

Univerzita Pardubice
Fakulta zdravotnických studií

Využití ultrazvuku zdravotnickou záchrannou službou

Jiří Vaněk

2020/2021

Bakalářská práce

Univerzita Pardubice
Fakulta zdravotnických studií
Akademický rok: 2019/2020

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE (projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Jiří Vaněk**
Osobní číslo: **Z18127**
Studijní program: **B5345 Specializace ve zdravotnictví**
Studijní obor: **Zdravotnický záchranář**
Téma práce: **Využití ultrazvuku zdravotnickou záchrannou službou**
Zadávající katedra: **Katedra klinických oborů**

Zásady pro vypracování

1. Studium literatury, sběr informací a popis současného stavu řešené problematiky.
2. Stanovení cílů a metodiky práce.
3. Příprava a realizace průzkumného šetření dle stanovené metodiky.
4. Analýza a interpretace získaných dat.
5. Zhodnocení výsledků práce.

Rozsah pracovní zprávy: **35 stran**
Rozsah grafických prací: **dle doporučení vedoucího**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

CHOLT, Milan. *Cévní sonografie: repetitorium ultrazvukové cévní diagnostiky a atlas nálezů na DVD*. Praha: Grada, 2013. ISBN 978-80-247-3974-8.
MUSIL, Dalibor. *Ultrazvukové vyšetření žil dolních končetin. 2., přepracované a doplněné vydání*. Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 978-80-247-5597-7.
NIEHAUS, Jens. *Sonografie: praktická příručka*. Přeložil Radka KUDELOVÁ. Praha: Grada Publishing, 2020. ISBN 978-80-271-2468-8.
SEDLÁK, Vratislav a Petr VANÍK. *Ultrazvuk hrudníku v klinické praxi*. Praha: Maxdorf, (2016). Jessenius. ISBN 978-80-7345-349-7.
ŠEBLOVÁ, Jana a Jiří KNOR. *Urgentní medicína v klinické praxi lékaře. 2., doplněné a aktualizované vydání*. Praha: Grada Publishing, 2018. ISBN 978-80-271-0596-0.

Vedoucí bakalářské práce: **Mgr. Jan Pospíchal, Ph.D.**
Katedra klinických oborů

Datum zadání bakalářské práce: **1. prosince 2019**
Termín odevzdání bakalářské práce: **6. května 2021**

doc. Ing. Jana Holá, Ph.D. v.r.
děkanka

L.S.

Mgr. Jan Pospíchal, Ph.D. v.r.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 2. března 2021

PROHLÁŠENÍ AUTORA

Prohlašuji:

Práci s názvem Využití ultrazvuku zdravotnickou záchrannou službou jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury. Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložil, a to podle okolností až do jejich skutečné výše. Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 1.11.2021

Jiří Vaněk v. r.

PODĚKOVÁNÍ

V tomto prostoru bych rád poděkoval lidem, který se zasloužili na tom, že tato práce vůbec mohla vzniknout a být dokončena. V první řadě bych chtěl poděkovat panu Mgr. Janu Pospíchalovi, Ph.D. za vedení této mé práce a jeho cenné rady v jejím průběhu. Následně bych pak chtěl poděkovat své rodině, že mi vytvořili vhodné prostředí a podporu při studiu i jeho závěru a v poslední řadě i svým kamarádům, kteří mi byli vždy ochotni pomoci.

ANOTACE

Tato bakalářská práce přibližuje téma využití ultrazvuku v rámci přednemocniční péče zdravotnickou záchrannou službou. V její první části popisuje ultrazvuk, jeho historii a principy využití. V druhé části srovnává studie vzniklé na toto téma a porovnává jejich výsledky.

KLÍČOVÁ SLOVA

Přednemocniční ultrazvuk, FAST, FEEL, BLUE, ultrazvuk plic, ultrazvuk srdce, ultrazvuk břicha, přednemocniční péče

TITLE

Use of ultrasound by the ambulance services

ANNOTATION

This bachelor thesis introduces the topic of the use of ultrasound in pre-hospital care by the ambulance service. In its first part it describes ultrasound, its history, and principles of use. In the second part it compares the studies produced on this topic and contrasts their results.

KEYWORDS

Prehospital ultrasound, FAST, FEEL, BLUE, lung ultrasound, cardiac ultrasound, abdominal ultrasound, prehospital care

OBSAH

Úvod.....	12
1 Cíl práce.....	13
2 Teoretická část.....	14
2.1 Začátek vývoje ultrazvuku.....	14
2.1.1 Ultrazvuk v medicíně.....	14
2.2 Princip ultrazvukového vyšetření.....	15
2.2.1 Piezoelektrický jev.....	17
2.2.2 Dopplerův jev.....	17
2.2.3 Výhody a nevýhody ultrazvukového vyšetření.....	18
2.2.4 Ultrazvuková technika.....	20
2.2.5 Obecné využití ultrazvuku.....	21
2.3 Využití ultrazvuku v přednemocniční péči.....	22
2.3.1 Kompetence ZZ při diagnostice v PNP.....	23
2.3.2 Využití při diagnostice hrudníku.....	23
2.3.3 Použití ultrazvuku při kardiologických stavech.....	25
2.3.4 Význam ultrazvuku u diferenciální diagnostiky v PNP.....	25
3 Literární přehled.....	29
3.1 Prehospital ultrasound in emergency medicine incidence, feasibility, indications and diagnoses.....	33
3.2 Prehospital lung ultrasound for the diagnosis of cardiogenic pulmonary edema.....	34
3.3 Prehospital Chest Ultrasound by a Dutch Helicopter Emergency Medical Service ..	35
3.4 Stay and play E-FAST or scoop and run E-FAST That is the question!	36
3.5 Prospective evaluation of prehospital trauma ultrasound during aeromedical transport	37
3.6 Abdominal prehospital ultrasound impacts treatment decisions in a Dutch helicopter emergency medical service.....	39

3.7	Prehospital echocardiography during resuscitation impacts treatment in a physician staffed helicopter.....	40
3.8	Einführung der präklinischen Notfallsonographie in einem ländlichen Notarztdienst-Bereich.....	41
4	Diskuze	44
4.1	Využití při diagnostice plic/hrudníku.....	45
4.2	Využití při diagnostice srdce.....	46
4.3	Využití při diagnostice břicha	46
5	Závěr	48
6	Použitá literatura	50

SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Obrázek 1 – Místa vyšetření FAST (Anesthesia key, 2016)	22
Obrázek 2 - Místa vyšetření E-FAST (Pocus 101)	22
Obrázek 3 – Výběrový diagram	31
Tabulka 1 - Výsledky vyhledávání - PubMed	30
Tabulka 2 - Zahrnuté studie	32
Tabulka 3 - Celkové shrnutí zahrnutých studií	43

SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK

4 H – hypotermie, hypovolemie, hypo/hyper kalémie, hypo/hyper glykémie

4 T – tenzní pneumothorax, trombembolická nemoc, tamponáda srdce, intoxikace

ARDMS – American Registry for Diagnosis Medical Sonography

ARDS – syndrom akutní dechové tísně (Acute respiratory distress syndrome)

BLUE – bedside lung ultrasound in emergency

CT – Computerová tomografie

CHOPN – Chronická obstrukční plicní nemoc

E-FAST – extended focused sonography in trauma

ECHO – ultrazvukové vyšetření srdce

EKG – elektro kardiogram

SpO₂ – Saturace kyslíku v krvi

FAST – Focused sonography in trauma

FEEL – Focused Echokardiografie Evaluation in Life support

KPR – Kardiopulmonální resuscitace

MRI – Magnetická rezonance

O₂ – Kyslík

PNO – Pneumothorax

PNP – Přednemocniční péče

PLAPS – Posterolaterální alveolární/pleurální syndrom

PLUS – Pneumonia Lung Ultrasound Score

PREP – Polytrauma Rapid Echo-Evaluation Program

RTG – Rentgenové vyšetření

TK – Krevní tlak

UZ – Ultrazvuk

ZZS – Zdravotnická záchranná služba

ZZ – Zdravotnický záchranář

ÚVOD

Ultrazvuková diagnostika má na poli medicíny již dlouholetou tradici. Postupem času se stále více vyvíjí a přístroje pro použití se stále zdokonalují. Řadí se mezi základní diagnostické metody a patří i mezi základní vybavení každé nemocnice či ambulance. Využití tohoto přístroje je opravdu široké. Vyšetření nezabere tolik času, a hlavně je dobře cenově dostupné. Zkušený lékař pomocí ultrazvukového vyšetření dokáže již při prvním setkání s pacientem vyšetřit opravdu mnoho sfér, odkud by pacientův problém mohl pocházet. Své místo má i v akutní neboli urgentní medicíně, kde dokáže díky prvotnímu a včasnému vyšetření odhalit problém, který by mohl mít v rámci minut pro pacienta fatální následky.

V teoretické části práce, si shrneme ultrazvuk od jeho počátku. Než ultrazvuk vznikl tak, jak ho známe dnes, trvalo to řadu let postupného objevování a výsledek je tak složení všech dílků skládky. Projdeme jeho historický první vznik i jeho historii a postupný vývoj v medicíně. Dostaneme se i k popisu, jak to vlastně všechno funguje a co vše je k tomu potřeba. Je to sice poměrně malý přístroj, ale princip jeho fungování je poměrně složitý. Shrňme si i vlastní výhody a nevýhody tohoto vyšetření. I když se jedná ve směr o neinvazivní metodu a mnohými zdroji uváděnou jako naprosto bezpečnou pro pacienta i lékaře, tak vždy nějaká negativa jsou. Ke konci teoretické části se zaměříme na klinický pohled ultrazvuku a jeho použití v přednemocniční péči. Probereme zde poměrně detailně, při jakých stavech by se dal využít a kdo vlastně má kompetence k tomu toto vyšetření v přednemocniční péči provádět.

Výzkumná část je provedena metodou literární rešerše, kdy budeme procházet jednotlivé studie a články z domova i ze světa, od lékařů a záchranářů z praxe, abychom mohli jejich výsledky mezi sebou porovnat se zaměřením na jakých stavech či úrazech se dá toto vyšetření aplikovat a jestli je vůbec přínosné používat tento druh diagnostiky v rámci přednemocniční péče.

1 CÍL PRÁCE

Cílem této práce je zjistit u jakých stavů se v praxi využívá ultrazvukové diagnostiky v přednemocniční péči a jaký má její využívání vliv na řešení stavů v přednemocniční péči

Teoretické cíle

Popsat princip na kterém funguje ultrazvuk, nastínit jeho výhody i nevýhody a shrnout teoreticky možné využití ultrazvuku u různých stavů v přednemocniční péči.

Cíle rešeršní části

Zjistit jaké má využití ultrazvuková diagnostika v praxi přednemocniční péče, u jakých případů se nejvíce využívá a jaká je její přesnost.

Zjistit, jaký má dopad přednemocniční ultrazvuk na pacienta.

2 TEORETICKÁ ČÁST

2.1 Začátek vývoje ultrazvuku

Historický vývoj ultrazvuku a jeho fyzikálních vlastností, má za sebou pár století evoluce a výzkumu. Než vznikl ultrazvuk tak, jak ho známe dnes, ušlo lidstvo velký kus cesty a využití ultrazvukového vlnění našlo své místo v nejednom odvětví techniky. Když se budeme chtít podívat do historie ultrazvuku na jeho úplný začátek vzniku, budeme muset zajít až do konce 18. století. Právě zde byla započata cesta, která vedla k objevení pro člověka neslyšitelného zvukového vlnění, což položilo základní kámen a odstartovalo evoluci využívání fyzikálních vlastností šíření ultrazvukových vln (CME Science).

V roce 1793 italský přírodovědec a fyziolog Lazzaro Spallanzani, se začal věnovat studování echolokace u netopýrů, která sice není ultrazvuk takový, jaký známe dnes, ale zakládá se na principu jeho fungování. Jeho studie na netopýrech měla za cíl zjistit, jakým způsobem se netopýři orientují v prostoru, kde je naprostá tma (CME Science).

Na studií a výslednou práci Lazzara Spallanzaniho postupem času navazovali další a další vědci. Významným okamžikem se však stal rok 1915, kdy byl vynalezen a sestrojen první aktivní sonar, který dokázal detekovat předměty ve vodě. O tuto práci se zasloužil Paul Langevin společně s Constantinem Chilowskym (Genesis ultrasound).

2.1.1 Ultrazvuk v medicíně

Než si ultrazvuk pevně obsadil svoje místo v medicíně jak diagnostické, tak i terapeutické, trvalo to pár desítek let. Za jeho vznikem v medicíně stojí spousta jmen, a to hlavně z důvodu toho, že každý z nich na to šel, jak by se dalo říci z „jiné strany“ (Ultrasound schools info).

Vůbec první použití ultrazvuku v medicíně vznikalo mezi lety 1920-1940. V tomto období se ultrazvuk začal používat jako terapeutický nástroj pro léčbu artritické bolesti nebo jako fyzikální terapie pro hráče Evropských fotbalových týmů, kde byl využívám na léčbu poraněných vazů hlavně v oblasti kolen. Za tímto stála doktorka Joan P. Baker pocházející z Anglie, která byla držitelkou spousty certifikací ARDMS (American Registry for Diagnosis Medical Sonography) díky aplikaci tohoto typu léčby (Ultrasound schools info).

První ryze medicínský ultrazvuk byl vynalezen a sestrojen americkým internistou Georgem Doringem Ludwigem v Navalském medicínském výzkumném institutu na konci

čtyřicátých let 19. století, který přišel s ultrazvukovým vybavením pro A-módové zobrazení. Díky tomu dokázal diagnostikovat žlučové kameny (Ultrasound schools info).

Ještě však před tímto jeho přístrojem byl v roce 1942 popsán první dokument, využívající ultrazvuk jako diagnostické vyšetření, kdy Rakouský doktor a neurolog Karl Theodore Dussik využil ultrazvukových vlastností ke svému výzkumu diagnostiky mozkových tumorů a byl tak prvním člověkem, který využil ultrazvuk k medicínské diagnostice (Ultrasound schools info).

Za patrona zobrazovací ultrazvukové diagnostiky je však považován anglicko-americký lékař John J. Wild, který v roce 1949 sestrojil první ultrazvukové zařízení s B-módem, které bylo ručně uchopitelné a umožňovalo zobrazení ve 2D a tím dal vzniknout obrazové diagnostice tkání v lidském těle (Ultrasound schools info).

V roce 1953 Německý doktor Inge Edler ve spolupráci s inženýrem Carlem Hellmuthem Hertzem zavedli ultrazvukovou diagnostiku i do kardiologie, kde sestrojili první ECHO kardiogram (Ultrasound schools info).

Dalším milníkem byl rok 1958, kdy doktor Ian Donald zavedl ultrazvukovou diagnostiku taktéž do gynekologie k pozorování plodu v těle matky (Ultrasound schools info).

Rok 1966 nám přinesl v ultrazvukové historii zavedení dopplerovského ultrazvuku díky Donu Bakerovi, Dennisi Watkinsonovi a Johnu Reidovi, kteří navrhli tento přístroj na zobrazení krevního toku v cévním řečišti, a hlavně uvnitř srdce. Jejich práce byla v 70. letech doplněna o barevné zobrazení a rozdělení arteriální a venózní krve (Ultrasound schools info).

Posledním velkým krokem bylo sestrojení ultrazvukového přístroje, který zvládne vyobrazit 3D obraz. Stalo se tak roku 1986 a za tímto krokem stojí Japonský lékař Kazunori Baba. Právě on mohl světu ukázat první 3D obraz plodu během těhotenství (Ultrasound schools info).

2.2 Princip ultrazvukového vyšetření

Ultrazvuková diagnostika využívá fyzikálních vlastností ultrazvukového vlnění k zobrazení lidských tkání a tekutin. Princip je založen na šíření a odrazu zvuku. Zvuk se v prostoru šíří určitou rychlostí v závislosti na jeho povaze. Jinak se zvukové vlny šíří ve vzduchu a jinak se šíří např. ve vodě či jiném tekutém prostředí. Taktéž pokud zvuková vlna narazí na překážku, tak se odrazí v určité rychlosti a intenzitě. Jsou překážky, které zvukové vlnění pohlčí zcela a jsou i takové, které zvukové vlnění z větší části odrazí zpět. Záleží také i na frekvenci jakou se zvuk pohybuje. Tato frekvence se určuje pomocí Hertzů (Hz) a každá tato

jednotka značí jeden kmit za sekundu. Slyšitelné rozhraní pro lidské ucho je 16 Hz – 20 000 Hz. Pro přesnou diagnostiku je zapotřebí, a nejvíce se využívá rozhraní 2 – 15 MHz což je nazýváno jako Ultrazvuk, který je označován u frekvencí vyšších než 20 000 Hz. Pro frekvence nižší, než je slyšitelné rozhraní, tedy méně jak 16 Hz je termín označení Infrazvuk. Čím nižší frekvence je, tím je hloubka průniku větší, ale výsledný obraz je v menším rozlišení a méně detailní. Naopak čím více stoupá frekvence, vlnová délka se zkracuje, tím dochází k větší absorpci ve tkáních a vzniká detailní obraz, avšak hloubka průniku klesá s rostoucí frekvencí. Pokud tyto všechny vlastnosti využijeme a budeme mít něco, co nám dané ultrazvukové vlnění vytvoří, ale zároveň i zachytí zpět, dokážeme tak na základě rozdílů vytvořit určitý obraz prostředí, skrze které vlnění prostupuje. K rozšíření pole ultrazvukové diagnostiky, lze taktéž využít i Dopplerova jevu a provádět tak Dopplerovské sono, které má největší uplatnění v kardiologii (Navrátil, 2003).

Abychom mohli odražené ultrazvukové vlnění přijímat a vytvářet tak obrazové znázornění lidského těla apod. musíme ultrazvukové vlnění umět nějak vyrobit. K tomu máme na výběr ze tří možností (Navrátil, 2003):

- **Mechanické generátory** – byly tím úplně prvním a nejjednodušším zdrojem ultrazvuku v historii. Řadí se sem různé píšťaly a sirény. Ty však nemají požadovanou vlnovou délku a nejsou vyhovující
- **Magnetostrikční generátory** – tento způsob generuje ultrazvukové vlnění pomocí feromagnetické tyčinky, která je umístěná v magnetickém poli elektromagnetu, který musí být připojen na střídavý proud. Ačkoli ultrazvuk, který dokážou generovat se pohybuje ve vysokých frekvencích až do 100 kHz, stále není pro diagnostiku dosti silný. Jeho hlavní limitace v maximálním výkonu je stoupající odpor tyčinky s rostoucím přírodním napětím.
- **Piezoelektrické generátory** – dnes nejvíce používaný a dá se říci, že i jediný způsob vytvářející ultrazvuk jak pro diagnostické, tak i terapeutické účely v medicíně. Základním principem zde je piezoelektrický jev, díky kterému dokážou generátory (sondy) produkovat ultrazvuk až do několika desítek MHz.

K rozšíření pole ultrazvukové diagnostiky, lze taktéž využít i Dopplerova jevu a provádět Dopplerovské sono, které má největší uplatnění v kardiologii, kde díky němu dokážeme posuzovat i rychlost pohybu tekutiny uvnitř těla (Navrátil, 2003).

2.2.1 Piezoelektrický jev

Piezoelektrický jev je fyzikálním jevem, který se projevuje jako schopnost krystalu vytvářet na svém povrchu elektrické napětí, při své deformaci. Deformaci krystalu si můžeme představit jako reakci, při které dochází, když zmáčkeme Marshmelow, přičemž Marshmelow je krystal a působení síly našich prstů může být např. ultrazvukové vlnění. Následkem deformace se na některých plochách daného krystalu vytvoří elektrický náboj (Niehaus, 2020).

Tento fyzikální jev se může projevovat dvěma různými způsoby. Při deformaci napětím vnější povahy, u piezoelektrických krystalů můžeme vytvářet ultrazvukové vlnění. Naopak při "mechanické" deformaci, dochází k vytvoření napětí. Díky této skutečnosti, můžeme rozdělit piezoelektrický jev na (Petržílka, 1940):

- **Přímý piezoelektrický jev** – Projevuje se působením sil a následné deformaci krystalu. V návaznosti na to, vzniká na povrchu elektrický náboj.
- **Nepřímý piezoelektrický jev** – Pokud krystal vystavíme působení vnějšího elektrického napětí, dokážeme ho rozkmitat, což nám slouží jako zdroj ultrazvukového vlnění.

Spojení přímého a nepřímého piezoelektrického jevu nám vytváří ultrazvukovou sondu, která se používá v oblasti medicíny. Ultrazvuková sonda nejprve využije nepřímého piezoelektrického jevu, aby vytvořila ultrazvukové vlnění, které vyšle skrze tkáň. Následně, po vytvoření ultrazvuku, se sonda změní na přijímač, využije přímého piezoelektrického jevu a odražené ultrazvukové vlnění začne pomocí krystalů zachytávat. Odražený ultrazvuk způsobí potřebnou deformaci krystalu a nechá tak vzniknout na jeho povrchu elektrický náboj, který se podle intenzity přenesou na obrazovku, kde nám vytvoří požadovaný obraz (Petržílka, 1940).

2.2.2 Dopplerův jev

„Dopplerův jev se nazývá změna frekvence (nebo vlnové délky) zvukových vln, přijímaných pozorovatelem, způsobená relativním pohybem pozorovatele vzhledem k prostředí, v němž se vlny šíří, nebo též relativním pohybem zdroje zvuku vůči pozorovateli.“ (Beneš, 2015, s.156).

Dopplerův jev lze tedy i zjednodušeně vysvětlit i na tomto obyčejném příkladu. Když jede sanitní vůz, tak kromě světelného signálu vydává i varovný zvukový signál. Sanitní vůz je tedy v pohybu dopředu. Vedle cesty kudy za chvíli projede, stojí dejme tomu člověk. Pokud sanitní vůz jede určitou rychlostí, tak člověk, který stojí u cesty, slyší sanitní vůz na vzdálenost

např. 100 m. Pokud však sanitní vůz projede kolem a od daného člověka se vzdaluje, slyší pozorovatel varovný zvukový signál podstatně delší dobu např. pokud je již sanitní vůz 300 m daleko. Je to dáno právě Dopplerovým jevem, kdy siréna sanitního vozu vydává kolem sebe zvukové vlnění. Zvukové vlny, které jdou však před sanitní vůz, tak jsou právě daným vozem dojížděny, protože se vůz pohybuje určitou rychlostí vpřed, a tudíž tím zkracují frekvenci a vlnovou délku zvuku, který jde právě před sanitní vůz. Naopak zvuk, který se šíří dozadu v protisměru jízdy, je slyšitelný na větší vzdálenost od zdroje sirény, protože sanitní vůz při pohybu vpřed od těchto zvukových vln odjíždí pryč (Durila, 2021).

Právě na základě Dopplerova jevu, byla založena Dopplerovská sonografie, která vyšetřuje průtok krve cévami nebo srdečními komorami či síněmi. U tohoto vyšetření se pracuje s rozdílným odrazem ultrazvukového vlnění, které je rozdílné na základě právě pohybu červených krvinek apod. Pokud sonda určená k Dopplerovské sonografii vyšle ultrazvukové vlny, ty se od červených krvinek, které jsou v pohybu odrazí zpět k sondě, a to buď rychleji a ve větší frekvenci, pokud je tok krve směrem k sondě anebo pomaleji a ve větší frekvenci, pokud je tok krve směrem pryč od sondy. Podle rychlosti zpětného odrazu a výslednému rozdílu, se dá určit rychlost a množství průtoku krve danou vyšetřovanou oblastí. Na obrazovce se poté ještě barevně odlišuje arteriální krev od venózní pomocí modrého a červeného spektra barev, jehož intenzitu ovlivňuje právě výsledná rychlost. Přesnost výsledného Dopplerova sona, ovlivňuje taktéž sklon sondy, pod kterým je ultrazvuk vysílán. Právě úhel oproti pohybujícímu se předmětu, hraje ve výpočtech jednu z hlavních rolí (Durila, 2021).

2.2.3 Výhody a nevýhody ultrazvukového vyšetření

Tak jako každá vyšetřovací metoda či lékařský postup, má i ultrazvukové vyšetření své pozitivní stránky ale i ty negativní. Zrovna u ultrazvuku výrazně převládají ty pozitivní, ale i tak zde nějaká negativa přeci jen jsou (Sedlák, 2016).

Mezi nesporně kladné stránky ultrazvukové diagnostiky rozhodně můžeme zařadit právě její minimální invazivitu vůči vyšetřovanému pacientovi. Právě v diagnostickém rozhraní ultrazvukového vyšetření je jeho invazivita téměř nulová a vedlejší účinky či jakékoliv komplikace jsou prakticky vyloučeny. Právě i díky tomuto aspektu se ultrazvuk hojně využívá v medicínském prostředí, a hlavně pak v nemocnicích na urgentních příjmech a jednotkách intenzivní péče kde i díky svému širokému poli využití, dokáže zastat prvotní, včasnou a důležitou diagnostiku pacientova problému. Pokud k tomu přidáme i další klady, kterými tato

diagnostická metoda disponuje, jako je například i nízká pořizovací cena a provozní nákladovost oproti ostatním diagnostickým přístrojům (RTG, CT, MRI apod.). Získáme tak diagnostického pomocníka, který by neměl chybět při žádném vstupním vyšetření nebo ve výbavě oddělení nemocnic. K jeho stále větší popularitě přispívá i pokrok techniky, kdy se ultrazvukové přístroje stále zmenšují a tím se jejich mobilita stále více zvyšuje a tím i možnosti využití. Co nesmíme taktéž opomenout jako zásadní výhodu je ultrazvuková asistence při lékařských zákrocích. Ať už je to v klinické praxi kanylace centrální žíly, zavádění arteriálního katetru nebo i například punkce perikardu apod. V případě kanylace centrální žíly nám právě jeho asistence může ušetřit i nemalé náklady za případné iatrogenní poškození pacienta, kdy se bez ultrazvukové kontroly může lékař omylem stát, že způsobí pneumothorax a tím zkomplikuje jak pacientův stav, tak i léčbu a náklady s ní spojenou (Sedlák, 2016).

Jak už zde bylo řečeno, tak ultrazvukové vyšetření moc negativních stránek nemá, ale jsou tu aspekty, se kterými musíme při vyšetření počítat a co nám danou diagnostiku ztíží nebo dokonce znemožní. Tím nejčastějším aspektem bývají právě rušivé elementy, které narušují či znemožňují šíření ultrazvukových vln a tím ovlivňují a zkreslují vyšetření. Těmito častými elementy se stávají pevné tkáně (kosti, chrupavky apod.), které ultrazvukové vlnění pohlcují a tím vidíme jen tkáně ležící mezi nimi a naší sondou. Jako další překážkou může být plyn ve vyšetřovaných tkáních. V tomto případě plynem myslíme kyslík (O₂) který nám zastíní veškeré vyšetřované struktury tam kde se nachází a znemožní tak celkově vyšetření. K tomuto problému dochází u plic, a taktéž například i u tenkého či tlustého střeva při plynatosti. V zásadě jsou u ultrazvukové diagnostiky překážky vždy s výrazně odlišnou echogenitou než je jejich okolí. Vyšetření se taktéž velice obtížně provádí u obézních lidí, kde ultrazvuk špatně proniká skrze tukovou tkáň a u vysoce obézních lidí i velmi zkušený sonografista někdy nedokáže skrze tuto metodu dané tkáně diagnostikovat. V této návaznosti je i rozsáhlý edém komplikujícím faktorem vyšetření. Mezi možné problémy taktéž můžeme zařadit nespolupracujícího pacienta. U ultrazvukového vyšetření je třeba, aby vyšetřovaný pacient byl v klidu a vyšetřující lékař tak mohl dobře zhodnotit výsledný ultrazvukový obraz. Pokud pacient nebude spolupracovat a bude neustále měnit polohu a výrazně se hýbat, tak výsledný obraz bude nepoužitelný. Z medicínského hlediska ultrazvukové vyšetření nemá žádnou kontraindikaci, avšak za jedinou možnou celkovou kontraindikaci použití této diagnostiky, můžeme považovat neobornost vyšetřujícího, který vedle sebe nemá ani žádný jiný odborný dohled. Orientace v ultrazvukovém obraze není zcela jednoduchá a vyžaduje praxi a zkušenosti. Ve spojitosti s faktem, že výsledek vyšetření je hodně o subjektivním pohledu lékaře a jeho zkušenostmi se

sonografií, je zkušenost a praxe v dané problematice jedním z hlavních faktorů správné konečné diagnózy (Sedlák, 2016).

2.2.4 Ultrazvuková technika

Aby mohla ultrazvuková diagnostika fungovat tak jak má, jsou k tomu potřeba přístroje, které to obstarají. Samotná práce není jen ve stroji, který zajišťuje obraz a napomáhá vše potřebné řídit, ale nezbytnou součástí jsou i ultrazvukové sondy, které se také dělí dle možností jejich použití (Concorde).

2.2.4.1 Druhy ultrazvukových přístrojů

Od počátku vzniku sonografie se vývoj posunul o velký kus vpřed. Dříve byly ultrazvukové přístroje velké těžké a statické. Nešlo s nimi nijak pohybovat a stály tam, kde je člověk postavil. Postupem času díky rozmanitosti použití a pokrokem techniky, začal člověk přístroje zjednodušovat a zmenšovat. Nejprve přišli pojízdné ultrazvuky, které bylo možné převážet z místa na místo i v 1 či pár lidech. Tím se dosah diagnostiky zase o nějaký ten kus zvětšil. A právě díky neustálému pokroku a využívání této metody téměř ve všech odvětvích medicíny, máme dnes ultrazvuky specifické pro určitý obor jako např. Kardiologické ultrazvuky, Gynekologické a porodnické ultrazvuky, Multioborové ultrazvuky, Urgentní ultrazvuky nebo dnes již populární přenosné či mobilní ultrazvuky. Každý z těchto přístrojů je trochu specificky upraven právě pro výkon práce na daném odvětví. U mobilních a přenosných ultrazvuků je obrovská výhoda v jejich velikosti a váze. Ultrazvuk strčíte do přenosné tašky, vezmete kabely, sondu a můžete vyrazit, kde je vás třeba. V aktuální době již existují i čistě “mobilní“ ultrazvuky a to doslova. Na trhu jsou dostupné samotné sondy s konektorem microUSB, který se napojí do chytrého mobilního telefonu, kde stačí mít nainstalovanou aplikaci a může se diagnostikovat. Tím se otevírá brána pro vstup na pole “terénní medicíny“ (Concorde).

2.2.4.2 Druhy ultrazvukových sond

Tak jako u ultrazvukových přístrojů, které dělíme do skupin dle oblasti použití, tak to jistě je i u sond k nim navazujících. Základní typy sond a jejich rozdělení je na Lineární, Konvexní a Sektorové. Mezi speciální sondy pak řadíme sondy Tužkové, Cirkulární nebo sondy typu Array (Durila, 2021).

- **Lineární sondy:** mají stykovou plochu rovnou. Jejich měniče jsou uspořádány v jedné řadě a výsledný obraz vzniká jako obdélníková výseč. Tyto sondy mají

nejvyšší intenzitu, a to v rozmezí 4 - 12MHz. Tento typ sond se nejčastěji využívá pro zobrazení povrchových orgánů cév a tkání.

- **Konvexní sondy:** své měniče mají taktéž uspořádány v jedné řadě, ale jejich základna a styková plocha je vypouklá. Díky tomu vzniká obraz v “kuželovité“ výseči s malým úhlem na jejím vrcholu, tedy těsně pod sondou. U těchto druhů sond je intenzita ultrazvukového vlnění menší v rozsahu 2 – 5MHz. Využívá se pro zobrazení orgánů v dutině břišní a hlubších struktur.
- **Sektorové sondy:** jsou oproti předchozím nejmenší. Její základna je téměř rovná a tento druh sond má své měniče uspořádány tak, aby skrze malou plochu zobrazil co nejširší obraz tkání. Tento typ sond má intenzitu nejnižší, a to v rozmezí 2 – 4MHz. Tyto sondy se využívají hlavně v echokardiografii a gynekologii či k vyšetření plicního parenchymu.
- **Tužkové typy sond:** používají pouze jeden měnič a zobrazují nikoli obraz, ale pouze křivku. Bývají součástí akustických vyšetření a průtokoměrů v kardiologii.
- **Cirkulární sondy:** bývají malé a obraz zachycují v kolmé rovině na osu sondy. Jejich záběr je velmi široký a tvar obrazu je kruhový. Využití najdeme u transrektálního vyšetření prostaty nebo tento typ lze využít díky velikosti i intravaskulárně.
- **Sondy typu array:** jsou jedny z nejnovějších typů sond. Tyto sondy mají za úkol při vyšetřování vytvořit a zobrazit 3D obraz tkání, orgánů apod. Hlavní využití je v gynekologii a porodnictví při vyšetření plodu.

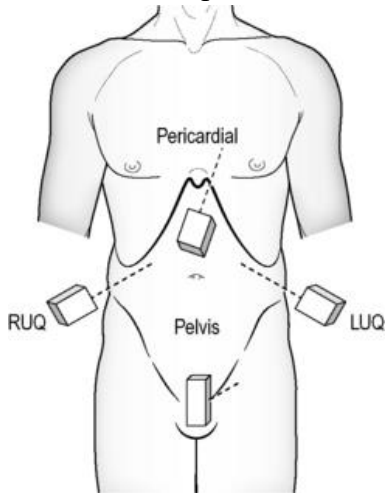
2.2.5 Obecné využití ultrazvuku

Jak už zde bylo několikrát řečeno, tak pole využití ultrazvuku je pravdu široké. Téměř na všech odděleních v nemocnici se s tímto přístrojem setkáme. U některých klinických oborů je dokonce tato metoda stěžejní a dá se říci i jediná, která dokáže posoudit stav a patologie u pacienta. V tomto případě mluvíme právě o kardiologii, kde díky dopplerovské metodě dokážeme určit nejen stavbu a strukturu tkání nebo případné patologické změny, ale taktéž zvládneme i vypočítat hodnotu ejekční frakce srdce, minutový výdej, správnost plnění komor nebo síní a tím odhalit vadu chlopní apod.

Mezi další klinické obory, kde se spoléhají na ultrazvukovou diagnostiku je endokrinologie, urologie, gastroenterologie, gynekologie, dětské lékařství nebo urgentní příjem (emergency) (Niehaus, 2020).

2.3 Využití ultrazvuku v přednemocniční péči

Využití ultrazvuku v přednemocniční péči se od jeho využití v nemocnici liší. Hlavní rozdíly mezi těmito 2 místy je čas a prostředí. V přednemocniční péči se ultrazvuk dá adekvátně využít hlavně u stavů, ohrožujících život neboli kritických. V terénu při takovémto stavu obvykle nemáme moc času k tomu, abychom tam vymýšleli vysokou medicínu. Pro pacienta vždy hraje klíčovou roli čas a co nejdřívější transport do specializovaného zařízení, kde o něho bude následně postaráno. Druhým faktorem je prostředí. Pro kvalitní obraz jak na obrazovce,



Obrázek 1 – Místa vyšetření FAST (Anesthesia key, 2016)

tak na pozorování je důležitá kvalita přístroje a vhodné prostředí. V nemocnici jsou moderní a drahé přístroje a prostředí, které jde přizpůsobit (šero). V PNP se využívají mobilní přístroje, které nedisponují takovou kvalitou obrazu jako ty nemocniční, a navíc pokud nám do přístroje svítí slunce, tak z toho obrazu moc není. Avšak ultrazvuková diagnostika kritických míst a stavů již v PNP dokáže ušetřit čas na urgentním příjmu nebo na jiném oddělení v nemocnici a již během transportu nebo i před transportem samotným umožnit

cílenou a adekvátní léčbu příčiny jeho kritického stavu. U kritických stavů pacienta se při ultrazvukové diagnostice postupuje dle algoritmu FAST (focused sonography in trauma) popř. E-FAST (extended focused sonography in trauma). Tento algoritmus jasně vytyčuje místa na těle pacienta, které jsou stěžejní pro diagnostiku život ohrožujících stavů. Přesnost tohoto vyšetření u kritických stavů se pohybuje mezi 69 % - 95 %.

Specifické nálezy jsou v tomto případě mezi 95 % - 100 %. Místa kontroly, jsou rozmístěny po břiše pacienta (viz. Obrázek č. 1) v případě vyšetření FAST. Vyšetřujeme a hodnotíme zde oblast kolem jater a mezi játry a ledvinami, prostor a okolí kolem sleziny, prostor kolem močového měchýře a v neposlední řadě také kontrola perikardu (osrdečníku), zda se nejedná o srdeční tamponádu. U vyšetření E-FAST se diagnostická místa rozšiřují o 4 body na hrudníku (viz. Obrázek č. 2), kde vyšetřujeme přítomnost pneumothoraxu, fluidothoraxu/hemothoraxu nebo další příčině závažného stavu jako např. těžkého plicního edému, plicní embolie, ARDS apod. Ultrazvukovým vyšetřením si můžeme

Obrázek 2 - Místa vyšetření E-FAST (Pocus 101)

Ultrazvukovým vyšetřením si můžeme

diagnózu vnitřního krvácení do dutiny břišní potvrdit, a může nám pomoci u těchto začínajících stavů, ale nikdy nemůžeme na podkladě ultrazvuku vnitřní krvácení vyloučit (Sedlák, 2016).

2.3.1 Kompetence ZZ při diagnostice v PNP

Podle §17 vyhlášky č. 55/2011Sb. zákona 96/2004 Sb. smí zdravotnický záchranář (dále jen ZZ) provádět bez dozoru lékaře ani jiné výše nadřazené osoby monitoraci vitálních funkcí a základních fyziologických funkcí a používat základní přístrojové vybavení k diagnostice. Tímto zařízením se myslí oxymetr, monitor – defibrilátor, tonometr, glukometr svítilnu a teploměr. K základní diagnostice pak ZZ využívá fyzikálního vyšetření – Pohled, Poslech, Pohmat a Poklep (Česko, 2011).

V PNP je tedy ZZ odkázán pouze na základní vybavení a mechaniky vyšetření a monitorace. Při postupu vyšetření, tedy až na výjimku při měření glykémie, postupuje neinvazivně. Celkové vyšetření se doplňuje o informace získané přímo od pacienta (osobní anamnéza, farmakologická anamnéza, nynější onemocnění apod.) nebo od případných svědků či rodinných příslušníků, pokud stav pacienta nedovoluje získat tyto informace přímo od něho. Za využití výše zmíněných prostředků, tak ZZ může hodnotit TK pomocí tonometru či monitoru a pulz pomocí oxymetru, monitoru či pohmatem nejčastěji na arteria radialis nebo carotidis pro zjištění stavu oběhu, srdeční aktivitu za pomocí monitoru a zobrazení EKG s následným vyhodnocením a popř. konzultací s lékařem, SpO₂ pro zjištění efektivity dýchání a nasycení krve O₂ pomocí oxymetru, množství cukru v krvi a stanovit hodnotu glykémie pomocí glukometru, zhodnotit neurologický stav s pomocí fyzikálního vyšetření jako je pohled a pohmat doplněný o fotoreakci zornic na světlo nebo v neposlední řadě změření tělesné teploty pomocí teploměru (Česko, 2011).

Co se týká ultrazvukové diagnostiky v PNP, tak v současné době na území České republiky není v kompetencích ZZ zahrnutá diagnostika a manipulace s ultrazvukovým zařízením. Systém vzdělávání ZZ v České republice taktéž nepřipravuje budoucí záchranáře na práci s tímto zařízením. Kompetence využívání ultrazvuku tedy patří pouze lékaři u ZZS. V obecných standardech ultrazvuk jako součást vybavení vozů ZZS není. Jsou však kraje, kde vozidlo lékaře či vrtulník LZS tento přístroj s sebou vozí např. Královehradecký kraj, kraj Vysočina, Jihomoravský kraj nebo Praha (Česko, 2011).

2.3.2 Využití při diagnostice hrudníku

V PNP a urgentní medicíně se ultrazvuková diagnostika v oblasti hrudníku dá využít ke zjištění jak příčin kritického a život ohrožujícího stavu pacienta, tak i k diagnostice akutní

dušnosti, u které by za normálních okolností bylo velmi obtížné stanovit jasnou příčinu. Při diagnostice ultrazvukem v oblasti hrudníku se řídíme algoritmem “BLUE“ (bedside lung ultrasound in emergency). Tento algoritmus je postaven na vyhodnocení vyšetřeného profilu plic ABC, (A – linie, B – linie a C – linie společně s lung sliding a lung point). (Sedlák, 2016)

- A linie jsou zrcadlové artefakty, které odrážejí horizontální obraz pleury. Tento obraz se opakuje vždy ve stejné vzdálenosti, jaká je mezi kůží a pleurou. Tento profil se viditelný u vzdušné plíce či při stavech se zvýšenou vzdušností plic. Mezi tyto stavy patří Pneumothorax, CHOPN nebo bronchiální astma. A linie nemohou být přítomny společně s B liniemi. B linie překrývají A linie.
- B linie se zobrazují na monitoru jako světelné vertikální světlé pruhy po celé délce obrazu a bez oslabení. Dříve se tomuto artefaktu říkalo “ocas komety“. Vznikají na hranici vzdušného a nevzdušného parenchymu plic. Tím poukazují na existenci tekutiny v plicním parenchymu. 3 a více B linií na obrazu je charakteristické pro edematózní plíce. Takto edematózní plíce je typická pro pneumonii, infarkt, kardiální edém, ARDS, kontuze plic (např. hemothorax), fibróza či plicní atelektázy.
- C linie je popis konsolidované plíce = nevzdušná a tuhá. Tento obraz vzniká jako pravidlené linie ale jako místní hypoechogenní obrazce, které jsou vidět pouze subpleurálně. Značí nám tak konsolidovanou plicní tkáň, která se může jevit jako vzdušná (vyplněná vzduchem), která je na obrazu jasnější nebo “tekutá“ (vyplněná tekutinou), která pod konsolidovaným obrazem připomíná B linie. Rozdělujeme tedy tak vzdušný bronchogram a tekutý bronchogram. C linie mohou poukazovat na bakteriální zánět, intersticiální edém či útlak plic fluidothoraxem.
- Lung sliding neboli klouzání plic, je jev na ultrazvukovém obrazu, který se jeví jako pohyb pleury souběžně s dýcháním pacienta. Tento jev je dobře viditelný na obrazu v reálném čase a pokud je přítomný, můžeme vyloučit pneumothorax.
- Lung point je místo na obrazu, kde přechází vzdušná plíce na nevzdušnou (pneumothorax). Tento bod se pozná tak, že v tomto místě končí tzv. lung sliding a obraz přechází v artefakty typické pro pneumothorax. Toto místo je viditelné dobře v M modu, kde je jasně vidět, kde končí “seashore“ (písečné pobřeží) a začíná obraz “barcode“ (čárový kód)

Díky tomuto jednoduchému profilu a zhodnocení výsledného obrazu můžeme posoudit příčinu akutního stavu našeho pacienta. V návaznosti na to můžeme rychle a cíleně poskytnout adekvátní léčbu pro minimalizování dalších následků a lepší prognózy pro pacienta. V algoritmu “BLUE“ se vyskytuje ještě bod PLAPS (posterolaterálního alveolárního / pleurálního syndromu), který však v urgentních podmínkách lze vynechat. (Sedlák, 2016)

2.3.3 Použití ultrazvuku při kardiologických stavech

Ultrazuková diagnostika v akutních stavech v urgentní péči a v PNP má svůj význam hlavně z důvodu včasné diagnostiky srdeční tamponády a její včasné punkce pod ultrazukovou kontrolou. Samotná punkce jde sice provést i bez ultrazvuku, ale je zde mnohem větší riziko neúspěchu a správně diagnostikovat tamponádu srdeční bez ověření pod ultrazukem, bývá často dost náročné i pro zkušené lékaře. Další výhodou této diagnostiky v kardiologickém vyšetření je možnost ověřit a diagnostikovat pravou příčinu a druh šokového stavu. Jelikož s kardiologickou sondou je možné dobře vyšetřit a vidět srdeční svalovinu (lze vidět, zda je pravá komora větší než levá, zda je v osrdečníku tekutina apod.) i dolní dutou žílu, kde je vidět, zda je zvětšená a dochází tak k městnání krve v srdci, a následně i zde, je možné zjistit, zda jde o šok obstrukční či kardiogenní a podle toho i cíleně volit terapií. V souvislosti s obstrukčním šokem a vyšetřením hrudníku v rámci ultrazukové diagnostiky E-FAST, lze objasnit případnou plicní embolií, pokud se jedná o obstrukci povrchových cév. Hlubší struktury cév již nejsou na ultrazukovém obrazu téměř viditelné a diagnostika není zcela možná (Durila, 2021).

Svoji roli hraje ultrazuk i během KPR (Kardio-pulmonální resuscitace). Zde při záchrane a terapii u pacienta vždy myslíme na 4 H a 4 T. 4 H jako hypovolemie, hypo/hyper glykémie, hypo/hyper kalémie či hypotermie a 4 T jako tenzní pneumothorax, trombembolická nemoc, srdeční tamponáda či intoxikace. Pomocí ultrazvuku při KPR dokážeme vcelku spolehlivě zkontrolovat a ověřit o jakou možnou reverzibilní příčinu by se mohlo jednat. Algoritmus vyšetření FAST lze provést i za kontinuální KPR. Pomocí toho, tak během probíhající resuscitace můžeme zkontrolovat dle profilu ABC stav plic a zároveň ověřit i správnost intubace, posoudit zda nedochází ke krvácení do dutiny břišní (např. poranění vnitřního orgánu nebo prasklé aneurysma břišní aorty) a tím i k rozvoji hypovolemického šoku, či zda na vině není právě výše zmiňovaná tamponáda srdeční nebo také trombembolická nemoc, která má za následek obstrukční šok v případě plicní embolie či infarkt myokardu, který vede k šoku kardiogennímu a tím k zástavě a následně zahájené právě KPR (Durila, 2021).

2.3.4 Význam ultrazvuku u diferenciální diagnostiky v PNP

V PNP se řeší velká spousta zdravotních komplikací, úrazů, akutních stavů apod. Některé mají jasné příčiny a určují se poměrně jednoduše a u některých dá poměrně velkou práci dostat se ke správnému výsledku. V rámci diferenciální diagnostiky jsou nejrozmanitější případy, kdy se jedná o subjektivní problémy a to např. bolest či dušnost. Tuto skutečnost si nemáme jak ověřit a pacientovi ji musíme vždy věřit. I přes to vždy musíme vyloučit všechny možné příčiny vzniku aktuálních potíží pacienta. A právě zde nám přítomnost UZ a znalost

práce s ním může pomoci odhalit příčinu, na kterou bychom za normálních okolností a použití základní dostupné diagnostiky v PNP nemuseli ani přijít. Mezi 3 nejvíce rozsáhlé okruhy v diferenciální diagnostice patří tedy (Šeblová, 2018):

- Dušnost
- Bolesti na hrudi
- Bolesti břicha

2.3.4.1 Diferenciální diagnostika v PNP u dušnosti s UZ

Nejčastěji se v PNP setkáme s diferenciální diagnostikou u stavů dušnosti. Právě dušnost tvoří převážnou většinu výjezdů u ZZS. Dušnost je subjektivní pocit, který pacientovi musíme věřit. I proto bývá někdy obtížné dohledat tu pravou příčinu těchto stavů. Dušnost může být způsobena mnoha faktory od stresu až po plicní embolie či selhání srdce. V rámci diferenciální diagnostiky dušnosti mohou daný stav způsobovat tyto příčiny (Šeblová, 2018):

- CHOPN
- Pneumonie
- PNO
- Hemothorax / fluidothorax
- Plicní embolie
- Pravostranné srdeční selhání
- Plicní edém
- Levostranné srdeční selhání

Ultrazvuk při práci ZZS u těchto stavů může záchranářům a doktorům pomoci přesněji identifikovat příčinu či je v jejich podezření více utvrdit. Pokud při diagnostice budeme postupovat podle BLUE protokolu, tak dokážeme určit, zda jde o pneumonii, plicní edém, plicní embolií, pneumothorax, CHOPN či asthma. Při diferenciální diagnostice plicního edému můžeme myslet i na případné levostranné srdeční selhání. V rámci diferenciální diagnostiky dušnosti, tak za pomocí protokolu BLUE zhodnotíme téměř veškeré možné příčiny náhle vzniklé dušnosti či zhoršující se chronické dušnosti. Co nezjistíme pomocí protokolu BLUE, ale pomocí vyšetření UZ ano, tak je pravostranné srdeční selhání. Zde je možné zjistit a na UZ vidět, zda je dilatovaná pravá komora nebo dolní dutá žíla. Na podkladě tohoto zjištění se můžeme domnívat, že dochází k městnání krve v dolní duté žíle či srdci a tím k srdeční nedostatečné činnosti. Je třeba však pamatovat, že v rámci PNP i za použití ultrazvuku nemůžeme nikdy 100 % určit jasnou příčinu stavu pacienta nýbrž vždy stanovit podezření, které máme na podkladě naší provedené diagnostiky apod. (Šeblová, 2018).

2.3.4.2 Diferenciální diagnostika v PNP u bolestí na hrudi s UZ

Mezi další velice časté výjezdy u ZZS patří nepochybně bolesti na hrudi. Bolest tak jako dušnost je další ze subjektivních pocitů pacienta, který nemáme možnost efektivně ověřit a musíme mu ji tak věřit. Stejně jako u dušnosti, tak i zde je velké množství různých příčin, které tento stav mohou způsobit. Bolest na hrudi je jedním z hlavních příznaků infarktu myokardu, a i z tohoto důvodu je nutné ji věnovat patřičnou pozornost. Ne vždy však to infarkt je a bolest na hrudi může značit na jednu z těchto příčin (Šeblová, 2018):

- Infarkt
- Angina pectoris (stabilní x nestabilní)
- Perikarditida
- Disekce aorty
- PNO
- Pleuritida
- Plicní embolie
- Gastroezofagiální reflux
- Peptický vřed

Zde dostupnost UZ má hlavní míru využití u infarktu či počínající ischemie myokardu, kde jde skrze vyšetření ECHO vidět hypokineze nebo akineze myokardu. Dále nám ultrazvuk může pomoci např. u disekce aorty, počínajícího PNO nebo perikarditidy. Co se týká disekce aorty, tak zde mluvíme o její hrudní části. Je to stav, kdy dochází k protržení stěny aorty a následnému krvácení do dutiny hrudní. V případě počínajícího PNO pacient ještě nemusí mít příznaky dušnosti, avšak příznak bolesti na hrudi zde již může být přítomen a v závislosti na mechanismu vzniku apod. si danou diagnózu můžeme ověřit. Posledním zmíněným problémem je perikarditida. Zde pomocí UZ dokážeme objevit již déle probíhající zánět a to tak, že se nám v oblasti perikardu tvoří “výpotek“ a začíná tak vznikat velice závažný stav, a to tamponáda srdce. Ostatní možnosti v rámci diferenciální diagnostiky bolestí na hrudi nemá ultrazvuk, jak potvrdit či vyvrátit a je tak nutné zvolit jiný způsob pátrání (Mořovská, 2021, s.205).

2.3.4.3 Diferenciální diagnostika v PNP u bolestí břicha s UZ

Další skupinou výjezdových indikací s poměrně širokou diferenciální diagnostikou jsou bolesti břicha. Bolest břicha je velice nepříjemná a její původ může mít mnoho podob. V dutině břišní se nachází mnoho orgánů, cév apod. odkud daný problém může pocházet. Důležité je

vždy zjistit co k tomu vedlo a jaká byla příčina vzniku. V rámci diferenciální diagnostiky u bolestí břicha musíme myslet na tyto možnosti (Šeblová, 2018):

- Apendicitida
- Cholecystitida
- Pankreatitida
- Úraz (krvácení z orgánu do dutiny břišní)
- Žaludeční vředy
- Ileus
- Disekce aorty / aneurysma břišní aorty

Při diagnostice u bolestí břicha hraje UZ největší roli hlavně u úrazů, kdy dochází k vnitřnímu krvácení do dutiny břišní z některého poraněného orgánu anebo u disekcí aorty či v případě jejího aneurysma. Avšak ani v jednom z těchto případů, člověku nedokážeme v PNP efektivně pomoci a jedinou prioritou a cílem je ho dopravit co nejdříve na specializované pracoviště, kde se dostane co nejdříve na operační sál, kde daný problém vyřeší. Jednoduše řečeno, hlavní využití UZ u vyšetření břicha je k odhalení volné tekutiny (krve) v dutině břišní a zjištění problému dříve, než kdybychom se opírali o základní diagnostiku. V ostatních případech volíme jiné způsoby vyšetření a to např. pohmat či poklep nebo poslech střevní peristaltiky (Šeblová, 2018).

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

Tato část práce je zpracována jako literární přehled. Základ metodiky vychází z přístupu Joanna Briggs Institute. Byla stanovena rešeršní otázka, vyhledány studie a popsány jejich výsledky.

Pro získání správných publikací a studií, je důležité zvolit správnou vyhledávací strategii. S vyhledávací strategií je úzce spojeno i správné stanovení rešeršní otázky, která je zásadní pro vyhledávání výsledků ve vybraných databázích. V této práci jsme postupovali při vyhledávání a stanovování rešeršní otázky dle akronymu PICO podle Klugara (2015).

- **P: Populace, problém (Population, problem):** U dospělých pacientů.
- **I: Zkoumaný fenomén (Phenomena of Interest):** Přednemocniční ultrazvuk
- **Co: Kontext (Context):** Trauma, Interní nemoci, srdeční zástava

Rešeršní otázka:

Jaká je využitelnost ultrazvukového vyšetření v přednemocniční péči u dospělých pacientů?

Postup u výběru studií:

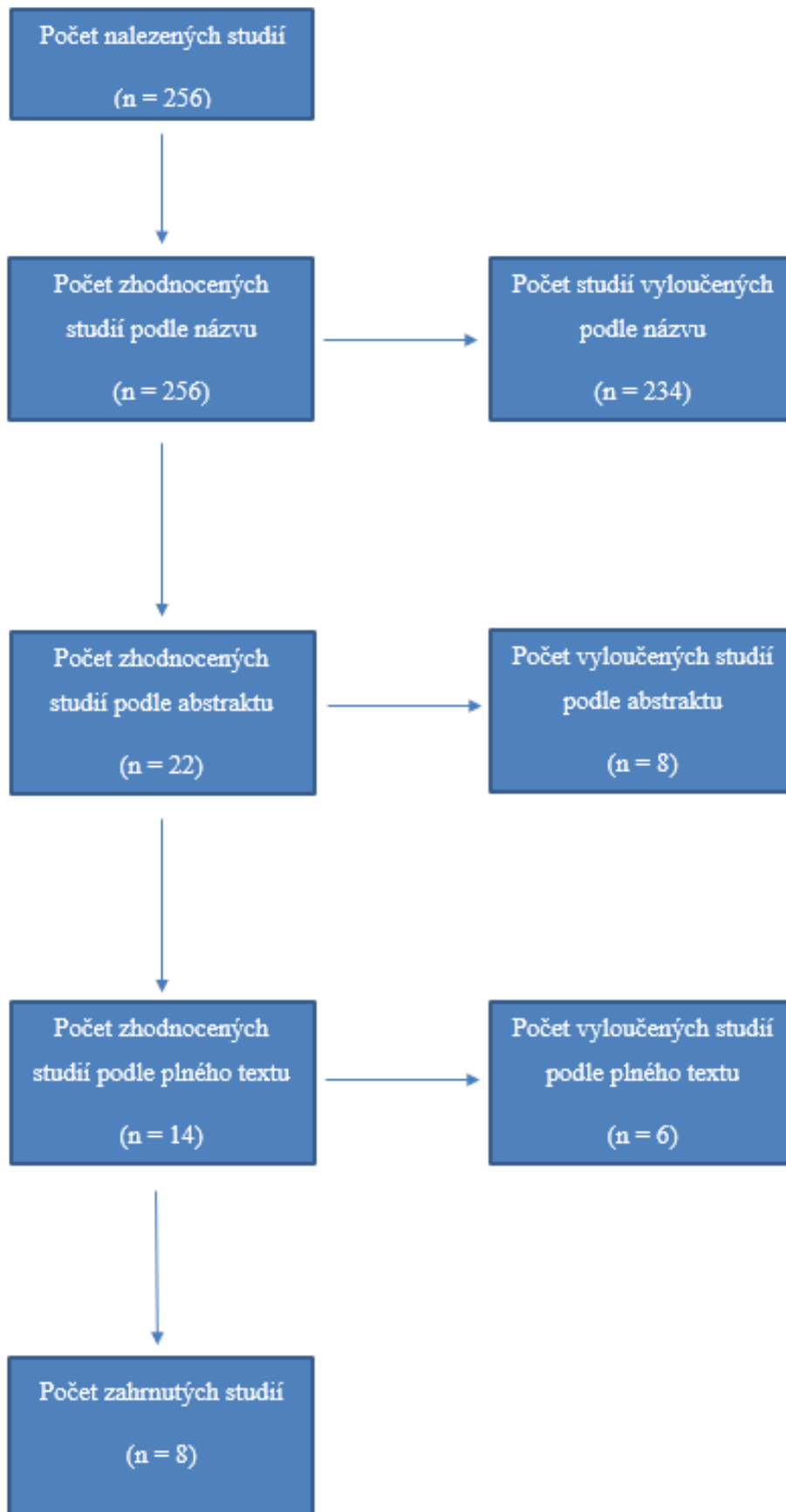
Vyhledávání publikací a studií bylo prováděno v mezinárodní zdravotnické databázi PubMed, která vyhledává v anglickém jazyce i v jiných národních jazycích. Pro vyhledávání byla stanovena klíčová slova (viz. Tabulka 1.), která byla dále filtrována a opravena podle tzv. booleovského operátoru AND, OR a NOT a následně ještě omezena rokem vydání (2010-2020). Cílem bylo dosáhnout co nejpřesnějším výsledkům podle stanovené rešeršní otázky. Hlavním klíčovým slovem zde, byl zvolen prehospital ultrasound, který byl jako hlavním oddělen pomocí AND. V případě rozdělení OR byly využity nejčastější klinické stavy spojené s jeho využitím pro upřesnění výsledků. Zvolení operátoru NOT bylo z důvodu vyřazení studií, které by se případně zaměřovali pouze na dětské pacienty, protože v této práci se zaměřujeme hlavně na dospělé jedince. Tabulka č. 1 ukazuje vybraná klíčová slova společně s vybranými operátory a celkový i výsledky počet výsledků.

Tabulka 1 - Výsledky vyhledávání - PubMed

#	Vyhledávání	Výsledky
1	Prehospital ultrasound	648
2	Adult	3283418
3	Trauma	490502
4	Abdominal trauma	12628
5	Abdominal injury	14176
6	Abdominal disease	68273
7	Abdominal	186297
8	Thorax trauma	2546
9	Thorax injury	2699
10	Thorax disease	8702
11	Chest	118962
12	Cardiac diseases	486879
13	Cardiac tamponade	3887
14	Cardiac arrest	35850
15	3–14 s operátorem OR	1211630
16	Neonatal	257620
17	Prenatal	80060
18	Pediatric	573483
19	16 OR 17 OR 18	788725
20	1 AND 2 AND 15 NOT 19	256

Výsledné nalezené studie podle vyhledávací strategie v databázi PubMed byly následně několikrát tříděny, aby zde mohli být uvedeny co nejrelevantnější publikace a výsledky. První třídění těchto studií proběhlo podle jejich názvu. Zde bylo z celkových 424 studií vyřazeno 402 a zbylo jich tedy jen 22. Těchto 22 studií následně bylo zhodnoceno podle jejich abstraktu a bylo vybráno 14 studií. Závěrečný výběr studií již proběhl na základně zhodnocení jejich plného textu a zde bylo vyřazeno 6 studií a publikací. Zahrnutých studií a publikací pro tuto práci je tedy 8 a všechny jsou uvedené v Tabulce č. 2 - přehled zahrnutých studií. Strategií pro výběr zahrnutých studií uvádí Obrázek č. 3.

Obrázek 3 – Výběrový diagram



Tabulka 2 - Zahrnuté studie

Číslo	Autor a rok vydání	Název studie	Typ studie
1.	Hans Xaver Hoyer, 2010	Prehospital ultrasound in emergency medicine incidence, feasibility, indications and diagnoses	Kohortová
2.	Christian B. Laursen, 2016	Prehospital lung ultrasound for the diagnosis of cardiogenic pulmonary edema	Observační kohortová
3.	Rein Ketelaars, 2013	Prehospital Chest Ultrasound by a Dutch Helicopter Emergency Medical Service	Retrospektivní popisná
4.	Pierre-Marie Brun, 2014	Stay and play E-FAST or scoop and run E-FAST That is the question!	Observační kohortová
5.	Gregory M. Press, 2014	Prospective evaluation of prehospital trauma ultrasound during aeromedical transport	Observační kohortová
6.	R. Ketelaars, 2018	Abdominal prehospital ultrasound impacts treatment decisions in a Dutch helicopter emergency medical service	Retrospektivní popisná
7.	Rein Ketelaars, 2017	Prehospital echocardiography during resuscitation impacts treatment in a physician staffed helicopter	Observační
8.	C. Weilbach, 2016	Einführung der präklinischen Notfallsonographie in einem ländlichen Notarztdienst-Bereich	Kohortová

3.1 Prehospital ultrasound in emergency medicine incidence, feasibility, indications and diagnoses

Metoda

Ultrazvukové vyšetření v této studii bylo k dispozici u 971 případů. Diagnostický ultrazvuk v přednemocniční péči byl prováděn vždy pouze tak, aniž by narušil standardizovaný postup záchranné služby nebo jej zpomaloval. Tolerovány byly během této studie souběžné úkony na pacientovi i během prováděné ultrazvukové diagnostiky. Vyšetření prováděli kvalifikovaní lékaři, kteří mají s ultrazvukem praxi nejméně 2 roky a podstoupili úvodní školení týkající se obsluhy mobilního UZ, které trvalo 1 h. Ultrazvuková zařízení byla rozmístěna do 4. vrtulníků a 1. sanitního vozu. Průzkum probíhal na území Německa a Rakouska.

Výsledky

Z celkového počtu 971 po sobě jdoucích pacientů, u kterých bylo k dispozici UZ zařízení bylo vyšetření považováno za cenné u 178 z nich (18,3 %) a provedeno u 144 (14,8 %) což je 81 % všech indikovaných. U 110 pacientů z celkově 144 vyšetřených (76,4 %) byly k dispozici klinické výsledky. Podle těchto výsledků byla senzitivita 85 % a specificita 100 %. Pozitivní prediktivní hodnota byla 100 % a negativní prediktivní hodnota 95 %.

Studie se potýkala i s překážkami pro využití ultrazvukové diagnostiky, a to především kvůli vlivům prostředí. Ve 23 případech nebyl ultrazvuk použit kvůli zpomalení pracovního postupu. Ultrazvuk nemohl být použit o 8 případů, kvůli záchranně navijákem, u 7 případů kvůli špatným povětrnostním podmínkám (diagnostika byla přerušena), ve 2 případech kvůli rizikovému prostředí a ve 4 případech kvůli technickým problémům. Velmi časté omezení (8 případů) byl uváděn taktéž vliv okolního osvětlení.

Během studie byla provedena i časová analýza doby potřebné k vyšetření. Z počátku studie během prvních 3 měsíců byl průměrný potřebný čas u celkem 22 pacientů 1 min 54 sec. Další měření v posledních 6 týdnech u celkem 17 pacientů ukázalo průměrný výsledný čas 56 sec.

Studie se účastnilo 12 lékařů, přičemž ve výsledku na každého z nich připadlo v průměru 14,4 vyšetření během doby studie.

Závěr

Ruční ultrazvukové systémy jsou dnes jedinou technologií ukazující obraz v přednemocniční péči a urgentní medicíně. Podle výsledků lze považovat UZ za přínosné pro 1 ze 6 nebo více pacientů. Toto číslo by se mohlo ještě zvýšit, pokud použití ultrazvuku nebude omezeno žádným protokolem. Zároveň pokud lékaři používají UZ často, je pravděpodobnost falešně pozitivních diagnóz poměrně nízká a čas potřebný pro vyšetření se zkracuje.

3.2 Prehospital lung ultrasound for the diagnosis of cardiogenic pulmonary edema

Metodika

Studie probíhá v Dánském Odense a zaměřuje se na pacienty s respiračním selháním ke kterým byla vyslána zdravotnická záchranná služba. Výsledky studie byly posuzovány stylem slepého testu, kdy 2 lékaři (kardiolog a lékař urgentní medicíny) nezávisle na sobě, přítomnost nebo nepřítomnost kardiogenního plicního edému, posuzovali dle průběhu stavu při pobytu v nemocnici a přítomnost či nepřítomnost již v přednemocniční péči posuzovali dle předem stanovených kritérií která neobsahoval UZ diagnostiku a lékaři o využití UZ a výsledkům PLUS nevěděli. Délka sběru dat byla 1 rok. Od září 2013 do října roku 2014. Do studie bylo zahrnuto 45 pacientů.

Výsledky

Do studie mělo být zařazeno během ročního sběru dat 45 pacientů. Nicméně 5 pacientů bylo vyřazeno kvůli svému trvalému mentálnímu postižení. U všech 40 zbylých pacientů byla proveditelnost PLUS 100 %. Čas potřebný pro toto vyšetření byl v průměru 3 min. Těchto 40 pacientů vyšetřilo metodou PLUS 7 doktorů záchranné služby. U 11 pacientů (27,5 %) vedlo vyšetření ke změně předpokládané přednemocniční diagnózy. U 9 (22,5 %) pacientů vedlo však vyšetření dokonce i ke změně přednemocniční léčby. Výsledná Senzitivita vyšetření PLUS 94,4 %, Specificita 77,3 %, Pozitivní Prediktivní hodnota 77,3 % a Negativní Prediktivní hodnota 94,4 %

Nejčastější nálezy při diagnostice byly u 14 pacientů (35 %) systolické srdeční selhání, 8 pacientů (20 %) insuficience mitrální chlopně, 7 pacientů (17,5 %) stenoza aortální chlopně, 5 pacientů (12,5 %) dilatace pravé komory a u 2 pacientů (5 %) nesystolické srdeční selhání. Slepý test ukázal u 18 pacientů (45 %) kardiogenní plicní edém. Výsledná shoda v diagnóze kardiogenního plicního edému mezi oběma doktory pak byla 87,5 %.

Během používání nebyly shledány žádné negativní či vedlejší účinky vyšetření PLUS.

Závěr

Pokud je vyšetření PLUS v rámci přednemocniční péče prováděná lékařem, zda se, že je rychlé a dobře proveditelné u pacientů s respiračním selháním. Díky své přesnosti může mít vyšetření PLUS vliv především na vyloučení kardiogenního plicního edému. Studie však nezahrnuje velké množství pacientů, a tak je důležité dané výsledky interpretovat opatrně, ale zároveň však mohou být užitečné pro další studie v dané oblasti.

3.3 Prehospital Chest Ultrasound by a Dutch Helicopter Emergency Medical Service

Metodika

Studie je zaměřena na využití ultrazvukového vyšetření na území Nizozemska u letecké záchranné služby HEMS u všech věkových kategorií pacientů. Standardizovanou metodou pro UZ vyšetření je zde protokol PREP, který je téměř totožný s protokolem FAST. Stejně tak i jako FAST musí být provedena nejdéle do 3 minut. Studie probíhala 3,5 roku v období od 1.1 2007 do 1.6.2010 přičemž bylo mohlo být provedeno i více jak jedno UZ vyšetření hrudníku u pacienta. Celkový počet ošetřených pacientů složkou HEMS za toto období bylo 2572. Výsledná senzitivita, specificita, pozitivní či negativní prediktivní hodnota byla vypočítána na základě pořízení RTG a CT snímků v nemocnici a jejich ověření.

Výsledky

Z celkového počtu ošetřených pacientů (2572) byl ultrazvuk použit u 281 (11 %) a to celkem 326x. UZ byl použit 39x u pacientů vyžadujících KPR, kterých bylo 31 (11 %) a 287x u traumatických pacientů, kterých bylo 250 (89 %).

Průměrný čas potřebný na vyšetření byl 2 min a 46 sec. Přičemž v prvních 2 letech (2007 a 2008) byl průměrný čas 3 min 1 sec, tak v posledních dvou letech (2009 a 2010) byl průměrný čas 2 min 15 sec.

Kvalita zobrazení při vyšetření byla hodnocena jako dobrá u 179 případů (55 %), jako středně dobrá u 82 případů (25 %) a ve 14 případech jako špatná (4 %). 51 zbylých případů (14 %) nebylo hodnoceno.

Lékaři uvedli že v 60 případech (21 %) došli ke změně rozhodnutí v léčbě na základně výsledků ultrazvukové diagnostiky a u 9 z těchto 60 případů (15 %) se na základě vyšetření srdce lékař rozhodl ukončit veškerou terapií. U 6 případů (10 %) se měnila strategie podávání infuzní terapie. Celkem u těchto 60 případů bylo zavedeno 24 hrudních drénu, přičemž rozhodnutí o zavedení či nezavedení se změnilo ve 13 případech. V 10 ti dalších případech (16 %) došlo ke změně cílové nemocnice (především do nižších traumacenter)

U 59 pacientů, kteří byli převezeni do nemocnice proběhlo hodnocení Senzitivity, specificity, pozitivní a negativní prediktivní hodnoty u pneumothoraxu. Výsledné hodnoty: Senzitivita 38 %, Specificita 97 %, Pozitivní prediktivní hodnota a negativní prediktivní hodnota 90 %

Závěr

V této studii vedlo používání UZ k postupnému zrychlení diagnostiky, což vedlo v kombinaci s vysokou senzitivitou, specificitou, PPV a NPV pomoci lékaři stanovit včasnou a přesnou diagnózu což vede ke zlepšení přednemocniční léčby. Po provedení UZ bylo taktéž zavedeno méně hrudních drénů, než bylo prvotně plánováno, což ušetřilo zbytečné invazivní výkony na pacientech. Zároveň bylo převezeno méně pacientů do vyšších traumacenter.

3.4 Stay and play E-FAST or scoop and run E-FAST That is the question!

Metodika

Tato studie byla prováděna na území Francie po dobu 3 let od února 2010 do června 2012 ve 3 mobilních resuscitačních ambulancích Marseille Battalion of Mariner Firefighters, kde je přítomno 30 lékařů záchranné služby. 2/3 těchto lékařů mají kvalifikaci E-FAST déle než 4 roky a provedli nejméně 5 vyšetření E-FAST za měsíc. Těchto 30 lékařů bylo rozděleno do 3 skupin. Skupina 1 prováděla ultrazvukové vyšetření na místě, Skupina 2 prováděla ultrazvukové vyšetření během transportu a Skupina 3 v obou případech. Vyšetření E-FAST nebylo prováděno náhodně, ale systematicky u všech těžkých úrazů nebo u pacientů u kterých mechanismus úrazu byl natolik závažný, že způsobily závažná poranění. Ze studie byly vyloučeni pacienti s izolovaným distálním poraněním končetin, pacienti, kteří zemřeli před příjezdem do nemocnice. Vyšetření E-FAST hodnotí přítomnost nebo nepřítomnost interperitoneálního, perikardiálního nebo pleurálního výpotku. Získané informace byly ověřovány radiology v nemocnici na kontrolních vyšetřeních CT nebo UZ.

Výsledky

Za dobu studie podstoupilo vyšetření E-FAST 98 pacientů, kteří byli rozděleni do 3 skupin. V 1 skupině, která prováděla UZ na místě bylo 44 pacientů (45 %). Ve 2 skupině bylo 33 pacientů (33,5 %), kteří bylo vyšetření pouze během transportu a ve 3 skupině bylo 21 pacientů (21,5 %), kde byly vyšetření v obou případech (na místě i během transportu). Proveditelnost byla v 1 skupině 95,4 %, ve 2 skupině 93,9 % a ve 3 skupině 95,2 %.

V každé ze tří skupin se měřil i průměrný čas, který je potřebný k vyšetření. Čas na vyšetření E-FAST byl v 1 skupině 3 min 30 sec, ve 2 skupině 3 min 54 sec a ve 3 skupině 3 min 42 sec.

Ověření výsledků v nemocnici proběhlo u 71 pacientů (72 %) pod CT a u zbytku pod nemocničním UZ. Výsledná Senzitivita u skupiny 1 byla 95,2 %, u skupiny 2 byla 94,7 % a u skupiny 3 byla 100 %. Specificita u skupiny 1 byla 95,2 %, u skupiny 2 byla 100 % a u skupiny 3 byla taktéž 100 %. PPV a NPV u skupiny 1 byla shodná a to 95,2 % a u skupiny 3 taktéž a to 100 %. Pouze u skupiny 2 se výsledky liší a to PPV 100 % a NPV 92,3 %.

Závěr

Vyšetření E-FAST může poskytnout spolehlivé a důležité informace při počátečním hodnocení pacientů. Provedeno může být buď na místě nebo během převozu, a to s dobrou proveditelností a přesností, podobnou jako v nemocničním prostředí. Provedení však závisí také na délce převozu, dostupnosti a zkušenosti provádějícího lékaře.

3.5 Prospective evaluation of prehospital trauma ultrasound during aeromedical transport

Metodika

Studie prováděná leteckou zdravotnickou službou HEMS a jejími leteckými sestrami a záchranáři. Tato studie se zaměřuje na využití protokolu FAST během leteckého transportu traumatického pacienta do nemocnice. Studie se účastnilo 17 leteckých sester, 16 záchranářů a 13 pilotů a její délka byla 7 měsíců. Posádky HEMS byly vyškoleni v provádění ultrazvuku protokolem FAST během 2 měsíců. 3 týdny před uvedením do provozu byly vrtulníky vybaveny přístroji pro cvičné použití. Do studie byli zahrnuti pouze pacienti starší 18 let a pouze pokud čas po standardní stabilizaci dovolil využití FASTu.

V této studii bylo zakázáno měnit průběh léčby na základě výsledků FASTu a lékaři na urgentním příjmu nebyli informováni o využití protokolu, pokud to nebylo nezbytně nutné. Cílem této studie bylo zhodnotit přesnost poskytované diagnostiky podle protokolu FAST.

Výsledky

Během období studie bylo provedeno 1963 letů z nichž tvořili 833 případů dospělý pacienti s traumatickým poraněním. U těchto pacientů byl proveden E-FAST ve 293 případech a plně dokončen u 211 z nich. Vyšetření v oblasti břicha mělo největší míru neurčitosti a to 31,7 %. Srdeční složka pak 8 % a plíce 3,9 %.

Z 293 pacientů bylo u všech provedeno alespoň jedno zobrazení břicha. Četnost hemoperitonea u pacientů byla 13,2 % a nutnost operace hemoperitonea v 8,5 %. K určení hemoperitonea bylo použito CT u 234 pacientů (80,1 %), fyzikální vyšetření u 48 (16,4 %) a operace v 10 případech (3,4 %). Pracovníci HEMS měli lepší senzitivitu ultrazvukové diagnostiky na hemoperitoneum vyžadující operaci (64,7 %) nežli na samotné hemoperitoneum (46 %). Specificita byla velmi vysoká u obou případů (94,1 % a 94 %). Pozitivní interpretace však byla pouze v polovině případů. PPV u stavů nevyžadující zásah a vyžadující zásah byla 54,5 % a 50 %. NPV u stavů nevyžadující zásah a vyžadující zásah byla 92 % a 96,6 %.

V případě zobrazení srdce byla četnost diagnostiky z 293 přítomna u 263 (90 %). K určení perikardiální tekutiny bylo u 206 případů (70,5 %) použito CT, u 72 (25 %) klinické vyšetření, u 12 případů byla provedena formální echokardiografie (4,1 %) a u jednoho případu operace (0,3 %). U 3 z 240 (1,25 %) pacientů byl na CT zjištěn možný nebo minimální perikardiální výpotek, ale u žádného případu, nebyla vyžadována intervence. Senzitivita u stavů nevyžadující zásah a vyžadující zásah byla 0 % z důvodů žádného pozitivního případu. Specificita u stavů nevyžadující zásah a vyžadující zásah byla 99,6 % a 99,6 %. PPV u stavů nevyžadující zásah a vyžadující zásah byla 0 % z důvodu žádného pozitivního případu. NPV u stavů nevyžadující zásah a vyžadující zásah byla 98,7 % a 100 %.

Zobrazení plic proběhlo v 511 případech z možných 586 (87,2 %) (2 plíce u každého pacienta). K určení pneumothoraxu bylo využito CT u 422 plic (72,3 %), RTG hrudníku u 152 plic (26 %) a 10 na základě klinického vyšetření (1,7 %). Senzitivita u stavů nevyžadující zásah byla nízká (18,7 %), ale vyšší byla pro PNO vyžadující zásah (50 %). Specificita však byla téměř dokonalá jak pro PNO, tak i pro torakotomii (99,5 % a 99,8 %). PPV se pak pohybovala v 80 % a 90 %. NPV byla 92,7 % a 98,1 %. Téměř o polovinu hůře citlivější byl UZ levé plíce nežli u pravé.

Závěr

Během studie došlo k několika diagnostikám hemoperitonea a PNO přímo v helikoptěře. Zde bylo prokázáno, že i pracovníci, kteří nikdy s UZ nepracovali mohou tento přístroj používat a v provozu po projitím školení. Zároveň během studie došlo k několika diagnostikám hemoperitonea a PNO přímo v helikoptěře. Pozitivní interpretace významně zvýšila pravděpodobnost zranění v případě UZ vyšetření plic. Nicméně výsledná senzitivita není dostatečná pro vyloučení diagnóz a je zapotřebí dalších studií v tomto směru. Negativní interpretace byla prediktivní, ale nízká četnost negativních případů omezovala výsledek.

3.6 Abdominal prehospital ultrasound impacts treatment decisions in a Dutch helicopter emergency medical service

Metodika

Studie prováděná na území Nizozemska zdravotnickou složkou HEMS se zaměřuje na využití přednemocniční ultrazvukové diagnostiky v oblasti břicha. Délka studie byla nastavena na 10 let (2007-2016). Během této doby zaznamenali více než 17 000 výjezdů. V terénu se postupovalo dle francouzského protokolu PREP (Polytrauma Rapid Echo – Evaluation Program), který je téměř totožný s evropským protokolem E-FAST a stejně jako u protokolu E-FAST by doba vyšetření neměla přesáhnout 3 minuty. Lékaři před uvedením studie do provozu podstoupili dvoudenní školení (teoretické i praktické), kde si vyzkoušeli postup dle protokolu vzájemně na sobě mezi sebou a následně i na dialyzovaných pacientech, kde je přítomna volná tekutina v abdominální prostoru. Primárním cílem studie bylo zjistit, jak ovlivňuje ultrazvuk břicha v PNP následnou léčbu pacienta. Do studie byly zařazeni dospělí pacienti (průměrný věk 40,5 let), u kterých alespoň jednou byl proveden UZ břicha v PNP.

Výsledky

Během 10 ti let studie podstoupilo přednemocniční ultrazvukovou diagnostiku břicha 1583 pacientů a bylo zhotoveno celkem 1631 UZ vyšetření břicha (někteří pacienti i 2x). Po vyloučení pacientů s chybějícími údaji byl výsledný počet pacientů 1495 a počet UZ vyšetření břicha 1539.

Množství dopadů na změnu léčby a léčebného postupu bylo 251 (zahrnuje i více než 1 dopad např. změna transportu a změna léčby apod.) u 194 z 1539 provedených vyšetření a u 188 pacientů z 1495 (12,6 %). Nejčastější dopady na léčebný postup byl ve 45,4 % informace

poskytnuté cílové nemocnici, 23,5 % způsob dopravy do cílové nemocnice, 13,1 % výběr cílové nemocnice a 11,6 % podávání tekutin.

Výsledné hodnoty přednemocničního ultrazvukového vyšetření pro volnou tekutinu v břiše byly Senzitivita 31,3 %, Specificita 96,7 %, PPV 72,9 % a NPV 83 %.

Závěr

Závěrem této studie je, že ve 12,6 % případů opravdu došlo díky přednemocničnímu vyšetření břicha ke změně postupu léčby či transportu. Tím je ukázáno, že určitou svou roli UZ vyšetření v rámci PNP má. Ovšem nízká citlivost vyšetření by měla vyvolat obezřetnost v případě negativního vyšetření a mělo by se zvážit jeho opakované provedení.

3.7 Prehospital echocardiography during resuscitation impacts treatment in a physician staffed helicopter

Metodika

Studie probíhající na území Nizozemska prováděná zdravotnickou službou HEMS. Délka trvání studie byla 2,5 roku od února 2014 do listopadu 2016. Každý lékař u HEMS je proškolen a kvalifikován pro provádění E-FAST a základní echokardiografie v rámci přednemocniční péče. Do výzkumu byla zahrnuta každá resuscitace, kterou prováděla zdravotnická posádka HEMS a byla u ní využita echokardiografie. Začlenění echokardiografie do KPR byl podmíněno protokolem, který určoval, že ECHO nesmí narušit standartní postupy BLS a ALS. Mohlo být prováděno až po skončení standartního postupu zajištění pacienta či souběžně s ním, pokud na místě byl dostatek zdravotníků. Načasování pro provedení ECHO bylo vždy když se přerušovala resuscitace, aby bylo možné posoudit srdeční aktivitu. Ve studiích se hodnotila i obtížnost proveditelnosti na stupnici od 1-10, kde 1 byla nejobtížnější a 10 nejjednodušší.

Výsledky

Za dobu studie bylo ošetřeno 3229 pacientů, kde do studie bylo začleněno 56 (1,73 %) z nich. Průměrná doba zahájení KPR od výskytu srdeční zástavy byla 2 min 30 sec a pokračovala průměrně 32 (23-50) minut. První ultrazvukové vyšetření bylo provedeno v průměru ve 28 (20-39) minutě. K ROSC došlo u 14 pacientů (25 %) a u 42 pacientů (75 %) se oběh nikdy nevrátil.

U 56 pacientů bylo provedeno celkem 102 ultrazvukových vyšetření. Jejich kvalita byla hodnocena jako dobrá v 60 % případů, jako střední ve 29 % případů a jako špatná ve 12 % případů. Uváděná snadnost byla stanovena v průměru jako 7/10, přičemž větší obtížnost stoupala s vyšší tělesnou hmotností pacienta.

Ovlivnění nebo podpoření rozhodnutí na základě ultrazvuku bylo evidováno u 49 pacientů z 56 zahrnutých (88 %). Rozhodnutí o ukončení nebo podpoření této myšlenky vedlo u 32 pacientů (57 %). U 21 pacientů (38 %) bylo uvedeno, že alespoň jednou ultrazvuk podpořil pokračování resuscitace (u 29 vyšetření ze 102). Ovlivnění nebo podpoření rozhodnutí o léčbě pak ultrazvuk poskytl u 62 vyšetření ze 102 (61 %).

Závěr

V HEMS s lékařským vyškoleným personálem je možné provádět ECHO během přednemocniční KPR. ECHO má vliv na rozhodování o léčbě pacienta a může být užitečným diagnostickým nástrojem pro podporu rozhodování u probíhající KPR. Nejčastěji bylo využíváno ultrazvukové zobrazení pro podporu rozhodnutí o ukončení KPR.

3.8 Einführung der präklinischen Notfallsonographie in einem ländlichen Notarztdienst-Bereich

Metodika

Tato lékařská studie se zaměřuje na protokoly FAST a FEEL v přednemocniční péči. Před začátkem studie bylo provedeno školení pro všechny lékaře urgentní medicíny na základně, které trvalo 14 h a během tohoto kurzu byly vyškoleni v technikách FAST a FEEL. Následně byly pravidelně školeni každý týden přibližně 30 minut. Délka studie byla 12 měsíců (1 rok).

Výsledky

Celkem za dobu studie bylo provedeno 1343 výjezdů a do studie bylo zahrnuto 87 případů, kdy bylo využito ultrazvukového vyšetření v terénu. Z těchto 87 případů u 35 pacientů (40,2 %) bylo provedeno cílené hodnocení FAST pro trauma a u 41 pacientů (47,1 %) cílené echokardiografické vyšetření FEEL. Zbýlých 11 pacientů (12,6 %) podstoupilo UZ vyšetření z důvodu jiné indikace např. vyloučení obstrukce močových cest při bolestech v boku apod. Výslednou diagnózu změnilo využití UZ v případě protokolu FAST u 27,8 % pacientů a výběr cílové nemocnice byl na jeho základě změněn ve 36,1 % případů. Využití protokolu FEEL změnilo diagnózu u 25 % pacientů a terapeutický postup u 52,5 % pacientů.

Časová náročnost vyšetření FAST byla v 80,6 % případů kratší než 60 sec. Dalších 19,4 % případů vyžadovalo čas 60-120 sec. a více jak 120 sec. nevyžadovalo žádné vyšetření. V případě protokolu FEEL byla časová náročnost méně jak 60 sec. pozorována u 48,8 % případů. 60-120 sec. vyžadovalo v tomto případě 36,6 % případů a více jak 120 sec. bylo třeba u 14,6 % případů.

Hodnocení kvality obrazu v případě protokolu FAST bylo hodnoceno jako dobré v 75 % případů, jako průměrné ve 22,2 % a jako špatné ve 2,8 %. V případě protokolu FEEL se hodnotila kvalita zvuku a zde byly výsledky hodnocené jako dobré v 71,4 % případů a jako špatné u 28,6 % případů.

Závěr

Přednemocniční ultrazvuková diagnostika je postupem, který umožňuje rychle a s vysokou mírou jistoty stanovit diagnózu v řadě život ohrožujících v nemocnici i v mimo ni a tím o správně zvolit (někdy i opačné) léčebné postupy. Dostupnost mobilních ultrazvukových systémů a školení lékařů záchranné služby v urgentní sonografií by se měly stát cílem rozvoje přednemocniční urgentní medicíny. Tato studie ukazuje, že zavedení ultrazvuku v přednemocniční urgentní oblasti záchranářů/lékařů je možná při dostatečném proškolení lékařů a je přínosné pro pacienty.

Tabulka 3 - Celkové shrnutí zahrnutých studií

Studie	Protokol	Rozdělení	Senzitivita	Specifická	PPV	NPV
Studie č. 1 - (Hans Xaver Hoyer, 2010)	FAST	-	85 %	100 %	100 %	95 %
Studie č. 2 - (Christian B. Laursen, 2016)	PLUS	-	94,4 %	77,3 %	77,3 %	94,4 %
Studie č. 3 - (Rein Ketelaars, 2013)	PREP	-	38 %	97 %	90 %	90 %
Studie č. 4 - (Pierre-Marie Brun, 2014)	FAST/ EFAST	Skupina 1	95,2 %	95,2 %	95,2 %	95,2 %
		Skupina 2	94,7 %	100 %	100 %	92,3 %
		Skupina 3	100 %	100 %	100 %	100 %
Studie č. 5 - (Gregory M. Press, 2014)	FAST/ EFAST	Břicho – nevyžadující zásah	46 %	94 %	54,5 %	92 %
		Břicho vyžadující zásah	64,7 %	94,1 %	50 %	96,6 %
		Plíce – nevyžadující zásah	18,7 %	99,5 %	80 %	92,7 %
		Plíce vyžadující zásah	50 %	99,8 %	90 %	98,1 %
		Srdce – nevyžadující zásah	0 %	99,6 %	0 %	98,7 %
		Srdce – vyžadující zásah	0 %	99,6 %	0 %	100 %
Studie č. 6 - (Rein Ketelaars, 2018)	PREP	-	31,3 %	96,7 %	72,9 %	83 %
Studie č. 7 – (Rein Ketelaars, 2017)	EFAST/ ECHO	-	-	-	-	-
Studie č. 8 – (C.Weilbach, 2016)	FAST/ FEEL	-	-	-	-	-

4 DISKUZE

Výše zmíněné výsledky všech zahrnutých studií, ukazují, že ultrazvuk je zkoušen být zařazován v mnoha směrech v rámci PNP a studie zabývající se tímto tématem zkoumají vždy více než jen přesnost vyšetření, a to třeba délku potřebnou pro provedení vyšetření, ovlivnění přednemocniční léčby, ovlivnění stanovené diagnózy, směrování pacienta nebo ovlivnění následné léčby v nemocnici. Například studie Brun (2014) se snažila zjistit, jestli je rozdíl mezi tím, zda ultrazvuk provádíme na místě zásahu nebo pokud toto vyšetření provádíme až po cestě do nemocnice a zda má tento postup vliv na pacienta nebo výslednou přesnost vyšetření. Právě v této studii byl interpretován výsledek, že místo výkonu pro přednemocniční ultrazvukové vyšetření podle protokolu E-FAST nehraje roli pro jeho výslednou přesnost a zobrazení. Rozdíl mezi výsledky jednotlivých skupin zde byly minimální a zanedbatelné, ale největší přesnosti bylo dosaženo u třetí skupiny, která kombinovala využití jak na místě, tak i během transportu. Podle tohoto výsledku se dá avizovat, že nejlepší způsob využití je podle aktuálního stavu pacienta a jeho závažnosti stavu.

Obecně a komplexně zaměřená studie byla Hoyer (2010), která zahrnovala po studii č. 6 nejvíce provedených přednemocničních UZ vyšetření v rámci jedné studie ze všech studií zde uvedených a zaměřovala se na obecnou přesnost a využitelnost vyšetření společně s časem k tomu potřebným nebo i na možné rušivé elementy vyšetření. Dále komplexně zaměřenou studii byla studie Weilbach (2016), která porovnávala a prezentovala výsledky použitelnosti a dopadů dvou protokolů FAST a FEEL. Bohužel tato studie neuvádí výslednou hodnotu vyšetření v podobě senzitivity, specificity, PPV a NPV, ale uvádí pouze hodnocení kvality obrazu. V tomto ohledu tyto 2 studie nemůžeme mezi sebou adekvátně porovnat. Co nám však obě tyto široce zaměřené studie mohou nabídnout, je délka vyšetření FAST. Studie Hoyer (2010) interpretuje výsledky času ve 2 skupinách, a to v první, která byla hodnocena na počátku studie a ve druhé, která byla hodnocena na jejím konci. Výsledný čas se během trvání studie zkrátil téměř o 1 minutu (58 sec.) přičemž ani na začátku nepřesáhl 2 minuty (1 min 54 sec.). Studie Weilbach (2016) uvádí průměrný čas u vyšetření FAST velice podobný jako studie Hoyer (2010) a to v 80 % jejich případů čas kratší než 1 minutu. Pouze u necelých 20 % byl čas delší, ale zároveň nepřesáhl 2 minuty. Tyto dvě studie tedy ukazují že čas potřebný pro toto vyšetření je přibližně 1 minuta, pokud v tom daný pracovník (lékař/záchranář) má již praxi. Zároveň studie č. 1 uvádí velice příznivé výsledky co se přesnosti a spolehlivosti týká. Citlivost 85 % spolu se specificitou 100 % je opravdu vysoká hodnota značící velkou spolehlivost. Musíme však brát v potaz, že tento výsledek byl pouze ze zahrnutých studií, kde bylo "ideální"

prostředí. Podle výsledků do studie nebyly zahrnuty vyšetření, které se museli vlivem špatné prostředí či situace zrušit nebo nebyl čitelný obraz.

4.1 Využití při diagnostice plic/hrudníku

V případě diagnostiky plic nebo dutiny hrudní ultrazvukem v přednemocniční péči jsou na toto téma zaměřeny 3 z 8 vybraných studií. Jedna z nich, studie Laursen (2016) je zaměřena na diagnostiku netraumatických stavů a interních onemocnění plic pomocí protokolu PLUS (Pneumonia Lung Ultrasound Score) a zbylé 2, studie Ketelaars (2013) a Press (2014), jsou cíleny již na traumatické pacienty a využívání protokolu E-FAST či jemu podobnému protokolu PREP. Co se velikosti týká tak z těchto 3 studií byly nejrozsáhlejší ty, které byly mířené na traumatické pacienty a celkem zahrnovaly 543 pacientů (250 v případě studie Ketelaars (2013) a 293 v případě studie Press (2014)). Výsledky těchto 2 studií se téměř shodují v přesnosti i spolehlivosti. Když oba výsledky porovnáme mezi sebou, tak zjistíme, že senzitivita u studie Ketelaars (2013) je 38 % a specificita 97 % a u studie Press (2014) je senzitivita 18,7 % v případě stavů nevyžadujících zásah a 50 % u stavu akutní zásah vyžadujících. V průměru jsme tedy někde kolem 35 % což je velice podobný výsledek jako u studie Ketelaars (2013). Specificita u této druhé studie se v obou případech pohybuje nad 99 %. Musíme však ale brát v úvahu, že do výsledného hodnocení přesnosti a spolehlivosti bylo zahrnuto v případě studie Ketelaars (2013) jen 59 pacientů, u kterých byly výsledky kontrolovány v nemocnici. Zajímavým údajem však disponuje studie Ketelaars (2013), která uvádí, že u 60 pacientů se změnilo rozhodnutí v léčbě a u těchto 60 pacientů bylo ve 13 případech změněno rozhodnutí, zda zavést či nezavést hrudní drenáž. V porovnání s předchozími obecnými studiemi se zde nachází taktéž časový interval, který v případě studie Ketelaars (2013) uvádí potřebný průměrný čas pro vyšetření 2 minuty a 46 vteřin, přičemž v závislosti na délce používání se čas postupně snižoval.

Studie Laursen (2016) zaměřená na interní onemocnění pacienta v oblasti plic a srdce a jeho respirační selhání, zahrnuje pouze 40 pacientů. Tato studie vykazuje vysoké % přesnosti a spolehlivosti v rámci protokolu PLUS a uvádí taktéž, pozitivní dopady na změnu přednemocniční diagnózy i léčby. S výslednými hodnotami senzitivity 94,4 % a specificity 77,3 % se v porovnání s použitím u traumatického pacienta dá s velkou opatrností avizovat, že u interních stavů je přesnost a spolehlivost vyšší, ale musíme brát v potaz právě rozsah studie provedený pouze na 40 pacientech.

4.2 Využití při diagnostice srdce

S diagnostikou srdce se ze všech zahrnutých studií setkáváme taktéž u 3 z 8 studií. V tomto případě se však každá studie snaží mířit jiným směrem. V případě studie Press (2014), tak zde se směr ubírá na diagnostiku a zjištění perikardiálního výpotku u traumatických pacientů. A v této studii z celkových 263 vyšetřených pacientů pomocí kardiografického ultrazvuku, nebyl perikardiální výpotek nalezen ani u jednoho z nich. Pouze u 1 prokázala klinická vyšetření možný minimální výpotek, který však nevyžadoval potřebnou intervenci. Tato studie tedy přinesla v tomto rozsahu jen minimální výsledky.

Studie Ketelaars (2017) jde směrem ověření použitelnosti ultrazvuku při KPR. V této studii se nehodnotí citlivost ani spolehlivost, ale pouze vliv na průběh KPR, rozhodování během KPR a kvalita obrazu. Velikost studie zahrnuje 56 pacientů, u kterých byla prováděna KPR. Přinesené výsledky interpretuje tak, že v převážné většině případů (88 %) došlo ovlivnění rozhodování o průběhu resuscitace na základě provedeného ECHA a taktéž ve většině případů (61 %) napomohlo k rozhodnutí o vedení správné léčby.

Poslední studie zabývající se tímto tématem je studie Weilbach (2016) a ta popisuje výsledky u 41 pacientů kterým bylo provedeno ECHO vyšetření podle protokolu FEEL. Výsledky přináší v podobě kvality obrazu, která byla v převážné většině (75 %) hodnocena jako dobrá, rychlosti použití, kde se doba pohybovala ve 48,8 % do jedné minuty a v 36,6 % do 2 minut. Výjimečně v necelých 15 % (14,8 %) čas překročil hranici 2 minut.

Všechny tři studie jsou zaměřené na oblast srdce, ale každá se zaměřuje na jiné aspekty. Vzájemné hodnocení není tedy nijak významně možné a je tedy důležité vždy zhodnotit daný směr, kterým se studie ubírá.

4.3 Využití při diagnostice břicha

Diagnostice břicha se věnovaly v tomto přehledu 2 z 8 studií, a to studie Press (2014) a studie Ketelaars (2018). Nejrozsáhlejší studií v tomto směru je bezpochyby studie Ketelaars (2018), která čítá 1495 pacientů a celkem 1539 vyšetření E-FAST. Obě studie se zaměřují na diagnostiku volné tekutiny v dutině břišní, a proto zde bude porovnání velice přesné. Podle studie Ketelaars (2018), která uvádí % množství dopadů na léčbu při využití ultrazvuku, je výsledná hodnota 12,6 % což není mnoho. Stejně tak jejich výsledná hodnota přesnosti a spolehlivosti je poměrně nízká. Senzitivita se u této studie jeví jako 31,3 % a specificita jako 96,7 %. Nicméně PPV je zde 72,9 % a NPV 82 %. V porovnání s druhou studií Press (2014), která uvádí hodnoty senzitivity 46 % a 64,7 % v závislosti na tom, zda daný rozsah zranění

vyžadoval okamžitou intervenci. Specificita v této studii byla v obou případech na 94 %, ale nepříznivý výsledek uvádí v rámci PPV, kde téměř polovina případů byla falešná. Výsledné PPV bylo 54,5 % pro stavy nevyžadující zásah a 50 % pro stavy vyžadující zásah. Výsledným porovnáním obou studií tedy dojdeme k tomu, že v případě využití protokolu E-FAST v rámci ultrazvukového vyšetření, není výsledná citlivost moc vysoká a přináší velké množství falešně pozitivních diagnostických výsledků volné tekutiny v dutině břišní.

5 ZÁVĚR

Teoretický cíl práce byl splněn popsáním možností a rozsahu použití ultrazvukové diagnostiky v nemocnici i mimo ni. Zároveň bylo vysvětleno, jak ultrazvuk funguje a po čem se vlastně v diagnostice tímto přístrojem pátrá. Uvedené výhody a nevýhody tohoto vyšetření se dají porovnat s výsledky praktické části, kde jedna studie právě kategorií nevýhod interpretuje.

V rámci rešeršní části bylo cílem zjistit k čemu všemu se ultrazvuk na poli přednemocniční péče využívá, a jak je to s jeho přesností mimo nemocnici. Podle uvedených studií, které jsou zahrnuty v této práci byl ultrazvuk nejvíce využíván u traumatických pacientů, a to jak na místě, tak během jejich transportu. Většina z uvedených studií postupovala dle protokolu FAST či jemu téměř totožnému protokolu PREP. Oblasti rozsahu použití jsou již vytyčeny právě daným protokolem na hrudník (plíce a srdce) a břicho. Výsledky přesnosti těchto vyšetření však poukazují na to, že nejrelevantnější použití bylo právě v oblasti hrudníku, a to přesněji pro zjištění PNO či hemothoraxu. Přesnost provedených vyšetření se nedá označit jako špatná, ale výborných hodnot taktéž nedosahuje. Vysokou přesnost má pouze v případě negativního nálezu. Navíc o dobrých výsledcích se můžeme na základě výsledků bavit v případě diagnostiky hrudníku. V případě diagnostiky hemoperitonea a volné tekutiny v dutině břišní byly výsledky značně neuspokojivé, kdy téměř polovina případů byla falešně pozitivních. Téměř žádné výsledky nám nepřinesly studie v oblasti diagnostiky srdce a to proto, že se nenašel žádný pacient, co by měl pozitivní nález na perikardiální výpotek. V této oblasti se dá mluvit o využitelnosti v rámci rozhodování během KPR.

Dílčím cílem bylo zjistit, jaký má dopad na pacienta provádění tohoto vyšetření v terénu. Když budeme tuto skutečnost brát z pohledu času stráveném na vyšetření, tak zde můžeme vyloučit negativní vliv na pacienta, protože vyšetření je možné provádět jak na místě, tak i během transportu, a to za poměrně krátkou dobu. V případě změny diagnózy nebo popř. i léčby se už bavíme o nižších číslech. Studie uvádí, že v rámci několika případů ke změně rozhodnutí opravdu došlo a mělo to vliv i na další pacientův pobyt v nemocnici. Výsledné číslo nebylo nijak vysoké, ale s ohledem na skutečnost a tvrzení studií můžeme konstatovat, že pozitivní vliv a dopady na pacienta toto vyšetření určitě má, pokud ho provádí kompetentní osoba.

Je nutno brát v potaz, že rozsah této práce není nijak veliký a stále je zde zahrnuto pouze 8 studií. Nicméně výběr studií byl poměrně komplexní a podařilo se poukázat na výsledky napříč

polem využitelnosti ultrazvuku v rámci přednemocniční péče. Zároveň je zde vidět, že ultrazvuk již figuruje ve vybavení zdravotnických záchranných služeb v jiných státech a počet studií přibývá každým rokem. Stále však výsledky nedosahují takových hodnot jako v nemocnici, a to možná i díky prostředí ve kterém se vyšetření provádí. V jedné studii zde byly hezky popsány nežádoucí rušivé elementy, kvůli kterým určitá část vyšetření musela být přerušena nebo nebyla možná hodnotit. Tím jen potvrdili výsledky nevýhod z naší teorie. O užítku tohoto vyšetření však není pochyb, ale je potřeba dalších studií na toto téma, které pomůžou dosáhnout přesnějších a kvalitnějších výsledků a větší edukace mezi lékaři v těchto postupech.

6 POUŽITÁ LITERATURA

ANESTHESIA KEY, Ultrasound: Emergency department ultrasound. *Anesthesia key* [online]. 7.10.2016 [cit. 2021-10-27]. Dostupné z: <https://aneskey.com/23-ultrasound/>

BENEŠ, Jiří, Daniel JIRÁK a František VÍTEK. *Základy lékařské fyziky*. 4. vydání. V Praze: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2015. ISBN isbn9788024626451.

Brun PM, Bessereau J, Chenaitia H, Pradel AL, Deniel C, Garbaye G, Melaine R, Bylicki O, Lablanche C. Stay and play E-FAST or scoop and run E-FAST? That is the question! *Am J Emerg Med*. 2014 Feb;32(2):166-70. doi: 10.1016/j.ajem.2013.11.008. Epub 2013 Nov 12. PMID: 24332906.

CME Science, Who Invented Ultrasound? *CME Science* [online]. [cit. 2021-10-27]. Dostupné z: <https://cmescience.com/who-invented-ultrasound/>

CONCORDE, Health Care Insights: JUST WHAT EQUIPMENT DO DIAGNOSTIC MEDICAL SONOGRAPHERS USE? *Concorde* [online]. [cit. 2021-10-27]. Dostupné z: <https://www.concorde.edu/about-us/blog/health-care-insights/just-what-equipment-do-diagnostic-medical-sonographers-use>

ČESKO. Vyhláška 55/2011Sb., Vyhláška o činnostech zdravotnických pracovníků a jiných odborných pracovníků, ve znění pozdějších předpisů. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2000, částka 20, str. 482. ISSN 1211-1244. Dostupný také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-55>

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.

GENESIS ULTRASOUND, Paul Langevin made it possible to detect icebergs at sea. *Genesis ultrasound* [online]. [cit. 2021-10-27]. Dostupné z: <https://www.genesis-ultrasound.com/Paul-Langevin.html>

Hoyer HX, Vogl S, Schiemann U, Haug A, Stolpe E, Michalski T. Prehospital ultrasound in emergency medicine: incidence, feasibility, indications and diagnoses. *Eur J Emerg Med*. 2010 Oct;17(5):254-9. doi: 10.1097/MEJ.0b013e328336ae9e. PMID: 20164777.

Ketelaars R, Beekers C, Van Geffen GJ, Scheffer GJ, Hoogerwerf N. Prehospital Echocardiography During Resuscitation Impacts Treatment in a Physician-Staffed Helicopter Emergency Medical Service: an Observational Study. *Prehosp Emerg Care*. 2018 Jul-

Aug;22(4):406-413. doi: 10.1080/10903127.2017.1416208. Epub 2018 Feb 22. PMID: 29469616.

Ketelaars R, Holtslag JJM, Hoogerwerf N. Abdominal prehospital ultrasound impacts treatment decisions in a Dutch Helicopter Emergency Medical Service. *Eur J Emerg Med.* 2019 Aug;26(4):277-282. doi: 10.1097/MEJ.0000000000000540. PMID: 29381489.

Ketelaars R, Hoogerwerf N, Scheffer GJ. Prehospital chest ultrasound by a dutch helicopter emergency medical service. *J Emerg Med.* 2013 Apr;44(4):811-7. doi: 10.1016/j.jemermed.2012.07.085. Epub 2013 Jan 16. PMID: 23332805.

KLUGAR, Miloslav. *Systematická review ve zdravotnictví*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2015. ISBN 978-80-244-4785-8.

Laursen CB, Hänselmann A, Posth S, Mikkelsen S, Videbæk L, Berg H. Prehospital lung ultrasound for the diagnosis of cardiogenic pulmonary oedema: a pilot study. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2016 Aug 2;24:96. doi: 10.1186/s13049-016-0288-2. PMID: 27480128; PMCID: PMC4970268.

MOŤOVSKÁ, Zuzana, Petr KALA, Martin HUTYRA a Milan HROMÁDKA. (2020 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation. Summary of the document prepared by the Czech Society of Cardiology). *Cor et Vasa* [online]. 2021, **63**(2), 197-234 [cit. 2021-10-31]. ISSN 00108650. Dostupné z: doi:10.33678/cor.2021.039

NAVRÁTIL, Leoš a Jozef ROSINA, ed. *Biofyzika v medicíně*. Praha: Manus, 2003. ISBN 80-86571-03-3.

NIEHAUS, Jens. *Sonografie: praktická příručka*. Přeložil Radka KUDELOVÁ. Praha: Grada Publishing, 2020. ISBN 978-80-271-2468-8.

PETRŽÍLKA, Václav a Josef Bartoloměj SLAVÍK. *Piezoelektrina a její použití v technické praxi ...* V Praze: Jednota českých matematiků a fyziků, 1940. Cesta k vědě (Jednota českých matematiků a fyziků).

POCUS 101, E-FAST Ultrasound Exam Made Easy: Step-By-Step Guide. *Pocus 101* [online]. [cit. 2021-10-27]. Dostupné z: <https://www.pocus101.com/E-FAST-ultrasound-exam-made-easy-step-by-step-guide/>

Press GM, Miller SK, Hassan IA, Alade KH, Camp E, Junco DD, Holcomb JB. Prospective evaluation of prehospital trauma ultrasound during aeromedical transport. *J Emerg Med*. 2014 Dec;47(6):638-45. doi: 10.1016/j.jemermed.2014.07.056. Epub 2014 Oct 1. PMID: 25281177.

SEDLÁK, Vratislav a Petr VANÍK. *Ultrazvuk hrudníku v klinické praxi*. Praha: Maxdorf, [2016]. Jessenius. ISBN 978-80-7345-349-7.

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

ULTRASOUND SCHOOLS INFO, History of Ultrasound: An Overview of Ultrasound History and Discovery. *Ultrasound schools info* [online]. [cit. 2021-10-27]. Dostupné z: <https://www.ultrasoundschoolsinfo.com/history/>

Weilbach C, Kobiella A, Rahe-Meyer N, Johanning K. Einführung der präklinischen Notfallsonographie in einem ländlichen Notarztdienst-Bereich [Introduction of Prehospital Emergency Ultrasound into an Emergency Medical Service Area]. *Anaesthesist*. 2017 Jan;66(1):21-27. German. doi: 10.1007/s00101-016-0248-2. Epub 2016 Dec 9. PMID: 27942784.