

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav ošetrovatelství

Petr Skoupil

**Mechanická a manuální nepřímá srdeční masáž v přednemocniční
péči – praxe založená na důkazech**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Mgr. Lenka Mazalová, Ph.D.

Olomouc 2020

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

Olomouc, 11.5.2020

podpis

Děkuji Mgr. Lence Mazalové, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a čas, který mi věnovala při tvorbě bakalářské práce. Dále mé poděkování patří Mgr. Dagmar Majerové, za cenné rady a připomínky k mé práci a za podporu v praktickém ohledu mého studia. V neposlední řadě bych rád vyjádřil poděkování své rodině a přítelkyni, za projevenou podporu a motivaci v průběhu celého studia.

ANOTACE

Typ závěrečné práce: Bakalářská práce

Téma práce: Praxe založená na důkazech

Název práce: Mechanická a manuální nepřímá srdeční masáž v přednemocniční péči – praxe založená na důkazech

Název práce v AJ: Mechanical and Manual Indirect Cardiac Massage in Pre-Hospital Care – Evidence-Based Practice

Datum zadání: 28.11.2019

Datum odevzdání: 12.05.2020

Vysoká škola, fakulta, ústav: Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta zdravotnických věd

Ústav ošetrovatelství

Autor práce: Skoupil Petr

Vedoucí práce: Mgr. Lenka Mazalová, Ph.D.

Oponent práce:

Abstrakt v ČJ: Provádění kvalitní a co nejméně přerušované nepřímé srdeční masáže je jedním z předpokladů pro úspěšnou kardiopulmonální resuscitaci. Ovšem v rámci procesu kardiopulmonální resuscitace je nutné provádění dalších mnoha dílčích úkonů, podílejících se na zvyšování procenta návratu spontánního oběhu pacienta. Přehledová bakalářská práce popisuje aktuální publikované poznatky o manuálně a mechanicky prováděné nepřímé srdeční masáži. Dílčí cíle práce jsou zaměřeny na odlišnosti v průběhu a následky provádění manuální a mechanické nepřímé srdeční masáže. Tato práce byla zpracována metodou praxe založené na důkazech. Publikované poznatky byly dohledány v zahraničních i českých recenzovaných publikacích.

Abstrakt v AJ: Performing high quality and least intermittent indirect cardiac massage is one of the prerequisites of successful cardiopulmonary resuscitation. But in the process of cardiopulmonary resuscitation is necessary to carry out a lot of other partial tasks involved in raising the percentage of return of the spontaneous circulation of the patient. Overview thesis describes current publicized methods about manually and mechanically performed indirect

cardiac massage. Partial objectives of the thesis are focused on differences in process and consequences of performing manual and mechanical indirect cardiac massage. The thesis was processed by the method of practice based on evidence. Published knowledge was looked up in both foreign and Czech reviewed publications.

Klíčová slova v ČJ: KPR, kardiopulmonální resuscitace, nepřímá srdeční masáž, mechanická, manuální, stlačení hrudníku, zranění, porovnání, přednemocniční péče

Klíčová slova v AJ: CPR, cardiopulmonary resuscitation, indirect cardiac massage, mechanical, manual, chest compression, injury, comparison, pre-hospital care

Rozsah: 35 stran

Obsah

Úvod	7
1 Popis rešeršní činnosti	10
2 Přehled publikovaných poznatků	13
2.1 Odlišnosti v průběhu a výsledcích manuální a mechanické nepřímé srdeční masáže.....	13
2.2 Následky manuální a mechanické nepřímé srdeční masáže	22
2.3 Význam a limitace dohledaných poznatků	29
Závěr.....	31
Referenční seznam.....	32
Seznam zkratk.....	35

Úvod

Každý rok dochází v Evropě k zhruba 275 000 případům srdeční zástavy. Přitom jen každý dvanáctý člověk, postižený tímto kardiálním incidentem mimo nemocnici, se plně zotaví a navrátí zpět do běžného života. Zásadní pro přežití je samotná kvalita prováděné kardiopulmonální resuscitace (dále jen KPR). Tím je myšleno nejen kvalitní stlačování hrudníku do dostatečné hloubky, ale současně i správná frekvence stlačování, dostatečné uvolňování hrudníku a omezení přerušování masáže. V přednemocniční péči je ale velice náročné udržet tyto zásady na vysoké úrovni. Ovlivňujícím faktorem může být například nedostatek laických záchránců, ale i nízký počet profesionálních záchránců ve výjezdové skupině zdravotnické záchranné služby, na které jsou kladeny další nároky a postupy v péči o pacienta (Gavin et al., 2014, s. 947). Liaison Committee on Resuscitation pravidelně vydává každých pět let guidelines, neboli doporučené postupy pro provádění KPR. Společně s evropskou institucí European Resuscitation Council, která mimo jiné recenzuje vydané guidelines, poukazují zároveň na podstatné novinky v dané problematice. Tyto novinky jsou často natolik validní, že mohou svým zněním měnit již dané postupy v provádění KPR (Novák et al., 2018, s. 173). Kvalita poskytované přednemocniční KPR je často i tak nedostatečná a to i přes jasný přímý vztah mezi efektivitou KPR a procentem přežití pacientů postižených náhlou srdeční příhodou. Studie a šetření v této oblasti poukázaly na nízký počet a nedostatečnou hloubku stlačení hrudníku. Dále procento přežití snižují časté pauzy při nepřímé srdeční masáži a také příliš vysoký počet umělých dechů podaných postiženému (Jennings et al., 2012, s. 2).

Cílem přehledové bakalářské práce je předložit aktuální dohledané poznatky týkající se srovnání manuální a mechanické nepřímé srdeční masáže v přednemocniční péči u pacientů postižených náhlou srdeční příhodou.

Pro vypracování bakalářské práce byly stanoveny dva dílčí cíle:

1. Sumarizovat aktuální dohledané poznatky o průběhu manuální a mechanické nepřímé srdeční masáže.
2. Sumarizovat aktuální dohledané poznatky o následcích manuální a mechanické nepřímé srdeční masáže.

Seznam vstupní studijní literatury:

Urgentní medicína: časopis pro neodkladnou lékařskou péči. České Budějovice: Medipress, 1998-. ISSN 1212-1924 Dostupné také z:

<http://kramerius.medvik.cz/search/handle/uuid:MED00011107>

JAROŠOVÁ, D., ZELENÍKOVÁ, R. *Ošetrovatelství založené na důkazech: Evidence based nursing.* Sestra. Praha: Grada, 2014, 136 s. ISBN 978-80-247-5345-4.

POLIT, D., F., BECK, T., CH. *Nursing Research. Generating and Assessing Evidence for Nursing Practice Tenth Edition .* Philadelphia: J. B. Lippincott Co., 2016, 796 s. ISBN 978-1-4963-0023-2

MAZALOVÁ, L. *Výzkum v ošetrovatelství.* Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2016, 107 s. ISBN 978-80-244-5085-8 (online: PDF). DOI: 10.5507/fzv.16.24450858

REMEŠ, R., TRNOVSKÁ, S. *Praktická příručka přednemocniční urgentní medicíny.* Praha: Grada, 2013, 240 s. ISBN 978-80-247-4530-5

ŠEBLOVÁ, J., KNOR, J. *Urgentní medicína v klinické praxi lékaře. 2.,* doplněné a aktualizované vydání. Praha: Grada, 2018. 492 s. ISBN 978-80-271-0596-0

Zkoumaná problematika pro tvorbu bakalářské práce byla formulována v podobě klinické otázky: „Jaké poznatky byly publikovány o srovnání manuální a mechanické nepřímé srdeční masáže v přednemocniční péči?“

Formulace specifické otázky ve formátu PICO:

P-pacient:

- pacienti s náhlou srdeční příhodou mimo zdravotnické zařízení
- věk (18 a více let)

I-intervence:

- manuální nepřímá srdeční masáž

C-porovnání intervencí:

- mechanická nepřímá srdeční masáž

O-požadované výsledky:

- poznatky o odlišnostech manuální a mechanické nepřímé srdeční masáže

1 Popis rešeršní činnosti


ALGORITMUS REŠERŠNÍ ČINNOSTI




VYHLEDÁVACÍ KRITÉRIA:

- Klíčová slova v ČJ: KPR, kardiopulmonální resuscitace, nepřímá srdeční masáž, mechanická, manuální, stlačení hrudníku, zranění, porovnání, přednemocniční péče
- Klíčová slova v AJ: CPR, cardiopulmonary resuscitation, indirect cardiac massage, mechanical, manual, chest compressions, injury, comparison, pre-hospital care
- Jazyk: čeština, angličtina
- Období: 2009–2019


DATABÁZE:



EBSCO	122
Google Scholar	88
PubMed	72
MedLine Ovid	52
ProQuest	23



Nalezeno 357 článků



VYŘAZOVACÍ KRITÉRIA:

Duplicitní články

Články netýkající se tématu

Kvalifikační práce

Metaanalýzy



SUMARIZACE VYUŽITÝCH DATABÁZÍ A DOHLEDANÝCH DOKUMENTŮ:

EBSCO	6
Google Scholar	1
PubMed	7
MedLine Ovid	1
ProQuest	3



SUMARIZACE DOHLEDANÝCH PERIODIK A DOKUMENTŮ:

Česko-slovenská pediatrie	1
Nursing2019	1
Intervenční a akutní kardiologie	1
PLoS ONE	1
Lancet	1
Singapore Medical Journal	1

Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine	1
Resuscitation	4
Acta Anaesthesiologica Scandinavica	2
Prehospital and Disaster Medicine	1
Acute Medicine & Surgery	1
International Journal of Legal Medicine	1
BMC Emergency Medicine	1
Journal of Forensic Sciences	1



Pro tvorbu teoretických východisek bylo použito 18 dohledaných článků.

2 Přehled publikovaných poznatků

První podkapitola předkládá poznatky publikovaných studií o rozdílnostech mezi manuálně a mechanicky prováděnou nepřímou srdeční masáží a o odlišnostech v míře úspěšnosti těchto dvou způsobů provádění nepřímé srdeční masáže. Druhá podkapitola prezentuje výsledky publikovaných studií v oblasti odlišností následků manuální a mechanické nepřímé srdeční masáže. Poslední podkapitola shrnuje význam a limitaci výsledků uvedených studií.

2.1 Odlišnosti v průběhu a výsledcích manuální a mechanické nepřímé srdeční masáže

Nespočet studií poukazuje na potřebu vysoké kvality nepřímé srdeční masáže. Přestože manuální stlačování hrudníku provádí proškolení profesionálové, vyvinou pouze 20–30 % celkového srdečního výdeje oproti normální funkci srdce jako pumpy (Smekal, 2011, s. 702). S manuálně prováděnou KPR se dostávají faktory selhání záchránců jako například vyčerpání a s tím spojené častější přerušování prováděné KPR. Následkem toho je pak pokles proudění potřebné krve do srdeční svaloviny a mozku. Přitom právě na tom záleží výsledný neurologický nálezh (Seewald et al., 2019, s. 1–2). Dle docenta Janoty je potřebné provádět nepřímou srdeční masáž srdce alespoň třicet vteřin, aby bylo dosaženo potřebného prokrvení již zmíněné srdeční svaloviny a tím i požadovaného průtoku krve srdcem. Zároveň udává, že průměrný člověk vydrží provádět takto kvalitní masáž pouhých devadesát vteřin (Janota, 2013, s. 56). Dalším rizikovým faktorem, ovlivňujícím kvalitu nepřímé srdeční masáže, je následný transport pacienta. Konkrétně při potřebě provádění kontinuální resuscitace pacienta během transportu na cílové pracoviště je manuální stlačování takřka neefektivní (Seewald et al., 2019, s. 2).

Všechny tyto negativní faktory manuální nepřímé srdeční masáže vedly v roce 2002 ve Švédsku k představení zařízení pro mechanickou nepřímou srdeční masáž zvaného Lund University Cardiopulmonary Assist System (dále jen LUCAS). Hlavním benefitem zařízení je eliminace přerušování nepřímé srdeční masáže a také dodržování správné hloubky a frekvence stlačování (Tranberg et al., 2015, s. 2). Výsledky studií, zabývajících se zařízením LUCAS pak poukazují na benefit například v oblasti vyšších hodnot parciálního tlaku oxidu

uhlíčitého (dále jen P_aCO_2) a prokrvení srdeční svaloviny a mozku (Seewald et al., 2019, s. 1). Je však nutné podotknout, že randomizované studie prezentující tyto benefity byly doposud prováděny pouze na zvířatech. Studie zabývající se efektivitou mechanického stlačování hrudníku u lidí nebyly schopny prokázat razantní rozdíl v míře kvality nepřímé srdeční masáže mezi použitím přístroje a manuálním stlačováním hrudníku (Tranberg et al., 2015, s. 2).

Výsledky dánské studie poukazují na možnou výhodu použití mechanického zařízení pro nepřímou srdeční masáž při KPR. V období mezi lety 2011–2013 shromažďoval tým pracující na již zmíněné studii data o pacientech postižených náhlou srdeční příhodou mimo nemocniční zařízení. Jednalo se o pacienty starší 18 let. Dle požadavků autorů studie na konkrétní vzorek pacientů došlo k vyřazení těhotných žen, intoxikovaných pacientů a z proporcí důvodů i pacientů, na které nebylo možno zařízení aplikovat. Vyřazovacím kritériem byla také doba resuscitace kratší než 2 minuty anebo chybějící data, která byla jednotně snímána zařízením LIFEPAK 12. Pracovníci záchranné služby v centrálním Dánsku byli rozděleni na skupinu čítající 75 dvoučlenných posádek sanitních vozů a skupinu zahrnující 9 urgentních týmů pro přednemocniční péči, včetně letecké záchranné služby (dále jen LZS). V prvním případě byla dle zadání studie prováděna pouze základní resuscitace, neboli basic life support (dále jen BLS). V případě urgentních týmů pro přednemocniční péči a LZS pak dle zadání studie docházelo k provádění rozšířené resuscitace neboli advanced life support (dále jen ALS) s použitím přístroje LUCAS-2. Obě tyto skupiny postupovaly při poskytování neodkladné přednemocniční péče dle jednotného standardizovaného protokolu pro přednemocniční resuscitaci, ustanoveném na základě doporučených postupů neboli guidelines z roku 2010. Ve sledovaném období došlo celkem u 696 pacientů k náhlé srdeční příhodě mimo nemocniční zařízení. Do studie jich však nakonec bylo zařazeno pouze 196. Tento počet pacientů prodělal jak mechanickou, tak i manuální KPR. Hodnota no-flow-fraction (dále jen NFF), tedy hodnota docílená vydělením času bez kompresí a času se spontánním oběhem, byla výrazně nižší s použitím přístroje LUCAS-2. Konkrétně 16 % ku 35 % při manuální KPR. Hodnota no-flow-time (dále jen NFT), tedy hodnota definovaná jako čas bez spontánního oběhu a bez probíhajících kompresí, neukázala žádné jednoznačně prokazatelné rozdíly. Další zajímavostí, kterou výsledky studie prezentují, je nižší frekvence a tím i nižší počet stlačení hrudníku za minutu při použití přístroje. Autoři ve studii uvádí i fakt, že 6 pacientů podstoupilo díky kontinuálnímu stlačování hrudníku pomocí přístroje LUCAS-2 angiografii. Další 2 pacienti přijatí do nemocnice za kontinuální resuscitace pomocí přístroje

LUCAS-2 nakonec onu nemocnici úspěšně opustili se srdeční podporou a po následujících 30 dní se u nich nevyskytla žádná komplikace. Hlavní výhodou nepřímé srdeční masáže pomocí mechanického zařízení shledávají autoři v možnosti aplikace defibrilačního výboje za kontinuální resuscitace a také uvolnění pracovníka v přednemocniční péči pro další potřebné úkony. V neposlední řadě jde také o dříve zmíněné zprostředkování dalších navazujících diagnostických a terapeutických výkonů. Porovnání hodnot tlaku oxidu uhličitého ve vydechovaném vzduchu neboli end-tidal carbon dioxide (dále jen etCO₂) nebylo možné doložit kvůli nedostatečným a chybějícím údajům (Tranberg et al., 2015, s. 1–8).

V období mezi lety 2007–2014 byla provedena retrospektivní analýza dat z německého registru všech provedených resuscitací s cílem zjistit a porovnat výsledky mechanicky a manuálně prováděné KPR na návratu spontánního oběhu neboli return of spontaneous circulation (dále jen ROSC) u osob se srdeční zástavou mimo nemocnici. Mimo jiné bylo vypočítáno skóre ROSC after cardiac arrest (dále jen RACA), které stanovuje pravděpodobný čas ROSC k porovnání se skutečnými výsledky. V daném období bylo zaznamenáno celkem 35 593 případů srdeční zástavy mimo nemocnici. Nutno podotknout, že 15 984 (44,9 %) případů bylo ze studie vyřazeno, a to kvůli chybějícím údajům o věku pacienta, nebo se jednalo o mladistvé. Jako další vyřazující kritérium bylo uvedeno použití ruční pumpy pro provádění stlačování hrudníku, traumatická příčina poruchy srdečního rytmu, neznámý čas ROSC a neznámý způsob KPR, její trvání pod 5 minut nebo chybějící údaj o délce resuscitace. Vyřazeny byly také případy s kontinuálním průběhem resuscitace až do předání pacienta v nemocničním zařízení. Výsledné hodnoty úspěšnosti KPR překonaly vypočítané hodnoty RACA. Pokud se jednalo o manuálně prováděnou nepřímou srdeční masáž, celková úspěšnost ROSC činila 41,2 %, zatímco výpočet odhadoval 39,2 %. Úspěšnost resuscitace pomocí mechanického zařízení pro nepřímou srdeční masáž byla vypočítána na 42,5 % a samotná analýza provedených resuscitací zařazených do studie ukázala hodnotu 51,5 %. Z analýzy dat dále vyplývá, že k užití přístroje pro mechanickou nepřímou srdeční masáž (AutoPulse a LUCAS) docházelo více při rozšířené neodkladné resuscitaci, pokud byla vstupním srdečním rytmem fibrilace komor, jednalo se o situaci na veřejném prostranství či bylo srdeční selhání někým spatřeno a byla zahájena laická pomoc. Také bylo s jeho užitím provedeno více terapeutických výkonů (Seewald et al., 2019, s. 1–10).

Tomuto poměrně značnému rozdílu v úspěšnosti KPR pak oponuje kontrolovaná a randomizovaná studie, provedená ve Velké Británii. V období mezi lety 2010–2013 bylo ve spolupráci se čtyřmi britskými národními záchrannými službami vybráno 91 stanic pro tuto

studii. Personál z těchto stanic postupoval dle standardizovaných národních postupů založených na pokynech Evropské rady pro resuscitaci. Předem určené posádky záchranné služby disponovaly mechanickým zařízením pro nepřímou srdeční masáž. Pracovníci operačního střediska, kteří přijímali oznámení o náhlé srdeční příhodě mimo nemocniční zařízení, však tuto informaci neměli. Nicméně data o kvalitě prováděné KPR a zpětná vazba k použitému mechanickému zařízení pro nepřímou srdeční masáž nebyla poskytnuta. Pacient byl do studie zahrnut, pokud na místo jako první dorazila posádka z vybraných stanic, k srdeční příhodě došlo mimo nemocnici, byla zahájena KPR a pacient byl starší než 18 let. Jako kritérium pro vyřazení ze studie bylo označeno těhotenství a srdeční příhoda způsobená traumatem. Hlavním cílem studie byla hodnota přežití pacientů v časovém úseku 30 dní. Studie se dále zaměřila na přetrvání stavu po ROSC do předání pacienta na cílové pracoviště a na přežití pacientů po dobu 3 a 12 měsíců od KPR. Do studie bylo nakonec zařazeno 4 471 pacientů. Zajímavostí je, že ve skupině provádějící KPR pomocí mechanického stlačování hrudníku přístrojem LUCAS-2 prodělalo tento způsob pouze 60 % pacientů. Zbylých 40 % pacientů z této skupiny podstoupilo z různých důvodů či na základě posouzení pracovníků záchranné služby pouze manuální nepřímou srdeční masáž. Hlavním cílem studie bylo shromáždění dat o přežití pacienta do 30 dnů od prodělané náhlé srdeční příhody. V kontrolní skupině s použitím mechanického stlačování hrudníku činila hodnota přežití 6 %, zatímco ve skupině pacientů, kteří prodělali manuální stlačování hrudníku, to bylo 7 %. Dílčím cílem studie bylo porovnání přetrvání stavu pacientů po návratu spontánního oběhu až do předání na cílové pracoviště. Zde činil rozdíl mezi skupinami taktéž pouhé 1 % ve prospěch skupiny provádějící KPR pomocí mechanického stlačování hrudníku. Ve výsledku dalšího dílčího cíle, zabývajícího se přežitím pacientů do 3 měsíců od prodělané KPR, nebyl vysledován žádný prokazatelný rozdíl mezi oběma technikami nepřímé srdeční masáže. S hodnocením přežití pacientů do 12 měsíců od prodělané KPR, ve kterém se skupiny lišily o 1 % ve prospěch manuálně prováděné nepřímé srdeční masáže, se zároveň stanovoval neurologický stav pacientů. Ten byl hodnocen pomocí stupnice Cerebral Performance Category (dále jen CPC). V obou skupinách byla v 94 % případů zaznamenána hodnota CPC 5, což značí tzv. mozkovou smrt. Jediný patrný rozdíl ve výsledcích neurologického stavu byla o 1 % vyšší hodnota CPC 1, tedy nejlepší možný stav ve prospěch skupiny provádějící manuální nepřímou srdeční masáž. Výsledky studie poukazují na problematiku v oblasti nízkého setkávání se pracovníků záchranné služby a samotné resuscitace a tím i nízkého stupně osvojení a zautomatizování si jednotlivých postupů v těchto případech. Mohlo dojít například k odlišným způsobům a časům aplikace mechanického zařízení na pacienta a tím i

ovlivnění výsledku. V rámci studie bylo pozorováno i 7 lehkých poranění ve spojitosti s použitím přístroje pro nepřímou srdeční masáž při KPR. Jednalo se hlavně o odřeny, drobné lacerace a zevní krvácení v oblasti hrudníku (Gavin et al., 2014, s. 947–955).

Výsledky studie z oblasti Singapurů však vykazují již znatelnější rozdíly mezi použitím mechanického zařízení a manuálním stlačováním hrudníku, na rozdíl od předchozí publikované studie. Studie poukazuje zejména na problematiku infrastruktury a hustoty obyvatelstva, které mnohdy komplikují samotný zásah záchranné služby. Dochází k prodlužování času příjezdu odborné pomoci, komplikován je i následný transport pacienta do nemocničního zařízení. Z toho důvodu byla provedena v období mezi lety 2011–2012 kontrolovaná randomizovaná studie se zaměřením na mimo-nemocniční použití mechanické a manuální nepřímé srdeční masáže. Do studie byli zařazeni pacienti starší 21 let, kteří prodělali náhlou srdeční příhodu mimo nemocniční zařízení. Ze studie byli vyloučeni pacienti s traumatickou příčinou náhlé srdeční příhody a navíc i vězni a těhotné ženy. Celkem tedy bylo do studie zahrnuto 1 191 vhodných pacientů. Zapojeno bylo 46 posádek sanitních vozů, které byly rozděleny na skupiny provádějící manuální a mechanické stlačování hrudníku. Jako v předešlé publikované studii osoba přijímající informace o náhlé srdeční příhodě mimo nemocniční zařízení vysílala jednotlivé posádky bez znalosti druhu prováděné nepřímé srdeční masáže. Ke snížení rizika chyby lidského faktoru při obsluze mechanického zařízení pro nepřímou srdeční masáž (LUCAS-2) a ovlivnění tak studie bylo provedeno čtyřhodinové školení pracovníků určených k obsluze tohoto zařízení. Hlavním cílem studie bylo porovnání ROSC jednotlivých skupin. Zde rozdíl činil 1,9 % ve prospěch mechanické nepřímé srdeční masáže. Dále byla manuální a mechanická nepřímá srdeční masáž porovnána v ohledu přežití pacienta do 24 hodin od prodělané náhlé srdeční příhody. Manuálně prováděná nepřímá srdeční masáž disponovala hodnotou 11,2 % přeživších pacientů, v přežití pacienta do propuštění z nemocničního zařízení hodnotou 3,6 % pacientů a v otázce přežití po 30 dnech od propuštění z nemocničního zařízení činila hodnota 3,0 % pacientů. Co se týče mechanicky prováděné nepřímé srdeční masáže, tak do 24 hodin od prodělaní náhlé srdeční příhody přežilo 13,2 % pacientů, 4,3 % pacientů pak bylo propuštěno z nemocničního zařízení a 4,0 % pacientů přežilo po následujících 30 dní od propuštění. Mimo zmíněné hodnoty studie analyzovala i rozdíly v manuální, časně mechanické a pozdní mechanické srdeční masáži v tomto pořadí. Úspěšnost ROSC činila 28,0 %, 36,9 % a 24,5 %, hodnota přežití do 24 hodin 10,6 %, 15,5 % a 8,2 %, přežití do propuštění 2,9 %, 5,8 %, 2,0 % a hodnota přežití po 30 dnech pak činila 2,4 %, 5,8 % a 0 %. V závěru je tedy oproti studiím z Německa a Velké

Británie patrná větší úspěšnost v mechanicky prováděné KPR, zejména pokud je zařízení použito v rané fázi profesionální pomoci (Venkataraman et al., 2017, s. 424–431).

Studie provedená mezi lety 2006–2010 v Austrálii zmiňuje možnost lepšího prokrvení srdečních tepen při použití mechanického zařízení pro nepřímou srdeční masáž. Autoři studie tímto tvrzením poukazují na řešení nedostatků běžné, manuální nepřímé srdeční masáže a tím i na zvýšení procenta přežití u pacientů postižených náhlou srdeční příhodou v přednemocniční péči. Autoři studie se zaměřili na porovnání počtu přežití v čase od vzniku náhlé srdeční příhody až do předání pacienta v nemocnici. Počet studií zabývajících se touto problematikou je však omezený. Dosavadní laboratorní a klinické studie prokázaly hodnoty krevního tlaku blíží se k fyziologickým hodnotám a také lepší neurologický výsledek při déletrvající KPR. Autoři studie se zaměřili na porovnání skupiny, u které byla prováděna manuální nepřímá srdeční masáž, a kontrolní skupiny, u níž došlo k použití automatizovaného přístroje pro nepřímou masáž, konkrétně pak přístroje AutoPulse. Data týkající se manuální nepřímé srdeční masáže byla pro studii čerpána z Victorian Ambulance Cardiac Arrest Registry. Tato databáze obsahuje informace o veškerých náhlých srdečních příhodách v přednemocniční péči řešených záchrannými složkami na území Austrálie. Všichni dospělí jedinci postižení náhlou srdeční příhodou v přednemocniční péči, kteří prodělali KPR pomocí automatizovaného přístroje pro nepřímou srdeční masáž, byli zařazeni do studie. Zároveň došlo k přiřazení podobného případu z databáze pacientů, kteří podstoupili manuální nepřímou srdeční masáž. Co největší podobnosti případů bylo docíleno shodným věkem pacientů s odchylkou maximálně 5 let, pohlavím, časem poskytnutí pomoci, vstupním srdečním rytmem a přítomností laické KPR přihlížejícími. Data o automatizované nepřímé srdeční masáži byla sbírána ve 3 oblastech Austrálie. Konkrétně se jednalo o města Geelong, Shepparton a Mildura s celkovým počtem obyvatel 312 712. Ve sledovaném období došlo v těchto oblastech k 66 případům náhlého srdečního selhání, u nichž byl použit automatizovaný přístroj pro nepřímou srdeční masáž. Tyto případy byly přiřazeny k výběru z 220 případů z databáze pacientů, u nichž byla prováděna pouze manuální nepřímá srdeční masáž. Výsledky studie uvádí, že průměrný čas, během něhož došlo k aplikaci přístroje na pacienta, činil 4 minuty od příjezdu záchranné služby. U skupiny, která podléhala nepřímé srdeční masáži pomocí přístroje, byl ve 26 % pacient předán do následné nemocniční péče. Kontrolní skupina podléhající manuální nepřímé srdeční masáži disponovala hodnotou 20 % pacientů předaných do následné nemocniční péče. Co se týče zotavení se po náhlé srdeční příhodě a o následném propuštění z nemocnice, tak kontrolní skupina, u níž byla prováděna manuální nepřímá srdeční masáž, dominovala v 7 % vůči skupině podléhající automatizované

nepřímé srdeční masáži s hodnotou 3 %. V závěru je studie limitována nízkým počtem pacientů s náhlou srdeční příhodou mimo nemocniční zařízení, kteří podléhali nepřímé srdeční masáži pomocí mechanického zařízení. Dále je nutno podotknout významný fakt aglomerace. Zatímco v hustě osídlených oblastech má míra přežití pacienta stoupající tendenci, pak ve venkovských oblastech výrazně klesá. Na vině je nízký počet kvalitně proškolených záchránců jednak pro provádění kvalitní KPR, ale i pro obsluhu přístroje. Dalším faktorem negativně ovlivňujícím přežití pacienta jsou dlouhé dojezdové časy záchranných složek (Jennings et al, 2012, s. 1–4).

V letech 2005–2007 proběhl ve švédských městech Uppsala a Gävle sběr dat pro kontrolovanou a randomizovanou studii, zaměřenou na problematiku porovnání mechanické a manuální nepřímé srdeční masáže při náhlém srdečním selhání v přednemocniční péči. Zmíněná švédská města zahrnují okolo 280 000 obyvatel. Průměrně postihne náhlá srdeční příhoda mimo nemocniční zařízení asi 100 obyvatel těchto měst za rok. Nutno podotknout, že studie byla schválena a podpořena etickou komisí v Uppsale. Autoři studie pracovali pouze s daty z přednemocniční péče. Konkrétně se jednalo o data popisující činnost posádky záchranné služby od příjezdu na místo náhlé srdeční příhody až po zahájení transportu pacienta do cílového nemocničního zařízení. Randomizace spočívala v náhodném zařazení pacientů s náhlou srdeční příhodou do jedné ze dvou sledovaných skupin. První podléhala aplikaci zařízení pro mechanickou nepřímou srdeční masáž LUCAS a druhá kontrolní skupina pak podléhala manuálně prováděné nepřímé srdeční masáži. Na stanoviště záchranné služby, která byla zařazena do studie, byly umístěny obálky, ve kterých byl uveden způsob provádění nepřímé srdeční masáže. Posádka vyslaná k oznámené náhlé srdeční příhodě v přednemocniční péči otevřela před zahájením činnosti jednu z obálek a následně užila při řešení náhlé srdeční příhody mechanický prostředek pro nepřímou srdeční masáž LUCAS, nebo prováděla pouze manuální nepřímou srdeční masáž. Mechanická nepřímá srdeční masáž pak v terénu navazovala vždy na probíhající či zahájenou manuální nepřímou srdeční masáž dle doporučeného algoritmu. Vstupním kritériem do studie byla náhlá srdeční příhoda mimo nemocniční zařízení. Vyřazeny pak byly osoby nezletilé, těhotné a osoby se známkou traumatické příčiny stavu. K sumarizaci požadovaných dat pak docházelo pomocí vyplňování standardizovaného protokolu. Ten obsahoval údaje o místě události, jednotlivých časových bodech během zásahu, případném zpozorování stavu kolemjdoucím, prvním zjištěném elektrokardiografickém (dále jen EKG) rytmu a počtu podaných defibrilačních výbojů. Hlavním cílem studie bylo zaznamenání počtu návratů spontánního oběhu s hodnotou krevního tlaku nad 80/50 milimetrů sloupce rtuti (dále jen mmHg), nebo návratů spontánního

oběhu s hmatatelným pulzem u jednotlivých skupin pacientů v rámci studie. Autoři studie se zajímali i o následné přežití a propuštění pacienta z nemocnice. Celkem bylo do studie zahrnuto 149 pacientů. Po vyřazení pacientů nevhodných pro její účely čítala první skupina 75 a druhá, kontrolní skupina, 73 pacientů. Průměrný čas od nahlášení události po zahájení mechanické nepřímé srdeční masáže byl 8,3 minuty. Samotné nastavení a uvedení zařízení do chodu pak trvalo v průměru 2,7 minuty. U kontrolní skupiny činil čas do zahájení resuscitace 7,5 minuty. Návratu spontánního oběhu s hmatatelným pulsem bylo dosaženo u 30 pacientů z první a u 23 pacientů z kontrolní skupiny. V počtu návratu spontánního oběhu s hodnotou krevního tlaku nad 80/50 mmHg opět dominovala první skupina pacientů, a to konkrétně s 30 pacienty. Kontrolní skupina podléhající manuálnímu stlačování hrudníku pak čítala 23 takových pacientů. Ke zvratu pak došlo při propouštění pacientů, kdy z první skupiny bylo úspěšně propuštěno z nemocničního zařízení 6 a z kontrolní skupiny pak 7 pacientů. Nutno podotknout, že v listopadu roku 2004 a v únoru roku 2005 došlo k opakovaným školením posádek záchranné služby zařazených do studie pro práci s mechanickým zařízením pro nepřímou srdeční masáž LUCAS. Do zahájení této studie nebylo zmíněné zařízení LUCAS součástí vybavení posádek záchranné služby ve švédských městech Uppsala a Gävle (Smekal et al., 2011, s. 703–705).

Měření hodnoty $etCO_2$ přineslo výrazný posun při provádění rozšířené KPR. Díky tomuto měření bylo umožněno časně detekování srdečního výdeje vytvořeného prováděnou KPR. Ovšem jako nejpřínosnější se ukázala možnost téměř okamžité detekce návratu spontánního krevního oběhu pacienta. Přístroj pro provádění mechanické nepřímé srdeční masáže LUCAS prokázal v dřívějších randomizovaných studiích na zvířatech výrazně vyšší srdeční výdej a průtok krve krčními tepnami oproti manuálnímu stlačování hrudníku. Dále byly oproti manuálně prováděné nepřímé srdeční masáži zjištěny také vyšší hodnoty prokrvení mozku a $etCO_2$. Autoři švédské studie se zaměřili na porovnání mechanicky a manuálně prováděné nepřímé srdeční masáže pomocí hodnot $etCO_2$ za podmínky užití standardizované ventilace pacienta. Hlavním cílem této studie byla pak analýza hodnot $etCO_2$ po provedení endotracheální intubace v rámci KPR, trvající po dobu 15 minut, či do detekce návratu spontánního oběhu. Jako dílčí cíle byly označeny míra přežití pacientů od vzniku náhlé srdeční příhody do předání pacienta v nemocničním zařízení a následné přežití pacientů do propuštění z tohoto zařízení. Do studie byli zahrnuti pouze pacienti, u nichž došlo v rámci KPR k trvalému zajištění dýchacích cest pomocí endotracheální kanyly. Za tohoto předpokladu bylo možné jednotně monitorovat cílenou hodnotu $etCO_2$. Nezletilost, těhotenství, podchlazení, intoxikace, oběšení či utonutí, terminální stadium nemoci,

traumatická příčina náhlého srdečního selhání, ale také návrat spontánního oběhu ještě před příjezdem záchranných složek, to vše bylo uvedeno jako kritéria pro vyřazení ze studie. V období od května 2003 až do května 2005 došlo v rámci studie k prostrídání přístroje pro mechanickou nepřímou srdeční masáž LUCAS v rámci 6 měsíců dlouhých časových úseků mezi třemi výjezdovými posádkami záchranné služby ve městě Göteborg. Standardizovaná ventilace pacienta byla zajištěna připraveným protokolem. Po intubaci pacienta došlo k zahájení jeho ventilace při hodnotě rychlosti průtoku 100% kyslíku 7 litrů za minutu. Pokud při ventilaci došlo k překročení hodnoty 6 kilopascalů (dále jen kPa) etCO_2 , následovalo zvýšení rychlosti průtoku 100% kyslíku na 8 litrů za minutu. Hodnota etCO_2 byla pak sledována minimálně 15 minut či do návratu spontánního oběhu. Samotné etCO_2 bylo zaznamenáváno automaticky v rámci KPR pomocí přístroje LifePak 12 každé 2 minuty. Celkem došlo za období sběru dat pro studii k 508 případům náhlé srdeční příhody mimo nemocniční zařízení spojených se zahájením KPR. Celkem 291 pacientů pak splňovalo potřebná kritéria pro zařazení do studie. Z toho počtu byla cílená hodnota etCO_2 monitorována jen u 142 pacientů. Hlavní příčinou tohoto značného výpadku vhodných pacientů bylo časté rozhodnutí neprovádět definitivní zajištění dýchacích cest pomocí endotracheální intubace pacienta, tudíž nebylo možné adekvátně snímat hodnotu etCO_2 . Dalšími příčinami byl pak brzký návrat spontánního oběhu pacienta, těžké podmínky na místě zásahu a neznalost snímání hodnoty etCO_2 . Avšak i výsledný počet 142 pacientů byl v průběhu analýzy studie ještě snížen o 16 pacientů. Na vině bylo přerušování monitorace hodnoty etCO_2 z neznámých příčin, technické problémy a nejasné důvody. Ve výsledku došlo tedy k vytvoření skupiny podléhající provádění mechanické nepřímé srdeční masáže čítající 64 pacientů a kontrolní skupiny spojené s prováděním manuální nepřímé srdeční masáže, čítající 62 pacientů. U obou těchto skupin činil věkový průměr pacientů 70 let. Jedna třetina všech pacientů pak byly ženy. Ve výsledku hodnota etCO_2 při mechanické nepřímé srdeční masáži dominovala zhruba o 0,5 kPa nad kontrolní skupinou. Autoři studie pak tento rozdíl připisují principu fungování mechanického zařízení pro nepřímou srdeční masáž LUCAS. Dále tento rozdíl dle výsledků studie výrazně svědčí ve prospěch prokrvení mozkové tkáně a následnému snížení rizika jejího poškození. Rozdílnost v míře přežití a propuštění pacientů z nemocnice nebyla prokázána. Ve výsledku studie jsou pak patrné dlouhé prodlevy, konkrétně pak 6 až 7 minut před zahájením samotné KPR. Tyto prodlevy byly způsobeny nutností provedení iniciální endotracheální intubace dle zadání studie. Jako v předešlé publikované švédské studii je nutno podotknout, že před zahájením samotného sběru dat pro studii došlo k proškolení 35 pracovníků poskytujících rozšířenou KPR pro práci se zařízením LUCAS. Dále pak došlo

v rámci tohoto školení k upevnění znalostí a postupů při provádění manuální nepřímé srdeční masáže. Každé takové školení trvalo tři hodiny a bylo zakončeno jednak testem pro ověření teoretických znalostí, ale i praktickou zkouškou. Kritériem splnění testu byla minimalizace času přerušování probíhající nepřímé srdeční masáže při aplikaci zařízení LUCAS na pacienta. Hodnota pro splnění činila maximálně 20 vteřin. Vzhledem ke střídání zařízení LUCAS mezi jednotlivými výjezdovými posádkami pak docházelo k opětovnému dvouhodinovému proškolení posádek bez tohoto zařízení (Axelsson et al., 2009, s. 1099–1102).

2.2 Následky manuální a mechanické nepřímé srdeční masáže

V letech 2013–2014 byla ve Finsku provedena pozorovací studie zaměřená na výskyt poranění ve spojení s manuální nepřímou srdeční masáží v přednemocniční péči. Incidence výskytu srdeční příhody mimo nemocnici činila 52 případů na 100 000 obyvatel. Studie pracovala s daty od záchranných složek a také s pitevními záznamy. Ty byly provedeny podle protokolu stanoveného finskou legislativou. 149 dospělých pacientů, u nichž byla záchrannou službou prováděna KPR, ale nepřežili, podstoupili pitvu a byli automaticky zařazeni do studie. Vyřazovacím kritériem pak bylo traumatické poranění v hrudní či břišní oblasti vlivem mechanismu úrazu. 47 % pacientů zařazených do studie utrpělo poranění ve vztahu k prováděné KPR. 64 pacientů (43 %) utrpělo mnohačetné zlomeniny žeber a z toho u 51 (34 %) pacientů šlo o oboustranné zlomeniny žeber. U každého pátého pacienta došlo k více než osmi zlomeninám žebra. V 11 (7 %) případech byla zlomenina spojena i se vznikem hematomu. Krevní sraženiny či krev v osrdečnicku byly pozorovány u 11 pacientů. U 22 (15 %) pacientů byla diagnostikována zlomenina hrudní kosti a pouze v jednom případě ve spojení s poškozením osrdečnicku. Dále byla u jednoho pacienta diagnostikována volná krev v dutině hrudní se známkami poškození aorty a s roztržením osrdečnicku. Průměrná délka resuscitace činila 24 minut a nebyl prokázán rozdíl ve výskytu poranění v závislosti na trvání KPR (Setälä et al., 2017, s 1290–1296).

Japonská studie zdůrazňuje faktor srdeční příhody mimo nemocniční zařízení, který dle výsledků studie vede k většímu riziku výskytu poranění vlivem KPR. Konkrétně pak výsledky studie poukazují na stoupající tendenci vzniku poranění s prodlužováním času KPR v přednemocniční péči. Vlivem venkovské oblasti, kde byla shromažďována data pro účel studie, jsou dojezdové časy záchranných složek k pacientům delší než v hustě urbanizovaných

oblastech a je tím pádem vyžadovaná i déletrvající laická pomoc. Není pak často jasné, kdo tuto laickou pomoc v podobě manuální nepřímé srdeční masáže provádí a jaká je jeho zdatnost v této problematice. Mimo jiné zmiňují autoři studie i problematiku následného transportu pacienta a provádění manuální nepřímé srdeční masáže. Riziko poranění pacienta markantně stoupá vlivem nestability vozidla, pokud je nutná kontinuální KPR během transportu pacienta (Takayama et al., 2018, s. 173–174).

Japonská studie provedená v letech 2013–2016 pracovala s celkovým počtem 727 pacientů ve vztahu k srdeční příhodě mimo nemocnici. Z toho 255 pacientů bylo vyřazeno dle vyřazovacích kritérií kvůli nezletilosti, použití automatizovaného prostředku pro resuscitaci, neznámému trvání KPR, chybějícímu vyšetření počítačovou tomografií a traumatickému způsobu vzniku srdeční příhody. Ze zbylých 472 pacientů bylo 233 spojeno s poraněním hrudníku vlivem KPR. Výsledky studie dále poukázaly na faktor věku ve vztahu k incidenci poranění vlivem nepřímé srdeční masáže. K vyššímu počtu poranění docházelo u pacientů v průměru o 10 let starších než u pacientů bez poranění (Takayama et al., 2018, s. 173).

Výsledky švýcarské studie v oblasti faktorů vedoucích k poranění vlivem KPR podporují toto tvrzení. Do této studie bylo zahrnuto 58 pacientů. U mladších pacientů byl výskyt zlomenin žeber oproti starší generaci pacientů nižší. Konkrétně pak v pozorované skupině, resuscitované pomocí přístroje LUCAS 2, se vyskytlo při průměrném věku 25 let 5 případů bez jakékoliv zlomeniny. Naopak při průměrném věku 73 let bylo zaznamenáno více jak 10 zlomených žeber. V kontrolní skupině podléhající manuální nepřímé srdeční masáži bylo pozorováno 12 případů bez jakéhokoliv poranění vlivem KPR při průměrném věku 45 let (Lardi et al., 2015, s. 1037–1042). Smekal pak také ve své studii uvádí, že faktor poranění ve spojitosti s prováděním KPR není dán pouze její délkou a prováděnou technikou. U mladších subjektů zařazených do studie byla incidence poranění nižší než u subjektů starší generace (Smekal et al., 2014, s. 1710).

Předchozí japonské studie dále poukazovaly na významnou odlišnost v oblasti poranění, a to konkrétně na častější vznik pneumothoraxu a zlomenin žeber na pravé straně hrudníku pacienta (Takayama et al., 2018, s. 173). Naopak finská studie uvádí, že u žádného pacienta zahrnutého ve studii nebylo diagnostikováno poranění na pravé straně srdce a rovněž nebylo prokázáno žádné penetrující poranění osrdečníku, srdeční svaloviny či obou těchto vrstev srdce (Smekal et al., 2014, s. 1710). Dle japonské studie je důvodem pouze odlišná konstrukce vozidel japonské záchranné služby, jejíž pracovníci upřednostňují vždy stlačování na pravé straně hrudníku (Takayama et al., 2018, s. 172–174).

Výsledky finské studie poukazují nejen na vyšší věk a srdeční příhodu na veřejném prostranství, ale i na mužské pohlaví jako na faktory stupňující riziko poranění pacienta vlivem nepřímé srdeční masáže (Setälä et al., 2017, s. 1293). Výsledky švédské studie z roku 2014, která byla provedena na pacientech zemřelých vlivem náhlé srdeční příhody, poukazují naopak na vyšší tendenci ke vzniku poranění vlivem nepřímé srdeční masáže ve spojení s pohlavím ženským. Je však nutné podotknout, že do studie došlo k zařazení i pacientů se známkami osteoporózy (Smekal et al., 2014, s. 1710). Co se týče rozdílnosti v pohlaví ve vztahu ke zlomeninám žeber, tak při použití přístroje LUCAS 2 u 26 pacientů v rámci švýcarské studie došlo v průměru k 9,7 zlomeninám u ženského pohlaví v porovnání s průměrným 4,9 zlomeninám u pohlaví mužského. V případě 32 pacientů, kteří podstoupili pouze manuální nepřímou srdeční masáž, činila průměrná hodnota 2,8 zlomeniny u ženského pohlaví a 3,3 zlomeniny u pohlaví mužského. Výsledky studie pak uvádí hodnotu 81 % případů zlomeniny žebra při KPR pomocí přístroje LUCAS 2 a hodnotu 63 % při KPR prováděné pomocí manuální nepřímé srdeční masáže (Lardi et al., 2015, s. 1037–1042).

Další japonská studie provedená v letech 2010–2012 se zaměřila na rozdílnost poranění pacienta dle jednotlivých doporučených postupů z roku 2005 a 2010. Došlo tedy k vytvoření 2 nezávislých skupin, u kterých bylo pozorováno iatrogenní poškození pacienta během KPR. Celkový počet zařazených pacientů činil 535, z toho první pozorovaná skupina podléhající doporučeným postupům pro resuscitaci z roku 2005 čítala 292 pacientů. Druhá, kontrolní skupina, podléhající doporučeným postupům pro resuscitaci z roku 2010 čítala 243 pacientů. Ze studie byli vyřazeni pacienti s traumatickou příčinou stavu, nezletilí a pacienti se zavedeným centrálním žilním katétrem v podklíčkové nebo jugulární žíle. Jelikož variace poranění je v tomto ohledu široká, studie se zaměřila na porovnání zlomenin žeber a pneumothoraxů. K vypracování výsledků byly použity lékařské záznamy, rentgenové snímky hrudníku a posmrtné vyšetření počítačovou tomografií. Na zpracování výsledků posmrtné počítačové tomografie se podíleli 3 specializovaní pracovníci z oblasti urgentní medicíny. V problematice zlomenin žeber dominovala kontrolní skupina v počtu 167 případů oproti pozorované skupině se 123 případy. Co se týče zlomenin žeber s pneumothoraxem, kontrolní skupina čítala 21 případů, z toho ve 4 případech se jednalo o tenzní pneumothorax, který byl ošetřen hrudním drénem. V pozorované skupině se o zlomeninu žeber s výskytem pneumothoraxu jednalo v 8 případech. Autoři v závěru své studie poukazují na stoupající tendenci poranění pacienta při KPR s novějšími doporučenými postupy, přičemž zmiňují i neměnnou hodnotu ROSC a počet propuštěných pacientů z nemocnice (Seiro et al., 2016, s. 351–353). Jako významný faktor ovlivňující riziko vzniku poranění pacienta nepřímou

srdeční masáží uvádí Smekal neustálou inovaci doporučených postupů pro provádění KPR, konkrétně pak stlačování hrudníku. Oproti doporučeným postupům z roku 2000 je více kladen důraz na prováděnou nepřímou srdeční masáž, a to ve smyslu větší hloubky stlačování, rychlejší frekvence a kratšího času bez provádění masáže. Vlivem těchto intenzivnějších požadavků na osobu provádějící stlačování hrudníku pak stoupá i faktor vzniku poranění u pacienta (Smekal et al., 2014, s. 1712)

Společně s uvedením zařízení LUCAS neboli přístrojem pro mechanickou nepřímou srdeční masáž vyvstaly i ohlasy ohledně poškození pacienta tímto přístrojem. První studie neprokázaly žádný výrazný rozdíl v incidenci zranění při použití přístroje a při manuálně prováděné resuscitaci (Milling et al., 2019, s. 789). Avšak už od brzkého vývoje zaznamenávali a vyšetřovali autoři nového zařízení LUCAS zranění spojená s použitím přístroje. Dle pitevních protokolů se jednalo zejména o poškození hrudní stěny, zlomeniny žeber a hrudních kostí. Švýcarská retrospektivní a deskriptivní studie provedená mezi lety 2011 a 2013 se zabývala rozdílností poškození pacienta při použití mechanického zařízení LUCAS 2, tedy novějšího typu zařízení pro provádění mechanické nepřímé srdeční masáže a manuální nepřímé srdeční masáže. Z této studie byly vyřazeny těhotné ženy, nezletilí, pacienti se známkami traumatu a pacienti, u nichž byly prováděny činnosti navíc v rámci KPR po úspěšné resuscitaci. Před použitím přístroje LUCAS 2 byla u pacientů prováděna manuální nepřímá srdeční masáž. Četnost poranění ve smyslu odřenin a zhmoždění kůže byla vyšší u skupiny podléhající KPR pomocí přístroje LUCAS 2 (73 %). Nutno podotknout, že všechny tyto známky poranění se shodovaly v kruhovém tvaru a specifickém otisku pístu, který se přikládá na hrudník. Kontrolní skupina podléhající pouze manuální KPR čítala 22 % případů poranění. Rozdílnost v oblasti zhmoždění žeber a hrudní kosti byla prakticky nulová. Avšak 171 pacientů po KPR pomocí přístroje LUCAS 2 utrpělo zlomeniny žeber, zatímco z kontrolní skupiny podléhající manuální KPR to bylo pouze 100 pacientů. Všechny tyto zlomeniny byly lokalizovány v přední části hrudníku. Během studie nebylo pozorováno žádné život ohrožující poranění způsobené nepřímou srdeční masáží. Byl zaznamenán jeden případ prasklého prsního implantátu vlivem použití přístroje LUCAS 2 (Lardi et al., 2015, s. 1034–1040).

V rámci již zmíněné švýcarské studie pak docházelo i ke sběru dat o poranění vlivem KPR, a to v poměrně detailní podobě. Zpracována byla data o pohlaví, věku, příčině smrti, trvání KPR, posmrtném času do ohledání těla, předchozích hrudních operacích a přítomnosti osteoporózy. Dále data o hodnotě body mass index (dále jen BMI), přítomnosti petechií, poškození kůže a přítomnosti podkožního výpotku. V neposlední řadě došlo také ke

zpracování dat o tloušťce podkožního tuku, počtu zlomenin žeber, hrudní kosti a hrudních obratlů a také o zhmoždění jednotlivých orgánů. K dispozici bylo pro účely studie také mikroskopické vyšetření srdce, plic, jater a mozku. Trvání KPR při použití přístroje LUCAS 2 bylo poměrně delší, konkrétně pak 51,5 minuty oproti KPR prováděné pomocí manuální nepřímé srdeční masáže, která trvala v průměru 29,4 minuty (Lardi et al., 2015, s. 1037–1038).

Prospektivní, multicentrická studie vedená mezi 15. lednem 2008 a 31. srpnem 2012 a schválená etickou komisí ve Švédsku byla zaměřená na posouzení tohoto rozdílu v četnosti poranění vlivem mechanické a manuální nepřímé masáže u zemřelých následkem náhlé srdeční příhody mimo nemocnici. Vyřazujícími kritérii byla smrt způsobená traumatickou příčinou, věk nižší než 18 let, těhotenství, provedená defibrilace před zahájením masáže a tělesná konstituce neumožňující uplatnění zařízení LUCAS. Posuzovány byly a následně podstoupily pitvu 2 skupiny. Skupina pacientů, která podstoupila manuální nepřímou srdeční masáž čítala 83 zemřelých a skupina ve spojení s přístrojem LUCAS 139 zemřelých. Obě skupiny podléhaly postupům resuscitace dle tehdejších guidelines z roku 2005. Pitvy provádělo nezávisle 40 patologů, kteří vyplňovali standardizovaný pitevní formulář o vnějších a vnitřních poraněních a jejich možné přímé souvislosti s prováděnou KPR. Tento formulář byl sestaven z otázek s možnou odpovědí „ano“ a „ne“. Případně uvedla osoba provádějící pitvu nemožnost se vyjádřit k dané otázce. Výsledné hodnoty poukazyvaly na 75,9 % pacientů ze skupiny manuální KPR, kteří utrpěli alespoň jedno zranění ve spojitosti s resuscitací. U skupiny s mechanickým zařízením pak hodnota činila 91,4 %. Jednalo se o lokalizované a mnohočetné zlomeniny žeber. Zlomeniny hrudní kosti byly popsány v poměru manuálního a mechanického stlačování hrudníku 54,2 % ku 58,3 %. Je však nutno podotknout, že ani jedno zranění nebylo příčinou smrti pacienta (Smekal et al., 2014, s. 1708–1710).

Skandinávská studie, konkrétně z oblasti jižního Dánska, pracovala se zemřelými, postiženými náhlou srdeční příhodou mimo nemocnici v období mezi lednem 2015 a březnem 2017. Eliminováni byli ti, u nichž nebyly započaty pokusy o resuscitaci, dále pokud bylo příčinou srdečního selhání trauma a osoby mladší 18 let. Chybějící nebo neadekvátní data vedla také k vyřazení ze studie. Ze zdravotnických záznamů byly použity všechny zmínky o poranění, a pokud bylo potřeba, tak i výsledky zobrazovacích vyšetření, včetně dostupných záznamů z pitvy. K rozlišení závažnosti zranění bylo forezním patologem jako život ohrožující zranění stanoveno zhmoždění srdce, jater, sleziny, slinivky břišní, plic, dále také krev v osrdečníku či pobříšnici a roztržení sleziny nebo žaludku. Dále studie rozčlenila

poranění na kosterní a tkáňové. Mechanické stlačování způsobilo ve 20,2 % kosterní poranění. Ve 14,3 % pak šlo o poranění měkkých tkání, zejména zhmoždění srdce, kůže, tukové nebo svalové tkáně. Nutno podotknout, že tato zmíněná poranění nebyla pozorována při manuálně prováděné resuscitaci. Ta způsobila poranění skeletu v 7,9 % a poranění tkáňové v 1,1 %. Ze studie vyplývá vyšší sklon k závažnějším poraněním při použití přístroje, zejména pak porušení celistvosti hrudního koše a následnému poranění plic (Milling et al., 2019, s. 789–794).

Francouzská studie se zaměřila na doložení prevalence hlavních traumatických komplikací u širokého spektra pacientů, kteří podstoupili KPR kvůli náhlé srdeční příhodě v přednemocniční péči. V rozmezí let 2007–2015 došlo ke sběru dat o pacientech přijatých do Cochin University Hospital v Paříži po prodělané netraumatické náhlé srdeční příhodě v přednemocniční péči. Pacienti, u nichž došlo na místě události nebo při příjmu do nemocnice k úmrtí, nebyli do studie zahrnuti. Základní a rozšířená KPR byla pak prováděna dle mezinárodních guidelines včetně použití mechanického zařízení pro nepřímou srdeční masáž. Hodnocení pacientů a zaznamenávání všech zpozorovaných zranění probíhalo ve spolupráci dvou odborníků na jednotkách intenzivní péče. Jednotlivá poranění pak byla rozdělena na život ohrožující a následná či vyplývající z jiného poranění. Oproti předchozím studiím bylo poranění hrudní stěny zaznamenáno pouze v případě, že spadalo do kategorie život ohrožujících poranění. Během studie došlo k přijetí 1310 pacientů na jednotku intenzivní péče. Z toho 91 pacientům byla diagnostikována závažná poranění, a došlo tedy k jejich zařazení do studie. Závažné trauma bylo vždy spojeno alespoň s jedním vedlejším poraněním, například u 28 pacientů s nekomplikovanými zlomeninami žeber. Celkem 33 pacientů bylo v přímém ohrožení života vzhledem k traumatům, která jim byla diagnostikována. Zranění související s náhlým kolapsem pacienta byly nejčastěji lokalizovány v oblasti hlavy, krční páteře a končetin. Vlivem nepřímé srdeční masáže pak docházelo nejčastěji k poranění v oblasti břicha a hrudníku. 6 pacientů utrpělo život ohrožující poranění jater. U poranění spojených s krvácením došlo v 10 případech k rozvoji hemoragického šoku.

Výše již zmíněná francouzská studie z roku 2018 se dále zaměřila i na problematiku faktorů vedoucích k již zmíněným poraněním. Nutno podotknout, že do studie byli zahrnuti pouze přeživší pacienti po prodělané náhlé srdeční příhodě mimo nemocniční zařízení. Oproti předchozím studiím, které často pracovaly pouze s těly zemřelých, je to značný posun. Výsledky studie poukazují na častější výskyt poranění pacienta v průměrném věku 68 let při provádění nepřímé srdeční masáže. Častěji byla poranění evidována u ženského pohlaví. Míra poranění pacienta se také zvyšovala, pokud došlo k náhlé srdeční příhodě v domácím

prostředí. Je však nutné podotknout, že tímto faktorem navýšené riziko poranění souvisí spíše s mechanismem úrazu, tedy následkem pádu po náhlém kolapsu. Docházelo tak tedy ke vzniku sekundárních poranění. Co se týče svědků náhlého kolapsu či laiků poskytujících první pomoc, studie vyvrátila jakoukoliv souvislost se zvýšením rizika vzniku poranění pacienta s náhlou srdeční příhodou. Z výsledků předešlých studií, zabývajících se problematikou poskytování první pomoci, pak vyplývá obava přihlížejících z ublížení pacientovi při poskytování první pomoci, konkrétně pak při provádění nepřímé srdeční masáže. Z této skutečnosti pak vyplývá právě naopak časté nedostatečné stlačování hrudníku. Autoři v závěru své studie uvádí také zajímavý poznatek týkající se vztahu trvání KPR a vzniku poranění. Dle výsledků studie totiž nemá trvání KPR žádný vliv na vznik poranění pacienta (Champigneulle et al., 2018, s. 70–74).

Autoři americké studie z roku 2013 se zaměřili na porovnání míry poranění při použití mechanického zařízení AutoPulse a manuální nepřímé srdeční masáže. Retrospektivní analýza 175 pitevních záznamů probíhala mezi lety 2005–2009 v americkém Houstonu. Tato studie pracovala oproti výše publikovaným studiím se všemi příčinami KPR. Důvodem pro zahájení KPR byla v 67 % všech případů náhlá smrt. Dále došlo ve 24 % k zahájení KPR u pacientů po autonehodě, v 5 % se jednalo o sebevraždy, 3 % tvořili vraždy a u 1 % pacientů nebyl důvod zahájení KPR specifikován. Zpracováno bylo 87 pitevních zpráv pacientů, kteří podléhali pouze manuální nepřímé srdeční masáži a 88 pitevních zpráv pacientů, u kterých byla prováděna mechanická nepřímá srdeční masáž pomocí zařízení AutoPulse v návaznosti na manuální nepřímou srdeční masáž. Výsledky studie prokázaly významný statistický rozdíl v problematice poranění žeber mezi oběma způsoby nepřímé srdeční masáže. Manuální nepřímá srdeční masáž způsobila větší výskyt zlomenin žeber na přední straně hrudního koše. Konkrétně došlo k tomuto poranění u 54 % všech pacientů ze skupiny podléhající manuálnímu stlačování hrudníku. Co se týče zařízení AutoPulse, při jeho použití docházelo ve větší míře ke zlomeninám žeber v zadní části hrudního koše, konkrétně k těmto poraněním došlo u 33 % pacientů ze skupiny podléhající mechanické nepřímé srdeční masáži. V rámci obou skupin docházelo nejčastěji k poranění 3., 4. a 5. žebra. Převaha poranění na jedné straně hrudníku nebyla ani u jedné skupiny pacientů prokázána. Autoři studie vyvrací tvrzení o vlivu BMI na vznik poranění pacienta. Dále výsledky studie svědčí pro větší počet zlomenin žeber u pacientů starších 45 let. Je však důležité podotknout, že rozdílnost četnosti poranění ve vztahu k věku pacienta popisují výsledky studie pouze v problematice zlomenin žeber. Na jiných částech těla nebyla vzhledem k věku pacienta patrná rozdílnost v četnosti poranění. Ke zlomenině hrudní kosti došlo ve 45 % případů u pacientů podléhajících pouze manuální

nepřímé srdeční masáži. Naopak při použití zařízení AutoPulse pak utrpělo stejné poranění pouze 14 % pacientů ze skupiny podléhající mechanické nepřímé srdeční masáži. Avšak v souvislosti s použitím zařízení AutoPulse byly pozorovány ve 4,5 % případů zlomeniny obratlů hrudní a bederní páteře. Konkrétně se pak jednalo o obratle T10, T4, L1 a L2. Obrovský rozdíl pak vyvstal v oblasti poškození kůže pacienta. Zatímco k odřeninám a podlitinám došlo při provádění manuální nepřímé srdeční masáže ve 24 % případů, tak při použití zařízení AutoPulse bylo zjištěno 96 % případů poškození pacienta. K poranění orgánů došlo v minimálním množství. Manuální nepřímá srdeční masáž způsobila pouze jeden případ zhmoždění jater. V souvislosti se zařízením AutoPulse pak vyvstala poranění jako zhmoždění pravého laloku jater, zhmoždění mesenteria a byla lokalizována krev v dutině břišní (Pinto et al., 2013, s. 904–907).

2.3 Význam a limitace dohledaných poznatků

Publikované studie předkládají aktuální dohledané poznatky o problematice odlišností mezi mechanicky a manuálně prováděnou nepřímou srdeční masáží. Nutno podotknout, že publikované studie nepocházejí jen ze zemí Evropské unie. Autoři publikovaných studií pak často uvádí faktor demografie jako jeden z výrazně ovlivňujících faktorů KPR. Z publikovaných studií vyplývá, že se stoupajícím časem trvání KPR stoupají i faktory selhávání kvality manuálně prováděné nepřímé srdeční masáže a tím i klesají šance na návrat pacienta zpět do normálního života. I přes nejednoznačné výsledky publikovaných studií zabývajících se porovnáním odlišností mezi manuální a mechanickou nepřímou srdeční masáží představuje právě mechanické zařízení značnou pomoc při procesu KPR. Jedná se pak zejména o možnost profesionálních záchránců věnovat se dalším úkonům pro zvýšení procenta úspěšnosti návratu spontánního oběhu pacienta. Z výsledků studií vyplývá, že při použití mechanického zařízení pro nepřímou srdeční masáž docházelo k provedení více specifických úkonů ve prospěch pacienta na místě náhlé srdeční příhody mimo nemocniční zařízení. Dále mechanické zařízení pro nepřímou srdeční masáž dominuje v možnosti transportu pacienta za kontinuální resuscitace na cílové pracoviště, kterému je tak následně umožněno provádět další specifické úkony pro záchranu pacienta. Tato pozitiva jsou pak vyvážena podstatou samotného mechanického zařízení pro nepřímou srdeční masáž. Obsluha takového zařízení vyžaduje speciální školení a zejména neustálé utvrzování těchto znalostí. Mnohé publikované studie prezentovaly výsledky po dřívějším několikahodinovém, mnohdy i několikadenním proškolení pracovníků záchranných služeb, kteří byli zapojeni do sběru

dat pro studii. V několika případech i přesto docházelo k nezapojení mechanického zařízení pro nepřímou srdeční masáž do probíhající KPR. Limitem samotného zařízení pro mechanickou nepřímou srdeční masáž je pak jeho samotná konstrukce, která neumožňuje zapojení tohoto zařízení do KPR u oběžných pacientů nebo u dětí. V oblasti poranění pacienta vlivem provádění nepřímé srdeční masáže dominuje metoda s použitím mechanického zařízení. Je však nutno podotknout výrazný faktor, ovlivňující tento závěr, a to konkrétně nestejnorodý vzorek pacientů s různými příčinami náhlé srdeční příhody. Publikované studie byly však limitovány zkoumaným vzorkem pacientů s náhlou srdeční příhodou v přednemocniční péči i v oblasti průběhu KPR. Do studií byli zahrnuti pouze zletilí pacienti bez traumatologické příčiny vzniku náhlé srdeční příhody. Ve všech publikovaných studiích došlo k vyřazení těhotných žen ze zkoumaného vzorku. Prostředí a podmínky, za kterých docházelo k provádění KPR v rámci publikovaných studií, nebylo možno zajistit v jednotném režimu.

Mezi návrhy pro další výzkum je určitě záhodno uvést zaměření se na zkoumanou problematiku i ve vztahu k dětskému věku. Zařízení pro mechanickou nepřímou srdeční masáž není doporučeno aplikovat na těhotné ženy, avšak chybí aktuální poznatky o důvodu tohoto doporučení. Jelikož autoři uvedené studie vypracovávali nezávisle na sobě, ucelený a standardizovaný postup pro hodnocení rozdílu mezi výsledky a následky manuální a mechanické nepřímé srdeční masáže by mohl vnést konkrétnější data a výsledky do této problematiky napříč celým světem.

Tato bakalářská práce poukazuje na nepatrný rozdíl mezi jednotlivými způsoby provádění nepřímé srdeční masáže. Vystává však značný fakt o ulehčení práce profesionálního záchránce při použití mechanického zařízení pro nepřímou srdeční masáž a tím i umožnění provádění dalších specifických úkonů pro záchranu pacientova života. Prezentované výsledky publikovaných studií mohou posloužit jako opora pro zamyšlení se nad průběhem systematicky prováděné nepřímé srdeční masáže. Dále také mohou být impulzem pro efektivnější edukaci a prověřování schopností jednotlivých profesionálních záchránců při práci s mechanickým zařízením pro nepřímou srdeční masáž. Výsledky publikovaných studií totiž jasně objasnily některé mýty ohledně mechanického zařízení pro nepřímou srdeční masáž, jako například o míře poranění způsobených tímto zařízením.

Závěr

Cílem bakalářské práce bylo předložit aktuální dohledané publikované poznatky, týkající se srovnání manuální a mechanické nepřímé srdeční masáže v přednemocniční péči u pacientů postižených náhlou srdeční příhodou. Hlavní cíl této přehledové bakalářské práce byl splněn.

První dílčí cíl bakalářské práce se zabýval odlišnostmi v průběhu mezi manuální a mechanickou nepřímou masáží. Výsledky prezentovaných studií dokazují, že nelze označit jeden z uvedených způsobů nepřímé srdeční masáže za výrazně lepší vzhledem k míře úspěšnosti nepřímé srdeční masáže. Limitem manuální nepřímé srdeční masáže je její fyzická náročnost a nutnost dodržování správné hloubky a frekvence stlačení hrudníku. Tyto faktory mechanické zařízení pro nepřímou srdeční masáž výrazně potlačuje. Svou podstatou je schopno provádět přesnou kontinuální nepřímou srdeční masáž bez faktoru únavy. Nutná je pak adekvátní příprava pro práci s tímto zařízením.

Druhý dílčí cíl byl zaměřen na srovnání následků spojených s manuální a mechanickou nepřímou srdeční masáží. Vlivem takřka neměnné nepřímé srdeční masáže prováděné mechanickým zařízením byly zaznamenány častější poškození pacientů v oblasti hrudníku. Charakteristickou se pak pro tohle zařízení stala díky jeho konstrukci kruhová podlitina ve středu hrudníku. Na druhou stranu provádění manuální nepřímé srdeční masáže s sebou pojí různorodou intenzitu a frekvenci stlačování hrudníku. Vlivem tohoto faktoru pak mnohé publikované studie ve svých výsledcích uváděly i častá vážná poranění pacientů, a to kvůli příliš velké intenzitě stlačování hrudníku.

To poukazuje na nevhodné zaměření studií, zabývajících se problematikou odlišností v průběhu a výsledcích manuální a mechanické nepřímé srdeční masáže. Vlivem nepatrných, takřka zanedbatelných rozdílů v úspěšnosti dochází k zastiňování problematiky průběhu KPR, který je zařízením pro mechanickou nepřímou srdeční masáž značně usnadněn.

Referenční seznam

NOVÁK, I., PRCHLÍK, M., FAJT, M., HEINIGE, P. Novinky v kardiopulmonální resuscitaci – „guidelines 2018“. *Česko-slovenská pediatrie*. [online] 2018, **73**(3), s. 173-174. ISSN 0069-2328 Dostupné z: <http://web.a.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=5&sid=111ddf29-fd4b-4d01-81ec-22c49d0d8f6c%40sessionmgr4006>

BRANGAN, C., K., DAY, M. Update: 2017/2018 AHA BLS, ACLS, and PALS guidelines. *Nursing2019*. [online] 2019, **49**(2), s. 46-47. ISSN 1538-8689. Dostupné z: https://journals.lww.com/nursing/fulltext/2019/02000/Update_2017_2018_AHA_BLS_ACLS_and_PALS.13.aspx

JANOTA, T. Mechanizovaná srdeční masáž, krok ke zlepšení úspěšnosti kardiopulmonální resuscitace? *Intervenční a akutní kardiologie*. [online] 2013, **12**(2), s. 56. ISSN 1803-5302 Dostupné z: <https://www.solen.cz/pdfs/kar/2013/02/02.pdf>

SEEWALD, S., et al., Application of mechanical cardiopulmonary resuscitation devices and their value in out-of-hospital cardiac arrest: A retrospective analysis of the German Resuscitation Registry. *PLoS ONE*. [online] 2019, **14**(1), s. 1-10. Dostupné z: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0208113>

GAVIN, D., P., et al., Mechanical versus manual chest compression for out-of-hospital cardiac arrest (PARAMEDIC): a pragmatic, cluster randomised controlled trial. *Lancet*. [online] 2014, **385**(9972), s. 947-955. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)61886-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)61886-9)

VENKATARAMAN, A., et al., Prompt use of mechanical cardiopulmonary resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest: the MECCA study report. *Singapore Medical Journal* [online] 2017, **58**(7), s. 424-431. DOI: 10.11622/smedj.2017071. Dostupné z: <http://web.a.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=14&sid=b9a4d9e2-f89e-414d-9f56-f2298589e1a3%40sessionmgr4007>

TRANBERG, T., et al., Quality of cardiopulmonary resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest before and after introduction of mechanical chest compression device, LUCAS-2; a prospective, observational study. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*. [online] 2015, **23**(37), s 1-8. DOI: 10.1186/s13049-015-0114-2. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4411930/>

SMEKAL, D., et al., CPR-related injuries after manual or mechanical chest compressions with the LUCAS device: A multicentre study of victims after unsuccessful resuscitation. *Resuscitation*. [online] 2014, **85**, s. 1708-1712. DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2014.09.017>. Dostupné z:

[https://www.resuscitationjournal.com/article/S0300-9572\(14\)00759-X/fulltext](https://www.resuscitationjournal.com/article/S0300-9572(14)00759-X/fulltext)

MILLING, L., et al., Prehospital cardiopulmonary resuscitation with manual or mechanical chest compression: A study of compression-induced injuries. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*. [online] 2019, **63**(6), s. 789-795. DOI: <https://doi.org/10.1111/aas.13347>.

Dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/aas.13347?af=R>

SETÄLÄ, P., et al., Risk factors for cardiopulmonary resuscitation-related injuries sustained during out-of-hospital cardiac arrests. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*. [online] 2018, **62**, s. 1290-1296. DOI: 10.1111/aas.13155. Dostupné z:

<https://web.b.ebscohost.com/ehostpdfviewer/pdfviewer/vid=9&sid=e351e3ad-537a-470d-90c1-866e5aa3d34c%40pdc-v-sessmgr04>

TAKAYAMA, W., et al., The association between Cardiopulmonary Resuscitation in Out-of-Hospital Settings and Chest Injuries: A Retrospective Observational Study. *Prehospital and Disaster Medicine*. [online] 2018, **33**(2), s. 171-175. DOI: 10.1017/S1049023X18000201.

Dostupné z:

<https://search.proquest.com/docview/2019073678/fulltextPDF/6D482657B7214CFAPQ/11?accountid=16730>

OYA, S., et al., CPR related thoracic injury: a comparison of CPR guidelines between 2005 and 2010. *Acute Medicine & Surgery*. [online] 2016, **3**, s. 351-355. DOI: 10.1002/ams2.215.

Dostupné z:

<https://search.proquest.com/docview/2290189033/fulltextPDF/6D482657B7214CFAPQ/32?accountid=16730>

LARDI, CH., et al., Traumatic injuries after mechanical cardiopulmonary resuscitation (LUCASTM2): a forensic autopsy study. *International Journal of Legal Medicine*. [online] 2015, **129**, s. 1035-1042. DOI: 10.1007/s00414-015-1146-x. Dostupné z:

<https://search.proquest.com/docview/1707493886/fulltextPDF/6D482657B7214CFAPQ/51?accountid=16730>

JENNINGS, P., A., et al., An automated CPR device compared with standard chest compressions for out-of-hospital resuscitation. *BMC Emergency Medicine*. [online] 2012, **12**(8), s. 5. DOI: 10.1186/1471-227X-12-8. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/228069776_An_automated_CPR_device_compared_with_standard_chest_compressions_for_out-of-hospital_resuscitation

SMEKAL, D., et al., A pilot study of mechanical chest compressions with the LUCAS™ device in cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation*. [online] 2011, **82**, s. 702-706. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2011.01.032. Dostupné z: [https://www.resuscitationjournal.com/article/S0300-9572\(11\)00122-5/pdf](https://www.resuscitationjournal.com/article/S0300-9572(11)00122-5/pdf)

AXELSSON, C., et al., Mechanical active compression-decompression cardiopulmonary resuscitation (ACD-CPR) versus manual CPR according to pressure of end tidal carbon dioxide (P_{ET}CO₂) during CPR in out-of-hospital cardiac arrest (OHCA). *Resuscitation*. [online] 2009, **80**, s. 1099-1103. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2009.02.006. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0300957209004250>

CHAMPIGNEULLE, B., et al., Major traumatic complications after out-of-hospital cardiac arrest: Insights from the Parisian registry. *Resuscitation*. [online] 2018, **128**, s. 70-75. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2018.04.022. Dostupné z: [https://www.resuscitationjournal.com/article/S0300-9572\(18\)30184-9/fulltext](https://www.resuscitationjournal.com/article/S0300-9572(18)30184-9/fulltext)

PINTO, C., D., et al., Manual and Automated Cardiopulmonary Resuscitation (CPR): A Comparison of Associated Injury Patterns. *Journal of forensic sciences*. [online] 2013, **58**(4), s. 904-909. DOI: 10.1111/1556-4029.12146. Dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/1556-4029.12146>

Seznam zkratek

ALS – advanced life support

BLS – basic life support

BMI – body mass index

CPC – cerebral performance category

EKG – elektrokardiografie

etCO₂ – end-tidal carbon dioxide

kPa – kilopascal

KPR – kardiopulmonální resuscitace

LUCAS – Lund University Cardiopulmonary Assist Systém

LZS – letecká záchranná služba

mmHg – milimetr sloupce rtuti

NFF – no flow fraction

NFT – no flow time

P_aCO₂ – parciální tlak oxidu uhličitého

RACA – ROSC after cardiac arrest

ROSC – return of spontaneous circulation