UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav zdravotnického záchranářství a intenzivní péče

Ondřej Cáb

Využití ultrazvuku v přednemocniční neodkladné péči

Bakalářská práce

Vedoucí práce: MUDr. Břetislav Bolard

Olomouc 2023

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

Olomouc 28. 04. 2023 Ondřej Cáb

Rád bych tímto poděkoval MUDr. Břetislavu Bolardovi za trpělivé vedení mé bakalářské práce. Za všechny rady, které jsem od něj dostal nejen během rozhovorů ohledně práce, i za všechny podstatné informace a osobní zkušenosti, které předal nejen mě, ale celé naší třídě během několika semestrů výuky a tím z nás udělal, věřím, lepší záchranáře. Také chci poděkovat své rodině za důvěru a podporu, kterou od ní čerpám nejen po dobu svého studia.

ANOTACE

Typ závěrečné práce: Bakalářská práce

Téma práce: Vyšetření v přednemocniční neodkladné péči

Název práce: Využití ultrazvuku v přednemocniční neodkladné péči

Název práce v AJ: The Usage of Ultrasound in Pre-Hospital Emergency Care

Datum zadání: 2022-11-24

Datum odevzdání: 2023-4-28

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

Autor práce: Cáb Ondřej

Vedoucí práce: MUDr. Břetislav Bolard

Oponent práce:

Abstrakt v ČJ: Pozdní nebo nepřesná diagnóza vnitřního krvácení či pneumotoraxu může mít pro pacienta fatální následky. Cílem přehledové bakalářské práce je sumarizace dohledaných aktuálních studií, které se zabývají otázkou významu ultrasonografie v přednemocniční neodkladné péči a také možnostmi jejího poskytování. Získané informace poukazují na přínos ultrasonografie v přednemocniční neodkladné péči a také na možné využití tohoto vyšetření pomocí telemedicíny. První část práce se zabývá otázkou, zda ultrasonografie v přednemocniční neodkladné péči přináší benefity jak pro pacienta, tak pro management jeho péče. Druhá část práce pojednává o možném využití nelékařů (zejména záchranářů) v diagnostickém procesu spojeném s ultrasonografickým vyšetřením. Poslední část práce přímo navazuje na druhou a věnuje se problematice tzv. teleultrazvuku. Použité informace byly čerpány z databází EBSCO, Pub Med a Medvik.

Abstrakt v AJ: A late or inaccurate diagnosis of internal bleeding or pneumothorax can have fatal consequences for a patient. The aim of this bachelor thesis is to summarize current studies that deal with the question of the importance of ultrasonography in pre-hospital emergency care and the possibilities of its provision. The obtained information points to the benefit of ultrasonography in pre-hospital emergency care, and also to the possible use of this examination by means of telemedicine. The first part of the thesis deals with the question whether ultrasonography in pre-hospital emergency care brings benefits both for a patient and

for a management of their care. The second part of this paper considers a possible involvement of non-medical professionals (especially paramedics) in the diagnostic process associated with ultrasonographic examination. The last part of the thesis is directly related to the second part, and it is focused on an issue of tele-ultrasound. The thesis is based on information from EBSCO, Pub Med and Medvik databases.

Klíčová slova v ČJ: ultrazvuk, POCUS, zdravotnická záchranná služba, přednemocniční neodkladná péče, trauma, zdravotnický záchranář, telemedicína, urgentní příjem

Klíčová slova v AJ: ultrasound, POCUS, emergency medical service, pre-hospital emergency care, trauma, paramedic, telemedicine, hospital emergency service

Rozsah: 38 stran/0 příloh

Obsah

Úvod 7
1 Popis rešeršní činnosti 9
2 Využití ultrazvuku v PNP 11
2.1 Přínos ultrazvuku v přednemocniční neodkladné péči 13
2.2 Ultrazvuk a zdravotní personál v přednemocniční neodkladné péči 22
2.3 Telemetrické ultrazvukové vyšetření 26
2.4 Význam a limitace dohledaných poznatků 30
Závěr 31
Referenční seznam 33
Seznam zkratek 38

Úvod

Od roku 2016 WHO (Světová zdravotnická organizace) doporučuje ultrazvukové (dále jen USG) vyšetření jako součást rutinní prenatální péče (WHO, 2016, s. 53). Nové výzkumy naznačují, že i v oblasti soudního lékařství nalézá USG své využití (Möbius et al., 2021, s. 2363-2383). Dá se tedy s nadsázkou říct, že nás ultrazvuk přežívá.

Včasná diagnóza má výrazný vliv na terapeutické intervence a celkový managment u kriticky nemocného pacienta. Důležité diagnostické informace lze získat přímo u pacienta pomocí USG. K tomu je určena metoda Point-of-Care ultrasonografie (dále jen POCUS), při které zdravotník poskytuje pacientovi USG vyšetření přímo v místě, kde se zrovna nachází (Durila, 2021, s. 15). Díky zvyšující se úrovni vyspělosti informačních a komunikačních technologií, je technicky realizovatelná možnost tele-ultrazvukového vyšetření, při němž je možná spolupráce se vzdáleným odborníkem (Sýkora a Renza, 2019, s. 27). Dále Pian et al. (2013, s. neuvedena) ve svém článku uvádí, že výhody USG spočívají v jeho odolnosti, přenosnosti, nízké ceně, také nevydává ionizující záření a nevyžaduje aplikaci škodlivých kontrastních látek do pacientova těla.

V souvislosti s výše uvedenou problematikou si lze položit otázku: Jaké jsou aktuální, validní publikované poznatky o přínosu USG v přednemocniční neodkladné péči (dále jen PNP) a jeho možném využití?

Cílem bakalářské práce bylo sumarizovat aktuální dohledané publikované poznatky o přínosu USG v PNP a jeho možném používání. Cíl bakalářské práce je specifikován v dílčích cílech:

1) Sumarizovat dohledané publikované aktuální poznatky o přínosu USG vyšetření v PNP.
2) Sumarizovat dohledané publikované aktuální poznatky o kvalifikaci obsluhujícího operátora USG zařízení v PNP.
3) Sumarizovat dohledané publikované aktuální poznatky o teleultrazvuku.

Jako vstupní studijní literatura byly prostudovány tyto publikace:

DURILA, Miroslav. Point of care ultrazvuk u kritických stavů: Point of care ultrasonography in critical care. Praha: Grada Publishing, 2021. ISBN 978-80-271-3058-0.

PERKINS, Gavin D., Jan-Thorsen GRÄSNER, Federico SEMERARO, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Executive summary. Resuscitation [online]. 2021, 161, 1-60 [cit. 2023-02-19]. ISSN 03009572. Dostupné z: doi:10.1016/j.resuscitation.2021.02.003

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

ZADÁK, Zdeněk, Eduard HAVEL a a kolektiv. Intenzivní medicína na principech vnitřního lékařství: 2. doplněné a přepracované vydání. 2. Praha: Grada Publishing, 2017. ISBN 987-80-271-0282-2.

Dětská přednemocniční a urgentní péče: Druhé, doplněné a přepracované vydání. 2. Praha: Grada Publishing, 2021. ISBN 987-80-271-3088-7.

1 Popis rešeršní činnosti

V následujícím textu je podrobně popsána rešeršní činnost, podle které došlo k dohledání zdrojů pro tvorbu této bakalářské práce.

- **Vyhledávací kritéria:** recenzovaná periodika, články, plné texty
- **klíčová slova v ČJ:** ultrazvuk, POCUS, zdravotnická záchranná služba, přednemocniční neodkladná péče, trauma, zdravotnický záchranář, telemedicína, urgentní příjem
- **klíčová slova v AJ:** ultrasound, POCUS, emergency medical service, pre-hospital emergency care, trauma, paramedic, telemedicine, hospital emergency service
- **jazyk:** český, slovenský, anglický
- **období:** 2013–2023
- **další kritéria:** recenzovaná periodika, články

Databáze:

- PubMed
- EBSCO
- Medvik

Nalezeno celkem 275 článků a dokumentů

Vyřazující kritéria:

- kvalifikační práce
- články nesplňující nastavená kritéria
- duplicitní články

Sumarizace využitých databází a dohledaných dokumentů

- PubMed – 8 využitých článků a dokumentů
- EBSCO – 12 využitých článků a dokumentů
- Medvik – 7 využitých článků a dokumentů

Sumarizace dohledaných článků

Aerospace Medicine and Human - 1 článek

Anesteziologie a intenzivní medicína - 1 článek

Emergency Medicine International - 1 článek

Emergency Radiology - 1 článek

Injury - 1 článek

Journal of Ankara University Faculty of Medicine - 1 článek

Journal of Digital Imaging - 1 článek

Journal of Legal Medicine - 1 článek

Journal of Multidisciplinary Healthcare - 1 článek

Journal of Surgical Research - 1 článek

Journal of Trauma and Emergency Surgery - 1 článek

Military Medicine - 1 článek

Open Access Emergency Medicine - 1 článek

Resuscitation - 1 článek

Rural and Remote Health - 1 článek

Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine - 3 články

The American Journal of Emergency Medicine - 2 články

The American Journal of Surgery - 1 článek

The Egyptian Journal of Hospital Medicine - 1 článek

Urgentní medicína - 3 články

Pro tvorbu teoretických východisek bylo použito **27** dohledaných zdrojů. Z toho 25 článků z recenzovaných periodik a 2 knihy.

2 Využití ultrazvuku v PNP

Od čtyřicátých let dvacátého století se do medicíny začala dostávat ultrasonografie. Konkrétně v roce 1942 neurolog Karl Dussik, syn českého přistěhovalce do Vídně, použil ultrazvuk pro diagnostiku tumorů v mozkové tkáni. V roce 1948 proběhl v Německu první kongres o ultrasonografii v medicíně. Opět v Německu v osmdesátých letech dvacátého století se začalo využívat USG vyšetření k nahrazení peritoneální laváže při diagnostice krvácení do dutiny břišní (Gulunay a Gunsoy, 2022, s. neuvedena). Focused abdominal Sonography in Trauma (USG vyšetření zaměřené na břišní oblast, dále jen FAST) se rozšiřoval a v roce 1993 se stal běžným doplňkem vyšetření Advanced Trauma Life Support (ATLS) (Quick et al., 2016, s. neuvedena). FAST byl následně rozšířen na eFAST, který zahrnuje vyšetření nejen břicha, ale také hrudníku (Gulunay a Gunsoy, 2022, s. neuvedena). Nejdříve bylo USG vyšetření u pacientů s podezřením na pneumotorax prováděno v armádním prostředí a až posléze se rozšířilo do civilního zdravotnictví (Quick et al. 2016, s. neuvedena). V roce 1998 byl ve Francii USG přístroj poprvé umístěn do vrtulníku letecké záchranné služby a v roce 2000 se stal součástí výbavy sanitek v Oděse v Texasu (Gulunay a Gunsoy, 2022, s. neuvedena). „Point-of-Care ultrasonografie je metoda definovaná jako cílené ultrasonografické vyšetření pacienta v akutním stavu prováděné a interpretované ošetřujícím zdravotníkem na místě, kde se právě pacient nachází, s cílem zodpovědět specifickou diagnostickou anebo terapeutickou otázku nebo usnadnit terapeutickou proceduru (Škulec et al., 2018, s. 10).“ POCUS se začalo používat v podmínkách zdravotnické záchranné služby (dále jen ZZS) před více než dvaceti lety a stále se rozšiřuje. USG přístroje v PNP však nejsou nedílnou součástí vybavení sanitek nebo letecké záchranné služby (dále jen LZS), a to zejména kvůli nedostatku dostatečných validních důkazů o jeho přínosu (Hibert-Caulius et al., 2021, s. neuvedena). Rychlý vývoj informačních a komunikačních technologií se dotýká i možností využití ultrazvuku. Termín telesonografie byl poprvé použit v roce 1992 (Changsun et al., 2016, s. 348).

Ultrazvuk je mechanické vlnění, jehož frekvence přesahuje 20 000 Hz. V medicíně se využívají frekvence od 1 MHz. Konkrétně pro zobrazování povrchových struktur lineární sondou 4–12 MHz, pro zobrazování hlubších struktur (zejména pak orgánů břicha) transabdomiální sondou 2–5 MHz a pro zobrazování nitrohrudních struktur (zejména pak srdce) kardiální sondou 2–4 MHz. Z uvedených příkladů

vyplývá, že čím nižší pracovní frekvence se při vyšetřování použije, tím hlubší struktury lze vyšetřit. Na druhou stranu u vyšších pracovních frekvencí je ve výsledném obraze vyšší rozlišovací schopnost. Některé krystaly mají piezoelektrické vlastnosti, to znamená, že mohou měnit elektrický signál na mechanickou vlnovou energii a naopak. K detekci těchto piezoelektrických krystalů se používá ultrazvuková sonda, která ultrazvukový signál vysílá i přijímá (Durila, 2021, s. 16-19).

Samotná ultrazvuková sonda pracuje ve třech dobách. Sonda signál emituje (vysílá), čeká a přijímá (samotný příjem zabere asi 99 % celého času). Celý tento cyklus proběhne 5krát za jednu milisekundu (může až 10krát). Moderní ultrazvukové sondy umožňují měnit frekvenci vysílaného signálu. Díky tomu může jedna sonda zobrazovat různě hluboko uložené struktury. Právě díky rychlému technologickému trendu poslední doby jsou ultrazvuková zařízení menší, lehčí a v neposlední řadě i levnější. Tato skutečnost přispívá k tzv. vyšetření u lůžka. To znamená, že pacienti nemusí být vyšetřováni jen na radiologických klinikách, ale ultrazvukový přístroj může být přinesen přímo k pacientovi. Zejména u kritických pacientů diagnostika provedená USG vyšetřením může velmi urychlit zahájení potřebné léčby. Díky již zmíněnému technologickému vývoji se USG zařízení dostala do terénu v PNP. Lze navíc využít možnosti propojení s mobilním telefonem (Mach, 2013, s. 42-44).

2.1 Přínos ultrazvuku v přednemocniční neodkladné péči

Například ve Spojených Státech Amerických se na léčbu traumatických pacientů ročně vynaloží více než 37,5 miliardy amerických dolarů (Veloponus et al., 2013, s. 444). Morchel et al. (2018, s. 111) předpokládají, že by se náklady na léčbu mohly snížit, pokud bude péče o pacienta v tzv. zlaté hodince efektivnější. Udávají, že pak právě provedení POCUS, zejména FAST a eFAST, sníží potřebu provádět vyšetření pomocí počítačové tomografie (dále jen CT) a tím se urychlí i čas k zahájení definitivního ošetření. Nejedná se pouze o finanční benefity, ale také jde o urychlení péče o pacienta. Zdravotnický tým v PNP může na podkladě pořízených snímků určit pracovní diagnózu s větší přesností, zavčasu mobilizovat potřebné nemocniční zdroje a tím zlepšit pacientovu prognózu ještě před příjezdem do nemocnice (Morchel et al., 2018, s. 111).

U kritických pacientů může právě USG vyšetření rozšířit a upřesnit diagnostiku základní příčiny zhoršení pacientova stavu. Například díky USG diagnostice vyšetřením POCUS lze pod obrazem hypotenze diagnostikovat hypovolémii, perikardiální výpotek nebo plicní embolii, a následně lze zahájit léčbu v přednemocničních podmínkách s větší jistotou (Scharonow a Weibach, 2018, s. neuvedena). V další studii je zmíněno, že ultrazvuk lze používat rychle na různých místech a také během transportu pacienta (Marsh-Feiley, Eadie a Wilson, 2018, s. neuvedeno).

Dále Schoaronow a Weilbach (2018, s. neuvedena) ve své studii hodnotili pacienty, kterým bylo poskytnuto USG vyšetření v PNP, ať už na místě události nebo během transportu do nemocničního zařízení. Do celé studie bylo zařazeno celkem 546 pacientů a z toho u 99 (18,1 %) pacientů byl použit ultrazvuk v PNP. Do výzkumu byli zahrnuti pacienti s traumatem (31,3 %) a netraumatičtí pacienti (68,7 %). Následná péče o pacienta byla pozměněna právě díky USG vyšetření u 49,5 % vyšetřených pacientů. Z celkového počtu traumatických pacientů se tomu tak stalo u 38,7 % případů, u netraumatických tomu tak bylo v 54,4 %. Z toho vyplývá, že pokud je u pacienta v PNP indikováno ultrasonografické vyšetření, tak u bezmála poloviny vyšetřovaných upřesní pracovní diagnózu natolik, že je jim poskytnuta specializovanější péče. Autoři nakonec uvádějí, že limitem této studie je fakt, že pokud by byl vzorek pacientů zahrnutých do výzkumu rozšířen o další případy, tak by se mohly výsledky lišit. Do této studie byli také zařazeni pacienti se srdeční zástavou, kde

v 88,2 % resuscitací byl použit ultrazvuk pro určení důvodu srdeční zástavy. Pouze u dvou pacientů nebylo ultrazvukové vyšetření použito z důvodu rychlého ROSC. Vyšetření se provádělo mezi dvěma cykly srdeční masáže a vždy po dobu maximálně deseti vteřin.

Dále autoři Scharonow et al. (2018, s. neuvedena) do své studie zařadili 3 často používané vyšetřovací postupy v rámci POCUS a to FAST, FEEL a PLUS.

- FAST – Focused abdominal Sonography in Trauma – USG vyšetření zaměřené na břišní oblast
- FEEL – Focused Echocardiography in Emergency Life support – USG vyšetření zaměřené na srdce
- PLUS – Prehospital lung Ultrasound – USG vyšetření zaměřené na plíce

Uvádějí, že průměrná vyšetřovací doba FAST je 1 min 2 s, u FEEL je 58 s a Plus trvá 33 s. Kombinace FAST + FEEL 1 min 45 s a FAST + PLUS (dále jen eFAST) 1 min 14 s, všechny tři vyšetřovací metody dohromady zaberou 2 min 27 s. Tyto časy se měřily od momentu, kdy si vyšetřující lékař vzal USG přístroj do ruky, až do doby, kdy jej po ukončení vyšetření vrátil záchranáři, který mu asistoval. Dále je ve studii uvedeno, že stejně jako ve většině studií zabývajících se ultrasonografií v PNP, trvají již zmíněná vyšetření déle. Jejich doba však nepřesahuje 3 minuty. Dále uvádějí, že u více než 90 % traumat bylo k vyšetření FAST připojeno vyšetření PLUS nebo FEEL (Scharonow et al. 2018, s. neuvedena).

Další pozitivní výsledky zaznamenali němečtí autoři Lucas et al (2021, s. neuvedena), kteří se ve své studii pokoušeli primárně zjistit, zda má vyšetření FAST pozitivní vliv na čas odevzdání pacienta do traumacentra a v případě nutnosti zahájení neodkladné operace. Dále se zaměřili na rozdíly v managmentu PNP u pacientů, kteří byli vyšetřeni pomocí FAST a u pacientů vyšetřených jen klasickými metodami PNP. Studie byla prováděna pomocí šesti sanitních vozidel s lékařem a jedné LZS (konkrétně německý Christoph 2). Do této studie byli zahrnuti všichni traumatičtí pacienti, u kterých nešlo vyloučit tupé poranění břicha, a o které se již zmíněné posádky postaraly ve svém nepřetržitém režimu. Celkem bylo zhodnoceno 242 pacientů, přičemž mužů bylo téměř třikrát více než žen. V 52,1 % zasahoval Christoph 2. Po vyšetření pacientů v traumacentru lékař klasifikoval 93,4 % pacientů jako stabilních a 6,6 % vyhodnotil jako nestabilní. Lékaři byli instruováni, že mají vyšetření FAST přidat ke klasickému vyšetření každý sudý den. Tím mělo být dosaženo podobného počtu pacientů s a bez vyšetření FAST v PNP. Zajímavým ukazatelem je

fakt, že autoři začali zaznamenávat stále častější využívání vyšetření FAST i v lichých dnech (30,8 %). Proto museli z etických důvodů, aby pacientům nebylo odepřeno nejkvalitnější vyšetření, studii pozastavit. To je ovšem důkaz, že si vyšetření FAST našlo svou pozici v PNP. Pouze základní vyšetření v PNP bylo poskytnuto 100 pacientům a rozšířené vyšetření o FAST 142 pacientům. Během studie byla suspektní intraabdominální tekutina diagnostikována bez použití USG u 22 pacientů a potvrzena pomocí CT vyšetření u 10 pacientů, zatímco pomocí vyšetření FAST byla intraabdominální tekutina diagnostikována 21 pacientům a CT 19 nálezů potvrdilo. Senzitivita pro FAST je o 14,7% vyšší. Při vyšetření FAST byla intraabdominální tekutina objevena, ale nelze určit její množství, a tudíž není možno jen pomocí FAST určit, zda pacient musí podstoupit neodkladnou operaci. Pro určení množství intraabdominální tekutiny bylo použito CT vyšetření. Výrazný rozdíl zaznamenali autoři v čase přijetí do traumacentra. Pacienti se suspektním pozitivním nálezem intraabdominální tekutiny bez vyšetření FAST se dostali do traumacentra za 38 minut. Pacienti, u nichž vyšetření FAST potvrdilo pozitivní nález intraabdominální tekutiny, byli v traumacentru za 25 minut. Pacientům bez vyšetření FAST, u kterých bylo podezření na intraabdominální tekutinu, byla pozměněna terapie v PNP v 63,4 % případů, zatímco pacientům s pozitivním nálezem při vyšetření FAST byla terapie pozměněna pouze v 47,6 %. I samotný managment ostatních náležitostí v péči o pacienty se lišil. Volba cílové nemocnice byla pozměněna v 68,2 % případů bez vyšetření FAST a v 71,4 % u pacientů s vyšetřením FAST. Komunikaci s týmem traumacentra ovlivnilo podezření na intraabdominální tekutinu bez vyšetření FAST v 77,3 %, oproti potvrzenému nálezu pomocí FAST v 90,5 % případů. Samotný managment transportu byl pozměněn v 77,3 % případů bez vyšetření FAST a v 85,7 % případů s vyšetřením FAST. Důležitým faktorem je i to, že samotná operace byla zahájena o 15 minut dříve, pokud bylo v PNP provedeno vyšetření FAST (pacient bez FAST – 150 minut vs. pacient s FAST – 135 minut). Tudíž se prokázalo, že pacienti, u kterých je podezření na intraabdominální tekutinu potvrzeno vyšetřením FAST, jsou rychleji dopraveni do traumacentra, je jim jinak poskytována přednemocniční neodkladná péče a také se liší výběr cílového traumacentra a komunikace s ním. Autoři na závěr své studie doporučují používání vyšetření FAST v PNP a školení v jeho použití pro lékařský personál. Dále zmiňují i vyšetření eFAST, které doporučují provádět při poranění hrudníku (Lucas et al. 2021, s. neuvedena).

V další studii si italští autoři Gamberini et al. (2022, s. 1587-1595) pokládali opět otázku, zda přednemocniční USG ovlivní dobu, kterou pacient tráví na oddělení urgentního příjmu (dále jen OUP). Do studie, kterou prováděli na OUP v nemocnici Maggorie v Boloni mezi lety 2014-2019, zahrnuli všechny pacienty s abdominálním traumatem a lézí jater a sleziny, kteří podstoupili vyšetření CT nebo neodkladnou operaci do 3 hodin od převzetí pacienta na OUP z péče výjezdové skupiny ZZS. Také tito pacienti, nebo jejich rodina, museli souhlasit s poskytnutím údajů do studie. U zemřelých pacientů bylo od souhlasu upuštěno. Na sledované OUP bylo po dobu studie přivezeno celkem 8 624 pacientů s traumatem. Kritéria pro zařazení do studie splňovalo 199 pacientů. Na OUP byl pozitivní FAST detekován u 128 pacientů (64 %). V PNP bylo metodou FAST vyšetřeno celkem 44 pacientů a pozitivní nález byl u 27 z nich (tj. 21 % z celkového počtu pozitivních FAST vyšetření). Všem pacientům s pozitivním FAST v PNP byla intraabdominální tekutina identifikována pomocí sonografie i na OUP. Průměrný čas u pacientů s FAST v PNP do přijetí na CT nebo operační sál byl výrazně kratší (46 minut), než pro pacienty bez vyšetření FAST v PNP (69 minut). Pokud vezmeme v úvahu pouze pacienty, kteří měli pozitivní FAST v PNP i na OUP, tak je jejich průměrný čas stále nižší (46 minut) než pro pacienty s pozitivním FAST pouze na OUP (62 minut). Jak je již uvedeno, počet FAST v PNP je z celkového pozitivního FAST pouhých 27 %. Autoři si toto malé procento vysvětlují jednak tím, že ne všechna vozidla ZZS jsou vybavena USG přístrojem, ale i tím, že průměrný systolický tlak u pacientů, kteří měli na OUP pozitivní FAST a v PNP nebyli pomocí USG vyšetřeni, byl 110 mmHg, což nepoukazuje na možný hemoragický šok a tím ani na intraabdominální krvácení. Ve studii podstoupilo 21 pacientů okamžitou operaci bez CT vyšetření buď hned po předání pacienta ZZS nebo pouze po krátkém vyšetření na OUP, protože traumatologický tým byl s dostatečným předstihem informován, že bude přijat pacient v kritickém stavu. Tato studie se nezabývala zjištěním, jestli FAST v PNP ovlivňuje, zda bude pacient vyšetřen CT nebo bude předán rovnou na operační sál. Každopádně je velmi pravděpodobné, že právě pozitivní FAST v PNP se významně podílí u pacientů s traumatem (zejména pak tupým traumatem), srdeční zástavou či hemoragickým šokem na okamžitém přijetí na operační sál. Definitivní hemostáza totiž začíná rozpoznáním život ohrožujícího krvácení a následným transportem na traumatologický operační sál.

Další studie o smyslu ultrazvuku v PNP si pokládá otázku, zda je doba, kterou stráví pacient na OUP, ovlivněna využitím ultrazvuku v přednemocniční péči. Studie

byla provedena ve fakultní nemocnici Srigarind v Thajsku v roce 2021. Pacienti byli rozděleni do dvou skupin. V první skupině byli pacienti, kteří byli v PNP vyšetřeni POCUS, ať už na místě nebo během transportu do nemocnice. V druhé skupině byli pacienti, kterým bylo poskytnuto jen základním vyšetření. K vyšetření byl použit přenosný USG přístroj Butterfly IQ. Lékaři ZZS ošetřili celkem 1 348 pacientů, při čemž 840 směřovali na OUP, kde byla prováděna studie. Z celkového počtu bylo 169 (20,1 %) pacientů vyšetřeno metodou POCUS a 671 (79,9 %) pacientů základním vyšetřením. Výsledky studie ukázaly, že pacienti vyšetření metodou POCUS byli více laboratorně vyšetřeni a také se jimi zaobíralo více specialistů. To může být způsobeno tím, že povaha pacientů ve skupině POCUS měla většinou komplexní onemocnění a lékař si právě USG vyšetřením dopomohl stanovit diagnózu. Oproti tomu pacienti, kterým bylo v PNP poskytnuto pouze základní vyšetření, museli být v rámci urgentního příjmu více vyšetřováni zobrazovacími metodami. V této skupině bylo také pacientům poskytnuto více terapeutických výkonů v PNP. Autoři to vysvětlují tím, že u stavů, kdy je pacientovi poskytnuto více terapeutických výkonů (zejména pak kardiopulmonální resuscitace a trauma), může mít lékař méně času na dílčí USG vyšetření (Ienghong et al., 2023, s. 219-225).

V případě pacientů s traumatem je důležitá včasná terapie, a to zejména hemostáza. Aby bylo adekvátní terapie dosaženo co nejrychleji a nejefektivněji, položili si francouzští autoři další studie otázku, v které fázi péče o pacienta je vhodné provádět vyšetření eFAST v podmínkách PNP, a jaká je jeho účinnost. Pro svou studii použili USG přístroj pro POCUS TITAN (SONOSITE), který obsluhovalo 30 lékařů ve výjezdové činnosti ZZS, kteří jezdili ve 3 sanitkách vybavených tímto přístrojem. Dvě třetiny z lékařů měli kvalifikaci na eFAST alespoň 4 roky a samotné vyšetření prováděli minimálně 5x za měsíc. Do studie bylo zahrnuto celkem 98 pacientů. Podmínkou pro zařazení do studie bylo splnění alespoň jednoho kritéria pro přijetí do traumacentra. Pacienti, kteří měli izolované trauma distální části končetiny nebo zemřeli v PNP nebo byli transportováni v rámci sekundárního transportu, nebyli do studie zahrnuti. Všem vyšetřeným pacientům bylo poskytnuto kompletní vyšetření eFAST (intraperitoneální, perikardiální a pleurální výpotek). Protože objem výpotku výrazně ovlivňuje možnost jeho detekce, považovali autoři za práh pro intraperitoneální dutinu 250 ml a pleurální dutinu 100 ml. Zapojení lékaři byli rozděleni do tří skupin. První skupina prováděla vyšetření na místě zásahu, druhá během transportu pacienta do nemocnice a třetí jak během zásahu, tak i během samotného transportu. Přesnost snímků pořízených

v podmínkách PNP byla v nemocnici porovnána s vyšetřením od radiologa. U hemodynamicky stabilních traumatických pacientů bylo po přijetí do nemocnice prováděno celotělové CT vyšetření a u nestabilních pacientů bylo radiologem provedeno pouze USG vyšetření, aby bylo rychleji dosaženo hemostázy. Přesnost vyšetření pro první skupinu byla 95,4 %. Z 44 pacientů se 2 nepodařilo vyšetřit (jedno vyšetření zkreslil podkožní emfyzém a druhé obezita pacienta). Vyšetření pouze v terénu u pacienta trvalo průměrně 3 minuty 30 s a modus byl 4 minuty. Ve druhé skupině dosáhli lékaři přesnosti 93,9 %. Z 33 pacientů se dva nepodařilo vyšetřit s dostatečnou kvalitou kvůli uložení pacienta do vakuové matrace během transportu. Vyšetření během transportu zabralo průměrně 3 min 54 s a modus byl 4 min 30 s, to představovalo asi jednu třetinu doby transportu pacienta z místa události až do nemocnice (tahle skutečnost je ale ovlivněna faktem, že se ve většině případů jednalo o velmi krátké transporty z nedalekých míst). V poslední skupině byla přesnost vyšetření 95,2 %. Během vyšetření v terénu a transportu se lékařům nepodařil vyšetřit pomocí USG jeden pacient, protože na něm byl přiložen hemostatický obvaz, který nebylo možno sejmout. Tato dvě vyšetření trvala v průměru celkem 7 min 6 s a modus byl 6 min 54 s. Studie dokazuje že vyšetření eFAST v PNP u traumatického pacienta, ať už na místě nebo během transportu, je spolehlivé a přesností srovnatelné s vyšetřením v nemocnici, zejména pokud se zopakuje. Ve třetí skupině totiž při opětovném pořízení nových snímků se ve dvou případech podařilo objevit nově vznikající patologii (1x intraperitoneální výpotek a 1x pleurální výpotek) (Brun et al., 2014, s. 166-170).

Když Sharonow a Weibach (2018, s. neuvedena) ve své studii porovnávají pořízené snímky v přednemocničním prostředí a v nemocničním zařízení (ať už také USG, rentgen nebo CT), byla shoda v 90,8 % vyšetření. Tento rozdíl hodnotí autoři jako nevýznamný. Podobných výsledků dosáhla i studie dalších autorů Lucas et al. (2021. s. neuvedena), ve které byla suspektní intraabdominální tekutina diagnostikována bez použití USG u 22 pacientů a potvrzena pomocí CT vyšetření u 10 pacientů, zatímco pomocí vyšetření FAST byla intraabdominální tekutina diagnostikována 21 pacientům a CT 19 nálezů potvrdilo. Senzitivita pro FAST je o 14,7% vyšší. Při vyšetření FAST může být intraabdominální tekutina objevena, ale nelze určit její množství, a tudíž není možno jen pomocí FAST určit, zda pacient musí podstoupit neodkladnou operaci. Pro určení množství intraabdominální tekutiny bylo ve studii použito CT vyšetření.

Další autoři prováděli studii, ve které se zabývali diagnostickou přesností USG. Konkrétně byl vyšetřován hrudník a v rámci studie byly snímky pořízené právě pomocí USG a CT. Ve fakultní nemocnici Menoufia v Egyptě vyšetřili celkem 57 pacientů s velkým tupým poraněním hrudníku a případnými přidruženými traumaty. Nejčastěji se jednalo o muže 10 až 30 let, nejčastějším mechanismem úrazu byla autonehoda, konkrétně nehoda na motocyklu. U 64,9 % pacientů byla zavedena hrudní drenáž, u 3,5 % byla vyžadována endotracheální intubace a 31,6 % bylo bez terapeutické intervence. Pacienti, kteří byli do studie zahrnuti, byli důkladně klinicky vyšetřeni a byla jim odebrána anamnéza. Následně byl pacientům ultrazvukem vyšetřen hrudník a také pacientům, u kterých bylo podezření na poranění břicha, bylo poskytnuto i vyšetření FAST, tudíž byli vyšetřeni USG protokolem eFAST. Všichni pacienti byli také vyšetřeni na CT, které je považováno za zlatý standard, a tudíž je ideální pro porovnání s USG snímky. CT vyšetření bylo prováděno od renálních tepen až ke kořeni krku. Podle této studie je nejčastější poranění při tupém poranění hrudníku zlomenina žeber a hemotorax (70,2 % pacientů) a pneumotorax (42,1 % pacientů). Hemotorax se vyšetřujícím podařilo prokázat pomocí USG v 94 % případů, zlomeninu žeber v 89 % případů a pneumotorax také v 89 % případů. Výsledky této studie potvrzují, že USG je vhodným vyšetřovacím nástrojem při poranění hrudníku, jeho neinvazivita, nulová radiační zátěž a spolehlivost jsou benefitem pro pacienta (Fawzy et al., 2021, s. 1270-1278).

Také Kozaci et al. (2018, s. neuvedena) se ve své studii zaměřili na porovnání výsledků hrudního USG s výsledky CT. Do jejich studie byli zařazeni pacienti, kteří utrpěli mnohočetná traumata a trauma hrudníku bylo potvrzeno fyzikálním vyšetřením a CT vyšetřením. Pacientů bylo 81 (79 % muži), nejčastější příčinou úrazu byla autonehoda (53 %), následoval pád z výšky (32 %) a zbylí pacienti utrpěli poranění ostrým nebo tupým předmětem. 73 pacientů mělo GCS 15-14, 2 pacienti 13-9 a 7 pacientů 8-3. Po základním fyzikálním vyšetření provedl lékař na urgentním příjmu USG vyšetření pacienta. Pacienti byli pomocí USG vyšetřováni anterolaterálně, během vyšetření leželi na nosítkách, protože polohování pacientů s mnohočetnými traumaty je značně omezeno. Autoři se zaměřili na výsledky USG vyšetření přítomnosti subkutánního emfyzému, přítomnost zlomenin (hrudní kost, klíční kosti a žebra), přítomnost plicní kontuze, přítomnost pneumotoraxu, srdeční tamponády a hemotoraxu. Po USG vyšetření všichni pacienti podstoupili CT vyšetření. Subkutánní emfyzém, vzniklý v důsledku úniku vzduchu do podkoží, značně komplikuje vyšetření

hrudníku, protože ultrazvukové vlnění v emfyzému zaniká. V této studii byl subkutánní emfyzém diagnostikován s 56% senzitivitou. USG vyšetření se ukázalo jako nejspolehlivější u diagnostiky pneumotoraxu s 86% senzitivitou. Za úspěch při vyšetření pneumotoraxu může, podle autorů, zejména fakt, že pokud je pacient vyšetřován na zádech, stoupne vzduch v hrudníku k jeho ventrálnímu okraji a tím je pro USG lépe čitelný. Autorům se dále podařilo diagnostikovat plicní kontuzi s 63% senzitivitou a hemotorax s 45% senzitivitou. Srdeční tamponáda nebyla diagnostikována u nikoho žádným vyšetřením. Co se týče zlomenin, nejlépe šla pomocí USG diagnostikovat zlomenina sterna a claviculy (specificita 83 %), zlomenina žeber měla specificitu nižší (67 %). Autoři zdůvodňují vyšetřování zlomenin kostí hrudníku tím, že právě zlomená kost může způsobit sekundární trauma nitrohrudních a intraabdominálních orgánů. Tato studie prokázala, že ultrazvuk má své místo ve vyšetřování traumatických pacientů, ale zejména kvůli subkutánnímu emfyzému nezobrazí všechna vzniklá zranění.

Nicméně Perkins et al. (2021, s. neuvedeno) uvádí, že přínos ultrasonografie v urgentní medicíně dokazuje i ERC (Evropská resuscitační rada), když v doporučených postupech pro resuscitaci 2021 uvádí následující:

- Využití vyšetření POCUS pro stanovení reverzibilní příčiny srdeční zástavy získává stále větší význam. Mělo by být prováděno za co nejmenšího přerušování kompresí hrudníku. Vyšetření by měl provádět zkušený personál. Je vhodné si čas vyšetření naplánovat (např. při analýze srdečního rytmu), aby se co nejméně prodlužoval hands-off time.
- Přínos vyšetření POCUS je také v možnosti diagnostiky některých reverzibilních příčin náhlé zástavy oběhu jako je například tamponáda srdeční a tenzní pneumotorax.
- U pacienta s podezřením na plicní embolii je vhodné provádět při vyšetřovacím algoritmu ABCDE v bodě C echokardiografické vyšetření. Tohle vyšetření je vhodné použít i jako jeden z diagnostických nástrojů při případně vzniklé srdeční zástavě.
- Point of care echokardiografie se používá pro ověření srdeční tamponády, kterou je nutno neodkladně léčit resuscitační torakotomií nebo právě ultrazvukem navigovanou perikardiocentézou.

- Ultrazvuk je rovněž možné použít k diagnostice tenzního pneumotoraxu. Ten vyžaduje okamžitou intervenci pomocí urgentní torakostomie, případně jehlové torakocentézy. Je-li užití ultrasonografie správně využito a nedochází-li k časové prodlevě při jeho použití, jeví se jako vhodným prostředkem k potvrzení této diagnózy.
- Vyšetření POCUS má být užíváno k diagnostice, a ne k prognózování, zejména z důvodů nedostatečné kvality způsobené nepříznivými vyšetřovacími podmínkami.
- Pokud je zachránce dostatečně kompetentní, může zvážit zajištění periferního žilního vstupu za pomocí ultrasonografie.

2.2 Ultrazvuk a zdravotní personál v přednemocniční neodkladné péči

Nabízí se otázka, zda USG vyšetření POCUS může provádět i nelékařský zdravotní personál, nebo je určen jen pro lékaře. Předpokládá se, že vyšetření POCUS je navrženo tak, že se jej může naučit používat každý zdravotník, bez ohledu na jeho stupeň vzdělání. Zároveň je ale podmínkou, aby se vyšetřující byl schopen zamyslet nad pacientem komplexně a posoudil, zda pořízený obraz přispívá k odhalení diagnózy a případně terapeutického výkonu, či nikoli. Je reálné, aby nelékařští zdravotní pracovníci prováděli zaměřené USG vyšetření na jejich obor, např. pro zdravotnické záchranáře může být užitečné diagnostikovat přítomnost volné tekutiny v dutině břišní, retenci moči či vyhodnocovat náplň cévního řečiště (Škulec et al., 2019, s. 7-10).

Na thajské univerzitě Navamindradhiraj prováděli studii na studentech zdravotnického záchranářství. Cílem dané studie bylo zjistit, s jakou diagnostickou přesností jsou studenti schopni vyhodnocovat USG vyšetření eFAST. Do studie bylo zařazeno celkem 47 studentů (34 žen a 13mužů) zdravotnického záchranářství v posledním 4. ročníku studia, kteří neměli předchozí zkušenosti s USG vyšetřením. 23 (48,9 %) účastníků studie se během období svého studia setkalo s vyšetřením eFAST. V rámci studie jim byla poskytnuta 2hodinová odborná přednáška, která byla zaměřena na úvod a fyzikální podstatu USG, nastavení přístroje, orientaci na snímku a optimalizaci obrazu a na samotné vyšetření eFAST. Druhá hodinová část školení byl praktický nácvik samotného eFAST, během kterého si každý student toto vyšetření prakticky zkusil. Studenti snímali pomocí USG celkem 6 pohledů (hepatorenální nebo Morisonův prostor, splenorenální prostor, pánevní prostor, perikard, levý a pravý pleurální prostor) na simulačním modelu lidského trupu, na kterém bylo možné vpouštění a vypouštění tekutiny do různých dutin a prostorů, což umožňovalo pořizování rozličných USG snímků. Autoři zjistili, že studenti jsou schopni po absolvování krátkého školení číst USG snímky s 85,7% senzitivitou a 81,6% specificitou. Dále prokázali, že délka praxe studentů ve výjezdové činnosti ZZS nesouvisí s dovednostmi spojenými s USG (Buaprasert et al., 2021, s. 249-255).

Swamy et al. (2019, s. 474–477) ve své studii zkoumají, zda je schopen nelékařský zdravotnický personál (konkrétně všeobecné sestry, studenti medicíny a zdravotničtí záchranáři) provádět USG vyšetření plic s dostatečnou efektivitou.

Konkrétně šlo o odhalení plicního edému pomocí B – linie. Zdravotničtí záchranáři prošli 30minutovou teoretickou přednáškou a 1,5hodinovým praktickým cvičením, než byli připuštěni k samotnému vyšetřování pacienta. Cílem výzkumu bylo dokázat úspěšnost zdravotnických záchranářů alespoň v 80 % vyšetřeních. Výsledek studie však nebyl uspokojivý, protože bylo dosaženo 63 % dílčích diagnóz, které souhlasily se skutečnou diagnózou pacienta. Autoři dále uvádějí, že pokud by na školení pro zdravotnické záchranáře bylo více času, byly by i výsledky daleko uspokojivější. Dále vidí přínos USG vyšetření v podmínkách přednemocniční neodkladné péče, a to zejména pokud je školení zaměřeno na metodu FAST. I USG vyšetření plic má v PNP své místo, a to zejména pokud se jedná o dlouhý transport do zdravotnického zařízení.

Studie autorů Quick et. al. (2016, s. neuvedena) je opět zaměřena na vyšetření hrudníku nelékařem pomocí USG, tentokrát v podmínkách LZS. Prostředí LZS si zvolili zejména kvůli tomu, že klasické vyšetření hrudníku nelze kvůli podmínkám v kabině LZS provádět. Studii provádělo 26 nelékařských členů zdravotnického týmu LZS – zdravotničtí záchranáři a flight nurses (dále záchranáři) s průměrnou praxí 10,6 let. Tito zdravotníci byli školeni k pořizování a čtení snímků hrudníku pomocí USG přístroje. Školení bylo složeno z teoretické přednášky a praktického nácviku na lidech (dobrovolnících) a na živém praseti k vizualizaci patologických nálezů. Nelékařští zdravotní pracovníci pořizovali snímky v podmínkách LZS, které byly následně porovnány s opět USG snímky pořízenými na OUP. Dále byla většina pacientů vyšetřena pomocí CT, toto vyšetření nepodstoupili pouze ti pacienti, u nichž byl pneumotorax prokázán jinak (rentgen nebo klinické příznaky). Cílem autorů bylo posoudit, zda je u pacienta přítomen pneumotorax a v případě endotracheální intubace posoudit správnost umístění kanyly. Bylo vyšetřeno celkem 149 pacientů, z toho 136 traumatických a 13 netraumatických. Průměrný věk byl 44,4 let (16–94) a index tělesné hmotnosti (BMI) 28,2 (nadváha). Když autoři srovnali ultrasonografické snímky s výsledky CT vyšetření, zjistili přesnost přednemocničního ultrazvuku 91 % a ultrazvuku v nemocnici 96 %. Rozdíl ve výsledcích je přičítán zejména rozdílným podmínkám v kabině vrtulníku a v nemocničním prostředí. Nemocniční personál se nemusí potýkat s turbulencemi, chvěním stroje, nedostatečným pracovním prostorem a omezeným přístupem k pacientovi a také bezpečnostní pásy na pacientovi umožňují přiložení sondy pouze na některé části hrudníku. Za zmínku stojí i fakt, že byla v průběhu studie zaznamenána vzestupná tendence přesnosti pořízení a interpretace snímků. Tato skutečnost poukazuje na to, že se zdravotníci i v průběhu studie učili a

neustále se zlepšovali. Autoři na závěr své studie uvádějí, že v případě pneumotoraxu v PNP a podmínkách LZS má USG nejen diagnostický význam, ale také přímo souvisí s jeho ošetřením. U pacientů s rozsáhlými traumaty může být právě USG hrudníku jediným spolehlivým nástrojem k diagnostice tenzního pneumotoraxu. Po provedení hrudní punkce nemusí být slyšen, ani jinak zaznamenán únik vzduchu z hrudníku (např. kvůli hluku ve vrtulníku). To může vést k zbytečným opakovaným vpichům do hrudníku pacienta nebo v opačném případě k nevyřešení tenzního pneumotoraxu. Právě díky ultrazvukové kontrole se může zdravotnický personál přesvědčit o výsledku punkce.

Potvrzení nebo vyloučení pneumotoraxu v terénu nebo během transportu má pozitivní dopad na bezpečnost pacienta, protože tím se indikují nebo kontraindikují urgentní chirurgické zákroky. Otázkou, zda jsou schopni záchranáři diagnostikovat pneumotorax pomocí POCUS v PNP, se zabývali i další autoři. Do své 12měsíční studie zahrnuli 3 respondenty záchranáře, kteří prodělali školení o USG vyšetření a také mají značné zkušenosti jak v primárních výjezdech pro pacienta do terénu, tak také v sekundárních transportech. Během roční studie, prováděné v ostré výjezdové činnosti skotské ZZS, byly pořízeny snímky od 87 pacientů, ale pouze 29 splňovalo kritéria pro zařazení do studie. Nakonec bylo vybráno 12 pacientů (83 % muži) a tudíž 24 snímků plic, každý záchranář vyšetřil 4 pacienty. Přesně polovina pacientů byla traumatických a polovina s interním onemocněním. Indikací pro provedení USG plic bylo podezření na pneumotorax (2x penetrující trauma hrudníku, 4x tupé trauma hrudníku, 2x oběhové selhávání, 4x respirační selhávání). Snímky byly pořízeny v sanitním vozidle (5), vrtulníku (3), v terénu (3) a v letadle (1). Za zlatý standard se považovalo rentgenové vyšetření. USG snímky vyhodnocovali lékaři urgentní medicíny, protože v PNP většinou radiologové neslouží. Oproti tomu rentgenové snímky diagnostikoval atestovaný radiolog. Záchranáři považovali všech 22 snímků jako vhodných pro diagnostiku pacientova stavu. Lékaři je posoudili a uznali 19 z nich za adekvátní. Toto bylo nejspíš způsobeno tím, že lékaři, kteří posuzovali správnost USG snímků pro studii, na rozdíl od záchranářů, kteří pacienta vyšetřovali na místě, mohli vidět pouze 3vteřinové pořízené USG snímky, což jejich diagnostiku značně komplikovalo. Autoři tento rozdíl (86,4 % shoda) hodnotí jako statisticky nevýznamný. Celková senzitivita po srovnání s výsledky záchranářů a radiologů je 66,6 % (záchranáři diagnostikovali 2 pneumotoraxy ze 3 – tento rozdíl sice záchranáři v terénu také objevili, ale později byl snímek vyhodnocen jako nedostatečný, a tudíž je

považován za přehlédnutý pneumotorax). Během studie záchranáři nediagnostikovali žádný falešně pozitivní pneumotorax (tudíž specificita 100 %). Záchranáři se po studii vyjádřili, že je při pořizování USG snímků nejvíce omezoval tělesný habitus pacienta a přítomnost subkutánního emfyzému. Na rozdíl od lékaře z OUP, který viděl pouze pořízené snímky a podle nich posuzoval přítomnost pneumotoraxu, záchranáři vyšetřovali pacienty nejen pomocí USG, ale také klasickým klinickým vyšetřením. Proto se jejich pracovní diagnóza zakládala na klinickém vyšetření a USG sloužil jako rozšířený diagnostický nástroj. Studie prokázala efektivitu přednemocničního POCUS prováděného záchranářem, který je schopen snímky, jak pořizovat, tak je také interpretovat. Limitem studie je nízký počet vyšetřujících záchranářů a vyšetřovaných pacientů. Za další limit studie může být považováno srovnání USG snímků s rentgenovými snímky. USG vyšetření, stejně jako CT vyšetření, je považováno za citlivější pro detekci pneumotoraxu než rentgenové vyšetření (Ronaldson et al., 2020, s. neuvedena).

Další studie dokazuje proveditelnost USG vyšetření za pomoci tzv. teleultrazvuku dokonce i laikem, pokud je na dálku podporován. Vzdálení odborníci (2 traumatologové provedli dohromady 50 vyšetření, 1 internista provedl 32 vyšetření a 1 lékař z urgentního přijmu provedl 19 vyšetření) v reálném čase hodnotili snímky pořízené 101 kanadskými hasiči z města Edmonton. Studie byla konstruována tak, že hasič ovládal USG sondu a zároveň mohl sledovat pořízený obraz na obrazovce. Lékař jej na dálku instruoval, mohl sledovat pořízený obraz a ovládat nastavení USG přístroje v reálném čase a také, díky kamerce na hasičově hlavě, sledovat jeho ruce a model pacienta a tím jej lépe navádět. Aby se docílilo realističtějších podmínek a tím i výsledků, bylo vyšetření omezeno na dobu 5minut. Cílem vyšetření bylo odhalit, zda je model pacienta fyziologický, nebo jestli je v něm 750 ml intraabdominální tekutiny (konkrétně v pravém horním kvadrantu). Způsob, jak bude lékař hasiče navádět, si mohl každý lékař zvolit sám. Všichni, nezávisle na sobě, nejdříve stručně vysvětlili bez používání odborných termínů princip vyšetření a následně jej během něj naváděli. Studie prokázala, že i laik je schopen, pokud je kvalitně dálkově naváděn, provést vyšetření břicha s podezřením na intraabdominální tekutinu. Dále se studie zabývala otázkou, zda má přínos dálkové nastavování USG zařízení odborníkem. Tahle skutečnost však nijak zásadně neovlivnila výsledky, proto ji autoři dále zkoumat (Kirkpatrick et al., 2016, s. 894-902).

2.3 Telemetrické ultrazvukové vyšetření

Principem dálkového vyšetření ultrazvukem, tzv. teleultrazvuk, je odborná real-time asistence při různých typech USG vyšetření. Výsledky hodnocených studií ukazují na fakt, že prováděné teleultrazvukové vyšetření FAST neprodlužovalo čas strávený v terénu a mělo uspokojivou úspěšnost (senzitivita 90 % a specificita 85,5 %) (Sýkora a Renza, 2019, s. 27).

Changsun et al. (2016, s. neuvedena) ve své studii dokazují proveditelnost přenosu ultrasonografického snímku přes mobilní sítě v reálném čase. Dále zkoumají, zda jde přenesený snímek s dostatečnou jistotou číst na obrazovce mobilního telefonu (konkrétně iPhone S5 s úhlopříčkou 10.2 cm a rozlišením 1136x640 pixelů). K výzkumu použili systém CubeView, díky kterému přenášeli pořízené snímky z USG přístroje do centrálního počítače a z něj do vzdáleného chytrého telefonu. Studie byla prováděna se 100 echokardiografickými snímky a 100 snímky břicha, konkrétně v případech suspektní apendicitidy (50 pediatrických pacientů s apendicitidou a 50 pediatrických pacientů bez apendicitidy). V mnoha zemích se rozšiřuje vysokorychlostní síť internetu LTE, po které lze přenášet videa ve vysokém rozlišení a s vysokou přenosovou frekvencí. Ve většině zemí však byly v době vzniku této studie rozšířené mobilní sítě 3. generace (3G). Autoři se zabývali právě přenosem ultrasonografických snímků pomocí mobilních sítí 3G. Při přenášení echokardiografických snímků byla jejich kvalita snížena o 20 %, aby je bylo možno promítat snímkovou rychlostí 15 FPS, která lidské oko vnímá jako nepřetržitý pohyb. Tím se dosáhlo kompromisu mezi rychlostí mobilní sítě, kvalitou obrazu a snímkovou frekvencí. V případě echokardiografie měl pacient s nejvyšší tachykardií srdeční frekvenci 135 tepů za minutu. Tím pádem není známo, zdali by 80% kvality obrazu při 15 FPS stačilo i u vyšších srdečních frekvencí. Autoři potvrdili proveditelnost kvalitní telesonografie za použití mobilní sítě 3G a dalších výkonnějších sítí. Dále udávají, že v případě telesonografie v reálném čase lze využít i přenos zvuku, a tím může vzdálený odborník instruovat vyšetřujícího a zároveň vyhodnocovat pořízený obraz (Changsun et al., 2016, s. neuvedena).

Právě real time teleutrazvukem se zabývají autoři další studie, když se tázali 12 zdravotníků Skotské záchranné služby (4 lékaři a 8 zdravotnických záchranářů) na jejich názor ohledně teleultrazvuku, kdy zdravotník v terénu odesílá snímky odborníkovi do nemocnice na konzultaci (podobně jako je již v praxi zavedeno

odesílání EKG). Z výsledku lze říct, že se názory obou dotazovaných táborů liší. Záchranáři vidí teleultrazvuk jako přínosný při rozhodování, zda pacienta ponechat na místě, jaké cílové nemocniční zařízení vybrat, či jestli zvolit transport pomocí LZS. Také vidí jeho přínos během dlouhých transportů (studie vznikla ve Skotské vysočině), kdy mohou právě díky teleultrazvuku zhodnotit s větší přesností pacientův stav a poradit se s odborníkem o léčbě. Obě skupiny se však domnívají, že by právě díky teleultrazvuku mohlo dojít ke zpožděnému transportu, protože by se prováděly úkony, které patří až do nemocnice. Jeden dotazovaný záchranář dokonce udává, že čím více záchranář umí, tím více své dovednosti uplatňuje v terénu (právě třeba pořízení kvalitního snímku), a o to později je pacientovi poskytnuta nemocniční péče. Obě skupiny dotazovaných si také myslí, že zavedení teleultrazvuku je náročné zejména kvůli tomu, že se jedná o multidisciplinární obor. Podle názoru lékařů by měl ultrazvuk v PNP jen omezené využití, protože zjištěný zdravotní problém by na místě nešel řešit z důvodu nedostatečného vybavení posádek v PNP. Záchranáři i lékaři vnímají pracovníky u ZZS jako skutečně kvalitní a motivovaný personál, ale připouštějí, že někteří jejich kolegové cvičeni v režimu scoop and run nebudou ochotni přijat nové technologické postupy a také někteří z nich by si neudělali čas na školení, které by se zavedením ultrazvuku souviselo. Záchranáři také projevili obavy, že by důvěra, kterou k nim pacient má, opadla poté, co by před pacientem konzultovali pořízené snímky se vzdáleným odborníkem a popřípadě by je natáčeli opakovaně. Lékaři se cítí kompetentní nejen USG snímky pořizovat, ale také si pořízené snímky sami vyhodnocovat. V závěru studie autoři uvádí, že někteří lékaři na OUP byli znepokojeni rozšířením svých povinností s ohledem na jejich už tak vytížený čas (Marsh-Feiley, Eadie a Wilson, 2018, s. neuvedeno).

Další studie zkoumající proveditelnost teleultrazvuku během transportu zahrnuje pacienty, kteří prodělali tupé poranění břicha a hrudníku. Navíc tito zranění museli být při vědomí, aby byli schopni porozumět souhlasu s provedením studie a podepsat jej, mít alespoň 18 let a ženy musely negovat těhotenství. V cílovém traumacentru byl instalován počítač, který přijímal snímky od posádek odeslané z terénu, jež používaly k vyšetření pacienta protokol eFAST. Lékaři (s atestací urgentní medicíny, radiologie nebo chirurgie) vyhodnocovali převedené snímky pořízené během transportu pacienta v reálném čase nebo dokonce naváděli personál v sanitce. Snímky se ukládaly a následně byly porovnávány se snímky pořízenými v nemocničním zařízení. 20 lékařů zhodnotilo dohromady 400 pořízených snímků. Důležité je podotknout, že na snímky

pořízené během transportu a v nemocničním zařízení byl použit stejný USG přístroj. Výsledek této studie ukazuje, že všechny pořízené snímky byly v dostatečně uspokojivé kvalitě. Porovnání snímků z transportu a nemocničního zařízení dopadlo mírně ve prospěch snímků z nemocničního zařízení, ale jak je již zmíněno, nejedná se o podstatný rozdíl. Přenos pořízených snímků v digitální podobě lze realizovat pomocí spolehlivých, drahých a složitých prostředků, ale také pomocí relativně levných a rychlých mobilních sítí (Morchel et al., 2018, s. 111-117).

Samotné využití teleultrazvuku dokazuje i Pian et al. (2013, s. neuvedena), když ve svém článku popisuje mimo jiné i využití USG diagnostiky na oběžné dráze. Udává, že po školení nelékařů je možno provádět teleultrasonografické vyšetření na palubě Mezinárodní vesmírné stanice (dále jen ISS). Konkrétně je zmíněno, že v podmínkách ISS lze s dobrými výsledky provádět vyšetření FAST, vyšetření oka a echokardiografii.

Telemedicíně a možnými způsoby, jak ji provádět, se věnují i autoři Hurst et al. (2015, s. 1034-1038), kteří hledají ideální způsob, jak využít právě USG vyšetření během dálkových vesmírných misí. Telemedicína zde totiž naráží na zpoždění v komunikaci, které je způsobeno příliš velkou vzdáleností mezi operátorem u USG přístroje a jeho instruktorem na Zemi (např. pro Měsíc je to 5 až 6 sekund, pro Mars 10 až 45 minut). Proto se rozhodli nasimulovat pod dozorem Vesmírného střediska NASA Johnson Space Center podmínky, kdy dochází k oboustrannému 5vteřinovému zpoždění (simulace mise na Měsíc) v komunikaci mezi operátorem a jeho instruktorem. Celkem bylo do studie obsazeno 30 operátorů bez předchozích zkušeností s ultrazvukem, z toho 7 mělo vystudované alespoň 2 roky na lékařské fakultě. Jejich cílem bylo porovnat tři vyšetřovací metody teleultrazvuku na modelu, kde operátoři hledali zlomeninu, a na skutečném zdravém mužském těle, kdy dobrovolník odpovídal svou demografií populaci astronautů, kde je operátoři naváděli k vyšetření FAST. Operátoři byli rozděleni podle vyšetřovacích metod do tří skupin:

- Skupina A – k vyšetření byla audiovizuálně naváděna instruktorem, který viděl ultrazvukové snímky.
- Skupina B – operátoři pořizovali snímky pouze na podkladě OPE-L, což je program, který navádí nezkušeného operátora každým krokem vyšetření. Jedná se o verzi programu OPE, který používali astronauti na ISS k pořizování USG snímků.

- Skupina C – využívala program OPE-L a zároveň komunikaci s instruktorem.

Autoři uvádí, že při vyšetření FAST byly snímky od všech skupin v dostatečné kvalitě, však skupina B dosáhla kvality nejnižší, zatímco skupina C nejvyšší. Dále autoři uvádějí průměrné potřebné časy na vyšetření FAST. U skupin A a C je to 22 min 42 s a u skupiny B je to 20 min 24 s. Z výsledků studie je také patrné, že operátoři, kteří měli za sebou alespoň 2 roky na lékařské fakultě, dosahovali lepších výsledků (Hurst et al., 2015, s. 1034-1038).

2.4 Význam a limitace dohledaných poznatků

Bakalářská práce se zabývá přínosem USG v podmínkách PNP, jeho proveditelností a možností využití teleultrasonografie. Z práce vyplývá důležitost dalšího přezkoumání vlivu provedení USG v PNP a zkoumání jeho možných forem (telemedicína, provádění pouze školeným nelékařským personálem). Z uvedených studií totiž vyplývá dilema scoop and run x stay and play. Z nových studií je jasné, že USG má v PNP své místo, ale doposud není definováno, kdy je pro péči o pacienta přínosný, a kdy naopak odkládá konečné ošetření pacienta. Tato práce může být přínosná pro studenty zdravotnických oborů, zejména pak pro studenty zdravotnického záchranáře, lékaře, sestry a zdravotnické záchranáře pracující ve výjezdové činnosti ZZS, OUP a na traumatologii. Vyjmenovaný personál by si mohl po přečtení práce udělat studiemi podloženou představu o možném přínosu a použití USG v PNP, jeho dopadech na nemocniční péči a celkový management o pacienty jak s interním onemocněním, tak také traumaty.

Limitem studií prováděných na pacientech je samotný nízký počet pacientů. Tento fakt je způsoben jednak tím, že USG přístroje nejsou běžnou výbavou vozidel a vrtulníků ZZS, ale také tím že u většiny pacientů v PNP je USG vyšetření nadbytečné, a proto nebylo provedeno, nebo se vyšetřující personál rozhodl USG nepoužít. Většina studií, které se zabývaly teleutrazvukem a nelékařským zdravotním personálem obsluhující USG, byla nasimulována. Tím pádem studie nedokazují realizaci přímo v terénu, kdy je vyšetřující pod jistou psychickou zátěží a zároveň na něj působí nejrůznější negativní faktory, jako jsou např. nepříznivé meteorologické podmínky (např. kvůli jasnému světlu nemusí být vidět na obrazovku), hluk, nedostatek pracovního místa nebo agitovanost pacienta. Dále jsou tyto studie do značné míry omezeny tím, že před záznamem výsledných dat do studií prošli zdravotníci školením o USG, a proto měli jeho používání a interpretaci v čerstvé paměti, což může zkreslovat výsledky oproti skutečné praxi.

Závěr

Pro tvorbu přehledové bakalářské práce jsem si zvolil téma ultrazvuk v přednemocniční neodkladné péči. Téma jsem si vybral, protože se jedná o propojení techniky a urgentní medicíny. Ultrazvuk v PNP je relativně nová vyšetřovací metoda v novém medicínském oboru, a proto je toto téma nejen předmětem mnoha diskusí, ale také studií a publikací. Tyto studie se nezabývají jenom reálným benefitem pro pacienta, ale také hledají nejideálnější úlohu ultrazvuku v PNP a technické možnosti jeho využití. Protože cílovým výstupem ultrazvukového vyšetření je obraz, díky kterému vyšetřující stanovuje pacientovu diagnózu, může být řeč o tzv. telemedicíně, kdy obraz pořizuje lékař, záchranář, či laik a vzdálený odborník hodnotí pořízené snímky.

První část práce se zaměřuje na samotný přínos USG v PNP jak pro pacienta, tak také pro managment vyšetření, ošetření a následného směřování pacienta. Studie potvrzují, že při provedeném USG vyšetření se zlepšuje rozhodovací schopnost týmu ZZS pro výběr cílového pracoviště a také pro včasnou mobilizaci potřebných nemocničních zdrojů. Také se autoři studií zaměřovali na hodnocení přesnosti pořízených snímků, ač se nejedná o 100% přesné vyšetření, autoři jej hodnotí ve většině případů jako dostačující.

Druhý dílčí cíl se zabývá USG a personálem v PNP. Studie prokázaly, že i po krátkém školení a praktickém nácviku je nelékařský zdravotnický personál schopen USG snímky úspěšně natáčet a také je vyhodnocovat. Existují i důkazy, že pomocí telemedicíny je možno získat snímky i od úplných laiků.

Právě problematiku telemedicíny řeší poslední část práce, která se zabývá realizací tzv. dálkového ultrazvuku. Autoři se ve svých pracích zabývali problematikou kvality přenosu snímků a obrazu, přesností vyšetření, ale také zpožděným obrazem a zvukem, pokud se jedná o vyšetření na velkou vzdálenost. Tento způsob vyšetření nachází své místo během dlouhých transportů s pacientem, ve výjezdové činnosti ZZS na periferiích, ale také například na extrémních místech, jako jsou polární expedice či vesmírné mise. Za zmínku také stojí real time ultrazvuk, díky kterému může právě vzdálený odborník podporovat tým v terénu.

Již výše zmíněnými dílčími cíli se mi podařilo dosáhnout hlavního cíle, a to předložit dohledané aktuální publikované poznatky o přínosu USG v PNP.

Názory zdravotníků (včetně jedné letecké záchranářky ze Švýcarska), se kterými jsem během svého studia hovořil o problematice USG v PNP, se velmi liší. A to i u těch, kteří s jeho použitím mají osobní zkušenosti. Proto by tato bakalářská práce mohla sloužit všem zdravotníkům, kteří pracují v PNP, nebo jejich práce s PNP souvisí, aby jim poskytla informace o možném přínosu a využití USG v tomto prostředí.

Referenční seznam

ABD ELLA, Tarek Fawzy, Shaheira Ahmed El-Sayed SALEM a Ashraf Anas ZYTOON. The Potential Benefit of Emergency Ultrasound Plus MDCT for The Diagnosis of Major Chest Trauma … A Diagnostic Test Accuracy Study. *The Egyptian Journal of Hospital Medicine* [online]. 2021, **83**(1), 1270-1278 [cit. 2023-03-04]. ISSN 2090-7125. Dostupné z: doi:10.21608/ejhm.2021.165178

BRUN, Pierre-Marie, Jacques BESSEREAU, Hichem CHENAITIA, et al. Stay and play eFAST or scoop and run eFAST? That is the question!. *The American Journal of Emergency Medicine* [online]. 2014, **32**(2), 166-170 [cit. 2023-04-08]. ISSN 07356757. Dostupné z: doi:10.1016/j.ajem.2013.11.008

BUAPRASERT, Phudit, Jiraporn SRI-ON, Jareeda SUKHUNTEE, Ranu ASAWAJAROENKUL, Onchuda BUANHONG, Trairat KHIAODEE, Worrapat KEETAWATTANANON a Gawin TIYAWAT. Diagnostic Accuracy of Extended Focused Assessment with Sonography for Trauma Performed by Paramedic Students: A Simulation-Based Pilot Study. *Open Access Emergency Medicine* [online]. 2021, **13**, 249-256 [cit. 2023-04-10]. ISSN 1179-1500. Dostupné z: doi:10.2147/OAEM.S311376

DURILA, Miroslav. *Point of care ultrazvuk u kritických stavů: Point of care ultrasonography in critical care*. Praha: Grada Publishing, 2021. ISBN 978-80-271-3058-0.

GAMBERINI, Lorenzo, Marco TARTAGLIONE, Aimone GIUGNI, et al. The role of prehospital ultrasound in reducing time to definitive care in abdominal trauma patients with moderate to severe liver and spleen injuries. *Injury* [online]. 2022, **53**(5), 1587-1595 [cit. 2023-04-10]. ISSN 00201383. Dostupné z: doi:10.1016/j.injury.2021.12.008

GÜLÜNAY, Behnan a Ertuğ GÜNSOY. Ultrasonography Use in Emergency Health Services. *Journal of Ankara University Faculty of Medicine* [online]. 2022, **75**(1), 1-7 [cit. 2023-01-04]. ISSN 1307-5608. Dostupné z: doi:10.4274/atfm.galenos.2021.53825

HILBERT-CARIUS, Peter, Manuel F. STRUCK, Marcus RUDOLPH, et al. Point-of-care ultrasound (POCUS) practices in the helicopter emergency medical services in Europe: results of an online survey. Scandinavian *Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine* [online]. 2021, **29**(1) [cit. 2023-01-04]. ISSN 1757-7241. Dostupné z: doi:10.1186/s13049-021-00933-y

HURST, Victor W., Sean PETERSON, Kathleen GARCIA, Douglas EBERT, David HAM, David AMPONSAH a Scott DULCHAVSKY. Concept of Operations Evaluation for Using Remote-Guidance Ultrasound for Exploration Spaceflight. *Aerospace Medicine and Human Performance* [online]. 2015, **86**(12), 1034-1038 [cit. 2023-03-03]. ISSN 23756314. Dostupné z: doi:10.3357/AMHP.3244.2015

IENGHONG, Kamonwon, Lap Woon CHEUNG, Somsak TIAMKAO, Vajarabhongsa BHUDHISAWASDI a Korakot APIRATWARAKUL. The Impact of Prehospital Point of Care Ultrasounds on Emergency Patients Length of Stay in Thailand. *Journal of Multidisciplinary Healthcare* [online]. 2023, **16**, 219-226 [cit. 2023-02-28]. ISSN 1178-2390. Dostupné z: doi:10.2147/JMDH.S396986

KIM, Changsun, Hyunmin CHA, Bo Seung KANG, Hyuk Joong CHOI, Tae Ho LIM a Jaehoon OH. A Feasibility Study of Smartphone-Based Telesonography for Evaluating Cardiac Dynamic Function and Diagnosing Acute Appendicitis with Control of the Image Quality of the Transmitted Videos. *Journal of Digital Imaging* [online]. 2016, **29**(3), 347-356 [cit. 2023-01-05]. ISSN 0897-1889. Dostupné z: doi:10.1007/s10278-015-9849-6

KIRKPATRICK, Andrew W., Ian MCKEE, Jessica L. MCKEE, et al. Remote just-in-time telementored trauma ultrasound: a double-factorial randomized controlled trial examining fluid detection and remote knobology control through an ultrasound graphic user interface display. *The American Journal of Surgery* [online]. 2016, **211**(5), 894-902.e1 [cit. 2023-03-01]. ISSN 00029610. Dostupné z: doi:10.1016/j.amjsurg.2016.01.018

KOZACI, Nalan, Mustafa AVCI, Ertan ARARAT, Tansu PINARBASILI, Muharrem OZKAYA, Ibrahim ETLI, Eda DONERTAS a Omer F. KARAKOYUN. Comparison of

ultrasonography and computed tomography in the determination of traumatic thoracic injuries. *The American Journal of Emergency Medicine* [online]. 2019, **37**(5), 864-868 [cit. 2023-03-05]. ISSN 07356757. Dostupné z: doi:10.1016/j.ajem.2018.08.002

LUCAS, Benjamin, Dorothea HEMPEL, Ronny OTTO, Franziska BRENNER, Mario STIER, Ingo MARZI, Raoul BREITKREUTZ a Felix WALCHER. Prehospital FAST reduces time to admission and operative treatment: a prospective, randomized, multicenter trial. European *Journal of Trauma and Emergency Surgery* [online]. 2022, **48**(4), 2701-2708 [cit. 2023-01-10]. ISSN 1863-9933. Dostupné z: doi:10.1007/s00068-021-01806-w

MACH, Dušan. Fyzikální principy ultrazvuku. *Anesteziologie a intenzivní medicína*. Solen, 2013, **24**(1), 42-46. ISSN 1214-2158.

MARSH-FEILEY, Genevieve, Leila EADIE a Philip WILSON. Paramedic and physician perspectives on the potential use of remotely supported prehospital ultrasound. *Rural and Remote Health* [online]. 2018 [cit. 2023-01-07]. ISSN 1445-6354. Dostupné z: doi:10.22605/RRH4574

MORCHEL, Herman, Chinwe OGEDEGBE, William CHAPLIN, et al. Evaluation of a Novel Wireless Transmission System for Trauma Ultrasound Examinations From Moving Ambulances. *Military Medicine* [online]. 2018, **183**(suppl_1), 111-118 [cit. 2023-04-10]. ISSN 0026-4075. Dostupné z: doi:10.1093/milmed/usx167

MÖBIUS, Dustin, Antonia FITZEK, Niels HAMMER, Axel HEINEMANN, Alexandra RON, Julia SCHÄDLER, Johann ZWIRNER a Benjamin ONDRUSCHKA. Ultrasound in legal medicine—a missed opportunity or simply too late? A narrative review of ultrasonic applications in forensic contexts. International *Journal of Legal Medicine* [online]. 2021, **135**(6), 2363-2383 [cit. 2023-04-10]. ISSN 0937-9827. Dostupné z: doi:10.1007/s00414-021-02661-5

PERKINS, Gavin D., Jan-Thorsen GRÄSNER, Federico SEMERARO, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Executive summary. *Resuscitation* [online].

2021, **161**, 1-60 [cit. 2023-02-19]. ISSN 03009572. Dostupné z: doi:10.1016/j.resuscitation.2021.02.003

PIAN, Linping, Lawrence M. GILLMAN, Paul B. MCBETH, Zhengwen XIAO, Chad G. BALL, Michael BLAIVAS, Douglas R. HAMILTON a Andrew W. KIRKPATRICK. Potential Use of Remote Telesonography as a Transformational Technology in Underresourced and/or Remote Settings. *Emergency Medicine International* [online]. 2013, 2013, 1-9 [cit. 2023-01-07]. ISSN 2090-2840. Dostupné z: doi:10.1155/2013/986160

QUICK, Jacob A., Rindi M. UHLICH, Salman AHMAD, Stephen L. BARNES a Jeffrey P. COUGHENOUR. In-flight ultrasound identification of pneumothorax. *Emergency Radiology* [online]. 2016, **23**(1), 3-7 [cit. 2023-01-14]. ISSN 1070-3004. Dostupné z: doi:10.1007/s10140-015-1348-z

RONALDSON, James, Christopher E. J. MOULTRIE, Alasdair R. CORFIELD a Evelyn MCELHINNEY. Can non-physician advanced retrieval practitioners (ARP) acquire and interpret diagnostic views of the lungs with sufficient quality to aid in the diagnosis of pneumothorax in the pre-hospital and retrieval environment?. Scandinavian *Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine* [online]. 2020, **28**(1) [cit. 2023-03-23]. ISSN 1757-7241. Dostupné z: doi:10.1186/s13049-020-00797-8

SCHARONOW, Maximilian a Christian WEILBACH. Prehospital point-of-care emergency ultrasound: a cohort study. Scandinavian *Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine* [online]. 2018, **26**(1) [cit. 2023-01-04]. ISSN 1757-7241. Dostupné z: doi:10.1186/s13049-018-0519-9

SÝKORA, Roman a Metoděj RENZA. Telemedicína v přednemocniční neodkladné péči: novinky 2019. *Urgentní medicína*. České Budějovice: MEDIPRAX CB, 2019, **22**(2), 24-33. ISSN 1212–1924.

ŠKULEC, Roman, Jitka CALLEROVÁ, Barbora PAKOSTOVÁ a Tomáš PAŘÍZEK. Samotné vyšetření point-of-care ultrasonografie nelékaři v oborech akutní

medicíny. *Urgentní medicína*. České Budějovice: MEDIPRAX CB, 2019, **22**(3), 7-10. ISSN 1212–1924.

ŠKULEC, Roman, Patrik Christian CMOREJ, Miroslav DURILA, David PEŘAN, Ondřej RENNÉT, Lubomír VEČEŘA a Pavel VOJTÍŠEK. Curriculum urgentní ultrasonografie pro specialisty v oboru urgentní medicína. *Urgentní medicína*. České Budějovice: MEDIPRAX CB, 2018, **21**(3), 10-16. ISSN 1212–1924.

VELOPULOS, Catherine G., Ngozi Y. ENWEREM, Augustine OBIRIEZE, et al. National cost of trauma care by payer status. *Journal of Surgical Research* [online]. 2013, **184**(1), 444-449 [cit. 2023-02-18]. ISSN 00224804. Dostupné z: doi:10.1016/j.jss.2013.05.068

WHO. *WHO recommendations on antenatal care for a positive pregnancy experience*. Geneva: World Health Organization, ©2016. ISBN 978-92-4-154991-2.

Seznam zkratek

ATLS.	Advanced trauma life support
BMI.	Body Mass Index
CT.	Počítačová tomografie
eFAST.	FAST zaměřené na břicho i hrudník
EKG.	elektrokardiogram
FAST.	Focused Abdominal Sonography in Trauma
FEEL.	USG vyšetření zaměřené na plíce
FPS.	Frames per second
GCS.	Glasgow Coma Scale
Hz.	Hertz
ISS.	Mezinárodní vesmírná stanice
LTE.	Long Term Evolution
LZS.	Letecká záchranná služba
min.	Minuta
ml.	Mililitr
NASA.	National Aeronautic and Space Administration
PLUS.	USG vyšetření zaměřené na srdce
PNP.	Přednemocniční neodkladná péče
POCUS.	Point of Care Ultrasound
ROSC.	Restore of Spontaneous Circulation
s.	Sekunda
USG.	Ultrazvuk
ZZS.	Zdravotnická záchranná služba
3G.	3. generace mobilních telekomunikačních technologií