

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav Ošetrovatelství

Miroslav Orava, DiS.

**Vybrané metody stavění zevního krvácení
v přednemocniční neodkladné péči**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: doc. MUDr. Pavel Dráč, Ph.D.

Olomouc 2020

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a použil jen uvedené bibliografické a elektronické zdroje.

Olomouc 15. června 2020

Podpis autora

Děkuji doc. MUDr. Pavlu Dráčovi, Ph.D. za odborné vedení bakalářské práce, za cenné rady, čas, trpělivost a podporu, kterou mi věnoval během zpracování mé práce. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat všem, kteří mě během mého studia, a hlavně v jeho závěru podporovali.

ANOTACE

Typ práce:	Bakalářská práce
Téma práce:	Zevní tepenné krvácení – metody stavění krvácení v přednemocniční péči
Název práce v ČJ:	Vybrané metody stavění zevního krvácení v přednemocniční neodkladné péči
Název práce v AJ:	The selected methods of hemostasis the external bleeding in pre-hospital emergency care
Datum zadání:	2020-01-31
Datum odevzdání:	2020-06-15
VŠ, fakulta, ústav:	Univerzita Palackého v Olomouci Fakulta zdravotnických věd Ústav Ošetrovatelství
Autor:	Orava Miroslav, DiS.
Vedoucí:	doc. MUDr. Pavel Dráč, Ph.D.
Oponent:	
Abstrakt v ČJ:	Masivní zevní krvácení představuje celosvětově jednu z hlavních příčin úmrtí. Tento fakt se týká zejména přednemocničního prostředí. Tato přehledová bakalářská práce předkládá aktuální dohledané validní poznatky o vybraných metodách stavění zevního krvácení v přednemocniční neodkladné péči. Cílem práce byla sumarizace aktuálních dohledaných validních poznatků o vybraných hemostatických preparátech a vybraných tlakových metodách stavění zevního krvácení se zaměřením na turnikety. Z dohledaných informací vyplývá, že se jedná o progresivně se vyvíjející prostředky využívané hlavně ve vojenských podmínkách přednemocniční neodkladné péče, kde vykazují poměrně kvalitní účinnost spojenou s minimálním

výskytem vážných komplikací. Výsledky těchto vojenských studií vytvořili relativně kvalitní základnu důkazů, která vede k jejich postupnému začlenění do civilního prostředí přednemocniční neodkladné péče, kde rovněž vykazují velice slibné výsledky. Předložené poznatky byly čerpány z databází: EBSCO, GOOGLE Scholar, ProQuest a ScienceDirect.

Abstrakt v AJ:

Massive external bleeding is one of the leading causes of deaths worldwide. This is particularly true of the pre-hospital environment. The overview of this bachelor thesis presents the current validated findings and selected methods of external bleeding in pre-hospital emergency care. The aim of the thesis was to summarize the current validated findings of selected haemostatic preparations and selected pressure methods for hemostasis of external bleeding, focusing on tourniquets. According to the searched information it is evident that these are progressively developing products used mainly in military pre-hospital emergency care, where a relatively high efficiency associated with minimal occurrence of serious complications is shown. The results of these military studies have created a relatively high-quality evidence base leading to their gradual integration into the civilian pre-hospital emergency care, where they also show very promising results. Published data were obtained from EBSCO, GOOGLE Scholar, ProQuest and ScienceDirect database.

Klíčová slova v ČJ:

Zevní krvácení, zástava krvácení, trauma, přednemocniční neodkladná péče, zdravotnická záchranná služba, zdravotnický záchranář, gáza, hemostatický obvaz, turniket

Klíčová slova v AJ:

External bleeding, hemostasis, trauma, pre-hospital emergency care, emergency medical service, paramedic, gauze, hemostatic dressing, tourniquet

Rozsah práce:

52 stran/0 příloh

Obsah

Úvod.....	7
1 Popis rešeršní činnosti.....	9
2 Přehled dohledaných publikovaných poznatků.....	12
2.1 Hemostatické preparáty	12
2.2 Tlakové metody stavění zevního krvácení	30
2.3 Význam a limitace dohledaných poznatků.....	39
Závěr	40
Referenční seznam	41
Seznam zkratk	52

Úvod

„Osud raněných leží v rukou těch, kteří aplikují první obvaz.“

Dr. Nicholas Senn

Od počátku evoluce člověka byla schopnost zastavit zevní krvácení prvořadým cílem lidského přežití. Písemné záznamy lékařských zásahů sahají až do starověkého Řecka a Říma (Kabaroff, 2013, s. neuvedena). Po mnoha staletích se metody stavění onoho krvácení nezměnily. K jeho dosažení byly využívány různé bavlněné obvazy, přímý manuální tlak, či různé primitivní turnikety. Přestože výzkum metod stavění zevního krvácení probíhá již téměř století, progresi zaznamenává až v posledních několika dekádách (Devlin et al., 2009, s. 237–245). Traumatické příčiny krvácení jsou významným ukazatelem úmrtnosti. Každým rokem na celém světě zemře na následky traumat přibližně 5 milionů lidí, přičemž u jedinců mladších 45 let se jedná o nejčastější příčinu úmrtí vůbec (Dobiáš et al., 2012, s. 273–274; Šeblová et al., 2018, s. 205–206). Přibližně jedna třetina traumatických úmrtí na světě představuje vykrvácení a v drtivé většině k tomu dojde během prvních 48 hodin po úrazu (Evans et al., 2010, s. 158–163). Masivní ztráta krve je navzdory pokrokům v medicíně stále hlavní příčinou úmrtnosti v bojových podmínkách a zároveň druhou hlavní traumatickou příčinou úmrtí, po poranění mozku, v civilním prostředí (Turan et al., 2013, s. 761–770; Sobrino, Shafi, 2017, s. 120–123). Česká republika zaujímá v úrazových statistikách jedno z předních míst v Evropě (Málek et al., 2019, s. 61).

Bohužel velká část úmrtí na podkladě masivního zevního krvácení nastává ještě před dosažením zdravotnického zařízení, tedy během transportu. Proto je nezbytné zahájit účinnou léčbu v co nejkratším čase již v přednemocniční neodkladné péči (dále jen PNP) (Bulton et al., 2018, s. 449-457). Aby se předešlo zmíněným ztrátám na životech, je tedy nezbytné včasné rozpoznání a odpovídající opatření již v podmínkách PNP. Klíčem ke zlepšení výsledků je multidisciplinární přístup k pacientovi a dodržování platných standardů a doporučení založených na důkazech (Spahn et al., 2019, s. 1–74).

Na základě daných poznatků si lze položit otázku: Jaké jsou aktuální validní dohledané publikované poznatky o metodách stavění zevního krvácení v přednemocniční neodkladné péči?

Cílem práce je sumarizovat aktuální dohledané publikované validní poznatky o vybraných metodách stavění zevního krvácení v přednemocniční neodkladné péči. Cíl bakalářské práce je specifikován ve dvou dílčích cílech:

1. Předložit aktuální dohledané publikované validní poznatky o vybraných hemostatických preparátech.
2. Předložit aktuální dohledané publikované validní poznatky o vybraných tlakových metodách stavění zevního krvácení v přednemocniční neodkladné péči.

Pro uvedení do tématu byla prostudována následující vstupní literatura:

1. DOBIÁŠ, Viliam, Táňa BULÍKOVÁ a Peter HERMAN, 2012. *Prednemocničná urgentná medicína*. 2., dopln. a preprac. vyd. Martin: Vydavateľstvo Osveta. ISBN 978-80-8063-387-5.
2. HÁJEK, Marcel. *Chirurgie v extrémních podmínkách: odborný přehled pro lékaře a zdravotníky na zahraničních praxích*. Praha: Grada, 2015. ISBN 978-80-247-4587-9.
3. MÁLEK, Jiří a Jiří KNOR. *Lékařská první pomoc v urgentních stavech*. Praha: Grada Publishing, 2019. ISBN 978-80-271-0590-8.
4. PENKA, Miroslav, Igor PENKA a Jaromír GUMULEC. *Krvácení*. Praha: Grada, 2014. ISBN 978-80-247-0689-4.
5. REMEŠ, Roman a Silvia TRNOVSKÁ. *Praktická příručka přednemocniční urgentní medicíny*. Praha: Grada, 2013. ISBN 978-80-247-4530-5.
6. ROKYTA, Richard. *Fyziologie*. Třetí, přepracované vydání (první vydání v nakladatelství Galén). Praha: Galén, [2016]. ISBN 978-80-7492-238-1.
7. ŠEBLOVÁ, Jana a Jiří KNOR. *Urgentní medicína v klinické praxi lékaře*. 2., doplněné a aktualizované vydání. Praha: Grada Publishing, 2018. ISBN 978-80-271-0596-0.

1 Popis rešeršní činnosti

Pro dohledání validních informací byl použit standardní postup rešeršní činnosti, a to s použitím vhodných klíčových slov a s pomocí booleovských operátorů.

ALGORITMUS REŠERŠNÍ ČINNOSTI



VYHLEDÁVACÍ KRITÉRIA

Klíčová slova v ČJ: zevní krvácení, zástava krvácení, trauma, přednemocniční neodkladná péče, zdravotnická záchranná služba, gáza, hemostatický obvaz, turniket

Klíčová slova v AJ: external bleeding, hemostasis, trauma, pre-hospital emergency care, emergency medical service, gauze, hemostatic dressing, tourniquet

Jazyk: čeština, angličtina, francouzština

Období: 2008–2019

Další kritéria: recenzovaná periodika, plné texty



DATABÁZE

EBSCO, GOOGLE Scholar, ProQuest, ScienceDirect



Nalezeno 204 článků. Vyřazeno 149 článků.



VYŘAZUJÍCÍ KRITÉRIA

duplicitní články

kvalifikační práce

články nesouvisející s danou problematikou



SUMARIZACE VYUŽITÝCH DATABÁZÍ A DOHLEDANÝCH DOKUMENTŮ

EBSCO	4 zahraniční články, 1 český článek
GOOGLE Scholar	23 zahraničních článků
ProQuest	16 zahraničních článků
ScienceDirect	11 zahraničních článků



SUMARIZACE DOHLEDANÝCH PERIODIK A DOKUMENTŮ

Emergency Medicine Journal	3 články
The Journal of Emergency Medicine	3 články
Acta Pharmacologica Sinica	1 článek
Military Medicine	3 články
US Army Medical Department journal	1 článek
Athletic Training & Sports Health Care	1 článek
Injury	3 články
Trauma Monthly	2 články
Critical Care	1 článek
World Journal of Surgery	2 články
Canadian Journal of Anesthesia	1 článek
Journal of Emergency Medical Services	1 článek
Baylor University Medical Center.Proceedings	1 článek
Annales Françaises d'Anesthésie et de Réanimation	1 článek
Annals of Biomedical Engineering	1 článek
Current Opinion in Anesthesiology	1 článek
Athletic Training Education Journal	1 článek
AANA Journal	1 článek

Wilderness & Environmental Medicine	1 článek
Journal of Trauma and Acute Care Surgery	8 článků
Expert Review of Medical Devices	1 článek
Remedia	1 článek
Open Access Emergency Medicine	1 článek
Annals of surgery	2 články
Health	1 článek
European Journal of Emergency Medicine	2 články
Polish Journal of Veterinary Sciences	2 články
Journal of Surgical Research	1 článek
Journal of the American College of Surgeons	1 článek
Prehospital Emergency Care	3 články
Trauma Surgery & Acute Care Open	1 článek
Journal of the Canadian Association of Emergency Physicians	1 článek
Anaesthesia Critical Care & Pain Medicine	1 článek



Pro tvorbu teoretických východisek bylo použito 55 dohledaných článků.

Pro tvorbu přehledové bakalářské práce byly dále použity 3 knižní publikace, které jsou citovány v referenčním seznamu.

2 Přehled dohledaných publikovaných poznatků

Tato kapitola je rozdělena do tří podkapitol. První podkapitola předkládá poznatky o vybraných hemostatických preparátech. Druhá podkapitola pojednává o vybraných tlakových metodách stavění zevního krvácení v PNP. Důraz v této podkapitole je kladen zejména na shrnutí aktuálních dohledaných, validních poznatků o turniketech. Ve třetí podkapitole jsou uvedeny informace o významu a limitacích dohledaných poznatků.

2.1 Hemostatické preparáty

Stlačitelné krvácení lze za normálních podmínek relativně dobře kontrolovat pomocí přímého manuálního tlaku na krvácející ránu, bohužel tato metoda však ve většině případů znemožňuje další ošetření. Přednemocniční aplikace turniketů je sice spojena s vysokou mírou přežití, ale mnoho ran, jako jsou rány v oblasti krku, podpaží či třísele, představují zvláštní problém při kontrole krvácení a pro jejich řešení je aplikace turniketů nevhodná (Kragh et al., 2011, s. 590–597). Hemostatické preparáty, jakožto např. hemostatické obvazy, jsou cenným doplňkem při zástavě zevního krvácení právě ve výše zmíněných oblastech krku, podpaží či třísel (Bennett, 2017, s. 39–49; Bulton et al., 2018, s. 449–457).

Používání obvazů k zástavě zevního krvácení bylo základem managementu kontroly krvácení po mnohá staletí. Ve 21. století roste v civilním sektoru zájem o vojenské hemostatické preparáty, které využívají různé hemostatické mechanismy, protože jsou ve většině případů k zástavě krvácení účinnější než obyčejný obvaz. Díky válečným konfliktům v Iráku a Afghánistánu došlo k nárustu vývoje sofistikovaných hemostatických materiálů obsahujících látky, které podporují schopnost srážení krve. Tyto nové produkty snižují krevní ztráty, čímž pomáhají předcházet vývoji maligní triády a tím mimo jiné snižují úmrtnost. Jejich užití je proto vhodné i v PNP (Smith et al., 2013, s. 784–789).

Vzhledem k tomu, že se hemostatické preparáty neustále vyvíjejí a jsou užívány hlavně v bojové medicíně, existuje jen omezené množství poznatků o tom, jak si stojí v civilním sektoru (Bennett, Littlejohn, 2014, s. 497–514). Účelem této podkapitoly je shrnout aktuální dostupné validní poznatky o vybraných hemostatických preparátech, které jsou v současné době na trhu k dispozici pro použití v přednemocničním prostředí.

Bulton et al. (2018) a Kheirabadi (2011) popisují následující základní kritéria, kterými by měl disponovat ideální hemostatický preparát pro PNP v civilním i vojenském sektoru. Měl by být:

- schválen pro použití u pacientů příslušným regulačním orgánem státu,
- zastavit těžké arteriální a/nebo žilní krvácení nejpozději do dvou minut po aplikaci,
- bez vedlejšího účinku a toxicity,
- nezpůsobovat bolest ani tepelné poškození,
- bez potencionálního rizika pro zdravotníky,
- rychle připraven k použití i laikem,
- odolný a lehký,
- dostatečně flexibilní, aby mohl být použit pro těžko přístupné rány a snadno se odstranil bez zanechání zbytků,
- stabilní a funkční při extrémních teplotách,
- praktický a jednoduše použitelný v náročných podmínkách, např. vítr, déšť, či tma,
- trvanlivý,
- ekonomicky dostupný,
- biologicky rozložitelný a biologicky vstřebatelný (Bulton et al., 2018, s. 449-457; Kheirabadi, 2011, s. 25-37).

Hemostatické přípravky neustále prokazují pozitivní přínos při zástavě zevního krvácení jak ve vojenském, tak v civilním prostředí. Na trhu existuje spousta druhů hemostatických preparátů obsahujících různé druhy látek podporujících hemostázu. Mnoho společností vyrábí své specifické řady produktů, které umožňují zástavu krvácení, ale v podstatě by se dalo říct, že prozatím neexistuje žádný ideální produkt, který by zastavil jakékoliv krvácení z jakéhokoliv místa (Bennett, Littlejohn, 2014, s. 497–514).

Výsledky studií na zvířatech dlouhodobě ukazují, že hemostatické preparáty snižují krvácení a zvyšují přežití pacienta. Účinnost těchto preparátů byla v minulosti vyhodnocována a testována na různých zvířecích modelech, což později vedlo k četným nevěrohodným zjištěním. Pro získání kvalitních výsledků studií byl proto stanoven jako testovaný vzorek standardizované poranění femorální tepny u prasat, který je v dnešní době široce používán (Bulton et al., 2018, s. 449-457; Kheirabadi et al., 2011, s. 139-146).

Naimer (2014) uvádí možné výhody a nevýhody hemostatických preparátů. Mezi výhody řadí zejména:

- široké spektrum použití na různých oblastech těla,
- použití hemostatika nevyžaduje žádné speciální školení či znalosti.

Naopak k nevýhodám autor řadí:

- krvácející rány musí být přesně lokalizovány a místo zcela kryté,
- všechny hemostatické preparáty vyžadují v úvodní fázi zástavy krvácení přímý manuální tlak, a to do doby, než nastane hemostáza. Tohoto faktu je obtížné dosáhnout hlavně v bojových podmínkách,
- Nutnost neustálého sledování rány, neboť potenciační pohyby a tření mohou uvolnit krevní sraženinu a způsobit recidivu krvácení,
- Vysoká pořizovací cena těchto produktů (Naimer, 2014, s. 479-490).

Hemostatické preparáty se postupně vyvíjely z granulovaných, nebo jemných práškových forem, jako je např. QuikClot®, či TraumaDEX®, až po nejnovější generace sofistikovaných impregnovaných hemostatických obvazů, jako je QuikClot Combat Gauze®, Chitogauze®, či Celox Gauze®. Hemostatické obvazy jsou navrženy tak, aby je šlo lehce aplikovat a riziko komplikací s tím spojených bylo co nejnižší (Gegel et al., 2013, s. 453-458). Hemostatické preparáty určené k zástavě vnějšího krvácení mohou být rozděleny např. na obvazy, granuláty a práškové produkty (Naimer, 2014, s. 479-490). Pro účely této podkapitoly jsou tyto preparáty rozděleny na koncentráty faktorů, mukoadheziva a prokoagulační substituenty.

Koncentráty faktorů

Jedná se o první generaci hemostatických preparátů (Bulton et al., 2018, s. 449-457). Majoritním zástupcem této skupiny je zeolit, což je druh hlinitokřemičitanu, který při zahřívání reverzibilně uvolňuje vodu. Z hemostatického hlediska je zodpovědný za absorpci vody z krve, v důsledku čehož dochází ke zkoncentrování krevních destiček a koagulačních faktorů. „Zeolit mimo jiné pro své složení uvolňuje do krve Ca^{2+} , čímž je podpořena rychlost tvorby krevní sraženiny“ (Li et al., 2013, s. 367-372). Dlouhodobé studie na zvířatech prokázaly účinnost této látky při stavění závažného zevního krvácení. Život zachraňující vlastnosti zeolitu byly rovněž potvrzeny v bojových podmínkách u vojáků se závažným krvácením a také v civilním sektoru. Z užívání zeolitových preparátů však vyvstalo několik problémů. Bylo

zjištěno, že zeolit, přicházející do kontaktu s krví, vyvolává exotermní reakci, čímž docházelo k termickému poškození tkání. Rovněž je obtížné po aplikaci odstranit látku z rány, což může vést ke vzniku zánětlivých granulomů nebo abscesů. Doporučení pro použití zeolitových preparátů je omezeno pouze na léčbu vnějšího, život ohrožujícího krvácení, které se nedaří zastavit jinak (Li et al., 2013, s. 367-372).

QuikClot®

Jedná se o granulovaný přípravek zeolitu první generace, který rychle absorbuje vodu z krve. Granule zeolitu tohoto hemostatického preparátu koncentrují buněčné a proteinové složky krve, a tím podporují tvorbu krevní sraženiny. Tento proces je však spojený s exotermickou reakcí, během které docházelo k termickým poraněním tkání (Khan et al., 2010, s. 950-951). Autoři Granville-Chapman, Jacobs a Midwinter (2011) zmiňují ve svém článku největší dosud provedenou případovou studii zahrnující 103 použití QuikClotu® (dále jen QC) ve Spojených státech. Tato studie dokumentuje 69 užití QC americkou armádou v Iráku, 20 aplikací tohoto přípravku ve vojenské a civilní chirurgii a 14 použití v civilních podmínkách PNP. Z celkového počtu 103 bylo 83 případů, kdy byl QC nanesen v terénu přímo do rány za účelem zástavy zevního krvácení a 20 případů použití v nemocničním zařízení během chirurgických operací u pacientů s traumatem. Studií bylo zjištěno, že všechny aplikace v terénu úspěšně vedly k primární zástavě zevního krvácení. Celková míra úspěšnosti činila 92 %. U některých pacientů se z nežádoucích účinků způsobených hemostatikem vyskytla mírná až středně těžká bolest. Taktéž byly zdokumentovány 3 případy popálení zapříčiněné exotermickou reakcí při kontaktu zeolitu s krví. Při chirurgické aplikaci způsoboval QC tvorbu jizev a mnohdy i alergickou reakci na cizorodý materiál (Granville-Chapman, Jacobs, Midwinter, 2011, s. 447–459). Během studie na zvířatech bylo zjištěno, že první generace QC způsobovala v průběhu exotermické reakce zvýšení teploty povrchových tkání až na hodnotu 95 °C a vnitřní teplota tkání přesahovala hodnotu 50 °C (Khan et al., 2010, s. 950-951). Přestože se jedná o hemostatikum s vysokou účinností, 92 % ve 103 případech použití, bylo vyvinuto hemostatikum druhé generace (Smith et al., 2013, s. 784–789).

QuikClot ACS® a QuikClot ACS+®

QuikClot advanced clotting sponge (dále jen QuikClot ACS®) je zeolitový hemostatický přípravek druhé generace, který byl oproti první generaci modifikován. Zatímco se granule QC první generace sypaly přímo do krvácející rány, granule QuikClotu ACS® jsou v tomto případě uloženy ve váčcích s otvory takové velikosti, které zajišťují adekvátní kontakt

hemostatika s krví a současně tím nedochází k přímému vsypání látky do rány. Taktéž je tím umožněna lepší aplikace do místa určení a také snazší odstranění. Oproti původní verzi QuikClotu ACS® byly zeolitové granule QuikClotu ACS+® navíc upraveny tak, aby nedocházelo k takovému enormnímu generování tepla během exotermické reakce ve srovnání s přípravky první generace (Castle, Sedory, 2016, s. 245–255; Clay, Grayson, Zierold, 2010, s. 280–284).

Arnaud et al. (2008) popisují studii, ve které byla zkoumána exotermická reakce těchto dvou hemostatických přípravků. Studie byla provedena na patnácti prasečích modelech o průměrné hmotnosti $28,8 \text{ kg} \pm 1,5 \text{ kg}$. U těchto subjektů bylo v anestezii provedeno přetěti femorálních cév. Po dvou minutách nekontrolovatelného krvácení byl u čtyřech z nich použit na zástavu krvácení QuikClot ACS® a u zbylých jedenácti QuikClot ACS+®. Teplota tkáně v okolí aplikace hemostatických látek byla sledována po dobu 3 hodin. Studií bylo zjištěno, že ona zkoumaná teplota byla u přípravku QuikClot ACS+® výrazně nižší, průměrně $40,3 \pm 1,8 \text{ }^\circ\text{C}$. U QuikClotu ACS® byla naměřena teplota v průměru $61,4 \pm 10,7 \text{ }^\circ\text{C}$, z čehož vyplývá, že nižší uvolňování tepla u hemostatika QuikClot ACS+® při jeho kontaktu s krví bylo potvrzeno na zvířatech (Arnaud et al., 2008, s. 1708–1713). Výsledky této studie zmiňují i autoři Khoshmohabat et al. (2016), kteří uvádějí, že teplota generovaná QuikClotem ACS® při styku s krví v místech poranění dosáhla sice nižších hodnot ve srovnání s přípravky první generace, ale i tak bylo naměřeno u přípravku 2. generace průměrně $61 \text{ }^\circ\text{C}$ a v některých případech se teplota zvýšila dokonce až na $76 \text{ }^\circ\text{C}$ (Khoshmohabat et al., 2016, s. 1–6).

Travers et al. (2012) popisují kazuistiku mladého čtyřiaadvacetiletého muže, který utrpěl pracovní úraz poté, co byl přimáčknut mezi jeřábem a kovovou traverzou o váze asi 3 tun. Došlo u něj k rozdrčení perineální oblasti s masivním zevním krvácením. Pánevní byla v jeho případě stabilní, ale při palpaci značně bolestivá. Okamžitá krevní ztráta byla odhadována asi na 1 litr. Pokus záchranářů o zástavu krvácení byl proveden za pomoci obvazů a pánevního fixátoru. Tato metoda se ukázala neúčinná, a tak byly do útrob rány zavedeny dva hemostatické přípravky QuikClot ACS+®. Po 55 minutách od vzniku události byl pacient přijat do nemocničního zařízení bez viditelného vnějšího krvácení. Muž byl okamžitě ošetřen na operačním sále. Třetí den byla provedena chirurgická revize spojená s odstraněním onoho hemostatika. Plného zotavení pacienta bylo dosaženo 26 měsíců po traumatu. Použití zmíněného hemostatického preparátu se v tomto případě ukázalo jako vhodná volba pro zástavu masivního zevního krvácení v PNP. Nicméně je zde popisována pouze jedna kazuistika a pro

stanovení konečných závěrů je potřeba realizovat více podobných kazuistik či studií na toto téma (Travers et al., 2012, s. 969–971).

TraumaDEX®

Dalším zástupcem této skupiny hemostatických preparátů je přípravek TraumaDEX®, který podobně jako přípravky obsahující zeolit rychle absorbuje obsah vody v krvi, čímž koncentruje buněčné a proteinové složky krve a tím podporuje tvorbu krevní sraženiny (Granville-Chapman, Jacobs, Midwinter, 2011, s. 447–459). TraumaDEX® je práškový hemostatický přípravek obsahující polysacharidové částice z bramborového škrobu, které podporují hemostázu. Oproti přípravkům obsahujícím zeolit nevyvolává tento produkt exotermickou reakci. „TraumaDEX® je považován za bezpečný a snadno použitelný hemostatický přípravek“ (Grissom, Fang, 2015, s. 210–216). Tito autoři se rovněž domnívají, že je výše zmíněný produkt vhodný k zástavě krvácení zejména malých až středních ran. Proto jsou toho názoru, že může být více využit v civilním prostředí PNP (Grissom, Fang, 2015, s. 210–216).

Autoři Payne, Berry, Seitz (2014) zmiňují ve svém článku studii, ve které byla zkoumána účinnost tohoto hemostatika v civilním prostředí. Do studie bylo začleněno 29 zdravých dobrovolníků, z nichž drtivá většina byli muži věkového průměru 36 let. U těchto subjektů byly provedeny 2 řezy, každý z nich o velikosti 5 mm a hloubce 1 mm, lokalizované na předloktí. Jeden z těchto řezů byl následně ošetřen hemostatikem TraumaDEX®, druhý řez nebyl ošetřen žádným hemostatickým preparátem. Na obě řezné rány byl vyvinut jemný manuální tlak v délce trvání 30 vteřin. Následně byla zaznamenána doba krvácení. Bylo zjištěno, že u prvního řezu ošetřeného přípravkem TraumaDEX® bylo dosaženo hemostázy v průměru do 84 vteřin. Ve srovnání s druhým řezem činila průměrná doba hemostázy 381 vteřin, z čehož vyplývá, že tento přípravek snížil dobu krvácení o necelých 5 minut. Sedm dní po zákroku nebyl zaznamenán žádný rozdíl v ránách mezi ošetřenou a kontrolní skupinou. V této studii nebyly hlášeny žádné nežádoucí účinky související s použitím přípravku TraumaDEX®. Díky těmto faktům dospěli autoři k závěru, že má výše zmíněný přípravek kvůli svým vlastnostem, nízkým nákladům a nízkým rizikům významné výhody oproti jiným hemostatickým látkám. Nicméně jednalo se zde o zdravé relativně mladé jedince a rozsah vytvořeného řezného poranění nebyl nějak výrazný ani život ohrožující. Autoři sdílí názor, že účinnost onoho hemostatika by měla být zkoumána u vážnějšího zevního krvácení na širším spektru pacientů, než se vyvodí konečné závěry (Payne, Berry, Seitz, 2014, s. 193–201).

Mukoadheziva

Mukoadhezivní látky působí silnou adhezí k poškozeným tkáním a fyzicky utěšňují krvácející ránu. Aby produkty těchto látek mohly správně fungovat, musí na ně být po aplikaci vyvinut přímý manuální tlak (Gordy, Rhee, Schreiber, 2014, s. 41–47). Majoritním zástupcem této skupiny je chitosan, který při styku s krví nabobtná a tím vytvoří gelovitou krevní sraženinu bez toho, aniž by došlo k exotermické reakci (Payne, Berry, Seitz, 2014, s. 193–201). Chitosan funguje zcela nezávisle na hemostáze organismu, to znamená, že pokud pacient ztratí své koagulační faktory nebo dojde k potlačení hemostázy, jsou produkty s obsahem chitosanu stále schopny zastavit krvácení, což je nesporně jedna z výhod těchto látek (Bennett, Littlejohn, 2014, s. 497–514).

„Chitosan je přírodní, biodegradabilní, biokompatibilní, netoxický polysacharid vyráběný deacetylací chitinu, který je obsažen např. ve vnějších kostrách koryšů“ (Gajdziok, 2010, s. 185–190). Prozatím nebyly zaznamenány žádné případy alergické reakce na chitosan, a to ani u osob se známou alergií na mořské plody. Kvůli svému pozitivnímu náboji přitahuje červené krvinky, což je jedna z vlastností, díky které má tato látka významné hemostatické účinky. Chitosan se mimo jiné vyznačuje i mukoadhezivními a antimikrobiálními vlastnostmi. Dříve se užíval pouze k zástavě zevního krvácení, ale výzkumy potvrdily, že je jeho užití bezpečné i pro zástavu vnitřního krvácení, proto se mimo jiné využívá i jako absorbovatelný hemostatický materiál při chirurgických zákrocích. Díky svým adhezivním vlastnostem vytváří na povrchu rány pevný, odolný, nepropustný, gelovitý povlak, který je zároveň bariérou proti infekčním agens (Gajdziok, 2010, s. 185–190; Castle, Sedory, 2016, s. 245–255).

HemCon®

HemCon® je hemostatický preparát první generace této skupiny, který se skládá ze dvou složek. První, aktivní, složka, obsahující biologicky rozložitelnou vrstvu chitosanu, se přikládá na krvácející ránu, a druhá složka, tvořená neabsorbovatelnou podložkou, na niž lze vyvinout manuální tlak (Achneck et al., 2010, s. 217–228). Přípravek je uchováván ve vakuově uzavřeném sáčku a je k dispozici hned v několika velikostech např. 4×4, 4×2 nebo 2×2 cm. *„Výrobek HemCon® neobsahuje lidské proteiny ani nezpůsobuje exotermickou reakci při kontaktu s kůží“* (Cox et al., 2009, s. 248–255). Produkt je relativně tuhý a při jeho aplikaci do krvácející rány má tendenci se lámat, což může v určitých případech vést k nedokonalému pokrytí rány ve srovnání s jinými produkty (Castle, Sedory, 2016, s. 245–255; Arnaud et al.,

2009, s. 848–855). Aby mohl tento produkt účinně fungovat, pro umožnění adheze musí být umístěn přímo do krvácející rány, což ukazuje jeho nedostatek právě v přítomnosti této poměrně tuhé plastové podložky, která tím limituje jeho použití u mnoha typů ran. Tento fakt proto vedl k vývoji jiných flexibilnějších alternativ (Smith et al., 2013, s. 784–789).

Autoři Brown, Daya, Worley (2009) provedli retrospektivní studii realizovanou ve spojených státech, jejímž cílem bylo vyhodnotit účinnost hemostatického přípravku HemCon® v civilním prostředí PNP. Zmíněné hemostatikum bylo začleněno do výbavy jedné hasičské organizace poskytující své služby pro více než 418 000 občanů v devíti městech a mezi její kompetence patří mimo jiné i poskytování PNP. Údaje pro tuto studii byly shromažďovány v období od 1. června 2005 do 31. srpna 2006. Všichni pracovníci organizace byli proškoleni v používání hemostatického přípravku HemCon®. Po každém použití tohoto hemostatika byl vyplněn formulář pro pozdější analýzu dat. K vypisovaným údajům patřilo zejména pohlaví, věk, typ krvácení, anamnéza koagulopatie, velikost a tvar krvácející rány, lokalizace krvácení, příčina zranění, způsob aplikace hemostatika, čas hemostázy, opakované krvácení či jiné komplikace. Nevyplněné údaje byly považovány za neznámé. Přesná doba manuálního tlaku nebyla standardizovaná. V rámci této 15měsíční studie bylo zaznamenáno 37 použití výše zmíněného hemostatika. Kompletní údaje ve vyplňovaných formulářích byly identifikované ve 34 případech, zbylé 3 případy použití tohoto hemostatika byly pro neúplné vyplnění dat z této studie vyřazeny. Ve všech 34 případech nebyly zaznamenány žádné komplikace, či nežádoucí účinky spojené s aplikací hemostatika. Nejčastěji byly krvácející rány na končetinách (53 %), 38 % potom tržné rány na hlavě, krku a v obličeji. Ve zbylých 9 % byla hlášena jedna krvácející rána na hrudníku, jedna na břicho a jedna v podpaží. Ve třinácti případech se jednalo o venózní krvácení, ve dvanácti o arteriální a v devíti případech typ krvácení nešlo s jistotou identifikovat. V pěti případech byla v anamnéze zjištěna koagulopatie. Přípravek HemCon® zastavil krvácení celkem ve 27 případech, z toho u 25 případů nastala hemokoagulace do 3 minut od počáteční aplikace. V 7 případech hemostatikum nedokázalo zastavit krvácení do 10 minut, za což mohla dle názoru autorů chyba při jeho aplikaci. Ze závěrů této studie tedy vyplývá, že hemostatikum HemCon® je účinným doplňkem pro kontrolu vnějšího krvácení za předpokladu, že jiné metody, jako např. standardní gáza, selhávají. Jistým omezením ve výsledcích studie může být fakt, že zde byl zkoumán relativně malý vzorek subjektů. Dalším limitujícím faktorem je, že informace zaznamenané do formulářů nemusely být vždy zcela přesné. V neposlední řadě nebyl stanoven standardizovaný čas přímé manuální komprese na hemostatikum, což také mohlo vést ke

zkresleným výsledkům. Navzdory výše zmíněným omezením se autoři domnívají, že se jednalo o klinicky významnou studii s relevantními výsledky, a to hlavně proto, že se zde odráží účinnost tohoto hemostatika v reálném čase, na což je kladen důraz zejména v přednemocničním prostředí (Brown, Daya, Worley, 2009, s. 1–7).

Autoři Granville-Chapman, Jacobs a Midwinter provedli přezkoumání klinických a preklinických studií, v němž mimo jiné shrnují účinnost tohoto hemostatika. Autoři uvádějí, že je HemCon® účinný zejména při zástavě venózního krvácení a do jisté míry i při zástavě smíšeného arterio-venózního krvácení. Na druhou stranu se autoři domnívají, že výsledky pro arteriální krvácení nejsou zcela přesvědčivé. Naznačují, že lepších výsledků u arteriálního krvácení by mohla dosáhnout novější generace mukoadheziv, jako je např. Celox® (Granville-Chapman, Jacobs, Midwinter, 2011, s. 447–459).

Celox®

Jedná se o hemostatický preparát na bázi chitosanu, který je dostupný v několika formách, mezi které patří např. Celox® granulát, preparát první generace, a Celox-A®, hemostatikum druhé generace, což je aplikátor podobný stříkačce obsahující granule přípravku Celox®. V neposlední řadě potom Celox Gauze®, hemostatický obvaz třetí generace tohoto představitele (Bennett, Littlejohn, 2014, s. 497–514). Jak již bylo zmíněno výše, aktivní složkou onoho hemostatika je přírodní polymerní látka chitosan (Smith et al., 2013, s. 784–789). Ačkoli je Celox® biologicky vstřebatelný, před definitivním chirurgickým ošetřením by měl být odstraněn z rány (Granville-Chapman, Jacobs, Midwinter, 2011, s. 447–459). Výše zmíněná fakta potvrzují i autoři Bennett a Littlejohn, kteří mimo jiné tvrdí, že produkty obsahující chitosan fungují i u pacientů s antikoagulační léčbou (Bennett, Littlejohn, 2014, s. 497–514). Celox® byl speciálně testován na warfarinizovaných krysích modelech a bylo prokázáno, že účinně zastavuje krvácení (Castle, Sedory, 2016, s. 245–255).

Hatamabadi et al. (2015) se spoluautory zveřejnili výsledky civilní randomizované klinické studie, jejímž účelem bylo vyhodnotit účinnost hemostatického přípravku Celox Gauze® u bodného poranění končetin. Studie probíhala na oddělení urgentního příjmu v Teheránské nemocnici Emam Hossein Hospital v Iránu v období od března 2014 do srpna téhož roku. Do studie byli začleněni pacienti ve věku 18 až 50 let, kteří utrpěli bodné poranění končetiny s minimální velikostí alespoň 3 cm. Mezi vyřazující kritéria patřily situace jako např. přítomnost cizího tělesa v ráně, anamnéza antikoagulační léčby, či užití jiného hemostatického přípravku v podmínkách PNP. Do studie bylo zařazeno celkem 160 pacientů, kteří byli

randomizováni do dvou skupin po 80 subjektech. V první skupině byli pacienti léčeni hemostatickým obvazem Celox Gauze®, v druhé kontrolní skupině byl k zástavě krvácení použit jednoduchý tlakový obvaz. Mezi sledovanými parametry byl účinek, čas do dosažení hemostázy, ale také se hodnotila celková krevní ztráta po zahájení terapie. Pacienti byli sledováni po celou dobu hospitalizace na oddělení urgentního příjmu. Z obsahu této studie lze vyčíst, že průměrný věk pacientů byl 30,5 let, v drtivé většině se jednalo o muže (90,6 %). U zkoumaných pacientů bylo nejčastěji poraněno předloktí a bérce (31,9 %), následovala ruka (24,4 %), paže (10,6 %) a stehno (6,3 %). Většina pacientů byla ošetřena tlakovým obvazem již v podmínkách PNP. U 41 subjektů zastavil přípravek Celox Gauze® krvácení do 5 minut. Do 10 minut byla hemostáza zpozorována u dalších 20 pacientů. U posledních 19 pacientů, léčených hemostatikem Celox Gauze®, došlo k hemostáze za více než 10 minut. Tlakový obvaz použitý u kontrolní skupiny, dokázal zastavit krvácení do 5 minut u 26 pacientů, do 10 minut u dalších 22 pacientů a u zbylých 32 pacientů byla hemostáza pozorována za více než 10 minut. Množství krevních ztrát bylo posuzováno podle počtu nasáklých roušek. Bylo zjištěno, že u testovaného hemostatika Celox Gauze® činil počet použitých roušek průměrně 2,63 na každého pacienta. U standardního tlakového obvazu byl průměrný počet nasáklých roušek roven číslu 3,06. Rozdíly v počtu nasáklých roušek krví a době hemostázy označují autoři za statisticky významné ukazatele účinnosti výše zmíněného hemostatika. Rovněž se domnívají, že účinnost hemostatika u tohoto typu poranění je významně vyšší než u samotného tlakového obvazu. K limitujícím faktorům studie lze přiřadit např. fakt, že nebylo dokumentováno množství krevních ztrát před zahájením terapie, či případné nežádoucí účinky vyplývající z použití hemostatika. I přes všechna zjištění pro zavedení do praxe či uvedení nějakého významného závěru je potřeba dále realizovat více podobných studií s použitím lidských subjektů, a to právě proto, že v současné době převažují spíše studie realizované na zvířecích modelech (Hatamabadi et al., 2015, s. 1–5).

Autoři Pozza a Millner (2011) zveřejnili výsledky vojenské studie, jejímž cílem bylo vyhodnotit účinnost hemostatika Celox® granulát. Studie proběhla v jihozápadním Afghánistánu během mezinárodní vojenské mise. Data pro výsledky studie byla shromažďována ve zdravotnickém zařízení v období od dubna do září 2008. Během sledovaného období bylo ošetřeno celkem 21 vojáků, kteří utrpěli střelné poranění. Jednalo se o muže věkového rozmezí 18 až 45 let, jenž žádný z nich neužíval antikoagulantia a netrpěl jinými zdravotními problémy. Drtivá většina z nich, celkem šlo o 17 případů, měla střelné poranění v oblasti končetiny, ve 3 případech se jednalo o střelné poranění v oblasti ramene

a jeden voják utrpěl poranění v oblasti krku. V 5 případech ze 13 poranění dolní končetiny se jednalo o krvácení komplikované frakturou. Zástava krvácení byla řešena u 15 vojáků použitím turniketu, u zbylých šesti nebylo použití turniketu z důvodu lokalizace rány možné. Hemostatikum Celox® granulát bylo použito v případech, kdy nebyl efektivní tlakový obvaz, nebo v případech, kdy bylo krvácení hodnoceno jako střední až závažné. Hemostatikum bylo aplikováno hluboko přímo do útroby rány pomocí improvizovaného injekčního aplikátoru. Po aplikaci hemostatika bylo na ránu přiloženo krytí, na které byl následně vyvinut manuální tlak o délce trvání minimálně 2 minut. V 18i případech došlo k hemostáze do jedné minuty od aplikace manuálního tlaku, 3 případy vyžadovali opětovnou aplikaci hemostatika z důvodu masivního tepenného krvácení. U 15i vojáků s poraněním končetin, u nichž byl použit turniket přímo v polních podmínkách PNP, byl následně aplikován Celox® bez toho, aniž by byl turniket odstraněn. V těchto případech rovněž následovala 2 minuty trvající přímá komprese rány. Turniket byl vždy odstraněn až po dosažení hemostázy. Ve všech případech, kdy byl použit turniket k primární kontrole krvácení, bylo krvácení zastaveno. Žádný ze subjektů nenahlásil případnou bolest spojenou s aplikací či odstraněním hemostatika Celox®. Případy poranění okolních tkání taktéž nebyly v souvislosti s použitím přípravku Celox® zaznamenány. Výsledky této studie považují autoři za uspokojivé a přiklání se k názoru, že výše zmíněné hemostatikum se zdá být bezpečné a nevykazuje žádné zásadní vedlejší účinky. Výzkumy naznačují, že ve srovnání s jinými hemostatickými přípravky vykazuje Celox® vynikající účinnost při zástavě zevního krvácení. Zároveň je na této studii demonstrován důkaz o společné účinnosti hemostatika a turniketu. Mezi limitující faktory lze zmínit fakt, že zde chybí konečná výsledná data o subjektech podílejících se na této studii. Ze závěrů studie vyplývá, že Celox® granulát má rychlý, efektivní hemostatický účinek a improvizovaná aplikace, v tomto případě pomocí injekčního aplikátoru, vedla k úspěšné hemostáze přímo v místě krvácení. Ukazuje se tedy, že podobný mechanismus aplikace by mohl být velice užitečný zejména při nutnosti zastavit zevní krvácení u hlubokých stělných či bodných ran. Hemostatikum se ukazuje jako vhodná volba nejen ve vojenských, ale i v civilních podmínkách PNP (Pozza, Millner, 2011, s. 31–33).

Autoři Bennett a Littlejohn (2014) se domnívají, že Hemostatikum Celox® má ve srovnání s jinými hemostatiky vyšší účinnost při zástavě zevního krvácení. Na druhou stranu zmiňují, že studií realizovaných na toto téma je v civilním sektoru stále velmi málo pro možné vyvození konečných, všeobecných závěrů a taktéž existuje omezené množství publikací o produktech chitosanu, jako je právě Celox® či Hemcon®. I přes tyto údaje jsou hemostatika

na bázi chitosanu široce využívána. Např. při válečných konfliktech a státy jako Itálie či Spojené státy americké považují výše zmíněné produkty za účinné a bezpečné. Autoři se dále přiklání k faktu, že je jejich použití vhodné i v podmínkách PNP (Bennett, Littlejohn, 2014, s. 497–514).

ChitoGauze®

Jedná se o netkaný hemostatický obvaz, který je potažený rovnoměrnou vrstvou chitosanu (Smith et al., 2013, s. 784–789). Mimo to má ChitoGauze® na rozdíl od jiných hemostatik i antibakteriální vlastnosti s účinkem proti širokému spektru nebezpečných mikroorganismů, což významně podporuje proces hojení rány. Obvaz je poskládaný do tvaru písmene Z z důvodu lepší manipulace a jeho rychlejší aplikace. Hemostatikum je dodáváno ve vakuově uzavřeném sáčku (Bennett, Littlejohn, 2014, s. 497–514).

Te Grotenhuis et al. (2016) se spoluautory zveřejnili výsledky největší prospektivní civilní studie, jejímž účelem bylo analyzovat účinnost a bezpečnost hemostatického přípravku ChitoGauze® u traumatického zevního krvácení v civilním prostředí PNP. Studie probíhala v nizozemské provincii Gelderland v období od června 2012 do prosince 2014. Hemostatikum bylo využíváno tamními zdravotnickými záchrannými službami. Před spuštěním samotného výzkumu byli pracovníci záchranných služeb vyškoleni v používání hemostatika ChitoGauze®. Mezi hlavní kritéria, která musel pacient splňovat, aby byl léčen tímto hemostatikem, patřilo zejména masivní traumatické krvácení s neúčinnou standardní léčbou po dobu 5 minut, která spočívala v aplikaci standardního tlakového obvazu a elevaci postižené části těla nad úroveň srdce, případně takové masivní krvácení, které samotné je pro standardní léčbu nevhodné, jakožto např. penetrující poranění v těžko přístupných oblastech, či krvácení, jež přímo ohrožuje pacienta na životě. Mezi vylučující kritéria bylo zařazeno krvácení netraumatické etiologie. Po každé aplikaci hemostatika vyplnili zdravotníci formulář, který upřesňoval lokalizaci a typ zranění a hodnotil efekt samotného preparátu ChitoGauze®. Demografické údaje byly zaznamenávány zpětně. Sledovaným parametrem byl zejména samotný účinek hemostatika na krvácení, sekundárně se hodnotil čas hemostázy, případně spokojenost personálu se samotnou manipulací s přípravkem. Z výsledků studie lze vyčíst, že v průběhu sledovaného období – 2,5 roku – bylo výše zmíněné hemostatikum použito v 66 případech. Mužských pacientů bylo 41, antikoagulancia užívalo 20 pacientů z celkového počtu 66 pacientů a 1 pacient trpěl poruchou hemokoagulace. Drtivá většina poranění byla lokalizována buď v oblasti hlavy a obličeje, konkrétně šlo o 29 případů, nebo na

končetinách, což činilo rovněž celkem 29 případů. Ve 26 případech z celkového počtu 66 bylo hemostatikum použito až, když standardní léčba selhala. Jako metoda první volby bylo hemostatikum využito ve 40 případech. Obvaz ChitoGauze® dokázal zcela zastavit krvácení ve 46 případech, ve 13 případech se krvácení alespoň významně snížilo, naopak v 7 případech se hemostáza nezdařila, z čehož dokonce ve 2 případech došlo k opakovanému krvácení. Chyba při aplikaci hemostatika byla hlášena ve 3 případech, kdy nebyl přípravek aplikován do útrobu rány, ale pouze povrchně. Zpětně se ukázalo, že toto zjištění bylo významným faktorem v konečném hodnocení účinnosti hemostatika. Také v 5 případech nebyli zdravotníci schopni dostatečně aplikovat přímý manuální tlak na ránu po aplikaci hemostatika, a sice z důvodu velikosti nebo nepříznivého umístění. ChitoGauze® měl ve srovnání lepší účinnost v zástavě arteriálního krvácení, jednalo se o 13 případů z 15. V případě venózního krvácení došlo k hemostáze u 24 případů z 32. V žádném z případů použití tohoto hemostatika nebyly hlášeny žádné vedlejší účinky nebo komplikace. Spokojenost personálu s hemostatikem byla hlášena v 55 případech. Koagulopatie neměla dle názoru autorů na konečný výsledek vliv. Autoři se ale domnívají, že mezi hlavní omezení patřil nízký počet subjektů zařazených do této studie, což je podle nich ale běžný problém u studií s podobným tématem. Dalším limitujícím faktorem se může jevit fakt, že samotný sběr údajů pro tuto studii, realizovaný vyplňováním formulářů ze strany zaměstnanců zdravotnických záchranných služeb, může být zavádějící, tzn. že údaje nemusely být vždy zcela pravdivé, nebo přesné. V neposlední řadě autoři zmiňují ekonomický aspekt hemostatických preparátů, neboť jsou dle jejich názoru finančně nákladnější než obyčejný obvaz. Navzdory limitujícím faktorům se hemostatikum ChitoGauze® ukázalo být účinným doplňkem při zástavě masivního zevního krvácení v podmínkách PNP. Nicméně před vyvozením větších závěrů je rovněž potřeba realizace dalších studií na podobné téma (Te Grotenhuis et al., 2016, s. 1007–1011).

Prokoagulační substituenty

Doplňky prokoagulačních látek způsobují zvýšenou koncentraci koagulačních faktorů, čímž napomáhají aktivaci koagulační kaskády (Bulton et al., 2018, s. 449-457). Nejpoužívanějším hemostatikem je v současnosti QuikClot Combat Gauze®. Tento hemostatický obvaz obsahuje kaolin, což je silný aktivátor vnitřní koagulační dráhy, který urychluje tvorbu krevní sraženiny (Smith et al., 2013, s. 784–789). Kaolin mimo jiné zvyšuje přilnavost krevních destiček za vzniku fibrinové sraženiny v místě krvácející rány a, jelikož se jedná o anorganický minerál, tak se autoři domnívají, že zde existuje nízké riziko výskytu alergických reakcí (Castle, Sedory, 2016, s. 245–255).

QuikClot Combat Gauze® a QuikClot Combat Gauze® XL

QuikClot Combat Gauze® (dále jen QCG) je netkaný jednovrstvý sterilní hemostatický obvaz složený z hedvábí a polyesteru, který je impregnovaný kaolinem. Obvaz je skládaný do tvaru písmene Z pro lepší manipulaci a jeho rychlejší aplikaci (Naimer, 2014, s. 479-490). Aby hemostatikum správně fungovalo, je potřeba po jeho aplikaci vyvinout na krvácející ránu manuální tlak alespoň po dobu 3 minut, nebo dokud se krvácení nezastaví (Castle, Sedory, 2016, s. 245–255). Rozsáhlejší krvácivé rány jsou pro standardní hemostatikum QCG nevhodné. A tak byl vyvinut širší dvouvrstvý hemostatický obvaz QuikClot Combat Gauze® XL, který obsahuje oproti menší verzi i větší množství kaolinu (Smith et al., 2013, s. 784–789).

Navzdory převaze informací z vojenského prostředí o problematice hemostatických preparátů, realizovali autoři Travers et al. (2016) civilní prospektivní observační studii, jejímž cílem bylo shromáždit validní data o možnosti potencionálního použití hemostatického obvazu QCG v civilních podmínkách PNP. Studie byla realizována ve Francii v období od 1. června 2011 do 30. května 2014 na pařížské zdravotnické záchranné službě. Před spuštěním studie byli zaměstnanci proškoleni v používání výše zmíněného hemostatika, a to bylo následně použito v případech, kdy selhávaly standardní metody pro zástavu zevního krvácení, ke kterým spadal např. tlakový obvaz či turniket. Ke sledovaným parametrům patřily zejména demografické údaje, anamnéza antikoagulační terapie, mechanismus, závažnost a lokalizace poranění, účinnost hemostatika, či vedlejší účinky. Během sledovaného období bylo hemostatikum použito celkem ve 30 případech. Průměrný věk pacientů byl 38 let a v drtivé většině se jednalo o muže. Celkem šlo o 26 případů. Nejčastějším mechanismem úrazu bylo v 15i případech bodné poranění. V 16 případech bylo poranění zasažené v oblasti hlavy a krku. Aplikace obvazu QCG vedla k úplnému zastavení krvácení ve 22 případech, k významnému snížení krvácení v 6 případech, neúčinné bylo hemostatikum ve 2 případech použití. U 3 pacientů bylo možné po aplikaci hemostatika odstranit turniket, který byl použit pro primární kontrolu krvácení. Během sledovaného období nebyly hlášené žádné vedlejší účinky spojené s aplikací hemostatika. Byly však hlášeny 2 případy, kdy povaha zranění stěžovala aplikaci hemostatika přímo do místa krvácení, čímž byla nepochybně ovlivněna jeho účinnost, a taktéž 2 případy, kdy měli záchranáři potíže s kontrolováním účinnosti hemostatika během transportu. Navzdory poměrně vysoké účinnosti QCG je důležité vzít v potaz, že ve studii bylo zdokumentováno pouze 30 případů použití v civilních podmínkách PNP, což je na vyvozování konečných závěrů relativně nízké číslo. Autoři mimo jiné uvádí fakt, že zde hemostatikum nebylo srovnáváno např. se standardním tlakovým obvazem, či jiným hemostatikem. Autoři

dále zdůrazňují nutnost manuálního tlaku na ránu po aplikaci hemostatika v délce 3 až 5 minut, což je pro jeho účinnost nezbytné. Používání tlakových obvazů, či turniketů má při zástavě masivního zevního krvácení své pevné místo. Na druhou stranu mohou nastat situace, kdy tyto metody selhávají, nebo nejsou pro povahu zranění vhodné. V případě této studie se pozitivně osvědčila aplikace hemostatika QCG, jednak jako metoda první volby i jako metoda doplňková. Autoři dospěli k závěru, že by hemostatické obvazy měly být více využívány nejen ve vojenském, ale i v civilním prostředí PNP, čímž by mohlo dojít ke zkvalitnění a rozšíření průkazných materiálů (Travers et al., 2016, s. 391–394).

Autoři Leonard et al. (2016) provedli retrospektivní srovnávací civilní studii, ve které se zaměřili na bezpečnost a účinnost hemostatického obvazu QCG a turniketu, spojenou s jejich použitím v civilních podmínkách PNP. Studie byla realizována ve Spojených státech v období od roku 2009 do roku 2014. Před spuštěním samotné studie byli pracovníci tamních záchranných složek proškoleni v používání výše zmíněných produktů. Turniket byl použit v případech selhání tlakového obvazu jako metoda první volby v místech, která jsou pro jeho použití vhodná, např. končetiny. Pokud se nedařilo zastavit krvácení v oblastech nevhodných pro aplikaci turniketu, např. okolí krku, třísla, či podpaží, bylo na tyto oblasti přednostně aplikováno hemostatikum QCG. Primárním sledovaným parametrem byla tedy účinnost v podobě zástavy viditelného zevního krvácení jednotlivých produktů. Vedlejším sledovaným parametrem byly demografické údaje, mechanismus a závažnost poranění a přidružené komorbidity. Během sledovaného období bylo identifikováno 95 pacientů. Hemostatikum QCG bylo použito u 40 z nich, turniket byl použit v 61 případech z čehož vyplývá, že celkem 6 pacientů vyžadovalo oba zásahy. Z konečných výsledků studie byl vyrazen jeden pacient. Průměrný věk pacientů byl 40,5 let, ženy byly zastoupeny ve 29 % případů a celkem 42 % pacientů trpělo nějakou komorbiditou. Průměrná doba sledování pacientů byla 78 dní. Hemostatikum QCG bylo účinné v 89 % případů. Nejvíce bylo hemostatikum použito na penetrující poranění v oblasti hlavy, krku a obličeje, dále potom na končetiny, třísla, či do podpaží. V této skupině nebyly hlášeny žádné případy úmrtí. Turniket byl účinný ve všech situacích, kdy byl aplikován, avšak úspěšnost byla hodnocena jako 98 %, a to kvůli nutné aplikaci druhého turniketu u jednoho případu v souvislosti s masivním zevním krvácením. Použití turniketů bylo rovnoměrně rozloženo mezi horní a dolní končetiny. Průměrná doba, po kterou byl aplikován turniket činila 21 minut. Převažujícím mechanismem poranění byla v této skupině tupá traumata. Ve skupině bylo hlášeno 6 úmrtí, v níž však tato úmrtí byla způsobena pozdějšími komplikacemi. Studie dokumentuje taktéž celkem 7 případů amputací končetiny.

Dvě z těchto amputací byly traumatické etiologie, 1 byla způsobena nekontrolovatelným zevním krvácením z rozsáhlého zranění dolní končetiny a zbývající 4 amputace byly provedeny z důvodu rozsáhlého poranění končetin, či jiných komplikací. Podle autorů nelze tyto amputace jednoznačně přičíst k použití turniketu. Autoři se dále domnívají, že výsledky této studie zaplňují klíčové mezery ve znalostech o přednemocničním použití hemostatických preparátů a turniketů v civilním prostředí, jelikož výsledný vzorek pacientů, oproti vojenským studiím, zahrnuje populaci napříč širokým spektrem, zejména starší věkové skupiny, ženy, děti, či pacienty s komorbiditami. Rovněž jsou zde popisovány i tupé mechanismy úrazu, mezi které autoři řadí zejména poranění v důsledku dopravních nehod, což ve vojenském prostředí dominují zejména penetrující traumata střelného, či bodného charakteru. V této studii autoři nezaznamenali žádnou komplikaci, která by byla přímo spojena s aplikací těchto výrobků. Nejdelší doba, po kterou byl aplikován turniket, činila 142 minut. Limitujícím faktorem zůstává to, že výsledná data se opírají o údaje zaznamenané v dokumentaci, a tudíž nelze jednoznačně potvrdit jejich věrohodnost. Ze závěrů studie vyplývá, že oba výše zmiňované produkty jsou účinné při zástavě masivního zevního krvácení v civilním prostředí PNP, a to jak u tupých, tak penetrujících traumat (Leonard et al., 2016, s. 441–444).

Otrocka-Domagala et al. (2016) se spoluautory zveřejnili výsledky polské srovnávací studie, ve které se zaměřili na porovnání účinnosti tří hemostatických obvazových materiálů, QCG, ChitoGauze® a Celox Gauze®. Cílem bylo zhodnotit jejich účinnost během 24hodinové aplikace u prasečích modelů. Celkem 9 prasečích modelů o průměrné hmotnosti 30 kg bylo randomizováno do 3 skupin po třech subjektech. Zvířata byla uvedena do celkové anestezie pomocí Ketaminu a následně byl u nich proveden příčný řez přes celou stehenní tepnu. Po 45 vteřinách krvácení, byla zvířata zaléčena pomocí výše zmíněných hemostatik. Po aplikaci hemostatika byl na ránu vyvinut manuální tlak po dobu 3 až 5 minut a rána s hemostatikem uvnitř byla následně zašita. Všechna zvířata byla po 24 hodinách utracena pomocí Pentobarbitalu a poté byla u všech subjektů provedena pitva. Studií bylo zjištěno, že během 24 hodin všechny hemostatické obvazy vedly k zástavě krvácení u všech prasečích subjektů. Z dlouhodobého hlediska aplikace bylo zjištěno, že dochází k vyššímu riziku tvorby tromboembolických komplikací v klíčových orgánech, jako jsou plíce, srdce, játra a ledviny. Z tohoto důvodu se autoři domnívají, že dlouhodobá aplikace hemostatika nebrání rozvoji šokového stavu. Autoři ve své studii vyhodnotili zkoumané hemostatické preparáty jako velmi účinné při kontrole masivního zevního krvácení, rovněž ale uvádí, že tyto produkty nezabrány rozvoji progresivní fáze šoku, a navíc jejich dlouhodobá aplikace způsobila poškození

svalů, cév a měkkých tkání v místě aplikace (Otrocka-Domagala et al., 2016, s. 337–343). Negativní dopady dlouhodobé aplikace potvrzují i autoři (Adamiak et al. 2014, s. 519–521). Navzdory veškerým těmto faktům se autoři Otrocka-Domagala et al. (2016) domnívají, že použití hemostatického preparátu je jednou z nejjednodušších a nejúčinnějších metod kontroly rozsáhlého zevního krvácení. Krátkodobá aplikace hemostatik nové generace je bezpečná a dle názoru autorů nezpůsobuje vážné vedlejší účinky. Nicméně jejich dlouhodobá aplikace nese riziko rozvoje koagulopatie, progresivní fáze šoku, a také při již zmiňované dlouhodobé aplikaci mohou zbytky z hemostatika proniknout do systémového oběhu, čímž se zvyšuje riziko vzniku tromboembolických komplikací. Vzhledem k těmto škodlivým účinkům jsou autoři toho názoru, že hemostatika QCG, ChitoGaze® a Celox Gauze® nejsou vhodná k dlouhodobé aplikaci. Autoři ale zdůrazňují fakt, že se jedná o výsledky ze studie na zvířatech, a tudíž jsou tyto výsledky pouze předběžné, vyžadující další zkoumání, a to zejména na lidských subjektech (Otrocka-Domagala et al., 2016, s. 337–343).

Autoři Gegel et al. (2013) provedli metaanalýzu založenou na důkazech, která poskytuje základní informace o hemostatiku QCG. Autoři se soustředili na posouzení účinnosti a bezpečnosti onoho hemostatika, zejména se zaměřili na jeho použití u traumatického zevního krvácení u pacientů v podmínkách PNP. Celkem autoři vyhledali 103 studií, přičemž do samotné metaanalýzy bylo zařazeno pouze 11 z nich, které byly publikovány mezi lety 2002 až 2012. Nalezené studie byly kombinací výzkumu na lidech a také na zvířatech, zejména na prasečích modelech. Po prozkoumání dostupných materiálů dospěli autoři k závěru, že nelze jednoznačně potvrdit, zda je výše zmíněné hemostatikum účinným přípravkem pro použití u pacientů s traumatickým zevním krvácením. Na druhou stranu se ale domnívají, že dosavadní výsledky dalších studií jsou slibné, a tudíž by mohly do budoucna vést k tomu, že bude ono hemostatikum široce doporučováno. Tato fakta se mimo jiné opírají i o zjištěné důkazy, které nepopisují žádné závažné nežádoucí účinky spojené s aplikací tohoto přípravku, např. nejsou známy případy exotermických, či alergických reakcí. Autoři však dodávají, že pro určení efektivní účinnosti a bezpečnosti nejen hemostatika QCG, ale i ostatních hemostatických preparátů, je potřeba realizovat více kvalitních studií, zaměřených nejen na podmínky PNP (Gegel et al., 2013, s. 453–458). Takové přednemocniční studie jsou ale obtížně realizovatelné. Jednak z etických důvodů, jako jsou např. potíže se získáváním informovaného souhlasu, nebo obecně problémy s validností studií (Morrison, Horwitz, Carrick 2009, s. 115–122).

Autoři Sigal, Martin a Ong (2017) ve své studii citují informace od americké společnosti American College of Surgeons (dále jen ACS), která vydala doporučení založené na

důkazech, týkající se použití hemostatických preparátů. Pro kontrolu významného zevního krvácení v přednemocničním prostředí ACS doporučila používat hemostatické preparáty v kombinaci s přímým tlakem, a to právě v anatomických oblastech, kde nelze použít škrtidlo a kde je trvalý přímý tlak sám neúčinný, nebo jej nelze efektivně provádět. Hemostatické preparáty by měly mít formu obvazu, který lze efektivně aplikovat přímo do krvácející rány. Tato doporučení vycházela jak z přednemocničních studií ve vojenském a civilním prostředí, tak ze studií na zvířatech. Avšak vzhledem k tomu, že studií realizovaných na lidech je stále poměrně málo, tak autoři sílu tohoto doporučení vyhodnotili jako nízkou a kvalitu důkazů jako slabou (Sigal, Martin, Ong, 2017, s. 47–52). Ke stejnému závěru došel i autor Bennett (2017), který ve svém článku uvádí, že většina doposud zveřejněných studií na hemostatické preparáty byla výhradně preklinického charakteru, prováděná zejména na zvířecích modelech a klinické studie na lidech byly omezeny hlavně na vojenské prostředí. V důsledku toho byla kvalita důkazů hodnocena jako nízká a jakákoli doporučení použití těchto preparátů byla považována za slabá. V současné době jsou však stále častěji realizované studie i v civilních podmínkách PNP, a to s poměrně vysokou mírou úspěšnosti při kontrole závažného zevního krvácení. V důsledku těchto zjištění nyní začíná americká společnost ACS s jistou opatrností postupně doporučovat používání hemostatických preparátů i v civilním prostředí (Bennett, 2017, s. 39–49). Autoři Spahn et al. (2019) zveřejnili aktualizovanou evropskou směrnici, týkající se managementu kontroly traumatického krvácení, ve které uvádí, že použití hemostatických preparátů v kombinaci s přímým tlakem účinně kontroluje krvácení v přednemocničním prostředí (Spahn et al., 2019, s. 1–74). Autoři Bulton et al. (2018) provedli rozsáhlý systematický přehled hemostatických preparátů pro přednemocniční použití napříč širokým spektrem dosavadních publikovaných studií jak v civilním, tak i vojenském prostředí. Z jejich závěrů vyplývá, že hemostatické preparáty jsou účinné při zástavě traumatického zevního krvácení a ze všech dosud existujících hemostatik, hemostatikum QCG disponuje největším objemem dat o své bezpečnosti a účinnosti. Výsledky studií dokumentující preparáty Celox Gauze®, ChitoGauze® a HemCon® rovněž ukázaly slibná data pro jejich potencionální využití v PNP. Autoři se tedy domnívají, že již existuje relativně vysoká kvalita perspektivních důkazů, které přesně definují optimální využití hemostatických preparátů při kontrole zevního traumatického krvácení v přednemocničním prostředí (Bulton et al., 2018, s. 449-457).

2.2 Tlakové metody stavění zevního krvácení

Tato podkapitola pojednává o aktuálních dohledaných publikovaných poznatcích o tlakových metodách stavění zevního krvácení v PNP. Důraz v této podkapitole je kladen zejména na shrnutí validních poznatků o turniketech a jejich použití v civilních podmínkách PNP u traumatu končetin.

Tlakové body

Naimer (2014) ve svém přehledu metod stavění traumatického zevního krvácení uvádí, že stlačení tlakového bodu proximálně od místa krvácení způsobuje snížení tlaku a tím jej pomáhá regulovat. Je toho názoru, že kombinace stlačení tlakového bodu současně s přímým tlakem na krvácející ránu může do jisté míry kontrolovat i významné tepenné krvácení. Autor se však domnívá, že nikdy neexistovala vhodná metoda pro výuku tohoto způsobu pro účely PNP, a proto je toho názoru, že při použití této techniky u zástavy zevního krvácení často záchranáři vyvíjí nedostatečný tlak, nebo jej aplikují po nedostatečnou dobu. Dle jeho názoru také z logistických důvodů není tato metoda v PNP zcela vhodná. I přes doporučení, existujících v mnoha příručkách první pomoci ohledně provádění této metody, neexistuje žádná vědecká literatura, která by tuto techniku podporovala (Naimer, 2014, s. 479-490). Studie taktéž ukázaly, že kontrola krvácení pomocí tlakového bodu byla neúčinná, jelikož docházelo k výskytu kolaterálního oběhu, a tudíž k dalšímu krvácení (Spahn et al., 2019, s. 1–74).

Turniket

Bezpochyby u jakéhokoli traumatu má stavění masivního zevního krvácení absolutní prioritu. Jedná se o kriticky důležitý krok k potenciálnímu přežití pacienta, tedy v tomto ohledu není použití turniketů novým konceptem. Ačkoli chybí kvalitnější historické důkazy, podobná kompresivní zařízení určená k zástavě končetinového krvácení se používají již po staletí (Inaba et al., 2015, s. 232-237). Drtivá většina současné literární základny podporující používání turniketů v PNP vzešla z vojenských studií (Kragh et al., 2011, s. 817-823) a ze všech těchto studií je patrné, že použití turniketu je spojeno s vyšší mírou přežití a také s minimálními riziky pro pacienta. Ve vojenském prostředí se jedná o nezbytný prvek pro kontrolu zejména zevního končetinového krvácení, kde existuje poměrná část studií na toto téma. Bohužel v civilním sektoru existuje stále omezené množství validních studií či informací o používání turniketů, a tudíž je zde jejich použití do jisté míry stále diskutabilní (Inaba et al., 2015, s. 232-237). Jedním z důvodů kontroverze vůči používání turniketů v civilním prostředí bylo založeno především na předpokladu, že úrazy v bojových podmínkách jsou

závažnější, jelikož je zde vyšší riziko poranění možnými vysokoenergetickými zbraněmi nebo výbušninami. Následně přístup k takovému poranění musí být, dle názoru autorů, z hlediska kontroly krvácení, rychlejší a agresivnější (Teixeira et al., 2018, s. 769-776). U masivního traumatického zevního krvácení je podle názorů autorů přístup k takovému pacientovi, z pohledu zdravotnických záchranářů, v civilním prostředí důslednější. Důvodem může být také fakt, že oproti péči o zraněného během vojenských konfliktů nejsou záchranáři pod palbou, a tudíž mohou soustředit veškeré své úsilí na kontrolu zevního krvácení raněného, tedy není potřeba hned v první linii, pokud to není nezbytné, sáhnout po turniketu (Inaba et al., 2015, s. 232-237). Nicméně ani v civilních podmínkách PNP není poranění končetiny s masivním zevním krvácením neobvyklé. Autoři odkazují na fakt, že i v těchto podmínkách bylo zjištěno hrozící riziko úmrtí pacientů na ono zmiňované poranění, což však lze poměrně účinně kontrolovat pomocí turniketu (Teixeira et al., 2018, s. 769-776). Americká společnost ACS zveřejnila pokyny založené na důkazech, ve kterých doporučuje použití turniketu jako dočasného opatření k zástavě zevního končetinového krvácení v případech, kdy jej nelze účinně kontrolovat přímým tlakem, nebo v případech, kdy tato metoda, není pro povahu poranění vhodná. Tato doporučení se však většinou opírají o výsledky vojenských studií (Fox et al., 2012, s. 315–320; Bulger et al., 2014, s. 163–173). Po empirickém přechodu těchto zkušeností z armády do civilního prostředí PNP se ukázalo, že i zde je použití turniketů relativně bezpečné a efektivní, ovšem za předpokladu, že je správně aplikován na končetinu (Scerbo et al., 2016, s. 712-722).

Autoři Teixeira et al. (2018) provedli multicentrickou retrospektivní studii zaměřenou na používání turniketů u pacientů se zevním končetinovým krvácením v civilních podmínkách PNP. Studie probíhala v 11 traumatologických centrech od ledna 2011 do prosince 2016 v americkém státě Texas. Ke sledovaným parametrům patřily zejména demografické údaje, mechanismus poranění, vitální funkce, hodnocení skóre Glasgow Coma Scale (dále jen GCS) při přijetí, skóre závažnosti poranění Injury Severity Score (dále jen ISS), anatomická lokalizace poranění a samotné použití turniketu. Primárním sledovaným měřítkem studie byla nemocniční úmrtnost, sekundární sledování zahrnovalo opožděnou amputaci, která byla definována jako amputace provedena po 24 hodinách od přijetí do dotyčného zdravotnického zařízení. Taktéž se zaznamenávala přítomnost možných komplikací. Během výše zmíněného období bylo identifikováno celkem 1026 pacientů s cévním poraněním končetin. V přednemocničním prostředí byl turniket použit celkem u 181 z nich. Čas, po který byl turniket aplikován, se pohyboval v rozmezí od 14 do 140,6 minut. Drtivá většina turniketů byla

umístěna proximálně od místa poranění, v 49,4 % se jednalo o paže, ve 28,7 % šlo o stehna. Traumatická amputace byla pozorována celkem u 98 pacientů, přičemž pouze 35,7 % z nich mělo aplikovaný turniket. Celková úmrtnost u pacientů bez aplikace turniketu byla 5,2 %, 3,9 % pacientů zemřelo i přesto, že u nich byl použit turniket. Použití turniketů nebylo podle autorů spojeno se zvýšením rizika opožděné amputace, v obou skupinách šlo pouze o 1,1 % amputací. Pacienti ve skupině bez turniketu však měli signifikantně nižší výskyt tromboembolických komplikací, jednalo se pouze o 3,4 %, ve srovnání se 7,2 % komplikací u pacientů s turniketem. Autoři uvádí, že ačkoli bylo použití turniketu v této studii málo využívané, i tak bylo, podle jejich názorů, spojené s výrazným snížením úmrtnosti pacientů. Autoři se dále domnívají, že jejich zjištěná data mohou, do jisté míry, podporovat dosavadní přednemocniční přístup k použití turniketů u pacientů s traumatickou amputací, či masivním končetinovým krvácením (Teixeira et al., 2018, s. 769-776). Výsledky této retrospektivní studie prokázaly, že přednemocniční použití turniketů u pacientů s vaskulárním poraněním v civilním prostředí bylo nezávisle spojeno s významným přínosem pro přežití pacienta, a to bez zvýšeného rizika opožděné amputace. Veškerá tato fakta potvrzují mimo jiné i další autoři (Kragh et al., 2011, s. 817-823). Jacobs (2014) se domnívá, že současné studie poskytují objektivní důkazy a jejich výsledky podporují používání turniketů v civilním prostředí. A je taktéž toho názoru, že stejně jako automatizované externí defibrilátory (dále jen AED), tak i turnikety by měly být k dispozici široké veřejnosti (Jacobs, 2014, s. 1007-1008). Jedno z hlavních omezení studie dle autorů Teixeira et al. (2018) je fakt, že zde nejsou dokumentovány případné komplikace spojené se samotnou aplikací turniketu. Rovněž se ve spojitosti s tímto produktem nabízí otázka případného nervového poškození, či výskytu kompartment syndromu, což v této studii rovněž není zmíněno. Autoři jsou však toho názoru, že potenciální přínos pro přežití pacienta dalece převažuje před možnými komplikacemi. Dalším omezením této studie je nedostatek podrobných informací o případném použití jiných hemostatických produktů, jako jsou např. hemostatické obvazy či kyselina tranexamová. Je možné totiž, že tyto doplňky použité ve spojení s turnikety mohly přispět ke zlepšení přežití pacientů ve studii, a tudíž ke zkreslení konečných výsledků. Přesto všechno jsou autoři toho názoru, že potenciální přínos turniketu pro přežití pacienta dalece převažuje nad případnými komplikacemi (Teixeira et al., 2018, s. 769-776).

Autoři Passos et al. (2014) provedli retrospektivní kohortovou studii u pacientů, kteří utrpěli izolované trauma končetiny s následným arteriálním poraněním v důsledku tupého, nebo penetrujícího mechanismu. Tato studie byla realizována ve dvou kanadských

traumatologických centrech v období od 1. ledna 2001 do 31. prosince 2010. Autoři porovnávali zejména úmrtnost pacientů, u kterých byl aplikován turniket v podmínkách PNP, s úmrtností pacientů, u kterých turniket aplikován nebyl. Autoři také zjišťovali, zda včasná aplikace turniketu mohla předejít úmrtí pacientů. Během tohoto období utrpělo ono poranění celkem 360 pacientů, z nichž ale 101 pacientů bylo ze studie vyloučeno pro utrpění současně termického poranění a dalších 69 pacientů pro jiná vážná kombinovaná poranění hlavy, krku, hrudníku, břicha a pánve. Do konečných výsledků studie autoři zařadili tedy 190 pacientů ve věkovém rozmezí 16 až 90 let, mužská populace byla zastoupena z 85 %. Celkem 186 pacientů bylo hospitalizováno bez použití turniketu v podmínkách PNP. Turniket byl identifikován pouze u 4 pacientů, kdy se jednalo o improvizované turnikety od policie, nebo od kolemjdoucích. Autoři shromáždili informace o improvizovaných turniketech pouze ve třech případech. U prvního se jednalo o kravatu a ve dvou zbylých případech o opasek a kapesník. Všichni pacienti, u nichž byl aplikován turniket v podmínkách PNP, přežili. Dva z těchto pacientů, kteří utrpěli tupé trauma, následně podstoupili amputaci končetiny v důsledku jejich závažného poranění. U žádného pacienta s turniketem nebyl hlášený případ kompartment syndromu. V traumatologickém centru byl do 1 hodiny od vzniku zranění aplikován turniket v podobě pneumatických manžet, sloužících hlavně k měření tlaku, u 4 dalších pacientů. U třech z těchto pacientů, kteří utrpěli tupé trauma, došlo k amputaci dolní končetiny pod kolenem, nebo k amputaci horní končetiny pod loktem. Poslední, 4. pacient, měl bodnou ránu na předloktí. Celkově tedy byl použit turniket v PNP a na traumatologickém oddělení u 8 pacientů. Tito pacienti byli následně porovnání se skupinou pacientů, u kterých turniket aplikován nebyl a kteří zemřeli. Ze závěru studie vyplývá, že všichni pacienti, u kterých byl aplikován turniket, přežili. Ve skupině bez aplikace turniketu zemřelo 6 pacientů, kde byla příčina úmrtí, podle autorů, vykrvácení, a taktéž tyto pacienti dostávali významně více krevních transfuzí v průběhu terapie než ti, kteří měli aplikované turnikety. Autoři došli k závěru, že použití turniketu v civilním prostředí může zabránit exanguinaci, a tím snížit procento úmrtí pacientů na izolované cévní poranění končetin. Jedním z významných limitujících faktorů studie je fakt, že je v této studii dokumentováno pouze 8 případů použití turniketu, z toho jen ve 4 případech byl tento prostředek použit v podmínkách PNP, z čehož vyplývá, že výsledky studie jsou poměrně značně omezené, a tudíž nemusí plnit dojem validity. Na druhou stranu je zde poměrně kvalitně popsána jeho účinnost v civilním prostředí (Passos et al., 2014, s. 573-577).

Podobnou studii, avšak s vyšším počtem subjektů, realizovali autoři Inaba et al. (2015). Jejich studie byla realizována v americkém městě Los Angeles v nemocnici University of Southern California Hospital. V období od ledna 2007 do června 2014 byli v tomto zdravotnickém zařízení retrospektivně identifikováni dospělí pacienti, kteří utrpěli poranění končetin, za účelem získání informací ohledně aplikace turniketů jak v podmínkách PNP, na oddělení urgentního příjmu, tak i na operačním sále. Vyhledávaná data zahrnovala věk, pohlaví, počáteční hodnotu krevního tlaku a tepové frekvence, mechanismus úrazu a také samotné podrobnosti o aplikaci turniketu, včetně umístění, trvání aplikace, typ použitého turniketu a informace o případné potřebě krevní transfúze. Během tohoto sledovaného období bylo identifikováno celkem 87 pacientů, u nichž byl aplikován turniket, z toho u poloviny z nich byl aplikován v podmínkách PNP. Celkem 62 turniketů bylo použito ke kontrole krvácení na horních končetinách a dalších 25 na dolních končetinách. Průměrný věk pacientů byl 35,3 let (18-72 let), mužská populace byla zastoupena v 90,8 %. Penetrující poranění bylo zaznamenáno u 66,7 % pacientů, jednalo se převážně o bodná poranění. Průměrná doba aplikace turniketu byla 103,2 minut (5-660 minut) a nejčastěji použitým z nich byl Combat Application Tourniquet (dále jen CAT). Cévní poranění utrpělo celkem 80,5 % pacientů, u kterých šlo převážně o arteriální krvácení. V nemocničním zařízení podstoupilo operační zákrok 68 pacientů. Operací bylo provedeno celkem 99, z toho v 15 případech se jednalo o natolik závažné poranění, že musela být provedena amputace končetiny. Všichni tito pacienti měli aplikovaný turniket. U 7 pacientů byl zaznamenán kompartment syndrom, který sice mohl být způsoben aplikací turniketu, avšak autoři jsou toho názoru, že pro již dokumentovanou ischemii, vzniklou před samotnou aplikací turniketu, nelze tento fakt jednoznačně potvrdit. V neposlední řadě dodávají, že nebyly zjištěny žádné komplikace, které by mohly být s jistotou připisovány turniketům. Po zhodnocení studie autoři dospěli k závěru, že použití turniketu v civilním prostředí je spojeno s nízkým výskytem komplikací a s vysokým potenciálním benefitem pro pacienta (Inaba et al., 2015, s. 232-237).

Úmrtí na masivní zevní vykrvácení se netýká pouze dospělých, ale i dětských pacientů. Autoři Cunningham et al. (2018) provedli metaanalýzu přezkoumáním současné dostupné literatury, ve které se zaměřili na používání turniketů u pediatrické populace do 18 let, s cílem poskytnout doporučení týkající se účinnosti tohoto produktu při kontrole traumatického zevního končetinového krvácení u dětí. Autoři dohledali celkem 141 studií, vyloučeno bylo 123 z nich, a tedy do celkového přehledu bylo zahrnuto 18 studií. Z dohledaných údajů vyplývá, že značná část těchto studií odhaluje schopnost turniketů přechodně způsobit metabolickou

acidózu, avšak s minimálním klinickým nálezem. Ve studiích je to podloženo tím, že při aplikaci turniketu u dětí po dobu delší než 75 minut došlo k nárůstu laktátu, ale po jeho odstranění acidóza vymizela, a to obvykle za více než 10 minut. Další studie, z vojenského prostředí v Afghánistánu a Iráku, ukázaly, že použití komerčně dostupných turniketů bylo účinné jednak u vojáků, ale také u dětských pacientů, u nichž použití turniketů bylo vhodné při zástavě krvácení a taktéž umožnilo snížit dětskou úmrtnost v bojových podmínkách (Cunningham et al., 2018, s. 665-667). Ve studii dokumentující 766 pediatrických pacientů starších 8 let s traumatickým zevním končetinovým krvácením snížila aplikace turniketů požadavky na krevní konzervy z celkových 15 na 4,7 a rovněž bylo zaznamenáno snížení potřeby tekutinové resuscitace krystaloidními roztoky ze 3 litrů na 0,7 litrů. Toto zjištění prokazuje značné snížení tekutinové resuscitace u dětských pacientů s turniketem, a šance na přežití se tedy zvyšuje. Tato šance také rapidně stoupá, pokud je turniket aplikován již v PNP ještě před začátkem klinických příznaků šoku (Sokol et al., 2015, s. 983-990). Autoři Cunningham et al. (2018) se domnívají, že pokud jde o použití a užitečnost turniketů u pediatrických pacientů s traumatem, potýkají se stále s nedostatkem kvalitních zdrojů, a to i přesto, že dosavadní studie naznačují, že použití turniketu v časně fázi zvyšuje přežití a snižuje potřebu tekutinové resuscitace u dětských pacientů s traumatem končetin. Některé další studie jiných autorů poukazují na vznik reverzibilních fyziologických změn ve vnitřním prostředí v důsledku použití turniketu, což ale nemění celkové přesvědčení autorů, že tyto produkty jsou účinné a bezpečné s potenciálně nízkým rizikem komplikací. Údaje, týkající se škodlivých účinků turniketů, jsou podle autorů omezené pouze na nízký počet observačních studií, a dokonce i v nich jsou obsažené informace zmiňující malé riziko poškození měkkých tkání, či nervů. Drtivá většina dosavadních údajů nicméně podporuje používání turniketů u masivního traumatického krvácení končetin v podmínkách PNP. Autoři se rovněž domnívají, že komerčně dostupné turnikety jsou vhodné pro většinu dětí a jejich použití není spojeno s výskytem významných komplikací (Cunningham et al., 2018, s. 665-667).

Na základě výše zmíněné metaanalýzy autorů Cunningham et al. (2018), vydala americká společnost Pediatric Trauma Society (dále jen PTS) doporučení, v němž podporuje použití turniketů v přednemocničním prostředí u dětí s masivním zevním krvácením způsobeným traumatem končetin. V případě neúčinnosti přímého tlaku jako metody první volby, nebo v případech, kdy vzhledem k závažnosti poranění není přímý tlak, či tlakový obvaz vhodný, by měl být aplikován turniket, který by měl být po umístění často kontrolován. Dlouhodobá aplikace turniketu může mít vliv na potenciální poškození končetiny, a tudíž by

měl být aplikován pouze na co nejkratší možnou dobu. I přes tyto poměrně kvalitní důkazy PTS vybízí k dalšímu zkoumání v používání turniketů u dětí (Cunningham et al., 2018, s. 665-667).

Z většiny studií vyplývá, že aplikace turniketu vede k poklesu masivního zevního krvácení, což do jisté míry následně umožní snížení množství krevních transfuzí (Scerbo et al., 2016, s. 712-722; Cunningham et al., 2018, s. 665-667). Autoři McNickle et al. (2019) se zaměřili ve své studii na hodnocení použití turniketu v podmínkách PNP, a to konkrétně na to, zda využití turniketu zredukuje potřebu krevních transfuzí u pacientů s arteriálním poraněním končetin. Studie probíhala od ledna 2013 do prosince 2017. Mezi sledované parametry patřily demografické údaje, mechanismus poranění, trvání doby aplikace turniketu a množství podaných transfuzních přípravků. Provedené amputace v tomto případě byly klasifikovány jako počáteční, tzn. provedené během časného chirurgického zákroku, a pozdní, které byly uskutečněny až v následné fázi léčení. Primárním sledovaným parametrem bylo množství krevních transfuzí podaných pacientům, kteří měli či neměli aplikován turniket v PNP. Vedlejším sledovaným parametrem byl výskyt možných komplikací souvisejících se samotným použitím turniketu (přítomnost kompartment syndromu, amputace končetiny). Během sledovaného období bylo identifikováno celkem 192 pacientů s masivním arteriálním poraněním končetin, z toho u 69 z nich byl aplikovaný turniket v PNP. Průměrný věk byl 35 let. Průměrná doba trvání aplikace turniketu činila 78 minut a co se týče mechanismu poranění, ve 40 případech bylo penetrujícího charakteru, tupé trauma bylo zastoupeno ve 29 případech. Mezi nejvíce zasažené arterie patřily tepny radiální a ulnární (23 případů), v 6 případech šlo o femorální tepnu. Pro lepší validitu studie byla skupina 69 pacientů s turniketem srovnávána se stejným počtem pacientů bez turniketu ve stejných parametrech. Celkový počet použitých krevních transfuzí během prvních 24 hodin u pacientů s turniketem činil 46 konzerv, průměrně 3,5 konzerv na pacienta, v šestnácti případech byla provedena počáteční amputace kvůli rhabdomyolýze (15 pacientů) a kompartment syndromu (1 případ). V této skupině nezemřel žádný pacient. Ve skupině pacientů bez turniketu bylo použito 33 krevních konzerv během prvních 24 hodin, průměrně 2,7 konzerv na pacienta. Počáteční amputace byla provedena ve 4 případech, rhabdomyolýza se vyskytla u 12 případů a kompartment syndrom byl zaznamenán ve 2 případech. Dva pacienti v této skupině zemřeli. Z výše uvedených informací vyplývá, že použití turniketu bylo spojeno s nutností aplikace většího množství krevních konzerv a rovněž s vyšším výskytem počátečních amputací. I přes tato zjištění se autoři domnívají, že použití turniketu u takto závažného poranění je účelné, jelikož zvyšuje šanci na přežití (McNickle et al., 2019, s. 1-4). Autoři považují za zajímavé zjištění, že výsledky

jejich studie poměrně zásadně kontrastují s výsledky studie autorů Smith et al. (2019), kteří naopak ve své studii zjistili, že aplikace turniketu v podmínkách PNP významně přispěla k nižší potřebě krevních transfuzí a k nižšímu výskytu komplikací u pacientů s tímto typem poranění (Smith et al., 2019, s. 43-51). I přes tuto skutečnost jsou autoři McNickle et al. (2019) toho názoru, že turniket v PNP lze bezpečně použít u končetinového traumatu se závažným zevním krvácením bez zvýšeného rizika výskytu komplikací (McNickle et al., 2019, s. 1-4). Významně nižší potřebu transfuzí dokonce u dětských pacientů, u nichž byl aplikován turniket, dokládají ve své studii i autoři (Sokol et al., 2015, s. 983-990). Pro shrnutí, studie autorů McNickle et al. (2019) má nicméně jistá omezení. Zásadní je hlavně nízký počet subjektů a také, že veškeré informace byly získány retrospektivně ze záznamů traumatologického centra, což podle autorů snižuje validitu zjištěných faktů (McNickle et al., 2019, s. 1-4).

Autoři Beaucreux et al. (2018) ve své metaanalýze provedli systematický přezkum literatury, jehož cílem bylo analyzovat odbornou literaturu založenou na důkazech týkajících se použití turniketů v civilním prostředí, se zaměřením na jeho přínosy a komplikace. Hlavním kritériem výběru bylo to, že studie zahrnuté do této metaanalýzy měly obsahovat informace o použití turniketu v civilním prostředí, zejména pak v PNP. Vyhledávacím jazykem byla angličtina a francouzština a do přehledu byly implementovány studie zveřejněné do 31. prosince 2016. Na začátku bylo identifikováno celkem 380 studií, z nichž do konečných výsledků bylo zahrnuto pouze 24 studií. Z počtu 24 studií byly 2 z nich zveřejněny před rokem 2010, jedna v roce 2005, druhá v roce 2008 a zbývajících 22 studií bylo zveřejněno v období od ledna 2013 do září 2016. Studie popisují celkem 3028 aplikací turniketu, na celkem 1761 pacientech, většinou u mužů ve věku 27 až 44 let, s traumatickým tupým, či penetrujícím poraněním končetin. V drtivé většině případů byl použit CAT. Míra účinnosti turniketů byla mezi 78 % a 100 % a komplikace související s jeho užitím byly autory hodnoceny jako celkově zanedbatelné, a to i v případech, kdy byl turniket použit u starších pacientů nebo u pacientů s komorbiditami. Mezi jistá omezení provedené metaanalýzy patří podle názoru autorů fakt, že byla založena na hodnocení retrospektivních výsledků studií s nízkou úrovní prezentovaných důkazů, dále literatura, která nebyla k dispozici ve francouzském, nebo anglickém jazyce byla vyloučena, a tedy nebyla brána v úvahu. Autoři ale dodávají, že celkový počet studií, zařazených do této metaanalýzy, nemohl nějak zásadně ohrozit kvalitu zjištěných výsledků. Na základě zjištěných faktů se autoři v závěru shodují, že jejich metaanalýza ukázala, že je použití turniketu v civilním prostředí účinné při různých typech končetinového krvácení a jsou toho názoru, že po důkladném zaškolení by měly být turnikety k dispozici

v záchranných službách v podmínkách PNP, jelikož právě v tomto prostředí je úmrtnost pacientů na vykrvácení nejvyšší (Beaucreux et al., 2018, s. 597-606).

Autoři Malo et al. (2015) zmiňují ve svém článku doporučení americké společnosti, American College of Surgeons Committee, která uvádí, pokud je tlakový obvaz neefektivní, nebo jej z důvodu povahy poranění nelze použít a lokalizace tohoto poranění bude vhodná pro aplikaci turniketu, tak jej lze v těchto případech použít jako život zachraňující úkon. Výše zmíněná společnost zveřejnila pokyny pro přednemocniční použití turniketu založené převážně na údajích z vojenských studií. Nicméně pro kvalitu důkazů je síla tohoto doporučení klasifikována jako slabá (Malo et al., 2015, s. 443-446). Z dostupných informací vyplývá, že neexistují žádné absolutní kontraindikace pro použití turniketu, jestliže jeho aplikace může zachránit život. Avšak primárně, pokud jsou k dispozici, by měli být použity komerční turnikety, neboť jsou k tomuto účelu vyrobeny. Aplikace improvizovaných turniketů je spojena s daleko vyšším výskytem komplikací, ale i tak je jejich použití tolerované (Doyle, Taillac, 2008, s. 241–256). Podle určitého odborného konsensu by turnikety měly být umístěny zhruba 5 až 8 cm nad krvácející ránu a na základě dostupných odborných studií lze také predikovat, že doba aplikace do 2 hodin je odborníky považována za bezpečnou (Malo et al., 2015, s. 443-446). Z vojenského prostředí jsou samozřejmě známy časy aplikace turniketu i delší (4 až 8 hodin), aniž by byly identifikovány komplikace s tím spojené (Kragh et al., 2009, s. 1-7). Autoři Malo et al. (2015) jsou i přes tato zjištění názoru, že turniket by měl být odstraněn co nejdříve (Malo et al., 2015, s. 443-446). Autoři Spahn et al. (2019) vytvořili aktualizovanou evropskou směrnici týkající se managementu kontroly traumatického zevního krvácení, ve které doporučují použití turniketu u život ohrožujícího končetinového krvácení v přednemocničním prostředí i přesto, že většinu krvácení z končetin v civilním prostředí lze kontrolovat pomocí tlakového obvazu. Tento fakt argumentují tím, dojde-li k nekontrolovatelnému zevnímu krvácení u poranění končetin následkem výbuchu, či traumatické amputace, je turniket jednoduchou a účinnou metodou kontroly tohoto typu krvácení. Po aplikaci by turnikety měly být ponechány na místě, dokud nebude zabezpečena chirurgická hemostáza, avšak časové rozpětí by mělo být co možná nejkratší, jelikož nesprávné nebo dlouhodobé umístění turniketu může vést ke komplikacím v podobě poranění nervů, či ischemie končetiny. Tyto komplikace jsou naštěstí vzácné. Turnikety jsou tedy účinnou metodou kontroly život ohrožujícího zevního končetinového krvácení, ovšem za předpokladu, jsou-li použity správně. Největší riziko výskytu vážných komplikací je dle autorů způsobeno nevhodnými nebo nesprávně použitými turnikety, nikoli turniketem jako takovým (Spahn et al., 2019, s. 1–74).

2.3 Význam a limity dohledaných poznatků

Kontrola masivního zevního krvácení v podmínkách PNP je jedna ze základních dovedností, kterou měl každý, nejen zdravotnický záchranář, ovládat. K tomu může posloužit nespočet pomůcek, jako jsou např. různé hemostatické preparáty či turnikety, kterých je na trhu nepřehledné množství. Hemostatické preparáty a turnikety jsou progresivně se vyvíjející prostředky, jejichž účinnost je nejvíce zmapovaná ve vojenském prostředí, kde jsou tyto produkty široce využívány a doporučovány. Díky mnoha realizovaným studiím, právě z vojenského prostředí se v posledních dekáдах dostávají tyto produkty do povědomí odborníků i v civilním prostředí PNP. Avšak validních studií, či odborné literatury, zabývající se jejich účinností v civilních podmínkách PNP je stále, do jisté míry, poměrně omezené množství, a ne všechny informace jsou plně validní, ze kterých by se mohlo vyvodit nějaké všeobecné doporučení do obecného měřítka. Validita realizovaných studií je ovlivněna následujícími faktory. Drtivá většina z nich pracuje s nízkým počtem lidských subjektů, u nichž data, shromažďována z prostředí PNP či traumatologických center nemusela být vždy validní, nebo úplná, a tudíž konečné výsledky mohly být, do jisté míry, zavádějící. Tvrzení je navíc umocněno tím, že naprostá většina nalezených studií je retrospektivního charakteru, mezi jejichž nevýhody patří to, že je třeba se spolehnout na lidskou paměť a riziko selekčního bias je tedy zvýšené oproti studiím prospektivním. V některých studiích jsou popsány případy selhání účinnosti těchto produktů, jejichž autoři jsou toho názoru, že tento významný nežádoucí fakt byl, ve většině případů, způsoben nesprávným zacházením s onou pomůckou. Bohužel jejich tvrzení však nelze nějak objektivizovat. U hemostatických preparátů je mezi autory studií nejvíce diskutovaným tématem jednak ekonomická stránka věci, ale hlavně dosud nedostatečně kvalitní zmapování případných komplikací souvisejících s jejich použitím, a v neposlední řadě také již zmiňovaný stále nízký počet studií s malým vzorkem lidských subjektů. Případy nedostatečně zmapovaných komplikací v podmínkách PNP se nicméně týkají i turniketů, ke kterým se přidává i fakt, že někteří autoři dohledaných studií se do jisté míry rozcházejí v názoru ohledně amputací, nervového, či ischemického poškození končetiny, jako následku jeho použití. Napříč všem těmito limitujícími faktory se drtivá většina autorů nalezených studií shoduje v tom, že již existuje poměrně kvalitní základna důkazů, která do jisté míry podporuje používání hemostatických preparátů a turniketů v civilních podmínkách PNP. Autoři ale dodávají, že je neustále potřeba jejich dalšího zkoumání, díky čemuž by mohlo dojít ke zkvalitnění tohoto tvrzení.

Závěr

Přehledová bakalářská práce shrnuje aktuální dohledané publikované poznatky zabývající se problematikou vybraných metod stavění zevního krvácení v podmínkách PNP. Konkrétně pojednává o vybraných hemostatických preparátech a turniketech, což jsou bezesporu dvě největší skupiny produktů určených k managementu stavění tohoto typu krvácení. Jedná se však o téma, které není v České republice příliš rozšířené, o čemž svědčí i fakt, že nebyly nalezeny žádné studie z tohoto prostředí. Nejvíce validních informací bylo získáno ze zahraničních studií z vojenského prostředí, kde jsou tyto produkty široce využívány s relativně vysokou mírou účinnosti. V civilním prostředí PNP bylo používání turniketů, ale hlavně hemostatických preparátů do nedávna poměrně raritní záležitostí, za což mohla, podle mého názoru, nedostatečná kvalitní základna důkazů právě z civilního prostředí. V dnešní době se výše zmíněné produkty začínají daleko více dostávat do povědomí civilního prostředí PNP, díky právě onomu rozkvětu základně důkazů sbíraných v posledních dekadách. Z výsledků dohledaných studií vyplývá, že vybrané hemostatické preparáty a turnikety vykazují i v civilním prostředí PNP rovněž poměrně kvalitní účinnost spojenou s nízkou mírou výskytu vážných komplikací.

Dohledané poznatky a jejich sumarizace by mohly být publikovány např. v odborných publikacích zabývajících se problematikou urgentní medicíny nejen v prostředí PNP, případně i jiných zdravotnických odborných periodikách. Zjištěné skutečnosti by mohly být rovněž dobrým základem pro realizaci dalších výzkumů zabývajících se podobnou problematikou. Tato fakta by mohla být přínosná i pro pracovníky zdravotnických záchranných služeb, jelikož poskytují dobrý základ informací o možných potencionálních metodách a postupech při řešení závažného zevního krvácení v podmínkách PNP.

Cílem bakalářské práce bylo sumarizovat aktuální dohledané publikované validní poznatky o vybraných metodách stavění zevního krvácení v přednemocniční neodkladné péči. Cíl bakalářské práce byl specifikován ve dvou dílčích cílech, kterými bylo sumarizovat aktuální dohledané publikované validní poznatky o vybraných hemostatických preparátech a vybraných tlakových metodách stavění zevního krvácení v přednemocniční neodkladné péči. Z dohledaných poznatku je zřejmé, že cíle práce bylo dosaženo.

Referenční seznam

1. ADAMIAK, Z., P. JASTRZEBSKI, A. POMIANOWSKI, I. OTROCKA-DOMAGAŁA, P. HOLAK, Y. ZHALNIAROVICH, P. PRZYBOROWSKA a J. GŁODEK. Effect of 24 hour application of three hemostatic dressings to porcine thigh muscles. *Polish Journal of Veterinary Sciences* [online]. 2014, **17**(3), 519-521 [cit. 2020-01-28]. DOI: 10.2478/pjvs-2014-0076. ISSN 2300-2557. Dostupné z: <http://journals.pan.pl/dlibra/publication/114250/edition/99303/content>
2. ACHNECK, Hardean E., Bantayehu SILESHI, Ryan M. JAMIOLKOWSKI, David M. ALBALA, Mark L. SHAPIRO a Jeffrey H. LAWSON. A Comprehensive Review of Topical Hemostatic Agents. *Annals of Surgery* [online]. 2010, **251**(2), 217-228 [cit. 2019-11-03]. DOI: 10.1097/SLA.0b013e3181c3bccca. ISSN 0003-4932. Dostupné z: <http://journals.lww.com/00000658-201002000-00008>
3. ARNAUD, Françoise, Dione PARREÑO-SADALAN, Toshiki TOMORI, et al. Comparison of 10 Hemostatic Dressings in a Groin Transection Model in Swine. *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care* [online]. 2009, **67**(4), 848-855 [cit. 2019-10-26]. DOI: 10.1097/TA.0b013e3181b2897f. ISSN 0022-5282. Dostupné z: <http://journals.lww.com/00005373-200910000-00028>
4. ARNAUD, Françoise, Toshiki TOMORI, Walter CARR, Anne MCKEAGUE, Kohsuke TERANISHI, Keith PRUSACZYK a Richard MCCARRON. Exothermic Reaction in Zeolite Hemostatic Dressings: QuikClot ACS and ACS+®. *Annals of Biomedical Engineering* [online]. 2008, **36**(10), 1708-1713 [cit. 2019-09-10]. DOI: 10.1007/s10439-008-9543-7. ISSN 0090-6964. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s10439-008-9543-7>
5. BEAUCREUX, Charlotte, Benoît VIVIEN, Ethan MILES, Sylvain AUSSET a Pierre PASQUIER. Application of tourniquet in civilian trauma: Systematic review of the literature. *Anaesthesia Critical Care & Pain Medicine* [online]. 2018, **37**(6), 597-606 [cit. 2020-02-13]. DOI: 10.1016/j.accpm.2017.11.017. ISSN 23525568. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2352556817302655>

6. BENNETT, Brad L. Bleeding Control Using Hemostatic Dressings: Lessons Learned. *Wilderness & Environmental Medicine* [online]. 2017, **28**(2), 39-49 [cit. 2019-11-22]. DOI: 10.1016/j.wem.2016.12.005. ISSN 10806032. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1080603216302873>
7. BENNETT, Brad L. a Lanny LITTLEJOHN. Review of New Topical Hemostatic Dressings for Combat Casualty Care. *Military Medicine* [online]. 2014, **179**(5), 497-514 [cit. 2019-09-05]. DOI: 10.7205/MILMED-D-13-00199. ISSN 0026-4075. Dostupné z: <https://academic.oup.com/milmed/article/179/5/497-514/4160708>
8. BOULTON, Adam J, Christopher T LEWIS, David N NAUMANN a Mark J MIDWINTER. Prehospital haemostatic dressings for trauma: a systematic review. *Emergency Medicine Journal* [online]. 2018, **35**(7), 449-457 [cit. 2019-09-12]. DOI: 10.1136/emmermed-2018-207523. ISSN 1472-0205. Dostupné z: <http://emj.bmj.com/lookup/doi/10.1136/emmermed-2018-207523>
9. BROWN, Mark A., Mohamud R. DAYA a Joseph A. WORLEY. Experience with Chitosan Dressings in a Civilian EMS System. *The Journal of Emergency Medicine* [online]. 2009, **37**(1), 1-7 [cit. 2019-10-27]. DOI: 10.1016/j.jemermed.2007.05.043. ISSN 07364679. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0736467907004775>
10. BULGER, Eileen M., David SNYDER, Karen SCHOELLES, et al. An Evidence-based Prehospital Guideline for External Hemorrhage Control: American College of Surgeons Committee on Trauma. *Prehospital Emergency Care* [online]. 2014, **18**(2), 163-173 [cit. 2020-02-10]. DOI: 10.3109/10903127.2014.896962. ISSN 1090-3127. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.3109/10903127.2014.896962>
11. CASTLE, R. Ray a Edward J. SEDORY. Tourniquets and Hemostatic Agents to Manage Mass Hemorrhage. *Athletic Training & Sports Health Care* [online]. 2016, **8**(6), 245-255 [cit. 2019-10-12]. DOI: 10.3928/19425864-20160831-02. ISSN 1942-5864. Dostupné z: <http://www.healio.com/doiresolver?doi=10.3928/19425864-20160831-02>

12. CLAY, Jared G., J. Kevin GRAYSON a Dustin ZIEROLD. Comparative Testing of New Hemostatic Agents in a Swine Model of Extremity Arterial and Venous Hemorrhage. *Military Medicine* [online]. 2010, **175**(4), 280-284 [cit. 2019-09-08]. DOI: 10.7205/MILMED-D-09-00185. ISSN 0026-4075. Dostupné z: <https://academic.oup.com/milmed/article/175/4/280-284/4344548>
13. CUNNINGHAM, Aaron, Marc AUERBACH, Mark CICERO a Mubeen JAFRI. Tourniquet usage in prehospital care and resuscitation of pediatric trauma patients—Pediatric Trauma Society position statement. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery* [online]. 2018, **85**(4), 665-667 [cit. 2020-02-12]. DOI: 10.1097/TA.0000000000001839. ISSN 2163-0755. Dostupné z: <http://journals.lww.com/01586154-201810000-00002>
14. DEVLIN, John J., Sara KIRCHER, Buddy G. KOZEN, Lanny F. LITTLEJOHN a Andrew S. JOHNSON. Comparison of ChitoFlex®, CELOX™, and QuikClot® in Control of Hemorrhage. *The Journal of Emergency Medicine* [online]. 2009, **41**(3), 237-245 [cit. 2019-11-13]. DOI: 10.1016/j.jemermed.2009.02.017. ISSN 0736-4679. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S073646790900105X>
15. DOBIÁŠ, Viliam, Táňa BULÍKOVÁ a Peter HERMAN, 2012. *Prednemocničná urgentná medicína. 2., dopln. a preprac. vyd.* Martin: Vydavateľstvo Osveta. ISBN 978-80-8063-387-5.
16. DOYLE, Gerard S. a Peter P. TAILLAC. Tourniquets: A Review of Current Use with Proposals for Expanded Prehospital Use. *Prehospital Emergency Care* [online]. 2009, **12**(2), 241-256 [cit. 2020-02-16]. DOI: 10.1080/10903120801907570. ISSN 1090-3127. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10903120801907570>
17. EVANS, Julie A., Karlijn J. P. VAN WESSEM, Debra MCDOUGALL, Kevin A. LEE, Timothy LYONS a Zsolt J. BALOGH. Epidemiology of Traumatic Deaths: Comprehensive Population-Based Assessment. *World Journal of Surgery* [online]. 2010, **34**(1), 158-163 [cit. 2019-08-30]. DOI: 10.1007/s00268-009-0266-1. ISSN 0364-2313. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s00268-009-0266-1>

18. FOX, Nicole, Ravi R. RAJANI, Faran BOKHARI, William C. CHIU, Andrew KERWIN, Mark J. SEAMON, David SKARUPA a Eric FRYKBERG. Evaluation and management of penetrating lower extremity arterial trauma. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery* [online]. 2012, **73**(5), 315-320 [cit. 2020-02-05]. DOI: 10.1097/TA.0b013e31827018e4. ISSN 2163-0755. Dostupné z: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=01586154-201211004-00007>
19. GAJDZIOK, Jan. Lokální hemostatika. *Remedia* [online]. 2010, **20**(3), 185-190 [cit. 2019-10-18]. ISSN 0862-8947. Dostupné z: https://www.researchgate.net/profile/Jan_Gajdziok/publication/272415366_Lokalni_hemostatika/links/54e36ad50cf2b2314f5d1a72/Lokalni-hemostatika.pdf
20. GEGEL, Brian T., et al. An Evidence-Based Review of the Use of a Combat Gauze (QuikClot) for Hemorrhage Control. *AANA Journal* [online]. 2013, **81**(6), 453-458. [cit. 2020-01-27]. ISSN 0094-6354. Dostupné z: <https://search.proquest.com/docview/1504658883?pq-origsite=gscholar>
21. GORDY, Stephanie D, Peter RHEE a Martin A SCHREIBER. Military applications of novel hemostatic devices. *Expert Review of Medical Devices* [online]. 2014, **8**(1), 41-47 [cit. 2019-10-18]. DOI: 10.1586/erd.10.69. ISSN 1743-4440. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1586/erd.10.69>
22. GRANVILLE-CHAPMAN, J., N. JACOBS a M.J. MIDWINTER. Pre-hospital haemostatic dressings: A systematic review. *Injury* [online]. 2011, **42**(5), 447-459 [cit. 2019-09-07]. DOI: 10.1016/j.injury.2010.09.037. ISSN 00201383. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0020138310006911>
23. GRISSOM, Thomas E. a Raymond FANG. Topical hemostatic agents and dressings in the prehospital setting. *Current Opinion in Anaesthesiology* [online]. 2015, **28**(2), 210-216 [cit. 2019-10-15]. DOI: 10.1097/ACO.0000000000000166. ISSN 0952-7907. Dostupné z: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=00001503-201504000-00016>

24. HATAMABADI, Hamid Reza, Fatemeh ASAYESH ZARCHI, Hamid KARIMAN, Ali ARHAMI DOLATABADI, Ali TABATABAEY a Afshin AMINI. Celox-Coated Gauze for the Treatment of Civilian Penetrating Trauma: A Randomized Clinical Trial. *Trauma Monthly* [online]. 2015, **20**(1), 1-5 [cit. 2019-12-07]. DOI: 10.5812/traumamon.23862. ISSN 2251-7464. Dostupné z: <http://traumamon.com/en/articles/61813.html>
25. INABA, Kenji, Stefano SIBONI, Shelby RESNICK, Jay ZHU, Monica Darlene WONG, Tobias HALTMEIER, Elizabeth BENJAMIN a Demetrios DEMETRIADES. Tourniquet use for civilian extremity trauma. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery* [online]. 2015, **79**(2), 232-237 [cit. 2020-02-04]. DOI: 10.1097/TA.0000000000000747. ISSN 2163-0755. Dostupné z: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=01586154-201508000-00009>
26. JACOBS, Lenworth. The Hartford Consensus: How to Maximize Survivability in Active Shooter and Intentional Mass Casualty Events. *World Journal of Surgery* [online]. 2014, **38**(5), 1007-1008 [cit. 2020-02-07]. DOI: 10.1007/s00268-014-2481-7. ISSN 0364-2313. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s00268-014-2481-7>
27. KABAROFF, Alison. Stop the bleeding: Understanding how our methods have evolved and how far we need to go. *Journal of Emergency Medical Services* [online]. 2013, **38**(11), s. nevedena. [cit. 2019-08-30]. Dostupné z: <https://www.jems.com/articles/2013/11/stop-bleeding.html>
28. KHAN, M. A. A., R. JOSE, C. TAYLOR, H. MALICK a W. JAFFE. An iatrogenic burn from the use of a topical haemostatic agent. *Emergency Medicine Journal* [online]. 2010, **27**(12), 950-951 [cit. 2019-09-05]. DOI: 10.1136/emj.2010.093914. ISSN 1472-0205. Dostupné z: <http://emj.bmj.com/cgi/doi/10.1136/emj.2010.093914>

29. KHEIRABADI, Bijan S., Françoise ARNAUD, Richard MCCARRON, Alan D. MURDOCK, Douglas L. HODGE, Brandi RITTER, Michael A. DUBICK a Lorne H. BLACKBOURNE. Development of a Standard Swine Hemorrhage Model for Efficacy Assessment of Topical Hemostatic Agents. *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care* [online]. 2011, **71**(1), 139-146 [cit. 2019-10-18]. DOI: 10.1097/TA.0b013e318221931e. ISSN 0022-5282. Dostupné z: <http://journals.lww.com/00005373-201107001-00024>
30. KHEIRABADI, Bijane. Evaluation of Topical Hemostatic Agents for Combat Wound Treatment. US Army Medical Department journal [online]. 2011, 25-37. [cit. 2019-10-25]. ISSN 1524-0436. Dostupné z: <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a554097.pdf#page=28>
31. KHOSHMOHABAT, Hadi, Shahram PAYDAR, Hossein Mohammad KAZEMI a Behnam DALFARDI. Overview of Agents Used for Emergency Hemostasis. *Trauma Monthly* [online]. 2016, **21**(1), 1-6 [cit. 2019-09-08]. DOI: 10.5812/traumamon.26023. ISSN 2251-7464. Dostupné z: <http://traumamon.neoscriber.org/en/articles/19464.html>
32. KRAGH, John F., Michelle L. LITTREL, John A. JONES, Thomas J. WALTERS, David G. BAER, Charles E. WADE a John B. HOLCOMB. Battle Casualty Survival with Emergency Tourniquet Use to Stop Limb Bleeding. *The Journal of Emergency Medicine* [online]. 2011, **41**(6), 590-597 [cit. 2019-09-02]. DOI: 10.1016/j.jemermed.2009.07.022. ISSN 07364679. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0736467909006386>
33. KRAGH, John F., Michelle L. O'NEILL, Thomas J. WALTERS, John A. JONES, David G. BAER, Leigh K. GERSHMAN, Charles E. WADE a John B. HOLCOMB. Minor Morbidity With Emergency Tourniquet Use to Stop Bleeding in Severe Limb Trauma: Research, History, and Reconciling Advocates and Abolitionists. *Military Medicine* [online]. 2011, **176**(7), 817-823 [cit. 2020-02-05]. DOI: 10.7205/MILMED-D-10-00417. ISSN 0026-4075. Dostupné z: <https://academic.oup.com/milmed/article/176/7/817-823/4345428>

34. KRAGH, John F., Thomas J. WALTERS, David G. BAER, Charles J. FOX, Charles E. WADE, Jose SALINAS a John B. HOLCOMB. Survival With Emergency Tourniquet Use to Stop Bleeding in Major Limb Trauma. *Annals of Surgery* [online]. 2009, **249**(1), 1-7 [cit. 2020-02-10]. DOI: 10.1097/SLA.0b013e31818842ba. ISSN 0003-4932. Dostupné z: <http://journals.lww.com/00000658-200901000-00001>
35. LEONARD, Jennifer, John ZIETLOW, David MORRIS, Kathleen BERNS, Steven EYER, Kurt MARTINSON, Donald JENKINS a Scott ZIETLOW. A multi-institutional study of hemostatic gauze and tourniquets in rural civilian trauma. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery* [online]. 2016, **81**(3), 441-444 [cit. 2020-01-22]. DOI: 10.1097/TA.0000000000001115. ISSN 2163-0755. Dostupné z: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=01586154-201609000-00005>
36. LI, Jing, Wei CAO, Xiao-xing LV, Li JIANG, Yue-jun LI, Wang-zhou LI, Shao-zong CHEN a Xue-yong LI. Zeolite-based hemostat QuikClot releases calcium into blood and promotes blood coagulation in vitro. *Acta Pharmacologica Sinica* [online]. 2013, **34**(3), 367-372 [cit. 2019-09-02]. DOI: 10.1038/aps.2012.159. ISSN 1671-4083. Dostupné z: <http://www.nature.com/articles/aps2012159>
37. MALO, Christian, Bruno BERNARDIN, Joe NEMETH a Kosar KHWAJA. Prolonged prehospital tourniquet placement associated with severe complications: a case report. *CJEM* [online]. 2015, **17**(4), 443-446 [cit. 2020-02-13]. DOI: 10.1017/cem.2014.44. ISSN 1481-8035. Dostupné z: https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S148180351400044X/type/journal_article
38. MÁLEK, Jiří a Jiří KNOR. *Lékařská první pomoc v urgentních stavech*. Praha: Grada Publishing, 2019. ISBN 978-80-271-0590-8.

39. MCNICKLE, Allison G, Douglas R FRASER, Paul J CHESTOVICH, Deborah A KUHLS a John J FILDES. Effect of prehospital tourniquets on resuscitation in extremity arterial trauma. *Trauma Surgery & Acute Care Open* [online]. 2019, **4**(1), 1-4 [cit. 2020-02-12]. DOI: 10.1136/tsaco-2018-000267. ISSN 2397-5776. Dostupné z: <http://tsaco.bmj.com/lookup/doi/10.1136/tsaco-2018-000267>
40. MORRISON, C. Anne, Irwin B. HORWITZ a Matthew M. CARRICK. Ethical and Legal Issues in Emergency Research: Barriers to Conducting Prospective Randomized Trials in an Emergency Setting. *Journal of Surgical Research* [online]. 2009, **157**(1), 115-122 [cit. 2020-01-28]. DOI: 10.1016/j.jss.2009.03.051. ISSN 00224804. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022480409001528>
41. NAIMER, Sody Abby. A Review of Methods to Control Bleeding from Life-Threatening Traumatic Wounds. *Health* [online]. 2014, **6**(6), 479-490 [cit. 2019-11-15]. DOI: 10.4236/health.2014.66067. ISSN 1949-4998. Dostupné z: <http://www.scirp.org/journal/doi.aspx?DOI=10.4236/health.2014.66067>
42. OTROCKA-DOMAGAŁA, I., P. JASTRZĘBSKI, Z. ADAMIAK, K. PAŹDZIOR-CZAPULA, M. GESEK, M. MIKIEWICZ a T. ROTKIEWICZ. Safety of the long-term application of QuikClot Combat Gauze, ChitoGauze PRO and Celox Gauze in a femoral artery injury model in swine – a preliminary study. *Polish Journal of Veterinary Sciences* [online]. 2016, **19**(2), 337-343 [cit. 2020-01-28]. DOI: 10.1515/pjvs-2016-0041. ISSN 2300-2557. Dostupné z: <http://journals.pan.pl/dlibra/publication/120986/edition/105387/content>
43. PASSOS, Edward, Brittany DINGLEY, Andrew SMITH, Paul T. ENGELS, Chad G. BALL, Samir FAIDI, Avery NATHENS a Homer TIEN. Tourniquet use for peripheral vascular injuries in the civilian setting. *Injury* [online]. 2014, **45**(3), 573-577 [cit. 2020-02-07]. DOI: 10.1016/j.injury.2013.11.031. ISSN 00201383. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0020138313005688>

44. PAYNE, Ellen K., David C. BERRY a S. Robert SEITZ. Educating the Educator: Use of Advanced Bleeding Control Mechanisms in Athletic Training. *Athletic Training Education Journal* [online]. 2014, **9**(4), 193-201 [cit. 2019-10-15]. DOI: 10.4085/0904193. ISSN 1947-380X. Dostupné z: <http://natajournals.org/doi/10.4085/0904193>
45. POZZA, Moreno a Russell W.J. MILLNER. Celox (chitosan) for haemostasis in massive traumatic bleeding. *European Journal of Emergency Medicine* [online]. 2011, **18**(1), 31-33 [cit. 2019-12-27]. DOI: 10.1097/MEJ.0b013e32833a5ee4. ISSN 0969-9546. Dostupné z: <http://journals.lww.com/00063110-201102000-00007>
46. SCERBO, Michelle H., Jacob P. MUMM, Keith GATES, Joseph D. LOVE, Charles E. WADE, John B. HOLCOMB a Bryan A. COTTON. Safety and Appropriateness of Tourniquets in 105 Civilians. *Prehospital Emergency Care* [online]. 2016, **20**(6), 712-722 [cit. 2020-02-06]. DOI: 10.1080/10903127.2016.1182606. ISSN 1090-3127. Dostupné z: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10903127.2016.1182606>
47. SIGAL, Adam, Anthony MARTIN a Adrian ONG. Availability and use of hemostatic agents in prehospital trauma patients in Pennsylvania translation from the military to the civilian setting. *Open Access Emergency Medicine* [online]. 2017, **9**, 47-52 [cit. 2019-10-26]. DOI: 10.2147/OAEM.S134657. ISSN 1179-1500. Dostupné z: <https://www.dovepress.com/availability-and-use-of-hemostatic-agents-in-prehospital-trauma-patien-peer-reviewed-article-OAEM>
48. SMITH, Adam Hewitt, Colville LAIRD, Keith PORTER a Mark BLOCH. Haemostatic dressings in prehospital care. *Emergency Medicine Journal* [online]. 2013, **30**(10), 784-789 [cit. 2019-09-02]. DOI: 10.1136/emered-2012-201581. ISSN 1472-0205. Dostupné z: <http://emj.bmj.com/lookup/doi/10.1136/emered-2012-201581>
49. SMITH, Alison A., Joana E. OCHOA, Sunnie WONG, et al. Prehospital tourniquet use in penetrating extremity trauma. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery* [online]. 2019, **86**(1), 43-51 [cit. 2020-02-13]. DOI: 10.1097/TA.0000000000002095. ISSN 2163-0755. Dostupné z: <http://journals.lww.com/01586154-201901000-00006>

50. SOBRINO, Justin a Shahid SHAFI. Timing and Causes of Death After Injuries. *Baylor University Medical Center Proceedings* [online]. 2017, **26**(2), 120-123 [cit. 2019-09-05]. DOI: 10.1080/08998280.2013.11928934. ISSN 0899-8280. Dostupné z: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/08998280.2013.11928934>
51. SOKOL, Kyle K., George E. BLACK, Kenneth S. AZAROW, William LONG, Matthew J. MARTIN a Matthew J. ECKERT. Prehospital interventions in severely injured pediatric patients. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery* [online]. 2015, **79**(6), 983-990 [cit. 2020-02-10]. DOI: 10.1097/TA.0000000000000706. ISSN 2163-0755. Dostupné z: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=01586154-201512000-00015>
52. SPAHN, Donat R., Bertil BOUILLON, Vladimir CERNY, et al. The European guideline on management of major bleeding and coagulopathy following trauma: fifth edition. *Critical Care* [online]. 2019, **23**(1), 1-74 [cit. 2019-08-30]. DOI: 10.1186/s13054-019-2347-3. ISSN 1364-8535. Dostupné z: <https://ccforum.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13054-019-2347-3>
53. ŠEBLOVÁ, Jana a Jiří KNOR. *Urgentní medicína v klinické praxi lékaře. 2.*, doplněné a aktualizované vydání. Praha: Grada Publishing, 2018. ISBN 978-80-271-0596-0.
54. TE GROTENHUIS, Ruben, Pierre M. VAN GRUNSVEN, Wim M.J.M. HEUTZ a Edward C.T.H. TAN. Prehospital use of hemostatic dressings in emergency medical services in the Netherlands: A prospective study of 66 cases. *Injury* [online]. 2016, **47**(5), 1007-1011 [cit. 2019-11-15]. DOI: 10.1016/j.injury.2016.01.005. ISSN 00201383. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0020138316000073>

55. TEIXEIRA, Pedro G.R., Carlos V.R. BROWN, Brent EMIGH, et al. Civilian Prehospital Tourniquet Use Is Associated with Improved Survival in Patients with Peripheral Vascular Injury. *Journal of the American College of Surgeons* [online]. 2018, **226**(5), 769-776 [cit. 2020-02-05]. DOI: 10.1016/j.jamcollsurg.2018.01.047. ISSN 10727515. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1072751518301017>
56. TRAVERS, S., O. DUBOURG, L. RIBEIRO PARENTI, H. LEFORT, S. ALBARELLO a L. DOMANSKI. Utilisation en préhospitalier d'un pansement hémostatique QuikClot ACS+™ pour le contrôle d'une hémorragie sur délabrement périnéal post-traumatique. *Annales Françaises d'Anesthésie et de Réanimation* [online]. 2012, **31**(12), 969-971 [cit. 2019-08-30]. DOI: 10.1016/j.annfar.2012.10.011. ISSN 07507658. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0750765812004121>
57. TRAVERS, Stéphane, Hugues LEFORT, Eric RAMDANI, Sabine LEMOINE, Daniel JOST, Michel BIGNAND a Jean-Pierre TOURTIER. Hemostatic dressings in civil prehospital practice. *European Journal of Emergency Medicine* [online]. 2016, **23**(5), 391-394 [cit. 2020-01-20]. DOI: 10.1097/MEJ.0000000000000318. ISSN 0969-9546. Dostupné z: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=00063110-201610000-00013>
58. TURAN, Alparslan, Dongsheng YANG, Angela BONILLA, Ayako SHIBA, Daniel I. SESSLER, Leif SAAGER a Andrea KURZ. Morbidity and mortality after massive transfusion in patients undergoing non-cardiac surgery. *Canadian Journal of Anesthesia/Journal canadien d'anesthésie* [online]. 2013, **60**(8), 761-770 [cit. 2019-08-30]. DOI: 10.1007/s12630-013-9937-3. ISSN 0832-610X. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s12630-013-9937-3>

Seznam zkratek

ACS	American College of Surgeons
AED	Automatizovaný externí defibrilátor
CAT	Combat Application Tourniquet
cit.	citace
cm	centimetr
GCS	Glasgow Coma Scale
ISBN	International Standard Book Number
ISS	Injury Severity Score
ISSN	International Standard Serial Number
kg	kilogram
např.	například
PNP	Přednemocniční neodkladná péče
PTS	Pediatric Trauma Society
QC	QuikClot®
QCG	QuikClot Combat Gauze®
Sb.	Sbírka zákonů
tzn.	to znamená
%	procento
§	paragrafová značka