystaloidním roztokům. Druhá část práce se zabývá možnými formami zajištění žilního vstupu, jejich časovou náročností, proveditelností a počty pokusů na zajištění adekvátního žilního vstupu. Předložené poznatky jsou čerpány z databází EBSCO, PubMed a Google Scholar, přičemž bylo použito 31 dohledaných odborných článků.

**Abstrakt v AJ:** Overview bachelor thesis focuses on management issues of hemorrhagic shock in terms of pre-hospital emergency care. The aim of the thesis is to submit summarized current findings about principle Damage control resuscitation and the ways of securing the venous system in pre-hospital environment. In the introduction of every chapter there are outlined areas, which are dealt with the specific chapter. The first chapter describes the results of particular studies, which focused on using plasma and erythrocytes transfusion products, where is assessed if this approach has more favorable effect on patient survival versus standard crystalloid solutions. The second part of the thesis focuses on possible forms of venous access, their time-consuming, feasibility and number of attempts to ensure adequate venous access. The findings are drawn from databases EBSCO, PubMed and Google Scholar, whereas were used 31 searched professional articles.

**Klíčová slova v ČJ:** krystaloidy, hypovolemický šok, hemoragický šok, tekutinová resuscitace, hypovolemie, zdravotnická záchranná služba, intravenózní tekutina, letecká záchranná služba, transfúze červených krvinek, transfúze plazmy, periferní žilní katetr, intraoseální vstup, periferní žilní katetr s ultrazvukem

**Klíčová slova v AJ:** crystalloids, hypovolemic shock, hemorrhagic shock, fluid resuscitation, hypovolaemia, ambulance, intravenous fluid, damage control surgery, damage control resuscitation, helicopter medical service, red blood transfusion, plasma transfusion, peripheral vein catheter, intraosseous catheter, damage control resuscitation, peripheral venous catheter with ultrasound

**Rozsah:** stran 43/ příloh 0

# OBSAH

<b>ÚVOD .....</b>	<b>7</b>
<b>SEZNAM VSTUPNÍ LITERATURY: .....</b>	<b>9</b>
<b>1 POPIS REŠERŠNÍ ČINNOSTI.....</b>	<b>10</b>
<b>2 MANAGEMENT HYPOVOLEMICKÉHO ŠOKU .....</b>	<b>12</b>
2.1 Princip Damage control resuscitation v podmínkách PNP .....	15
2.1.1 Terapie krevní plazmou .....	17
2.1.2 Terapie červenými krvinkami.....	21
2.2 Způsoby zajištění žilního řečiště v podmínkách PNP .....	24
2.2.1 Zavedení periferního žilního katetru .....	24
2.2.2 Zavedení intraoseálního katetru .....	27
2.2.3 Zavedení periferního žilního katetru pod ultrazvukem .....	30
2.3 Význam a limitace dohledaných poznatků .....	33
<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>35</b>
<b>REFERENČNÍ SEZNAM.....</b>	<b>36</b>
<b>SEZNAM ZKRATEK.....</b>	<b>41</b>
<b>SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>43</b>

## ÚVOD

Hemoragický šok, je jednou z nejdůležitějších příčin smrti v přednemocniční neodkladné péči (dále jen PNP) (Karl, 2016, s. 1). Jako nejběžnější příčiny hemoragického šoku jsou uváděna tupá poranění, penetrující poranění a zlomeniny se skrytým či viditelným krvácením. Méně častými příčinami jsou ruptury aneurysmatu a mimoděložní gravidita (Dobiáš, 2021, s. 159) Karl uvádí (2016, s. 1), že při traumatech je hemoragický šok zodpovědný za 30–40 % všech úmrtí, z čehož 33–56 % zemře již v přednemocničním prostředí. Aby se předešlo větším ztrátám na životech z vykrvácení, řeší se v poslední době téma ideální intravenózní tekutiny v případech masivní ztráty krve v přednemocničním prostředí. S tímto tématem je spojeno mnoho otázek a je to velice diskutabilní téma (Heschl et. al. 2018, s. 1).

Jedním z důvodů diskusí na toto téma je, že se začíná upouštět od enormních dávek krystaloidních roztoků a spíše se směřuje léčba k transfuzím krve. Tento nápad původně vzešel z vojenského prostředí, který se následně začal používat v civilních podmínkách. Jde o princip Damage control resuscitation (dále jen DCR), kde je doporučována primární zástava krvácení s následnou náhradou ztracené krve ve formě krevních transfuzí. Tyto postupy by měly dle Giannoudi a Harwood (2016, s. neuvedena). započít co nejdříve, tedy už v přednemocničním prostředí, a měly by doprovázet pacienta až do úplného zastavení na operačním sále.

Nedílnou součástí intravenózní terapie je i zajištění vstupu do žilního řečiště, kdy se jedná o jednu z nejběžnějších procedur, která se u pacienta v podmínkách urgentní medicíny provádí. Problematické situace mnohdy nastávají v případech, kdy se tento úkon, zajištění žilního vstupu, nepodaří správně zajistit. Chybovost tohoto úkonu se často pojí s vysokou četností pokusů, a s tím také spojenou časovou náročností zavedení, a proto aby se předcházelo zdržení při poskytování první pomoci pacientům, byly v průběhu let vynalezeny alternativní způsoby, jak takového pacienta zajistit (Prottengeier, 2016, s 1-2).

V souvislosti s tímto si v této bakalářské práci pokládáme otázku: Jaké jsou aktuální, validní poznatky o managementu hemoragického šoku v podmínkách PNP?

Cílem práce je sumarizovat aktuální dohledané publikované poznatky a podat ucelenou informaci o managementu hemoragického šoku v podmínkách PNP.

Cíl bakalářské práce je specifikován ve dvou dílčích oblastech:

1. Sumarizovat aktuální dohledané poznatky o principu DCR v podmínkách PNP.

2. Sumarizovat aktuální dohledané poznatky o možnostech zajištění vstupu do žilního řečiště v podmínkách PNP.



## SEZNAM VSTUPNÍ LITERATURY:

DOBIÁŠ, Viliam, c2021. *Urgentná medicína: prednemocničná, nemocničná, pre dospelých a deti*. III. dopl. a preprac. vyd. Martin: Vydavateľstvo Osveta. ISBN 978-80-8063-499-5.

KARL, Alyssa, Tiffany PHAM, Jeff D. YANOSKY a Jeffrey LUBIN, 2016. Variability of Uncrossmatched Blood Use by Helicopter EMS Programs in the United States. *Prehospital Emergency Care* [online]. **20**(6), 688-694 [cit. 2022-03-02]. ISSN 1090-3127. Dostupné z: doi:10.1080/10903127.2016.1182607

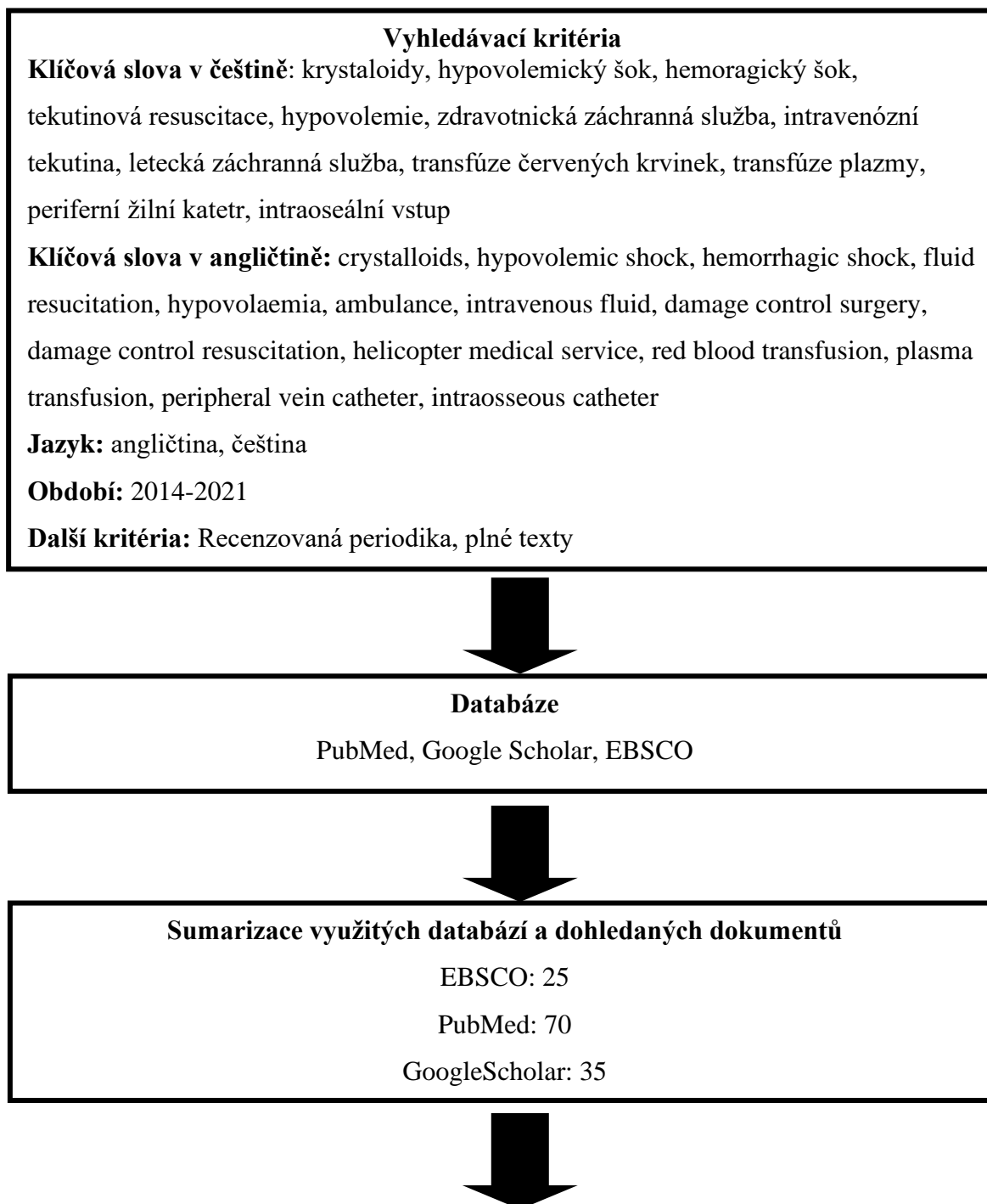
HESCHL, Stefan, Emily ANDREW, Anthony DE WIT, Stephen BERNARD, Marcus KENNEDY a Karen SMITH, 2018. Prehospital transfusion of red cell concentrates in a paramedic-staffed helicopter emergency medical service. *Emergency Medicine Australasia* [online]. **30**(2), 236-241 [cit. 2022-03-02]. ISSN 17426731. Dostupné z: doi:10.1111/1742-6723.12910

GIANNOUDI, M. a P. HARWOOD, 2016. Damage control resuscitation: lessons learned. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery* [online]. 42(3), 273-282 [cit. 2022-01-08]. ISSN 1863-9933. Dostupné z: doi:10.1007/s00068-015-0628-3

PROTTENGEIER, Johannes, Matthias ALBERMANN, Sebastian HEINRICH, Torsten BIRKHOLZ, Christine GALL a Joachim SCHMIDT, 2016. The prehospital intravenous access assessment: a prospective study on intravenous access failure and access delay in prehospital emergency medicine. *European Journal of Emergency Medicine* [online]. **23**(6), 442-447 [cit. 2022-03-03]. ISSN 0969-9546. Dostupné z: doi:10.1097/MEJ.0000000000000291

# 1 POPIS REŠERŠNÍ ČINNOSTI

Pro rešeršní činnosti byl použit standardní postup vyhledávání s použitím vhodných klíčových slov a s pomocí booleovských operátorů. Sumarizační údaje o provedené rešeršní činnosti jsou uvedeny níže



**Nalezeno**  
130 článků



**Vyřazující kritéria**  
název nebo obsah práce neodpovídal cílům práce  
duplicitní články  
kvalifikační práce



**Počet použitých dokumentů**  
Pro tvorbu bakalářské práce bylo použito 31 článků dohledaných rešeršní činností

## 2 MANAGEMENT HYPOVOLEMICKÉHO ŠOKU

Neadekvátní objem krve vede ke snížení plnění levé komory srdeční, což má za následek snížení srdečního výdeje a krevního tlaku (dále jen TK). Z toho důvodu tělo reaguje na tento úbytek krve několika mechanismy. První z nich reaguje kardiovaskulární systém, jenž zvyšuje srdeční tep (dále jen P) a způsobuje periferní vazokonstrikci čili krev z kůže, svalů a gastrointestinálního traktu se redistribuuje do hlavních vitálních orgánů (mozek, srdce, ledviny). Další systém, ovlivňující hladinu extracelulární tekutiny se nazývá renin-angiotensin-aldosteron snažící se vyrovnat ztracený objem. Tento systém se nachází v ledvinách, jenž stimuluje tvorbu reninu, načež reagují játra s plícemi a začnou tvořit angiotensin II, který má vysoký účinek na vazokonstrikci hladkých svalů malých arteriol a na stimulaci kůry nadledvin produkující aldosteron, jenž způsobuje reabsorpci sodíku což má za následek snížení vylučování vody z těla. Pokles TK, je dalším velmi užitečným příznakem, který je způsobený právě snížením cirkulujícího objemu krve. Na to tělo reaguje zvýšenou tvorbu antidiuretického hormonu produkovaného neurohypofýzou což má za následek zvýšení absorpce vody a soli z Henleových kliček a sběrných kanálek. Poslední činností organismu, proti sníženému cirkulujícímu objemu je aktivace koagulační kaskády, kdy trombocyty se snaží vytvořit sraženiny v krvácející ráně (El-Ghazali, 2018, s. 1).

Jednou z častých příčin ztráty intravaskulárního objemu je krvácení, což může vyústit až ve smrt pacienta. Velkou krevní ztrátou označujeme stav, kdy z kardiovaskulárního řečiště odchází krev rychlostí 150 ml/min, nebo dojde k vykrvácení více jak 50 % celkového objemu krve za méně jak tři hod. (Lyon et. al. 2017, s. 2).

Je pravdou, že oproti minulosti došlo k velkým pokrokům v oblasti poskytování první pomoci, ale i v dnešní době, jsou traumatická zranění významně spjata s mortalitou a morbiditou, které jsou nejčastěji svázány se vznikem hypovolemie s následným rozvojem hypovolemického/hemoragického šoku (Standl, 2018, s. 757-760). Problémem je, že trauma může postihnout kdykoliv kohokoliv, nezávisle na pohlaví, stáří nebo náboženském vyznávání. Zranění nebývá spjata pouze s poraněním končetin, orgánů či ztrátou života, které přivodí životní potíže samotnému postiženému a jeho nejbližším, ale má též neblahý vliv pro společnost (K. Subodh et. al. 2021, s. neuvědlena). Mortalita zapříčiněná úrazem vzrostla ve světě v posledním desetiletí o 20 %, což statisticky převyšuje úmrtí způsobené Malárií, tuberkulosou a HIV dohromady (Henriksen et. al. 2016, s. 2).

Aby se tyto neštěstí eliminovaly, bylo by nutné změnit přístup společnosti a chování lidí a to tak, aby lidé byli motivováni k dodržování bezpečnosti v domácnostech, na pracovištích, či dodržování pravidel bezpečného provozu v dopravě (K. Subodh et. al. 2021, s. neuvedena). Nicméně pro národ je zásadní, aby odborná společnost chápala epidemiologii smrtelnosti způsobené traumatem, jelikož díky tomu může dojít ke snížení úmrtnosti zraněných pacientů (Eastridge et. al. 2019, s. 1424). Nejen proto by naše společnost měla mít vyvinutou vyspělou péči o traumaticky postižené osoby, která zahrnuje PNP, akutní nemocniční péči, definitivní péči a rehabilitaci. (K. Subodh et. al. 2021, s. neuvedena).

Dr. Trunkey popsal, že úmrtnost pacientů se dá rozdělit do třech časových úseků. První doba, kdy lidé umírají je bezprostředně po úrazu ve spojení s příčinami poranění (devastující zranění srdce, velkých cév, centrálního nervového systému, zničení větších anatomických struktur), a to v době od jeho vzniku, do jedné hod. po něm. Důvod, také proč lidé nezvládnou první hod. bývá ten, že se nestihnou provést život zachraňující intervence jako je např. punkce pneumotoraxu a perikardu, zástava krvácení, prevence hypotermie. Tohle časové rozmezí se nazývá jako tzv. „*Zlatá hodina*“. Znamená to, že u pacienta musejí být provedeny výše zmíněné život zachraňující zákroky a pacient musí být transportován do adekvátního nemocničního zařízení, které je schopno díky chirurgickému výkonu poskytnout potřebnou péči a zastavit krvácení, co v nejkratším možném časovém úseku. Pokud lidé přežijí tohle období, dostanou se do druhého časového okna, kdy zdravotnický personál má relativně více času oproti prvnímu, protože smrt v tomto období nastává v průběhu několika dalších hod. Příčina je stále stejná, ale propojuje se zároveň s hemoragickým šokem a koagulopatií, což může vyústit v ischemii orgánů. V tomto období dochází k úmrtí v 50 % do dvou hod., a v 25-30 % do šesti hod. To, zda člověk přežije a nebude ovlivněna jeho kvalita života, mnohdy záleží i na třetím časovém oknu úmrtí po traumatu. Zde je totiž příčina úmrtí spojena především s multiorgánovým selháním, které je způsobeno sepsí anebo účinky devastujícího poranění mozku (Eastridge et. al. 2019, s. 1424).

Právě z důvodu snížení intravaskulárního objemu (ztráta krve), dochází k nedostatečnému prokrvení tkání a orgánů, což má negativní vliv na tyto struktury (El Ghazali, 2018, s. 1). „*Krvácení, jenž není zastaveno, může vyústit v letální triádu, což je hypotermie, koagulopatie a acidóza. Vzniklá hypoperfúze vede k buněčné hypoxii, která dá vzniknout k anaerobnímu metabolismu a metabolické acidóze. Tento jev omezí endogenní produkci tepla, tím pádem vzniká hypotermie, která zhorší koagulopatii*“ (Lyon et. al. 2017, str. 2 – přeloženo autorem bakalářské práce)“. Onen zhoršující se cyklus,

může velmi rychle vyústit ve smrt, pokud nedojde k zástavě krvácení a zvrácení koagulapatického stavu (Lyon et. al. 2017, s 2). Stádia hypovolemického šoku závisí na množství ztracené krve čili čím více krve pacient ztratí, tím více jeho vitální funkce budou v rozmezí patologických hodnot. Ztráty více jak 30 % krve mají negativní vliv na organismus (viz tab. 1) (El-Ghazali, 2018, s. 1).

**Tabulka 1: Klasifikace příznaků při krvácení**

Měřený parametr	I. Stupeň	II. Stupeň	III. Stupeň	IV. Stupeň
Množství ztracené krve	<15 %	15-30 %	31-40 %	>40 %
Pulz	↔	↔/↑	↑	↑/↑↑
Krevní Tlak	↔	↔	↔/↓	↓
Pulzová síla	↔	↓	↓	↓
Dechová frekvence	↔	↔	↔/↑	↑
Močový výdej	↔	↔	↓	↓↓
GCS	↔	↔	↓	↓
Krevní transfúze	Sledujeme stav	Pravděpodobně	Potřeba	Masivní transfúzní protokol

**zdroj - (Sharon Henry et. al. 2018, s. 49).**

V posledním desetiletí se vylepšovalo nespočet strategií, postupů a taktik, jak zlepšit péči o pacienty v kritickém stavu, kdy jedním z nich je „Algoritmus ABCDE“, který by měl být standardem pro veškerý zdravotnický personál. Tento zjednodušený a lehce zapamatovatelný postup je určen k tomu, aby pacient dostal od zdravotnického personálu adekvátní primární péči, a tak se zvýšila šance na jeho přežití (Smith at. al. 2017, s. 51-53). Na začátku tohoto postupu by zdravotnický personál měl pátrat po známkách masivního krvácení a jestli nějaké najde, tak ho zastaví a sterilně kryje (Campion a Fox, 2019, s. neuvedena). Písmeno „A“ (Airways) značí zprůchodnění dýchacích cest, „B“ (Breathing) znamená zajištění a zhodnocení kvality dýchání, poté se dostaneme k písmenu „C“ (Circulation), kdy je nutné odpořit vše, co se týče krevního oběhu.

Dle těchto standardů by měl zdravotník pohmatově kontrolovat pulz na a. carotis/ a. radialis. Musí rozlišit, zda je pulz hmatný, pravidelný, tvrdý, měkký a převážně pomalý (bradykardie), nebo rychlý (tachykardie). Toto vyšetření by mělo trvat 30 sekund (dále jen s) a počet zjištěných tepů musí být následně vynásoben dva krát. Pokud má poraněný pacient zrychlený pulz, který je zároveň měkký je to jedna ze známek kompenzace šokového stavu. Další z příznaků hypovolemického stavu, mohou být prodloužený kapilární návrat,

chladná a cyanotická periferie, po kterých zde také pátráme. Nedílnou součástí je i zjištění krevního tlaku, protože jakmile se výše zmíněné příznaky projevují i s hypotenzí, je zde velká pravděpodobnost právě hemoragického šoku. Pod písmeno „C“ patří i zajištění žilního vstupu, dostupnými pomůckami. (Smith at. al. 2017, s. 51-58). Po zavedení periferního žilního katetru (dále jen PŽK), se u tohoto typu šoku musí i doplnit ztracený objem, čehož lze dosáhnout pomocí buď krystaloidních roztoků, anebo krevními deriváty. Nesmí být opomenuto, že na intravenózní tekutiny v podobě krystaloidů, musí být brán stejný zřetel jako na jiné léky, jelikož nadbytek způsobuje koagulopatii po naředění koagulačních faktorů a krevních destiček. Co se týče krevních derivátů, je potřeba se snažit, aby jejich podaný poměr napodoboval plnou krev čili poměrem 1:1:1, což znamená, že by měla být podán vždy stejný počet transfuzí erytrocytů, plazmy a trombocytů (Henriksen at. al. 2016, s. 2).

Přes zavedený IV vstup by měla být podána medikace ovlivňující koagulaci, např. antifibrinolitika. Nejčastějším lékem první volby s tímto typem účinku bývá právě Exacyl. (Neeki et.al. 2017, s. 673-675). Jakmile je uděláno vše potřebné pro pacienta v bodě „C“, přejde se k bodu „D“, kde se vyšetřuje převážně neurologické deficity a hladina glukózy v krvi. Na konci tohoto postupu je uvedeno písmeno „E“ (exposure), což znamená, že pacient se musí důkladně prohlédnout od hlavy až k patě, a tak zjistit jeho veškerá případná další zranění, jež nebyla neslučitelná s životem (Smith at. al. 2017, s. 58-59).

Pro kompenzaci a léčbu již výše zmíněného hemoragického šoku slouží i koncept tzv. „Damage control surgery“. Tento postup je používán pracovníky v PNP, na odděleních traumacenter, a také chirurgy na operačních sálech, kteří se snaží obnovit správný tok krve, zamezit, hypotermii a acidóze, přičemž k definitivní operaci se přistupuje až po stabilizaci vitálních funkcí. Zároveň s tímto postupem je doporučován postup Damage control resuscitation a hypotenzní resuscitace. (Henriksen at. al. 2016, s. 2).

## **2.1 Princip Damage control resuscitation v podmínkách PNP**

Jakmile zdravotnická záchranná služba (dále jen ZZS) přijede k pacientovi, který trpí jakoukoliv formou krvácení, je nutné, aby zdravotníci poskytli postiženému adekvátní tekutinovou léčbu. Pokud by tak neučinili je zde velké riziko toho, že pacientův stav by mohl progredovat až do fáze hemoragického šoku, který může končit smrtí. V podmínkách PNP se tyto stavy řeší právě většinou použitím krystaloidních roztoků (Peters at. al. 2019, s. 1). Dříve bylo zvykem využívání enormních dávek těchto roztoků, protože tím pádem se zvedl

krvní tlak a střední arteriální tlak. Avšak časem se zjistil hlavním problém krystaloidů. Tím je ten, že po jeho podání do žilního řečiště 75 % přejde do intersticiálního prostoru. Což znamená, že pouhých 25 % nám zůstane v cirkulárním řečišti. Abychom tedy odvrátili šokový stav, musíme dodat navíc tekutinu, která nepřejde v takovém množství do intersticiálního prostoru, protože právě nadměrné množství krystaloidů má negativní vliv jako je např. přetížení organismu tekutinami, edém tkání, hemodiluce a koagulopatie (Broody, 2018, s. 254-255).

Semler et. al. (2019, s. 350) uvádí, aby nedošlo k výše zmíněným problémům, musí být prvotní iniciální dávka 20ml/kg krystaloidů v první půl hod., s tím že by se měla monitorovat pacientova hemodynamická odpověď na tento bolus tekutin.

V průběhu desetiletí, se stále debatuje o tom, jaká je adekvátní IV tekutina pro člověka právě v tomto stavu, protože ještě se nevynalezla taková, která dokáže zvýšit intravaskulární objem, bez toho, aniž aby přešla do extravaskulárního prostoru a obsahovala by stejné elektrolytové složení jako plazma (Semler et. al. 2019, s. 352)

Kvůli tomuto problému, vznikla intervence známá jako DCR, která se vyvinula z chirurgického konceptu „Damage control surgery“. Základem těchto postupů je zástava krvácení, podání krevních derivátů k náhradě krevních ztrát a obnovení průtoku postiženou částí těla, tak aby nedocházelo k patofyziologickým pochodům v těle. V současnosti je tento postup velice diskutované téma, jelikož mnoho zdravotníků uvádí, že tento postup by měl už započít v přednemocničním prostředí, kdy dochází k prvnímu kontaktu zraněného se zdravotnickým personálem. Přístup DCR by měl být tedy zvážen u nestabilních pacientů s život ohrožujícím krvácením (dále jen ŽOK), jejichž vitální funkce se nachází v patologických hodnotách. Zároveň s tímto musí být spjato podezření, nebo jisté poranění velkých tělních struktur. Také pacientovi laboratorní krevní hodnoty nacházející se v patologickém rozmezí mohou být indikátory k DCR (viz. tab. 2). Co se týče stabilních pacientů, tak ti by měli být léčeni místními standardy, které zahrnují roztoky krystaloidů místo krve. Mezi postupy, jenž doplňují DCR patří permissivní hypotenze s restriktivním podáním tekutin, přičemž personál neprovádí agresivní tekutinovou léčbu, ale IV tekutiny jsou podávány pomaleji. Což znamená, že se nedoplní ztracený objem, ale pouze jeho část s tím, že tolerujeme hypotenzi a zároveň při tom se kontroluje pulz na a. radialis, jelikož to značí spodní hranici pro prokrvení mozkové tkáně (=90 mmHg sys.). Dalším postupem v DCR je termomanagement, který v PNP může být docílen pouze po zabalení pacienta do termofolie, deky, ohřátými intravenózními roztoky a vytopením sanitního vozu. Korekce acidózy u traumatologicky postižených pacientů se nejlépe dovrší obnovením prokrvení orgánů a dodávkou kyslíku. Dostatečné prokrvení lze



právě zajistit pomocí krevních transfuzí, popř. vazopresory. Mechanická zástava krvácení je zajištěna několika způsoby, jelikož existuje mnoho míst odkud pacient může krváčet, a ne každý způsob zástavy funguje na ostatní druhy krvácení. Příkladem může být pánevní pás, kompresní obvaz na krvácející rány, popř. škrtidlo, který se využívá u zranění, kde je předpoklad neúčinnosti kompresního obvazu z důvodu velké ztráty krve. Proces zástavy krvácení může být doplněný i farmakologickou formou, kdy se podá pacientovi kyselina tranexamová (Giannoudi a Harwood, 2016, s. neuvědlena).

**Tabulka 2: Indikce pro Damage control resuscitation**

Anatomické parametry	Fyziologické parametry	Laboratorní parametry
ISS >36	Nitkovitý/vymizelý pulz na a. radialis	Laktát > 2.5mmol/l
Pronikající břišní poranění	Vnitřní teplota těla <35	Trombocyty <90.000/ml
Pronikající hrudní poranění	Systola <100mmHg	Fibrinogen > 1g/dl
Zlomenina pánve	Pulz > 100	INR > 1,5
Zlomenina dlouhých kostí	PaO2/Fio2 <250	Hb <11
Amputace	Močový výdej <50ml/hod	pH <7,2
Krvácení do tělních dutin		Báze <6

zdroj - (Giannoudi a Harwood, 2016, s. neuvědlena). [autor]

### 2.1.1 Terapie krevní plazmou

Názorem, že zahájení principů DCR v podmínkách PNP sníží komplikace (rozvoj koagulopatie, hypotermie, acidózy a hypovolemického šoku) u pacienta trpícího traumatem se zabývala jedna z mnoha studií nazývajících se „Prehospital Air Medical Plasma“. Tento výzkum byl navržen tak, aby stanovil účinnost a bezpečnost přednemocničního podání krevní plazmy v porovnání s tekutinovou resuscitací krystaloidy u těžce zraněných pacientů s výskytem nebo s rizikem vzniku hemoragického šoku. Sperry et. al. (2018, s. 315-325) tedy vytvořili pragmatickou, randomizovanou studii, v které rozdělili náhodně letecké základny na dvě poloviny, kdy jedna skupina podávala krevní plazmu (dále jen Plsk) a druhá skupina podávala krystaloidní roztoky (dále jen Stsk). Základny zařazené do standardní sk. tedy postupovali dle svých vnitřních předpisů, tím pádem pacientům splňující kritéria byl podán krystaloidní roztok, jakožto hlavní tekutina doplňující ztracený objem krve.

Základnám zařazených do plazma sk. se přidělily dvě transfuzní jednotky (dále jen TU) AB nebo A s nízkým anti-B titrem, které museli být vždy před podáním rozmrazeny. Jakmile pacient splňoval veškerá kritéria pro podání plazmy a nebyla u něj započata standardní léčba v podobě krystaloidů, obdržel tedy dvě TU. Třináct základen s sebou vozila navíc dvě TU červených krvinek a v případě potřeby byly použity z důvodu dodržení místních

standartních postupů. Použité TU se doplnili za nové a ty, které se blížili datumu expirace se vyměnili za novější, aby se předešlo jejich nevyužití.

Autoři se zabývali 27 leteckými základnami, jež po dobu studie obsloužili dohromady 564 traumaticky postižených pacientů, kteří byli přepraveni buď přímo z místa jejich zranění, nebo z urgentního příjmu na příslušné traumatologické oddělení.

Lidé zařazení do studie museli splňovat kritéria, kterým byla zároveň naměřena hypotenze (TK>90 mm Hg sys.) a tachykardie (P>108 bpm) anebo samotná závažná hypotenze (TK <70 mm Hg sys.). Po sumarizaci informací z dokumentací ZZS se muselo vyloučit 63 případů, protože nesplňovali právě tyto kritéria. Tím pádem konečné číslo případů je 501. Plasma sk. zahrnula tedy 230 pacientů a standartní sk 271.

Po sumarizaci všech výsledků se zjistilo, že pacienti, kteří obdrželi plazmu v průběhu PNP, tak měli nižší četnost úmrtí než standartní sk., protože jejich dvacet čtyř hod. mortalita byla u plazma sk. (32 úmrtí=13.9 %) a u standartní sk. (60 úmrtí= 22.1 %). Třicetidenní mortalita ukázala, že úmrtnost byla v standartní skupině (89 úmrtí = 33 %) vyšší oproti plazma skupině (53 úmrtí 23,2 %).

Červené krvinky personál ZZS využil celkem 174krát, přičemž méně často opět v plazma sk. (plazma sk. 60, standartní sk. 114). Co se týče následně podaných TU v nemocničním prostředí, tak opět dominovala alternativní skupina, protože lidé obdrželi méně TU červených krvinek. Ostatní krevní deriváty pacientům už v nemocnici nebyly podány.

Alergická reakce, jenž byla spojená s tekutinovou léčbou ve standartní sk. se zpozorovala pouze u jednoho pacienta (0,4%). V plazma sk. výskyt alergických reakcí na podání TU se projevil pětkrát (2,2 %). Nosokomiální infekce, multiorgánové selhání a ARDS se projevily stejně častokrát v obou porovnávaných sk. Studie také zjistila, že ve standartní sk. byl organismus pacientů více přetěžován tekutinami, protože pacienti obdrželi větší objemy tekutin a zároveň bylo u nich nutné podat i TU před příjezdem do nemocnice.

Autory podobně založené studie, zkoumající, zda přednemocniční podání plazmy zlepší acidózu, hemostatickou odpověď a zároveň sníží úmrtnost traumaticky postižených pacientů v rozvíjejícím se, nebo už probíhajícím hemoragickým šokem jsou Henriksen et.al. (2016, s.1-6). Pacienti byli opět rozděleni do dvou sk., kde v první sk. se podávaly TU krevní plazmy (Plsk) a v druhé sk. se jim dostala standartní léčba v podobě krystaloidních roztoků (Stsk).

Tento výzkum se také zabíral vlivem podání plazmy v podmínkách letecké záchranné služby (dále jen LZS), avšak v americkém Texasu. Místní LZS měla navíc ve svém vybavení

dvě TU červených krvinek a dvě TU plazmy, které musely být vždy použity u kritických pacientů, aby dodrželi jejich místní postup. Směrování probíhalo do Texaské „Trauma Institute at Memorial Hermann“ nemocnice. Kdy od října 2012 do listopadu 2013 předala pozemní a letecké ZZS 257 pacientů s traumatem přímo, kde následně byli směrováni na oddělení s nejvyšší prioritou. Pro zahrnutí do studie, pacienti museli být šestnáct let a více, přičemž zároveň zdravotnický personál u něj musel vyhodnotit, že jeho zranění vyžaduje podání krevní plazmy již v průběhu PNP, anebo v průběhu šesti hod. od příjmu na urgentní příjem. Do studie se tedy celkově zahrnuje 257 pacientů, kdy plazmu v prostředí PNP LZS podala pouze 75 pacientům a v nemocnici erytrocyty, plazmu a trombocyty obdrželo 182 pacientů, kteří byli dovezeni buď sanitním vozem či LZS. Více jak u poloviny pacientů v Plsk. musela být navíc podána i TU erytrocytů z důvodů zmíněných výše. Ranění v Plsk. se mnohdy nacházeli v horším stavu než Stsk., jelikož jejich ISS bylo vyšší. Četnost penetrujících poranění (45 % vs 25 %) nebo intubací v místě události (39 % vs 21 %) byly častější, TK, GCS, hladiny hemoglobinu, trombocytů byly na nižší úrovni a acidóza po naměření na urgentním příjmu byla vyšší. U Plsk. se zjistilo, že průběhu prvních šesti a dvaceti čtyř hod. po přijetí obdrželi pacienti více krevních derivátů. Oproti výzkumu od Sperry et.al., kde úmrtnost se snížila u Plsk. tak zde se mortalita nesnížila, protože úmrtnost po šesti hod. činila u Plsk. (13 %) a v Stsk. (8 %). Po 24 hod. u Plsk. (16 %) a v Stsk. (10 %), což může být zapříčiněno, pravděpodobně výše zmíněnými, horšími stavy traumat v Plsk.

Co se týče hemostatické odpovědi organismu, tak nasbíraná data z této studie naznačují, že dřívější administrace plazmy je pro pacienta s život ohrožujícím krvácením benefitem. U Plsk. se zjistilo, že během prvních 6 až 24 hod po přijetí do nemocnice, obdrželi pacienti více krevních derivátů.

I když některé zdroje, jako například studie od Sperry et. al. tvrdí, že dřívější podání krve či jiných krevních derivátů zlepší pacientův výsledný stav, tak pragmatická, randomizovaná studie od Moore at. al. (2018, s. 1-9) nesouhlasí s tímto názorem. Protože, dle jejich zkoumání, podání krevní plazmy, či jiných krevních derivátů v prostředí PNP má i svoji limitaci. Ta tkví ve využívání krevních transfuzí v sanitních vozech, které zahrnují plošné pokrytí velkých měst a jejich příměstských částí. Důvodem jsou krátké dojezdové časy sanitních vozidel na urgentní příjem či do traumacentra. Studie nazývající se „Control of Major Bleeding After Trauma“ (COMBAT) byla vytvořena se záměrem zjistit, zda dřívější podání plazmy, v podmínkách PNP, ve městech s krátkými dojezdovými časy do traumacenter, zlepší výsledný stav pacienta. Tato studie byla rozdílná v tom, že tentokrát se nezkoumala účinnost u LZS, ale u pozemních

posádek. Proto, veškeré sanitní vozy v americkém městě Denver, byly vybaveny speciálními chladničkami a ohřívači vytvořené pro sanitní vozy, sloužící k dlouhodobému uschování a rychlému rozmražení v přednemocničním prostředí, kdy doba rozmražení dle výrobce nepřesáhne 3 minuty (dále jen min.). V ledničkách byly buď zamražené TU plazmy sk. AB, anebo zamražená voda v identických vacích. Vhodní pacienti, splňující níže zmíněná kritéria, se tedy zcela náhodně rozdělili do dvou skupin, podle toho, co daná sanitka vozila. Jestliže lednička obsahovala TU plazmy, byla rozmrazena a podána, avšak ti záchranáři, jenž vozili v sanitních vozech zmražené vaky s vodou, léčili hemoragický šok krystaloidním roztokem (NaCl 0,9 %). Důvodem proč NaCl 0,9 % nebyl zamrazen společně s plazmou byl ten, že autoři chtěli předejít nechtěnému podání studeného fyziologického roztoku pacientům.

Obě skupiny pacientů, kteří vyžadovali léčbu jednou z variant, tak obdržely na místě nutnou odbornou pomoc a poté, ZZS přivázela pacienty do Denver Health Medical Center nemocnice, která se snažila zajistit následnou adekvátní léčbu pro traumaticky postižené pacienty v hemoragickém šoku.

Zkoumané časové období, po kterou Denverští záchranáři, řešili danou problematiku probíhala od dubna 2014 do března 2017, přičemž výjezdové skupiny se setkaly se 144 pacienty, kteří byli vhodní pro tuto studii. Středem zájmu byli pacienti, starší osmnácti let, trpící traumatickým hemoragickým šokem, což pro personál byli ti, jimž byl po poranění naměřený systolický krevní tlak pod 70 mm Hg nebo 70-90 mm Hg společně s tepovou frekvencí vyšší jak 108 za min.

Po sumarizaci výsledků, informací, diagnóz ... se číslo lidí zahrnutých do výzkumu snížilo na 125, přičemž v Plsk. bylo 65 pacientů a ve Stsk. bylo 60 pacientů. Prvním cílem studie byla mortalita. Ta nehrála ve prospěch Plsk., protože 28denní úmrtnost byla nižší Stsk. (10 %). a Plsk. ji měla o pět procent vyšší. Taktéž během prvních 24 hod. se četnost úmrtí ukázala nižší ve Stsk. (10 %) vs (12 %). Moore et. al. dále zjistili že z časového hlediska, Stsk také dominovala, protože doba od zranění do příjezdu do nemocnice průměrně trvala ve Stsk. 24 min. a v Plsk. 28 min. Co se týče samotných transportních časů, skupiny se lišily od sebe průměrně ve třech min. (Plsk. 19 min. / Stsk. 16 min.). Z čehož plyne, že rozmrazování TU plazmy akorát prodlužuje dojezd do nemocnice. Navíc výsledky výzkumu nám ukazují, že benefitem krevních derivátů jsou nejspíše situace, kdy transport do nemocničního zařízení, vyžaduje delší dobu přepravy. Pravděpodobně jediná výhoda plazmy v PNP dle studie je, že většina pacientů obdržela plazmu do třiceti min. oproti Stsk.

## 2.1.2 Terapie červenými krvinkami

*„I když tekutiny jako krystaloidy, jsou nedílnou součástí terapie v podmínkách PNP, pouze erytrocyty jako jediná složka, dokážou přenášet kyslík do tkáně. Z toho vyplývá, že erytrocytární přípravky se považují za nadřazenější formu náhrady ztraceného krevního objemu. Navzdory těmto klíčovým výhodám, je stále nejisté, jestli tekutinová resuscitace červenými krvinkami typu 0 Rh- v terénních podmínkách má vyšší efektivitu než samotná tekutinová resuscitace krystaloidy“ (Peters et. al. 2019, str. 1 – Přeloženo autorem bakalářské práce).*

Z tohoto důvodu si Peters et. al. (2019, s. 1-5) dali za cíl, stanovit účinnost a bezpečnost užití červených krvinek. Výzkumu se účastnil holandský letecký záchranný sbor, v obsazení dvou lékařů ve vrtulníku, který ošetřoval dle místních standartních postupů (Stsk.), neboli pro léčbu hemoragického šoku byly zvoleny roztoky krystaloidů, anebo navíc u pacientům splňující kritéria byla standartní léčba doplněna TU červených krvinek sk. 0Rh- (dále jen Čksk.). Rozdíl v tomto výzkumu byl ten, že na palubě helikoptéry nebyla chladnička a ohřívač na krevní transfúze. Tím pádem, jakmile personál uznal za vhodné, že pacientův stav vyžaduje TU červených krvinek a na místě události se předpokládalo zdržení, zavolali do nejbližší nemocnice a ta dodala požadovaný počet TU na předem domluvené místo.

Původně pacienti trpící nějakým druhem traumatu, kteří byli léčeni Čksk. bylo 73, avšak po úpravě dat, se toto číslo snížilo na 50 lidí (68 %) a proto do Stsk. se zahrnul stejný počet pacientů.

Tato studie zjistila, že míru přežití, v průběhu prvních dvaceti čtyř hod., měla Stsk. vyšší, protože množství lidí, kteří přežili v Stsk. bylo 34 a v Čksk. 31. Co se týče pacientů, kteří přežili po dobu třiceti dnů, tak opět profitovala sk. se standartní péčí, kde se číslo snížilo na 30 lidí a u Čksk. se počet snížil na 27.

Z pohledu bezpečnosti, tak v přednemocničním prostředí nebyla zpozorována potransfúzní reakce u žádného pacienta. V nemocnici se vyskytla pouze jedna lehká alergická reakce, nýbrž ta započala až po podání čerstvě rozmražené plazmy v jejich zařízení. Hladiny hemoglobinu naměřené po předání pacienta na urgentní příjem se ukázaly výrazně vyšší u Čksk. (8 mmol/l), jelikož ve Stsk. hladina erytrocytů v krvi pacientů se naměřila (6.5 mmol/l).

Nevýrazné rozdíly mezi těmito kategoriemi mohou být zapříčiněny nejspíše z důvodu malého počtu případů. Dalším limitujícím faktorem na studii je určitě ten, že během ošetření pacientů došlo ke zpožděnému podání TU červených krvinek, jelikož posádky neměli tyto TU

u sebe na palubě a museli čekat na jejich dovoz. Studie také uvádí, že pro příští šetření, zda krevní transfuze jsou výhodné, budou využívat chladničky pro delší uchování TU a především ohřívače, aby předešli riziku vzniku hypotermie v pacientově těle, protože v tomto výzkumu nebyly přítomny a autoři předpokládají, že zrovna tento aspekt mohl velice změnit výsledek studie.

Rehn et. al. (2019, s. 284-288) se zabírali také podáním červených krvinek v PNP a došli k závěru, že přednemocniční transfúze erytrocytů má smysl, protože počty úmrtí v terénu se snížili, ale nesnížily se celkové počty přeživších v nemocnici. Rehn et. al. tvrdí, že „*Efekt opožděné smrti, způsobené přednemocničním podáním červených krvinek, přináší impuls pro další rozvoj nemocničních strategií ke zlepšení přežití krvácejících pacientů*“ (2019, str. 287). Středem jejich zájmu byla také LZS ve městě Londýn. Tato LZS jakožto první záchranná služba ve Velké Británii, mohla svým pacientům rutinně podávat TU červených krvinek Rh0-. Zdravotníci po vyšetření pacientů, určili, zda jejich naléhavý stav vyžaduje dle studie, intervenci zvanou „Code Red“. Toto označení, znamená podání TU erytrocytů, u pacientů s podezřením, nebo s potvrzeným krvácením u nichž je zároveň naměřen TK menší než 90 mm Hg sys. Pacienti ošetřovaní londýnskou LZS, měli jednu značnou výhodu oproti, těm ošetřovaným, jenž byli v rukou, výše zmíněné, holandské skupiny záchranářů. Tou výhodou bylo, že mezi prvním kontaktem záchranářů s pacientem a podáním TU erytrocytů nebyla velká časová prodleva. Protože v londýnských helikoptérech se nacházeli chladničky a ohřívače na krevní transfuze, tím pádem rozmražení a ohřev, byl rychlejší než čekání na dovoz TU z nemocnic. Jelikož tento výzkum je retrospektivní, tak první zkoumaná sk. byla ta, jenž podávala opět pouze krystaloidní roztoky pro léčbu hemoragického šoku, ale v tom rozdílu, že až po uplynutí 38 měsíců (od ledna 2009 do konce února 2012) se začaly podávat TU erytrocytů, což byla už druhá zkoumaná sk. Časové rozmezí skupiny s TU erytrocytů bylo 35 měsíců (duben 2012 až únor 2015). Studie tedy porovnávala, jaká byla mortalita před implementací červených krvinek a jaká byla po tomto zavedení.

Po dobu 73 měsíců, londýnská LZS ošetřila a převezla 623 osob s diagnózou život ohrožujícího krvácení. Z toho 84 pacientů bylo vyloučených ze studie, protože se ztratily data o jejich dalším pobytu v nemocnici a o tom, zda přežili dané trauma anebo ne. Celkem v Stsk. se nacházelo 300 pacientů a v druhé Čsk. 239. Zde šetření zjistilo, jakou důležitou roli erytrocytární přípravek má pro přežití pacienta v přednemocničním prostředí, protože v terénu a při převozu zemřelo skoro o polovinu méně pacientů v Čsk. než v druhé skupině. To dělá 66 úmrtí po implementaci erytrocytů (27,6 %) a 126 úmrtí před implementací (42 %). V

nemocničním prostředí, avšak už nebyly tak pozitivní výsledky, co se týče míry přežití, jelikož v obou skupinách zemřel velký počet pacientů. Toto číslo činilo tedy 61 úmrtí (20.3 %) v sk. před implementací a 77 úmrtí (32.2 %) v sk. po implementaci. Když se tedy podíváme na smysl těchto přípravků v PNP obecně, tak výzkum od Rehn et. al. nezjistil pozitivní vliv na celkové přežití pacientů v hemoragickém šoku, nýbrž jejich přežití v prostředí PNP tato intervence zvýšila.

Posádky „*Kent, Surrey a Sussex Air Ambulance Trust*“, ve složení lékař a záchranář, měli za úkol podávat pacientům taktéž TU erytrocytů, protože autory studie zajímalo, kteří pacienti obdrželi TU erytrocytů v během PNP a zda na těchto pacientech byla provedena chirurgická operace se záměrem zástavy krvácení či potřebovali další TU v nemocničním prostředí. Celkový počet ošetřených lidí v průběhu zkoumané doby činilo 147, ale z tohoto počtu se do nemocnice transportovalo pouze 109 (74 %), protože zbytek pacientů se v průběhu výjezdové činnosti ZZS prohlásilo za mrtvé. Stav většiny lidí byl kritický a často jejich organismus byl v „*traumatickém hemoragickém šoku*“ (Lyon et. al. 2017, str. - 4), kde až z 90 % typ mechanismu poranění bylo tupé. Pouze u pěti lidí (3 %) krvácivý stav nebyl způsobený traumatem. Příčinou u těchto případů bylo krvácení z GIT (2x), ruptura břišní aorty (2x) a jedním pseudoaneuryzmatem u drogově závislé osoby. Jedním z hlavních důvodů, proč LZS započalo transfuzní terapii u těchto pacientů byla ztráta pulzu na a. carotis (38 %), snížení krevního tlaku (39,9 %), ztráta pulzové vlny na periferní části končetin (9,1 %), tachykardie (2 %) a kvantitativní porucha vědomí (1,4 %). Autoři uvádí, že účinek erytrocytů v během PNP má vliv na vitální funkce jejich pacientů. Hlavně na krevní tlak, jelikož mezi prvotním kontaktem ZZS s pacientem a předáním pacienta na urgentní příjem, došlo k zvýšení hodnot jak systolického, tak i diastolického tlaku, avšak na tepovou frekvenci tyto přípravky neměli žádný vliv. Ohledně následné transfuzní terapie v nemocničním prostředí, data byla přístupná pouze u 70 pacientů, kde z tohoto množství se 62 pacientům podaly další krevní transfúze. Co se týče jiných intervencí prováděné na pacientech, tak zde byla přístupná data u 75 lidí, z čehož nejvíce se prováděli chirurgické operace (36 %). Na pracovišti urgentního příjmu se i automaticky odebral vzorek krve k hodnocení krevních plynů... kde průměrné hodnoty pH byly 7.15, Be -9.48 a laktát 5.27. Autoři studie také tvrdí, že časné podání krevní transfúze v PNP rapidně snížilo časovou prodlevu oproti případům, kde se hemoterapie provádí až v nemocničním prostředí, protože v případech bez využití erytrocytů v prostředí PNP může časová prodleva činit až dvě hod (Lyon et. al. 2017, str. 1-9).

## 2.2 Způsoby zajištění žilního řečiště v podmínkách PNP

Obecně platí, že u pacientů při závažné dehydrataci, srdeční zástavě, v šokových stavech, či těžkém polytraumatu je nutno, aby u nich personál zajistil žilní řečiště pro medikaci a volumoterapii (Petitpas et al. 2016, s. 1). Jak už bylo výše zmíněno, ideálním časem, kdy tuto intervenci provést, je doba při primárním vyšetření, označujícím se pod písmenem C, tedy následně potom co, zdravotník postupující dle algoritmu ABCDE vyšetřil a popřípadě vyřešil problémy v postupu A či B (Smith et al. 2017, s. 57-58).

Avšak tenhle úkon může být mnohdy velice náročný, jelikož pacienti často mají zkolabované žilní řečiště. (Petitpas et al. 2016, s. 1). Bahl et al. (2016, s. 2) uvádí, že časová prodleva zajištění žilního vstupu bývá mnohdy v rozmezí času od 2.5 do 12 min., proto je zde vyžadována co nejrychlejší intervence, jelikož zdržení má neblahý vliv na pacientovo zdraví. Zdravotnický personál má na výběr ze dvou možností, jak pacientovi zajistit periferní žilní linku. Do těchto možností patří PŽK a PŽK s dopomocí ultrasonografu (dále jen PŽKuz). Pokud obě tyto možnosti selžou, je zde ještě alternativa intraoseálního vstupu (dále jen IO). (Petitpas et al. 2016, s. 1-2).

### 2.2.1 Zavedení periferního žilního katetru

Pro péči o pacienta je klíčovou intervencí zajištění periferní žilní linky (Prottengeier et al. 2016). Proto PŽK je jednou z nejvíce užívaných intervencí na pacientovi. Principem je zavedení plastové trubičky přes kůži do periferního krevního řečiště, kdy větší část katetru zůstává nad kůží, k níž je připojená prodlužovací hadička se zátkou. Pro velikost průměru katetru platí pravidlo, že čím vyšší je číslo značky katetru, tím užší je průměr katetru. Vhodnou velikost si částečně volíme podle věku pacienta a podle palpce žíly spolu s její viditelností. IV katetry umožňují tedy tekutinám a lékům být podávány přímo do kardiovaskulárního řečiště. Po zavedení PŽK, může dobře fungující linka vydržet v pacientově žíle několik dní. Díky tomu se lze vyhnout opakovanému zavádění jehly, pokud pacient potřebuje stálou léčbu. Zdravotníci by měli vybrat místo vpichu nejlépe na místě nacházející se mimo ohbí, jako například předloktí.

Postup pro zajištění IV vstupu je takový, že kolem vybrané končetiny se utáhne turniket a palpací se najde adekvátní žíla. Vybraný bod se otře tamponem s dezinfekcí a následně se katetr začne zavádět po směru toku krve. Po punkci věny zdravotník připojí prodlužovací hadičku se stříkačkou naplněnou fyziologickým roztokem a pokusí se propláchnout věnu, čímž



se zdravotník zároveň ujistí, zda byla kanylace úspěšná. Po tomto úkonu se místo sterilně překryje. (Alexandrou et. al. 2018, s. 1-7)

Důležitou součástí v problematice zajištění IV vstupu hraje čas. Navzdory doporučení algoritmu ABCDE, často záchranáři upřednostňují zabezpečení žilního vstupu až na urgentním příjmu, protože mnohdy se stává, že se u tohoto bodu zdrží až pět min. Prottengeier et. al. (2016, s. 1-6) pracovali na prospektivní studii, která se zabírala hodnocením toho, zda kanylace bude náročná, časově obtížná a neúspěšná. Pro tuto studii, lékaři ihned po výjezdu museli vyplnit online dotazník, kdy výzkumníky zajímala především úspěšnost prvního pokusu a jakákoliv časová náročnost pro kanylaci trvající déle jak dvě min. Do výzkumu bylo zahrnuto 762 PŽK kanylací, kde bylo zjištěno, že se zdravotníkům 78 % kanylací povedlo na první pokus, 14 % činilo druhotné zajištění PŽK a 8 % bylo u tří a více pokusů. Časová hranice dvou min. byla překonána pouze u 13 % ze všech případů a 4 % měli dobu trvání delší než pět min. Ovlivňujícími faktory v tomto směru je dle výzkumu nejvíce žilní viditelnost se škrtidlem a bez něj, hmatatelnost žíly a nedostatečné osvětlení. Aby se eliminovalo riziko nepovedené kanylace, je nutné zajistit dostatečné osvětlení nad žílou, kterou chceme punktovat a měla by být hmatatelná nejlépe před i po zatažení škrtidla. Pokud žíla není ani hmatná ani viditelná, snižuje se tím pádem pravděpodobnost správného zavedení kanyly na 46 % a časová prodleva nad dvě min. se zvyšuje na 30 %. Prottengeier et. al. (2016) tvrdí, že jakmile dojde k zhodnocení daných parametrů pro zajištění PŽK, punkce žíly by měla být prováděna zdravotníkem, který má nejvíce zkušeností, jelikož se tím sníží pravděpodobnost nepovedení. Jakmile i tohle nezlepší výsledek, mělo by se přistoupit tedy k alternativním možnostem.

V průběhu historie zůstává stále nevyřešená otázka, kým by měla být PŽK provedena, proto Prottengeier použil ve svém dalším výzkumu stejný model studie, do kterého zahrnul zdravotnické záchranáře v Bavorsku, a to proto, že zde platí jiná zásada kompetencí k tomuto výkonu, kterou zde mají pouze lékaři, popřípadě zdravotnický záchranář, ale pod dohledem lékaře. Středem zájmu byla úspěšnost na první dva pokusy a časové rozmezí. Součástí bylo i porovnání úspěšnosti právě mezi těmito dvěma skupinami, kdy výsledky této studie byly porovnávány s daty z minulého zkoumání, které se zabíralo naopak pouze lékaři. Výzkum probíhal na základě rozhovoru a dotazníku, který každý pracovník po výjezdu musel vyplnit.

Tento výzkum poukazuje na velkou úspěšnost z pohledu časového hlediska, protože v 91 % se povedlo záchranářům zavést kanylu do dvou min. Průměr v počtu zajištění PŽK na každého záchranáře byl 4,2. Co se týče, správně zavedeného PŽK, výsledky byly skoro

identické jako v minulé studii. První pokus zavedení záchranářem byl úspěšnější o 7 % více než u lékařů, tedy 85 %. Druhý pokus činil z celkového počtu 11 % a úspěšnost byla na 90 %. Zbytek 4 % se podařilo zavést na třetí nebo čtvrtý pokus, kdy pro jeden případ musela být zvolena jiná technika pro vstup do pacientova řečiště. Do studie nebylo zahrnuto stáří pacienta, což se následně ukázalo jako významné kritérium pro úspěšné zajištění pacientovy žilní linky, protože u geriatrických pacientů, byly počty pokusů četnější. Nejpravděpodobnějším důvodem více pokusů zajištění žilního vstupu u této skupiny lidí je ten, že jejich měkké tkáně mají zhoršenou strukturu a žilní řečiště je fragilní, což vede ke špatné aspekci a palpaci místa vpichu. Po shrnutí zjištěných informací tohoto výzkumu se naskýtá otázka požadovaných kompetencí pro daný výkon ve vztahu k rychlosti, kdy bylo zjištěno, že záchranáři měli lepší výsledky než lékaři (Prottegeier et. al. 2017, s. 1-7).

Jak již uvedl Prottegeier et. al. (2016), tak i Engels et. al. (2014, s. 77-82) ve svém výzkumu zjistili, že pracovníci ZZS se mnohdy zdrží u zajišťování žilního řečiště pacienta, až pět min. Tato kohortová retrospektivní studie z kanadského města Toronto, porovnávala místní traumaticky postižené pacienty, u nichž bylo riziko vykrvácení. Pacienti, byli mezi sebou porovnání ve smyslu toho, že první část pacientů tvořila ta sorta, u nichž nebyla zajištěna žilní linka v během PNP a druhá sk. byla ta, u které se to povedlo. Do hlavních cílů autorů patřilo zjištění, o jakou dobu, se transport z místa události do nemocnice s nejvyšší prioritou bude lišit mezi jednotlivými sk. a do jaké doby pacient dostane alespoň jednu TU červených krvinek. Časové rozmezí studie, ve které se nacházeli veškerí zahrnutí pacienti, byla od začátku ledna 2005 do prosince 2009. Nezařazení zraněných lidí do výzkumu proběhlo tehdy, pokud nebyli v rukou místního trauma týmu, či neobdrželi krevní transfuzi v průběhu jejich hospitalizace na urgentním příjmu, anebo nebyli směřováni ihned do místní „Sunny brook Health Sciences Centre“ čili do místního Traumacentra s nejvyšší prioritou. Z celkového počtu pacientů, kteří byli během zkoumané doby transportováni přímo z místa události do traumacentra (3145), se konečné číslo snížilo na 208. Důvod poklesu byl ten, že pouze tento počet obdržel alespoň jednu TU krevní transfuzi na urgentním příjmu a tím pádem mohl být zahrnutý do výzkumu (viz výše zmíněné hlavní cíle). Z 208 případů, zdravotničtí pracovníci v terénu provedli 168 (80.8 %) úspěšných IV kanylací. Na to bylo navázáno podáním krystaloidních roztoků v PNP, a to v průměrné dávce 670 ml. U druhé sk. nebyly samozřejmě podané žádné tekutiny doplňující ztracený objem. To pravděpodobně mělo i vliv na následné množství podání krevních transfuzí (erytrocytů) pacientovi v traumacentru, protože tato sk. obdržela více TU během hospitalizace na traumatologickém odd. (Průměr: 4.5 vs 3.5) tak i během 24 hod. (Průměr 11.1 vs 10). Tvůrci

studie z výsledku také tvrdí, že „Dosažení zajištění PŽK v PNP, nemělo razantní vliv na mortalitu pacientů. Avšak přednemocniční zajištění PŽK ovlivnilo zásadně, dobu strávenou v tomto prostředí. (Engels et. al.2014, str.79 – přeloženo autorem bakalářské) (viz. tab. 3).

**Tabulka 3: Rozdíly ve výsledcích na základě přednemocničního zajištění PŽK**

	Nezajištění PŽK v PNP (N=40)	Zajištění PŽK v PNP (N=168)
Průměrný čas strávený v PNP (min)	28.9	35.2
Průměrná transportní doba (min)	16.6	18.9
Mortalita	60 %	51.2 %

zdroj – (Engels et. al. 2014 str. 79). [autor]

### 2.2.2 Zavedení intraoseálního katetru

Použití IO pro infuze v přednemocničním prostředí, se původně vynalezlo pro pediatrické pacienty, ale čas ukázal, že i ostatní věkové skupiny mohou být zajištěny touto alternativou, pokud oběhový systém je nestabilní. Je to metoda, která se používá k dodávání tekutin, léků a krevních transfuzí přímo do kostní dřeně (Petitpas at. al. 2016, s. 1-3). Použití IO vstupu by mělo být zváženo u pacientů v ohrožení života, po třetím neúspěšném provedení zajištění žilního vstupu nebo po uplynutí více jak dvou min. při neúspěchu zajišťování žilního vstupu. Indikací pro tento typ přístupu není jen samotná KPR, ale i těžká hypovolemie, popáleniny, hemoragický šok, septický šok etc. Přesto že zavedení IO kanyly, je poměrně krátké, jeho využití v praxi je oproti standartním metodám nižší. Průměrná doba IO procedury je od 30 s do 2,3 min., což v porovnání například s CŽK (9,9 min) je podstatně kratší. Nevýhoda je ta, že vyžaduje neustálý trénink, ale na druhou stranu tento trénink lze zvládnout do jedné hod., protože technika zavádění je lehká (Szydłowski et. al. 2021, s. 82-88). Celý proces zajišťování IO vstupu by měl probíhat za sterilních podmínek. Nejdříve se musí vybrané místo na končetině řádně očistit a vydesinfikovat, poté s použitím sterilní pomůcky jako je rouška, rukavice a samozřejmě i jehla se provede výkon. Na těle dospělého člověka, jsou využívány čtyři místa pro zavedení IO. Vstupní bod do proximální tibie, se nalézá 2 cm pod tibia tuberositae a 1 až 2 cm mediálně na rovné ploše kosti. Umístění do distální tibie se nachází 2 cm nad vnitřním kotníku rovné plochy kosti. Proximální humerus je třetím bodem, lokalizovaným ve větším tuberkulu směrem ke korakoidnímu výběžku. Pro tuto volbu, musí být pacientova paže ohnuta a vnitřně rotovaná, a jehla se musí směřovat k většímu tuberculu, aby nedošlo k poranění šlachy bicepsu brachii, čtvrtý bod se nachází na sternu, (Petitpas at. al. 2016, s. 5).

Pro zavedení IO, existuje řada nástrojů. Rozdělují se na vrtací a nastřelovací systémy. Mezi vrtací patří například SAM IO a BD IO Power Driver, kdy každá vrtačka obsahuje tři velikosti, tak aby veškeré věkové skupiny dostaly adekvátní velikost. Vrtá se proti kosti do té doby, dokud cítíme odpor. Jakmile odpor ustoupí, musí se přestat vrtat. Po zavedení vstupu se u obou systémů vyjme mandrén, našroubuje se spojovací hadička, zafixuje se kanyla ke končetině a následně je IO vstup připraven k následnému použití. Do nastřelovacího systému patří NIO Intraosseous Device obsahující taktéž tři velikosti. Pro dospělé a děti tento systém poskytuje pružinový systém, zatímco pro děti od 0 až 3 let systém neobsahuje pružinovou aplikaci, ale je nutné ruční zavádění, protože v této věkové skupině hrozí riziko perforace kosti. (Szydłowski et. al. 2021, s. 82-88). FAST-Responder je dalším zařízením, které funguje na základě nastřelení jehly do kosti. Liší se od ostatních tím, že jeho jediné místo pro inserci je sternum.

Porovnání EZ-IO a Fast-Responder probíhalo u LZS v Norském městě Bergen, kdy Sorgjerd et. al. (2019, s. 1-6), srovnávali ideální místa pro inzerci, časovou náročnost výkonu, tok skrz jednotlivé vstupy a komplikace mezi aplikací jehly do sternu či humeru/tibie. Všichni pacienti vyžadující IO vstup od 1. ledna 2014 do 30. listopadu 2016 byli zahrnuti do studie, přičemž neexistovalo žádné vylučovací kritérium. Během této doby, se LZS setkalo s 3600 pacienty, u kterých se provedlo 53 inzercí na 49 pacientech, kdy v 69,3 % případů se jednalo o muže a pediatrická populace zahrnovala 10,3 %. Nejvíce příčin použití IO zastupovala srdeční zástava s traumatem. Zajištění na první pokus se povedlo v 93,9 %, zbylých 6,1 % bylo na druhý pokus. Průměrná doba aplikace IO vstupu byla u EZ-IO kratší v porovnání s FAST-R (15 s. a 20 s.). Z pohledu průtoku kanylou bylo zjištěno, že FAST-R mělo lepší výsledek, protože ani u jednoho pacienta nebyla využita přetlaková manžeta pro zlepšení průtoku. Zjistili že 35,1 % EZ-IO mělo neadekvátní průtok a potřebovali právě tuto pomoc. Komplikace ve sk. EZ-IO zahrnovali převážně nemožnost aspirovat (11,9 %), extravazaci (2,4 %) a čas výkonu u některých, přesahoval 30 s. Selhání uživatele (12,5 %), přesáhnutí času 30 s (12,5 %) patří FAST-R sk. Bolest při kapání infuze udávalo 8 % pacientů. Z pohledu četnosti míst, kde se EZ IO nejčastěji zavádělo je proximální tibie (90,5 %). V případě, že se tento pokus nezdařil, personál zvolil hlavici humeru jako další vstup (9,5 %). Naproti tomu u FAST-R, všechny inzerce lékaři či zdravotničtí záchranáři provedli do sternu, z důvodu jeho jediné indikace. Jelikož u 25 % se prvotní zajištění nezdařilo, bylo následně zvolen jiný přístup, např. tibiální. Výhoda EZ IO oproti FAST R je i ta že EZ IO může být použito vícekrát. Na zavedení FAST R má personál pouze jeden pokus.

Komplikace této techniky činí 1 %, přičemž mezi nejčastější patří kompartment syndrom způsobený výše zmíněnou extravazací, kožní absces, poranění aorty nebo srdce a osteomyelitida. Právě osteomyelitida je jednou z komplikací, která je ovlivnitelná, protože vzniká při nešetrné a nesterilní práci.

Mezi studie porovnávající proximální tibií a hlavici proximálního humeru patří randomizovaná studie od Szarpak et.al. (2016, s. 1-6). Účastníci byli zdravotníci záchranáři ve městě Huston, kteří využívali přístroj zvaný NIO. Studie probíhala na kadaverech, tím pádem každý obdržel jak tibiální tak i humerální vstup. Po sumarizaci výsledků proximální tibiie měla vyšší úspěšnost než hlavice proximálního humeru (89,3 % vs 73,8 %). Důvodem pro chybné zavedení IO do tibiie bylo spojené se zaváděním jehly pod špatným úhlem a příčinou nesprávného zavedení do hlavice humeru bylo špatné vyhledání hlavice humeru. Z pohledu časové náročnosti, dominoval tibiální vstup (průměr 16.8 s vs 26.7). Všichni účastníci se shodli na tom, že IO vstup v porovnání s PŽK je méně náročnější na techniku zavádění a také jim přišlo, že i z pohledu časového hlediska byl IO vstup lepší variantou (jak pro tibiální vstup, tak i pro humerální). Pravděpodobně největší nevýhodou téhle studie bylo to, že probíhala na kadaverech. Tím pádem byla zhoršená poddajnost končetin a nasátí kostní dřeně pro zjištění správné polohy jehly nebylo možné. Z článku nám tedy vychází, že tibiální vstup by měl být využíván jako možnost první volby a v případě nezvládnutí, by měla být zvolena alternativně hlavice humeru.

Následujícím výzkumem, zabývající se opět IO vstupem, je od skupiny autorů Helm et.al. (2014, s. 43-47), jenž retrospektivně sumarizovali výjezdové záznamy německé LZS z období ledna 2009 až prosince 2011. Mezi primární cíle, které Helm et. al. se snažili vypátrat, patřila celková úspěšnost procedury IO vstupu, úspěšnost prvního až třetího pokusu, počet nezdařených pokusů. Jejich sekundární cíl, byl zaměřený na místo inserce čili zda záchranáři pro IO vstup volili proximální humerus, distální či proximální tibií. Do druhého cíle patřilo i jaká velikost jehly byla zvolena, komplikace spojené s IO vstupem a zda IO byla prvotní volbou pro zajištění venózního vstupu u pacienta, či až druhotnou. Během zkoumaného časového období, zdravotníci léčili 120 923 pacientů, z čehož 348 (0.3 %) bylo zajištěno právě IO vstupem. Ta část pacientů, s IO byla často mladšího věku ( $41.7 \pm 28.7$  vs.  $56.5 \pm 24.4$ ) a většinou mužského pohlaví (63.2 % vs. 57.7 %). Dále mezi nejčastější příčiny IO patřily traumata (37.7 %). Co se týče fyziologických hodnot (GCS, TK, P, Spo2, DF) tak opět zkoumaná část, měla tyto hodnoty výrazně závažnější. I invazivní (endotracheální intubace,

komprese hrudníku, defibrilace), výkony se častěji prováděly u této sorty pacientů. Ze zahrnutých případů, nejčastější místo pro vstup, byla volena proximální tibie (87.2 %), druhá byla distální tibie (7.5 %) a proximální humerus byl třetí (5.3 %). Mezi nejhojněji využívaný typ jehly patřila, ta s délkou 25 mm (56.8 %), dále 15 mm (30.4 %) a nakonec 45 mm se využila nejméně (12.8 %). Celková úspěšnost procedury činila 99.6 %, z čehož pouze v jednom případě (0.4 %) se IO vstup porušil z důvodu ohnutí jehly při vrtání. První pokus se zdařil z 85.9 %, následně druhotné snažení se vydařilo z 12.4 % a zbylých 1.3 % se povedlo napotřetí. V rámci celé studijní skupiny, IO vstup byl převážně metodou druhé volby (60.8 %). To ale neplatí u podskupiny dětí do sedmi let, kde IO byl zvolen jako první metoda zajištění žilního vstupu (63.9 %). Autoři studie si po sumarizaci všech výsledků povšimli, že ve studii, proximální humerus byl využit pouze v 5.3 %, ale sada jehel o velikosti 45 mm, jenž je určena pro humerus, byla využita v 12.8 %. Z toho vyplývá, že zdravotníci použili tuto jehlu i pro tibii a důvodem toho nejspíše je nadměrná obezita a edém okolních tkání.

### **2.2.3 Zavedení periferního žilního katetru pod ultrazvukem**

Standartní kanylace periferního žilního řečiště je jedním z nejvíce využívaných postupů v urgentní medicíně, ale často se pojí právě s chybným zavedením na první pokus. V případě, že je tato technika je neproveditelná, mělo by se přistoupit k jiné. Proto, aby mohlo být předejito devastujícím zraněním žilního řečiště byl vynalezen ultrazvukový doprovod pro nalezení a zajištění žilního řečiště (Skulec at. al. 2020, s. neuvědlena). Způsob zavedení je obdobný standartnímu postupu, co se týče dezinfekce místa, samotného vpichu a připojení hadičky s fyziologickým roztokem, avšak mezitím zdravotník musí nanést sterilní lubrikační gel na okolí vybrané části těla a svojí nedominantní rukou držet ultrasonografický přístroj (např. Sonosite M-Turbo, nebo Zonare ultra) k vizualizaci přijatelné žíly. Zda je katetr adekvátně uložen v žilním řečišti, se opět zdravotník přesvědčí propláchnutím setu (McCarthy et. al. 2016, s. 1-3). V nemocničním prostředí na specializovaných odděleních se ukázalo, že tato technika zvyšuje úspěšnost prvního pokusu, u pacientů s předpokládaným těžkým zavedením PŽK. Dále snižuje, jak počet dalších neúspěšných pokusů, tak i čas nutný k provedení daného úkonu (Skulec at. al. 2020, s. neuvědlena), což potvrdila např. randomizovaná studie od McCarthy et. al. (2016), která se zabývala porovnáním právě standartního zavedení PŽK s kanylací PŽK pod ultrazvukem.

Skulec et. al. (2020, s. neuvědlena) tvrdí, že zatím žádná studie nezkoumala právě využití PŽKus v terénu a přenesení výsledků z nemocničního prostředí do přednemocničního prostředí

by bylo nevhodné, protože mnohdy ZZS si musí poradit ve velice nelehkých situacích, které např. na odd. urgentního příjmu nenastanou. Proto provedli randomizovanou klinickou studii, probíhající od května 2017 do dalšího května následujícího roku. Zajímala je účinnost prvního pokusu, četnost následujících pokusů, časová náročnost u jednotlivých skupin pacientů, bolest a extravazace. Přičemž studie zahrnovala 300 dospělých jedinců, ke kterým byla přivolána ZZS. Rozdělení do skupin bylo náhodné a rovnoměrné. Celý proces vpichování PŽKus (sk. A), nebo jen žíla byla zobrazena pomocí ultrazvuku a následně PŽK bylo zavedeno standartním postupem (sk. B), či pro PŽK nebyl použit ultrasonograf (sk. C). Všichni pacienti byli ošetřováni zdravotnickou záchrannou službou Středočeského kraje v České republice, kde kompetence k výkonu zavádění PŽKus, měl lékař, popřípadě zdravotnický záchranář, který absolvoval jednodenní kurz pro tuto specializaci. Celkovou úspěšností dominovaly skupiny A a B. Co se týče úspěšnosti na první pokus, tak zde nejlépe na tom byla sk. B. Nejnižší počet pokusů ve správném provedení byla skupina B a nejvyšší počet pokusů měla skupina C. Z časového hlediska na tom byla nejlépe skupina B. Pro větší přehled výsledků viz. Tab. č 3.

**Tabulka 4: Výsledky tří technik zavádění PŽK**

	Sk. A	Sk. B	SK. C
Celková úspěšnost	99 %	99 %	90 %
Zavedení na první pokus	88 %	94 %	76 %
Počet pokusů	1.20 +/- 0.57	1.07 +/- 0.29	1.45 +/- 0.9
Časové hledisko	75.3 +/- 60.6	43.5 +/- 26	82 +/- 100.9

**zdroj – (Skulec et. al. 2020, s. 306). [autor]**

Výzkum také poukázal, že pacienti ve skupině C pociťovali větší bolest oproti ostatním skupinám s tím, že i často punktovaná žíla praskla a došlo k extravazaci tekutiny.

Další studii, zabývající se opět zaváděním PŽKus je z Thajska, nýbrž zde se zkoumání neprovádělo v terénních podmínkách, ale pouze v simulačním modelu sanitního vozu, jenž napodobovalo pohyby jedoucího automobilu o maximální rychlosti 80 km/h. Mezi další situace, zhoršující vpichování PŽKus bylo nedostatečné osvětlení v sanitce, neklidní pacienti a pediatričtí pacienti. Workshop probíhal v srpnu 2020 v simulačním centru lékařské fakulty Khon Kheanu. V tomto případě, pracovníci ZZS neměli předešlou zkušenost s tímto druhem zavádění a možná proto, výsledky neměly vysoké procento úspěšnosti. Před samotným zaváděním, pracovníci prošli teoreticko-praktickým proškolením v dané problematice a následně probíhalo samotné zavádění, jenž bylo počítáno a zapisováno do studie. Cíl výzkumu se zabíral, počtem pokusů pro řádné zajištění „pacientovy“ žilní linky a dobou k tomu potřebné. Celkově se kurzu zúčastnilo 49 pracovníků místní ZZS, kde více jak polovina

(57,14 %) zavedla PŽK na poprvé. Druhý pokus byl úspěšný u (37,93 %). Z časového hlediska, průměrně procedura trvala 23 s, přičemž nejrychlejší proces trval 6 s. a nejdelší 57 s. Výzkum také poukázal, že odsloužené roky na ZZS, neměly vliv na zajišťování žilní linky. Co, také neovlivnilo výsledek studie, i když se předpokládalo že ano, bylo to, že veškerí pracovníci thajské ZZS prováděli tuhle proceduru, ačkoli někteří nemají kompetence ani k standardnímu zavádění PŽK. V Thajsku totiž k provedení standardní kanylace žíly má kompetence pouze tzv. „Advanced Emergency Medical Technicians“ a „Paramedics“ / „Emergency nurse practitioners“. Zbylí pracovníci jako „Emergency medical technicians“ tuto kompetenci nemají. I přes to, jejich míra úspěchu byla v průměru 47 %. AEMT měli míru úspěšnosti 100 %, což může být zapříčiněno i tím, že se do výzkumu zapojili pouze dva tito pracovníci. Ve sk. PNP úspěšnost činila 60 % (Kamonwon et. al. 2021, s. 35-39)



## 2.3 Význam a limitace dohledaných poznatků

Management hemoragického šoku vyžaduje vysokou erudovanost a připravenost jak lékařů, tak i zdravotnických záchranářů v dané problematice, protože mnohdy se dostanou do situací, které v nemocničním prostředí nenastanou a musí si poradit s omezeným množstvím pomůcek... Nesmírně důležitou součástí celkového managementu je i právě rozvoj terapie u krvácejících pacientů, protože jak už bylo zmíněno výše, v podmínkách PNP se zdravotník potýká s nepřízní pracovních podmínek, nedostatkem personálu, pomůcek na ohřev transfuzí a infuzních roztoků atd.

Hlavním cílem autorů bylo zlepšení konečné prognózy. Proto se autoři jednotlivých studiích zabývali právě i alternativními způsoby, jak terapii doplnit nebo zlepšit. Z výsledků výzkumů vyplývá, že pro pacienta je benefitem zajištění adekvátního žilního řečiště, s nějakým druhem infuzní, či transfuzní terapie. Ono zajištění intravenózního vstupu u takto postižených pacientů bývá často obtížné, z tohoto důvodu by zdravotník měl zvážit do jaké metody zavádění se pustí, protože samotná kanylace by měla být provedena na co nejméně pokusů v nejkratší možné době. Pokud to nelze, mělo by se buď zvolit jiné místo pro inserci, nebo přistoupit k jiné technice.

Následně by pacient měl obdržet náhradu ztraceného objemu, nejčastěji používanými krystaloidy a pokud je to možné, že daná ZZS má ve svém vybavení transfuzní přípravky může tato volba být pro pacienta benefitem. I přes jasné výhody krevních transfuzí, dle dohledaných studií není zcela jasné, zda pro pacienta v PNP je vhodnější tekutinová náhrada v podobě krystaloidů, nebo krevní transfúze. Příčinou mohou být různé výsledky studií, kde některé doporučovaly krevní transfúze a některé zase ne. Důvodem tohoto stavu je nerovnoměrné zastoupení zkoumaných vzorků pacientů, malého počtu případů v jednom výzkumu, a hlavně celkovým prodloužením doby zajištění pacienta v přednemocničním prostředí.

I přes významný nedostatek informací týkajících se využívání ultrasonografu pro kanylaci v podmínkách PNP, dohledané studie dokládají, že přesnost a proveditelnost úkonu, při této zatím netradiční metodě se vyplatí.

Limitace v dohledaných studiích spočívá v provádění úkonů v simulačních centrech, na figurínách, dobrovolnících, či samotných kadaverech, jelikož samotné simulace ne vždy odpovídají realitě. Limitací je i variabilita kompetencí zdravotníků pracujících v PNP dle

regionálních podmínek vzdělávání. Také ztráty dokumentací o pacientech v nemocničních zařízeních se řadí mezi, jeden z limitujících faktorů. Bohužel nebyl dohledán žádný adekvátní český zdroj pro bakalářskou práci ve směru DCR, i když tento princip se už začíná praktikovat i u nás.

## ZÁVĚR

Pro tvorbu přehledové bakalářské práce jsem si zvolil téma péče o pacienta v hypovolemickém šoku. Zaměřil jsem se převážně na hemoragický šok a jeho management v přednemocničním prostředí, jelikož mě toto téma zajímá a také proto, že je toto téma velmi diskutované v odborných kruzích a odborná společnost zkoumá možnosti pro vylepšení péče o pacienty s ŽOK.

Princip DCR v PNP má určitě své místo, i když některé použité studie tvrdí, že transfuzní přípravky nemají vliv na přežití, tak zase jiné toto tvrzení vyvrátily. Samozřejmě, že pokud pacient je ve velice kritickém stavu s malou pravděpodobností na přežití, tak ani samotné TU mu nepomůžou, avšak pacienti, u nichž stav je sice kritický, ale ne natolik, tak transfuze jednak zlepší vitální funkce, ale i zpomalí letální triádu. Toto převážně platí pro LZS a sanitní vozy sloužící na periferiích. Pro ZZS sloužící ve městech, DCR nemá zásadní vliv, protože transport se zbytečně prodlouží, i když by pacient zvládl transport i s infuzí krystaloidních roztoků.

Druhý cíl je zaměřený na samotné zajištění pacientova žilního řečiště. Výsledky studií dokládají proveditelnost jednotlivých úkonů. I když každá z technik má vysokou úspěšnost i v rukou málo zkušených, nelze jednoznačně doporučit, který ze vstupů by měl být použit primárně u takto postižených pacientů, protože každá situace je odlišná a limitující faktory se často potencují. Nejčastěji se začíná prostým zavedením standardní PŽK a až po jejím neúspěchu se přistupuje k alternativám jako je IO a PŽKus. V neposlední řadě, musí zdravotník zvážit dobu potřebnou pro zajištění žilního řečiště jednotlivými pomůckami, aby nedošlo ke zbytečné prodlevě mezi přednemocniční a nemocniční péčí. Právě doba hraje velkou roli, a proto dle dohledaných studií, neadekvátnější a nejrychlejší způsob zajištění žilního vstupu dosáhneme pomocí IO vstupu.

Bakalářská práce by mohla sloužit pro informační účely laické veřejnosti, všem pracovníkům ZZS, studentům oboru zdravotnický záchranář ale i pracovníkům urgentního příjmu.

## REFERENČNÍ SEZNAM

Advance Trauma Life Support: Student Course Manual, 2018. Tenth Edition. Chicago: American College of Surgeons. ISBN 78-0-9968262-3-5.

ALEXANDROU, Evan, Gillian RAY-BARRUEL, Peter J CARR, et al., 2018. Use of Short Peripheral Intravenous Catheters: Characteristics, Management, and Outcomes Worldwide. *Journal of Hospital Medicine* [online]. **13**(5), 1-7 [cit. 2022-04-26]. ISSN 15535606. Dostupné z: doi:10.12788/jhm.3039

BAHL, Amit, Ananda Vishnu PANDURANGADU, Jared TUCKER a Michael BAGAN, 2016. A randomized controlled trial assessing the use of ultrasound for nurse-performed IV placement in difficult access ED patients. *The American Journal of Emergency Medicine* [online]. **34**(10), 1950-1954 [cit. 2022-04-16]. ISSN 07356757. Dostupné z: doi:10.1016/j.ajem.2016.06.098

CAMPION, Eric M. a Charles J. FOX, 2019. Prehospital Hemorrhage Control and REBOA. *Current Trauma Reports* [online]. **5**(3), 129-136 [cit. 2022-04-16]. ISSN 2198-6096. Dostupné z: doi:10.1007/s40719-019-00169-3

EASTRIDGE, Brian J., John B. HOLCOMB a Stacy SHACKELFORD, 2019. Outcomes of traumatic hemorrhagic shock and the epidemiology of preventable death from injury. *Transfusion* [online]. **59**(S2), 1423-1428 [cit. 2022-04-16]. ISSN 0041-1132. Dostupné z: doi:10.1111/trf.15161

EICK, Brody G. a Nancy J. DENKE, 2018. Resuscitative Strategies in the Trauma Patient: The Past, the Present, and the Future. *Journal of Trauma Nursing* [online]. **25**(4), 254-263 [cit. 2022-04-16]. ISSN 1078-7496. Dostupné z: doi:10.1097/JTN.0000000000000383

EL-GHAZALI, Sally K. a C. Stephanie CATTILIN, 2018. Hypovolaemia. *Anaesthesia & Intensive Care Medicine* [online]. **19**(12), 641-643 [cit. 2022-04-16]. ISSN 14720299. Dostupné z: doi:10.1016/j.mpaic.2018.10.002

ENGELS, Paul T., Edward PASSOS, Andrew N. BECKETT, Jeffrey D. DOYLE a Homer C. TIEN, 2014. IV access in bleeding trauma patients: A performance review. *Injury* [online]. **45**(1), 77-82 [cit. 2022-04-16]. ISSN 00201383. Dostupné z: doi:10.1016/j.injury.2012.12.026

GIANNOUDI, M. a P. HARWOOD, 2016. Damage control resuscitation: lessons learned. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery* [online]. **42**(3), 273-282 [cit. 2022-04-16]. ISSN 1863-9933. Dostupné z: doi:10.1007/s00068-015-0628-3

HELM, Matthias, Benedikt HAUNSTEIN, Thomas SCHLECHTRIEMEN, Matthias RUPPERT, Lorenz LAMPL a Michael GÄSSLER, 2015. EZ-IO® intraosseous device implementation in German Helicopter Emergency Medical Service. *Resuscitation* [online]. **88**(88), 43-47 [cit. 2022-04-16]. ISSN 03009572. Dostupné z: doi:10.1016/j.resuscitation.2014.12.015

HENRIKSEN, Hanne H., Elaheh RAHBAR, Lisa A. BAER, et al., 2016. Pre-hospital transfusion of plasma in hemorrhaging trauma patients independently improves hemostatic competence and acidosis. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine* [online]. **24**(1), 1-6 [cit. 2022-04-16]. ISSN 1757-7241. Dostupné z: doi:10.1186/s13049-016-0327-z

CHALOPIN, Thomas, Adrien LEMAIGNEN, Antoine GUILLON, et al., 2018. Acute Tibial osteomyelitis caused by intraosseous access during initial resuscitation: a case report and literature review. *BMC Infectious Diseases* [online]. **18**(1), 1-5 [cit. 2022-04-16]. ISSN 1471-2334. Dostupné z: doi:10.1186/s12879-018-3577-8

KAMONWON, Lenghong, Sirisantisamrid PORNCHANOK a Buranasakda MARTUROD, 2021. 1st Attempt Success Rate of Ultrasound-Guided Peripheral IV Access of Emergency Medical Services Health Care Providers on the Pre-Hospital Simulation Model. *Journal of the Medical Association of Thailand* [online]. Bangkok, 2021, **104**(Suppl. 1), S35-S39 [cit. 2022-04-16]. ISSN 2408-1981. Dostupné z: doi:10.35755/jmedassocthai.2021.S01.12151

KUMAR, Subodh, Amit GUPTA, Sushma SAGAR, et al., 2021. Management of Blunt Solid Organ Injuries: the Indian Society for Trauma and Acute Care (ISTAC) Consensus Guidelines. *Indian Journal of Surgery* [online]. **83**(S1), 3-41 [cit. 2022-04-16]. ISSN 0972-2068. Dostupné z: doi:10.1007/s12262-021-02820-3

LYON, Richard M., Eleanor DE SAUSMAREZ, Emily MCWHIRTER, et al., 2017. Pre-hospital transfusion of packed red blood cells in 147 patients from a UK helicopter emergency medical service. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and*

*Emergency Medicine* [online]. **25**(1), 1-9 [cit. 2022-04-16]. ISSN 1757-7241. Dostupné z: doi:10.1186/s13049-017-0356-2

MCCARTHY, Melissa L., Hamid SHOKOOHI, Keith S. BONIFACE, et al., 2016. Ultrasonography Versus Landmark for Peripheral Intravenous Cannulation: A Randomized Controlled Trial. *Annals of Emergency Medicine* [online]. **68**(1), 10-18 [cit. 2022-04-16]. ISSN 01960644. Dostupné z: doi:10.1016/j.annemergmed.2015.09.009

MOORE, Hunter B, Ernest E MOORE, Michael P CHAPMAN, et al., 2018. Plasma-first resuscitation to treat haemorrhagic shock during emergency ground transportation in an urban area: a randomised trial. *The Lancet* [online]. **392**(10144), 283-291 [cit. 2022-04-16]. ISSN 01406736. Dostupné z: doi:10.1016/S0140-6736(18)31553-8

NEEKI, Michael, Fanglong DONG, Jake TOY, et al., 2017. Efficacy and Safety of Tranexamic Acid in Prehospital Traumatic Hemorrhagic Shock: Outcomes of the Cal-PAT Study. *Western Journal of Emergency Medicine* [online]. **18**(4), 673-683 [cit. 2022-04-16]. ISSN 1936900X. Dostupné z: doi:10.5811/westjem.2017.2.32044

PETERS, Joost H., Pascal S.H. SMULDERS, Xavier R.J. MOORS, Stef J.M. BOUMAN, Claartje M.E.M. MEIJS, Nico HOOPERWERF a Michael J.R. EDWARDS, 2019. Are on-scene blood transfusions by a helicopter emergency medical service useful and safe? A multicentre case–control study. *European Journal of Emergency Medicine* [online]. **26**(2), 128-132 [cit. 2022-04-16]. ISSN 0969-9546. Dostupné z: doi:10.1097/MEJ.0000000000000516

PETITPAS, F., J. GUENEZAN, T. VENDEUVRE, M. SCEPI, D. ORIOT a O. MIMOZ, 2016. Use of intra-osseous access in adults: a systematic review. *Critical Care* [online]. **20**(1), 1-9 [cit. 2022-04-16]. ISSN 1364-8535. Dostupné z: doi:10.1186/s13054-016-1277-6

PROTTENGEIER, Johannes, Jan-Niklas MAIER, Christine GALL, Sebastian HEINRICH, Joachim SCHMIDT a Torsten BIRKHOLZ, 2017. Does it matter who places the intravenous? An inter-professional comparison of prehospital intravenous access difficulties between physicians and paramedics. *European Journal of Emergency Medicine* [online]. **24**(6), 443-449 [cit. 2022-04-16]. ISSN 0969-9546. Dostupné z: doi:10.1097/MEJ.0000000000000386

PROTTENGEIER, Johannes, Matthias ALBERMANN, Sebastian HEINRICH, Torsten BIRKHOLZ, Christine GALL a Joachim SCHMIDT. The prehospital intravenous access assessment: a prospective study on intravenous access failure and access delay in prehospital emergency medicine. *European Journal of Emergency Medicine* [online]. 2016, 23(6), 442-447 [cit. 2021-11-15]. ISSN 0969-9546. Dostupné z: doi:10.1097/MEJ.0000000000000291

REHN, Marius, Anne WEAVER, Karim BROHI, Sarah ESHELBY, Laura GREEN, Jo RØISLIEN a David J. LOCKEY, 2019. Effect of Prehospital Red Blood Cell Transfusion on Mortality and Time of Death in Civilian Trauma Patients. *Shock* [online]. **51**(3), 284-288 [cit. 2022-04-16]. ISSN 1073-2322. Dostupné z: doi:10.1097/SHK.0000000000001166

SEMLER, Matthew W., Edward D. SIEW a Andrew SHAW, 2019. Principles of Fluid Therapy. *Critical Care Nephrology* [online]. Section 12. Amsterdam: Elsevier, 2019, 350-353.e1 [cit. 2022-04-16]. ISBN 9780323449427. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-323-44942-7.00059-5

SKULEC, Roman, Jitka CALLEROVA, Petr VOJTISEK a Vladimir CERNY, 2020. Two different techniques of ultrasound-guided peripheral venous catheter placement versus the traditional approach in the pre-hospital emergency setting: a randomized study. *Internal and Emergency Medicine* [online]. **15**(2), 303-310 [cit. 2022-04-16]. ISSN 1828-0447. Dostupné z: doi:10.1007/s11739-019-02226-w

SMITH, Duncan a Tracey BOWDEN, 2017. Using the ABCDE approach to assess the deteriorating patient. *Nursing Standard* [online]. **32**(14), 51-63 [cit. 2022-04-16]. ISSN 0029-6570. Dostupné z: doi:10.7748/ns.2017.e11030

SØRGJERD, Renate, Geir Arne SUNDE a Jon-Kenneth HELTNE, 2019. Comparison of two different intraosseous access methods in a physician-staffed helicopter emergency medical service – a quality assurance study. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine* [online]. **27**(1), 1-6 [cit. 2022-04-16]. ISSN 1757-7241. Dostupné z: doi:10.1186/s13049-019-0594-6

SPERRY, Jason L., Francis X. GUYETTE, Joshua B. BROWN, et al., 2018. Prehospital Plasma during Air Medical Transport in Trauma Patients at Risk for Hemorrhagic Shock. *New England Journal of Medicine* [online]. **379**(4), 315-326 [cit. 2022-04-16]. ISSN 0028-4793. Dostupné z: doi:10.1056/NEJMoa1802345

STANDL, Thomas, Thorsten ANNECKE, Ingolf CASCORBI, Axel R. HELLER, Anton SABASHNIKOV a Wolfram TESKE, 2018. The Nomenclature, Definition and Distinction of Types of Shock. *Deutsches Ärzteblatt international* [online]. **2018**(115), 757-768 [cit. 2022-04-16]. ISSN 1866-0452. Dostępne z: doi:10.3238/arztebl.2018.0757

SZARPAK, Lukasz, Zenon TRUSZEWSKI, Jacek SMEREKA, Paweł KRAJEWSKI, Marcin FUDALEJ, Piotr ADAMCZYK a Lukasz CZYZEWSKI, 2016. A Randomized Cadaver Study Comparing First-Attempt Success Between Tibial and Humeral Intraosseous Insertions Using NIO Device by Paramedics. *Medicine* [online]. **95**(20), 1-6 [cit. 2022-04-16]. ISSN 0025-7974. Dostępne z: doi:10.1097/MD.00000000000003724

SZYDŁOWSKI, Bethanie, Jill NOLTE a Eddy VERSHILOVSKY, 2021. Recent Advances in Intraosseous Vascular Access. *Current Emergency and Hospital Medicine Reports* [online]. **9**(3), 82-88 [cit. 2022-04-16]. ISSN 2167-4884. Dostępne z: doi:10.1007/s40138-021-00231-y



## SEZNAM ZKRATEK

Čksk Skupina podávající červené krvinky

DCR Damage control resuscitation

DF dechová frekvence

GCS Glasgow Coma Scale

Hb Hemoglobin

hod. hodina

INR mezinárodní normalizovaný poměr

IO intraoseální vstup

ISS Injury severity score

km/h kilometr za hodinu

LZS Letecká záchranná služba

min. minuta

ml/min mililitr za minutu

mm milimetr

mm Hg milimetr rtuťového sloupce

mmol/l milimol na litr

NaCl 0,9 %

P Srdeční tep

PaO<sub>2</sub>/Fio<sub>2</sub> plicní disfunkce

pH kyselost/zásaditost

Plsk Skupina podávající plazmu

PNP přednemocniční neodkladná péče

PŽK periferní žilní katetr

PŽKuz Periferní žilní katetr s dopomocí ultrasonografu

s sekunda

sk skupina

Spo2 krevní saturace

Stsk Skupina podávající krystaloidní roztoky

TK Krevní tlak

TU Transfuzní jednotka

ZZS zdravotnická záchranná služba

ŽOK Život ohrožující krvácení

## SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Klasifikace příznaků při krvácení: zdroj – (Sharon Henry et. al. 2018, s. 49). [autor] .....	14
Tabulka 2: Indikce pro Damage control resuscitation: zdroj - (Giannoudi a Harwood, 2016, s. neuvedena). [autor].....	17
Tabulka 3: Rozdíly ve výsledcích na základě předemocničního zajištění PŽK: zdroj – (Engels et. al. 2014 str. 79). [autor] .....	27
Tabulka 4: Výsledky tří technik zavádění PŽK: zdroj – (Skulec et. al. 2020, s. 306). [autor]	31