

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav zdravotnického záchranářství a intenzivní péče

Marek Caletka

**Nefarmakologické postupy u hemoragického šoku
v přednemocniční neodkladné péči**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: MUDr. Roman Hájek, Ph.D.

Olomouc 2023

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

Olomouc 27. dubna 2023

Marek Caletka

Děkuji MUDr. Romanu Hájkovi, Ph.D. za odborné vedení a cenné rady při tvorbě mé bakalářské práce. Dále děkuji svému bratrově za jazykovou korekturu.

ANOTACE

Typ závěrečné práce: Přehledová bakalářská práce

Téma práce: Přednemocniční léčba hemoragického šoku

Název práce: Nefarmakologické postupy u hemoragického šoku v přednemocniční neodkladné péči

Název práce v AJ: Non-pharmacological management of hemorrhagic shock in prehospital emergency care

Datum zadání: 2022-24-11

Datum odevzdání: 2023-04-28

Vysoká škola, fakulta, ústav: Univerzita Palackého v Olomouci, Fakulta zdravotnických věd, Ústav záchranářství a intenzivní medicíny

Autor práce: Caletka Marek

Vedoucí práce: MUDr. Roman Hájek, Ph.D.

Oponent práce:

Abstrakt v ČJ: Přehledová bakalářská práce se zabývá problematikou ošetření hemoragického šoku. Předkládá publikované poznatky o dílčích krocích a současných trendech ošetření při nefarmakologické léčbě hemoragického šoku. Pojednává o poznacích z přednemocniční fáze ošetření a časné nemocniční fáze u výkonů, které vykonává, nebo se na nich jinak, podílí zdravotnický personál. Poznatky byly dohledány v databázích EBSCO, Google Scholar a Web of Science.

Abstrakt v AJ: This review bachelor thesis deals with the treatment of hemorrhagic shock. It presents published knowledge on the sub-steps and current treatment trends in the non-pharmacological treatment of haemorrhagic shock. It discusses the findings from the pre-hospital phase of treatment and the early hospital phase for procedures in which paramedical personnel is involved. The relevant materials were searched in the databases EBSCO, Google Scholar and Web of Science.

Klíčová slova v ČJ: hypovolemický šok, hemoragický šok, hypovolemie, život ohrožující krvácení, zástava krvácení, škrtidlo, pánevní pás, REBOA, přednemocniční neodkladná péče, zdravotnická záchranná služba, letecká záchranná služba

Klíčová slova v AJ: hypovolemic shock, hemorrhagic shock, hypovolemia, life-threatening hemorrhage, bleeding arrest, tourniquet, pelvic binder, REBOA, prehospital emergency care, emergency medical service, air ambulance

Rozsah: 43 stránek/0 příloh

Obsah

Úvod	7
1 Popis rešeršní činnosti	9
2 Přehled dohledaných publikovaných poznatků	12
2.1 Tlakové metody stavění krvácení v přednemocniční neodkladné péči	12
2.1.1 Turniket.....	12
2.1.2 Pánevní pás	16
2.1.3 Břišní aortální a junkční turniket	19
2.1.4 Tlakové body	21
2.2 Ostatní metody stavění krvácení v PNP	24
2.1.5 Hemostatické preparáty	24
2.1.6 Resuscitační endovaskulární balonková okluze aorty – REBOA.....	29
2.3 Význam a limitace dohledaných poznatků.....	33
3 Závěr	34
Referenční seznam	35
Seznam zkratk	42

Úvod

Pochopení reakce těla na závažné krvácení trvalo více než sto let. Dřívější teorie, že hemoragický šok je důsledkem dysfunkce nervového systému nebo toxinu uvolněného z ischemických tkání, byly nakonec vyvráceny a ustoupily všeobecně uznávanému názoru, že ztráta krve způsobuje nedostatečnou dodávku kyslíku a aktivuje řadu homeostatických mechanismů, jejichž cílem je zachovat perfuzi životně důležitých orgánů. Teprve nyní se ukazuje složitost těchto dějů na úrovni buněk, tkání a celého organismu, stejně jako relativní podíl hypoperfuze vyvolané krvácením a poraněním tkání v důsledku fyzického traumatu (Longo et al., 2018, s. 1).

Dle světové zdravotnické organizace (2021) je hemoragie způsobená traumaty celosvětově hlavní příčinou úmrtí a invalidity u pacientů mladších 40 let a představuje příčinu přibližně 8 % všech úmrtí (Di Carlo et al., 2021, s. 333). Léčba je u takto postižených pacientů obtížná. Navzdory získaným znalostem o patofyziologii hemoragického šoku, které byly nashromážděny v posledních desetiletích, zůstává úmrtnost stále vysoká. V akutní fázi hemoragie je terapeutickou prioritou krvácení co nejrychleji zastavit (Bouglé et al., 2013, s. 1). Čas je u masivní hemoragie rozhodující. Rychlé rozpoznání šoku je nezbytné pro použití léčebných postupů s cílem zvrátit podmínky, které zhoršují krvácení (Di Carlo et al., 2021, s. 333).

V souvislosti s danými informacemi si v této bakalářské práci lze položit otázku, jaké jsou aktuální validní poznatky o nefarmakologických postupech u hemoragického šoku v přednemocniční neodkladné péči (dále jen PNP).?

Cílem bakalářské práce je shrnout aktuální informace o nefarmakologických postupech zástavy krvácení vedoucí k hemoragickému šoku v PNP publikované v odborné literatuře. Je specifikován ve dvou dílčích oblastech:

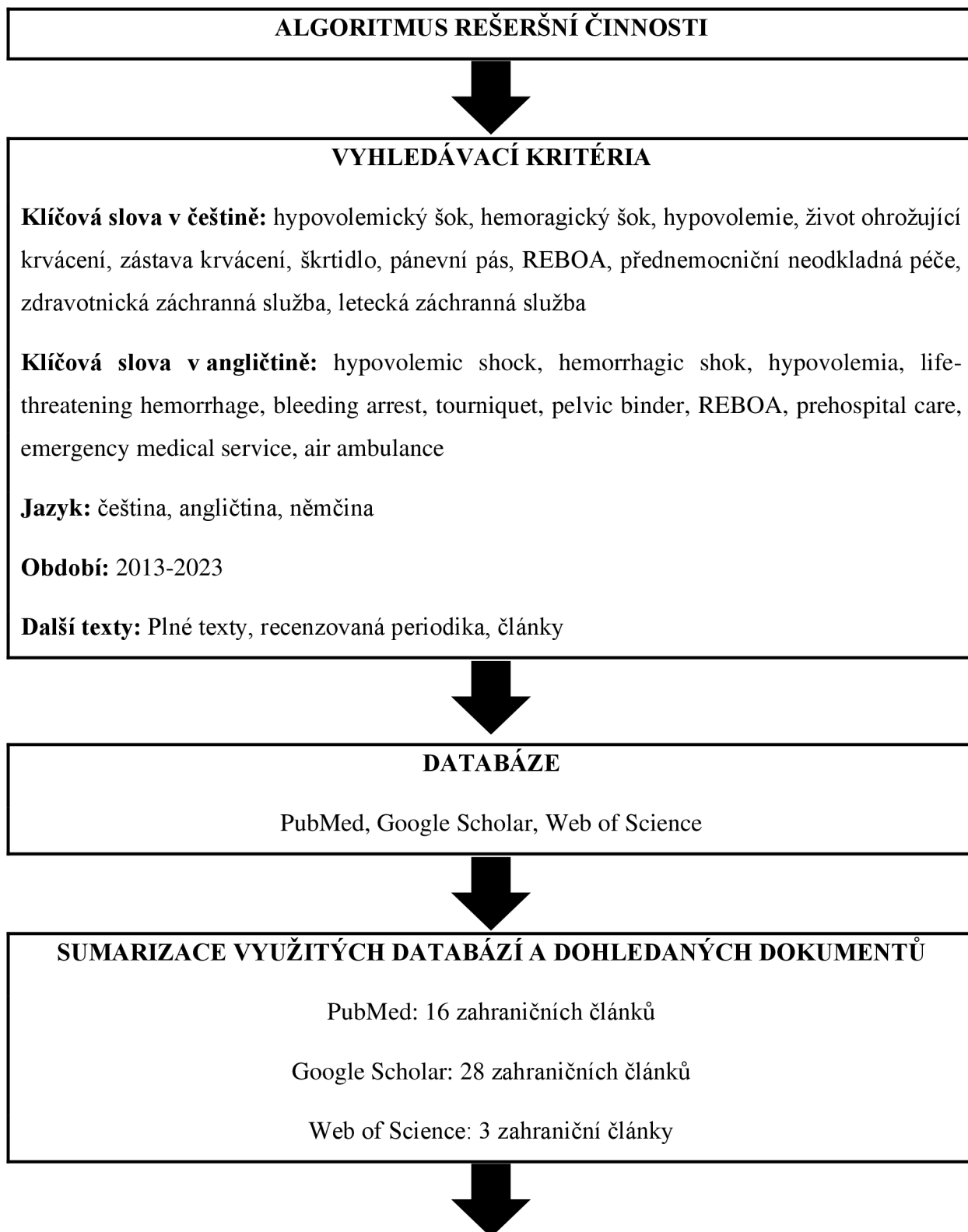
1. Sumarizace aktuálních dohledaných poznatků a doporučení o tlakových metodách stavění krvácení v přednemocniční neodkladné péči
2. Sumarizace aktuálních dohledaných poznatků a doporučení o ostatních metodách stavění krvácení v přednemocniční neodkladné péči

Seznam vstupní studijní literatury:

1. PENKA, Miroslav, Igor PENKA a Jaromír GUMULEC, 2014. *Krvácení*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-0689-4.
2. *Textbook of Acute Trauma Care*, 2022. Switzerland: Springer Cham. ISBN 978-3-030-83628-3. Dostupné z: doi:10.1007/978-3-030-83628-3
3. REMEŠ, Roman a Silvia TRNOVSKÁ, 2013. *Praktická příručka přednemocniční urgentní medicíny*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-4530-5.

1 Popis rešeršní činnosti

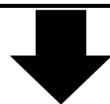
Relevantní informace byly dohledány standartním postupem rešeršní činnosti, tedy použitím kombinací vhodných klíčových slov.



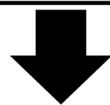
SUMARIZACE DOHLEDANÝCH PERIODIK A DOKUMENTŮ

Advanced Materials	1 článek
American Journal of Nursing	1 článek
Annals of Intensive Care	1 článek
Annals of Translational Medicine	1 článek
Burns & Trauma	1 článek
Carbohydrate Polymers	1 článek
Colloids and Surfaces B: Biointerfaces	1 článek
Critical Care	1 článek
European Journal of Emergency Medicine	1 článek
European Surgery	1 článek
Chinese Journal of Traumatology	1 článek
Injury	4 články
International Journal of Environmental Research and Public Health	1 článek
Journal of Special Operations Medicine	6 článků
Journal of Surgical Research	1 článek
Journal of Trauma and Acute Care Surgery	5 článků
Journal of Trauma Nursing	1 článek
Military Medicine	1 články
New England Journal of Medicine	1 článek
Notfall + Rettungsmedizin	1 článek
PLOS ONE	1 článek
Prehospital and Disaster Medicine	2 články
Prehospital Emergency Care	1 článek

Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões	2 články
Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation, and emergency Medicine	2 články
The Annals of The Royal College of Surgeons of England	1 článek
The Journal of Emergency Medicine	1 článek
Transfusion	1 článek
Trauma Monthly	1 článek
Trauma Surgery & Acute Care Open	1 článek
Wilderness & Environmental Medicine	2 články



Nalezeno
124 článků



Vyřazující kritéria

články s názvem nebo obsahem netýkající se dané problematiky

kvalifikační práce

duplicitní články



Počet použitých dokumentů

Pro tvorbu přehledové bakalářské práce bylo použito 47 článků dohlédáno rešeršní činností

2 Přehled dohledaných publikovaných poznatků

Při nerovnováze mezi dodávkou a spotřebou kyslíku tkáněmi nastává šok. Hypovolemický šok pozorujeme při nedostatečném objemu v cévním řečišti, při kterém je snížen perfuzní tlak na nedostatečnou úroveň. Projevuje se jako důsledek těžké dehydratace, masivní ztrátou krve v souvislosti s lékařským zákrokem nebo traumatem. Hypovolemický šok způsobený ztrátou krve se nazývá hemoragický šok. Při něm se aktivuje několik kompenzačních mechanismů, které na počátku masivního krvácení udržují perfuzi životně důležitých orgánů. Arteriální baroreceptory reagují na snížený objem krve aktivací sympatického nervového systému a uvolňují cirkulační vazoaktivní hormony. Tato sympatická odpověď zužuje periferní tepny, zvyšuje srdeční frekvenci a přesouvá krev do nejdůležitějších orgánů. Dochází k tzv. centralizaci organismu. Pokud krvácení přetrvává, následuje šok, během kterého buňky přeměňují glukózu na využitelnou energii, ta se přesouvá z fáze aerobního metabolismu na anaerobní a dochází k laktátové acidóze. Vyhnout se acidóze je kriticky důležité, protože snižuje schopnost těla vytvářet účinnou srážlivost. Výslednou koagulopatií může po masivní krevní ztrátě zhoršit následná sekundárně se vyskytující hypotermie. U traumatických pacientů se kombinace acidózy, koagulopatie a hypotermie označuje jako tzv. traumatická triáda, po níž dochází k multiorgánovému selhání, vedoucímu ke smrti pacienta (Caldwell et al., 2020, s. 36-37).

Tato kapitola shrnuje informace shromážděné v rámci literární rešerše (viz kapitolu 1). Je rozdělena do tří podkapitol: První pojednává o tlakových metodách stavění krvácení v PNP a zaměřuje se na tlakové body, turnikety a pánevní pásy. Druhá se zaměřuje na užívání hemostatických obvazů a nastiňuje použití resuscitační endovaskulární balonkové okluze aorty (dále jen REBOA). Ve třetí podkapitole jsou shrnuty významy a limitace dohledaných poznatků.

2.1 Tlakové metody stavění krvácení v přednemocniční neodkladné péči

2.1.1 Turniket

Použití turniketu a jeho vývoj z vojenského do civilního prostředí stále provázejí kontroverze a předsudky. První jeho zdokumentované použití ve vojenství popsal v roce 1674 Etienne J. Morel. Téměř o 200 let později, v roce 1864, popsal Joseph Lister jeho civilní použití k získání nekrvavého operačního pole. Po staletí byly turnikety považovány za užitečné

při krvácení z končetin, ale také za nebezpečné, při dlouhodobém používání v PNP (Benítez et al., 2021, s. 1).

Krvácení je hlavní příčinou úmrtí pacientů s úrazem. Pokud se u masivního krvácení co nejrychleji neprovedou potřebné úkony, může vést až k vykrvácení pacienta. Dle ATLS je jako první možnost léčby krvácejících poranění končetin komprese, například přiložením tlakového obvazu přímo na ránu. V některých případech však může být aplikace správného obvazu časově a technicky náročnější než použití turniketu. Přímá komprese obvazem navíc nemusí zcela stačit na velké arteriální krvácení. Pokud se k těmto aspektům ještě přidá dlouhá doba přednemocničního transportu, může být turniket efektivním nástrojem v PNP k dosažení dostačující kontroly nad život ohrožujícím krvácením z končetiny (Passos et al., 2014, s. 573-577). Studie 2 600 mrtvých v boji ve vietnamském konfliktu zjistila, že výskyt úmrtí na vykrvácení z končetin byl 7,4 %. Vzhledem k tomu, že většina americké armády používala strategii kontroly krvácení, která nezahrnovala škrtidla, přetrvával tento vysoký výskyt úmrtí na krvácení do končetin i v následných konfliktech. Studie 982 úmrtí z prvních let válek v Afghánistánu a Iráku zjistila, že procento úmrtí v boji na krvácení z končetin se v podstatě nezměnilo a činilo 7,8 %. Na základě zkušeností ze zmíněných válek byl navržen systém přednemocniční péče nazvaný Tactical Combat Casualty care (dále jen TCCC), který vyžadoval používání turniketů na bojišti (Passos et al., 2014, s. 573-577). Jakmile se však v roce 2005 začaly turnikety v amerických jednotkách široce používat, úmrtí na končetinová krvácení se stávala stále vzácnějšími. Podle slov jednoho z bojových traumatologů v nemocnici bojové podpory v Kandaháru z listopadu 2012: „Škrtidla byla velmi účinná. V Iráku jsem před pěti lety viděl, jak zranění přicházejí v šoku a umírají na poranění jedné končetiny bez turniketů. Tady vidíme, že přicházejí zranění s trojnásobnou a čtyřnásobnou amputací, mají nasazené turnikety, jsou při vědomí a mluví s námi“ (Davis et al., 2014, s. 216).

Než byly upraveny jako taktická pomůcka, vyráběly se turnikety z improvizované tyče s látkou nebo silikonovým elastickým proužkem. Vzhledem k horší kvalitě materiálu a riziku sklouznutí (vadné zapínání) však bylo v roce 2000 věnováno značné úsilí výzkumu a vývoji konstrukce škrtidla a standardu použití. Prvním výsledkem byla technologie nazvaná Combat Application Tourniquet (dále jen CAT), která je v podstatě kompozitní improvizací přístupu „plátno s otočnou tyčí na utahování“ (tzv. španělská konstrukce navijáku), kterou lze použít s minimálním úsilím. Vývoj turniketů zaměřený na jeho konstrukci, zjednodušení použití ve složitém a časově omezeném prostředí, dále vliv na pohodlí pacienta, hemostatickou účinnost a snížení morbidit a mortality vedly k návrhu dalších typů, jako například turniketu

pro záchrannou službu (dále jen EMT), taktické škrtidlo pro síly pro speciální operace (dále jen SOF-TT) nebo turniket s ráčnou (dále jen RMT). EMT se skládá z obvodově použitelného měchýře obepínajícího končetinu, dále svorky držící měchýř v blízkosti končetiny a nafukovací baňky vybavené spojovací trubicí a otočným uzávěrem. Konstrukce je tedy podobná manžetě pro měření krevního tlaku, s výjimkou součástí se svorkou. Škrtidlo SOF-TT má podobný konstrukční princip jako systém CAT s tyčí na bázi hliníku. Systém RMT vyžaduje pro utažení škrtidla použití ráčnové páky namísto navijákové tyče. Autor uvádí, že užitečnost škrtidla pro snížení krevních ztrát a tím i morbidity je příčinou toho, že se v současnosti stává standardní součástí výbavy pro civilní zdravotnické záchranáře (Hickman et al., 2018, s. 4).



Obrázek 1 (A) CAT, (B, C) SOF-TT, (D) EMT

Zdroj: Drew et al., 2015

Použitelnost turniketů a škrtidel v civilním prostředí je velmi hojně diskutována. V časopise Trauma and Acute Care Surgery byla autory Schroll et al. (2015) publikována multiinstitucionální retrospektivní analýza týkající se používání přednemocničního škrtidla u pacientů přijatých do traumacenter 1. stupně v letech 2010 až 2013. Tato studie byla v době své publikace nejrozsáhlejším hodnocením použití zmíněných prostředků u civilní populace v PNP. Pro srovnání byly použity demografické údaje pacientů a mortalita z předchozí vojenské zkušenosti. Pacienti mladší 18 let nebo s netraumatickým krvácením vyžadujícím aplikaci škrtidla byli vyloučeni. Do studie jich bylo zařazeno celkem 197. Škrtidla byla účinně aplikována u 175 ze 197 pacientů (88,8 %). Celková úmrtnost a míra amputací končetin byly

významně nižší než dříve pozorované u vojenské populace. Autoři tedy potvrdili, že v civilním prostředí jsou při bezpečném a účinném použití turnikety velmi efektivní (Schroll et al., 2015, s. 10-13). Podobného výsledku u užití tuniketu v PNP dosáhli v retrospektivní kohortové studii publikované v časopise *Injury* autoři Passos et al. (2014). Studijní skupinu zde tvořili dospělí pacienti ve dvou kanadských traumatologických centrech 1. stupně, kteří utrpěli arteriální poranění v důsledku úrazu končetiny. Období studie trvalo od roku 2001 do roku 2010. Vyloučení byli pacienti s významnými přidruženými poraněními. Do studie bylo zařazeno 190 pacientů a pouze 4 z nich měli přednemocniční turniket od policie nebo náhodných svědků a zároveň vykazovali tendenci k hypotenzi a acidóze. U dalších 4 pacientů byly turnikety aplikovány záchranáři nebo na traumatologickém oddělení do jedné hodiny od úrazu. Mezi pacienty, kterým byl turniket aplikován včas, a těmi, kteří zemřeli bez něj, nebyly zjištěny žádné rozdíly ve věku, pohlaví, ani závažnosti poranění. Pacienti, kteří turniket nedostali včas, zemřeli. Celkem jich bylo 6. Z 8 pacientů, kterým bylo škrtidlo aplikováno včas, nezemřel žádný. Autoři tedy potvrdili předchozí závěry. Tedy pozitivní efekt použití škrtidel a turniketů u pacientu v PNP, popřípadě časně nemocniční péči (Passos et al., 2014, s. 573-577).

Výzkumů o prokazování účinnosti použití turniketů u profesionálů je k nalezení celá řada. V časopise *The Journal of Emergency Medicine* byla publikovaná studie Ross et al. (2018) zaměřená na efektivnost použití u laiků. Odvozena byla od iniciativy probíhající mezi zářím 2016 a březnem 2017 s názvem „Stop the Bleed“, která ve Spojených státech prosazovala vyškolení v základním zvládnání stavění krvácení. V kontrolovaném prostředí byli účastníci studie randomizováni k použití jednoho ze tří komerčně dostupných škrtidel: CAT, RMT nebo stahovacího škrtidla *Stretch Wrap and Tuck Tourniquet* (dále jen SWAT-T). Vyloučeny byly osoby s formálním lékařským osvědčením, předchozí vojenskou službou, nebo výcvikem s turnikety. Výsledek byl velmi znepokojivý. Z 236 účastníků jich kritéria způsobilosti splnilo 198. Míry úspěšnosti zaškrvení u skupin CAT, RMT a SWAT-T byly následující: 16,9 %, 23,4 % a 10,6 %. Nejčastějšími příčinami neúspěšné aplikace byly: nedostatečné utažení (74,1 %), nesprávná technika nasazení (44,4 %) a nesprávné umístění (16,7 %). Vzhledem k nepřijatelně vysoké míře selhání je potřebné zlepšení osvěty pro laickou veřejnost, na což apelují i autoři (Ross et al., 2018, s. 307). Instituce pořádající zdravotnické kurzy oslovují autoři studie zkoumající efektivitu výuky. Doporučují, aby investovaly čas do plánování kurzů s praktickou složkou, na rozdíl od výhradně přednáškových nebo online kurzů. (Zwislewski et al., 2017, s. 864).

Komplikace u použití turniketu zkoumala studie Shlaifer et al. (2017) uveřejněná v časopise *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*. Výzkum z armádního prostředí proběhl celkem u 79 případů zraněných, u nichž bylo ošetřeno turnikety 85 končetin. Fasciotomie (naříznutí) byla provedena u 8 obětí (u každé z nich šlo o jednu končetinu). U tří z nich se předpokládalo, že indikací fasciotomie bylo cévní poranění, u dalších pěti končetin nebylo během operace zjištěno žádné cévní postižení a indikace k fasciotomii byla uvedena jako související se škrtidlem. Dva z postižených, u nichž bylo škrtidlo cestou změněno na tlakový obvaz, ji podstoupili také. U jednoho zraněného, u něhož byl turniket úspěšně aplikován, byla fasciotomie provedena z důvodu kompartment syndromu nohy a otevřené zlomeniny stehenní kosti a u druhého zraněného, který měl cévní poranění a prolongovanou ischemii končetiny, byla fasciotomie provedena. Oba zranění byli definitivně ošetřeni do 2 hodin od úrazu. Šest (7 %) z 85 končetin mělo neurologické následky, které nebylo možné připsat primárnímu poranění – 3 končetiny měly hypoestézii (snížená citlivost) mezi místem aplikace škrtidla a místem poranění, tato hypoestézie byla přechodná a odezněla po jednom roce sledování. U 3 pacientů došlo při exploraci k poklesu nohy bez známek poranění nervu. Celková míra komplikací byla 11,7 % (10 z 85) (1 pacient měl fasciotomii i nervovou komplikaci bez cévního poranění). Neurovaskulární komplikace nesouvisely s počtem turniketů, které byly použity na stejné končetině. Používání škrtidla na bojišti je jednoduchou metodou eliminace úmrtí. Autoři studie se domnívají, že pokyny pro klinickou praxi by měly podporovat liberální používání škrtidla vyškolenými bojovníky a zdravotnickým personálem, který je schopen přejít na přímou tlakovou kontrolu krvácení, pokud je to možné, protože neopodstatněné použití škrtidla představuje riziko nízké míry malé morbidit, zatímco nepoužité škrtidlo může být smrtelné (Shlaifer et al., 2017, s. 278-283). Z civilního i vojenského prostředí pochází podobná zjištění o účinnosti léčby. Rozdílná je pouze doba aplikace. Komplikace při použití turniketu úzce souvisí s dobou aplikace, která, pokud je kratší než dvě hodiny, zdá se přiměřeně bezpečná (Eilertsen et al., 2021, s. 86).

2.1.2 Pánevní pás

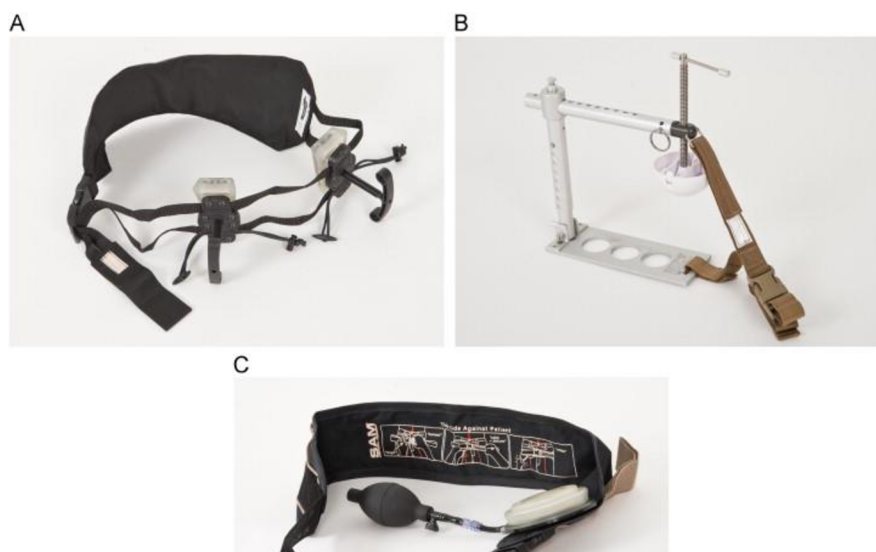
K dnešnímu dni je pro poranění vysokého stupně v oblasti pánve vhodné použít pánevní pás. Jedná se o jediný zevní hemostatický prostředek ke stavění krvácení v této oblasti, neboť pánev adekvátně imobilizuje a stabilizuje. U pacienta navíc zmenšením pánevního prostoru snižuje krevní ztráty. Pozitivní účinky jeho včasného použití dokládají i nejnovější směrnice TCCC (Zhang et al., 2021, s. 126). Pokud je indikován pánevní stabilizátor, musí být zraněný časově kritickým způsobem transportován do vhodného traumatologického centra

(Roessler et al., 2021, s. 1088). Jako indikace pro použití pánevního pásu je dle TCCC podezření na zlomeninu pánve na základě mechanismu těžkého, tupého nebo tlakového poranění s jedním nebo více z následujících příznaků: pánevní bolest, jakákoli větší amputace dolní končetiny, nebo téměř amputace, fyzikální nález naznačující pánevní zlomeninu, bezvědomí a šok (Shackelford et al., 2016, s. 137).

Zlomenina pánve je velmi závažná a s následným hemoragickým šokem potenciálně smrtelná. Mortalita traumatického poranění pánve je odhadována na 28 % (van Oosterdorp et al., 2016, s. 7). Důvodem vysoké mortality klinicky nestabilních poranění pánve je přetrvávající a závažné krvácení v důsledku intrapelvických cévních poranění. Nejčastějšími zdroji krvácení jsou přetržené žilní pleteně a samotné anulární zlomeninové plochy. Arteriální krvácení se vyskytuje mnohem méně často, a to ve 2-27 % případů. (Roessler et al., 2021, s. 1080). Toto zjištění potvrzuje studie 5340 německých pacientů s úrazem a zlomeninou pánve, která ukázala úmrtnost 4 % (238 pacientů). U těchto zemřelých pacientů bylo masivní krvácení příčinou smrti ve 34 %, z toho 62 % bylo specifikováno do oblasti pánve. Nebyla zde ovšem zahrnuta přednemocniční úmrtnost, která je v důsledku vykrvácení pravděpodobně ještě vyšší (van Oosterdorp et al., 2016, s. 7).

Historicky existovalo mnoho pokusů o vývoj léčebných postupů, které by co nejrychleji poraněnou pánev zajistily a dosáhly tak lepší hemodynamické stability. Až donedávna se hojně využívaly aplikace zevního fixátoru, nebo pánevní C-svorky. Tyto přístupy však byly spojeny s časovou prodlevou díky potřebě operačního sálu. Zevní kompresní zařízení se poté po zavedení velmi rychle rozšířily. Pozitivem byla rychlost, bezpečnost, snadná aplikace a jejich biomechanická schopnost zmenšit objem pánevního prostoru. Externí zařízení, jako jsou pánevní pláty nebo komerčně dostupné pánevní pásy, se společně označují jako pánevní kompresní zařízení Pelvic Circumferential Compression Devices (dále jen PCCD). (Bakhshayesh et al., 2016, s. 1-2). V současné době jsou v USA úřadem pro kontrolu potravin a léčiv schválena tři zařízení. SAM junctional tourniquet (dále jen SJT), Combat Ready Clamp (dále jen CRoC) a junkční systém Junctional Emergency Treatment Tool (dále jen JETT). Výzkumem jejich účinnosti se zabývala studie Drew et al., (2015). Jednostranný CRoC byl studován při použití na lidech, prasatech a figurínách. Doba úspěšné aplikace se pohybovala v rozmezí 55 až 90 s v závislosti na povrchu použitého modelu zraněného. Typ CRoC byl 100% úspěšný se 4 až 9 otáčkami. Modely JETT a SJT byly testovány na čerstvém modelu lidské mrtvoly při stavění krvácení ze stehenních tepen distálně od tříselného vazu. Průtok krve ve stehenních tepnách byl zastaven během 4 až 8 úplných otáček rukojetí navijáku, ve všech

případech se podařilo krvácení zastavit. Oboustranná zástava byla dosažena během 10 až 17 s po aplikaci, zatímco u CRoC bylo dosažení stejného efektu až za 68 s (Drew et al., 2015 s. 242-243)



Obrázek 2 (A) JETT, (B) CRoC, (C) SJT

Zdroj: Drew et al., 2015

Účinnost při využívání pánevních pásů se mezi odborníky probírá podobně jako používání turniketů. V *International Journal of Environmental Research and Public Health* se Hsu et al. (2017) zaměřili na zhodnocení vlivu časného použití pánevního pásu při suspektním poranění pánve ve srovnání s konvenčním přístupem v PNP. Do výzkumu byli v období od srpna 2013 do července 2014 zařazeno celkem 204 pacienti s mnohočetnými poraněními z traumacentra 1. stupně v severním Tchaj-wanu, u kterých byla provedena počáteční stabilizace pomocí pánevního pásu. Zařazovacími kritérii byly traumatické poranění vyžadující ošetření traumatologickým týmem a alespoň jedno z poranění následujících indikací: Glasgow Coma Scale (dále jen GCS) < 13; systolický krevní tlak < 90torr; pád z výšky ≥ 6 m; poranění více životně důležitých orgánů a podezření na poranění pánve. Všechny základní charakteristiky pacientů obou skupin byly shromážděny a porovnány. Pacienti s úrazem s podezřením na zlomeninu pánve, kteří byli zpočátku stabilizováni pánevním pásem, měli kratší dobu pobytu

na jednotce intenzivní péče (dále jen JIP) a celkově kratší dobu hospitalizace. Studijní skupina byla i přes závažnější traumatické skóre statisticky významně lepší v potřebě nižšího objemu krevních transfuzí a celkově nižší úmrtnosti. Vhodnost okamžitého použití pánevního pásu u podezření na poranění pánve ještě před definitivním zobrazovacím vyšetřením tato studie potvrzuje (Hsu et al., 2017, s. 1).

Stejně jako u turniketů jsou i u pánevních pásů dohledatelné studie o správnosti užívání. Jednu retrospektivní v období od dubna 2012 do prosince 2016 provedli Naseem et al. (2018). Šlo o první studii hodnotící umístění pánevního pásu ve Spojeném království. Z traumatologické databáze bylo náhodně vybráno 1000 pacientů. K identifikaci a měření umístění pánevních pásů byla použita počítačová tomografie. Zkoumáno celkem bylo 140 pacientů: U 110 z nich byl umístěn pánevní pás. Z celkového počtu mělo 54 (49,1 %) pacientů uspokojivé umístění a 56 (50,9 %) neuspokojivé umístění; 30/67 (44,8 %) pacientů nemělo pás s poraněním pánve aplikován vůbec, z toho 6 (20 %) mělo nestabilní poranění; 9/67 pacientů zemřelo. Neuspokojivé umístění pánevního pásu je častým problémem a u velké části pacientů s pánevním poraněním nebylo použito, což dokládá, že i tady je potřeba důslednější edukace (Naseem et al., 2018, s. 101).

2.1.3 Břišní aortální a junkční turniket

Břišní aortální a junkční turniket (dále jen AAJT) je první zařízení navržené za účelem zablokování průtoku krve aortou. Počátky pokusů o vnější kompresi cév lze vysledovat v krymské válce r. 1851. Štábní chirurg George Russell Dartnell použil vlastnoručně vyrobené zařízení k léčbě aneurysmat v britské armádě, ale kvůli špatnému účinku se zařízení dále nepoužívalo (Gaspary et al, 2018, s. 187-194). Koncepce tohoto zařízení však byla konstrukčně znovu využita vzhledem k rostoucím požadavkům na ošetřování bojových zranění. Důkazy o tomto pomocném prostředku jsou však omezeny na experimenty na zvířatech a kazuistiky. Přesto představuje slibné řešení pro kontrolu krvácení v přednemocničním prostředí. Praktické použití AAJT bylo zaznamenáno v Afghánistánu (Anonymous, 2013, s. 1-2). Voják s oboustrannou traumatickou amputací dolních končetin byl evakuován s nasazenou AAJT a přežil 48 h po operaci bez poranění střev nebo selhání ledvin (Croushorn et al., 2013, s. 1-4). V civilním prostředí byly zaznamenány dvě úspěšné aplikace u střelných poranění v axile a tříse. V obou případech byl AAJT aplikován na oddělení urgentního příjmu a udržován do doby, než bylo možné provést chirurgický zákrok. Oba pacienti přežili. (Zhang et al., 2021, s. 126-127).

Komplikace způsobené dlouhodobou kompresí jsou hlavním problémem použití zařízení tohoto typu. Aby se jim předcházelo, bylo potřeba nastavit maximální dobu blokování průtoku. Podle stávajících poznatků AAJT nevratné poškození během 1 h nezpůsobuje. Ischémie tenkého střeva a jater však byla pozorována 240 min po jeho uvolnění (Brännström et al. 2018, s. 717). Dalším problémem může být bolest vyvolaná kompresí. Studie na zdravých dobrovolnících prokázaly, že aplikace v pupeční oblasti dosahuje pozitivního výsledku v blokování průtoku krve, ale za cenu silné bolesti. Pohodlnější je umístění do třísel (Chen et al., 2016, 36-42). Tato skutečnost ukazuje, že bolest může souviset s různými anatomickými strukturami. To však nemusí být znepokojující pro hypotenzní a nereagující pacienty, protože se od nich tolerance bolesti očekává. Na základě výzkumu Kheirabadi et al., (2019) a praktických zkušeností se AAJT ukázalo jako účinné v rané fázi léčby nestlačitelného krvácení do trupu (dále jen NCTH), (Kheirabadi et al., 2019, s. 740-741).

V časopise *Journal of Special Operations Medicine* byla publikována studie Schwartz et al. (2019) provedená na šesti anestetizovaných prasatech. Zavedeny byly karotické arteriální katetry pro kontinuální měření středního arteriálního tlaku (MAP). Pomocí pákového zařízení s čepelí byla provedena hemikorporektomie, při níž bylo zvíře přeříznuto přes obě hlavice stehenních kostí, čímž byly protnuty proximální ilické tepny a žíly. Krvácení se zkoušelo kontrolovat pomocí AAJT a běžné gázy Kerlix, nebo obkladu Cotton Gauze (dále jen CG) a přímého tlaku, po kterém následovala gáza Kerlix umístěná přes CG. Primárním cílovým ukazatelem bylo přežití po 60 min. Přežití bylo 100% u skupiny AAJT a 0% u skupiny CG. Během 60minutového sledování dosáhlo hemostázy pouze jedno zvíře s CG. U skupiny AAJT byla průměrná doba do dosažení hemostázy 30 s. Počáteční MAP byla vyšší u skupiny AAJT (průměrně 87 mmHg) než u skupiny CG (průměrně 70 mmHg). Průměrná 60minutová hodnota MAP byla u skupiny AAJT 73 mmHg. Průměrná krevní ztráta v 5. minutě a průměrná celková krevní ztráta byla větší ve skupině CG než ve skupině AAJT. Autoři studie u AAJT uvádí lepší schopnost stavění krvácení v junkční ráně na prasečím modelu než CG (Schwartz et al., 2019, s. 69).

Další studie od Kheirabadi et al (2018) byla provedena rovněž na anestetizovaném prasečím modelu. Ten byl podroben oboustrannému poranění stehenní tepny a následnému 40% krvácení. Další krvácení bylo tlumeno přiložením AAJT na spodní část břicha. Před uvolněním škrtidla byla provedena reparace arteriálního poranění a po dobu nejméně 5 min byla zajištěna mechanická ventilace a rychlé podání krystaloidních tekutin. Po obnovení průtoku krve byla podána další tekutina a 500 ml autologní krve. Zvířata byla zotavena a jejich pohyblivost

a zdravotní stav byly sledovány až do 2 týdnů. Aplikace AAJT uzavřela infrarenální břišní aortu a zastavila oboustranné krvácení do třísel s rychlým ústupem hemoragického šoku a zlepšením kraniálního krevního tlaku. Všechna zvířata, se přes noc zotavila, ale obnovení funkce zadních končetin se u jednotlivých skupin ošetřených AAJT lišilo. Na rozdíl od prasat léčených AAJT po dobu 1 h, u kterých se plná pohyblivost obnovila během 1 týdne, u zvířat léčených AAJT po 2 h došlo k přetrvávající paraplegii zadních končetin současně s retencí moči a ischemickou nekrózou svalů hrudních končetin a zvířata musela být 3 dny po operaci utracena. Polovina zvířat ze skupiny 1,5 h musela být rovněž předčasně utracena kvůli paraplegii, zatímco druhá polovina obnovila motorické funkce během 2 týdnů. Výsledky této studie na zvířatech ukázaly, že ischemické reperfuční poškození spojené s abdominální aplikací AAJT souvisí. Aby se předešlo trvalým poraněním, nesmí být aplikace AAJT na břicho za účelem kontroly krvácení do třísel delší než 1 h (Kheirabadi et al., 2018, s. 99).



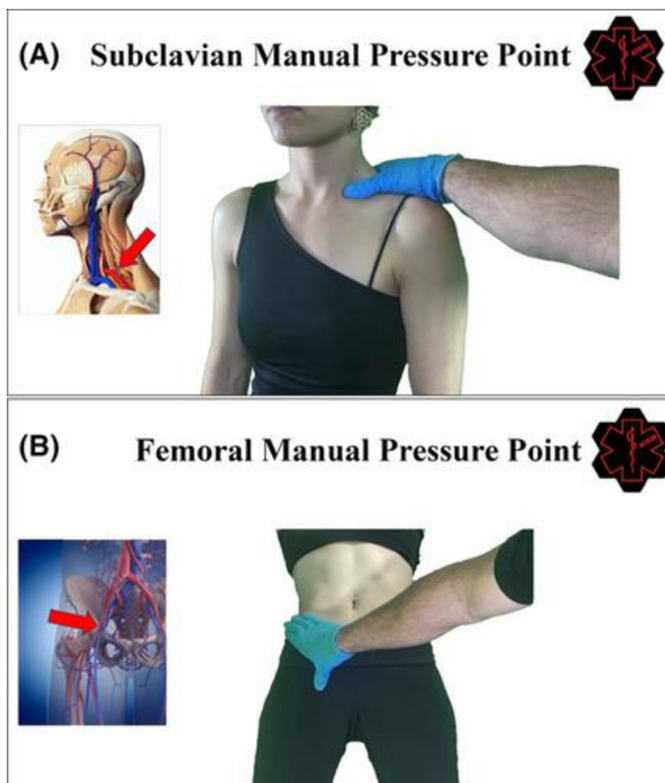
Obrázek 3 AAJT

Zdroj: Drew et al., 2015

2.1.4 Tlakové body

Manuální tlakové body (dále jen MPP) zahrnují použití manuálního tlaku na arteriální přívod k uzavření distálního průtoku krve bez potřeby specializovaného vybavení (Thomson et al., 2023, s. 1). Již dlouho se MPP doporučují jako metoda k zastavení významného krvácení z končetin. Ačkoli tato metoda může být zpočátku účinná, zkušenosti ukazují, že kolaterální oběh se kompenzuje a krvácení se obnoví do 60 s na horní končetině a do 30 s na dolní. Použití tlakových bodů, stejně jako elevaci poraněné končetiny, již nedoporučuje ani Americká kardiologická asociace a Americký červený kříž, a to ani v situacích, kdy může být nemocniční

zařízení vzdáleno jen několik minut. Tato technika může být účinná jako krátkodobé dočasné opatření před aplikací škrtidla, hemostatika nebo tlakového obvazu (Drew et al., 2015, s. 237).



Obrázek 4 Arteriální tlakové body (A) subclavia, (B) femoralis

Zdroj: Thomson et al., 2023

V časopise *Transfusion* publikoval Thomson et al. (2023) publikovali prospektivní, nerandomizovanou, dobrovolnou studii s kontrolovaným prostředím zahrnující 38 zdravých vojenských zdravotníků s 26 účastníky, kteří se zúčastnili krátkého instruktážního setkání. Během lékařského cvičení byli účastníci požádáni, aby vyvíjeli tlak na supraklavikulární a femorální body s cílem zastavit průtok krve, měřeno palpací distálního pulzu. Zaznamenaná měření zahrnovala dosažení zastavení distálního pulsu, úspěch v dosažení zastavení na celou minutu a skóre bolesti subjektů hlášené po každém pokusu. Všichni účastníci uspěli v dosažení zastavení distálního pulzu pro supraklavikulární i femorální body na celou minutu. Střední čas do počátečního úspěchu byl 3 s v supraklavikulárním bodě a 4,5 s v bodě femorálním. Skóre bolesti v rozmezí 0 až 3 udávala většina subjektů během supraklavikulární (68,4 %) a femorální

okluzi (84,2 %). Studie potvrdila, že byla technika MPP vysoce účinná při aplikaci na supraklavikulární a femorální tepny u zdravých dobrovolníků. Krátká instruktáž o technice může potenciálně zlepšit šance na zástavu krvácení do 5 s. K určení účinnosti mezi různými populacemi a poskytovateli s různou úrovní zkušeností je však nutný další výzkum (Thomson et al., 2023, s. 1).

Penetrující junkční trauma je hlavní příčinou úmrtí na bojišti. Podobně náročné je v civilním prostředí stavění krvácení z cév břicha, pánve a třísel, ke kterému může dojít během velmi krátké doby. Proto byla doporučena komprese ilické tepny nebo břišní aorty. Na základě dřívějších výzkumů může být k uzavěru těchto cév zapotřebí komprese 120 liber (54 kg), resp. 140 liber (63 kg). Není známo, zda většina záchranářů dokáže vyvinout takovou sílu komprese. V odborném časopise *Prehospital and Disaster medicine* se autoři studie Douma et al. (2014) pokusili simulovat kompresi aorty a ilické tepny. Byl získán souhlas 44 zdravotníků (27 žen; 17 mužů) ze dvou velkých městských nemocnic v kanadském Edmontonu. Účastníci stlačovali břišní model, který byl tvořen lékařskou váhou a 250 ml sáčkem s fyziologickým roztokem přikrytým složenou nemocniční dekou. Účastníci v náhodném pořadí stlačovali silou, kterou považovali za udržitelnou, po dobu 20 min a poté maximální silou, kterou dokázali udržet po dobu 2 min. Komprese byla prováděna také kolenem. Ukázalo se, že síla byla přímo úměrná tělesné hmotnosti zdravotníka. Účastníci stlačovali oběma rukama průměrně 55 % své tělesné hmotnosti při udržitelné námaze a 69 % při maximální námaze. Při udržitelné manuální námaze účastníci stlačili průměrně 86 liber (39 kg). Šestnáct procent z nich dokázalo stlačit více než 120 kg, ale nikdo více než 140 kg. Při maximálním úsilí stlačili účastníci v průměru 108 liber (48 kg), 34 % z nich dokázalo stlačit více než 120 kg a 11 % více než 140 kg. Při použití jednoho kolena účastníci stlačili průměrně 80 % své tělesné hmotnosti bez rozdílu mezi udržitelným a maximálním úsilím. Tento výzkum naznačuje, že bimanuální komprese po penetrujícím junkčním traumatu je proveditelná. Je však obtížná a pravděpodobně není dosažitelná nebo udržitelná pro většinu záchranářů. Manuální komprese vyžaduje velkou tělesnou hmotnost. K udržení komprese 140 liber (například během dlouhého transportu) by museli účastníci vážit 255 liber (115 kg). Případně by museli vážit 203 liber (92 kg), aby byli úspěšní během krátké doby. Komprese s použitím kolen může být vhodnější zejména pro záchranáře s nižší hmotností (Douma et al., 2014, s. 299-301).

2.2 Ostatní metody stavění krvácení v PNP

2.1.5 Hemostatické preparáty

Vnitřní hemostatický mechanismus lidského těla má v naléhavých situacích velmi omezenou schopnost hemostázy. Proto je důležité ji například u léčby traumat podpořit hemostatickými prostředky. V klinické praxi jsou nejčastěji používané metody k zastavení krvácení kompresí bavlněnou gázou a uzávěrem rány stehem nebo sponkami. (Yu et al., 2021, s. 1-2). Chirurgické zákroky, jako je šití, nemusí být vhodné pro všechny typy ran, zejména pro nekrotizující tkáň nebo rány s nerovnými okraji či infekcí. V těchto situacích jsou hemostatické materiály nebo obvazy při stavění krvácení účinnější a napomáhají hojení rány (Yu et al., 2021, s. 3). V poslední době se na trhu objevily různé hemostatické materiály. Konkrétně je to kolagen, zeolit, želatina, alginát, chitosan, celulóza a kyanoakrylát. Hemostatická účinnost těchto materiálů však plně nevyhovovala klinickým požadavkům. V posledních letech bylo proto vynaloženo na zlepšení účinnosti těchto hemostatických látek velké úsilí. Žádoucí hemostatický materiál by měl obecně mít rychlou a trvalou hemostatickou účinnost, biokompatibilitu, biologickou odbouratelnost a vysokou přilnavost ve vlhkém prostředí. Dalšími faktory jsou snadná aplikovatelnost, doba skladovatelnosti a významné jsou rovněž náklady spojené s vývojem a výrobou (Yu et al., 2021, s. 1-2).

Klinické studie hemostatik byly donedávna velmi omezené. V důsledku toho byla kvalita závěrů hodnocena jako nízká a jakákoliv doporučení k použití pak neměla potřebnou důvěryhodnost. V současné době jsou však celosvětově hlášeny série případů v civilním přednemocničním prostředí s poměrně vysokou mírou úspěšnosti při stavění závažného krvácení. Díky tomu se schválené hemostatické přípravky v civilním prostředí používat doporučují (Bennett, 2016, s. 46).

V časopise Journal of Special Operations Medical Association byl publikován výzkum Zietlow et al. (2015) o skupině poraněných vojáků, u kterých byla použita hemostatická gáza. Většina z nich byli muži (průměrný věk 49 let) a z místa úrazu byli transportováni pozemními prostředky. Polovina poranění se týkala hlavy a krku, zbylých 50 % se týkalo ostatních částí těla. Pouze čtyři pacienti měli junkční poranění (dva krk a dvě v podpaží/břiše), která vyžadovala hemostatickou gázu. Zatímco junkční krvácení je u zranění na bojišti běžné, v rámci civilních zranění je relativně vzácné. Většina (88 %) byla umístěna na místě události. Hemostatická gáza byla velmi úspěšná při zastavování krvácení, neboť u 59 z 62 poranění (95 %) bylo dosaženo hemostázy. Celkem bylo použito 62 hemostatických obvazů

pro 52 pacientů, protože 8 pacientů vyžadovalo více než jednu roli z důvodů mnohočetných poranění. Podle dostupného přednemocničního protokolu se hemostatické gázy použily až poté, co standardní kompresní obvazy nebyly úspěšné. Pouze 3 (5 %) případy byly neúspěšné, šlo o poranění pokožky hlavy, obličeje a končetin. Důležitým faktorem je školení, které vede ke zdokonalení dovedností personálu, které je i přes jen občasné použití v terénu (2x za měsíc) velmi efektivní. Velmi dobré výsledky této studie dávají předpoklad při aplikaci first responders v civilním prostředí PNP (Zietlow et al., 2015, s. 50-52).

Jednou z hlavních složek hemostatických sraženin je fibrin. Může být získán z lidské plazmy. Vzniká proteolytickým působením trombinu na fibrinogen (Yu, 2021, s. 3). Li et al. (2018) například připravili houbu z trombinu a grafenu, která může na modelu ocasu potkana blokovat krvácení do 100 s. Například gáza s trombinem je stejného efektu schopna za 250 s. Autoři navíc dokázali uspokojivou účinnost i po 6měsíčním skladování, a to během 118 sekund (Li et al., 2018). Bennet et al. (2014) zmiňují obvaz z lososího trombinu a fibrinogenu (dále jen STF), který obsahuje patentovanou směs lyofilizovaného lososího trombinu a fibrinogenu. Ta je navrstvena na ve vodě rozpustný obvaz složený z dextransu. STF působí podobně jako lidský trombin a fibrinogen, ale bez mnoha nežádoucích vlastností. Aplikuje se přímo na poraněnou cévu. Dextran přechází při kontaktu s vodou (tj. krví) okamžitě do roztoku, což umožňuje hydrataci molekul trombinu a fibrinogenu, která vede k polymeraci do fibrinové sraženiny. Mechanismem účinku tohoto obvazu je tvorba velké sraženiny, která utěsní a zastaví krvácení. STF jsou navíc levné, snadno dostupné a dlouhodobě uchovatelné (Bennet et al., 2014 s. 501).

Dalším materiálem využitelným v rámci hemostázy je celulóza. Jedná se o lineární biopolymer získávaný z dřevěných vláken. Oxidovaná celulóza je dobře známá a užívaná díky svému snadnému použití, příznivé biokompatibilitě a baktericidním vlastnostem. Je známá jako sterilní hemostatikum ve formě gázy (Lewis et al., 2013, s. 213). Tento materiál byl poprvé použit v roce 1942. První hemostatický přípravek na bázi regenerované oxidované celulózy byl pojmenován Surgicel®. Byl objeven v roce 1960 a je užíván dodnes (Yu et al., 2021, s. 5).

Typ lokálních hemostatik na bázi mikro fibrilárního kolagenu byl vyvinut a uveden na trh v 70. letech 20. století. Vyráběn byl ze sušeného proteinu a následně zpracován do formy mikro krystalů. Všechny typy hemostatik na bázi kolagenu se brzy rozšířily po zjištění lepší účinnosti. Kolagenové produkty aktivují vnitřní dráhu koagulační kaskády, zatímco hemostatika na bázi želatiny indukují hemostázu prostřednictvím fyzikálních vlastností. Bylo prokázáno, že mikrofibrilární kolagenová hemostatika jsou lepší než regenerovaná oxidovaná

celulóza a vykazují statisticky významné snížení krevních ztrát ve srovnání s ostatními. Pokroky a zlepšení dosažené v oblasti kolagenových hemostatik spočívaly v uvedení nových komerčních formátů. První lokální hemostatikum na bázi kolagenu (Avitene[®]) byl zpočátku dostupný v práškové formě. Dnes už je produktová nabídka rozšířena o materiály podobné látce, stejně jako houbičky a malé „podložky“ nebo destičky (Instat[®]) (Pereira et al., 2018, s. 4).

Další uvedenou látkou je želatina, což je ve vodě rozpustná bílkovina, která se získává hydrolyzou kolagenu a může absorbovat 5 až 10násobek své hmotnosti (Fan et al., 2016, s. 427). Výhodou je, že při styku s krví nabobtná a tím krvácení tlumí. Znamená to tedy, že formy želatiny zvětšují svůj objem více než lokální hemostatika na bázi kolagenu a celulózy. Ačkoli poskytují upokojivý hemostatický účinek, byly zaznamenány i komplikace spojené s kompresí v oblasti nervových struktur. Zásadní průlom v oblasti želatinových materiálů přišel s vývojem produktu s názvem FloSeal[®] schváleného pro komerční použití v USA v roce 1999, který je založen na hovězím kolagenu obsahujícím mikrogranule zesíťované glutaraldehydem (biologické lepidlo) a roztokem lidského trombinu (Pereira et al., 2018, s. 4).

Mikroporézní hlinito-křemičitanové minerály jako zeolit a kaolin vykazují vysokou schopnost pohlcovat vlhkost a vynikají hemostatickými vlastnostmi. Hemostatický mechanismus zeolitu spočívá v absorpci krve a uvolňování ionizovaného vápníku do krve a v podněcování vnitřní cesty koagulační kaskády. Jako příklad na bázi zeolitu je možné uvést hemostatický materiál QuikClot[®] (dále jen QCG) (Yu et al., 2021, s. 4). V roce 2016 provedli výzkum těchto hemostatických bojových obvazů Travers et al. (2016) v civilním prostředí. Byl poskytnut zdravotnickým týmům v PNP a ty byly požádány o vyplnění dotazníku po aplikaci. Prospektivně bylo zaznamenáno třicet použití. Rány byly převážně v oblasti krku (16) a přitomno bylo 19 (63 %) aktivních arteriálních krvácení. U 26 (87 %) použití byl hemostatický obvaz odůvodněn neúčinností jiných technik hemostázy. V rámci těchto 30 aplikací bylo zaznamenáno 22 úplných zastavení krvácení, 6 snížení intenzity krvácení a ve 2 případech použité prostředky neúčinkovaly. Aplikace QCG umožnila upustit od užívání účinného škrtidla, které bylo původně aplikováno u 3 pacientů. Nebyly hlášeny žádné vedlejší účinky. Hemostatické obvazy byly civilním záchranářům velmi užitečné a poskytly účinný způsob stavění krvácení při rychlém transportu zraněného pacienta do chirurgického zařízení (Travers et al. 2016, s. 391).



Obrázek 5 QCG

Zdroj:

https://www.chinookmed.com/mas_asset/s/cache/image/2/2/0/7/x600-8711.Jpg

Hojně užívaným prostředkem je CELOX (dále jen CE), což je hemostatikum na bázi chitosanu ve formě granulí obsahující patentovanou směs různých sloučenin. V současné době se CE prodává ve čtyřech konfiguracích: CE granule, Celox-A (injekční aplikátor, prostředek druhé generace), Celox Gauze (dále jen CEG) a Celox Rapid Gauze (CR) (obě látky třetí generace). Celox Trauma Gauze (CTG) již není komerčně dostupný a byl nahrazen gázou CR. Produkty CE jsou nyní díky vysoké účinnosti u civilních i armádních složek velmi využívané. Třetí generace CEG je nyní tzv. hemostatickým prostředkem volby v mnoha amerických vojenských speciálních jednotkách. Ministerstvo obrany ve Velké Británii dokonce zavedlo povinnou výbavu těchto produktů v armádě (Bennett et al., 2014, s. 502). Ve studii v Trauma Monthly se Hatamabadi et al. (2015) snažili posoudit úlohu hemostatického přípravku CE při léčbě bodných ran. V této klinické studii bylo 160 pacientů s penetrujícím poraněním končetiny náhodně rozděleno do kontrolního souboru a intervenční skupiny (n = 80, obě skupiny). Kontrolní skupina byla ošetřena jednoduchým tlakovým obvazem, zatímco v intervenční skupině byl použit Celox. Zaznamenána byla doba dosažení hemostázy a množství krvácení. Průměrný věk účastníků byl 30,5 let a většina pacientů byli muži (90,6 %). Nejčastěji bylo postiženo předloktí a distální část nohy. Hemostázy bylo dosaženo do 5 min ve 32,5 % případů v rámci kontrolní skupiny a 51,3 % případů v rámci intervenční skupiny.

Použití gázy potažené celoxem významně zkrátilo dobu do dosažení hemostázy. Kromě toho byla krevní ztráta ve skupině s celoxem významně nižší ve srovnání s kontrolní skupinou. Autoři uvádí, že použitím gázy potažené celoxem je možné dosáhnout hemostázy u penetrujícího poranění končetiny rychleji oproti konvenčnímu tlakovému obvazu. Zároveň podotýkají, že je zapotřebí dalšího výzkumu k objasnění podskupiny pacientů, kteří budou mít z tohoto účinku na oddělení urgentního příjmu největší prospěch (Hatamabadi et al., 2015, s. 1).



Obrázek 6 ChitoGauze

Zdroj:

https://www.narescue.com/media/catalog/product/cache/6c9c2a8706ce872329c582c5a62c8bc4/3/0/30-0049_a.jpg

Te Grotenhuis et al. (2016) si dal za cíl zjistit účinnost a bezpečnost chitosanového obvazu ChitoGauze u traumatických pacientů s masivním krvácením v rámci civilních zdravotnických záchranných služeb. Od června 2012 do prosince 2014 byly všechny sanitní vozy dvou zdravotnických záchranných služeb v Nizozemsku vybaveny přípravkem ChitoGauze. Obvaz byl používán v souladu s protokolem, tedy v případě, že konvenční léčba (gázový obvaz s manuálním tlakem) nepomohla zvládnout vnější traumatické krvácení, nebo pokud nevedla k dosažení hemostázy. Personál záchranné služby po každém použití vyplnil hodnotící formulář. Během sledovaného období bylo pomocí ChitoGauze ošetřeno celkem 66 pacientů. Jednadvacet pacientů užívalo antikoagulantia, nebo trpělo poruchou srážlivosti krve. Poranění se nacházela na končetinách (29), na hlavě a obličeji (29) nebo na krku, hrudníku a třísech (8). Použití přípravku ChitoGauze vedlo k zastavení krvácení u 46 (30 %) pacientů.

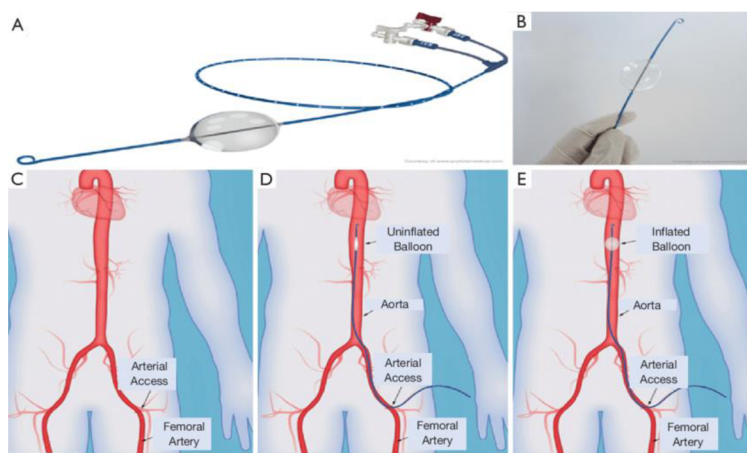
U 13 (9 %) pacientů aplikace ChitoGauze snížilo krvácení, u 7 (5 %) pacientů ChitoGauze krvácení nezvládla, což bylo u 3 pacientů způsobeno chybnou aplikací. Během léčby nebyly pozorovány žádné nežádoucí účinky. Dle autorů se v době publikace jednalo o největší prospektivní studii v civilním zdravotnictví v rámci použití hemostatických obvazů v PNP. Výzkum prokázal, že ChitoGauze je účinný a bezpečný doplněk při léčbě masivního zevního traumatického krvácení v PNP (Te Grotenhuis et al., 2016, s. 1007).

V roce 1942 byl vyvinut kyanoakrylát, později prodáván pod názvem Super Bonder. Kyanoakryláty jsou kapalné monomery, které se rychle vytvářejí z polymerů v přítomnosti vody a rychle tak spojují sousední povrchy. Využívány byly například ve vietnamské válce pro stavění krvácení z masivních ran. Super Bonder se ovšem ukázal jako cytotoxický během rozkladu kyanoacetátu a formaldehydu, což mělo za následek výrazný a přetrvávající zánět, který zhoršoval hojení ran. Postupným vývojem byl na trh uveden přípravek Dermabond®, u kterého však bylo zjištěno vysoké riziko trombózy a jeho indikace budila kontroverze. Další výrobek na bázi kyanoakrylátu byl Omnex, o jehož použití je dohledatelných jen málo studií. Kyanokryláty se ovšem stávají předmětem zájmu veřejnosti a odborníků a do budoucna skýtají veliký potenciál (Pereira et al., 2018, s. 7-8).

2.1.6 Resuscitační endovaskulární balonková okluze aorty – REBOA

Poprvé byla použita k léčbě aortálního oblouku a pánevního krvácení v korejské válce. Se zdokonalením endovaskulární techniky se rozšířilo její klinické využití. REBOA může zvýšit perfuzi životně důležitých orgánů, jakož i srdeční afterload a aortální tlak blokováním distálního průtoku krve a krvácení balónkem. Ve srovnání s tradičními metodami, jako je resuscitační torakotomie, má REBOA dvojí účinek – významně zlepšuje míru přežití a snižuje výskyt komplikací. Obvyklým místem přístupu je femorální arterie (naváděná ultrazvukem nebo perkutánní punkcí). Po zavedení a roztažení balónku lze použít různé zobrazovací metody, jako je skioskopie, ultrazvuk a rentgenové snímky, aby se zjistilo, zda je dosaženo správné polohy. Pokud není k dispozici pomoc při zobrazování, lze slepé zavádění provést podle anatomických povrchových bodů. Zvýšený systolický tlak může být využit jako indikátor správného umístění (Zhang et al., 2021, s. 128), které je rozděleno na 3 funkční zóny. Zóna I se nachází mezi levou podklíčkovou tepnou a celiakálním kmenem, zóna II se nachází mezi celiakálním kmenem a dolní renální tepnou a zóna III se nachází mezi infrarenální aortou a ilickou bifurkací. Okluze zóny I je optimální pro případy nitrobřišního krvácení, prasklého aneurysmatu břišní aorty, nebo jiných oblastí s krvácením z gastrointestinálního traktu. Okluzi

zóny III lze použít ke kontrole pánevního krvácení, pokud je přítomno bez krvácení do břicha (Jamal et al. 2021, s. 3).



Obrázek 7 REBOA

Zdroj: Jamal et al., 2021

V nedávné multicentrické studii REBOA prokázala schopnost umožnit více pacientům udržovat hemodynamickou stabilitu ve srovnání s technikou otevřené aortální okluze. Vzhledem k tomu, že operační aspekt REBOA není příliš komplikovaný, lze k úspěšnému provedení operace vycvičit i nechirurgické pracovníky. V budoucnu je pro mobilní chirurgické týmy zvládnutí strategie REBOA nezbytnou dovedností. Alternativně může vývoj inovativního vybavení zvýšit míru přežití (Zhang et al., 2021, s. 128). REBOA sice může zachránit život, ale může také vést k závažným orgánovým a končetinovým komplikacím, včetně nechtěné ischemie, aneurysmatu, poranění míchy, amputace dolní končetiny a trombózy, avšak tyto komplikace je třeba porovnat s rizikem úmrtí v důsledku vykrvácení. Mezi kontraindikované stavy patří: srdeční tamponáda a disekce aorty, popřípadě penetrující poranění krku/hrudníku a tupé poranění srdce/aorty, kdy je výhodnější použít resuscitační torakotomii. (Jamal et al., 2021, s. 3), místo balónkové okluze aorty (Bulger et al., 2019, s. 2). REBOA lze použít ke kontrole nestlačitelného krvácení do trupu. Tento postup vyžaduje, aby traumatologický tým zavedl balónkový katétr do stehenní tepny a poté jej zavedl do příslušného úseku aorty, kde jej nafoukne, aby uzavřel průtok krve a zastavil krvácení. Po zavedení katétru REBOA by měl zdravotnický personál pokračovat v hodnocení životních funkcí, kontrolovat, zda se neobjeví známky hemodynamické nestability, a pečlivě sledovat končetinu, do které byl katétr zaveden, zda nevykazuje známky neurovaskulárního ohrožení nebo špatné perfuze. Dále je potřeba se zaměřit na cévní přístup v třísle, kde se může objevit nadměrné krvácení, a na svalové části

končetiny, kde mohou být přítomny známky Compartment syndromu a rychlého rozkladu tkáně příčně pruhované svaloviny (rhabdomyolýzy) (Caldwell et al., 2020, s. 40).

Sadeghi et al., (2018) provedli výzkum, při kterém bylo 18 anestetizovaných prasat vystaveno indukovanému řízenému krvácení na systolický krevní tlak (SBP) 50 mmHg a randomizováno do tří skupin. Poté byla prasata resuscitována autologní transfuzí a sledována po dobu 3 h. Byla analyzována hemodynamika, krevní plyny, mezenterický průtok krve, intraperitoneální metabolity, markery orgánového poškození, histopatologie z tenkého střeva a zánětlivé markery. Autoři výzkumu dospěli k závěru, že částečná REBOA umožňuje titraci krevního tlaku při zachování perfuze distálních orgánů a snižuje ischemickou zátěž ve stavu těžkého hemoragického šoku. Částečná REBOA může snížit riziko resuscitačních metabolických a zánětlivých dopadů a orgánové dysfunkce (Sadeghi et al., 2018, s. 2132).

Sato et al. (2018) provedli retrospektivní studii případů zahrnující pacienty s úrazem, kteří podstoupili REBOA pro hemoragický šok způsobený úrazem ve čtyřech japonských terciárních centrech urgentní péče mezi lednem 2013 a březnem 2017. Pacienti se srdeční zástavou v době REBOA a pacienti, kteří podstoupili REBOA z netraumatických příčin během sledovaného období, byli vyloučeni. Zkoumaný vzorek zahrnoval 24 pacientů. Medián věku byl 52 let, 17 (70,8 %) pacientů byli muži a 23 (95,8 %) mělo tupé poranění. Přežití po 24 h bylo 50 % (n = 12) a míra přežití v nemocnici byla 41,7 % (10/24). Ve všech případech byla REBOA provedena na pohotovosti lékaři urgentního příjmu bez fluoroskopické navigace. Komplikace REBOA zahrnovaly mezenterickou ischemii (4,2 %), ischemii dolních končetin (4,2 %) a umístění REBOA při poranění hrudní aorty (12,5 %). Autoři závěrem uvádí, že REBOA může být účinným a proveditelným nástrojem pro zvládnutí masivního krvácení v důsledku traumatu. Je však třeba dbát opatrnosti, pokud jde o komplikace včetně umístění REBOA při poranění aorty a ischemii končetin v případech, kdy je REBOA prováděna na pohotovosti s minimální nebo žádnou podporou úrazových chirurgů (Sato et al., 2018, s. 1).

Další retrospektivní kohortová studie z let 2000 až 2019 analyzovala pacienty ve věku ≥ 16 let v hemoragickém šoku bez srdeční zástavy. Pacienti s REBOA (R; 2015-2019) byli srovnáni v poměru 2:1 do historické (H; 2000-2012) a současné (C; 2013-2019) skupiny. Nemocniční úmrtnost a 30denní přežití byly analyzovány pomocí chí-kvadrát testu, resp. log rank testu. Do studie bylo zařazeno celkem 102 481 pacientů (R = 57, C = 88 545, H = 13 879). Propensity skóre bylo přiřazeno na základě věku, rasy, mechanismu, nejnižšího systolického krevního tlaku, nejnižšího skóre Glasgow Coma Score (GCS) a skóre Abbreviated Injury Scale v tělesné

oblasti pro vytvoření odpovídajících skupin (R = 57, C = 114, H = 114). Nemocniční úmrtnost byla významně nižší ve skupině REBOA (19,3 %) ve srovnání se současnou (35,1 %; $p = 0,024$) a historickou (44,7 %; $p = 0,001$) skupinou. Výsledky studie prokázaly, že 30denní přežití bylo významně vyšší ve skupině REBOA. V centru s velkým objemem pacientů, kde je její použití součástí koordinované strategie kontroly krvácení, je použití techniky REBOA spojeno s vyšší šancí na přežití u pacientů s nekompresivním krvácením do trupu (Harfouche et al., 2022, s. 1).

2.3 Význam a limitace dohledaných poznatků

Při masivním krvácení vedoucím k hemoragickému šoku je potřeba co nejrychleji zasáhnout. Management takového pacienta je pro vyškolené zdravotnické záchranáře poměrně jasný a život ohrožující hemoragie je zajišťována okamžitě. Po časném zajištění je snahou v co nejrychlejším čase postiženého pacienta transportovat k následným úkonům do adekvátního zdravotnického zařízení. Vhodných a doporučených pomůcek je, jak bylo v této práci shrnuto, velké množství. Metody jako turnikety či pánevní pásy se neustále vyvíjejí. Totožné je to u hemostatických produktů, kterých je na trhu nesčetné množství. Použití těchto technik je ovšem zkoumáno převážně ve vojenském prostředí, kde jsou hojně využívány. Rovněž poznatky odborníků z civilního zdravotnického prostředí přibývají, ovšem u velkého množství z nich je jejich vypovídací hodnota negativně ovlivněna nízkým počtem zkoumaných subjektů, a tak není vždy možné na jejich základě vyvozovat obecné závěry.

V rámci této práce byla pozornost zaměřena na zástavu krvácení tlakem a dále na hemostatické prostředky a techniku REBOA. Z pohledu tlakových technik stavění krvácení a zamezení vzniku či zhoršení hemoragického šoku v PNP je jich k dispozici několik. U postiženého pacienta je nutné určit charakter poranění. U končetinových a pánevních poranění se i dle studií jako nejefektivnější jeví nasazení turniketu a pánevního pásu. Tyto techniky se mohou opřít o velké množství relevantních výzkumů, které je sice k použití doporučují, ale zároveň poukazují na to, že kvůli špatné edukaci je jejich užívání laiky oproti trénovaným zdravotníkům často chybné. Nicméně jejich celkově pozitivní vliv je zřejmý a studie docházely téměř vždy k totožným závěrům. Za účelem zablokování průtoku krve aortou se dle studií jeví jako účinný Břišní aortální a junkční turniket, dohledatelné výzkumy jsou ovšem prováděny na velmi malých skupinách pacientů, popřípadě na zvířatech, a jejich validita je tím značně omezena. Technika mechanického tlaku na ránu potvrdila velmi vysokou efektivitu v časných fázích bezprostředně po vzniku zranění, ale dlouhodobě je z praktického hlediska neproveditelná. U hemostatických preparátů je počet studií nižší. Velká část je proto podobně jako u AAJT prováděna na zvířatech, nebo na malých vzorcích pacientů. Rovněž studie týkající se resuscitační endovaskulární balonkové okluze aorty jsou obdobným způsobem limitovány. I přes opakovaně zmíněný problém nedostatečně početných vzorků pacientů z dostupných studií vyplývá, že obecně panuje shoda v podpoře užívání výše zmíněných technik v PNP či časně nemocniční péči. Nicméně, jak obvykle dodávají samotní autoři jednotlivých studií, je žádoucí, aby na tomto poli byly realizovány další výzkumy s dostatečně podloženými závěry.

3 Závěr

Tématem této bakalářské práce je shrnutí aktuálních informací o přednemocniční léčbě pacienta v hemoragickém šoku se zaměřením na nefarmakologické postupy zdravotníků praktikující převážně v terénu. Výzkumy z České republiky nebyly u tohoto tématu nalezeny. Práce proto čerpala pouze ze zahraničních studií. Zmíněny byly primárně tlakové techniky stavění krvácení, použití hemostatických preparátů a okrajové nastínění nefarmakologické techniky REBOA, která je praktikována již ve zdravotnickém zařízení na urgentním příjmu.

Stejně jako ostatní odvětví zdravotnictví se i urgentní medicína vyvíjí stále rychlejším tempem. Díky narůstajícímu množství výzkumů a studií jsou vyvíjeny modernější pomůcky a efektivnější postupy, které pomáhají zlepšovat zdravotnickou péči. Metody stavění krvácení získávají poznatky převážně z vojenského a válečného prostředí. Mnohé z těchto zkušeností je přebíráno do praxe civilního zdravotnictví. Do budoucna lze s velkou pravděpodobností očekávat jejich dynamický vývoj vedoucí ke zvýšení úspěšnosti intervencí u pacientů s masivním krvácením. Kromě shrnutí vývoje kvalitních a funkčních pomůcek tato bakalářská práce akcentuje nutnost dostatečné edukace zdravotníků.

Cíle vytyčené v této bakalářské práci byly dosaženy. Sumarizace dohledaných poznatku a doporučení této problematiky by mohla být uceleným informačním podkladem využitelným pro pracovníky Zdravotnické záchranné služby, zdravotníky na urgentním příjmu, studenty oboru zdravotnický záchranář, ale i First respondery, kteří se k pacientům trpícím hemoragií dostávají jako první.

Referenční seznam

ANONYMOUS, Anonymous, 2013. Abdominal Aortic Tourniquet™ Use in Afghanistan. *Journal of Special Operations Medicine* [online]. **13**(2), 1-2 [cit. 2023-04-23]. ISSN 1553-9768. Dostupné z: doi:10.55460/HLJC-DMCK

BAKSHAYESH, Peyman, Tarek BOUTEFNOUCHET a Anna TÖTTERMAN. Effectiveness of non invasive external pelvic compression: a systematic review of the literature. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine* [online]. 2016, **24**(1), 1-9 [cit. 2023-04-19]. ISSN 1757-7241. Dostupné z: doi:10.1186/s13049-016-0259-7

BENÍTEZ, CARLOS YÁNEZ, PABLO OTTOLINO, BRUNO M PEREIRA, DANIEL SOUZA LIMA, ANTONIO GUEMES, MANSOOR KHAN a MARCELO AUGUSTO FONTENELLE RIBEIRO JUNIOR, 2021. Tourniquet use for civilian extremity hemorrhage: systematic review of the literature. *Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões* [online]. **48**, 1-11 [cit. 2023-04-22]. ISSN 1809-4546. Dostupné z: doi:10.1590/0100-6991e-20202783

BENNETT, Brad L. a Lanny LITTLEJOHN, 2014. Review of New Topical Hemostatic Dressings for Combat Casualty Care. *Military Medicine* [online]. **179**(5), 497-514 [cit. 2023-04-20]. ISSN 0026-4075. Dostupné z: doi:10.7205/MILMED-D-13-00199

BENNETT, Brad L. Bleeding Control Using Hemostatic Dressings: Lessons Learned. *Wilderness & Environmental Medicine* [online]. 2017, **28**(2), S39-S49 [cit. 2023-04-19]. ISSN 10806032. Dostupné z: doi:10.1016/j.wem.2016.12.005

BOUGLÉ, Adrien, Anatole HARROIS a Jacques DURANTEAU, 2013. Resuscitative strategies in traumatic hemorrhagic shock. *Annals of Intensive Care* [online]. **3**(1), 1-9 [cit. 2023-04-08]. ISSN 2110-5820. Dostupné z: doi:10.1186/2110-5820-3-1

BRÄNNSTRÖM, Andreas, David ROCKSÉN, Johan HARTMAN, Niklas NYMAN, Jenny GUSTAVSSON, Ulf P. ARBORELIUS a Mattias GÜNTHER. Abdominal Aortic and Junctional Tourniquet release after 240 minutes is survivable and associated with small intestine and liver ischemia after porcine class II hemorrhage. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery* [online]. 2018, **85**(4), 717-724 [cit. 2023-04-23]. ISSN 2163-0763. Dostupné z: doi:10.1097/TA.0000000000002013

BULGER, Eileen M, Debra G PERINA, Zaffer QASIM, et al. Clinical use of resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta (REBOA) in civilian trauma systems in the USA,

2019: a joint statement from the American College of Surgeons Committee on Trauma, the American College of Emergency Physicians, the National Association of Emergency Medical Services Physicians and the National Association of Emergency Medical Technicians. *Trauma Surgery & Acute Care Open* [online]. 2019, **4**(1), 1-6 [cit. 2023-04-19]. ISSN 2397-5776. Dostupné z: doi:10.1136/tsaco-2019-000376

CALDWELL, Nicole W., Mithun SURESH, Tricia GARCIA-CHOUDARY a Christopher A. VANFOSSON. CE: Trauma-Related Hemorrhagic Shock. *AJN, American Journal of Nursing* [online]. 2020, **120**(9), 36-43 [cit. 2023-04-10]. ISSN 0002-936X. Dostupné z: doi: 10.1097/01.NAJ.0000697640.04470.21

CROUSHORN, John, Jim MCLESTER, Gregory THOMAS a Scott R MCCORD, 2013. Abdominal Aortic Tourniquet Controls Junctional Hemorrhage From a Gunshot Wound of the Axilla. *Journal of Special Operations Medicine* [online]. **13**(3), 1-4 [cit. 2023-04-23]. ISSN 1553-9768. Dostupné z: doi:10.55460/61DQ-2EIQ

DAVIS, James S., Shevonne S. SATAHOO, Frank K. BUTLER, et al., 2014. An analysis of prehospital deaths. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery* [online]. **77**(2), 213-218 [cit. 2023-04-23]. ISSN 2163-0755. Dostupné z: doi:10.1097/TA.0000000000000292

DI CARLO, Sara, Giuseppe CAVALLARO, Kenia PALOMEQUE, Maurizio CARDI, Giuseppe SICA, Piero ROSSI a Simone SIBIO, 2021. Prehospital Hemorrhage Assessment Criteria: A Concise Review. *Journal of Trauma Nursing* [online]. **28**(5), 332-338 [cit. 2023-04-08]. ISSN 1078-7496. Dostupné z: doi:10.1097/JTN.0000000000000608

DOUMA, Matthew a Peter George BRINDLEY. Abdominal Aortic and Iliac Artery Compression Following Penetrating Trauma: A Study of Feasibility. *Prehospital and Disaster Medicine* [online]. 2014, **29**(3), 299-302 [cit. 2023-04-10]. ISSN 1049-023X. Dostupné z: doi:10.1017/S1049023X1400051X

DREW, Brendon, Brad L. BENNETT a Lanny LITTLEJOHN, 2015. Application of Current Hemorrhage Control Techniques for Backcountry Care: Part One, Tourniquets and Hemorrhage Control Adjuncts. *Wilderness & Environmental Medicine* [online]. **26**(2), 236-245 [cit. 2023-04-19]. ISSN 10806032. Dostupné z: doi:10.1016/j.wem.2014.08.016

EILERTSEN, Kenneth A., Morten WINBERG, Elisabeth JEPPESEN, Gyri HVAL a Torben WISBORG, 2021. Prehospital Tourniquets in Civilians: A Systematic Review. *Prehospital and*

Disaster Medicine [online]. **36**(1), 86-94 [cit. 2023-04-23]. ISSN 1049-023X. Dostupné z: doi:10.1017/S1049023X20001284

FAN, Lihong, Huan YANG, Jing YANG, Min PENG a Jin HU, 2016. Preparation and characterization of chitosan/gelatin/PVA hydrogel for wound dressings. *Carbohydrate Polymers* [online]. **146**, 427-434 [cit. 2023-04-20]. ISSN 01448617. Dostupné z: doi:10.1016/j.carbpol.2016.03.002

GASPARY, Micah J., Gregory J. ZAROW, Michael J. BARRY, Alexandra C. WALCHAK, Sean P. CONLEY a Paul J.D. ROSZKO, 2019. Comparison of Three Junctional Tourniquets Using a Randomized Trial Design. *Prehospital Emergency Care* [online]. **23**(2), 187-194 [cit. 2023-04-23]. ISSN 1090-3127. Dostupné z: doi:10.1080/10903127.2018.1484968

HARFOUCHE, Melike N., Marta J. MADURSKA, Noha ELANSARY, et al., 2022. Resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta associated with improved survival in hemorrhagic shock. *PLOS ONE* [online]. **17**(3), 1-10 [cit. 2023-04-21]. ISSN 1932-6203. Dostupné z: doi:10.1371/journal.pone.0265778

HATAMABADI, Hamid Reza, Fatemeh ASAYESH ZARCHI, Hamid KARIMAN, Ali ARHAMIDOLATABADI, Ali TABATABAEY a Afshin AMINI, 2015. Celox-Coated Gauze for the Treatment of Civilian Penetrating Trauma: A Randomized Clinical Trial. *Trauma Monthly* [online]. **20**(1), 1-5 [cit. 2023-04-20]. ISSN 2251-7464. Dostupné z: doi:10.5812/traumamon.23862

HICKMAN, DaShawn A., Christa L. PAWLOWSKI, Ujjal D. S. SEKHON, Joyann MARKS a Anirban Sen GUPTA, 2018. Biomaterials and Advanced Technologies for Hemostatic Management of Bleeding. *Advanced Materials* [online]. **30**(4), 1-40 [cit. 2023-04-15]. ISSN 09359648. Dostupné z: doi:10.1002/adma.201700859

HSU, Sheng-Der, Cheng-Jueng CHEN, Yu-Ching CHOU, Sheng-Hao WANG a De-Chuan CHAN. Effect of Early Pelvic Binder Use in the Emergency Management of Suspected Pelvic Trauma: A Retrospective Cohort Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health* [online]. 2017, **14**(10), 1-9 [cit. 2023-04-18]. ISSN 1660-4601. Dostupné z: doi:10.3390/ijerph14101217

CHEN, Jacob, Avi BENOVA, Roy NADLER, Geva LANDAU, Alex SORKIN, James K ADEN, John F KRAGH a Elon GLASSBERG, 2016. Testing of Junctional Tourniquets by Medics of the Israeli Defense Force in Control of Simulated Groin Hemorrhage. *Journal of Special*

Operations Medicine [online]. **16**(1), 36-42 [cit. 2023-04-23]. ISSN 1553-9768. Dostupné z: doi:10.55460/L6YP-2WM8

JAMAL, Leila, Aman SAINI, Keith QUENCER, et al., 2021. Emerging approaches to pre-hospital hemorrhage control: a narrative review. *Annals of Translational Medicine* [online]. **9**(14), 1-14 [cit. 2023-04-20]. ISSN 23055839. Dostupné z: doi:10.21037/atm-20-5452

KHEIRABADI, Bijan S., Irasema B. TERRAZAS, Nahir MIRANDA, Amber N. VOELKER, Harold G. KLEMCKE, Ammon W. BROWN a Michael A. DUBICK, 2018. Long-term consequences of abdominal aortic and junctional tourniquet for hemorrhage control. *Journal of Surgical Research* [online]. **231**(99-108), 99-108 [cit. 2023-04-21]. ISSN 00224804. Dostupné z: doi:10.1016/j.jss.2018.05.017

KHEIRABADI, Bijan S. a Michael A. DUBICK, 2019. Safe duration of Abdominal Aortic and Junctional Tourniquet application. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery* [online]. **87**(3), 740-741 [cit. 2023-04-23]. ISSN 2163-0763. Dostupné z: doi:10.1097/TA.0000000000002231

LEWIS, K. M., D. SPAZIERER, M. D. URBAN, L. LIN, H. REDL a A. GOPPELT, 2013. Comparison of regenerated and non-regenerated oxidized cellulose hemostatic agents. *European Surgery* [online]. **45**(4), 213-220 [cit. 2023-04-20]. ISSN 1682-8631. Dostupné z: doi:10.1007/s10353-013-0222-z

LI, Guofeng, Kecheng QUAN, CongCong XU, Bo DENG a Xing WANG, 2018. Synergy in thrombin-graphene sponge for improved hemostatic efficacy and facile utilization. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces* [online]. **161**, 27-34 [cit. 2023-04-20]. ISSN 09277765. Dostupné z: doi:10.1016/j.colsurfb.2017.10.021

LONGO, Dan L. a Jeremy W. CANNON. Hemorrhagic Shock. *New England Journal of Medicine* [online]. 2018, **378**(4), 370-379 [cit. 2023-04-14]. ISSN 0028-4793. Dostupné z: doi:10.1056/NEJMra1705649

NASEEM, H, PD NESBITT, DC SPROTT a A CLAYSON, 2018. An assessment of pelvic binder placement at a UK major trauma centre. *The Annals of The Royal College of Surgeons of England* [online]. **100**(2), 101-105 [cit. 2023-04-22]. ISSN 0035-8843. Dostupné z: doi:10.1308/rcsann.2017.0159

PASSOS, Edward, Brittany DINGLEY, Andrew SMITH, Paul T. ENGELS, Chad G. BALL, Samir FAIDI, Avery NATHENS a Homer TIEN, 2014. Tourniquet use for peripheral vascular

injuries in the civilian setting. *Injury* [online]. **45**(3), 573-577 [cit. 2023-04-08]. ISSN 00201383. Dostupné z: doi: 10.1016/j.injury.2013.11.031

PEREIRA, Bruno Monteiro, José Benedito BORTOTO a Gustavo Pereira FRAGA, 2018. Agentes hemostáticos tópicos em cirurgia: revisão e perspectivas. *Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões* [online]. **45**(5), 1-11 [cit. 2023-04-20]. ISSN 1809-4546. Dostupné z: doi:10.1590/0100-6991e-20181900

ROESSLER, M. S., C. BUSCHMANN, B. GLIWITZKY, et al. Externe, nichtinvasive Beckenstabilisatoren – wann ist die Anlage indiziert?. *Notfall + Rettungsmedizin* [online]. 2021, **24**(8), 1079-1090 [cit. 2023-04-22]. ISSN 1434-6222. Dostupné z: doi:10.1007/s10049-021-00852-6

ROSS, Elliot M., Julian G. MAPP, Theodore T. REDMAN, Derek J. BROWN, Chetan U. KHAROD a David A. WAMPLER. The Tourniquet Gap: A Pilot Study of the Intuitive Placement of Three Tourniquet Types by Laypersons. *The Journal of Emergency Medicine* [online]. 2018, **54**(3), 307-314 [cit. 2023-04-18]. ISSN 07364679. Dostupné z: doi:10.1016/j.jemermed.2017.09.011

SADEGHI, Mitra, Tal M. HÖRER, Daniel FORSMAN, Emanuel M. DOGAN, Kjell JANSSON, Csaba KINDLER, Per SKOOG a Kristofer F. NILSSON, 2018. Blood pressure targeting by partial REBOA is possible in severe hemorrhagic shock in pigs and produces less circulatory, metabolic and inflammatory sequelae than total REBOA. *Injury* [online]. **49**(12), 2132-2141 [cit. 2023-04-21]. ISSN 00201383. Dostupné z: doi:10.1016/j.injury.2018.09.052

SATO, Ryota, Akira KURIYAMA, Rei TAKAESU, Nobuhiro MIYAMAE, Wataru IWANAGA, Hayato TOKUDA a Takehiro UMEMURA, 2018. Resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta performed by emergency physicians for traumatic hemorrhagic shock: a case series from Japanese emergency rooms. *Critical Care* [online]. **22**(1), 1-6 [cit. 2023-04-21]. ISSN 1364-8535. Dostupné z: doi:10.1186/s13054-018-2032-y

SHACKELFORD, Stacy; HAMMESFAHR, Rick; MORISSETTE, Daniel. The Use of Pelvic Binders in Tactical Combat Casualty Care. *Journal of Special Operations Medicine*, 2016, 135-147.

SHLAIFER, Amir, Avraham YITZHAK, Erez N. BARUCH, Avi SHINA, Alexandra SATANOVSKY, Amiram SHOVALI, Ofer ALMOG a Elon GLASSBERG, 2017. Point of injury tourniquet application during Operation Protective Edge—What do we learn?. *Journal*

of Trauma and Acute Care Surgery [online]. **83**(2), 278-283 [cit. 2023-04-22]. ISSN 2163-0755. Dostupné z: doi:10.1097/TA.0000000000001403

SCHROLL, Rebecca, Alison SMITH, Norman E. MCSWAIN, et al. A multi-institutional analysis of prehospital tourniquet use. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery* [online]. 2015, **79**(1), 10-14 [cit. 2023-04-10]. ISSN 2163-0755. Dostupné z: doi:10.1097/TA.0000000000000689

SCHWARTZ, Richard B, Stephen A SHIVER, Bradford Z REYNOLDS, John LOWRY, Steven B HOLSTEN, Troy W AKERS a Matthew LYON, 2019. The Use of the Abdominal Aortic and Junctional Tourniquet Versus Combat Gauze in a Porcine Hemicorporectomy Model. *Journal of Special Operations Medicine* [online]. **19**(2), 69-72 [cit. 2023-04-21]. ISSN 1553-9768. Dostupné z: doi:10.55460/DIA2-IDCY

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. 2023-04-19]. ISSN 00201383. Dostupné z: doi:10.1016/j.injury.2016.01.005

THOMPSON, Patrick, Elon GLASSBERG, Yuval ALON, et al. The effectiveness of the manual pressure points technique for hemorrhage control—The 2022 THOR pre-conference meeting experience. *Transfusion* [online]. 2023, **2023**, 1-8 [cit. 2023-04-18]. ISSN 0041-1132. Dostupné z: doi:10.1111/trf.17350

TRAVERS, Stéphane, Hugues LEFORT, Eric RAMDANI, Sabine LEMOINE, Daniel JOST, Michel BIGNAND a Jean-Pierre TOURTIER, 2016. Hemostatic dressings in civil prehospital practice. *European Journal of Emergency Medicine* [online]. 23(5), 391-394 [cit. 2023-04-20]. ISSN 0969-9546. Dostupné z: doi:10.1097/MEJ.0000000000000318

VAN OOSTENDORP, S. E., E. C. T. H. TAN a L. M. G. GEERAEDTS. Prehospital control of life-threatening truncal and junctional haemorrhage is the ultimate challenge in optimizing trauma care; a review of treatment options and their applicability in the civilian trauma setting. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine* [online]. 2016, **24**(1), 1-13 [cit. 2023-04-10]. ISSN 1757-7241. Dostupné z: doi:10.1186/s13049-016-0301-9

YU, Peiyu a Wen ZHONG, 2021. Hemostatic materials in wound care. *Burns & Trauma* [online]. **9**, 1-17 [cit. 2023-04-20]. ISSN 2321-3876. Dostupné z: doi:10.1093/burnst/tkab019

ZHANG, Zhi-Yang, Hua-Yu ZHANG, Tomer TALMY, Yong GUO, Si-Ru ZHOU, Lian-Yang ZHANG a Yang LI, 2021. Management of non-compressible torso hemorrhage: An update. *Chinese Journal of Traumatology* [online]. **24**(3), 125-131 [cit. 2023-04-16]. ISSN 10081275. Dostupné z: doi:10.1016/j.cjtee.2021.03.005

ZIETLOW, John M, Scott P ZIETLOW, David S MORRIS, Kathleen S BERNS a Donald H JENKINS, 2015. Prehospital Use of Hemostatic Bandages and Tourniquets: Translation From Military Experience to Implementation in Civilian Trauma Care. *Journal of Special Operations Medicine* [online]. **15**(2), 48-53 [cit. 2023-04-15]. ISSN 1553-9768. Dostupné z: doi:10.55460/1P70-3H9D

ZWISLEWSKI, Adam, Autumn D. NANASSY, Loreen K. MEYER, Dane SCANTLING, Marcin A. JANKOWSKI, Gail BLINSTRUB a Harsh GREWAL, 2019. Practice makes perfect: The impact of Stop the Bleed training on hemorrhage control knowledge, wound packing, and tourniquet application in the workplace. *Injury* [online]. **50**(4), 864-868 [cit. 2023-04-22]. ISSN 00201383. Dostupné z: doi:10.1016/j.injury.2019.03.025

Seznam zkratek

PNP	Přednemocniční neodkladná péče
REBOA	Resuscitační endovaskulární balonková okluze aorty
ATLS	Advanced Trauma Life Support
TCCC	Tactical Combat Casualty care
AAJT	Břišní aortální a junkční turniket
NCTH	Nestlačitelné krvácení do torza
MPP	Manuální tlakové body
GCS	Glasgow Coma Scale
PCCV	Pelvic Circumferential Compression Devices
JIP	Jednotka intenzivní péče
CAT	Combat application tourniquet
RMT	Tactical Ratcheting Medical Tourniquet
EMT	Emergency and Military Tourniquet
SOF-TT	SOF Tactical Tourniquet
SWAT-T	Stretch Wrap and Tuck Tourniquet
SJT	SAM junctional tourniquet
CRoC	Combat Ready Clamp
JETT	Junctional Emergency Treatment Tool
QCG	QuikClot Gauze
CE	CELOX
CEG	Celox Gauze
CR	Celox Rapid
CT	Cotton Gauze

Seznam obrázků

Obr. 1: (A) *CAT*, (B, C) *SOF-TT*, (D) *EMT* [online]. [cit. 2023-04-19]. Dostupné z: <https://www.wemjournal.org/cms/attachment/d201557e-0f0b-43df-833c-24aafdf0b75/gr2.jpg>

Obr. 2: (A) *JETT*, (B) *CRoC*, (C) *SJT* [online]. [cit. 2023-04-19]. Dostupné z: <https://www.wemjournal.org/cms/attachment/464607dd-c371-4544-a235-bbb15755f260/gr3.jpg>

Obr. 3: *AAJT* [online]. [cit. 2023-04-20]. Dostupné z: <https://www.wemjournal.org/cms/attachment/eca2cb74-6ac0-4699-b637-11141a11482d/gr4.jpg>

Obr. 4: *Arteriální tlakové body (A) subclavia, (B) femoralis* [online]. [cit. 2023-04-20]. Dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com/cms/asset/5ce33853-da40-4fa6-ad0d-b21f90d5a780/trf17350-fig-0001-m.png>

Obr. 5: *QCG* [online]. [cit.2023-04-23]. Dostupné z: https://www.chinookmed.com/mas_assets/cache/image/2/2/0/7/x600-8711.Jpg

Obr. 6: *ChitoGauze* [online]. [cit. 2023-04-23]. Dostupné z: https://www.narescue.com/media/catalog/product/cache/6c9c2a8706ce872329c582c5a62c8bc4/3/0/30-0049_a.jpg

Obr. 7: *REBOA* [online]. [cit. 2023-04-23]. Dostupné z: <https://www.researchgate.net/profile/Sadeer-Alzubaidi/publication/353262720/figure/fig1/AS:1045815988604928@1626353370495/Overview-of-the-REBOA-technique-A-Detailed-image-of-the-REBOA-catheter-and-B-its-tip.png>