

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav zdravotnického záchranářství a intenzivní péče

Jan Janků

**Tenzní pneumothorax v přednemocniční péči**

Bakalářská práce

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

Olomouc 2021

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

Olomouc 29. dubna 2021

Podpis: .....

Děkuji doc. MUDr. Pavlu Dráčovi, Ph.D. za odborné vedení, vstřícnost při konzultacích a cenné rady při zpracování bakalářské práce. Děkuji také své rodině a blízkým za podporu a trpělivost při studiu.

## **ANOTACE**

**Typ závěrečné práce:** Přehledová bakalářská práce

**Téma práce:** Úrazový pneumothorax – diagnostika a léčba v přednemocniční a nemocniční péči

**Název práce:** Tenzní pneumothorax v přednemocniční péči

**Název práce v AJ:** Tension pneumothorax in prehospital care

**Datum zadání:** 2020/11/07

**Datum odevzdání:** 2021/04/29

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

**Autor práce:** Jan Janků

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

**Oponent práce:**

**Abstrakt v ČJ:** Přehledová bakalářská práce se zabývá tématem tenzního pneumothoraxu, kdy blíže specifikuje a popisuje jednotlivé dílčí postupy ošetření a diagnostiky v přednemocniční péči. Jednotlivé studie jsou výstupem ze zásahů zdravotnického záchranáře nebo lékaře, případně jejich kooperace. Poznatky byly dohledány v databázích: EBSCO, Science direct, PubMed, Google Scholar.

**Abstrakt v AJ:** This survey is about treatment and diagnostics of tension pneumothorax. It specifies and determines every single partial aim in treatment at prehospital care. Individuals sources of studies are results from medical intervention directed by paramedic or doctor or their cooperation. The findings were derived from the following databases: EBSCO, Science direct, PubMed, Google Scholar.

**Klíčová slova v ČJ:** tenzní pneumothorax, management, léčba, přednemocniční neodkladná péče, nemocniční péče, záchranář, jehlová dekomprese, hrudní drenáž

**Klíčová slova v AJ:** tension pneumothorax, management, therapy, prehospital emergency care, hospital care, paramedic, needle decompression, tube thoracostomy

**Rozsah:** 35 stránek/ 0 příloh

## Obsah

Úvod .....	6
1. Popis řešeršní činnosti .....	9
2. Přehled publikovaných poznatků o ošetření a diagnostice tenzního pneumothoraxu .....	11
2.1. Jehlová dekomprese .....	11
2.2. Hrudní drenáž .....	24
2.3. Význam a limitace dohledaných poznatků .....	30
Závěr .....	31
Referenční seznam .....	32
Seznam zkratk .....	35

## Úvod

„*Pneumothorax (PTX) znamená přítomnost vzduchu v pleurální dutině s kolapsem plicního parenchymu.*“ Pneumothorax můžeme rozdělit do několika druhů. Mezi nejčastější patří pneumothorax traumatický, který vzniká při traumatech penetrujících a nepenetrujících v místě hrudní stěny. Nejčastější příčiny vzniku bývají stavy po tupém nárazu hrudníku u autonehod, pády z výšek nebo při tlakové vlně u explozí. Další druh pneumothoraxu je spontánní, který vzniká primárně u zdravých jedinců ve věku 20–40 let a sekundárně u jedinců, kteří trpí plicním onemocněním jako je CHOPN, plicní tuberkulóza nebo abscedující pneumonie. Pneumothorax iatrogenní může vzniknout jako komplikace u různých klinických stavů v oblasti hrudníku, např. po kardiopulmonální resuscitaci, při umělé plicní ventilaci či hrudní punkci. (Šeblová J., et.al., 2018, s.180)

V mé bakalářské práci se budu věnovat tenznímu pneumothoraxu (TPTX), který spadá do skupiny pneumothoraxu traumatických.

U tenzního pneumothoraxu dojde k útlaku mediastina a vzniku obstrukční formy šoku. Tento život ohrožující stav vzniká nahromaděním vzduchu v pleurální dutině, což zhoršuje nejen funkci plic, ale i srdce. Smrt je důsledkem sníženého okysličení krve, kardiovaskulárního kolapsu a sekundárním důsledkem zvýšeného nitrohruďního tlaku a sníženého žilního návratu. Vzduch se z hrudníku nemůže dostat ven a jako řešení se nabízí dekomprese. (Ball C.G., et.al., 2010, s. 185) Tenzní pneumothorax je obecně známý svou vysokou úmrtností, proto se nejen dle pokynů Advanced Trauma Life Support (ATLS) doporučuje diagnostikovat zdravotní stav pacienta s traumatem hrudníku co nejdříve. Je obecně známo, že u těchto pacientů je provádění rentgenových vyšetření hrudníku ještě před ošetřením tenzního pneumothoraxu, spojeno s vyšším rizikem úmrtí. Toto riziko je vyšší u mechanicky ventilovaných pacientů. Většina odborníků upřednostňuje urgentní ošetření jehlovou dekompresí nebo hrudní drenáží před rentgenovým potvrzením o stavu hrudníku pacienta. (Roberts D. J., et.al., 2014, s. 2)

Tenzní pneumothorax je v přednemocniční péči řešen jehlovou dekompresí hrudníku (NT – z angl. Needle thoracostomy) s navazující hrudní drenáží (TT – z angl. Tube thoracostomy). Jehlová dekomprese hrudníku je nejrychlejší, a pokud je dobře provedena, tak i nejúspěšnější dočasná metoda k odstranění přetlaku v oblasti hrudníku. Identifikátorem úspěšného zavedení jehly je slyšitelné uvolnění vzduchu a celkové zlepšení základních životních funkcí se zmírněním zvýšeného intrapleurálního tlaku. Dle nejnovějších pokynu ATLS desáté edice se při ošetření tenzního pneumothoraxu doporučuje primárně provedení

jehlové dekomprese s umístěním jehly v pátém mezižebří v přední axilární linii na straně postižené plíce. Diskutovanou alternativou k umístění jehly je druhé mezižebří ve střední klavikulární linii. Doporučená jehla k výkonu má průměr 14 G a délku minimálně osm centimetrů (cm) s ohledem na habitus pacienta.

Následná hrudní drenáž se využívá jako definitivní ošetření tenzního pneumothoraxu a dále k léčbě otevřených či zavřených PTX při hemothoraxu nebo pleurálního výpotku. Tento léta využívaný postup lze provést v přednemocniční péči, na emergency roomech i na operačním sále. Nejběžnější místa pro zavedení hrudního drénu jsou ve druhém mezižebří střední klavikulární linie a mezi pátým až šestým mezižebří ve střední axilární linii postižené strany. Drén se zavádí přes parietální pleuru za pomoci trokaru, který je opatřen na konci ostrou špičku a po zavedení se odstraňuje. Drény využívané k hrudní drenáži jsou vyrobeny z kvalitní syntetické umělé hmoty, délky 40-50 cm a s průměrem 6,5 až 8 milimetrů (mm). (Cpt. Misgav Rottenstreich, et al., 2015, s. 1211)

Na základě dohledaných poznatků si lze položit otázku: Jaké jsou aktuální publikované poznatky o diagnostice a léčbě tenzního pneumothoraxu v přednemocniční neodkladné péči? Cílem této bakalářské práce je sumarizovat dohledané publikované poznatky o diagnostice a léčbě tenzního pneumothoraxu v přednemocniční neodkladné péči.

Cíl bakalářské práce je specifikován ve dvou dílčích cílech:

1. Sumarizace dohledaných aktuálních poznatků o diagnostice a léčbě tenzního pneumothoraxu jehlovou dekompresí
2. Sumarizace dohledaných aktuálních poznatků o diagnostických procesech a léčbě tenzního pneumothoraxu hrudní drenáží

Seznam vstupní literatury:

FIALA, Pavel, VALENTA, Jiří a EBERLOVÁ, Lada. 2008. *Anatomie pro bakalářské studium zdravotnických oborů. 2. vyd.* Praha: Karolinum. 173 s. ISBN 978-80-246-1491-5.

STOLZ, J. Alan a PAFKO, Pavel. 2010 *Komplikace v plicní chirurgii.* Praha: Grada. 240 s. ISBN 9788024735863.

ŠEBLOVÁ, Jana a KNOR, Jiří. 2018. *Urgentní medicína v klinické praxi lékaře. 2., doplněné a aktualizované vydání.* Praha: Grada Publishing. 480 s. ISBN 978-80-271-0596-0.

VAŠÁKOVÁ, Martina a ŽÁČKOVÁ, Pavla. 2012 *Hrudní drenáže krok za krokem.* Praha: Maxdorf. Jessenius. 234 s. ISBN 978-80-7345-278-0.

VODÍČKA, Josef. 2015. *Traumatologie hrudníku.* Praha: Galén. 241 s. ISBN 978-80-7492-168-1.

VODIČKA, Josef. 2014 *Speciální chirurgie*. 2., dopl. vyd. Praha: Karolinum. 317 s. ISBN 978-80-246-2512-6.

WENDSCHE, Peter a VESELÝ, Radek. 2015. *Traumatologie*. Praha: Galén. 344 s. ISBN 9788074922114.

ŽVÁK, Ivo. 2006 *Traumatologie ve schématech a RTG obrazech*. Praha: Grada. 208 s. ISBN 80-247-1347-0.

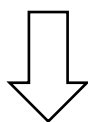


## 1. Popis rešeršní činnosti

### ALGORITMUS REŠERŠNÍ ČINNOSTI

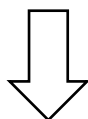
#### VYHLEDÁVACÍ KRITÉRIA:

- klíčová slova v ČJ: Tenzní pneumothorax, management, léčba, přednemocniční neodkladná péče, nemocniční péče, záchranář, jehlová dekomprese, hrudní drenáž
- klíčová slova v AJ: Tension pneumothorax, management, therapy, prehospital emergency care, hospital care, paramedic, needle decompression, tube thoracostomy
- jazyky: český, slovenský, anglický
- vyhledávací období: 2010–2020
- další kritéria: dostupnost fulltextů, recenzovaná periodika, články

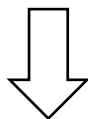


#### DATABÁZE:

EBSCO, Science Direct, PubMed, Google Scholar

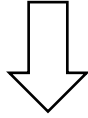


Nalezeno 118 článků.



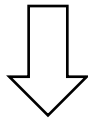
#### VYŘAZUJÍCÍ KRITÉRIA:

- duplicitní články
- kvalifikační práce
- články netýkající se dané problematiky
- studie se vzorkem pod 10 pacientů



**SUMARIZECE VYUŽITÝCH DATABÁZÍ A DOHLEDANÝCH DOKUMENTŮ:**

- EBSCO – 4 zahraniční články
- Science direct – 4 zahraniční články
- Pub Med – 6 zahraničních článků
- Google Scholar – 3 zahraniční články, 1 český článek



Pro tvorbu teoretických východisek bylo použito 18 dohledaných článků.

Pro tvorbu přehledové bakalářské práce byla dále použita 1 knižní publikace, která je citována v referenčním seznamu.

## 2. Přehled publikovaných poznatků o ošetření a diagnostice tenzního pneumothoraxu

V pořadí druhá kapitola je rozdělena do dvou podkapitol. První shrnuje informace a výsledky studií o jehlové dekompresi a jejím ošetření. Druhá podkapitola se zabývá problematikou hrudní drenáže.

### 2.1. Jehlová dekompese

V posledních letech se v odborné literatuře nejčastěji diskutuje vhodný typ dekompresní jehly a volba ideálního místa na hrudníku pro její zavedení. V pokynech ATLS sedmé edice z roku 2010 se doporučovalo provést dekompresi velkou dekompresní jehlou v druhém mezižebním prostoru (midklavikulární prostor). Jak uvádí Ball se spolupracovníky, je současná literatura v rozporu s tvrzením o účinnosti obligátně používaných katétrů k dosažení pleurálního přístupu. Nyní, nejnovější pokyny ATLS desáté edice z roku 2018 doporučují provedení jehlové dekompese s umístěním jehly v pátém mezižebří v přední axilární linii na straně postižené plíce doporučenou jehlou s průměrem 14 G a minimálně 8 cm dlouhou.

Studie srovnávající tloušťku hrudní stěny pomocí ultrasonografie (US), počítačové tomografie (CT) nebo pitevní nálezy ukazují, že mnoho běžně používaných jehel či katetru nemá dostatečnou délku k účinnému odsátí vzduchu z pleurálního prostoru. Znepokojující je i množství komplikací spojených s jehlovou dekompresí a následnou hrudní drenáží. (Ball C. G., et.al., 2010, s. 185-187)

Ball se svými spolupracovníky v roce 2010 publikoval retrospektivní studii z důvodu mnoha diskusí o tom, že neúspěšné jehlové dekompese jsou zapříčiněny nedostatečnou délkou katetru. Cílem této studie bylo zjistit četnost selhání jehlové dekompese za použití katétrů o délkách 3,2 cm – 4,5 cm v sérii těžkých traumat. Studie atlantské univerzity<sup>1</sup> vychází z 9689 záznamů pacientů, které byly získány za 48 měsíců.

Celkový počet 142 pacientů z (9689) podstoupilo jehlovou torakostomii a z toho 101 (71 %) dekompresí bylo provedeno v přednemocniční péči v důsledku poranění plic vlivem tupého zranění. Sedmdesát pět pacientů bylo transportováno vrtulníkem a 26 pacientů bylo přepraveno pozemní záchrannou službou. V obou skupinách jsou demografické údaje

---

<sup>1</sup> Department of Surgery, Emory University, Grady Memorial Hospital, Atlanta

pacientů obdobné. Jedná se o vlastnosti jako pohlaví, věk, závažnost zranění dle ISS a délka pobytu v nemocnici.

Skupina transportována vrtulníkem měla vyšší úmrtnost, a to 58 %, zatímco skupina převezena pozemní záchrannou službou měla úmrtnost jen 39 %. Čtyři pacienti (15 %) z 26, kteří byli transportováni pozemní záchrannou službou, podstoupili okamžité TT z důvodu obav z případné hemodynamické nestability. Zbývajícím 22 pacientům bylo provedeno sonografické vyšetření hrudníku (EFAST), z nichž u 17 pacientů (77 %) byl zjištěn přetrvávající pneumothorax, a proto jim byl neprodleně zaveden hrudní drén. Dva z pěti pacientů, kteří podstoupili EFAST a měli negativní nález, podstoupili CT, u ostatních byl zaveden hrudní drén. Dvacet jedna pacientů (28 %) ze 75 transportovaných helikoptérou muselo podstoupit okamžitou TT jako prevenci před případnou hemodynamickou nestabilitou, zbývajících 54 pacientů podstoupilo vyšetření EFAST. U třech pacientů (6 %), kteří podstoupili TT (3/54), se projevil přetrvávající pneumothorax. Negativní výsledek vyšetření EFAST mělo 28 z 51 pacientů (55 %) a ti následně podstoupili CT. Zbylým 23 pacientům (45 %) byl zaveden hrudní drén.

Ze studie tedy plyne, že u každého pacienta s TPTX je třeba neprodleně provést torakotomii – v přednemocniční péči je to především jehlová dekomprese a následná hrudní drenáž. Analýza rozhodnutí ukázala, že se liší indikace NT u lékařů na sále a záchranářů v terénu, kteří při ošetření musí dbát mimo jiné na prostředí a nadmořskou výšku, a dle toho určit optimální sedaci a monitorování vitálních funkcí pacienta. „*Výsledkem je, že záchranáři provádějí NT s vyšší frekvencí než jejich kolegové z nemocnice, aby se zabránilo potenciálně katastrofickým následkům v obtížných scénářích.*“ Hrudní stěna narušena hematomy nebo podkožním emfyzémem může znemožňovat dekompresi, stejně tak i krátký katetr na jehle s mandrémem při NT, který nedosáhne pleurálního prostoru. Jehlová dekomprese sníží přetlak v hrudníku, což vede ke zlepšení hemodynamiky a snižuje riziko selhání oběhu. Neúspěšné pokusy o dekompresi se vyskytly v přednemocniční kohortě transportované vrtulníkem, kdy byl při jehlové dekompresi použit katetr o délce 4,5 cm až u 6% hemodynamicky nestabilních pacientů. Výsledek studie dekomprese tenzního pneumothoraxu poukazuje na selhání NT až u 65% případů (17 z 26 pozemně transportovaných pacientů) za použití jehly s katetrem o velikosti 3,2 cm, oproti 4 % pacientů (3 ze 75 transportovaných vrtulníkem) ošetřených pomocí 4,5 cm katetru.

Studie prokázala, že při použití katetru o velikosti 3,2 cm dochází k častému selhání u pacientů s tupým zraněním. Při užití 4,5 cm katetru se sníží míra selhání NT. (Ball C.G., et.al., 2010, s. 185-187).

Studie The Israel Defence Forces Medicals Corps měla za úkol ve svém výzkumu z roku 2015 zjistit účinnost angiokatetrů pro NT a v případě komplikací najít řešení. Tímto řešením se stal delší, širší a odolnější katetr pro provádění rychlé dekomprese hrudníku. Tato studie popisuje zkušenosti s 14 G angiokatetrem u ošetření tenzního pneumothoraxu lékařskými i nelékařskými pracovníky.

Z databáze 4621 pacientů, z nichž 111 pacientů (2,5 %) podstoupilo NT, byla u 17 z nich (15 %) provedena bilaterální dekomprese a 26 pacientů (23 %) podstoupilo opakovanou jehlovou dekompresi na postižené části hrudníku. Třiceti pěti (32 %) pacientům byl zaveden hrudní drén a následovaly další pokusy o NT. Většina pacientů byli muži v počtu 101 ze 111 (91 %), jejichž průměrný věk byl 21 let. Osmdesát sedm (78 %) pacientů utrpělo penetrující poranění a 21 pacientů (19 %) prodělalo tupé trauma a u zbylých 3 (3 %) nebylo poranění zcela konkrétně určeno. Osmdesáti pacientům (72 %) byla poskytnuta lékařská pomoc v terénu, většinou ještě na místě nehody, pokud jde o dopravní nehodu, na rozdíl od 31 pacientů (28 %), kterým byla lékařská péče poskytnuta ve zdravotnickém zařízení. Více jak polovině pacientů (54 %) bylo zranění způsobeno střelnou ranou. U 18 pacientů (16 %) šlo o dopravní nehodu. Další častou příčinou bylo zranění v důsledku výbuchu podomácku vyrobených trhavin u 14 pacientů (13 %).

Ve skupině přeživších 54 pacientů ze 111 (49 %) byla po NT u 20 pacientů (37 %) zlepšena slyšitelnost dechových ozev při auskultaci. Zatímco ve skupině zemřelých 57 pacientů ze 111 (51 %) hovořily záznamy o přechodném zlepšení po provedeném NT jen u 11 pacientů (19 %). Záchrané složky evidovaly zlepšení stavu dechových funkcí u pacientů po zavedení hrudního drénu u 45 (83 %) přeživších pacientů a u 49 pacientů (86 %), kteří nepřežili. Průměr ISS se pohyboval mezi 31 – 24,5 z čeho vyplývá, že se jednalo o pacienty s těžkým zraněním. U 49 pacientů byla přednemocniční NT prováděna vojenskými lékaři, 10 pacientům byla NT provedena zdravotníky záchranné služby (EMS) v kooperaci s vojenskými lékařskými týmy. Zlepšení stavu u 41 pacientů bylo nahlášeno vojenskými lékaři. U záchranářů EMS u 9 pacientů. I přes zlepšení celkového klinického stavu pacientů byla úmrtnost vysoká, a to u skupiny ošetřené vojenskými lékaři 55 % a u pacientů ošetřených záchranáři 90 %. U 88 pacientů (79 %) byl použit 14 G angiokatetr, u zbývajících pacientů nebyla doložena dokumentace. U většiny případů (79 %) byla jehlová dekomprese provedena na místě nehody a další ošetření následovalo při převozu záchrannou službou.

Ze studie vychází, že dekomprese pomocí 14 G angiokatetru v 79 % byla aplikována ve většině případů na místě události. U skupiny přeživších i zemřelých došlo k částečnému zlepšení stavu. Po aplikaci hrudních drénů se zlepšení stavu pacientů výrazně zvýšilo

až na 86 %. U žádného případu nebyly hlášeny jakékoliv iatrogenní komplikace v přednemocniční neodkladné péči. (Chen J., et.al., 2015, s. 121-122)

Retrospektivní studie od Aho a jeho spolupracovníků se zaměřila na vzniklá traumata u dospělých pacientů (min. věk 15 let) transportovaných pozemními a leteckými záchrannými složkami do traumatologického centra v letech 2003–2013. Do analýzy byli zahrnuti pacienti, kteří NT podstoupili na místě nehody, během převozu zdravotnickou záchrannou službou nebo během resuscitace v nemocnici. Cílem této studie bylo prokázat zvýšenou klinickou účinnost delšího angiokatetru o délce 8 cm ve srovnání s tehdejšími doporučením ATLS o délce 5 cm. Institucionální směrnice doporučovala provádět NT ve druhém mezižebří medioklavikulární čáry.

Součástí analýzy byly demografické údaje pacientů, údaje o postupu ošetření a následně její výsledky. V březnu 2011 bylo po multidisciplinární diskusi lékařského transportního týmu změněno nařízení, které s okamžitou platností umožnilo poskytovatelům přednemocniční péče provádění NT, z angiokatetru o průměru 14 G a délky 5,08 cm na 14 G 8 cm angiokatestr délky 8,26 cm. Jehla pro nemocniční traumatický tým (5cm angiokatestr) však zůstala nezměněna. Účinnost NT byla určena na podkladech dokumentace klinického zlepšení stavu pacienta definované jako celkové zlepšení fyziologických funkcí, a to parciální tlak kyslíku, respirační zlepšení, respirační frekvence, kardiovaskulární zlepšení, fyziologické hodnoty srdeční frekvence, krevního tlaku a pulsů. Zařazeny byly veškeré komplikace, které se objevily jako primární důsledek NT.

U 70 pacientů bylo provedeno 91 NT, u 21 z nich byla jehlová dekomprese provedena bilaterálně. Dekomprese proběhla buď v terénu, a to u 41 pacientů, nebo při resuscitaci v nemocnici u 29 pacientů. Větší počet pacientů (54) byli muži v průměrném věku 39 let. U 63 pacientů (90 %), byl mechanismus úrazu tupé trauma. Průměr ISS byl 28,7. Účinnost NT byla pozitivní u 49 % pacientů. Celková účinnost NT byla podstatně vyšší v přednemocniční péči (68,3 %) oproti nemocniční péči, kde byla úspěšnost pouze 20,7 %. Do března roku 2011 bylo vykonáno NT u 50 pacientů s pozitivním výsledkem 48 % a to u 29 pacientů v přednemocniční péči a 21 u pacientů v nemocničním prostředí. V přednemocniční péči došlo k lepšímu výsledku NT než v nemocnici, a to v poměru 75 : 25 % před změnou délky používaného katetru. Po roce 2011 a změně délky angiokatetru na 8 cm bylo provedeno 20 NT u 12 pacientů v přednemocniční péči a u osmi v nemocnici. Změna přinesla zlepšení účinnosti NT v přednemocniční péči a to na 83 % oproti 5cm katetru u něhož byla účinnost 62 %. Účinnost v nemocničním prostředí zůstala stejná i po změně délky katetru.

Celkový výsledek a srovnání NT u pacientů s 8 cm a 5 cm angiokatetrem poukázal na to, že větší délka angiokatetru byla efektivní u 83 % případů, oproti 41 % při použití kratšího angiokatetru. U 49 pacientů, kteří při léčbě tenzního pneumothoraxu podstoupili CT vyšetření, se zjistilo, že tloušťka jejich hrudní stěny ve druhém mezižebří střední klavikulární čáry byla 11,7 mm a ve čtvrtém mezižebří střední axilární linie 21 mm. Z radiografických předpovědí vyplývá, že angiokatestr o délce 5 cm neměl problém v 80 % NT ve vstupu do hrudní dutiny v druhém mezižebří střední klavikulární linie a v 53 % ve čtvrtém mezižebří střední axilární linie.

Použitím delšího katetru o délce 8 cm by se zajistilo 90 % až 100 % úspěšnost oproti používanému 5cm angiokatetru, s jednoduchým i rychlým řešením dekomprese na obou lokalizačních místech hrudníku. Za celou dobu studie nebyly zaznamenány žádné komplikace NT spojené s délkou angiokatetrů. (Aho, et.al., 2016, s. 273-275)

V roce 2020 byl publikován Norrisem et al. výzkum na zvířatech, který se zaměřil na používání 10 G angiokatetru jako alternativu k 14 G angiokatetru při ošetření tenzního pneumothoraxu v přednemocniční péči. Studie vycházela z pokynů Tactical Combat Casualty Care (TCCC), které byly aktualizovány v roce 2018. Od studie se očekávalo, že 10 G angiokatestr bude rychlejším nástrojem ke snížení napětí v porovnání s dlouhodobě používaným 14 G angiokatetrem. Studie byla provedena se souhlasem institucí, které dovolují vykonávat výzkumy na zvířatech.

Výzkum zahrnoval 38 jorkširských prasat, která vážila 32 až 81 kg, u kterých byl vytvořen tenzní pneumothorax vlivem vpravení oxidu uhličitého přes brániční trokary. Na začátku výzkumu byl stanoven tlak k zavedení oxidu uhličitého na 5 mm rtuťového sloupce (Hg) s průtokem 5 litrů za minutu. Dále se každé dvě minuty tlak navyšoval na 5 mm Hg s cílem poklesu srdečního výdeje o 50 %. Jakmile bylo dosaženo potřebných hodnot srdečního výdeje, začala se zvířata zachraňovat pomocí dostupných dekompresních jehel, které byly aplikovány do druhého a třetího mezižebří střední klavikulární linie či pátého a šestého mezižebří střední axilární linie. Po zákroku se každou minutu po dobu 5 minut dokumentovaly vitální funkce zvířat. V průběhu toho, bylo proudění oxidu uhličitého sníženo na 1 mm Hg při 1 l/min, toto mělo simulovat konstantní únik vzduchu. Zotavení bylo úspěšné ve chvíli, kdy se ustálil systolický krevní tlak na 80 % původní hodnoty. Primárním cílem byla úspěšná záchrana a sekundárním co nejkratší čas záchrany.

Sedmdesát šest případů TPTX bylo provedeno u 38 dospělých prasat a nebyly evidovány žádné významné rozdíly mezi charakteristikami zvířat a typem dekompresních

jehel. Angiokatetrem o velikosti 10 G se podařilo zachránit 90 % případů, zatímco angiokatetrem 14 G se zachránilo o 10 % méně případů.

Studie prokázala, že angiokatetr velikosti 10 G byl o něco lepší variantou než angiokatetr 14 G, a proto může být přijatelnou alternativou. U tenzního pneumothoraxu nebyly žádný výraznější rozdíly u stabilizací provedených do 1 minuty, všechny úspěšné stabilizace vitálních funkcí proběhly do 3 minut. (Norris E. A. et.al., 2020, s. 133-134)

V roce 2012 bylo náhodně vybráno a zapojeno do studie 25 dospělých mrtvol. Studie se zúčastnili náhodně vybraní členové amerického námořnictva z výcvikového střediska námořního traumatu v LAC+USC Medical Center v Kalifornii. Data o vojácích obsahovala věk, pohlaví, odsloužené roky, historii nasazení a předchozí zkušenosti s dekompresní jehlou a zavedením hrudní trubice. Cílem studie bylo analyzovat rychlost, přesnost a obtížnost použití dekompresní jehly na druhém mezižebří v porovnání s pátým mezižebří.

Jako první proběhlo základní seznámení s fyziologií tenzního pneumothoraxu, určení povrchových orientačních bodů na lidské mrtvole a konkrétní postupy při jehlové dekompresi. Námořníci měli k dispozici čtyři 8 cm angiokatetry o průměru 14 G (Introcan, B. Braun, Melsungen, Germany). Po identifikaci povrchových orientačních bodů bylo nutné aplikovat čtyři jehly do druhého a pátého mezižebří na obou stranách hrudníku. Počítačový software předem vygeneroval místa, která byla následně propíchnuta ve stanoveném pořadí. Po umístění jehly byla klasifikována přesnost jejího umístění a vstupního bodu. U druhého i pátého mezižebří byla povolena odchylka o poloměru 5 cm, odchylka větší jak 5 cm byla uvedena jako chyba dle standardního metrického pravítka. Při studii byly porovnávány tyto údaje: čas zavedení jehly, přesnost umístění jehly a obtížnost výkonu. Přesné zavedení jehly bylo vyhodnocováno za použití dvou standardů, a to správného umístění do mezižebří (druhé a páté) a správného celkového umístění (druhé mezižebří střední klavikulární linie a páté mezižebří střední axilární linie s povolenou odchylkou  $\pm 5$  cm).

Studie se zúčastnilo 25 členů námořnictva, u nichž byl průměrný věk 26 let s průměrnou pracovní zkušeností 4 roky. Většina z nich (72 %) byli muži a 52 % z nich mělo zkušenosti s nasazením v boji. Šedesát procent z nich již dříve provedlo jehlovou torakostomii a zbylých 40 % námořníků se pokusilo o zavedení hrudního drénu, to vše na modelech nebo živých pacientech. Námořníci ve většině případů (19 z 25) uváděli jako snadnější postup zavést jehlu v pátém mezižebří než ve druhém. Páté mezižebří bylo hodnoceno jako neutrální, snadné a velmi snadné, zatímco druhé mezižebří bylo hodnoceno jako obtížné nebo velmi obtížné. Tři z 25 námořníků označili obtížnost jehlové dekompresce v pátém a ve druhém mezižebří jako srovnatelnou a další tři zhodnotili torakostomii v pátém



mezižebří jako obtížnější oproti druhému mezižebří. Dekomprese hrudníku trvala u obou lokalit necelých 17 sekund. Co se týče přesnosti umístění dekompresního bodu, tak problém s umístěním dělalo námořníkům druhé mezižebří, kde byla zjištěna neúspěšnost 82 % na rozdíl od pátého mezižebří, kde byla neúspěšnost jen 22 %. Konkrétní příklad nepřesnosti u vyhledání dekompresního bodu je ten, že dva námořníci umístili jehlu do třetího žebra a hrudní kosti. Větší odchylka od dekompresního bodu byla celkově definována pro druhé mezižebří a to 3,14 cm oproti pátému mezižebří, kde byla vzdálenost odchylky průměrně 1,2 cm. Po ukončení dekomprese bylo provedeno vyšetření laparotomií a oboustrannou torakotomií, aby se zjistilo, zda nedošlo k iatrogennímu poranění hrudníku, břicha nebo přilehlých orgánů, avšak ve druhém ani pátém mezižebří nebyl nalezen žádný důkaz o poranění jehlou při dekompresi.

Z této studie vychází, že pro záchrannou lékařskou pomoc v přednemocniční péči, je pro jehlovou dekompresi hrudníku páté mezižebří přední axilární linie časově stejně náročné, a navíc přesnější a jednodušší než tradiční druhé mezižebří v midklavikulární linii. Autoři studie došli k závěru, že na základě zjištěných údajů je páté mezižebří přední axilární linie považováno jako ekvivalentní první volba při jehlové dekompresi u pacientů s klinickými známkami tenzního pneumothoraxu. (Inaba K. et. Al., 2015, s. 1044-1047)

Do studie Inaby a kolektivu trvajících 6 měsíců bylo náhodně vybráno 20 dospělých mrtvol, 14 mužů a 6 žen. Účelem této studie bylo vyhodnotit vhodné umístění dekompresní jehly u dvou lokalizačních míst na hrudníku ve druhém mezižebří střední klavikulární linie ve srovnání s pátým mezižebřerním prostorem přední axilární linie. Je nutno podotknout, že v roce 2011 ATLS doporučovala podle osmého vydání 5cm angiokatetr s průměrem 14 G umísťovat při dekompresi do druhého mezižebřerního prostoru ve střední klavikulární linii.

Mrtvoly byly uchovávány v chladících boxech a hodiny před výkonem experimentu byly vytaženy, aby se jejich teplota ustálila na pokojové teplotě. Při dekompresi byly použity angiokatetry o průměru 14 G a velikosti jehly 5 cm. Během výkonu byly porovnávány dvě polohy pro umístění dekompresního bodu, a to pátý mezižebřerní prostor v midaxilární linii a druhý mezižebřerní prostor v midklavikulární linii. Po zajištění jehel byla provedena bilaterální torakotomie k posouzení správného umístění. Na závěr studie byla porovnávána úspěšnost u obou dekompresních míst a tloušťka hrudní stěny v místě dekomprese.

Při studii bylo použito 80 dekompresních jehel, 40 v pátém mezižebří a 40 ve druhém mezižebří. Všech 40 jehel umístěných v pátém mezižebří vstoupilo úspěšně do hrudní dutiny, zatímco ve druhém mezižebří bylo úspěšných jen 23 (57,5 %) vstupů do hrudní dutiny. Na pravé i levé straně hrudníku v pátém mezižebří byla 100% úspěšnost při dekompresi.

Menší úspěšnost dekomprese byla na obou stranách hrudníku ve druhém mezižebří, na pravé straně 60 % a na levé straně 55 %. Celková tloušťka hrudní stěny byla 3,5 cm v pátém mezižebním prostoru a 4,5 cm ve druhém mezižebním prostoru. Výsledky byly analyzovány i podle pohlaví mrtvol. U mužů proniklo do hrudní dutiny 75 % jehel umístěných ve druhém mezižebří na rozdíl od žen, u kterých byla míra úspěšnosti jen 16,7 %. Tato data byla důsledkem zjištění významného rozdílu tloušťky hrudníku u mužů a žen. U mužů v pátém mezižebří byla naměřena tloušťka hrudní stěny 3,3 cm a ve druhém mezižebří 4,1 cm. U žen byly tyto rozdíly zjištěny také, ve druhém mezižebří byla tloušťka hrudní stěny 5,2 cm, zatímco v pátém mezižebří 4,1 cm.<sup>2</sup>

Jehlová dekomprese byla úspěšná ve 100 % umístění v pátém mezižebří na rozdíl od tradičně využívaného druhého mezižebří, kde byla úspěšnost jen 58 %. Celková tloušťka hrudní stěny byla rozdílná u obou mezižebří v pátém midaxilárním a druhým midklavikulárním prostoru o 1 cm. (Inaba K. et. Al., 2011, s. 1099-1103)

Grabo a kolektiv zveřejnili v roce 2014 výsledky studie, která měla za cíl zjistit znalosti o technice a správném umístění dekompresní jehly u 40 náhodně vybraných námořních vojáků na mrtvolách v laboratoři Fresh Tissue Dissection (FTD) v Los Angeles County – University of Southern California. Autoři chtěli dále pomoci studii vyhodnotit úspěšnost metod výuky dle formy teoretické a prakticko-teoretické.

Do studie v roce 2012 bylo vybráno od února do srpna 20 dospělých mrtvol. Vojáci amerického námořnictva měli v průměru 26 let, s průměrnou pracovní zkušeností 4,7 let a většina z nich (80 %) byli muži. Čtyřicet procent mělo zkušenosti s bojovým nasazením a 47,5 % mělo zkušenosti s dřívějšími pokusy o jehlovou dekompresi. Účastníci byli rozděleni do dvou skupin po dvaceti, u kterých byla praktikována odlišná metoda krátké výuky o jehlové dekompresi. Výsledky pak byly porovnány mezi oběma skupinami vojáků, a to v čase potřebném k provedení postupu, správném umístění jehly a velikosti odchylky od správné polohy.

První skupina zahrnovala standardizovanou didaktickou přednášku, která obsahovala teorii jehlové dekomprese, indikace a podrobné pokyny k technice umístění jehly pomocí fotografií založených na mrtvolách a grafické či schématické ilustrující principy o umístění dekompresní jehly. Druhé skupině byla prezentována stejná náplň výuky, avšak v prostředí laboratoře FTD, jako praktický trénink na figuríně, která se podobala živému člověku, a simulovala tak živou tkáň. Účastníkům studie nebylo umožněno si nacvičit umístění

---

<sup>2</sup> Odchylka tloušťky hrudní stěny je  $\pm 1$  cm.

dekompresní jehly, ale principem této výuky bylo, aby byli schopní si nahmatat anatomické orientační body a seznámit se s dekompresní jehlou pod vedením instruktora.

Po absolvování jedné z výuky zahájili účastníci pokusy o jehlovou dekompresi na mrtvolách za použití jehly o průměru 14 G a velikosti 8 cm (od výrobce Introcan, B. Braun, Melsungen, Germany), jak je specifikováno v pokynech Tactical Combat Casualty Care (TCCC). Každá mrtvola podstoupila umístění dekompresní jehly do druhého mezižebří midklavikulárního prostoru na pravou a levou laterální polovinu hrudníku, jedním účastníkem vyškoleným pomocí metody teoretické a prakticky-teoretické. Celkem tedy bylo použito 80 jehel. Po zavedení dekompresní jehly se zaznamenal čas potřebný k provedení výkonu a po zajištění jehel následovala kontrola traumatologa, který vyhodnotil polohu jehel. Správné umístění jehly vyžadovalo, aby byla jehla zasunutá do druhého mezižebří midklavikulární linie. Přijatelná odchylka od ideálního bodu umístění byla maximálně  $\pm 1$  cm. Celkový čas potřebný k jehlové dekompresi se nějakým větším rozdílem u obou skupin nelišil. Teoretická skupina měla průměrný čas k zavedení jehly 15,3 sekundy a skupina prakticko-teoretická měla čas zavedení 13,4 sekund. Přesnost umístění byla už více odlišná, správné umístění jehly odhalilo výrazné rozdíly mezi oběma studijními skupinami. Pouze menšina z teoretické skupiny (35 %) umístila jehlu správně do druhého mezižebřího prostoru, 45 % účastníků jehlu umístilo do třetího mezižebří a 20 % se odchýlilo až o dvě a více mezižebří. Přesnost od správné polohy byla v průměru 3,46 cm. Ve srovnání s tím většina účastníků přiřazených do skupiny prakticko-teoretické prokázala přesné umístění ve druhém mezižebřího prostoru (75 %) s přesností umístění od správné polohy 1,11 cm.

Studie prokázala, že prakticko-teoretická skupina měla lepší výsledky v anatomické přesnosti umístění dekompresní jehly než skupina teoretická a nebyl zaznamenán žádný rozdíl v čase potřebném k umístění jehel. Výsledky studie však nejsou zcela kompatibilní s reálným ošetřením v přednemocniční neodkladné péči, protože studie byla prováděna na mrtvolách a nebyl v době provedení jehlové dekomprese navozen pneumothorax, tudíž neproběhly žádné zpětné senzorycké podněty jako je příval vzduchu nebo fyziologické odpovědi vyskytující se ve reálném klinickém scénáři. (Grabo D., et. al., 2014, s. 109-113)

Leatherman et. al. ve své studii chtěl dokázat, že je tu alternativní možnost k 8cm angiokatetru 14 G, který je nejčastěji využíván dle nejnovějších pokynů ATLS u ošetření tenzního pneumothoraxu. Touto alternativou byl angiokatetr 10 G, upravená jehla Veress a laparoskopický trokar.

Tyto metody a nástroje byly účinné na zvířatech, ale doposud nebyla zjištěna jejich účinnost na lidských mrtvolách. Proto se tvůrci studie zaměřili na vyhodnocení bezpečnosti

u čtyř různých druhů dekompresních nástrojů a na jejich stabilitu v průběhu simulovaného transportu, při kterém byly mrtvoly připojeny na umělou plicní ventilaci. Tento krok měl simulovat převoz pacientů. Před započítím studie bylo predikováno, že nástroje určené k dekompresi budou mít srovnatelné výsledky, pokud jde o správnost umístění a stabilitu během simulovaného převozu pacienta.

Pro studii byly použity angiokatetry 14 G a 10 G délky 8 cm, upravená jehla Veress s délkou 8,6 cm, která byla vybavena konektorem Luer Lock, což je indikátor ukazující polohu styletu v jehle s označením hloubky pro vložení. Klíčovým rysem všech typů jehly Veress je již zmiňovaný stylet, což je dutý uzavřený drát vedený katetrem, který slouží jako bezpečnostní prvek při proniknutí měkkou tkání. Posledním nástrojem využitým při studii byl laparoskopický trokar široký 2-3 mm 10 cm dlouhý, který vyžaduje před aplikací nářez skalpelem. Studie byla prováděna na sedmi nabalzamovaných mrtvolách, které byly zaintubovány a vytvořil se tak pneumothorax. Byly zaznamenány jejich obdobné demografické údaje včetně indexu tělesné hmotnosti (BMI). Hlavní cíle pro tuhle studii byly zajistit pleurální vstup, zjistit míru dislokace angiokatetrů po nasimulovaném transportu a případné iatrogenní poškození. Mezi vedlejší cíle patřilo odhalit rozměr posunutí nástroje po pohybu.

U sedmi lidských mrtvol bylo dohromady použito 84 dekompresních jehel k ošetření vytvořených tenzních pneumothoraxů. Nástroje určené k dekompresi hrudníku byly rozděleny po 42 vpíchích v místech pátého mezižebří přední axilární linie s průměrnou tloušťkou hrudní stěny (CWT – z angl. chest wall thickness) 39 mm a druhého mezižebří střední klavikulární linie s průměrným CWT 31 mm. Pro 42 vpichů bylo vyčleněno 18 pokusů angiokatetry 10 G a laparoskopickými trokary, zbylých 24 pokusů tvořily angiokatetry 14 G a jehly Veress. Věkové rozmezí mrtvol bylo 26–59 let s průměrným BMI 24 kg/m<sup>2</sup>. Do pleurálního prostoru se celkově nepodařilo dostat čtyři nástroje (dva 14 G angiokatetry, jeden 10 G angiokater a jednu jehlu Veress), bez velkého rozdílu mezi oběma měřitelnými místy v počtu 93 % u druhého mezižebří střední klavikulární linie a 98 % u pátého mezižebří axilární linie. Dislokace použitých jehel při studii byla v místě druhého mezižebří výrazně vyšší v 67 % oproti 17 % v místě pátého mezižebří přední axilární linie. U některých katetrů bylo zjištěno větší posunutí a změna polohy v pleurálním prostoru, jiné zůstaly v místě, ale došlo k uvolnění z pleurální dutiny a funkce nebyla správná. Následně při torakotomii bylo nalezeno dohromady pět (6 %) iatrogenních poranění způsobené jehlovou dekompresí, které by pacienta neohrožovaly na životě. Jednalo se o drobné punkční zásahy do plic.

Vzdálenost posunu aplikovaných dekompresních nástrojů při simulovaném transportu na nosítkách v místnosti o celkové vzdálenosti pěti metrů byla o dost větší.

Výsledky ukázaly, že u pátého mezižebří v přední axilární linii došlo k nižší dislokaci použitých nástrojů i posunu nástroje během simulovaného transportu než u místa ve druhém mezižebří střední klavikulární linie. (Leatherman M. L., et. al., 2017, s. 136-141)

Azizi et al. zveřejnili v roce 2020 výsledek observační studie, která se zaměřovala na stanovení tloušťky hrudní stěny na anatomických místech ve druhém mezižebřerním prostoru střední klavikulární linie a ve čtvrtém až pátém mezižebří v přední axilární linii u pacientů s normální hmotností, nadváhou či obezitou. Cílem této studie bylo uvést rozdíl měřeného CWT ultrazvukem mezi měřitelnými místy pro jehlovou dekompresi v případě vzniklého tenzního pneumothoraxu. O preferovaném místě k umístění dekompresní jehly se neustále vedou diskuse. V souvislosti s tím se v roce 2018 změnilo stanovisko ATLS na pokyny desáté edice, kdy se místo určené k dekompresi z druhého mezižebří ve střední klavikulární linii přesunulo do čtvrtého až pátého mezižebří přední axilární linie. Navzdory tomu některé pokyny stále doporučují jako ideální dekompresní bod druhé mezižebří střední klavikulární linie. Hlavní důvod důležitosti pro výběr místa dekomprese je pravděpodobnost průniku jehly do hrudní dutiny. Míra pravděpodobnosti závisí jak na anatomii pacienta a tloušťce hrudní stěny, tak i na charakteristice použitého vybavení, například délce jehly.

Studie byla zaměřena na pacienty, kteří se v období dvou týdnů v červnu roku 2019 dostavili na ošetření do šesti fakultních a dvou univerzitních nemocnic. Po souhlasu pacientů následovalo zaznamenání demografických údajů, hmotnost, výška, BMI, ultrazvukového snímku na hrudníku v místě pro vyšetření plic a pleurálního prostoru. Dále bylo naměřeno u každého pacienta CWT od kůže po pleurální linii, a to ve druhém mezižebřerním prostoru střední klavikulární linie a ve čtvrtém i pátém mezižebří v přední axilární linii na obou stranách hrudníku.

Do studie se za sledované období zařadilo z osmi vybraných nemocnic 390 pacientů s průměrným věkem 51 let a průměrným BMI 25,5, z toho 204 pacientů (52 %) byli muži. Ve druhém mezižebří střední klavikulární čáry i ve čtvrtém až pátém mezižebří přední axilární linie bylo průměrné CWT 26. Patientky měly hrudní stěnu o něco silnější v obou anatomických měřitelných místech. U hubených pacientů bylo ve druhém mezižebří střední klavikulární linie naměřeno průměrné CWT 22 (BMI 18-27), u pacientů s nadváhou 27 (BMI 23-31) a u obézních jedinců 35 (BMI 30-40). Podobný nárůst CWT se naměřil i u čtvrtého až pátého mezižebří přední axilární linie, a to u štíhlých v počtu 22 (BMI 19-26), u pacientů s nadváhou 29 (BMI 25-34) a 39 u obézních (BMI 31-45). Data zjištěna ze studie

znázornila rozdíl mezi průměrem tloušťky hrudní stěny u obou dekompresních bodů, který byl závislý na BMI pacienta. Z celkových výsledků vyplývá, že tloušťka hrudní stěny nebyla významně odlišná mezi druhým a čtvrtým až pátým mezižebřím u hubených pacientů, nicméně u pacientů s nadváhou a obezitou již ano.

Autoři se na základě zjištěných dat přiklání k výsledku, že hrudní stěna ve čtvrtém až pátém mezižebří přední axilární linie je podstatně silnější než ve druhém mezižebří střední klavikulární linie u pacientů s nadváhou a obezitou. Dále se domnívají, že teoretická šance na úspěšnou dekompresi tenzního pneumothoraxu je výrazně vyšší u druhého mezižebří střední klavikulární linie. Toto zjištění je v ostrém kontrastu s nejnovějšími doporučeními ATLS, kde se doporučuje pro jehlovou dekompresi čtvrté až páté mezižebří přední axilární linie. Nutno k této studii podotknout, že autor srovnává hypotetické výsledky možných komplikací, které ale nenastaly. Dle mého názoru a nejnovějších pokynů ATLS desáté edice a využití doporučeného 8 cm dlouhého angiokatetru se může zvýšit úspěšnost NT i u pacientů s nadváhou a obezitou právě ve čtvrtém až pátém mezižebří přední axilární linie. (Azizi N., et. al., 2020, s. 1-6)

Obdobná observační studie z roku 2012 od Akoglu et al. z Emergency Department traumatologického centra z Istanbulu se už dříve taktéž zabývala problematikou velikosti CWT v anatomických místech ve druhém mezižebří střední klavikulární linie a pátém mezižebří v přední axilární linii u pacientů s potvrzeným tenzním pneumothoraxem. Předpoklad studie byl takový, že druhý mezižebřní prostor ve střední klavikulární linii by mohl být u většiny pacientů s tenzním pneumothoraxem silnější než pět centimetrů a že by pátý mezižebřní prostor ve střední axilární linii byl lepší volbou pro jehlovou dekompresi. Součástí studie dále bylo vyzkoušet úspěšnost doporučené 50 mm dekompresní jehly, kterou pro výkon tehdy doporučovala ATLS osmé edice, a zda by se dostala v anatomických místech do pohrudniční dutiny.

Za jeden rok shromáždování dat, po vyloučení pediatrických pacientů (do 14 let) a pacientů s už zavedenou hrudní drenáží, bylo ošetřeno 160 pacientů s tenzním pneumothoraxem vzniklým různými příčinami. Měkké tkáně na dvou anatomických místech byly měřeny speciálním měřičem souběžně s CT a snímky se následně odesílaly do systému archivace snímku (PACS) pro stanovení výsledku velikosti CWT pacienta. Dohromady se studie zúčastnilo 160 pacientů, z nichž bylo 136 mužů s průměrným věkem 36 let a 24 žen s průměrným věkem 38 let. U všech pacientů byl diagnostikován tenzní pneumothorax. Hlavní příčina vzniku byla vlivem dopravních nehod, pádů a bodných poranění. Průměrné CWT, které bylo naměřeno v pravém druhém mezižebřním prostoru ve střední klavikulární

linie bylo u mužů 38,8 mm a u žen 51,9 mm. Na levé straně byla velikost obdobná. U 28 ze 136 mužů a 13 z 24 žen bylo naměřené CWT větší než 50 mm v pravém mezižebří ve střední klavikulární linii. Na levé části hrudníku téhož anatomického místa mělo 20/136 mužů a 10/24 žen CWT také větší než 50 mm. Všechny ženy a muži, kde CWT přesáhlo více jak 50 mm, byli zařazeni do kategorie nepřístupných míst pro standardní 50 mm dekompresní jehlu. U měření v pátém mezižebří mělo 15/136 mužů a 8/24 žen CWT větší než 50 mm a pacienti byli rovněž začleněni mezi neúspěšné pokusy pro jehlovou dekompresi jehlou o délce 50 mm. Je nutné taky poznamenat, že zvýšené CWT můžou zkreslovat mnohočetné zlomeniny žeber, kontuze plic a u žen velikost poprsí v anatomických místech určených k jehlové dekompresi.

Výsledek studie prokázal, že CWT u žen bylo větší než u mužů v obou anatomických místech, ale významně větší ve druhém mezižebří střední klavikulární linie. Mezi další poznatek patří, že velikost CWT v obou anatomických místech přesahuje adekvátní velikost k dekompresi pomocí doporučené 50 mm jehly a že by byla u 11 % mužů a 33 % žen nepřístupná v pokusu o dekompresi v hrudní dutině bez ohledu na místo, kde by byla provedena. ATLS sice doporučovala pro jehlovou dekompresi druhý mezižebří prostor střední klavikulární linie, ale už několik předešlých studií došlo k závěru, že CWT v tomto místě přesahuje velikost k doporučené 50 mm dekompresní jehly. Kdyby bylo použito tohle rutinní anatomické místo u pacientů, kteří byli součástí této studie k jehlové dekompresi, přibližně 14,7 % pokusů u mužů a 41,7 % u žen by bylo neúspěšných. Je tedy velice pravděpodobné, že zhruba jedna třetina pacientů této studie by nemohla být ošetřena dekompresní jehlou o délce 50 mm.

Výsledky ukazují, že v případě jehlové dekomprese u pacientů s tenzním pneumothoraxem může být pátý mezižebří prostor ve střední klavikulární linii lepším místem s tenčím CWT, případně je potřeba zvolit delší dekompresní jehlu, než je 50 mm. (Akoglu H., et. al., 2013, s. 1177-1182)

## 2.2.Hrudní drenáž

Správná technika, anatomické znalosti a manuální zručnost by měly patřit mezi základní dovednosti každého chirurga a lékaře pohybujícího se v urgentní medicíně při zavádění hrudního drénu. Hrudní drenáž se dá rozdělit na urgentní, akutní a elektivní. Je zřejmé, že bude jinak vypadat urgentní drenáž v režimu „damage control surgery“ u závažných traumat a jinak při plánovaném výkonu v nemocničním zařízení. Pokud se budeme bavit o urgentní hrudní drenáži, která se využívá v „damage control surgery“, indikace je především u stavů, které člověka ohrožují na životě a mezi tyto stavy patří především tenzní pneumothorax.

Akutní hrudní drenáž je vyhrazena stavům, které by člověka mohly potenciálně ohrozit na životě a patří mezi ně vznik spontánního nebo traumatického pneumothoraxu. V urgentních stavech, kdy přítomnost patologického obsahu v pleurální dutině pacienta ohrožuje, například při tenzním pneumothoraxu, by měla drenáži předcházet jehlová dekomprese. Drény používající se v přednemocniční neodkladné péči jsou vyrobeny z kvalitní syntetické umělé hmoty nebo z přírodních materiálů. Délka používaných drénu dosahuje velikosti 40 až 50 cm a šířka se udává podle Charriéra (Charr) nebo v jednotkách French (F). Standartní výběr velikosti je v rozmezí 24 až 36 F. U tenzního pneumothoraxu v terénu se pak často při hrudní drenáži používá pohotovostní set, který obsahuje jehlu s jednosměrným ventilem a chlopni. Doporučované místo pro zavedení drénu v přednemocniční péči je tzv. bezpečný trojúhelník (safe triangle), kdy hranice tvoří laterální okraj velkého prsního svalu, spodní okraj axily, přední okraj širokého zádového svalu a linie probíhající prsní bradavkou. Umístění hrudního drénu v podpaží je další z možností, i když i zde se najdou rizika, a to spojené se zalamováním drénu a sníženou funkcí. U volného výpotku lze hrudní drén zavádět v 5. až 6. mezižebří ve střední axilární linii se směřováním drénu laterobazálně nebo dorzobazálně. Zavedený hrudní drén nemůže zůstat otevřený, kromě tenzního pneumothoraxu, nemáme-li k dispozici vodní zámek nebo Heimlichovu chlopeň. Heimlichova chlopeň umožňuje proudění vzduchu a tekutiny z pohrudniční dutiny pryč a chlopeň zabraňuje zpětnému nasátí patologického obsahu zpět. Mezi hlavní komplikace při zavádění hrudního drénu je nutné zmínit dislokace drénu, krvácení, plicní edém, empyém atd. (Bohanes T., et.al., 2013, s. 662-678)

Aplikace hrudního drénu je v současnosti definitivní léčba pro tenzní pneumothorax, ale technika je časově náročnější než jehlová dekomprese a vyžaduje také vyškolený personál a kontrolu, aby byla aplikace bezpečná. (Drori A., et.al., 2016, s. 215-219)



Hernández et al. v roce 2018 provedli metaanalýzu z 478 publikovaných případových studií, z nichž do konečných výsledků bylo zahrnuto pouze 29 studií. Hlavním kritériem výběru bylo to, že studie zahrnuté do této metaanalýzy měly obsahovat informace ohledně určení míry komplikací u aplikace hrudních drénů u pacientů při vzniklém tenzním pneumothoraxu. Účelem této studie bylo získat kvalitnější data o charakteristikách komplikací a snížit četnost komplikací souvisejících s provedením hrudní drenáže. Pro její účely byla vytvořena metodika k definování typu komplikací. Předpokladem byla úvaha, že se bude jednat o komplikace spojené s polohou zavedení hrudního drénu.

Klasifikační systém rozdělil komplikace vzniklé při zavádění hrudních drénů do pěti samostatných kategorií. Komplikace při zavádění drénů, poziční umístění drénů, odstraňování drénů, infekce vzniklá špatným zacházením a selhání drénu jako zařízení. Za komplikace spojené se zaváděním drénu do pohrudniční dutiny byly považovány intrathorakální a extrathorakální poranění vzniklé do 24 hodin od aplikace drénu. Komplikace spojené s odstraněním zahrnovaly recidivu pneumothoraxu, krvácení nebo cizí těleso v místě zavedení. Infekční komplikace zahrnovaly vývoj empyému. Mezi další komplikace patřily problémy se zavaděčem hrudního drénu. Z každého zahrnutého článku byly zaznamenány demografické údaje pacientů, mechanismus poranění a případné komplikace spojené s hrudní drenáží.

Dohromady bylo tedy zkontrolováno 29 studií, z nichž bylo analyzováno 4981 inzercí hrudní drenáže. Mezi mechanismy zranění patřilo tupé zranění v počtu 60 %, bodné 27 % a střelné v počtu 13 %. Míra hlášených komplikací ze všech prací byla 19 %, což je 949 komplikací. Největší počet komplikací v 53,1 % byl spojen s nesprávnou pozicí zavedeného hrudního drénu. Další velkou skupinu tvořily komplikace v souvislosti s nesprávným odstraněním drénu v počtu 16,2 %. Podobně na tom byly komplikace spojené se zaváděním drénu do pohrudniční dutiny, které tvořily 15,3 %. Infekční nebo imunologické komplikace se vyskytly u 14,8 % pacientů. Nejmenší průměr zaznamenaly komplikace s nesprávnou funkcí hrudního drénu v 0,6 %.

Tato metaanalýza prokázala, že míra komplikací spojená se zavedením hrudního drénu při vzniklém tenzním pneumothoraxu je 19 %, tedy že téměř každý pátý pacient utrpěl nějakou formu komplikace. Velikost hrudního drénu nebyla u každého pacienta stejná, a tudíž by mohl nastat rozdílný počet komplikací u různých velikostí drénů. Závěrem je nutné poznamenat, že je třeba lépe porozumět komplikacím spojeným s hrudní drenáží a je důležité zabývat se správnou technikou aplikace hrudních drénů do pohrudniční dutiny, zlepšit

rozpoznávání komplikací, snažit se o standardizaci vzdělávání a sjednotit společné postupy pro tento výkon. (Hernandez et. al., 2018, s. 410-416)

Autoři Martin et al. zveřejnili v roce 2012 výsledky experimentální studie na zvířatech, která se zabývala problematikou, zda je nutné zavedení hrudního drénu při vzniklém tenzním pneumothoraxu aplikovat primárně, nebo až po jehlové dekompresi. Cílem studie bylo zjistit, jaké výsledky a úspěšnost má jehlová dekompresie a hrudní drenáž při vzniklém pneumothoraxu na zvířecím modelu.

Studie byla prováděna za souhlasu místního výboru pro ústavní péči o zvířata na šesti jorkširských prasatech. Experiment na zvířatech byl realizován ve dvou kolech. V obou kolech experimentu byl u prasat vytvořen tenzní pneumothorax pomocí hrudní insuflace s plynným oxidem uhličitým dodávaným trokary umístěnými v oblasti bránice. Dále bylo pro uvolnění vzduchu z pohrudniční dutiny použita jak dekompresní jehla, tak hrudní drén. Dekompresní jehly použité pro tento experiment byly standartního rozměru 8 cm a průměru 14 G umístěné do pravé hrudní dutiny. Drén používaný k tomuto pokusu byl simulován uvolněním svorky na dřívě umístěné hrudní trubici. Následně po zásahu bylo vpravení plynu do tělní dutiny sníženo na rychlost 40 mililitrů na kilogram tělesné hmotnosti za minutu, což simulovalo nepřetržitý únik vzduchu z plic. U každého zákroku u prasete byla hodnocena primární průchodnost po pěti minutách po provedeném zákroku. V případě hemodynamického selhání jehlové dekompresie byl hrudní drén aplikován jako záchranný zásah. Ve druhém kole experimentu byla navíc indukována bezpulzní elektrická aktivita, jinak se postup nelišil.

U všech zvířat byl vytvořen spolehlivý opakovatelný TPTX, který vedl k poklesu systolického tlaku až o 54 % oproti normální hodnotě a snížení srdečního výdeje o 77 %. V prvním kole experimentu bylo ošetřeno 19 příhod tenzního pneumothoraxu pomocí dekompresní jehly a 10 příhod pomocí hrudního drénu. U všech poranění ošetřenými hrudními drény došlo ihned k okamžité úlevě od fyziologického napětí a obnovení systolického tlaku a srdečního výdeje na standartní hodnoty, a to za 30 sekund. U 19 příhod ošetřených pomocí jehlové dekompresie pět prokázalo mechanické selhání vlivem dislokace a neprůchodnosti jehly. Pomocí okamžité záchrany a uvolnění hrudní trubice došla k navrácení hemodynamické stability. Mezi 14 příhodami, které se podařilo ošetřit jehlovou dekompresí, šest nedokázalo dostatečně snížit tlak v pohrudniční dutině. Celkové selhání pro jehlovou dekompresi bylo 58 %. Ve druhém kole bylo 21 TPTX s vytvořenou bezpulzní elektrickou aktivitou ošetřeno 14x pomocí jehlové dekompresie a 7x za pomoci hrudního drénu. Jehlová dekompresie nedokázala obnovit perfuzi u devíti příhod a byla neúspěšná

v 64 %, z toho u osmi z devíti případů poruch musela být vyřešena záchranným zásahem hrudního drénu. Hrudní drén si vedl u všech sedmi případů skvěle a úspěšnost byla 100 %. V konečném porovnání mezi jehlovou dekompresí a hrudním drénem se dospělo k závěru, že průměrná doba obnovení perfuze byla pro hrudní drén pět sekund na rozdíl od jehlové dekomprese, kde došlo k průměrné době obnovení perfuze za 35 sekund. Výsledky obou variant studie dopadly mnohem lépe pro používání hrudního drénu, jehož účinnost byla stoprocentní. Jehlová dekomprese prokázala významně nižší úspěšnost, v prvním kole 42 % a druhém kole ve 36 %.

Závěrem studie je nutno podotknout, že jehlová dekomprese může být účinná v lehkých stupních tenzního pneumothoraxu, ale nepůsobí tak dobře v závažných stupních ve srovnání s využitím hrudního drénu. Volba jehlové dekomprese převyšuje stále nad využitím hrudní drenáže v přednemocniční péči, a to z důvodu méně potřebných technických znalostí a využití levných a široce dostupných angiokatetrů. (Martin, et. al., 2012, s. 1412-1417)

Novodobá retrospektivní studie Axtmana et al. z roku 2019 si dala za cíl zjistit potřebu hrudního drénu po jehlové dekompresi a jeho výsledky. V některých nemocničních zařízeních je běžnou praxí zavádět hrudní drén i u pacientů, kteří podstoupili jehlovou dekompresi vlivem tenzního pneumothoraxu v přednemocničním prostředí. Jiná nemocniční zařízení si před zavedením hrudního drénu rentgenově ověřují přítomnost tenzního pneumothoraxu, i když dle pokynu nemusí hrudní drén na jehlovou dekompresi navazovat. Studie představuje záznamy vybraných případů tenzního pneumothoraxu, které byly registrovány v traumatologickém centru mezi lety 2014 až 2018 a pacienti museli podstoupit jehlovou dekompresi a následné zavedení hrudního drénu.

Ze studie byli vyloučení pacienti mladší 18 let a pacienti, kteří nepřežili. Mezi zaznamenaná data potřebná k vyhotovení patřily demografické údaje, hmotnost, BMI, typ poranění, umístění dekompresní jehly či hrudního drénu, pokud byl hrudní drén umístěn za pomoci rentgenového vyšetření hrudníku nebo CT a kdy byl hrudní drén umístěn. Po vyloučení všech kritérií bylo k analýze 59 pacientů, kdy převažovalo 50 mužů nad devíti ženami.

Dohromady bylo nutno ošetřit tenzní pneumothorax 63 jehlovými dekompresemi. Průměrný věk pacientů byl 44 let a průměrné BMI bylo 30,7. Primární poranění u všech pacientů bylo v 81,4 % tupé a 78,6 % pacientů mělo dle hodnotící škály ISS závažnost poranění 16. Zlomenina žeber se vyskytla u 39 pacientů. Celkem 18 pacientů muselo být po část transportu zaintubováno. Průměrná saturace pacientů dosahovala 95 %. Co je však

zarážející, je skutečnost, že u 51 pokusů jehlové dekomprese, které podstoupily následné CT ověření, nebylo v pleurálním prostoru pacientů 48 jehel, kdy se většina jehel nacházela pouze v podkožní tkáni. Nakonec bylo umístěno celkem 50 hrudních drénů, z toho 44 bylo v době přijetí umístěno na emergency.

Výsledek studie ukázal, že ve 48 případech dekompresní jehla nebyla v pleurálním prostoru, což se dá přičíst nedostatečnému provedení nebo technice, ale mohl být problém i v nesprávné délce dekompresní jehly. Průměrné BMI pacientů bylo 30,7 kg/m<sup>2</sup>, což naznačuje, že bylo spousta pacientů obézních. Ze všech pokusů vyžadovalo 70 % případů nutné umístění hrudního drénu, z toho 26 % vyžadovalo umístění bez jakéhokoliv zobrazovací techniky.

Okamžité umístění hrudního drénu by nemělo být povinné u stabilních pacientů, kteří podstoupili jehlovou dekompresi a jejich fyziologické funkce a hemodynamický status je mimo ohrožení života. Pro pacienty, jejichž zdravotní stav vyžaduje pozdější zavedení hrudního drénu, je zapotřebí zobrazovací technika, aseptické prostředí, adekvátní příprava a výběr vhodné velikosti hrudního drénu. Můžeme se tím vyhnout zbytečnému zavedení hrudního drénu. (Axtman B. C., et. al., 2019, s. 1138-1142)

Účelem studie Kinjala a spol. z roku 2011 bylo vyhodnotit prevalenci a typy komplikací spojené s hrudní drenáží z prostředí, kde je zákrok primárně prováděn zdravotnickým personálem. Cílem studie bylo zjištěná data a výsledky sloučit ke snížení četnosti komplikací při aplikaci hrudních drénů.

Tato kombinovaná prospektivní a retrospektivní observační studie zahrnovala pacienty starší 15 let, kteří podstoupili zavedení hrudního drénu v období 38 měsíců. Shromážděná data od pacientů byly demografické údaje, BMI, přítomnost hypotenze, mechanismus poranění, indikace k zavedení hrudního drénu, velikost drénu, prováděná jehlová dekomprese zdravotnickou záchrannou službou, důvod rozhodnutí umístění hrudního drénu před rentgenovým a CT snímkem. Pro správné umístění hrudního drénu byly dodržovány pokyny ATLS využívající laterální přístup. Jako potenciálně život ohrožující byly definovány komplikace, u kterých bylo za potřeby chirurgický zákrok, podání krevních produktů nebo antibiotik.

Celkem bylo provedeno 269 hrudních drenáží u 242 pacientů s průměrným věkem 35 let, 27 jedinců mělo dva hrudní drény umístěno na emergency. Z celkového počtu pacientů byl u 152 jedinců zaveden hrudní drén urgentně. Ve studii převažovalo jasně ženské pohlaví v počtu 190. Nejčastější mechanismy úrazu u vzniku tenzního pneumothoraxu byly bodné rány a autonehody, které dohromady představovaly 50 % všech událostí. Tupé zranění

zastupovaly pády, srážky s motorovým vozidlem a nehody motocyklů. Po dokončení studie byla celková prevalence všech komplikací 37,2 % (90/242). Prevalence okamžitých komplikací byla 26 % (63/242). Jednalo se o špatně zvolenou velikost hrudního drénu, nesprávné anatomické umístění hrudního drénu, zalomení drénu způsobujícího obstrukci a umístění drénu mimo pleurální dutinu. Prevalence opožděných komplikací byla u 16,5 % (40/242) pacientů a patřily mezi ně komplikace spojené s empyémem a horečky z důvodu hluboko umístěného hrudního drénu, pleurální výpotek a zpětná akumulace pneumothoraxu. U 13 pacientů došlo k prodělání okamžitých i opožděných komplikací.

Výsledná celková prevalence 37,2 % se podobá studiím, které se problematikou komplikací u hrudních drénu zabývaly v minulosti. Po vyloučení pacientů, u kterých byla komplikace způsobena špatným anatomickým umístěním hrudního drénu, by míra komplikací klesla na 19,4 %. Studie dále zjistila, že spousta okamžitých komplikací způsobil špatný výběr velikosti drénu. Hrudní drén o velikosti menší než 36 F je pružnější, a proto se může zalomit s vyšší frekvencí než drény větší velikosti. Autoři této studie obecně doporučují používat větší typy hrudních drénů, což se může vyhnout této drobné, ale časté komplikaci. Nesprávná velikost drénu je hlavní příčinou vzniku empyému. U 40 pacientů se vyvinuly pozdější komplikace, z nichž 35 bylo výsledkem znovuobjevení pneumothoraxu po odstranění původního hrudního drénu. Zjištěná data také ukázala, že u pacientů starších 35 let byla vyšší prevalence k okamžitým komplikacím. Přestože všichni pacienti utrpěli tenzní pneumothorax a byla nutná indikace k urgentnímu zavedení hrudního drénu, žádný pacient v této sérii nezemřel následkem komplikací. Velké komplikace vyžadující chirurgický zákrok nebo podání krevních produktů či intravenózních antibiotik se vyskytly pouze u čtyř pacientů, ale i to nebylo natolik vážné, že by došlo k úmrtí.

Studie prokázala, že při aplikaci hrudních drenáží byla prevalence vzniku okamžitých komplikací vyšší než u komplikací pozdních. Mezi komplikace okamžité patřily nesprávně zvolené velikosti hrudních drénu a jejich umístění, které následně přecházely mezi komplikace pozdní spojené s empyémem a horečky. Aby se snížila míra celkové prevence komplikací, doporučují autoři studie častý trénink s ATLS profesionály a pravidelný přezkum postupů. (Kinjal N., et. al., 2011, s. 14-20)

### 2.3. Význam a limitace dohledaných poznatků

Výsledky studií odhalily existenci širokého spektra názorů na problematiku tenzního pneumothoraxu a jejich prvotních úkonech vedoucích ke stabilizaci stavu pacienta, jako jsou jehlová dekomprese a následné zavedení hrudního drénu. Z pohledu přednemocniční neodkladné péče zdravotnického záchranáře jsem se pro svou praxi dozvěděl o vhodných metodách a postupech k ošetření tenzního pneumothoraxu v přednemocniční péči, o stabilizaci stavu pacienta vhodnou dekompresní jehlou a výběrem přijatelného místa pro její zavedení. Za užitečné také považuji výsledky studií o problematice hrudních drenáží a zjištění nejčastějších chyb při aplikaci, vhodná místa pro zavedení či doporučené velikosti drénů.

U některých studií jsou zřejmé jejich limitace. Například studie Azizihova uváděla, že na základě sonografického vyšetření a vyhodnocení tenčí hrudní stěny bylo doporučované jako ideální místo pro jehlovou dekompresi druhé mezižebří střední klavikulární linie. Autor studie však možné komplikace jen odhadoval, tím by se při případné argumentaci daly výsledky studie zpochybnit.

Problematika studií s tématem tenzního pneumothoraxu není v českém odborném písemnictví patrně častá. O tom svědčí i výsledek mé rešeršní činnosti, kdy jsem žádnou takovou studii nedohledal. Všechny ověřené informace byly použity ze zahraničních studií, kde se problematice tenzního pneumothoraxu věnuje podstatně více odborných institucí. Dle mého názoru není ošetření tenzního pneumothoraxu odbornou veřejností věnována až tak velká pozornost, jaká by byla potřeba. Je tedy potřeba se tím nadále zabývat a studovat například správné anatomické umístění pro jehlovou dekompresi či správnou velikost hrudního drénu, což zajistí lepší úspěšnost přednemocničního zajištění a stabilizaci pacienta. Lékaři nebo záchranáři se pak můžou opřít o více validních výsledků ze studií na místě zásahu. Bohužel se nepodařilo dohledat studie, které by se blíže zabývaly problematikou a ošetření tenzního pneumothoraxu v nemocničním prostředí. U hrudních drénů nebyly dohledány studie, zabývající se zvolenými velikostmi a jejich účinností v přednemocniční péči.

Pro zlepšení a ulehčení léčby tenzního pneumothoraxu v přednemocniční péči zdravotnickým záchranářem či lékařem, by bylo na místě vytvořit několik dalších studií s větším vzorkem pacientů, které by zkoumaly jednotlivé aspekty této problematiky. Vzhledem k tomu, že všechny nalezené studie byly ze zahraničí, bylo by dobré, aby se podnikly i studie v České republice a zjistilo se, jak se k této problematice staví čeští lékaři a zdravotníci záchranáři a jaký by zvolili postup.

## Závěr

Tato přehledová bakalářská práce shrnuje aktuální dohledané publikované poznatky o ošetření a léčbě tenzního pneumothoraxu v přednemocniční neodkladné péči. Cíleně pojednává o dvou neodkladných výkonech určené k uvolnění podtlaku v pohrudniční dutině poškozené plíce, a to jehlové dekomprese a následnému zavedení hrudní drenáže. Při tvorbě této bakalářské práce jsem zjistil, že jehlová dekomprese byla dle dřívějších vydání pokynů ATLS doporučována primárně k provádění ve druhém mezižebří střední klavikulární linie s možností doporučení recentních studií i ve čtvrtém a pátém mezižebří přední axilární linie. Běžně používané 4,5 a 5 cm angiokatetry jsou často nedostatečné k úspěšné dekompresi většinou u obézních pacientů, a proto se dnes preferuje angiokater delší, minimálně 8 cm. U žen je výška hrudní stěny ve druhém mezižebří střední klavikulární linie výrazně větší než u mužů, zatímco v oblasti přední axilární linie ve čtvrtém až pátém mezižebří je již rozdíl nevýznamný. Nejčastěji užívaný angiokater je s průměrem 14 G a možností využití přijatelné alternativy angiokateru 10 G. V přednemocniční péči nadále převažuje užití jehlové dekomprese před zavedením hrudního drénu. Důvodem je především snažší zavedení a menší riziko možných komplikací při současně dostatečném pozitivním vlivu na celkový stav pacienta. Doporučované místo pro zavedení drénu v přednemocniční péči je tzv. bezpečný trojúhelník (safe triangle). U hrudní drenáže se z vyhledaných studií prokázaly časté komplikace spojené se zaváděním drénu. Nejčastěji se jednalo o komplikace spojené s nesprávně zvoleným anatomickým místem k zavedení drénu a jeho ideální velikosti. Pro aplikaci hrudního drénu je lepší zvolit větší velikost než 36 F a předcházet tím zalomení drénu.

Dohledané výsledky a jejich sumarizace by mohly být zveřejněny v odborných publikacích, které se problematikou tenzního pneumothoraxu v přednemocniční péči zabývají. Tyto výsledky by mohly být zároveň přínosné pro lékaře a záchranáře nebo být podkladem pro další výzkumy či studie.

Cílem přehledové bakalářské práce bylo sumarizovat aktuální publikované poznatky o diagnostice a léčbě tenzního pneumothoraxu v přednemocniční neodkladné péči. Tento cíl byl v práci úspěšně splněn, když byly ve dvou dílčích cílech sumarizovány aktuální validní poznatky k jehlové dekompresi a hrudní drenáži v podmínkách přednemocniční péče.

## Referenční seznam

1. Aho, M. Johnathon, M. D. Thiels, A. Cornelius, et al. 2016. February. Needle thoracostomy, *J. Trauma and Acute Care Surgery*. [online] 80(2) 272-277. [cit. 4.1.2021] Dostupné z DOI: 10.1097 / TA.0000000000000009.
2. C. Axtman, K. E. Stewart, J. M. Robbins, T. Garwe, et al. 2019. December. Prehospital needle thoracostomy: What are the indications and is a post-trauma center arrival chest tube required? *The American Journal of Surgery*. [online] 218(6), 1138-1142. [cit. 4.1.2021] Dostupné z DOI: org/10.1016/j.amjsurg.2019.09.020.
3. Drori, Y. Kan-tor, B. Nadorp, Ch. Goldstein. 2016. September. When Every Second Count: Novel Device to Shorten Chest Tube Insertion Time in a Pre-hospital Setting. *Pulmonary Therapy*. [online] 2(2), 215-219. [cit. 4.1.2021] Dostupné z DOI: 10.1007/s41030-016-0020-4.
4. E. Norris, C. S. McEvoy, M. L. Leatherman, M. R. Boboc, et al. 2020. August. Comparison of 10- versus 14-gauge angiocatheter for treatment of tension pneumothorax and tension-induced pulseless electrical activity with hemorrhagic shock: Bigger is still better. *J. Trauma Acute Care Surgery*. [online] 89(2 Suppl 2) 132-136. [cit. 4.1.2021] Dostupné z DOI: 10.1097/TA.0000000000002724.
5. Grabo, K. Inaba, P. Hammer, et al. 2014. September. Optimal training for emergency needle thoracostomy placement by prehospital personnel: didactic teaching versus a cadaver-based training program. *J. Trauma and Acute Care Surgery*. [online] 77(3 Suppl 2) 109-13. [cit. 4.1.2021] Dostupné z DOI: 10.1097/ta.0000000000000349.
6. J. Roberts, P. D. Faris, Ch. G. Ball, et al. 2014. January. Clinical manifestations of tension pneumothorax: protocol for a systematic review and meta-analysis. *Systematic reviews* [online] 3(3) 1-13. [cit. 4.1.2021] Dostupné z DOI: 10.1186/2046-4053-3-3.



7. H. Akoglu, E. B. Akoglu, S. Evman, T. Akoglu, A. D. Altinok, et al. 2012. October. Determination of the appropriate catheter length and place for needle thoracostomy by using computed tomography scans of pneumothorax patients. *Injury*. [online] 44 (9), 1177-1182. [cit. 4.1.2021] Dostupné z DOI: [org/10.1016/j.injury.2012.10.005](https://doi.org/10.1016/j.injury.2012.10.005).
8. Hernandez, C. Matthew, E. L. Khatib, D. Martin, et al. 2018. August. Complications in tube thoracostomy: Systematic review and metaanalysis. *J. Trauma and Acute Surgery*. [online] 85(2), 410-416. [cit. 4.1.2021] Dostupné z DOI: [10.1097/TA.0000000000001840](https://doi.org/10.1097/TA.0000000000001840).
9. Ch. G. Ball, A. D. Wyrzykowski, A. W. Kirkpatrick, et al. 2010. Thoracic needle decompression for tension pneumothorax: clinical correlation with catheter length. *Canadian Journal of Surgery*. [online] 53(3) 184-188. [cit. 4.1.2021] Dostupné z ISSN: 14882310.
10. Chen, Jacob, et al. 2015. Needle thoracostomy for tension pneumothorax: the Israeli Defense Forces experience. *Canadian journal of surgery*. [online] 58(3 Suppl 3) 118-124. [cit. 4.1.2021] Dostupné z DOI: [10.1503/cjs.012914](https://doi.org/10.1503/cjs.012914).
11. J. Šebelová, J. Knor. 2018. Grada. *Urgentní medicína v klinické praxi lékaře. 2., doplněné a aktualizované vydání*. [kniha] 180. [cit. 4.1.2021] ISBN 978-80-271-0596-0.
12. K. Inaba, B. C. Branco, M. Eckstein, D. V. Shatz, M. J. Martin, et al. 2011. November. Optimal positioning for emergent needle thoracostomy: a cadaver-based study. *J. Trauma Acute Care Surgery* [online] 71(5) 1099-1103 [cit. 4.1.2021]. Dostupné z DOI: [10.1097/TA.0b013e31822d9618](https://doi.org/10.1097/TA.0b013e31822d9618).
13. K. Inaba, E. Karamanos, D. Skiada, D. Grabo, P. Hammer, M. Martin, et al. 2015. December. Cadaveric comparison of the optimal site for needle decompression of tension pneumothorax by prehospital care providers. *J. Trauma Acute Care Surgery* [online] 79(6) 1044-1048 [cit. 4.1.2021] Dostupné z DOI: [10.1097/TA.0000000000000849](https://doi.org/10.1097/TA.0000000000000849).

14. M. L. Leatherman, J. M. Held, L. M. Fluke, C. S. McEvoy, K. Inaba, et al. 2017. July. Relative device stability of anterior versus axillary needle decompression for tension pneumothorax during casualty movement: Preliminary analysis of a human cadaver model. *J. Trauma Acute Care Surgery*. [online] 83 (1 Suppl 1) 136-141 [cit. 4.1.2021]. Dostupné z DOI: 10.1097/TA.0000000000001488.
15. M. Rottenstreich, S. Fay, S. Gendler, Y. Klein, et al. 2015. December. Needle Thoracotomy in Trauma. *Military Medicine*. [online] 180(12) 1211-1213. [cit. 4.1.2021] Dostupné z DOI: 10.7205/MILMED-D-14-00730.
16. Martin, M. D. Matthew, M. D. Steven, K. Inaba, et al. 2012. December. Does needle thoracostomy provide adequate and effective decompression of tension pneumothorax. *J. Trauma and Acute Surgery*. [online] 73(6), 1412-1417. [cit. 4.1.2021] Dostupné z DOI: 10.1097/TA.0b013e31825ac511.
17. N. Azizi, E. ter Avest, A. E. Hoek, Y. Admiraal-van de Pas, et al. 2020. October. Optimal anatomical location for needle chest decompression for tension pneumothorax: A multicenter prospective cohort study. *Injury*. [online]. 52(2), 213-218. [cit. 4.1.2021] Dostupné z DOI: 10.1016/j.injury.2020.10.068.
18. N. Kinjal, M. D. Sethuraman, M. D. David Duong, M. D. Tara Director, et al. 2011. January. Complications of Tube Thoracostomy Placement in the Emergency Department. *The Journal of Emergency Medicine*. [online] 40(1), 14-20. [cit. 4.1.2021] Dostupné z DOI: org/10.1016/j.jemermed.2008.06.033.
19. T. Bohanes, M. Szkorupa, Č. Neoral. 2013. Metodika hrudní drenáže. *Rozhledy v chirurgii*. [online] 92(11), 662-678. [cit 4.1.2021] Dostupné z <https://www.prolekare.cz/casopisy/rozhledy-v-chirurgii/2013-11/metodika-hrudni-drenaze-43777> .

## Seznam zkratek

ATLS	Advanced Trauma Life Support
BMI	Index tělesné hmotnosti
cm	Centimetr
CT	Počítačová tomografie
CWT	Tloušťka hrudní stěny
EFAST	Rozšířené zaměření posouzení se sonografií u traumata
EMS	Emergency medical services
F	French
FTD	Fresh Tissue Dissection
Hg	Rtuťový sloupec
CHOPN	Chronická obstrukční plicní nemoc
ISS	Skóre závažnosti úrazu
LAC + USG	Los Angeles County + sonografické vyšetření
mm	Milimetr
NT	Jehlová dekomprese
PACS	System archivace a úložiště snímků z lékařských zobrazovacích technologií
TCCC	Tactical Combat Casualty Care
TPTX	Tenzní pneumothorax
TT	Hrudní drenáž
US	Ultrasonografie