



Zdravotně
sociální fakulta
Faculty of Health
and Social Sciences

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

Resuscitace pacienta systémem LUCAS II

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Studijní program:

SPECIALIZACE VE ZDRAVOTNICTVÍ

Autor: Michal Chrt

Vedoucí práce: MUDr. Tomáš Hauer

České Budějovice 2018

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci s názvem „Resuscitace pacienta systémem LUCAS II“ jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské/diplomové práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby bakalářské/diplomové práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé bakalářské/diplomové práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 9. 5. 2018

.....

podpis

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce MUDr. Tomáši Hauerovi, za odborné rady a čas, který mi věnoval.

Resuscitace pacienta systémem LUCAS II

Abstrakt

Bakalářská práce pojednává o mechanické resuscitaci systémem LUCAS II. Systém LUCAS je jedním z nejpoužívanějších zařízení pro mechanickou srdeční masáž. Práce seznamuje čtenáře s aktuálními poznatky o jeho efektivitě a bezpečnosti.

Úvodní kapitoly jsou věnovány náhlé zástavě oběhu a kardiopulmonální resuscitaci. Následující kapitoly seznamují čtenáře s použitím systému LUCAS během neodkladné resuscitace. Popisují jeho aplikaci ve specifických případech, kterými může být transport nebo resuscitace v katetizační laboratoři. Závěrečné kapitoly hodnotí přínos a komplikace mechanické resuscitace.

Bakalářská práce je zpracována teoretickou formou. Hlavní zdroje tvoří klinické studie a jiné odborné články. Cílem práce je shrnout dosavadní poznatky o mechanizované srdeční masáži přístrojem LUCAS II při poskytování kardiopulmonální resuscitace.

Použití systému LUCAS nevykazuje zlepšení v přežívání pacientů ve srovnání s manuální srdeční masáží. Jeho hlavní benefit je uplatňován v komplikovaných situacích, kdy není možné provádět manuální komprese hrudníku. Během transportu a v katetizační laboratoři se systém LUCAS jeví jako efektivní nástroj, který může zvýšit šanci na přežití srdeční zástavy.

Bakalářská práce poskytuje aktuální souhrnný přehled dané problematiky a může posloužit jako studijní materiál pro zdravotnické obory.

Klíčová slova

LUCAS; mechanická komprese hrudníku; mechanická resuscitace; kardiopulmonální resuscitace; náhlá zástava oběhu

Resuscitation of the patient with LUCAS II

Abstract

The thesis deals with a mechanical resuscitation system LUCAS II. The LUCAS system is one of the most frequently used devices for a mechanical cardiac massage. The thesis introduces readers to the most current knowledge about its effectivity and safety.

The opening chapters are dedicated to sudden cardiac arrest and cardiopulmonary resuscitation. The following chapter are introducing the reader to the use of the LUCAS system during urgent resuscitation. They are describing its application in specific cases, which could be transport or resuscitation in catheterization laboratory.

The thesis is formed theoretically. The main sources are formed by clinical studies and other professional articles. The main goal of the thesis is to summarize existing knowledge about mechanized cardiac massage with the LUCAS II device while giving cardiopulmonary resuscitation.

The use of LUCAS system doesn't show improvement in the survival rate of patients in comparison with manual heart massage. Its main benefit is applied in complicated situations, when it is not possible to carry out manual chest compression. During transport and in cath lab the LUCAS system seems like an effective tool, which can raise the chance of cardiac arrest survival.

The thesis provides up-to-date summary of given problematics and can serve as a study material for medical study programs.

Key words

LUCAS; mechanical chest compression; mechanical resuscitation; cardiopulmonary resuscitation; sudden cardiac arrest

Obsah

Úvod	8
1 Současný stav.....	9
1.1 Náhlá zástava oběhu.....	9
1.1.1 Epidemiologie	9
1.1.2 Příčiny.....	9
1.1.3 Rizikové faktory	10
1.2 Neodkladná resuscitace	11
1.2.1 Rozšířená neodkladná resuscitace	12
1.3 Mechanická kardiopulmonální resuscitace	14
1.3.1 Historie.....	14
1.4 Systém pro komprese hrudníku LUCAS.....	17
1.4.1 Historie systému LUCAS	17
1.4.2 Technické parametry.....	17
1.4.3 Použití systému LUCAS	18
1.4.4 Zařazení systému LUCAS do ALS.....	19
1.4.5 Transport pacienta.....	20
1.4.6 Použití v katetrizační laboratoři.....	21
1.5 Přínos mechanické resuscitace	23
1.6 Komplikace mechanické resuscitace.....	25
1.7 Poresuscitační péče	27
2 Cíl a metodika práce.....	31
2.1 Cíl práce	31
2.2 Metodika	31
3 Diskuze.....	32
4 Závěr	36
5 Seznam použitých zdrojů	37

6	Seznam příloh.....	45
7	Seznam zkratek.....	54

Úvod

Kardiopulmonální resuscitace slouží k neprodlenému obnovení spontánního krevního oběhu u osob postižených náhlou zástavou oběhu. Základem kardiopulmonální resuscitace je provádění rytmických stlačení hrudníku o dostatečné frekvenci a hloubce. Kompresie stimulují činnost srdce, umožňují zásobovat životně důležité orgány okysličenou krví, a chrání před nezvratným poškozením zejména srdce a mozek. Kardiopulmonální resuscitace významně ovlivňuje šanci na přežití srdeční zástavy.

Mechanické resuscitační přístroje byly vyvinuty s cílem doplnit nebo zcela převzít manuální komprese. Nepodléhají únavě a jsou schopny provádět kvalitní nepřerušované komprese o konstantní hloubce a frekvenci. Jedním z nejpoužívanějších přístrojů pro mechanickou resuscitaci je systém LUCAS, který je předmětem této bakalářské práce.

V této bakalářské práci bych Vám rád poskytl aktuální informace o resuscitace systém LUCAS. Úvodní kapitoly pojednávají o náhlé zástavě oběhu a předkládají základní informace o kardiopulmonální resuscitaci. Následující kapitoly jsou věnovány systému LUCAS, popisují jeho použití, efektivitu i bezpečnost během neodkladné resuscitace.

Systém LUCAS je v poslední době zařazován do výbavy zdravotnické záchranné služby, ale o jeho přínosu a bezpečnosti nejsou zcela jasné informace. Doporučené postupy Evropské rady pro resuscitaci nedoporučují rutinní používání resuscitačních přístrojů, avšak uvádějí určité výjimky. Toto téma jsem zvolil, jelikož jsem se o této problematice chtěl dozvědět více informací v širších souvislostech.

1 Současný stav

1.1 Náhlá zástava oběhu

Náhlá zástava oběhu (NZO) odkazuje na zástavu srdeční činnosti s hemodynamickým kolapsem, obvykle kvůli přetrvávající komorové fibrilaci nebo bezpulzové komorové tachykardii (Buxton et al., 2006). Postižený je v bezvědomí a nedýchá normálně (Franěk et al., 2017). Pokud nejsou okamžitě zahájeny kroky neodkladné resuscitace a nedojde k obnově spontánního krevního oběhu (ROSC), mluvíme o náhlé srdeční smrti (NSS). V literatuře se tyto dva termíny zároveň prolínají a termín náhlá srdeční smrt se používá k popisu smrtelné i nefatální srdeční zástavy (Uptodate, 2016).

1.1.1 Epidemiologie

Mimonemocniční zástava oběhu je jedním z nejzávažnějších zdravotnických problémů v Evropě i ve Spojených státech amerických (USA). Každoročně je postiženo až 275 000 obyvatel Evropy a 420 000 obyvatel USA. Roční incidence v Evropě činí 84 případů na 100 000 obyvatel (EuReCa ONE, 2016). V České Republice bylo zaznamenáno dle studie EuReCa ONE (2016) 886 případů srdeční zástavy s incidencí 244 případů na 100 000 obyvatel za rok.

Srdeční zástavou jsou častěji postiženi muži, vzhledem k většímu výskytu ischemické choroby srdeční (ICHS). Ovšem ženy mají vyšší pravděpodobnost úmrtí na NSS bez předchozích známek ICHS (Reynolds et al., 2013). Incidence srdeční zástavy se zvyšuje s věkem, průměrný věk pacientů se pohybuje okolo 70 let. U mladších dospělých, adolescentů, dětí či novorozenců je srdeční zástava vzácná (Reynolds et al., 2013). Nejvíce příhod, přibližně 70 %, nastává doma. Avšak mnohem větší šanci na přežití mají jedinci, kteří prodělají zástavu oběhu na veřejnosti (Ornato, 2015).

1.1.2 Příčiny

Příčiny náhlé zástavy oběhu můžeme rozdělit dle patofyziologického mechanismu, nebo zda jsou reverzibilní či ne. Dle patofyziologického mechanismu dělíme příčiny na primárně kardiální nebo hypoxické (Franěk, 2011).

Primárně kardiální zástavy oběhu začínají poruchou funkce myokardu, která vede nejprve k izolované hypoxii mozku (kyslík v neuronech je vyčerpán do 15 sekund), srdce a ledvin. Globální hypoxie dále postupuje podle toho, jak jednotlivé orgány spotřebovávají své zásoby kyslíku (Franěk, 2011). Mezi nejčastější onemocnění, která vedou k srdeční zástavě řadíme ICHS, a to zejména akutní infarkt myokardu (AIM), který činí až 82,4 % všech případů srdeční zástavy (Knor, 2013). Další onemocnění, která mohou vést k zástavě oběhu jsou: závažná dysfunkce levé komory, kardiomyopatie, vrozená srdeční onemocnění, chlopňové vady a hereditární arytmiické syndromy (Ornato, 2015).

Bezprostřední příčinou zástavy oběhu jsou maligní arytmie. Po úvodní analýze srdečního rytmu je nejčastěji přítomna komorová fibrilace, a to přibližně ve 22 %. Pokud je rytmus analyzován ihned po kolapsu, například pomocí automatického externího defibrilátoru, je pravděpodobnost komorové fibrilace až 76 % (ERC Guidelines, 2015).

Nekardiální zástava oběhu vzniká jako následek globální hypoxie organismu z příčin, které leží mimo krevní oběh. Většina je způsobena obstrukcí dýchacích cest, tonutím nebo intoxikací. Obvyklým srdečním rytmem je bradykardie, bezpulzová elektrická aktivita nebo asystolie (Franěk, 2011).

Potenciálně reverzibilní příčiny jsou rozděleny do dvou skupin. Do první skupiny řadíme hypoxii, hypovolemii, hypo-/hypertermii hypo-/hyperkalémii a jiné elektrolytové poruchy. Souhrnně, pro lepší zapamatování, se tyto příčiny nazývají „4 H“. Druhou skupinu tvoří: tenzní pneumotorax, tamponáda srdeční, trombóza (koronární tepny, plicní embolie) a toxické látky. Tato skupina se nazývá „4 T“. Během každé resuscitace musí být na tyto příčiny pamatováno, pokud je zjištěna jejich přítomnost, je nutné zajistit adekvátní léčbu (ERC Guidelines, 2015).

1.1.3 Rizikové faktory

Srdeční zástavou jsou především ohroženi pacienti s ischemickou chorobou srdeční. Hlavní riziko představuje prodělaný infarkt myokardu, snížená funkce levé komory u chronických ICHS a komorové arytmie v anamnéze pacienta. U většiny pacientů není v minulosti diagnostikováno kardiální onemocnění a projeví se až náhlou srdeční zástavou (Reynolds et al., 2013). Mezi další rizikové faktory řadíme hypertenzi,

hyperlipidemií a diabetes mellitus. Nezanedbatelný vliv má také kouření, nadměrná konzumace alkoholu a stres (Ornato, 2015).

1.2 Neodkladná resuscitace

Neodkladná resuscitace neboli kardiopulmonální resuscitace (KPR) představuje soubor navazujících diagnostických a léčebných postupů sloužících k neprodlenému obnovení hemodynamicky účinného oběhu u osob postižených náhlou zástavou oběhu s cílem uchránit před nezvratným poškozením vitálně důležité orgány, a to především mozek a srdce (Hezckova et al., 2016).

Neodkladnou resuscitaci lze rozdělit na základní, poskytovanou laiky bez speciálního vybavení, kromě automatizovaného externího defibrilátoru, a rozšířenou, která je poskytována profesionálními týmy zdravotníků. KPR je rozčleněna podle věku do několika kategorií na resuscitaci novorozenců, dětí a dospělých (Hezcková et al., 2016). V souvislosti s mechanickou KPR je tato kapitola zaměřena pouze na resuscitaci dospělých.

Postup pro úspěšnou kardiopulmonální resuscitaci u pacientů s kardiální i asfyktickou zástavou představuje řetězec přežití. Prvním a nejdůležitějším krokem je rozpoznání závažných příznaků a přivolání pomoci. Za člověka s NZO musí být považován každý člověk v bezvědomí, který nedýchá normálně. Je třeba zdůraznit lapavé dýchání takzvaný gasping, které často bývá považováno za projev normálního dýchání. Je tedy nutné již od počátku přistupovat k tomuto příznaku jako k projevu srdeční zástavy. Náhlou zástavu oběhu nesmíme opomenout ani u křečového stavu jakým je například epilepsie. K nejlepším výsledkům vede včasné rozpoznání kardiální příčiny bolesti na hrudi a přivolání zdravotnické záchranné služby (ZZS) ještě předtím, než dojde k náhlé srdeční zástavě (ERC Guidelines, 2015).

Okamžité zahájení KPR je krok, který mnohonásobně zvyšuje šanci na přežití srdeční zástavy. Každá minuta neprováděné KPR snižuje přežití nemocného o 10–12 % (Hezckova et al., 2016). Zde je nezbytná spolupráce svědků zástavy, kteří jsou operátorem tísňové linky instruováni k provádění samotné nepřerušované srdeční masáže v rámci telefonicky asistované neodkladné resuscitace (TANR). Vyškolení

zachránci by měli kombinovat nepřímou srdeční masáž s umělými dechy v poměru 30:2 (ERC Guidelines, 2015).

Dalším krokem je časná defibrilace, je-li indikována. Defibrilační výboj podaný do 3–5 minut může zvýšit šanci na přežití až o 75 %. Toho je možné dosáhnout pomocí automatizovaného externího defibrilátoru (AED) (ERC Guidelines, 2015). AED jsou uložena na místech s pravděpodobným výskytem srdeční zástavy, zejména pak v obytných zónách a v nákupních střediscích. Operační střediska ZZS by měla být informována o rozmístění AED, aby operátoři tísňových linek mohli zachránce navést k nejbližšímu zařízení (Franěk et al., 2017).

Posledním krokem řetězce je poskytnutí profesionální rozšířené neodkladné resuscitace a následná standardizovaná poresuscitační péče (ERC Guidelines, 2015).

1.2.1 Rozšířená neodkladná resuscitace

Rozšířená neodkladná resuscitace (ALS) je poskytována vyškoleným týmem zdravotnických pracovníků. Provádění ALS vyžaduje speciální přístroje a pomůcky. Je nutný dokonalý výcvik a souhra všech členů týmu pro dosažení co nejkvalitnější poskytované péče (Franěk et al., 2017). Základním pilířem úspěšné resuscitace je vysoce kvalitní minimálně přerušovaná srdeční masáž a při defibrilovatelném rytmu včasná defibrilace (Remeš et al., 2013).

Algoritmus ALS (příloha 1) je použitelný při jakékoliv zástavě oběhu, avšak u srdečních zástav vzniklých za zvláštních okolností, kterými jsou např. trauma, anafylaxe nebo hypotermie, mohou být indikovány další specifické intervence (ERC Guidelines, 2015).

Resuscitaci zahájíme kompresemi hrudníku a umělými dechy v poměru 30:2. Jakmile je k dispozici defibrilátor pokračujeme v srdeční masáži a zároveň umístíme správným způsobem defibrilační elektrody. Zhodnotíme srdeční rytmus a pokračujeme dle algoritmu ALS. Každý cyklus algoritmu je obdobný. Kompresie hrudníku se provádějí po dobu dvou minut, je zhodnocen srdeční rytmus, případně hmatáme puls na velkých tepnách. Rozlišujeme defibrilovatelné a nedefibrilovatelné rytmy. Defibrilovatelné rytmy jsou komorová fibrilace (VF) a bezpulzová komorová tachykardie (pVT). Rytmy, které nelze defibrilovat jsou bezpulzová elektrická aktivita (PEA) a asystolie. Doporučeným výbojem je bifazický výboj o počáteční energii 150 J, při přetrvávající VF/pVT je vhodné zvýšit energii až na 360 J. Výboj je podán během krátkého přerušování srdeční masáže.

Prodleva mezi kompresemi hrudníku a podáním výboje by měla být minimální, nejlépe pod 5 sekund (ERC Guidelines, 2015).

Adrenalin je podán po 3. výboji a dále každých 3–5 minut v dávce 1 mg do zajištěného intravenózního nebo intraoseálního vstupu, dokud nedojde k ROSC. Pokud je úvodní srdeční rytmus PEA nebo asystolie, podáváme 1 mg Adrenalinu ihned po zajištění vstupu do krevního oběhu. Amiodaron je indikován po 3. výboji v dávce 300mg (ERC Guidelines, 2015).

Pokud je zdravotnický pracovník dostatečně zkušený, k zajištění dýchacích cest je nejvýhodnější využít metodu tracheální intubace. Při intubaci by mělo být dbáno na minimální přerušování srdeční masáže. Není-li možné pacienta intubovat během resuscitace, lze tak provést až po obnovení spontánního oběhu. Alternativou k tracheální intubaci jsou supraglotické pomůcky. Pacienta ventilujeme frekvencí 10 dechů za minutu, bez přerušování kompresí, s cílem dosáhnout normoventilace. Jeli při použití supraglotických pomůcek patrný únik vzduchu po zahájení srdeční masáže, je doporučeno použít poměr kompresí k umělým dechům 30:2 (Franěk et al., 2017).

Během resuscitace je vhodné využít kapnografii, která umožňuje monitorovat parciální tlak oxidu uhličitého na konci výdechu (EtCO₂) a poskytuje tak užitečné údaje o stavu pacienta a průběhu resuscitace (ERC Guidelines 2015). Informuje nás například o kvalitě srdeční masáže, o správném zavedení endotracheální kanyly, a především časně detekuje obnovení spontánního oběhu (Remeš et al., 2013).

V podmínkách přednemocniční neodkladné péče rozhoduje o ukončení či nezahájení neodkladné resuscitace vždy lékař. Resuscitaci lze ukončit v případě úspěšného obnovení hemodynamicky významné srdeční akce a základních životních funkcí. Ve většině případů je pacient po úspěšné resuscitaci v bezvědomí, trpí respirační insuficiencí a vyžaduje intenzivní péči. Resuscitace je ukončena i v případě, pokud přetrvává jiný rytmus než VF po dobu 20 minut a není dosaženo ROSC, jeli přítomna komorová fibrilace, doporučená doba je prodloužena až na 60 minut. Nedojde-li během 20 minut KPR ke známkám okysličení a perfuze organismu (např. obnovení laryngeálních reflexů, vzestup EtCO₂), je resuscitace také ukončena (Knor, 2013).

1.3 Mechanická kardiopulmonální resuscitace

Kvalitní nepřerušovaná srdeční masáž je základním pilířem kardiopulmonální resuscitace. Kompresie hrudníku by měly být prováděny uprostřed hrudníku, přesněji na dolní polovině hrudní kosti. Hloubka kompresí se pohybuje v rozmezí 4,5–5,5 cm, nejefektivněji se jeví hloubka 45,6 mm (Stiell et al., 2014). Stlačování hrudníku by mělo být prováděno frekvencí 100 až 120 kompresí za minutu. Po každé kompresi by mělo dojít k uvolnění tlaku na hrudník. Dekompresie hrudní kosti zlepšuje žilní návrat a účinnost KPR (ERC Guidelines, 2015).

Manuální komprese hrudníku nejsou vždy prováděny zcela optimálně. Často dochází k přerušení kompresí. Dle studie z roku 2005 došlo k přerušení ve 48 % a hloubka kompresí byla nedostatečná u 62 % sledovaných pacientů (Wik et al., 2005). Možnou příčinou je únava poskytovatelů KPR (Tuka a Šmíd, 2012). Tyto a další okolnosti, které ovlivňují kvalitu KPR, jako transport nebo KPR v katetrizační laboratoři, vedli k vývoji nových přístrojů pro mechanizovanou srdeční masáž (Smekal et al., 2011). Mechanické resuscitační přístroje poskytují kvalitní, nepřerušovanou srdeční masáž a potenciálně mohou zlepšit výsledek u pacientů s náhlou zástavou oběhu (Smekal et al., 2011).

1.3.1 Historie

První zmínka o mechanizované srdeční masáži pochází z roku 1908 (Harrison-Paul, 2007). Pike et al. (1908) zaznamenali ve svém díle skutečnost, že nepřímá srdeční masáž je mimořádně namáhavá a často ji není možné provádět dostatečně dlouho. Pro tento účel vytvořily společně s profesorem J.L. Kesslerem přístroj, který mechanicky stlačoval srdce, a to přímo na otevřeném hrudníku nebo nepřímo přes hrudní stěnu. Jejich přístroj neprokázal větší efektivitu než manuální komprese hrudníku (příloha 2).

Až do šedesátých let minulého století, nebyla přístrojům pro srdeční masáž věnována pozornost. Mezi první zařízení, která se objevují patří elektro-pneumatický přístroj autorů Harkins a Bramson (1961). Byl vytvořen tak, aby seděl na standartní nemocniční lůžko té doby. Poháněn byl stlačeným vzduchem (příloha 3).

Dotter et al. (1961) představuje přístroj poháněný elektrickým motorem, který stlačoval hrudník 60 kompresí za minutu. Byl použit pouze na kadáveru, pacientovi ve věku 75 let, který zemřel na NZO. Po pitvě byly nalezeny mnohočetné zlomeniny žeber.

Nachlas a Siedband (1962) uvádějí přenosný přístroj pro nepřímou srdeční masáž. Jejich zařízení bylo úspěšné při pokusech na psech a použito u tří pacientů, avšak s neznámými výsledky.

Michael et al. (1962) představuje přístroj, který navrhnul A. W. Warltier. Přístroj bylo možné jednoduše použít na jakoukoliv postel, lůžko nebo nosítka. Po správném nastavení, byl k obsluze třeba jen jeden neodborný pracovník, který stahoval páku zařízení frekvencí 60 stlačení za minutu. U 17 pacientů z 18 byl zaznamenán adekvátní puls na femorální tepně po užití tohoto přístroje.

Tocker et al. (1962) přicházejí se zařízením, které má oproti svým předchůdcům několik pokročilých funkcí. Přístroj byl synchronizován s EKG (elektrokardiografie) monitorem, a pokud byla zaznamenána bradykardie nebo komorová tachykardie, došlo k automatickému spuštění.

V roce 1963 je představen přenosný přístroj vážící pouze 32 kg a poháněný baterií. Díky jeho vlastnostem bylo usuzováno na jeho použití záchrannou službou ihned na začátku resuscitace (Safar et al., 1963). Bailey et al. (1964) popisují taktéž přenosný přístroj s jednoduchým ovládním, poháněný stlačeným kyslíkem. Úspěšně byl použit v sérii experimentů na psech, u kterých byl zaznamenán adekvátní puls a nedošlo k poškození žeber (příloha 4).

V roce 1966 Pearson et al. (1966) uskutečnil studii několika zařízení pro mechanickou srdeční masáž. Bylo zjištěno, že všechny zkoumané přístroje jsou složité a jejich nastavení je zdlouhavé. Autoři vyzdvihli a podpořili jednoduchost a efektivitu manuální srdeční masáže. Toto zjištění bylo dále podpořeno prohlášením komise o kardiopulmonální resuscitaci z roku 1966, která doporučuje zahájit resuscitaci vždy manuálními kompresemi hrudníku. Přístroje pro mechanickou srdeční masáž doporučuje užit v případech protrahované resuscitace, nebo při transportu do nemocničního zařízení (Cole et al., 1966).

V 70. letech vzniká přístroj zvaný Thumper vytvořený společností Michigan Instruments. I přes ubývající zájem o mechanickou KPR si tento model získal pozornost a byl neustále modernizován (Harrison-Paul, 2007).

V polovině 80. let dochází k vývoji nové konstrukce, kterou představuje „vest-CPR“. Tento systém je složen z nafukovací vesty, která je umístěna kolem hrudníku a je jí možné

rychle nafouknout a vyfouknout pomocí automatického pneumatického systému. Zařízení mělo slibné výsledky a dalo tak vzniknout modernímu přístroji zvanému AutoPuls (příloha 5) neboli „load-distributing band“ (LBD) vytvořený společností Zoll z USA (Harrison-Paul, 2007).

AutoPulse, provádí stlačení hrudníku pomocí pásu LifeBand, který je umístěn po celém obvodu hrudníku a upevněn k zadní desce, která se vkládá pod pacienta. Periodickým zkracováním pásu, frekvencí přibližně 80 zkrácení za minutu, dochází ke zmenšování obvodu hrudník a zkrácení zadopředního rozměru asi o 20 % (Tuka a Šmíd, 2013). Studie z roku 2006 ukázala, že použití LBD zlepšilo přežívání u dospělých pacientů s netraumatickou zástavou oběhu (Ong et al., 2006)

Poslední etapou v historii mechanických přístrojů pro srdeční masáž je vývoj zařízení s aktivní kompresí a dekompresí (ACD-CPR) (Harrison-Paul, 2007). Výzkum odstartoval případ muže, který při resuscitaci použil zvon na čištění odpadů (Lurie et al., 1990). Principem těchto přístrojů je aktivní povolení komprese a návrat stlačeného hrudníku do původní nekomprimované polohy (Halperin, 2009).

Na principu ACD-CPR vznikl moderní přístroj LUCAS, který v současnosti spolu s přístrojem AutoPulse patří ke klinicky nejpoužívanějším systémům pro mechanickou KPR (Halperin, 2009).

1.4 Systém pro komprese hrudníku LUCAS

Systém LUCAS – Lund University Cardiopulmonary Assist System je přenosný přístroj pro mechanickou srdeční masáž, který poskytuje automatické komprese a aktivní dekomprese. Přístroj se skládá z kompresního zařízení, podpěrných ramen a pevné zadní desky. Kompresní zařízení je tvořeno pístem se snímatelnou přísavkou. Podpěrná ramena a deska jsou vyrobeny z kompozitního materiálu, který nevede elektrický proud (Steen, 2002). V současnosti existují tři postupně inovované modely LUCAS, LUCAS 2 (příloha 6) a nejnovější LUCAS 3 (Jolife AB, 2014)

1.4.1 Historie systému LUCAS

Willy Vistung byl norský vynálezce, který se stal svědkem transportu pacienta za stálé srdeční masáže. Po této zkušenosti se rozhodl vytvořit vlastní prototyp mechanického kompresního zařízení. V roce 1995 se setkal s profesorem Stig Steenem, kardiochirurgem a vedoucím laboratoře kardiotorakální chirurgie. Společně vypracovali randomizovanou studii a na prasatech provedli test nového prototypu. Prototyp poskytl lepší komprese i dekomprese ve srovnání s manuálními (Liao, 2011).

Díky slibným výsledkům Stig Steen a spolupracovníci dále pokračovali ve výzkumu. Steen kontaktoval podnikatele Larse Sunnanvädera, majitele švédské společnosti Jostra AB vyrábějící mimotělní oběhy, a navrhnul mu spolupráci. Vznikla nová společnost Jolife AB a s její podporou i první komerčně dostupný model s názvem Lund University Cardiopulmonary Assist System neboli LUCAS (Liao, 2011).

LUCAS je v klinické praxi představen poprvé v roce 2000 a první studie o jeho vlastnostech je publikována v roce 2002 (Steen et al., 2002).

1.4.2 Technické parametry

Systém LUCAS prošel od svého vzniku množstvím inovací, avšak princip a tvar si zachoval napříč všemi modely. Rozměr systému se liší v závislosti na modelu. První model měří v přepravní tašce 65 x 32 x 23 cm a v sestaveném stavu 53.8 x 50 x 22.8 cm. Hmotnost činí 6,5 kg (Steen et al., 2002). Pozdější modely jsou o několik centimetrů větší. Nejnovější model LUCAS 3 je vysoký 58 cm a váží 8 kg (Jolife AB, 2016).

System LUCAS je poháněn stlačeným vzduchem. Zdrojem stlačeného vzduchu jsou tlakové lahve nebo nástěnné zásuvky v nemocnicích či sanitních vozech. Modely LUCAS 2 a 3 jsou poháněny elektrickým proudem z baterie nebo externího zdroje. Kapacita baterie je 3300 mAh a provozní čas u průměrného pacienta činí 45 minut (Jolife AB, 2014).

Zařízení lze užit u dospělých pacientů s výškou hrudní kosti 170 až 330 milimetrů a s maximální šířkou hrudníku 449 mm. Použití není omezeno hmotností pacienta (Jolife AB, 2016).

Zařízení poskytuje komprese o frekvenci 100 stlačení za minutu s minimální odchylkou. Hloubka komprese je v rozmezí 40 až 55 mm, dle výšky hrudní kosti. Poměr trvání komprese a dekomprese je 50 ± 5 %. Komprese hrudníku jsou prováděny kontinuálně. U nových modelů lze nastavit poměr 30:2, přístroj se na 3 sekundy zastaví a je možné provést 2 cykly umělého dýchání. (Jolife AB, 2014).

1.4.3 Použití systému LUCAS

Použití systému LUCAS je indikováno u dospělých osob s náhlou zástavou oběhu. „*System LUCAS se smí používat pouze v případech, kdy je pravděpodobné, že komprese hrudníku pacientovi pomohou*“ (Jolife AB, 2014, s 6). Kontraindikací užití je příliš malý nebo velký pacient. Dále je zařízení kontraindikováno v případech, kdy nelze bezpečně a správně připevnit na pacienta (Jolife AB, 2014).

Uživatelé systému LUCAS by měli být řádně vycvičeni, dle doporučených směrnic Evropské rady pro resuscitaci (ERC) nebo podle ekvivalentních předpisů, a absolvovat školení o způsobu obsluhy daného přístroje (Jolife AB, 2012).

Aplikace na pacienta probíhá v několika krocích a je koncipována pro dva zasahující zdravotníky. Po příjezdu k pacientovi s potvrzenou náhlou zástavou oběhu zahájíme manuální KPR. Zapneme přístroj, systém automaticky provede kontrolu funkcí. Po rozsvícení zelené kontrolky u tlačítka ADJUST je systém připraven k použití. Z přepravní brašny vyjmeme zadní desku. Ukončíme KPR. Desku vložíme pod pacienta těsně pod podpaždí. Tento manévra je možné provést dvěma způsoby. Podržíme ramena a nadzvedneme lehce horní část těla, nebo přetočíme pacienta ze strany na stranu. Po přesném umístění desky zahájíme opět KPR. Vyjmeme horní část systému úchopem za držadla na podpěrných ramenech. Uvolníme čelistové uzávěry. Za stále KPR připevníme

podpěrné rameno, které je k nám nejbližší. Ukončíme srdeční masáž a připojíme druhé vzdálenější podpěrné rameno. Ramena zacvakneme, zatažením se přesvědčíme o správném spojení. Nastavíme kompresní bod, který musí být na stejném místě jako u manuální KPR. „*Když je tlakový polštářek v přísavce ve správné poloze, dolní okraj přísavky je umístěn těsně nad koncem hrudní kosti*“ (Jolife AB, 2014, s 17). Zkontrolujeme umístění, upravíme výšku pístu a nastavíme počáteční polohu. Přísavku přisuneme těsně k hrudníku, aniž bychom ho stlačili. Stiskneme tlačítko PAUSE, překontrolujeme polohu, případně znovu upravíme v režimu ADJUST. Pokud je počáteční poloha správně nastavená, stiskneme tlačítko ACTIVE a spustíme komprese v požadovaném režimu. Pro stabilizaci správné polohy systému, použijeme stabilizační popruh LUCAS (Jolife AB, 2014).

1.4.4 Zařazení systému LUCAS do ALS

Doporučené postupy neuvádění algoritmus pro mechanické resuscitační přístroje. Náhled na použití systému LUCAS během rozšířené neodkladné resuscitace mohou poskytnou rozsáhlé studie LINC (Rubertsson et al., 2014) a PARAMEDIC (Perkins et al., 2015).

Studie LINC byla vytvořena s cílem zjistit, zda mechanická srdeční masáž spolu s podaným defibrilačním výbojem, za stálých mechanických kompresí, zlepši přežití v prvních čtyřech hodinách od ROSC ve srovnání s manuální KPR. K tomuto účelu využívá systém LUCAS 2 a speciální algoritmus pro mechanickou KPR (příloha 7). Manuální srdeční masáž byla poskytnuta dle ERC Guidelines 2005 (Rubertsson et al., 2014).

Po příjezdu k pacientovi s potvrzenou zástavou oběhu, byla zahájena manuální KPR. Následně byl aplikován systém LUCAS 2 za minimálního přerušování srdeční masáže. Byly spuštěny kontinuální mechanické komprese. Po 90 vteřinách, bez kontroly srdečního rytmu, byl aplikován defibrilační výboj za stálé mechanické srdeční masáže. Po 3 minutách kontinuálních kompresí byla provedena analýza rytmu. Pokud byl zaznamenán defibrilovatelný rytmus, mechanická KPR pokračovala dalších 90 vteřin. Bez přerušování byl podán další výboj. U nedefibrilovatelného srdečního rytmu začal nový třiminutový cyklus nepřerušovaných kompresí (Rubertsson et al., 2014).

Výše zmíněný algoritmus může být použit bez větších komplikací. V určitých aspektech může zlepšit výsledek resuscitace. Příkladem může být eliminace doby mezi přerušováním

komprese a podáním výboje tzv. pre-shock pause (Rubbertsson et al., 2014). Dle ERC Guidelines (2015) přerušeni srdeční masáže na 5 až 10 vteřin snižuje úspěšnost podaného výboje. Potenciálně můžeme uvažovat o lepším výsledku u pacientů, u kterých je VF úvodním rytmem. Avšak na základě celkových výsledků tato strategie neprokázala značné zlepšení ve srovnání se standardním postupem manuální KPR (Rubbertsson et al., 2014).

Studie PARAMEDIC představuje odlišný způsob aplikace systému LUCAS 2 ve srovnání s předešlou studií. Algoritmus původní postup, vycházející z ERC Guidelines 2010, dál neupravuje (příloha 7). Mechanická srdeční masáž pouze nahrazuje manuální komprese (Perkins et al., 2015).

U prokázané srdeční zástavy byla po příjezdu zahájena manuální KPR. Po krátkém přerušeni kompresí byl přístroj připevněn na pacienta a aktivován. Srdeční rytmus byl analyzován ihned po zajištění EKG, komprese byly pozastaveny. Pokud byl zjištěn defibrilovatelný rytmus, byl podán výboj za stále mechanické resuscitace. Ventilace pacienta byla před intubací zajištěna v poměru 30:2 a poté asynchronně spolu s kontinuálními kompresemi (Perkins et al., 2015).

Studie tímto postupem poukazuje na reálné začlenění systému LUCAS 2 do přednemocniční neodkladné péče bez speciálních zásahů do předepsaných postupů. Primárním cílem studie bylo přežití pacientů 30 dní od náhlé srdeční zástavy. LUCAS 2 neprokázal zlepšení vůči manuální srdeční masáži (Perkins et al., 2015).

1.4.5 Transport pacienta

Před transportem zajistíme pacientovi paže pomocí pásek umístěných na horní části systému LUCAS. Ujistíme se, zda nedošlo k zablokování intravenózních vstupů. Připravíme vybavení nutné pro transport. Pacienta zvedáme úchopem pod čelistovým uzávěrem a za dolní končetinu. Dbáme na stabilní polohu hlavy. Bezpečný přesun realizujeme za účasti tří osob. Dvě osoby zvedají pacienta a jedna osoba zajišťuje pozici pacientovi hlavy (Jolife AB, 2014). Stiskneme tlačítko PAUSE, zastavíme komprese. Zvedneme pacienta a přesuneme na transportní prostředek. Kontrolujeme správnou polohu kompresního bodu. Opět spustíme systém tlačítkem ACTIVE. LUCAS může při transportu zůstat aktivní, pokud je pacient bezpečně zajištěn v transportním prostředku a systém je pod správným úhlem ve správné pozici (Jolife AB, 2014).

Transport pacienta s OHCA (Mimo-nemocniční zástava oběhu), za stále manuální KPR, může být pro zdravotníky velice náročný. Během transportu dochází k poklesu hloubky stlačení (Fox et al., 2013) a prodloužení doby, kdy nejsou prováděny komprese tzv. hands-off time (Olasveengen et al., 2007).

Ve srovnání s manuální KPR, systém LUCAS provádí kontinuální a přesné komprese i během transportu (Olasveenge et al., 2007). Tranberg et al. (2015) uvádí lepší výsledky u pacientů, u kterých byl použit LUCAS 2. Zařízení vykazovalo kratší tzv. No-flow time (NFT) a no-flow fraction (NFF), při transportu pacienta do vozidla i během jízdy.

NFT je popisováno jako čas, kdy nejsou prováděny žádné komprese a cirkulace je nedostatečná nebo žádná. NFF je definován jako podíl NFT a celkového času resuscitace, od kterého odečteme souhrnný čas ROSC. Tyto hodnoty umožňují zhodnotit a porovnat pauzy během resuscitace a poskytují kvalitní zpětnou vazbu poskytovatelům KPR (Kramer-Johansen et al., 2007).

Systém LUCAS představuje přínos i při transportu vrtulníkem. Studie provedená na resuscitačních modelech simulovala KPR před, během a po transportu vrtulníkem. LUCAS poskytl přesné a nepřerušované komprese. Největší rozdíl byl zaznamenán během letu, kdy manuální komprese byly optimální pouze ve 41 % (Putzer et al., 2013). Použití systému LUCAS během transportu vrtulníkem, je kvalitní alternativou k manuální srdeční masáži. Je však nutné provést další rozsáhlejší studie (Gassler et al., 2015).

1.4.6 Použití v katetizační laboratoři

Perkutánní koronární intervence (PCI) je léčebný zákrok, kterým je zprůchodněno uzavřené místo ve věnčité tepně. Výkon provádí intervenční kardiolog na katetizačním sále. Zákrok probíhá v lokální anestezii a pod rentgenovou kontrolou. Místem vstupu je radiální nebo stehenní tepna. Pomocí punkční jehly do tepny zaveden zavaděč tzv. sheath, který slouží jako přístupová cesta pro další nástroje. Do místa určeného k intervenci je zaveden katetr. Katetrem je do lumen tepny zaveden ultratenký koronární vodič. Následně je zaveden balónkový katetr. Balónek se roztáhne a struktury aterosklerotického plátu jsou tlakem balonku vtlačeny do cévní stěny. Do ošetřovaného místa je většinou implantován koronární stent. Stent je možné zavést i bez použití balónkového katetru (Goričan, 2016)

Během perkutánní koronární intervence může dojít k zástavě oběhu. Počátečním rytmem je obvykle komorová fibrilace. Resuscitaci je doporučeno zahájit defibrilačním výbojem. Lze zvážit strategii tří výbojů podaných v rychlém sledu. Po třetím neúspěšném výboji je nutné zahájit srdeční masáž, zajistit ventilaci a pokračovat v koronární intervenci. V podmínkách katetrizační laboratoře je skoro nemožné provádět kvalitní komprese hrudníku. Z tohoto důvodu je doporučeno použít přístroj pro mechanickou KPR (ERC, 2015).

Systém LUCAS je částečně propustný pro radiové záření a umožňuje většinu rentgenového snímání. Ačkoliv systém vytváří nadměrné pohyby hrudníku, je možné pokračovat v PCI. Pokud je nutné provést náročnější výkon, jako umístění koronárního stentu, je možné LUCAS pozastavit na několik sekund (Wagner et al., 2010).

Retrospektivní studie probíhající v letech 2004 až 2008 zahrnovala několik tisíc pacientů indikovaných k PCI. Systém LUCAS byl použit u 43 případů. Skupinu tvořilo 33 pacientů se STEMI, 7 pacientů s Non-STEMI, 1 pacient se srdeční tamponádou a 2 elektivní PCI. Koronární intervenci podstoupilo 38 pacientů, jelikož pět pacientů zemřelo následkem ruptury myokardu před samotným zákrokem. Díky mechanické resuscitaci bylo možné provést intervenci i u pacientů, kteří prodělali protrahovanou zástavu oběhu. Perkutánní koronární intervence a angiografie byla provedena za stálé mechanické KPR, která v průměru trvala 16,5 minuty. Po úspěšném zákroku bylo z nemocnice propuštěno 11 pacientů s dobrým neurologickým výsledkem hodnoceným dle Cerebral Performance Category (CPC) jako 1 (Wagner et al., 2010).

Systém LUCAS je schopny poskytnout kontinuální komprese a uspokojivý koronární perfuzní tlak i v katetrizační laboratoři. V případě, kdy je koronární intervence indikována a je možné zvrátit průběh srdeční zástavy, může zajištění optimální perfuze pomocí mechanické KPR rezultovat v lepší neurologický výsledek a snížit úmrtnost pacientů (Wagner et al., 2010).

1.5 Přínos mechanické resuscitace

Od představení systému LUCAS vznikla řada nových studií zkoumajících efektivitu a bezpečnost mechanické resuscitace. Hlavním cílem těchto studií bylo posoudit, zda systém LUCAS poskytuje kvalitnější srdeční masáž ve srovnání s manuální, a zda zlepšuje přežívání pacientů po náhlé zástavě oběhu.

Do studie PARAMEDIC bylo zahrnuto 4471 pacientů z toho 1652 ve skupině LUCAS a 2819 v kontrolní skupině. Primárním cílem bylo zjistit přežívání pacientů 30 dní od NZO. Sekundární cíle byly obnovení spontánního oběhu, přežití 3 měsíce, přežití 12 měsíců a přežití 3 měsíce s dobrým neurologickým výsledkem, hodnoceným dle škály CPC jako 1 nebo 2 (Perkins et al., 2015).

Výsledky studie neprokázali rozdíl v užitých metodách KPR na přežívání pacientů 30 dní od NZO. Ve skupině LUCAS přežilo 6 % pacientů a v kontrolní skupině 7 % pacientů. Podobných výsledku bylo dosaženo i v případě ROSC a v přežití pacientů po dobu 3 a 12 měsíců. Počet pacientů s dobrým neurologickým výsledkem byl nižší ve skupině LUCAS (Perkins et al., 2015).

Tato data doplňuje druhá nejrozsáhlejší studie LINC. Studie probíhala v letech 2008 až 2013. Zahrnovala 2589 pacientů z toho 1300 ve skupině LUCAS a 1289 ve skupině manuální KPR. Primárním cílem bylo přežití 4 hodiny od NZO. Sekundární cíl byl přežití 6 měsíců s dobrým neurologickým výsledkem 1 nebo 2 dle škály CPC (Rubertsson et al., 2015).

Opět nebyl prokázán signifikantní rozdíl mezi zkoumanými skupinami. Přežití pacientů 4 hodiny od srdeční zástavy bylo dosaženo u 23,6 % pacientů skupiny LUCAS, v případě manuální KPR pak u 23,7 %. Dobrý neurologický výsledek po 6 měsících od NZO byl pozorován u obou skupin (Rubertsson et al., 2015).

Z výsledků těchto dvou rozsáhlých studií vyplívá, že systém LUCAS nevykazuje významné zlepšení v přežití pacientů po náhlé zástavě oběhu ve srovnání s manuální srdeční masáží.

Tranberg et al. (2016) představuje odlišný přístup hodnocení efektivity systému LUCAS. Studie využívá monitoraci transtorakální impedance k posouzení kvality mechanické KPR. Získaná data byla interpretována jako hodnoty no-flow time a no-flow fraction. Do

studie bylo zahrnuto 696 pacientů s prokázanou srdeční zástavou, z toho bylo vybráno 155 pacientů, kteří tvořili zkoumanou skupinu.

Systém LUCAS v této studii prokázal nižší NFF ve srovnání s manuální KPR. V případě systému LUCAS trvalo NFF 16 % času. U manuální KPR se jednalo o 34 %. Nižší NFF bylo dosaženo pravděpodobně kvůli možnosti poskytovat komprese i během manipulace s pacientem a během transportu. Další faktor, který mohl ovlivnit přerušování kompresí, je možnost podat výboj bez nutnosti zastavit přístroj. Frekvence manuálních kompresí byla v průměru 124/min. Systém LUCAS poskytl komprese v průměru 102/min.

Mechanická resuscitace poskytnutá systémem LUCAS významně ovlivňuje kvalitu resuscitace zkrácením přestávek mezi kompresemi a poskytuje optimální komprese ve srovnání s manuální srdeční masáží.

Mechanická resuscitace přináší hlavní pozitiva během transportu. Pokud pomíneme kvalitu kompresí, frekvenci nebo již zmiňovaný hands-off time, mechanické přístroje poskytují především bezpečnost pro zdravotníky, kteří provádějí KPR v jedoucím vozidle. Slattery a Silver (2009) zmiňuje vysoké riziko poranění ve vozidlech záchranné služby. Péči o pacienta v kritickém stavu, řadí mezi hlavní příčiny. Jedním z navrhovaných řešení, jak zvýšit bezpečnost posádky, je zařazení mechanických resuscitačních přístrojů do výbavy záchranné služby. Posádka by mohla zůstat připoutána, a během KPR by měla volné ruce pro další neodkladné výkony. Zavedení mechanické KPR do vybavení záchranné služby má vliv i na pracovní prostředí zdravotníků. Pracovníci dle Blomqvist et al. (2012) hodnotí práci s přístroji pozitivně. Zmiňují vyšší bezpečnost, snížení zátěže během KPR a možnost lepšího kontaktu s pacientem.

Lundgren (2014) provedl ekonomickou evaluaci systému LUCAS. Studie probíhala ve Švédsku a použitá data byla získána ze studie LINC (Rubertsson et al. 2015). Reprezentativní vzorek tvořilo 154 případů OHCA, na které připadala 12 přístrojů LUCAS. Na jedno zařízení LUCAS pak připadalo 12,83 pacienta s OHCA za rok. Do celkových nákladů byla započítána cena přístrojů, náklady na léčbu a cena pobytu v nemocnici. Efektivita léčby získána z výsledků studie LINC byla převedena na quality-adjust life years (QALY). QALY je indikátor, který kombinuje délku a kvalitu života. Kvalita života nabývá hodnot od 0 do 1, kdy 1 reprezentuje perfektní zdraví a 0 reprezentuje smrt. Výpočet QALY provedeme vynásobením délky a kvality života.

Například 6 let prožitých v perfektním zdraví je rovno 6 QALY, nebo naopak 6 let prožitých s určitým omezením, vyjádřené jako 0,75 je rovno 4,5 QALY.

Výsledky studie byly prezentovány v krátkodobém (6 měsíců) i dlouhodobém (8 let) horizontu a bylo zjištěno, že náklady na získané QALY postupně klesají s časem. Pro šestiměsíční horizont činili náklady na QALY přibližně 500 000 SEK (1 215 000 Kč) a jsou považovány za vysoké. Po 8 letech tyto náklady klesli na hodnotu cca 50 000 SEK (120 000 Kč). Dalším výsledkem studie bylo zjištění, že použitím mechanické resuscitace vzrostl počet QALY přibližně o 0,046 na pacienta za 8 let.

Vzhledem k těmto faktům, je důležité posuzovat přínos a efektivitu mechanické resuscitace i z dlouhodobého hlediska a nestavět hodnocení pouze na přežívání pacientů v krátkém časovém úseku (Lundgren, 2014).

1.6 Komplikace mechanické resuscitace

Efektivita a bezpečnost je ovlivněna několika faktory. Vnějšími faktory jsou zkušenosti a výcvik poskytovatele KPR, se kterým jsou spjaty činitele jako umístění kompresního bodu, hloubka komprese nebo přerušovanost stlačení. Mezi další vnější okolnosti řadíme dobu trvání KPR a komplikace spojené s transportem. Okolnosti, které nelze ovlivnit jsou věk, pohlaví a přidružená onemocnění resuscitovaného pacienta (Smekal, 2013).

Výcvik zdravotníka se jeví jako zásadní, a to i v případě, kdy je užito zařízení pro mechanickou KPR. Pokud je kompresní bod systému LUCAS umístěn příliš vysoko, hrozí zlomeniny žeber, zlomeniny klíčních kostí i poranění velkých cév blízkých srdci. Umístění příliš nízko zvyšuje riziko intraabdominálního poranění. Dojde-li k umístění do strany od hrudní kosti, mohou být přímo poraněny plíce (Smekal, 2013).

Smekal et al. (2009) uvádí nejčastěji zlomeniny žeber nebo hrudní kosti. Ve sledované skupině tvořili zlomeniny žeber 44,7 % a zlomeniny hrudní kosti 34,2 %. Poranění vnitřních orgánů bylo zjištěno pouze u několika jedinců.

Větší hloubka komprese je spjata s nárůstem krevního průtoku, avšak s narůstající hloubkou přibývá i četnost zlomenin. Počet zlomenin stoupá od hloubky 35–45 mm. Hellevuo et al. (2013) uvádí postupný nárůst četnosti zranění v závislosti na hloubce komprese. Rozsah komprese nad 60 mm vedl u 49 % sledovaných jedinců k vyšší četnosti

zranění. Na základě těchto zjištění můžeme předpokládat zvýšené riziko zranění i u systému LUCAS, který provádí komprese v rozmezí 40–55 mm (Smekal, 2013).

Systém LUCAS vykazuje srovnatelná zranění s podobným rozsahem, jako manuální KPR (Smekal et al., 2009). Smekal et al. (2009) uvádí zlomeniny žeber, zlomeniny hrudní kosti, poranění měkkých tkání a poranění vnitřních orgánů v obou skupinách. Mnohočetné zlomeniny žeber, zaznamenané nejčastěji, se objevily u 17 z 38 (44, 7 %) jedinců ze skupiny mechanické KPR, a u 13 z 47 (27, 7 %) jedinců skupiny manuální KPR (Smekal et al., 2009). Lardi et al. (2015) uvádí obdobné výsledky. Zlomeniny žeber byly přítomny u 81 % pacientů resuscitovaných systémem LUCAS a u 63 % pacientů resuscitovaných manuálně. Smekal (2013) doplňuje, že počet pacientů se zlomeninami žeber vzroste přibližně o 15 % pokud je použit systém LUCAS.

Studie, která probíhala v České republice od 1.1.2010 do 30.4.2010 a zahrnovala 30 pacientů, uvádí signifikantně vyšší výskyt poranění při použití mechanických resuscitačních přístrojů. Systémem LUCAS bylo resuscitováno 11 pacientů, z toho u 8 bylo zjištěno poranění. Nejčastěji byly přítomny mnohočetné zlomeniny žeber a to v 6 případech. Zlomeniny hrudní kosti byly přítomny u 4 jedinců. Pouze ve dvou případech byly zjištěny krevní výrony v mediastinu. Zranění způsobená manuální KPR se vyskytla pouze u tří jedinců, jednalo se o zlomeninu hrudní kosti a mnohočetné zlomeniny žeber (Truhlář et al., 2011).

Závažnější poranění způsobená resuscitací se vyskytují ojediněle a nezávisle na užití metodě KPR (Smekal, 2013). Smekal et al. (2009) uvádí rupturu jater mechanické resuscitaci, ale zároveň popisuje poranění sleziny u jedince po manuální KPR. U obou metod byl zaznamenán pneumotorax. U jednoho pacienta resuscitovaného manuálně, byla zjištěna zlomenina hrudního obratle Th 11. V novější studii byly zlomeniny obratlů prokázány i po mechanické KPR (Smekal et al., 2014).

Smekal et al. (2014) dále uvádí velmi závažná poranění u dvou jedinců resuscitovaných systémem LUCAS. U pacienta, ve věku 84 let, byl nalezen intramurální hematoma na levé straně srdce a částečně v adventicii plicní tepny. Druhý jedinec ve věku 86 let utrpěl poranění jater a ztratil 500 ml krve.

Nesvadbová (2017) popisuje případ pacienta ve věku 48 let, u kterého po úspěšné resuscitaci systémem LUCAS, byla prokázána ruptura dolní duté žíly pod ústím

jaterních žil. Autorka doplňuje, že k poranění mohlo dojít i z jiných důvodů, než je mechanická KPR. Příkladem může být pád jedince před KPR nebo iatrogenní poranění způsobené kanylací centrální žíly.

Faktory, které dále ovlivňují efektivitu a možná zranění jsou věk, pohlaví a přidružená onemocnění. Vysoký věk pacienta vede k nižší pravděpodobnosti přežití, zvyšuje se riziko poranění, zejména přibývá četnost zlomenin. Muži po OHCA jsou spojeni s vyšší mírou přežití do propuštění z nemocnice ve srovnání se ženami. Karlsson et al. (2015) uvádí míru přežití u mužů 52 % a u žen 38 %. U žen je vyšší výskyt osteoporózy, vzhledem k vyššímu věku při NZO. Vliv pohlaví na riziko poranění během resuscitace není zcela jednoznačný (Smekal, 2013). Onemocnění, která vedou k vyššímu riziku zlomenin jsou například osteoporóza, renální selhání vedoucí k renální osteodystrofii nebo myelom. Zvětšená játra nebo slezina mohou vést k většímu riziku hematomů a krvácení. Riziko krvácení může být ovlivněno koagulopatiemi (Smekal, 2013).

1.7 Poresuscitační péče

Vysoce kvalitní poresuscitační péče je nezbytnou součástí řetězce přežití (ERC Guidelines, 2015). Po úspěšné resuscitaci dochází k rozvoji patofyziologických procesů, které se souhrnně nazývají syndrom po srdeční zástavě. Syndrom po srdeční zástavě je kombinace ischemicko-reperfúzního poškození, systémové zánětlivé reakce a multiorgánové disfunkce včetně neurologického poškození. Může se projevit jako hypoxická encefalopatie, dysfunkce myokardu, aspirační pneumonie, ischemické poškození střev, ischemická hepatopatii, renální dysfunkce a ischemie periferie končetin (John a Ewy, 2013). Závažnost klinických projevů závisí na velkém množství faktorů, zejména na odolnosti organismu před NZO, přidružených onemocněních a na délce trvání anoxie spolu s hypoperfuzí (Knor, 2013).

Terapie je zaměřena a na řešení příčiny NZO, stabilizaci krevního oběhu, normalizaci vnitřního prostředí, zajištění oxygenace a na zotavení neurologických funkcí. Důraz na tyto aspekty zásadně souvisí s prognózou pacienta i s následnou kvalitou života (Knor, 2013).

Jednou z nejčastějších příčin náhlé zástavy oběhu je akutní koronární syndrom. V případě nálezů ST elevací na EKG po OHCA je doporučeno provést urgentní katetrizační

vyšetření a případně PCI (Camuglia et al., 2014). Přínos urgentního katetrizačního vyšetření u pacientů bez ST elevací není zcela potvrzen. Rozhodnutí, zda provést koronární intervenci ihned v akutní fázi nebo až během hospitalizace je závislé na několika faktorech. Tyto faktory jsou věk, doba trvání KPR, hemodynamická nestabilita, srdeční rytmus, neurologický stav a etiologie NZO (ERC Guidelines, 2015).

Pro časně rozpoznání nekardiální příčiny je doporučeno provést CT vyšetření mozku a hrudníku. Pokud nejsou přítomny známky a symptomy podporující respirační nebo neurologickou příčinu, jako například bolesti hlavy, křeče, neurologický deficit nebo dušnost a onemocnění dýchacích cest v anamnéze, je upřednostněna koronární angiografie před CT. Časně rozpoznání respirační nebo neurologické příčiny umožňuje transport na specializované jednotky intenzivní péče, kde je možné poskytnout specifickou péči (Chelly et al., 2012).

Krevní oběh je po resuscitaci hemodynamicky nestabilní. Důvodem je myokardiální dysfunkce. Myokardiální dysfunkce je způsobena kombinací dvou patofyziologických mechanismů. „*Prvním mechanismem je porucha perfuze na úrovni uzávěru koronární tepny, regionální hypoperfuze a následná reperfuze po její rekanalizaci. Druhým mechanismem jsou strukturální a biochemické změny na buněčné úrovni s omezenou možností obnovení kontraktility na regionální i celkové úrovni poruchy kinetiky*“ (Knor, 2013, s 57). Myokardiální dysfunkce se typicky vyskytuje 2. a 3. den po srdeční zástavě. Hemodynamická nestabilita se projevuje hypotenzí, nízkým srdečním výdejem, a arytmiemi. Za účelem detekce a určení rozsahu myokardiální dysfunkce je doporučeno provést časnou echokardiografii. Opakování echokardiografie je vhodné u pacientu s přetrvávající hemodynamickou nestabilitou. Léčebný postup je založený na principu „early goal-directed therapy“ (časná cílem řízená terapie). Tento přístup zahrnuje stanovení určitých cílových hodnot fyziologických funkcí, kterých se v průběhu péče snažíme dosáhnout (ERC Guidelines, 2015).

Terapie zahrnuje zajištění centrálního žilního vstupu, nejlépe pomocí Swan-Ganzenova katetru a zajištění monitorace arteriálního tlaku. Monitorujeme především hodnoty centrálního žilního tlaku, střední arteriální tlak, tlak v plicnici, případně tlak v zaklínění a hodnoty saturace centrální žilní krve. Zahájíme infuzní terapii spolu s podáním vazopresorů. Zajistíme permanentní močový katetr a pravidelně monitorujeme diurézu (Lin a Strehlow, 2012).

Vlivem hypoxemie a hyperkapnie dochází k sekundárnímu poškození mozku. U všech pacientů s alterací mozkových funkcí je doporučeno zajistiti dýchací cesty tracheální intubací. Cílové hodnoty saturace arteriální krve jsou 94–98 %. (ERC Guidelines, 2015). Hyperoxémie způsobená oxygenoterapií může vést k poškození myokardu, stále se však snažíme vyvarovat hypoxémii, která je rovněž škodlivá (Stub et al., 2015). Ventilaci upravujeme s cílem dosáhnout normokapnie, hypokapnie je spojená s horším neurologickým výsledkem, k monitoraci využíváme kapnometrii.

Poškození mozku je ovlivněno řadou patofyziologických dějů. Dochází k uvolnění volných radikálů, k negativnímu působení různých mediátorů a je narušena homeostáza iontů. Mechanismem buněčné smrti neuronů je nekróza a apoptóza (Knor, 2013).

Po ROSC nastupuje krátké období multifokální mozkové „no reflow“ fáze. No reflow fáze je vysvětlována jako porucha reperfuze ischemické tkáně i po odstranění obstrukce, na jejím vzniku se podílí intravaskulární trombóza. Tato fáze je následovaná přechodnou globální cerebrální hyperémií trvající 15–30 minut, po které dochází k mozkové hypoperfuzi trvající asi 24 hodin (Buunk et al., 2000). U asfyktické srdeční zástavy se přechodně rozvíjí edém mozku. Dále může docházet k porušení autoregulace mozkové perfuze, která je poté závislá pouze na mozkovém perfuzním tlaku a nereflektuje metabolické potřeby mozkové tkáně. Z tohoto důvodu udržujeme střední arteriální tlak na hodnotách, které odpovídají normálnímu krevnímu tlaku daného pacienta (ERC Guidelines, 2015).

U jedné třetiny pacientů, kteří jsou po NZO v bezvědomí, se mohou objevit křeče. Vyskytují se myoklonické křeče, tonicko-klonické křeče nebo jejich kombinace. Křeče zvyšují mozkový metabolismus a mohou zhoršit poškození mozku, které vzniklo po srdeční zástavě. K detekci epileptické aktivity je doporučeno využít intermitentní elektroencefalografii (EEG) a pacientů s diagnostikovaným status epilepticus je možné zvážit kontinuální monitoraci EEG. Léčbu je doporučeno zajistit valproátem sodným, levetiracetamem, fenytoinem, benzodiazepiny, propofolem nebo barbituráty (ERC Guidelines, 2015).

Po resuscitaci je také nutné kontrolovat hladinu glykemie a monitorovat tělesnou teplotu. Vysoká hodnota glykemie je spojena s nepříznivým neurologickým výsledkem. Po obnovení oběhu je doporučeno udržovat hladinu glykemie na hodnotách ≤ 10 mmol/l, vyvarujeme se hypoglykemie. Hypertermie je běžná v prvních 48 hodinách po NZO. Vliv

zvýšené teploty na klinický výsledek nebyl zcela prokázán, nicméně je vhodné léčit hypertermii antipyretiky a u pacientů v bezvědomí zvážit aktivní chlazení (ERC Guidelines, 2015).

Cílená regulace teploty neboli terapeutická hypotermie může pozitivně ovlivňovat klinický výsledek. Je doporučena zejména u dospělých pacientů po OHCA s úvodním defibrilovatelným rytmem a přetrvávajícím bezvědomím po obnovení spontánního oběhu. Teplota pacienta by měla být konstantně udržována v rozmezí 32–36 °C. Cílená regulace tělesné teploty by měla probíhat minimálně 24 hodin. Kdy po srdeční zástavě zahájit regulaci teploty není zcela jasné. Časné chlazení může vést k lepším neurologickým výsledkům, avšak jsou zaznamenány případy i s opačným výsledkem (Soar et al., 2015).

Poslední etapou poresuscitační péče je propuštění ze zdravotnického zařízení a zahájení komplexní rehabilitace. U přeživších pacientů se vyskytuje porucha kognitivních funkcí a emoční problémy. Často se potýkají s depresí, úzkostí, únavou, posttraumatickým stresem, poruchami pozornosti nebo paměti. Kognitivní a emoční problémy ovlivňují každodenní aktivity a následnou kvalitu života (Schaaf et al., 2013). Je tedy vhodné zajistit propuštění z nemocnice, které bude pod záštitou specializovaného personálu a bude zahrnovat vyšetření emocionálních problémů a kognitivních funkcí. Získané informace pak mohou sloužit k dalšímu směřování pacienta v průběhu rehabilitace (ERC Guidelines, 2015).

2 Cíl a metodika práce

2.1 Cíl práce

Shrnout dosavadní poznatky o mechanizované srdeční masáži přístrojem LUCAS II při poskytování kardiopulmonální resuscitace.

2.2 Metodika

Bakalářská práce je zpracována teoretickou formou. Použité zdroje tvoří zejména odborné studie a články. K vyhledání publikací jsem použil internetové databáze PubMed a Cochrane Library. Pro vyhledávání byla zvolena klíčová slova v anglickém jazyce: LUCAS; LUCAS 2; cardiac arrest; mechanical chest compression; mechanical CPR; out of hospital cardiac arrest.

Primární zdroje tvoří: randomizovaná studie PARAMEDIC (Perkins et al., 2015) a randomizovaná studie LINC (Rubertsson et al., 2014). Studie byly vybrány s ohledem na kvalitu vědeckých důkazů. Obě studie probíhaly podle přísné metodiky s nízkým rizikem zkreslených výsledků. Ostatní zdroje tvoří studie a odborné články rozdílné metodiky s nižší kvalitou vědeckých důkazů. Pro kontrolu závěrečných tvrzení byla použita nejnovější meta-analýza „*Manual Cardiopulmonary Resuscitation Versus CPR Including a Mechanical Chest Compression Device in Out-of-Hospital Cardiac Arrest: A Comprehensive Meta-analysis From Randomized and Observational Studies*“ od autorů Bonnes et al. (2016).

3 Diskuze

Náhlá zástava oběhu postihuje několik set tisíc lidí ročně v Evropě a USA. Šance na přežití srdeční zástavy je stále velice nízká. Základem úspěšné kardiopulmonální resuscitace je kvalitní nepřerušovaná srdeční masáž. Mechanické resuscitační přístroje vznikly právě z tohoto důvodu. Systém LUCAS, který je předmětem této práce, byl na rozdíl od jiných přístrojů podroben rozsáhlému výzkumu, který posuzoval jeho efektivitu a bezpečnost.

Je systém LUCAS efektivnější v poskytování nepřímé srdeční masáže ve srovnání s manuální resuscitací? Tuto otázku si pokládá mnoho studií, bez ohledu na užitou metodiku, a odpověď není zcela jasná. Experimentální studie na animálních modelech prokázali, že systém LUCAS poskytuje lepší cirkulaci během komorové fibrilace než manuální KPR (Steen et al., 2002). Pilotní studie, posuzující krátkodobé přežití pacientů (ROSC podobu 5 minut s tlakem nad 80/50 mmHg), neprokázala rozdíl mezi mechanickou a manuální srdeční masáží (Smekal et al., 2011). Recentní studie vykazují obdobné výsledky a nepřisuzují systému LUCAS a obecně mechanické resuscitaci, lepší výsledky v přežívání pacientů, jak v krátkodobém, tak v dlouhodobém měřítku. Toto tvrzení můžeme dále podpořit meta-analýzou z roku 2016, zahrnující i nejnovější studie (Bonnes et al., 2016).

Přínos mechanické resuscitace klesá s prodloužením doby do první intervence, aplikace přístroje může prodloužit pauzu mezi kompresemi a může oddálit čas k poskytnutí prvního výboje. K prvnímu defibrilačnímu výboji může dojít až o 1,5 minuty později než v případě mechanické KPR. Některé studie, kvůli těmto zjištěním upravili metodiku a zavedli nové algoritmy pro mechanickou KPR. Defibrilační výboj byl podán během kontinuálních kompresí. Nicméně tato taktika nevedla k lepším klinickým výsledkům (Rubertsson et al., 2014).

Ve prospěch mechanické KPR jsou observační studie s nižší mírou účinnosti. Možným vysvětlením je fakt, že v případě observačních studií nedošlo k náhodnému rozdělení pacientů a výběr metody KPR byl závislý na uvážení zdravotníka. Dalším možným faktorem, který mohl ovlivnit výsledek je, že zavedení mechanické KPR vyžaduje dodatečný výcvik a ten může pozitivně ovlivnit i ostatní aspekty resuscitace. Studie, které zkoumali vliv před a po zavedení mechanické KPR, mohou být ovlivněny fenoménem,

kdy při zařazení mechanických přístrojů dochází u zdravotníků ke snaze poskytnout kvalitnější manuální srdeční masáž. Tato snaha pak může zkreslit pozitivní výsledek mechanické KPR (Bonnes et al., 2016). Výše zmíněné výsledky je vhodné doplnit o závěry ze studie Tranberg et al. (2015), která není zahrnuta v meta-analýze. Studie poukazuje na signifikantní redukci NFF, pokud je použit systém LUCAS, a tedy i lepší kvalitu KPR.

Z těchto výsledků plyne, že mechanická resuscitace poskytnutá systémem LUCAS v běžném prostředí nevede k lepším, ani k horším klinickým výsledkům ve srovnání s manuální KPR. Ovšem existují situace, kdy poskytnout kvalitní manuální KPR není snadné a v některých situacích ani bezpečné. Právě zde vidím největší potenciál systému LUCAS.

Pokud se nebudeme dívat pouze na studie, kterých na toto téma není mnoho, a zahrneme i kazuistiky, získáme zajímavý pohled na danou problematiku. Do teoretické části jsem tyto kazuistiky nezahrnul z důvodu nízké hodnoty důkazů ve srovnání s klinickými studiemi. Nicméně se domnívám, že právě kazuistiky nám mohou poskytnout jiný úhel pohledu, který je potřebný pro zhodnocení efektivity systému LUCAS.

Pietsch et al. (2014) popisuje případ, kdy horská služba využije systém LUCAS u pacienta zavaleného lavinou. Případ byl zaznamenán ve Švýcarských Alpách. Skupina sedmi lyžařů byla zavalena lavinou. Kromě jednoho lyžaře se zbytek skupiny svépomocí dokázal dostat ven. Lyžař, který zůstal pod lavinou byl nalezen po 30 minutách, byla mu poskytnuta BLS. Letecká záchranná služba dorazila na místo asi 60 minut od nehody. Pacient byl v bezvědomí, neměl hmatný puls, tělesná teplota byla 24 °C, zornice byly rozšířené a nereagovali na osvit. Záchranáři zajistili dýchací cesty orotracheální intubací. Kvůli strmému stoupání se rozhodli aplikovat systém LUCAS 2. Systém byl aplikován asi za 45 vteřin. Následně byl pacient přenesen z místa nehody, naložen do vrtulníku a za kontinuální mechanické KPR transportován do nemocnice. V nemocnici byl zajištěn kardiopulmonální mimotělní oběh a po ohřátí pacienta bylo dosaženo ROSC. U pacienta byla bohužel diagnostikována mozková smrt, způsobená hypoxií.

Z tohoto případu je zřejmé, že systém LUCAS, lze použít i v obtížném horském terénu. LUCAS může hrát důležitou roli i v přítomnosti hypotermie. Pacient může být transportován za stále KPR i do vzdálenějšího centra, které poskytuje mimotělní podporu oběhu.

Hypotermie a KPR pomocí systému LUCAS je zmiňována i v kazuistice autorů Holmstrom et al. (2005). Pacient ve věku 59 let se srdeční zástavou a teplotou jádra 22.2 °C byl transportován do nemocnice k provedení kardiopulmonálního bypassu. Transport trval 26 minut a po celou dobu byla KPR zajišťována systémem LUCAS. Po zajištění mimotělního oběhu došlo po 90 minutách od srdeční zástavy k ROSC. Pacient byl propuštěn s těžším neurologickým deficitem, hodnoceným dle CPC jako 3.

V případě hypotermie může nastat ROSC i po protražované resuscitaci, která může trvat i více jak hodinu. Pokud použijeme v takovém případě systém LUCAS, můžeme pacienta bezpečně přepravit za kontinuální KPR. Posádka nemusí poskytovat manuální KPR a může zůstat připoutaná bezpečnostními pásy. Další kazuistiky, které podporují použití systému LUCAS během transportu a protražované resuscitace jsou např. Matesvossian et al. (2009) nebo Kyrval et al. (2010).

Situací, kdy je obtížné poskytovat manuální KPR je bezesporu perkutánní koronární intervence. Přínos systému LUCAS během PCI předkládá následující kazuistika.

Kala et al. (2010) popisuje případ muže ve věku 66 let, který prodělal akutní infarkt myokardu s ST-elevacemi v oblasti dolní stěny. Pacient byl přivezen na katetizační sál, kde byl následně aplikován systém LUCAS. Ihned po nasazení došlo k úpravě krevního tlaku z původních 40–45 mmHg na hodnotu 100–110 mmHg systolického tlaku. Autoři během kontinuální KPR provedli celou řadu katetizačních zákroků a vyšetření. I přes veškerou snahu byl stav pacienta neslučitelný se životem. Pacient v kritickém stavu přežil celých 120 minut na mechanické srdeční masáži, díky tomu bylo možné provést primární koronární intervenci a další vyšetření.

Hodnotíme-li efektivitu systému LUCAS je nutné zmínit i jeho bezpečnost. Zranění způsobená mechanickou KPR jsou srovnatelná s manuální srdeční masáží. Závažná zranění jsou často milně přisuzována právě systému LUCAS. Ano, existují případy, které zmiňují rupturu jater, nebo rupturu dolní duté žíly, avšak obdobné případy se vyskytují i u manuální KPR. Špatné umístění kompresního bodu, v případě systému LUCAS, je hlavním důvodem, proč vznikají závažná poranění. To nás vede k dalšímu bodu a tím je trénink poskytovatelů KPR.

Proto, aby mechanické přístroje byly efektivní, je nesmírně důležité vyškolení zdravotníků v jejich použití. Dle mého názoru by školení měla probíhat pravidelně a měla by být

součástí nácviku ALS. Neadekvátně vyškolený zdravotník se může dopustit fatálních chyb, které mohou ohrozit život resuscitovaného pacienta. Naopak kvalitně vyškolený pracovník může pozitivně ovlivnit celkový výsledek resuscitace. Pro nalezení optimální metody a frekvence takovýchto školení je nutné provést další výzkum. Dodatečný trénink může nést další finanční zátěž spojenou s implementací mechanických přístrojů do systému záchranné služby.

Tato teoretická bakalářská práce měla za cíl shrnout dosavadní poznatky o resuscitaci systémem LUCAS. Hlavním zdrojem informací byly zahraniční studie a další odborné články. S ohledem na typ práce byly vybrány oblasti, které jsou dle mého názoru stěžejní v hodnocení efektivity a bezpečnosti mechanické resuscitace. Jako případnou limitaci této práce vidím nedostatek nebo nedostupnost odborných zdrojů od českých autorů na toto téma. Je tedy skoro nemožné porovnat zahraniční výsledky s těmi tuzemskými a poskytnout tak pohled na praxi v ČR. Pro další výzkum mechanické resuscitace bych zvolil jiný přístup. Myslím, že zajímavé výsledky by mohly být zjištěné metodou monitorace transtorakální impedance. Lékařům, záchranářům a jiným zdravotníkům by tato metoda mohla poskytnout kvalitní zpětnou vazbu na provádění manuální KPR i na práci s přístrojem LUCAS. Ovšem takové šetření přesahuje rozsah a možnosti bakalářské práce.

4 Závěr

Mechanická resuscitace, konkrétně systémem LUCAS, je v poslední době často diskutované téma s nejasnými závěry. Cílem této práce bylo shrnout dosavadní poznatky o této problematice. Bakalářská práce byla zpracována teoretickou formou.

Resuscitace systémem LUCAS obecně nevykazuje významné zlepšení v přežívání pacientů v krátkodobém i dlouhodobém horizontu. Jeho přínos je patrný v obtížných situacích, kdy není možné provádět kvalitní manuální srdeční masáž. Systém LUCAS umožňuje transportovat pacienta s náhlou zástavou oběhu za kontinuální nepřímé srdeční masáže. Signifikantně redukuje „hands-off time“ a především zvyšuje bezpečnost posádky, která může během jízdy zůstat připoutána. V katetrizační laboratoři je schopný zajistit hemodynamicky stabilní krevní oběh a umožňuje provést celou řadu výkonů i během kontinuální resuscitace.

Mechanická resuscitace způsobuje podobná zranění jako resuscitace manuální. Nejčastěji se vykytují mnohočetné zlomeniny žeber a zlomeniny hrudní kosti. Použitím systému LUCAS stoupá četnost zlomenin asi o 15 %. Závažná zranění se vyskytují u obou metod stejně. Závažná poranění mechanickou resuscitací vznikají na základě špatného umístění kompresního bodu.

Systém LUCAS může být spolehlivým a efektivním nástrojem při poskytování kardiopulmonální resuscitace. Jeho efektivita i bezpečnost je závislá zejména na jeho uživateli. Je tedy nutné apelovat na důsledné školení zdravotnických pracovníků, kteří systému LUCAS používají.

Byl bych rád, kdyby tato práce čtenářům poskytla ucelený pohled na danou problematiku a případně posloužila jako učební materiál pro studenty zdravotnických oborů.

5 Seznam použitých zdrojů

1. BAILEY, R.A. et al., 1964. Automatic external cardiac massage: a portable pneumatic external cardiac compression machine. *British Heart Journal*, 26(4), 481-489.
2. BLOMQVIST, F., MATTSSON, J., 2012. *Ambulanssjuksköterskornas arbetsmiljö vid prehospital HLR: en kvalitativ intervjustudie*. Gävle. Independent thesis Basic level. Faculty of Health and Occupational Studies. University of Gävle.
3. BONNES, J. L. et al., 2016. Manual cardiopulmonary resuscitation versus CPR including a mechanical chest compression device in out-of-hospital cardiac arrest: a comprehensive meta-analysis from randomized and observational studies. *Annals of emergency medicine*. 67(3), 349-360. DOI: 10.1016/j.annemergmed.2015.09.023.
4. BUUNK, G., 2000. Cerebral blood flow after cardiac arrest. *The Netherlands journal of medicine*. 57(3) 106-112.
5. BUXTON, A. E. et al., 2006. ACC/AHA/HRS Clinical Data Standards. *Circulation*. 114(23), 2534-2570. DOI 10.1161/CIRCULATIONAHA.106.180199.
6. CAMUGLIA, A.C, 2014 Cardiac catheterization is associated with superior outcomes for survivors of out of hospital cardiac arrest: review and meta-analysis. *Resuscitation*. 85(11), 1533-1540. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2014.08.025.
7. COLE, W.H. et al., 1966. Cardiopulmonary resuscitation. *JAMA*. 198(4), 372-379.
8. DOTTER, C. et al., 1961. Circulatory arrest: manual and mechanical means for emergency management. *Radiology*. 77(3), 426-433.
9. *European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015*. [online]. European Resuscitation Council. [cit. 2017-01-21]. Dostupné z: <https://cprguidelines.eu/>.
10. FOX, J. et al., 2013. Mechanical versus manual chest compression CPR under ground ambulance transport conditions. *Acute Cardiac Care*. 15(1), 1-6. DOI: 10.3109/17482941.2012.735675

11. FRANĚK, O. et al., © 2017. *Neodkladná resuscitace* [online]. Praha: Společnost urgentní medicíny a medicíny katastrof České lékařské společnosti J. E. Purkyně [cit. 2018-03-09]. Dostupné z: https://www.urgmed.cz/postupy/2017_nr.pdf.
12. FRANĚK, O., © 2011. *Mimonemocniční náhlá zástava oběhu a neodkladná resuscitace dospělých v terénu* [online]. [cit. 2018-04-13]. Dostupné z: https://www.zachranasluzba.cz/zajimavosti/2010_resuscitace.pdf.
13. GÄSSLER, H. et al., 2015. Mechanical chest compression: an alternative in helicopter emergency medical services?. *Internal and emergency medicine*. 10(6), 715-720. DOI: 10.1007/s11739-015-1238-0.
14. GORIČAN, K., 2016. Akutní koronární syndrom. In: BARTŮNĚK, P. et al. *Vybrané kapitoly z intenzivní péče*. Grada publishing, a.s., s.345-388. ISBN 978-80-247-4343-1.
15. GRÄSNER, J. – T. et al., 2016. EuReCa ONE – 27 Nations, ONE Europe, One Registry A prospective one month analysis of out-of-hospital cardiac arrest outcomes in 27 countries in Europe. *Resuscitation*. 105(2016), 188-195. DOI 10.1016/J. RESUSCITATION.2016.06.004.
16. HALPERIN, H., 2009. Through the Years. A brief history of mechanical CPR devices. *Journal of emergency medical services*. [online]. [cit. 2018-03-09]. Dostupné z: <http://www.jems.com/articles/2009/08/through-years.html?c=1>.
17. HARKINS, G., BRAMSON, M., 1961. Mechanized external cardiac massage for cardiac arrest and support of the failing heart. *Journal of Surgical Research*. 1(3), 197–200.
18. HARRISON-PAUL, R., 2007. A history of mechanical devices for providing external chest compressions. *Resuscitation*. 73(3), 330-336. DOI 10.1016/j.resuscitation.2007.01.002.
19. HECZKOVÁ, J. et al., 2016. Kardiopulmonální resuscitace a podpora oběhu. In: BARTŮNĚK, P. et al. *Vybrané kapitoly z intenzivní péče*. Grada publishing, a.s., s. 253-271, ISBN 978-80-247-4343-1.

20. HOLMSTRÖM, P. et al., 2005. A case of hypothermic cardiac arrest treated with an external chest compression device (LUCAS) during transport to re-warming. *Resuscitation*. 67(1), 139-141. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2005.04.013.
21. CHELLY, J., 2012. Benefit of an early and systematic imaging procedure after cardiac arrest: insights from the PROCAT (Parisian Region Out of Hospital Cardiac Arrest) registry. *Resuscitation*. 83(12), 1444-1450. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2012.08.321.
22. JOHN, J., EWY, G.A., 2013. CPR and Post-resuscitation Management. In: WALSH, R. A., FANG, J. C., FUSTER, V. et al., *Hurst's The Heart Manual of Cardiology*. The McGraw-Hill Companies, Inc, s.193-205. ISBN 978-0-07-177316-4.
23. JOLIFE AB, © 2014. *Systém pro komprese hrudníku LUCAS 2 – návod k použití* [online]. [cit. 2018-03-09]. Dostupné z: http://www.physio-control.cz/data/articles/down_211.pdf.
24. JOLIFE AB, © 2016. *Meet the LUCAS 3 Chest Compression Systém* [online]. [cit. 2018-03-1-09]. Dostupné z: <https://www.physio-control.com/WCProductDetails.aspx?id=2147484788&langtype=2057>.
25. KALA, P. et al., 2010. Využití automatické zevní srdeční masáže při primární PCI. *Intervenční a akutní kardiologie*. 9(4), 204-207. ISSN: 1803-5302.
26. KARLSSON, V. et al., 2015. Association of gender to outcome after out-of-hospital cardiac arrest—a report from the International Cardiac Arrest Registry. *Critical Care*. 19(1) 182. DOI: 10.1186/s13054-015-0904-y.
27. KNOR, J. et al., 2013. Patofyziologie kritických stavů – šok, srdeční zástava. In: ŠEBLOVÁ, J., KNOR, J. et al., *Urgentní medicína v klinické praxi lékaře*. Grada publishing, a.s., s. 49-77, ISBN 978-80-247-4434-6.
28. KNOR, J., 2013. Neodkladná resuscitace. In: ŠEBLOVÁ, J., KNOR, J. et al. *Urgentní medicína v klinické praxi lékaře*. Grada publishing, a.s., s. 105-142, ISBN 978-80-247-4434-6.

29. KRAMER-JOHANSEN, J. et al., 2007. Uniform reporting of measured quality of cardiopulmonary resuscitation (CPR). *Resuscitation*. 74(3), 406-417. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2007.01.024.
30. KYRVAL, H. S.; AHMAD, K., 2010. Automatic mechanical chest compression during helicopter transportation. *Ugeskrift for laeger*. 172(46), 3190-3191.
31. LARDI, CH. et al. 2015. Traumatic injuries after mechanical cardiopulmonary resuscitation (LUCAS™ 2): a forensic autopsy study. *International journal of legal medicine* 129(5), 1035-1042. DOI: 10.1007/s00414-015-1146-x.
32. LIAO, Q., 2011. *LUCAS – Lund University Cardiopulmonary Assist System*. Lund. Doctorial Dissertation. Faculty of Medicine. Lund University.
33. LIN. B., STREHLOW., M., 2012. Cardiopulmonary and cerebral resuscitation. In: MAHADEVAN, S. V., GARMEL, G. M., *An Introduction to Clinical Emergency Medicine*. Cambridge University Press, s 41-54. ISBN: 978-0-521-74776-9.
34. LUNDGREN, C., 2014. *The value of mechanical cardiopulmonary resuscitation using LUCAS*. Master's Degree. Department of Economics. Lund University. Lund.
35. LURIE, K.G. et al., 1990. CPR: the P stands for plumber's helper. *JAMA*. 264(13), 1661-1661.
36. MATEVOSSIAN, E. et al., 2009. Prolonged closed cardiac massage using LUCAs device in out-of-hospital cardiac arrest with prolonged transport time. *Open access emergency medicine*. 1, 1-4.
37. MICHAEL, T.D., TAYLOR, D., WARLTIER, A., 1962. The management of cardiac arrest in a general hospital. *Postgraduate medical journal* 38(444), 560-570.
38. NACHLAS, M.M., SIEDBAND, M.P., 1962. A simple portable pneumatic pump for external cardiac massage. *American Journal of Cardiology*. 10(1), 107-109.
39. NESVADBOVA, Z., 2017. Poranění dolní duté žíly jako poranění indukované kardiopulmonální resuscitací. In: HAUER, T., VOREL, F. (eds) *Sborník abstrakt IV. Budějovice Kazuistické*. České Budějovice: Nemocnice České Budějovice a.s., s 36. ISBN: 978-80-906133-8-6.

40. OLASVEENGEN, T., M. et al., 2008. Quality of cardiopulmonary resuscitation before and during transport in out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation*. 76(2):185-90. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2007.07.001.
41. ONG M.E.H. et al., 2006. Use of an Automated, Load-Distributing Band Chest Compression Device for Out-of-Hospital Cardiac Arrest Resuscitation. *JAMA*. 295(22), 2629–2637. DOI:10.1001/jama.295.22.2629.
42. ORNATO, J. P., 2015. Sudden cardiac death. In: TINTINALLI, J., E. et al. *Tintinalli's Emergency Medicine: A Comprehensive Study Guide. 8th edition*. McGraw-Hill Education/Medical, s. 59-63, ISBN 978-0-07-180913-9.
43. PEARSON, J.W. et al., 1966. Evaluation of mechanical devices for closed-chest cardiac massage. *Anesthesia & Analgesia*, 45(5), 590-598.
44. PERKINS, G. D. et al., 2015. Mechanical versus manual chest compression for out-of-hospital cardiac arrest (PARAMEDIC): a pragmatic, cluster randomised controlled trial. *Lancet*, 385(9972), 947-955. DOI: 10.1016/s0140-6736(14)61886-9.
45. PIETSCH, U. et al., 2014. Mechanical chest compressions in an avalanche victim with cardiac arrest: an option for extreme mountain rescue operations. *Wilderness & environmental medicine*. 25(2), 190-193. DOI: 10.1016/j.wem.2013.11.005.
46. PIKE, F. H. et al., 1908. Studies in resuscitation: the general conditions affecting resuscitation, and the resuscitation of the blood and of the heart. *J Exp Med*. 10(3), 371–418.
47. PODRID, J. P., 2016. Overview of sudden cardiac arrest and sudden cardiac death. *UpToDate*. [online]. [cit. 2018-03-09]. Dostupné z: <https://www.uptodate.com/contents/overview-of-sudden-cardiac-arrest-and-sudden-cardiac-death>.
48. PUTZER, G. et al., 2013. LUCAS compared to manual cardiopulmonary resuscitation is more effective during helicopter rescue—a prospective, randomized, cross-over manikin study. *The American journal of emergency medicine*. 31(2), 384-389. DOI: 10.1016/j.ajem.2012.07.018.

49. REMEŠ, R. et al., 2013. Neodkladná resuscitace. In: REMEŠ, R. et al. *Praktická příručka přednemocniční urgentní medicíny*. Grada publishing, a.s., s. 71-106, ISBN 978-80-247-4530-5.
50. REYNOLDS, R. M. et al., 2013. Sudden cardiac death. In: WALSH, R. A., FANG, J. C., FUSTER, V. et al., *Hurst's The Heart Manual of Cardiology*. The McGraw-Hill Companies, Inc, s. 184-192. ISBN 978-0-07-177316-4.
51. RUBERTSSON, S. et al., 2014. Mechanical Chest Compressions and Simultaneous Defibrillation vs Conventional Cardiopulmonary Resuscitation in Out-of-Hospital Cardiac Arrest The LINC Randomized Trial. *JAMA*. 311(1), 53–61. DOI:10.1001/jama.2013.282538.
52. SAFAR, P., HARRIS, L.C., 1963. The Beck-Rand External Cardiac Compression Machine. *Anesthesiology: The Journal of the American Society of Anesthesiologists*, 24(4), 586-587.
53. SCHAAF, K. P.W. et al., 2013. Anxiety, depression, and PTSD following cardiac arrest: a systematic review of the literature. *Resuscitation*. 84(7), 873-877. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2012.11.021.
54. SIGNATURE EMERGENCY PRODUCTS, ©2018. ZOLL® AutoPulse® Resuscitation System. *sepems.com*. [online] [cit. 2018-04-21]. Dostupné z: <http://www.sepems.com/products/defibrillators/zoll-autopulse-resuscitation-system-recertified/>.
55. SLATTERY, D. E., SILVER, A., 2009. The hazards of providing care in emergency vehicles: an opportunity for reform. *Prehospital emergency care*. 13(3), 388-397. DOI: 10.1080/10903120802706104.
56. SMEKAL, D. et al. 2014. CPR-related injuries after manual or mechanical chest compressions with the LUCAS™ device: a multicentre study of victims after unsuccessful resuscitation. *Resuscitation*. 85(12), 1708-1712. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2014.09.017.
57. SMEKAL, D. et al., 2009. No difference in autopsy detected injuries in cardiac arrest patients treated with manual chest compressions compared with mechanical

- compressions with the LUCAS™ device – A pilot study. *Resuscitation*. 80(10), 1104-1107. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2009.06.010.
58. SMEKAL, D. et al., 2011. A pilot study of mechanical chest compressions with the LUCAS™ device in cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation*. 82(6), 702–706. DOI 10.1016/j.resuscitation.2011.01.032.
59. SMEKAL, D., 2013. *Safety with Mechanical Chest Compressions in CPR: Clinical studies with the LUCAS™ device*. Uppsala: Acta Universitatis Upsaliensis. 69 s. ISBN 978-91-554-8716-4.
60. SOAR, J. et al., 2015. Part 4: advanced life support: 2015 international consensus on cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care science with treatment recommendations. *Resuscitation*. 95, 71-120. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2015.07.042.
61. STEEN, S. et al., 2002. Evaluation of LUCAS, a new device for automatic mechanical compression and active decompression resuscitation. *Resuscitation*. 55(3), 285-299.
62. STIELL, IG. et al., 2014. What is the optimal chest compression depth during out-of-hospital cardiac arrest resuscitation of adult patients. *Circulation*. 130(22), 1962–1970. DOI 10.1161/CIRCULATIONAHA.114.008671.
63. STUB, D. et al., 2015. Air Versus Oxygen in ST-Segment-Elevation Myocardial Infarction. *Circulation*. 131(24), 2143-2150. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.114.014494.
64. TOCKER, L. et al., 1962. Cardiac arrest. Automatic ECG synchronized external cardiac massage machine. *The Journal of the Kansas Medical Society*, 63, 420-421.
65. TRANBERG, T. et al., 2015. Quality of Cardiopulmonary Resuscitation in out-of-Hospital Cardiac Arrest before and after Introduction of a Mechanical Chest Compression Device, LUCAS-2; a Prospective, Observational Study. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*. 23(1), 37. DOI: 10.1186/s13049-015-0114-2.

66. TRUHLÁŘ, A. et al., 2011. Poranění hrudníku při mechanické srdeční masáži – pilotní studie. *Urgentní medicína*. 14(1), 14-19. ISSN: 1212-1924.
67. TUKA, V., ŠMÍD, O., 2013. Mechanizovaná nepřímá srdeční masáž. *Intervenční a akutní kardiologie*. 12(2), 83-86. ISSN 1803-5302.
68. WAGNER, H. et al., 2010. Cardiac arrest in the catheterisation laboratory: a 5-year experience of using mechanical chest compressions to facilitate PCI during prolonged resuscitation efforts. *Resuscitation*. 81(4), 383-387. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2009.11.006>.
69. WIK, L. et al., 2005. Quality of Cardiopulmonary Resuscitation During Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *JAMA*. 293(3), 299-304. DOI 10.1001/jama.293.3.299.

6 Seznam příloh

Příloha 1 – Algoritmus rozšířené neodkladné resuscitace

Příloha 2 – Přístroj pro mechanickou srdeční masáž Pike et al. (1908)

Příloha 3 – Přístroj pro mechanickou srdeční masáž Harkins a Bramson (1961)

Příloha 4 – Přístroj pro mechanickou resuscitaci Bailey et al. (1964)

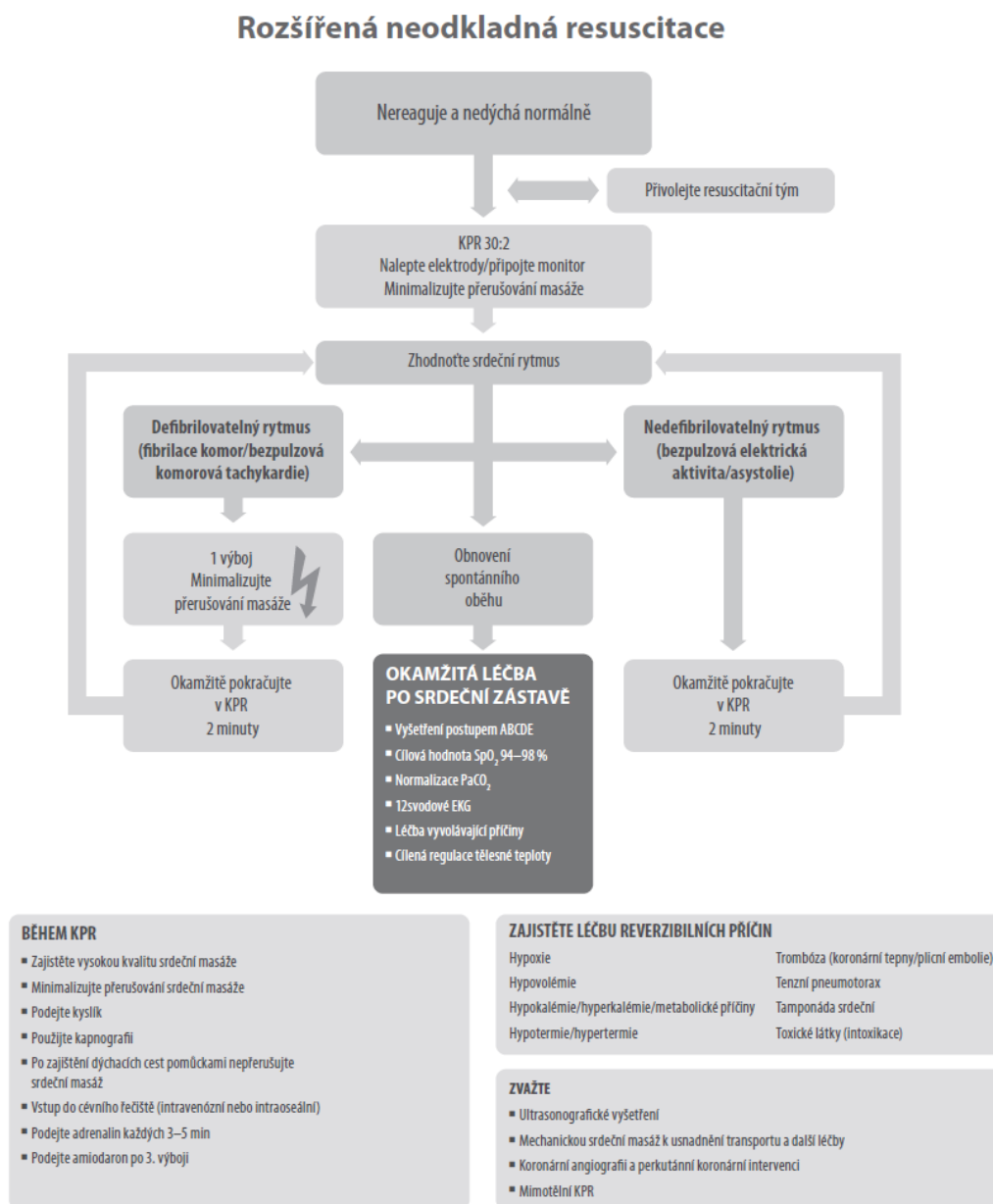
Příloha 5 – Přístroj pro mechanickou srdeční masáž AutoPulse

Příloha 6 – Systém pro komprese hrudníku LUCAS 2

Příloha 7 – Algoritmus mechanické srdeční masáže LINC

Příloha 8 – Algoritmus mechanické srdeční masáže PARAMEDIC

Příloha 1 – Algoritmus rozšířené neodkladné resuscitace



Zdroj: *European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015*. [online]. European Resuscitation Council. [cit. 2017-01-21]. Dostupné z: <https://cprguidelines.eu/>.

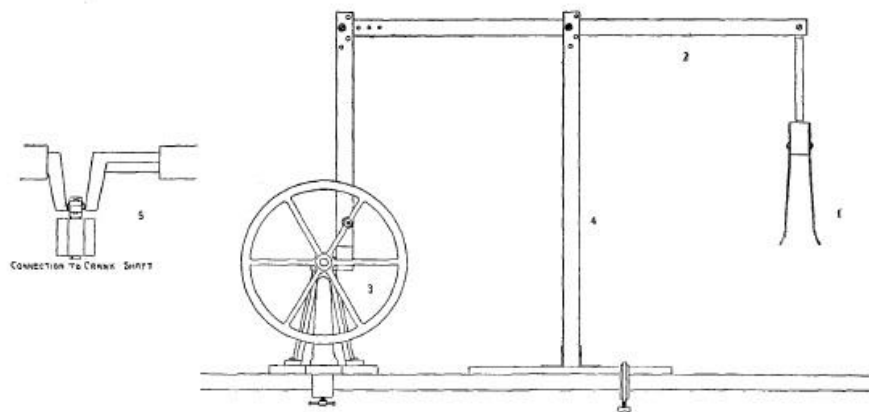
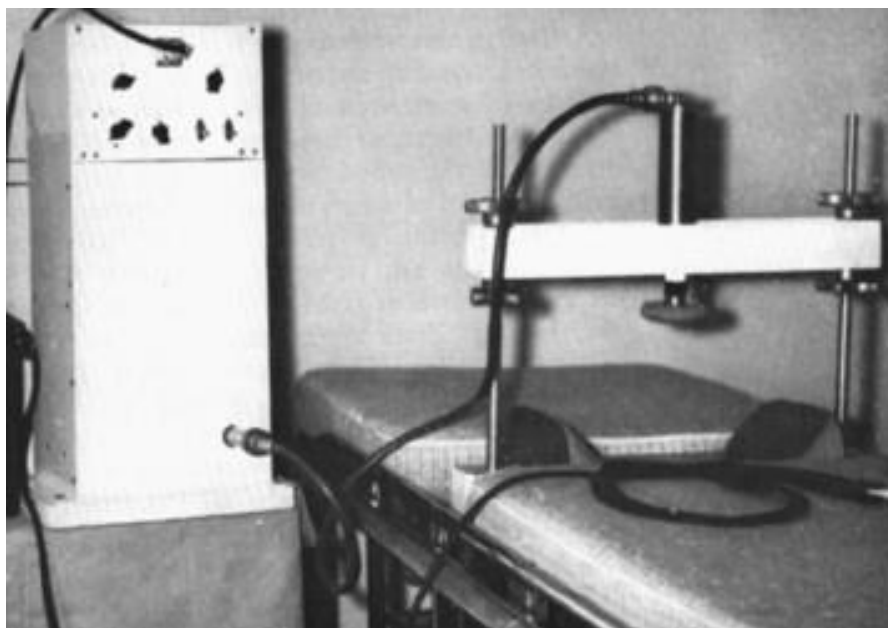


FIG. 1. Showing the arrangement of Professor Kessler's machine. Two sheets of heavy spring brass (1) are bolted to a block and attached to an oscillating beam (2). This, in turn, is attached to a crank shaft (3) revolved by a wheel. A bolt passes through the upright (4) and the beam (2) at their junction. The details of the attachment to the crank shaft are shown in (5). By revolving the wheel, the spring brass sheets are alternately raised and lowered. The animal is placed on a board, the chest covered with towels to protect it from the bruising, and put beneath the brass plates. The rate of compression can be regulated by regulating the speed of revolution of the wheel, and holes in the uprights and in the beam permit of an adjustment of the stroke.

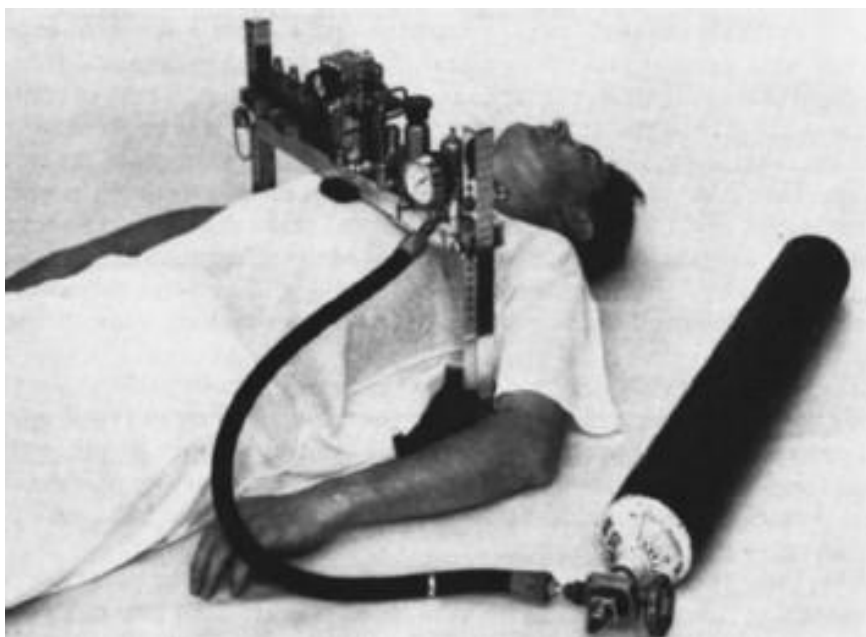
Zdroj: PIKE, F. H. et al., 1908. Studies in resuscitation: the general conditions affecting resuscitation, and the resuscitation of the blood and of the heart. *J Exp Med.* 10(3), 371–418.

Příloha 3 – Příklad pro mechanickou srdeční masáž Harkins a Bramson (1961)



Zdroj: HARKINS, G., BRAMSON, M., 1961. Mechanized external cardiac massage for cardiac arrest and support of the failing heart. *Journal of Surgical Research*. 1(3), 197–200.

Příloha 4 – Přístroj pro mechanickou resuscitaci Bailey et al. (1964)



Zdroj: BAILEY, R.A. et al., 1964. Automatic external cardiac massage: a portable pneumatic external cardiac compression machine. *British Heart Journal*, 26(4), 481-489.

Příloha 5 – Přístroj pro mechanickou srdeční masáž AutoPulse



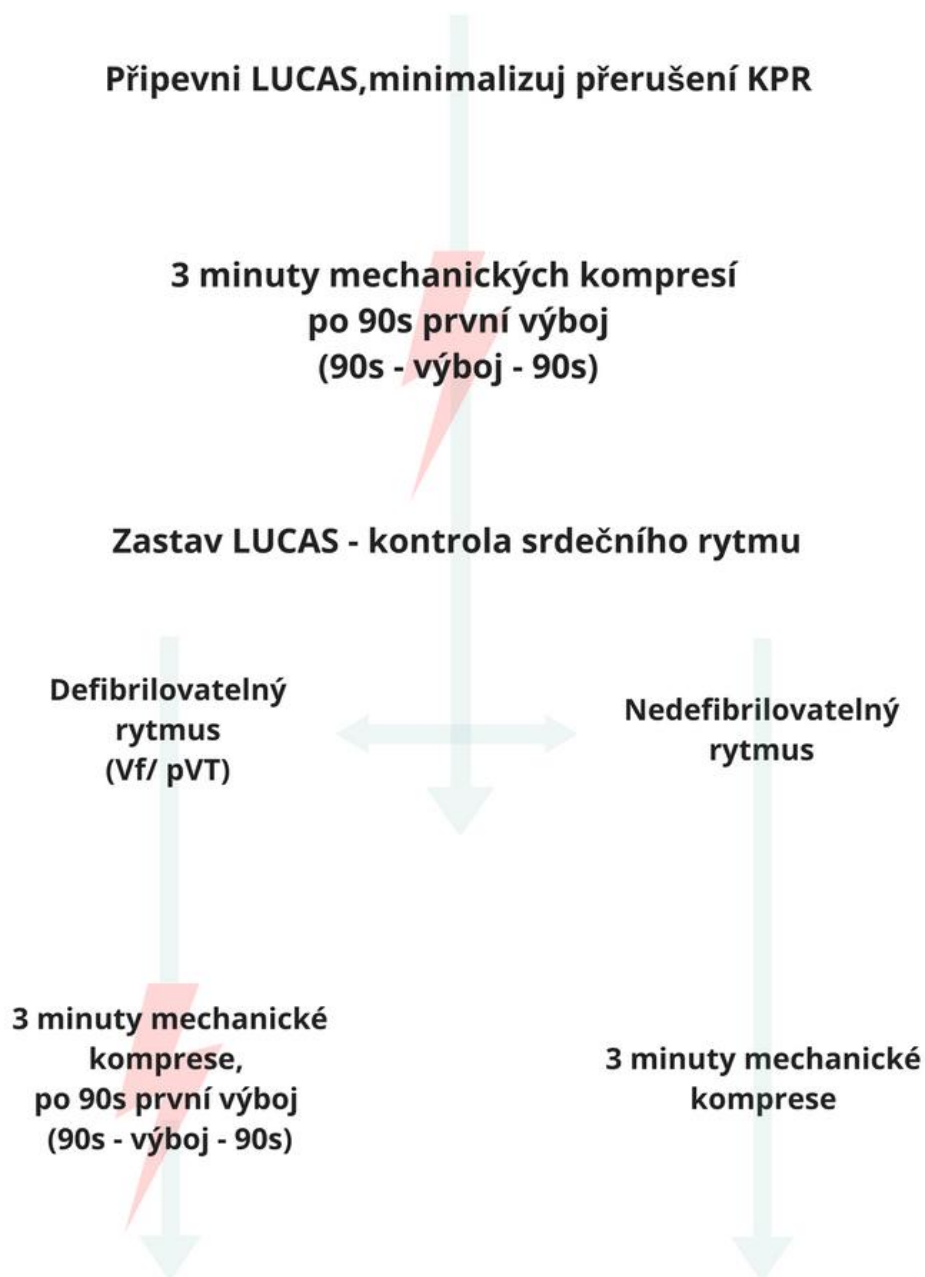
Zdroj: SIGNATURE EMERGENCY PRODUCTS, ©2018. ZOLL® AutoPulse® Resuscitation System. *sepems.com*. [online] [cit. 2018-04-21]. Dostupné z: <http://www.sepems.com/products/defibrillators/zoll-autopulse-resuscitation-system-recertified/>.

Příloha 6 – Systém pro komprese hrudníku LUCAS 2

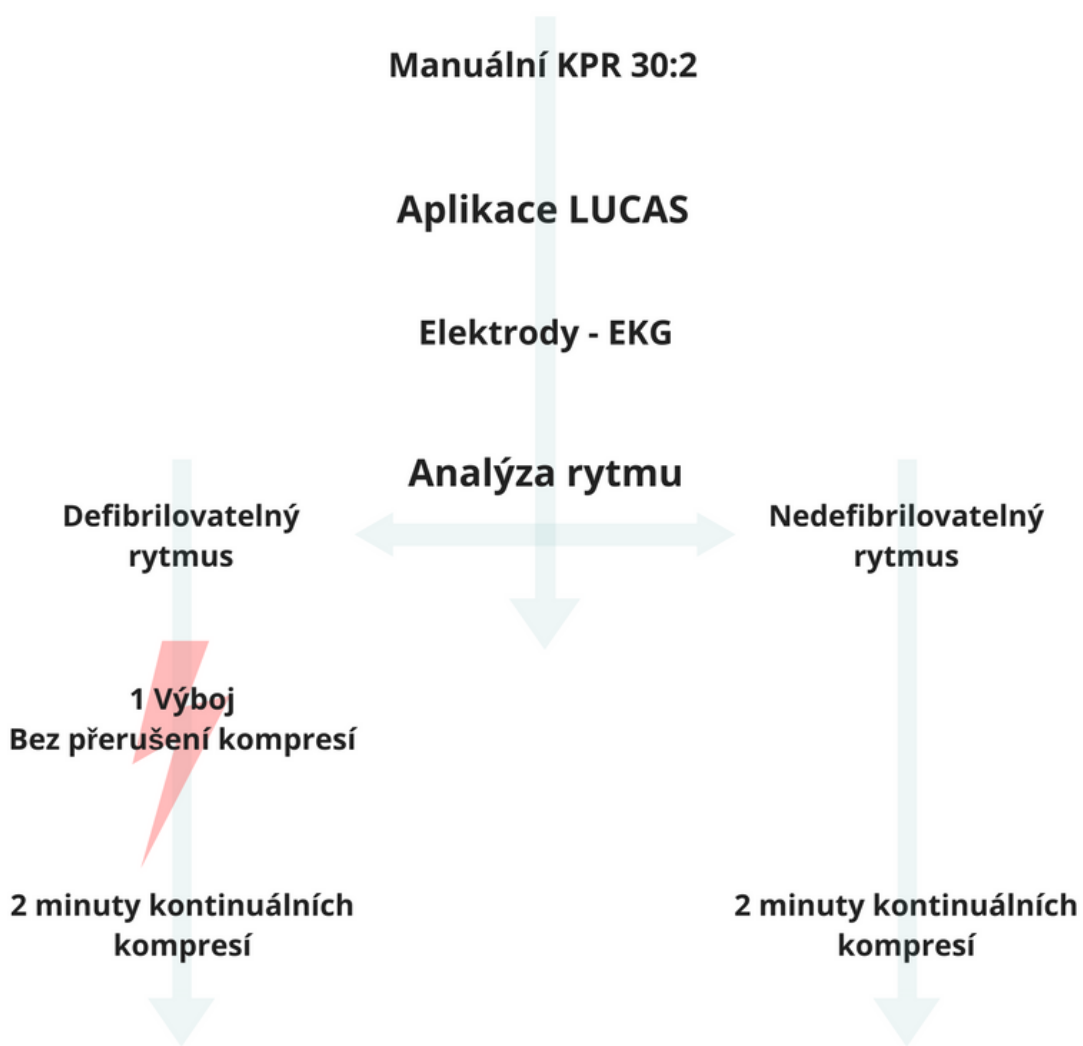


Zdroj: JOLIFE AB, © 2014. *Systém pro komprese hrudníku LUCAS 2 – návod k použití* [online]. [cit. 2018-03-09]. Dostupné z: http://www.physio-control.cz/data/articles/down_211.pdf.

LINC Algoritmus



PARAMEDIC Algoritmus



7 Seznam zkratek

ACD-CPR	Active compression-decompression resuscitation
AED	automatizovaný externí defibrilátor
AIM	akutní infarkt myokardu
ALS	rozšířená neodkladná resuscitace (Advance Life Support)
CPC	Cerebral Performance Category
EEG	elektroencefalografie
EKG	elektrokardiografie
ERC	Evropská resuscitační rada (European resuscitation Council)
EtCO ₂	parciální tlak oxidu uhličitého na konci výdechu (End-tidal CO ₂)
ICHS	ischemická choroba srdeční
KPR	kardiopulmonální resuscitace
LBD	load-distributing band
LUCAS	Lund University Cardiopulmonary Assist System
NFF	no-flow fraction
NFT	no-flow time
NSS	náhlá srdeční smrt
NZO	náhlá zástava oběhu
OHCA	mimonemocniční zástava oběhu (out-of-hospital cardiac arrest)
PCI	Perkutánní koronární intervence (percutaneous coronary intervention)
PEA	bezpulzová elektrická aktivita (pulseless electrical activity)
pVT	bezpulzová komorová tachykardie (pulseless ventricular tachycardia)
QALY	Quality Adjust Life Years

ROSC	obnovení spontánního oběhu (return of spontaneous circulation)
TANR	telefonicky asistovaná neodkladná resuscitace
USA	Spojené státy americké
VF	komorová fibrilace (ventricular fibrillation)
ZZS	zdravotnická záchranná služba