

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav ošetrovatelství

Josef David

**Pacient s mechanickou podporou krevního oběhu
z pohledu zdravotnického záchranáře**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: MUDr. Roman Hájek, Ph.D.

Olomouc 2023

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Olomouci dne 25.4.2023

David Josef

Poděkování bych chtěl věnovat vedoucímu mé bakalářské práce panu MUDr. Romanu Hájkovi, Ph.D. za výbornou spolupráci, cenné rady a zkušenosti, které mi pomohly při tvorbě práce. Děkuji také za jeho stručné a rychlé jednání během oprav a podporu z jeho strany, díky které jsem si rozšířil své znalosti a poznatky.

Anotace

Typ závěrečné práce: Bakalářská práce

Téma práce: Přednemocniční péče o pacienta s mechanickou podporou srdečního svalu

Název práce: Pacient s mechanickou podporou krevního oběhu z pohledu zdravotnického záchranáře

Název práce v AJ: Patient with mechanical circulatory support from the perspective of a paramedic

Datum zadání: 2022/2023

Datum odevzdání: 2023/2024

Autor práce: Josef David

Vedoucí práce: MUDr. Roman Hájek, Ph.D.

Abstrakt v ČJ:

Cílem mé bakalářské práce bylo sumarizovat aktuální data v dohledatelných publikovaných článcích o pacientech s mechanickou podporou srdečního oběhu z pohledu zdravotnického záchranáře. Použité dokumenty pro tvorbu teoretického úseku práce byly dohledány v elektronických vědeckých databázích Google Scholar a EBSCO. Práce je rozdělena do tří dílčích cílů. V prvním cíli jsem se soustředil na extrakorporální membránovou oxygenaci a na sekundární transport pacienta s tímto zařízením. Uvedeny jsou hlavní zásady společně s řešením komplikací, na které musí zdravotnický záchranář adekvátně reagovat. Druhý cíl se zabývá extrakorporální resuscitací a tím, jaké jsou její benefity pro pacienta. Samotný záchranář tuto činnost neprovádí, ale může ji pacientovi nabídnout správnou diagnostikou a splněním daných kritérií, po kterých může pacient podstoupit tuto terapii, a zlepšit tak jeho konečný stav. Třetí cíl pojednává o dlouhodobé srdeční mechanické podpoře, která u nás není tak rozšířená, ale s postupným technologickým postupem začíná být čím dál více používána. Záchranář má tedy do budoucna velkou šanci se na primárním výjezdu s tímto zařízením setkat. Z toho důvodu by měl vědět, jak tento přístroj funguje a měl by znát specifika přednemocniční péče u pacientů na tomto typu srdeční podpory. Dohledané poznatky zmíněné v této bakalářské práci mohou pomoci zdravotnickým pracovníkům poskytnout pohled to této specifické skupiny pacientů a jak s těmito lidmi jednat. Poznatky mohou fungovat i pro manažery

zdravotnické záchranné služby, či učitele a studenty jako výukový materiál. Mohou pomoci zlepšit přístup a rozšířit povědomí o mechanických srdečních podporách.

Abstrakt v AJ:

The aim of my bachelor's thesis was to summarize current data from retrievable published articles on patients with mechanical circulatory support from the perspective of a healthcare rescuer. The documents used to create the theoretical section of the thesis were retrieved from electronic scientific databases such as Google Scholar and EBSCO. The thesis is divided into three subobjectives. In the first objective, I focused on extracorporeal membrane oxygenation and the secondary transport of patients with this device. The main principles and solutions to complications that healthcare rescuers need to respond to adequately are presented. The second objective deals with extracorporeal resuscitation and its benefits for patients. The rescuer does not perform this activity, but can offer it to the patient through proper diagnosis and meeting the specified criteria, after which the patient may undergo this therapy and improve their final condition. The third objective discusses long-term mechanical cardiac support, which is not yet widely used in our country but is becoming increasingly common with advancing technological progress. Therefore, in the future, rescuers have a great chance of encountering this type of device during primary response. For this reason, they should know how this device works and be familiar with the specifics of prehospital care for patients on this type of cardiac support. The findings obtained in this bachelor's thesis can help healthcare professionals gain insights into this specific group of patients and how to interact with them. The knowledge can also serve as educational material for healthcare managers, teachers, or students, and help improve approach and raise awareness about mechanical cardiac support.

Klíčová slova v ČJ: extrakorporální membránová oxygenace, transport, záchranář, extrakorporální resuscitace, srdce, plíce, přednemocniční péče, diagnostika, rizika, specifika, dlouhodobá srdeční podpora

Klíčová slova v AJ: extracorporate membrane oxygenation, transport, rescuer, extracorporate resuscitation, heart, lungs, prehospital care, diagnosis, risks, specifics, long-term cardiac support

Rozsah: 40 stran

Obsah

ÚVOD.....	8
1. Popis rešeršní činnosti	10
2. Extrakorporální membránová oxygenace	12
2.1 Historie ECMO.....	12
2.2 VV-ECMO	13
2.3 VA-ECMO	14
2.4 Indikace a kontraindikace.....	14
2.5 Sekundární transport pacienta na ECMO	15
2.5.1 Transportní způsoby.....	15
2.5.2 Vybavení vozu.....	16
2.5.3 Rizika	17
2.5.4 Transport za pomoci ECMO týmu.....	18
2.5.5 Pacient po převozu	19
3. Extrakorporální resuscitace.....	20
3.1 Kanylace	20
3.2 Komplikace spojené s ECPR.....	21
3.3 Záchranář a ECPR.....	21
3.3.1 Záchranář a jeho přínos v ECPR.....	21
3.3.2 Kritéria pro zahájení ECPR zdravotnickým záchranářem.....	22
3.4 Rozdíl ECPR oproti konvenčnímu KPR.....	23
3.5 ECPR u dětí	24
3.6 Následná péče po ECPR.....	24
4. Mechanická srdeční podpora	26
4.1 Klasifikace.....	27
4.2 Indikace a kontraindikace.....	27
4.3 Dlouhodobá mechanická srdeční podpora z pohledu záchranáře.....	28
4.4 Specifická přednemocniční péče o pacienty s mechanickou podporou srdeční.....	28
4.5 Specifika diagnostiky a monitorace.....	29
4.6 KPR u pacientů s LVAD.....	30
4.7 Rizika spojená s dlouhodobou mechanickou podporou.....	31

4.8 Směrování pacienta.....	31
5. Význam a limitace dohledaných poznatků.....	33
Závěr.....	35
Referenční seznam.....	37
Seznam zkratek.....	40

Úvod

Ve zdravotnictví se člověk může setkat a setkávat se bude s mnoha kritickými i život ohrožujícími stavy, u kterých nepostačují standardní terapeutické postupy. Z toho důvodu se začala používat extrakorporální membránová oxygenace neboli ECMO. Napojením pacienta na mimotělní oběh je zajištěna výměna krevních plynů, tím se nahrazuje funkce srdce a plic. Tímto se zvyšuje šance na uzdravení (Ošťádal et al., 2018, s.14).

Extrakorporální membránovou oxygenaci může zavést mobilním týmem v regionální nemocnici a následně se pacient transportuje do specializovaného zařízení, kde je poskytována dlouhodobá ECMO péče. Tento transport vyžaduje asistenci zdravotnického záchranáře z důvodů dohledu nad pacientem během transportu, což by u standardní převozové služby nebylo možné. Zdravotnická záchranná služba provádí sekundární transporty u pacientů, kteří jsou ohroženi selháním nějaké z životních funkcí. Záchranáři využívají 3 typy transportních vozidel a mnoho technického vybavení, které slouží pro minimalizaci rizik spojených se sekundárním transportem (Broman, Frenckner, 2016, s.2).

Zdravotnický záchranář se také může během výkonu své práce potkat s extrakorporální kardiopulmonální resuscitací. Jedná se o život zachraňující postup, při kterém se u pacientů po srdeční zástavě, u nichž je konvenční léčba zahájena urgentně, provádí extrakorporální membránová oxygenace. Povědomí a používání extrakorporální membránové resuscitace se celosvětově zvětšuje. Zejména významný pokrok se uskutečnil v technice zavádění (Kumar, 2021, s.294). Zdravotnický záchranář extrakorporální membránovou oxygenaci nezavádí, nicméně se ve velké míře podílí na správném výběru pacientů. Musí pacienta dobře vyšetřit a za pomoci kritérií rozpoznat, zda je postižený vhodný na tuto terapii, nebo bude pokračovat v konvenční kardiopulmonální resuscitaci (Kilner et al., 2019, s.1).

Pacienti čekající na transplantaci srdce mohou být napojeni na dlouhodobou mechanickou podporu srdeční fungující za pomoci pump, které zajišťují krevní oběh. Tento způsob v podmínkách naší země není tak rozvinutý jako krátkodobá podpora. Nicméně je tento způsob léčby na vzestupu z důvodů vyšší četnosti pacientů čekajících na nový orgán (Kautzner, Melenovský, 2015, s.285). Primární výjezd k pacientovi s tímto přístrojem je vzácný u záchranné služby. Je tedy důležité, aby se

tento přístroj dostal do podvědomí zdravotnických záchranářů a oni tak mohli bezproblémově řešit komplikace s ním spojené. Nejen že tento mechanismus je složitý, ale také obnáší specifickou péči včetně monitorace a diagnostiky (Bowles, et al., 2017, s.843).

1. Popis rešeršní činnosti

V tomto oddílu je popsána podrobně rešeršní činnost, podle které došlo k dohledání validních zdrojů pro tvorbu této bakalářské práce.

Vyhledávací kritéria

Klíčová slova v ČJ:

extrakorporální membránová oxygenace, transport, záchranář, extrakorporální resuscitace, srdce, plíce, přednemocniční péče, diagnostika, rizika, specifika, dlouhodobá srdeční podpora

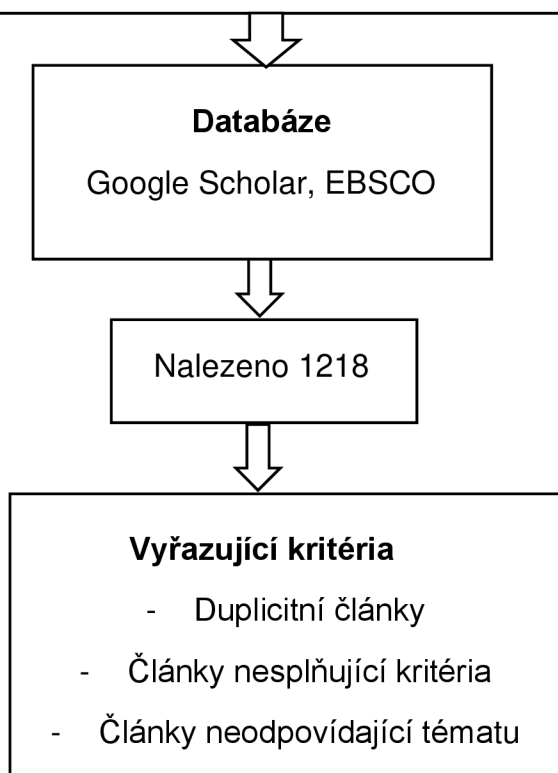
Klíčová slova v AJ:

extracorporate membrane oxygenation, transport, rescuer, extracorporate resuscitation, heart, lungs, prehospital care, diagnosis, risks, specifics, long-term cardiac support

Jazyk: angličtina

Období: 2015-2023

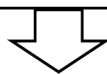
Další kritéria: plné texty, recenzovaná periodika



Sumarizace využitých databází a dohledatelných dokumentů

EBSCO - 5

Google Scholar - 18



Sumarizace dohledných periodik a dokumentů

Knihy	3 články
Resuscitation	1 článek
Indian Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery	1 článek
Critical Care	1 článek
Journal of thoracic disease	1 článek
Current Opinion in Critical Care	1 článek
Cureus	1 článek
Emergency Medicine Australasia	1 článek
Journal of the Intensive Care Society	1 článek
Qatar Medical Journal	1 článek
Frontiers in pediatrics	1 článek
British journal of anaesthesia	1 článek
Journal of cardiothoracic and vascular anesthesia	2 články
European Journal of Cardio-Thoracic Surgery	1 článek
Psychosomatics	1 článek
The Journal of thoracic and cardiovascular surgery	1 článek
Clinical Research in Cardiology	1 článek
Air Medical Journal	1 článek
Prehospital Emergency Care	1 článek
Emergency medicine journal	1 článek



Pro tvorbu teoretické části
bylo použito **23** článků

2. Extrakorporální membránová oxygenace

Extrakorporální membránová oxygenace neboli ECMO, je přístroj k podpoře při ohrožení srdečním selháním za pomoci mimotělního oběhu. Perkutánní venovenózní extrakorporální membránová oxygenace funguje na principu odvádění odkysličené krve z pravé síně při operativně otevřeném hrudníku, jinak je zavedena kanyla do horní či dolní duté žíly (Makdisi, Wang, 2015, s. 167). Tou se dostane do oxygenátoru, kde se krev oxygenuje a je zbavena CO², následně se za pomoci čerpadla opět navrátí do krevního oběhu kanylou zavedenou ve femorální tepně do sestupné aorty (Kettner, Kautzner, 2021, s. 235). ECMO se zavádí u pacientů s kritickým selháním plic nebo srdce, kdy standardní léčba selhala nebo je neúčinná (Moier et al., 2015, s. 167). Tento postup se obvykle používá jako poslední možnost k udržení života pacienta. V dnešní době máme k dispozici spoustu typů přístrojů od různých výrobců, jako je například Levitronix CentriMag s oxygenátorem nebo CardioHelp. Přístroj určený spíše pro transport těchto pacientů je Lifebringer. Jeho velkou výhodou je jednoduchá obsluha a manipulace, rychlé zavedení kanyl a automatické odsávání vzduchu z oběhu. Díky tomu je představitelem přístrojů nazývaných Extracardiac Life Support (ECLS). Výhodou ECMO je snadné a rychlé zavedení kanyl do oběhu a zprovoznění i v prostředí intenzivní péče a podpora plic i srdce. Současné systémy ECMO využívají technologii neokluzivních odstředivých čerpadel, která zajišťují menší objem plnění okruhu a tímto snižují riziko vzduchové embolie. Rotující čerpadlo na principu magnetické levitace nemá přímý kontakt se stěnou okruhu na rozdíl od okluzivní válečkové pumpy u starších systémů. Dochází díky tomu k minimálnímu poškození krevních buněk. Tento systém obsahuje integrované senzory a převodníky k monitorování systémového tlaku, teploty, průtoku, obsahu kyslíku v krvi, hemoglobinu a hematokritu (Kettner, Kautzner, 2021, s. 238).

2.1 Historie ECMO

Extrakorporální životní podporu vynalezl v 50. letech John Gibbon jako přístroj, který zprostředkoval okysličení krve přes membránový oxygenátor. Převážně ho využíval při těžkých a časově náročných operačních výkonech, jako je operace bypassu, tedy přemostění zúženého nebo uzavřeného úseku tepny. Při mimotělním oběhu je potřeba dostatečně otevřený rezervoár tedy nádoba, do níž je odsávána krev z operačního pole, a extrémní antikoagulace. V této době nebyl vyvinut spolehlivý

system monitorace účinku antikoagulační terapie, kdy účinek heparinu s délkou operace klesal, z toho důvodu docházelo často k trombózám. O prvním úspěšném použití ECMO informoval v roce 1972 Dr. Robert Bartlett a jeho tým na Michiganské univerzitě. K podpoře dýchání předčasně narozeného dítěte s těžkým syndromem dechové tísně (dále RDS) použili upravený přístroj pro bypass srdce a plic, tedy venovenózní konfiguraci. U kojence selhaly všechny ostatní léčebné postupy a nepředpokládalo se, že přežije, ale po 11 dnech na ECMO se stav kojence výrazně zlepšil a byl schopen dýchat sám. Po tomto úspěchu se ECMO rychle ujalo jako léčba novorozenců s RDS a v 80. letech 20. století se začalo používat i u dospělých jedinců s těžkým respiračním selháním. V 90. letech 20. století však ECMO upadlo v nemilost kvůli obavám z vysoké ceny, možným komplikacím a omezeným důkazům o jeho účinnosti. V posledních letech se zájem o ECMO obnovil díky technologickému pokroku a rostoucímu počtu důkazů o jeho přínosu pro určité skupiny pacientů. ECMO se nyní používá k léčbě řady kritických onemocnění, včetně těžkého respiračního selhání, srdeční zástavy a plicní hypertenze. Je také použito jako záchranná léčba respiračního selhání při COVID (Mosier et al., 2015, s. 1).

2.2 VV-ECMO

Venovenózní ECMO užívá princip na bázi nasávání žilní krve z horní či dolní duté žíly, následně se krev okysličuje v oxygenátoru a je dodávána zpět do pravé síně. Tato technika se využívá při těžkém postižení plic se zachovanou funkcí srdce jako pumpy (Ošťádal et al., 2018, s. 15). VV-ECMO dokáže nahradit úplně, nebo jen z části, výměnu plynů v postižených plicích, kdy dochází k okysličení a eliminaci CO² v krvi. Díky tomu můžeme dobře redukovat použití ventilátoru u pacientů s poškozením plic, a tím se snižuje riziko postižení (Makdisi, Wang, 2015, s. 168). Cílem VV-ECMO je lepší překlenutí kritického stavu do zotavení. Tuto metodu lze využít jako most k transplantaci – tj. po dobu čekání dárce na nový orgán. Indikací VV-ECMO je syndrom respirační tísně nezvladatelný konvenční ventilací, typický při bakteriálních nebo virových pneumonických onemocněních, při poškození plic inhalačním traumatem, aspirací, plicním edému apod. (Ošťádal et al., 2018, s. 15).

2.3 VA-ECMO

Venoarteriální ECMO využívá mechanismu nasávání žilní krve z pravé síně, kde je krev vháněna extrakorporálně do oxygenátoru. Zde dojde k výměně plynů a krev se dostává zpět do krevního oběhu pacienta velkými tepnami (Ošťádal et al., 2018, s. 22). VA-ECMO tímto způsobem dokáže zastoupit nejen plíce, ale i krevní oběh. Nejvíce se používá při kardiogenním šoku, nebo u srdeční zástavy, u které nedochází k obnovení krevního oběhu standardní resuscitační metodou (Makdisi, Wang, 2015, s. 168). Častou indikací je také arytmiická bouře, stav po kardiochirurgické operaci, kdy pacienta nejde odpojit od mimotělního oběhu pro vlastní nízký minutový oběh a v neposlední řadě dokáže být VA-ECMO podporou u některých rizikových výkonů a u hypotermie (Ošťádal et al., 2018, s. 22). Venoarteriální zavedení se provádí v rámci léčby extrakorporální membránové oxygenace při kardiopulmonální resuscitaci. ECPR je záchranný postup, který se používá u pacientů s akutní zástavou oběhu, kdy standardní metody resuscitace selhaly (Twohig et al., 2019, s. 348).

2.4 Indikace a kontraindikace

Indikace pro ECMO je možné rozdělit na tři oddíly podle podporovaného orgánu na srdeční, plicní nebo kombinace obou. Mezi časté kardiální indikace patří snížený srdeční výdej, hypotenze, kardiogenní šok se srdečním selháním z důvodů téměř jakékoliv příčiny jako je akutní koronární syndrom, srdeční arytmie odolná vůči ostatním opatřením, myokarditida, izolované srdeční trauma a plicní embolie. Další indikací je nemožné odvyknutí od kardiopulmonálního bypassu po operaci srdce. ECMO je také indikováno jako most k transplantaci u terminálního srdečního selhání, pokud pacient splňuje daná kritéria. Mezi respirační indikace patří pacienti s akutním syndromem respirační tísně, těžkým bakteriálním či virovým zápallem plic, aspiračním syndromem, obstrukcí dýchacích cest, plicní kontuzí, pacienti po vdechnutí toxického kouře, pacienti s akutními astmatickými stavy, plicním krvácením, vrozenými bráničními kýly a aspirací mekonie. ECMO se dále indikuje při transplantaci plic jako dočasná podpora do rozvinutí funkce orgánu (Makdisi, Wang, 2015, s.168).

Absolutní **kontraindikací** je neobnovitelné srdeční selhání u pacientů, kteří nejsou kandidátem na transplantaci, nebo implantaci dlouhodobé srdeční podpory.

Například při diseminované malignitě, těžkém poranění mozku, srdeční zástavě bez svědka, prodloužené kardiopulmonální resuscitaci bez adekvátní perfuze tkání, těžké disekce aorty, chronické orgánové dysfunkci a onemocnění periferních cév. Toto onemocnění je kontraindikováno u periferního VA-ECMO. U VV-ECMO je kontraindikováno selhání z důvodu těžké plicní hypertenze. Relativní kontraindikací může být pokročilý věk či obezita (Makdisi, Wang, 2015, s.169).

2.5 Sekundární transport pacienta na ECMO

Sekundární transport je přesun pacienta z jednoho zařízení do druhého. Při samotném transportu se pacientovi dostává odborného dohledu, aby nedošlo ke zhoršení celkového stavu. K transportu pacienta by mělo dojít pouze pokud se díky tomu může zlepšit pacientův klinický výsledek. Je však jasné, že někdy k přesunutí pacienta dojde z organizačních důvodů, jako je například nízká kapacita lůžek pro kritické pacienty (Davies, Chesters, 2015, s. 3).

ECMO poskytují speciální nebo regionální centra a pacienti někdy musí být transportováni do jiného nemocničního zařízení. K tomu se dá využít silniční, nebo letecká zdravotnická záchranná služba za pomoci ECMO teamu (Labib, 2017, s. 2).

Pacienti způsobilí pro ECMO jsou obecně v nestabilním stavu podporovaní ventilátorem a další terapií v intenzivní péči (Broman, Frenckner, 2016, s. 5). Extrakorporální membránová oxygenace je zachraňující úkon u kritických pacientů s těžkým plicním nebo srdečním selháním. Mobilní ECMO se stále snaží využít více zařízení k mimo nemocničnímu převozu do center terciární péče (Nwozuzu et al., 2016, s. 4). Přeprava těchto pacientů je vysoce riskantní a může dojít k samotnému úmrtí pacienta. Kanylace pacienta v odesílající nemocnici je příznivější pro jeho zdravotní stav, avšak mohou nastat rizika uvedena v podkapitole **2.5.3 Rizika** (Labib, 2017, s. 2).

2.5.1 Transportní způsoby

Pacienta na ECMO lze transportovat transportním vozidlem po silnici, helikoptérou, anebo letadlem. U těchto přeprav rozhoduje vzdálenost a čas, aby se pacient co nejdříve dostal opět do nemocniční péče (Labib, 2017, s. 2.). Tyto způsoby

dopravy se mohou kombinovat navzájem, například odvoz sanitním vozem k letadlu či naopak od letadla do cílové nemocnice. Transporty jsou omezeny vzdáleností, kdy se u pozemní dopravy doporučuje délka jízdy do 400 km a vrtulníkem do 650 km. U letadel s pevnými křídly není vzdálenost omezená (Broman, Frenckner, 2016, s. 2).

Vozidlo musí být vybaveno dostatečným prostorem pro personál a pacienta, nosítka a všemi ostatními připojenými zařízeními včetně ECMO konzole. Dále je zásadní dostatečný příkon energie, většinou musí být elektroinstalace vozidla upravena, zejména ohřívací jednotka má vysokou spotřebu energie. Dostatek kyslíku, plynů a odsávání jsou nezbytné pro převoz. Je také vyžadováno ovládání klimatizace a osvětlení (Labib, 2017, s. 2). Veškeré vybavení musí být dostatečně upevněno, aby neohrozilo jak posádku, tak pacienta při jízdě. Proto se v některých zemích vyrábějí přímo vozidla na míru pro transport pacientů na ECMO (Broman, Frenckner, 2016, s. 4).

Letecká doprava je rychlejší a šetrnější, ale logisticky náročnější, vyžaduje transport na heliport/letiště a vícenásobný překlád pacienta zvyšuje riziko poškození. Jedná se o dražší metodu převozu, proto je výhodná až při transportu nad 100 km. Některá omezení v dopravě si vyžadují speciální požadavky, jako jsou například u leteckých přeprav veškerá zařízení a komponenty, která musí splnit určitá kritéria letové způsobilosti a jejich schválení (Davies, Chesters, 2015, s. 33). Elektromagnetické rušení u těchto přístrojů nesmí být vysoké, aby nezasáhlo do ovládání stroje. Dále by mělo odolat vibračním silám a zpomalení či zrychlení při vzletu stroje. Převoz vrtulníkem může být ovlivněn povětrnostními podmínkami a terénem, což může mít vliv na bezpečnost a proveditelnost převozu. Transportní tým musí tyto faktory pečlivě posoudit, než se rozhodne pro transport pacienta vrtulníkem (Broman, Frenckner, 2016, s. 5).

2.5.2 Vybavení vozu

Používané zdravotnické vybavení při transportu ECMO je v zásadě totožné jako při nemocniční léčbě. Jsou zde specifika a omezení v průběhu převozu, která mohou vyžadovat speciální opatření. Velikost membránového oxygenátoru a kanyl by měla odpovídat velikosti nosítek. Po celém světě se nosítka různě liší a většina center si vyvinula vlastní systém udělaný přesně na míru. Každý komponent z obvodu ECMO

jako jsou spoje mezi kanyly a veškeré linky vstupů musí být kontrolovány a zajištěny, aby komponenty, pokud možno byly připevněny k lůžku co nejbližší k pacientovi a nikde nevedly dlouhé hadice přes volný prostor, kde se snáze zalomí či rozpojí. Tento způsob zajišťuje lepší uspořádání přístrojů, kabelů a kanyl a minimalizuje tak zauzlování při nakládání a vykládání pacienta z vozu. Některá centra užívají způsob oddělených nosítek od vozíku ECMO, který vyžaduje delší hadičky na napojení pacienta, zároveň se tak snižuje váha nosítek. Jakmile transportní tým opustí nemocniční zařízení, musí se stát samostatnou jednotkou spoléhající jen sama na sebe a mít k dispozici dostatečnou zásobu všech materiálů a léků pro řešení specifických událostí. Důležité je mít s sebou náhradní součástky ECMO, jako jsou hlavice pumpy, oxygenátor a hadice. S pacientem by se měly převážet i potřebné krevní deriváty k objemové náhradě, tedy dostatek roztoků (u dětí se vozí krev, u dospělých se obvykle nevozí). Podávají se v případě, že by došlo ke krvácení (Broman, Frenckner, 2016, s. 3).

2.5.3 Rizika

Přeprava kriticky ohroženého pacienta na multiorgánové podpoře je riziková a negativně tak ovlivnit výsledky zotavení (Labib, Alinier, 2017, s. 1605). Při transportu podporovaného pacienta na ECMO může dojít k nežádoucím událostem, jako je například porucha vybavení, transportované techniky nebo chyba ze strany personálu. Během transportu musíme brát v potaz několik rizik, která mohou ohrozit pacienta (Broman, Frenckner, 2016, s. 2).

- Jedním z možných rizik je **dislokace kanyly**. Kontrola okruhu ECMO je velmi důležitá z důvodu jeho složitosti a snadného odpojení od pacienta a jeho poškození. Je proto klíčové zajistit správné upevnění a údržbu.
- Oxygenátor je jednou z hlavních součástí okruhu. **Porucha oxygenátoru** může způsobit hypoxemii nebo hyperkapnii, což následně vede k dalšímu zhoršení stavu přepravovaného pacienta.
- Možnou komplikací je **infekce** z důvodů snadného přístupu okolo zavedených kanyl okruhu, a tím pádem porušení sterility během transportu. Infekce vede k rozvoji sepse a následnému úmrtí pacienta.

- **Krvácení** je jedním z největších rizik z důvodů medikace, kterou pacient dostává. Při napojení na ECMO je pacient antikoagulován, aby se v okruhu netvořily sraženiny krve. Je důležité adekvátně zajistit pacienta tak, aby se vyhnul nadměrnému hýbání během cesty, které je zajištěno imobilizací, dostatečnou hlubokou sedací a relaxací. Náhlé narušení nebo odpojení okruhu vede k velmi rychlému vykrvácení, dále zavzdušení, a tudíž k masivní vzduchové embolii. Zalomení okruhu ECMO a jakékoliv jiné změny vedou k zastavení čerpadla a přeplnění srdce, což může vyvolat ireverzibilní zástavu. Záškuby hadice okruhu mohou signalizovat nízký krevní návrat do čerpadla, tedy hypovolemii.

Aby se těmto problémům předcházelo, je klíčové mít k dispozici vyškolený a zručný tým zdravotníků, kteří dokážou pečlivě monitorovat stav a okamžitě reagovat na změny během převozu (Broman, Frenckner, 2016, s. 2-5).

2.5.4 Transport za pomoci ECMO týmu

O bezpečný transport pacienta se stará tzv. ECMO team, který je řádně vyškolen k práci s extrakorporální membránovou oxygenací a k zajištění stabilního transportu pacienta (Labib, 2017, s. 2). Přeprava pacienta s týmem ECMO je doporučeným postupem pro zajištění bezpečného a efektivního transportu kriticky nemocných pacientů vyžadujících podporu ECMO. Tým se skládá ze specializovaných zdravotnických pracovníků, včetně lékařů poskytujících řízení péče o pacienta, zdravotních sester zajišťujících monitorování životních funkcí a podávání léků, respiračních terapeutů kontrolujících respirační podporu a perfuzionistů starajících se o funkci okruhu ECMO a úpravu nastavení podle potřeb pacienta. Tento tým je vyškolen v péči o pacienty na ECMO a může během převozu poskytovat specializovanou péči, včetně monitorování životních funkcí, úpravy nastavení ECMO a zvládání případných komplikací, které mohou během převozu nastat a které by zdravotnický záchranář řešil s těžkostí. Jednat se může například o odpojení od okruhu či krvácení (Broman, Frenckner, 2016, s. 4). Převoz pacienta s ECMO týmem vyžaduje pečlivé plánování a koordinaci mezi převážejícím týmem, přijímající nemocnicí a dalšími zdravotnickými pracovníky, kteří se podílejí na péči o pacienta. Tým ECMO může poskytnout specializovanou péči, nepřetržitý dohled a zvládání

možných komplikací během transportu, což může zlepšit výsledky léčby pacienta (Nwozuzu et al., 2016, s. 2).

2.5.5 Pacienti po transportu

Po samotném převozu je pacient umístěn na jednotku intenzivní péče, kde bude pečlivě monitorován a dostane adekvátní péči. Doba, kterou stráví pacient na tomto oddělení s podporou ECMO, závisí na tom, v jakém je konkrétně stavu a na reakci na probíhající léčbu. Pokud se pacientův stav stabilizuje, bude se usilovat o jeho odpojení od systému ECMO. Tato intervence se provádí postupným snižováním podpory poskytované tímto přístrojem za současného dostatečného monitorování životních funkcí a sledování celkového stavu. Po odpojení stabilizovaného pacienta od ECMO bude nadále potřeba intenzivní péče a sledování. V průběhu hospitalizace se pacient překládá na standardní lůžkové oddělení, kde dochází k jeho zotavení (Labib, Alinier, 2021, s. 1607).

3. Extrakorporální Resuscitace

Mortalita lidí, kteří mají srdeční zástavu, je stále vysoká. Lidé, kteří přežívají, mají ve většině případů špatné neurologické prognózy. Jednou z množství rozšířených resuscitací je mimotělní kardiopulmonální resuscitace (ECPR) u pacientů mimo nemocniční zařízení (Lamhaut et al., 2017, s. 110). Mimotělní kardiopulmonální resuscitace (dále KPR) je zavedení venoarteriální mimotělní membránové oxygenace během prováděné resuscitace. ECMO poté pomocí drenážní kanyly odvádí krev čerpadlem přes oxygenátor a následně ji pod tlakem vhání zpět do centrální tepny zpětnou kanylou. Ve srovnání s KPR zlepšuje ECPR průtok krve a okysličuje krev během srdeční zástavy, aby nedošlo k nevratnému poškození orgánu kvůli hypoxii. K tomu usnadňuje diagnostiku a terapii, jako jsou například koronární angiografie nebo koronární angioplastika, které slouží k léčbě primární příčiny. Zásadním faktorem ovlivňujícím výsledek úspěchu po ECPR je interval mezi kolapsem pacienta a začátkem ECPR (Kumar, 2021, s. 294). Tento interval se rozděluje na dva úseky, z toho první je doba bez průtoku krve, kdy pacient leží s náhlou srdeční zástavou bez zásahu okolí. Druhý úsek je označován jako doba nízkého průtoku, kdy dochází k zevní kompresi hrudníku a následnému nástupu ECPR. Lidem více prospívá, pokud předchází laická CPR před ECPR (Twohig et al., 2019, s. 348).

3.1 Kanylace

Kanylace ECPR musí zajistit úplnou mechanickou podporu, aby byla přítomna adekvátní cirkulace krve a výměna plynů v krvi. Důležitým úkonem při ECPR je volba správné velikosti kanyly, z toho důvodu by měla být zajištěna dostupnost různých velikostí kanyl v rizikových situacích. Kanyly se zavádí nejčastěji perkutánní periferní cestou, nebo se provádí centrálně operačně přes otevřený hrudník. Samotná volba způsobu je na preferenci a zručnosti lékaře. Perkutánní cesta je rychlejší a nejsou vyžadovány chirurgické dovednosti, ale identifikace cév může být náročným úkonem, kdy dochází k větší míře selhání, dá se také využít ultrazvuk, je-li dostupný. Chirurgická kanylace vyžaduje chirurgickou odbornost a s tím i vhodné místo a nástroje při výkonu použité. Trvá déle a zároveň je tento způsob šetrnější pro cévy, které jsou lépe vizualizovány za pomoci ultrazvuku. Chirurgický způsob je jedinou možností po neúspěšném pokusu o kanylaci perkutánně. Nejčastější místem

perkutánního zavedení je femorální céva pro snadnou dostupnost při kontinuálním KPR. Alternativním přístupem je jugulo-femorální, femoro-subclaviální nebo jugulo-subclaviální (Kumar, 2021, s. 295).

3.2 Komplikace spojené s ECPR

Skoro veškeré komplikace provázející ECMO jsou možné i u samotného ECPR. Četnost komplikací se mezi centry liší. Jedněmi z důvodů jsou odlišná zařízení, jinak proškolený personál, užívání jiných nástrojů a způsobů. Mohou se vyskytnout cévní poranění při samotné kanylaci, špatné umístění kanyly, anebo neúspěšné zavedení. Komplikace u ECPR jsou téměř srovnatelné se zaváděním standardního ECMO. Tuto komplikaci lze přičíst časovému vytížení, přístupu k pacientovi a důvodu nemožné detekce hmatového pulsu. Nejběžnější komplikací po začátku ECPR intervence je krvácení přímo z místa zavedení, intrakraniálně, ze střevní stěny, z nosní sliznice nebo z alveolů. Další komplikací je ischemie dolních končetin vyskytující se u pacientů s ECPR. V průběhu terapie je pacient ohrožen infekcí a celkovou sepsí. Možný je i vznik CMP ať už ischemické či intrakraniálním krvácením (Kumar, 2021, s. 296).

3.3 Záchranář a ECPR

Záchranář je zdravotnický pracovník specializovaně vyškolený na poskytování první pomoci a akutní péče pacientům v přednemocniční péči. Mezi hlavní úkony, které musí provádět, patří posuzování stavu pacienta, poskytnutí rozšířené resuscitační péče, stabilizace fyziologických funkcí a příprava na transport do nemocničního zařízení (Ho, Ong, 2021, s.3). Záchranáři přímo ECPR neprovádějí, ale hrají velkou roli u pacientů, kteří ho vyžadují. Obecně platí, že záchranáři jsou primárně zodpovědní za rozpoznání srdečního či respiračního selhání a za co nejrychlejší zahájení vhodných opatření pro pokročilou podporu života (Kilner et al., 2019, s. 1).

3.3.1 Záchranář a jeho přínos v ECPR

V případě pacienta se zástavou srdce zahajují záchranáři standardní KPR, která zahrnuje kompresi hrudníku a zajištění dýchacích cest. Pokud se po tomto

pacientovi neobnoví krevní oběh, postupují dle algoritmů rozšířené KPR, podávají adekvátní léčiva a zahajují mechanické stlačování hrudníku přístrojem LUCAS. Záchranáři také zajišťují přípravu a převoz pacienta do nemocničního zařízení vybaveného k provedení ECPR. Transport zahrnuje kontinuální monitoraci životních funkcí pacienta, stabilizaci, podávání léků, udržování krevního tlaku a poskytování trvalé podpory během transportu. Probíhá také komunikace s cílovým zařízením o anamnéze transportovaného pacienta a jeho celkovém stavu. Po příjezdu pacienta do nemocnice může záchranář asistovat při kanylaci, která zahrnuje zavedení katetrů do žil, nebo tepen pacienta, aby bylo možné zahájit ECMO. Záchranář po provedeném výkonu může nadále sledovat životní funkce pacienta a provádět veškeré nezbytné zákroky k udržení jeho stability. Může také asistovat při převozu na jednotku intenzivní péče (JIP) nebo jiné specializované oddělení. Celkově je úkolem záchranářů při ECPR poskytovat odborný management a podporu pacientovi před zahájením mimotělní podpory života, během ní, i po jejím ukončení. Jejich přínos je pro úspěch této pokročilé techniky zásadní (Rouse et al., 2019, s. 2).

3.3.2 Kritéria pro zahájení ECPR zdravotnickým záchranářem

ECPR je nouzový postup, který má pomocná kritéria pro správný výběr pacientů. Je důležité, aby tato kritéria byla dodržena k odlišení pacientů, kteří mají pravděpodobnost příznivých neurologických výsledků po ECPR. Bohužel není jasná jednotná shoda na těchto kritériích. Tato kritéria nejsou akceptována všemi centry (Kumar, 2021, s. 295).

Kritéria pro zařazení	Kritéria pro vyloučení
Svědci zástavy srdečního původu bez vnějších příčiny (např. trauma)	Věk vyšší než 75 let
Žádný trvalý spontánní návrat oběhu během prvních 10 minut (v několika centrech je to 20 minut) konvenční KPR	Délka kardiopulmonální resuscitace kratší než 10 min
Fibrilace síní nebo komorová tachykardie na počátečním EKG	Znamé těžké a nevratné poškození mozku
Mechanická komprese hrudníku	Terminální malignita

	Traumatický původ s nekontrolovatelným krvácením po kardiotoronii s neschopností odpojit kardiopulmonální bypass
	Akutní disekce aorty
	Nekardiální původ (asfyxie, ponoření, primární mozková porucha)
	Nevratné selhání orgánů (např. selhání jater a pozdní stadium pokročilého syndromu dechové tísně dospělých)
	Těžká sepsa
	Nízká úroveň aktivit denního života před zástavou

(Kumar, 2021, s. 295)

3.4 Rozdíl ECPR oproti konvenčnímu KPR

Konvenční kardiopulmonální resuscitace KPR je základní technika resuscitace, kterou provádějí laici nebo zdravotničtí záchranáři, kteří nejsou specializovaní na kardiologii nebo resuscitaci. Tento postup zahrnuje ruční stlačování hrudníku a umělé dýchání k udržení okysličené krve. KPR je obecně indikována pro záchranu života při srdeční zástavě.

Časopis Společnosti pro intenzivní péči v roce 2019, The Intensive Care Society 2019 Article reuse guidelines, uvádí ve své rešeršní literární studii srovnání ECPR s KPR. Dle této studie se v posledních pěti letech míra přežití u pacientů se zástavou srdce mimo nemocniční zařízení ve Velké Británii zvedla ze 7,7 % na 8,3 %. Tyto nízké hodnoty přežití pacientů bez neurologických následků poukazují na potřebu zlepšení přístupu zdravotnické péče pro tyto pacienty. Studie poukazuje na to, že faktorem ovlivňujícím lepší výsledek u pacientů s ECPR je kratší doba, kterou před zahájením této intervence stráví v oběhové zástavě s probíhající KPR. Je prokázáno, že při kompresi hrudníku je nahrazeno pouze 25–30 % normálního srdečního výdeje. Čím déle tento nízký průtok trvá, tím se snižuje šance na návrat spontánního oběhu. Zvyšuje se riziko multiorgánového selhání včetně poškození mozku hypoxií z důvodu malé perfuze krve tkáněmi. Nedávné přehledy pacientů s mimo nemocniční zástavou léčených pomocí ECPR potvrdily lepší výsledky oproti standardní KPR spojené

s nízkým průtokem. Také bylo potvrzeno delší přežití a lepší neurologický výsledek pacientů s ECPR než u konvenční resuscitace po 30 dnech od propuštění. Výsledky ECPR jsou obecně lepší než u KPR, ale úspěšnost ECPR závisí na řadě faktorů, včetně zdravotního stavu pacienta, příčiny srdeční zástavy a dostupnosti specializovaného vybavení a personálu (Twhig et al., 2019, s. 348-357).

3.5 ECPR u dětí

VA ECMO u dětí je vzácné, protože u pediatrických pacientů k primární kardiální zástavě příliš často nedochází. Výjimkou jsou kardiochirurgické výkony nejčastěji týkající se vrozených vad. ECPR u dětí není příliš časté, spíše se využívá VV ECMO z důvodu respiračního selhání. U těchto respiračních stavů je příznivější prognóza než u jiných stavů, jako jsou arytmie, plicní hypertenze, tamponáda srdeční, hypoxemie v důsledku obstrukce průtoku krve plícemi, dysfunkce myokardu a reziduální léze. Tyto stavy jsou velmi častou příčinou zástavy srdeční u dětí v pooperačním období. Pokud pacient podstoupil sternotomii, kanyluje se ECPR přes pravou síň a aortu. V jiných případech se standardně kanyluje jugulární žíla a krční tepna. Zřídka se zavádí kanyla periferně přes femorální cévu zejména starších pediatrických pacientů. Výsledky po ECPR jsou u novorozenců a dětí lepší než u dospělých. Přežití po propuštění u novorozenců a dětských pacientů je vyšší ve srovnání s dospělou populací (Kumar, 2021, s.297).

3.6 Následná péče po ECPR

Po úspěšném provedení ECPR terapie je velmi důležité zajistit nadcházející péči a rehabilitaci. Pacient se přeloží na jednotku intenzivní péče, kde je dostatečně monitorován jeho stav v následujících dnech až týdnech. Provádí se hemodynamické monitorování za pomoci měření tlaků a průtoků hemodynamickým monitorem např. Swan Ganz, PICCO, ECHO apod. Odběry krve slouží k monitoraci tkáňové perfuze, kde se hodnotí složky jako laktát, ABR a dodávky kyslíku – hemoglobin. Díky uvedené monitoraci můžeme optimalizovat hemodynamiku pomocí tekutin a vasoaktivních látek. Dále se monitoruje dýchání a zajištění dýchacích cest umělou plicní ventilací (Moier et al., 2015, s.168). Můžeme využít pro zhodnocení

neurologického stavu zobrazovací metody (CT, MR), fyzikální vyšetření, elektrofyziologii (EEG, evokované potenciály a biochemické markery (NSE) (Kumar, 2021, s. 296).

4. Mechanická srdeční podpora

Transplantační organizace ISHL ve své statistice jako celosvětový počet provedených transplantací srdce udává 4000 výkonů ročně. Tento počet se bohužel neslučuje s rostoucím počtem pacientů vyžadujících tento zákrok. Následkem je poté delší doba na čekacích listinách a s tím spojená mortalita i morbidita. Nelze očekávat, že se každý kandidát dožije transplantace nového orgánu. Tyto faktory vedly k vyvinutí konceptu dlouhodobých mechanických podpor krevního oběhu (DMSP) umožňujících obnovení příznivých hemodynamických hodnot a orgánové perfuze u kardiálně selhávajících pacientů v kritickém stavu, díky tomu se pacienti mohou dožít transplantace orgánu. DMSP se také využívá u nemocných, kteří již nesplňují kritéria pro transplantaci srdce v reverzibilním stavu.

DMSP je definováno jako mechanické čerpadlo krevního oběhu u částečné podpory selhávajícího srdce nebo plně nahrazujícího jeho funkci. Tato čerpadla označujeme zkratkou VAD neboli Ventricular Assist Device, která zajistí dostatečný průtok krve po celém těle. Systémy čerpadel rozdělujeme na parakorporální a extrakorporální, kdy kanyly jsou vyvedeny podkožím na povrch těla (Ferrari et al., 2015, s. 100). V nynější době se užívá nejvíce DMSP s čerpadly implantovanými v těle pacienta, nejčastěji peritoneálně nebo intraperikardiálně. Jedním z nejmodernějších systému DMSP je implantabilní do podkoží pacienta. Napájení tohoto systému je zajištěna elektromagnetickou indukcí. Tento systém přináší spousty výhod, jako jsou zmenšená rizika infekce, potenciál pro ambulantní sledování a zvýšení kvality života (Kautzner, Melenovský, 2015, s. 285).

MSP se dá využít pro podpůrnou činnost pravé i levé komory nebo pro podporu obou srdečních částí najednou, kdy jsou kanyly zavedeny souběžně se srdečními oddíly. Velmi častá konfigurace DMSP je zavedení do hrotu levé komory, popřípadě levé síně, a vyvedení směrem do vzestupné aorty. Při pravostranném užití se zavádí do pravé síně a plicnice. Vzácný systém, který se také implantuje, je ortotopický nahrazující celé srdce. Indikace pro tento způsob podpory jsou chirurgicky neřešitelné defekty mezikomorového septa a konzervativně nezvladatelné rejekce srdečního štěpu (Ferrari et al., 2015, s. 100).

4.1 Klasifikace

VAD jsou mechanická čerpadla vyvinutá tak, aby zajistila podporu jedné nebo obou selhávajících komor srdce. Z toho důvodu rozdělujeme tento systém v závislosti na podporované komoře, a to na LVAD podporující levou komoru srdeční, RVAD pro podporu pravé srdeční komory, nebo BVAD využívající se při selhání obou komor. Čerpadla těchto typů se technologickými vlastnostmi rozlišují na dva typy, a to s pulzatilním výtokem a rotační s kontinuálním průtokem (Ferrari et al., 2015, s. 100).

Výhodou **pulzatilního čerpadla** je zachování fyziologické pulzatility oběhu pacienta, nicméně převažuje vysoký výskyt komplikací, mezi které patří infekce a mechanické selhání, z důvodů velikosti čerpadel a jejich náročnému složení (Kirklin et al., 2012, s. 590).

Systém VAD s **kontinuálním průtokem** vznikl na základě snahy zmenšit velikost čerpadla a oddělit ho od vnějšího vzdušného okolí jako prevence infekce. Výhodou je menší a jednodušší konstrukce, díky které dochází k minimalizaci pohyblivých částí a tím k redukci spotřeby energie. Působí zde nefyziologický bezpulzní průtok krve krevním oběhem. Působení tohoto jevu na funkci orgánů je sporné, ačkoli nepřetržitý průtok krve je fyziologický v kapilárách i méně ovlivňuje neurologické funkce (Ferrari et al., 2015, s. 100).

4.2 Indikace a kontraindikace

Pro zahájení léčby pomocí DMSP je velmi důležitá správná diagnostika a poté včasná a přesná **indikace**. Důležité je zachycení před rozvojem multiorgánového selhání, aby se správně zahájilo užití DMSP (Dew et al., 2018, s. 804). U dlouhodobě adaptovaných pacientů může být jejich srdeční výdej 2,0 l/min/m², pro tuto danou skupinu může být dostatečný, nicméně u pacientů s akutním zhoršením může vést k rozvoji extrémního hemodynamického a multiorgánového selhání. MSP se dá použít jako podpora i u nádorových onemocnění srdce (Potapov et al., 2019 s. 233).

Mezi absolutní **kontraindikace** u implantované dlouhodobé DMSP patří aktivní či nekontrolovaná infekce, popřípadě nevratné kognitivní, psychické nebo neurologické dysfunkce. Dále obstrukční kardiomyopatie a amyloidóza. Velmi důležité je zhodnocení, zda pacient nemá intoleranci na antikoagulační terapii. Relativní

kontraindikace jsou přítomné multiorgánové selhání více jak dvou orgánů, připojení na plicní ventilaci trvající déle než sedm dní, mechanická chlopenní náhrada, onemocnění periferních tepen a aorty, nebo postižení tepen zásobující mozek. V těchto případech by se mělo zvážit, zda je zahájení dlouhodobé DMSP pro pacienta výhodné (Kirklin et al., 2012, s. 588).

4.3 Dlouhodobá mechanická srdeční podpora z pohledu záchranáře

Pacient s DMSP v nouzi pro záchranáře může být náročným výjezdem z důvodu složitosti systému, na který je pacient napojen. Pokud tento člověk potřebuje urgentní zdravotní péči, je důležité, aby záchranář věděl, jak dané zařízení funguje a bezpečně tak poskytnul případnou první pomoc. Zdravotnický pracovník musí být dostatečně obeznámen s typem DMSP, na který je pacient napojen. Informace a instrukce, jak by mělo zařízení fungovat má pacient uvedené v dokumentaci od lékaře, který mu tento systém implantoval. Při poskytování péče je nutné dodržovat speciální postupy, díky kterým se zabrání poškození zařízení, a tím i pacientova zdraví. Při vyšetření by se elektrody EKG neměly při umístování opírat a třít o kovové části DMSP. Tímto by mohlo dojít k vyvolání artefaktů a tím i mylné diagnostice. Záchranář by měl být schopen rozpoznat příznaky selhání DMSP, které se projeví alarmem na přístroji, a měl by adekvátně reagovat na tyto situace během přepravy do nemocnice (Bowles et al., 2017, s.843-846).

Mělo by se zvážit, zda je pacient vhodný a schopný být transportován. Musí se zhodnotit celkový stav pacienta, stabilita podpory srdečního čerpadla a vzdálenost transportu. Pokud pacient není stabilizován, převoz by mohl být rizikový a měl by se navrhnout letecký transport. Záchranná služba by měla být připravena na řešení komplikací, které se během péče a transportu mohou objevit, a musí být vybavena odpovídajícím zdravotnickým materiálem (Goebel et al., 2019, s.562).

4.4 Specifická přednemocniční péče o pacienty s mechanickou podporou srdeční

DMSP vyžaduje specifickou péči nejen v nemocnici, ale také v přednemocniční péči poskytované záchrannou službou. Existuje několik návrhů, jak poskytovat specifickou péči o pacienty s DMSP v přednemocniční péči. Záchranná služba musí

zajistit bezpečnost pacienta s DMSP během celého převozu. To zahrnuje správné umístění pacienta a jeho zařízení ve vozidle a včasnou identifikaci možných komplikací. Pacienti s DMSP mohou mít komplikace, například krvácení nebo selhání zařízení. Záchraná služba musí monitorovat stav pacienta a provádět potřebné intervence k minimalizaci rizika komplikací. Také musí komunikovat s nemocnicí, kam se pacient s DMSP bude převážet, a informovat je o stavu pacienta, včetně stavu DMSP a jakým způsobem bylo zařízení používáno. Důležité je pečlivě dokumentovat péči poskytnutou pacientovi včetně léků a intervencí, které byly provedeny. To umožní lékařům v nemocnici poskytnout účinnou léčbu (Potapov et al., 2019 s. 231).

4.5 Specifika diagnostiky a monitorace

Pacienti s kontinuálním průtokem nemají pulzaci krve, proto standardní metody měření fyziologických funkcí nejsou u těchto pacientů účinné. Kvůli tomu se musí použít jiné alternativní metody, díky kterým budeme moci pacienta diagnostikovat a monitorovat. U pacientů s kontinuálním VAD je monitorace stavu velmi důležitá a prováděna pravidelně, aby se minimalizovala rizika, kterými je pacient ohrožen (Ferrari et al., 2015, s. 100).

Měření neinvazivního **krevního tlaku** oscilometricky za pomoci manžety využívající pulzaci nejde použít. K využití je alternativní metoda, která funguje na principu invazivního zavedení katetru přímo do arteriálního řečiště a měření hodnot. Dále se dá využít metoda za pomoci akustických a optických senzorů upevněných na prstu nebo uchu sledujících změnu tlaku v tepnách. Tento systém je ale méně přesný než invazivní měření tlaku. V neposlední řadě mohou mít systémy VAD tyto senzory umístěné na konci čerpadel. Senzory jsou napojené na monitoru, kde se zobrazují údaje o krevním tlaku a dalších fyziologických funkcích (Potapov et al., 2019 s.248).

Pokud má pacient kontinuální průtok krve, je stěžejní měření obsahu kyslíku v krvi, neboli **saturatione**. Většinou se používá pulzní oxymetr, který funguje na principu pulzace a může být nespolehlivý. Dá se využít například metoda měření saturatione systémem cooxymetrie, která se provádí laboratorně z odebrané krve. Další metodou je metoda NIRS, která využívá spektrofotometrickou technologii k přímému měření koncentrace hemoglobinu v krvi a přesné měření kyslíku. Používá se i invazivní

metoda přímým vložení senzoru v katetru do arteriální tepny (Bowles et al., 2017, s.844).

Akci srdeční nezjistíme standardními metodami, mezi které patří palpce nebo auskultace. U VAD s kontinuálním průtokem je přítomna jiná forma pohybu krve v cévách, a to vibrační signál. Tento vjem se dá měřit alternativně pomocí speciálních senzorů nalepených na kůži umístěných na prstu nebo uchu. Dále se dá využít invazivní metoda zavedením senzoru do řečiště.

EKG tradiční metodou u pacientů bez pulsu je silně ovlivněna artefakty, proto se nedoporučuje použít standardní elektrody, které by mohly vést k těmto artefaktům vyvolaných systémem VAD. Pro změření aktivity srdce se mohou použít speciální senzory přesně vytvořené pro tyto pacienty. Senzory EKG s adhezní elektrodou umístěné na hrudníku pro detekci elektrických signálů generovaných srdcem jsou následně zpracovány a zobrazeny ve formě grafu. Používá se i invazivní metoda zavedení senzoru přímo do srdeční komory napojeného přes cévy do srdce umožňující přímé měření (Potapov et al., 2019 s.240).

4.6 KPR u pacientů s LVAD

O tom, zda při stlačování hrudníku u pacientů využívající systém LVAD dojde k dislokaci, se vedou stále spory. Klade se velký důraz na bezpečnost a účinnost při zahájení KPR. K jistému závěru je nedostatek kvalitních důkazů a málo řešení z publikovaných případů. Je zde hodně rizik, která by mohla při stlačování hrudníků poškodit či dokonce i usmrtit danou osobu. Největší obavou je, že může dojít k uvolnění nebo k samotnému prasknutí kanyly systému LVAD. Nedávno zpracovaný dotazník, který provedla mezinárodní společnost pro transplantaci srdce a plic uvádí, že ze 148 členů dalo 71 % pokyn zdravotnické záchranné službě k provedení KPR, a jen u 1 % případů došlo k uvolnění kanyly, což přispělo k úmrtí pacienta. 11 % k tomuto uvedlo, že by KPR zahájili až po uplynutí pooperační hojící doby v rozmezí 10-30 dnů, kdy se sníží riziko dislokaci nebo úplné vytržení kanyl. Důkazy o účinnosti KPR v přítomnosti systému LVAD jsou minimální. Dlouhodobé provádění KPR bylo spojené se špatným výsledkem u těchto pacientů. Oproti tomu krátkodobé provádění mělo naopak příznivé výsledky ve stavu pacienta za podmínky, že musí nadále probíhat léčba příčiny vzniku zástavy oběhu. Zdravotnický záchranář se může před zahájením

KPR pokusit o opětovné zapnutí systému, což by mohlo pomoci přežít pacientovi jako dočasné opatření do definitivního zákroku. U pacientů, kteří dostávají KPR, se postupuje standardní metodou, kdy dojde k monitorování EKG, a u pacientů s defibrilovatelným rytmem se okamžitě podá výboj. Během KPR může být u těchto pacientů také podán adrenalin podle standardních pokynů pro Advanced life support neboli ALS (Bowles et al., 2017, s.847).

4.7 Rizika spojená s dlouhodobou mechanickou podporou

Dlouhodobá mechanická srdeční podpora je účinným řešením pro pacienty s pokročilým srdečním selháním, kteří nejsou kandidáty na srdeční transplantaci. Nicméně i přes její výhody jsou s tímto typem léčby spojena určitá rizika. Jako u všech chirurgických zákroků existuje nebezpečí infekce, které se u pacientů s DMSP zvyšuje kvůli přítomnosti cizího tělesa v těle. Pokud je infekce vážná, může vést k selhání zařízení, a dokonce i k úmrtí pacienta (Potapov et al., 2019 s. 232). Lidé s tímto zařízením jsou náchylní k tromboembolickým příhodám, což jsou srdeční příhody způsobené krevní sraženinou. K tomu může dojít kvůli nutnosti antikoagulační léčby, nebo kvůli krevním cévám, které jsou poškozeny zařízením. Tyto přístroje jsou jako každé jiné stroje a mohou selhat. Pokud selhání nastane, může být nutná okamžitá lékařská péče a v některých případech dokonce i náhrada zařízení. Pacienti s DMSP mohou mít omezené schopnosti, jak se pohybovat a jak se zapojovat do každodenních aktivit (Dew et al., 2018, s. 806).

4.8 Směřování pacienta

Pacient, u kterého se vyskytne porucha systému VAD, by měl být akutně převezen do specializovaného nemocničního zařízení, které je vybaveno technologickými možnostmi pro péči. Tyto nemocnice mají k dispozici kvalifikovaný personál s vysokou úrovní specializace a zkušenostmi v hospitalizaci těchto pacientů. Nemocnice musí být vybavena nejmodernějšími technologiemi, jako jsou systémy monitorování, diagnostiky, speciální léčebné procedury a chirurgické techniky (Benson et al., 2021, s.391). V České republice se nachází dvě tato specializovaná

zařízení, a to IKEM Praha a CKTCH Brno, kde provádí reimplantaci systému VAD (Kautzner, Melenovský, 2015, s.13).

5. Význam a limitace dohledaných poznatků

Dlouhodobá mechanická srdeční podpora je na vzestupu a čím dál více se využívá v terapii u pacientů se srdečním či plicním selháváním. Bakalářská přehledová práce sumarizuje a předkládá poznatky a články k problematice mechanických podpor z pohledu zdravotnického záchranáře. Většina článků uvádí nutnost držet se striktních pravidel v pozici záchranáře, která avšak nejsou průkazná z důvodu nízkého počtu provedených studií. Z toho plyne, že by se mělo více zabývat touto problematikou a podrobit ji více výzkumům v tomto okruhu. Většina extrakorporálních membránových oxygenátorů se zavádí na specializovaném pracovišti, kde tito pacienti jsou hospitalizováni a nevyužívají služeb zdravotnické záchranné služby. Je zde možnost setkání se s tímto pacientem během sekundárního transportu na ECMO nebo třídění pacienta na primárním výjezdu k následné extrakorporální resuscitaci. Dále se čím dál více implantuje dlouhodobá mechanická podpora, se kterou může pacient být i v domácím prostředí, kam můžeme být zavoláni. Měly by se dosáhnout shody v postupu u těchto pacientů, nicméně je to těžké z důvodů malého procenta obyvatel, kteří tato zařízení používají. Dalším důvodem může být nízká četnost akutních zásahů ZZS u těchto pacientů.

Práce popisuje funkci ECMO a dlouhodobé mechanické podpory, jejich zavedení a druhy systémů. Vystihuje, v jakých situacích se zdravotnický záchranář může setkat s těmito přístroji. Uvádí, jak na tyto systémy reagovat, postupovat, seznamuje se s riziky, která mohou u těchto pacientů nastat v přednemocniční péči a během transportu do nemocničního zařízení. Dále popisuje specifika péče u těchto pacientů, což představuje novou problematiku a nové výzvy v poskytování neodkladné péče.

Význam této práce vidím v přínosu sumarizace a zdrojů informací a studijních materiálů o mechanických srdečních podporách z pohledu zdravotnického záchranáře pro zdravotnické pracovníky. Psáním této bakalářské práce jsem se naučil více o tomto typu podpor a rozšířil tak své znalosti v této oblasti, které mohu využívat ve své praxi na záchranné službě.

Limitací u této bakalářské práce byl nedostatek studií k tématu postavení záchranáře v této problematice. Nedostatek dat ze studií je dán stále relativně nízkým podílem těchto pacientů v objemu péče poskytované ZZS v České republice. Proto

doufám, že do budoucna bude více studií na tuto problematiku, díky kterým se dojde k jasným postupům a přístupu zdravotnických záchranářů k pacientům připojeným na těchto přístrojích.

Závěr

Mechanické srdeční podpory a jejich používání ve zdravotnictví jsou velice rozšířené, ale jako zdravotničtí záchranáři se s nimi setkáme málokdy, a proto jsem zpracovával tuto bakalářskou práci. Díky ní se může každý dozvědět o funkcích, rozšířeních a nových druzích dlouhodobé srdeční podpory, která je v ČR málo rozvinutá, ale je na vzestupu.

V prvním dílčím cíli jsem se věnoval samotné extrakorporální membránové oxygenaci, jak se dělí, zavádění kanyl, indikacím a kontraindikacím. Sekundární transport pacienta na ECMO zařízení je jedna z možností, kdy se s ním mohou záchranáři potkat. Převoz tohoto pacienta je velice obtížný z důvodů náročnosti vyžadované péče a vybavení potřebného pro transport. Velice častá jsou rizika, kterých není málo a provázejí tak záchranáře nebo ECMO team na cestě. Ten team by měl umět na ně adekvátně reagovat, aby se nezhoršil stav pacienta. Důležitou součástí je způsob transportu, který je rozdělen na silniční nebo leteckou dopravu. Každá má každá své výhody i nevýhody. Pacient a jednotka ECMO konzole musí být dostatečně zajištěná, aby neohrozila pacienta ani zdravotnický personál. Vyřešit se to dá vyrobením vozidla přímo na míru k minimalizování pohybu jednotky při jízdě. Nedílnou součástí je monitorace životních funkcí k zajištění stabilního stavu. Proto bych sekundární transport doporučil, pokud se minimalizují veškerá rizika s ním spojená.

V druhém dílčím cíli jsem psal o extrakorporální membránové resuscitaci a seznámení s ní. Zjišťuji, zda je tato metoda ECPR více účinná než konvenční užití KPR, a jak může záchranář přispět pro zahájení nemocniční ECPR u pacienta. I když zdravotnický záchranář nezavádí nebo přímo nezasahuje do funkce ECPR, tak hraje významnou roli z důvodů třídění pacientů založeného na kritériích, které každý pacient musí splnit, aby byl připojen na systém ECPR. Dále popisuji následnou zdravotnickou péči o pacienty po ECPR, aby měli nejlepší konečné výsledky. V použití ECPR oproti KPR vychází ECPR s výsledkem, že je pro řešení srdečního nebo plicního selhání lepší, díky němu se může zachránit více životů.

Ve třetím cíli se ptám, s jakými specifiky u pacientů s dlouhodobou mechanickou podporou srdeční se zdravotnický záchranář může setkat a jak by měl na ně reagovat. Také zda záchranář dokáže adekvátně tyto situace vyřešit. Ukázalo se, že tito pacienti

mohou mít složitější monitorování fyziologických funkcí a diagnostiku pacientova stavu. Z toho důvodu je důležité přistupovat k postiženému zřetelně a myslet na různé faktory, které by mohly vykazovat různé artefakty a následně chybnou diagnózu. Pokud bude zdravotnický záchranář seznámen s touto podporou a bude seznámen o nebezpečí spojených s tímto přístrojem, zvládl by vyřešit tuto situaci sám, popřípadě s lékařem na telefonu. Za mě je tento způsob podpory málo rozvinutý, ale časem se začne používat ve větší míře. Z toho důvodu si myslím, že tato práce přinesla potřebné znalosti o této problematice, se kterou se může potkat jakýkoliv záchranář.

Referenční seznam

BENSON, Matthew, Jamie EASTMAN, Deborah ALLEN, Kevin MUMMA a B. Jason THEILING. Critical Care Transport of the Temporary Portable Ventricular Support Device. *Air Medical Journal* [online]. 2021, 40(6), 390-394 [cit. 2023-04-02]. ISSN 1067991X.

BOWLES, C. T., R. HARDS, N. WRIGHTSON et al. Algorithms to guide ambulance clinicians in the management of emergencies in patients with implanted rotary left ventricular assist devices. *Emergency medicine journal: EMJ* [online]. 2017, 34(12), 842-850 [cit. 2023-04-02]. ISSN 14720213.

DAVIES, G.; CHESTERS, A. Transport of the trauma patient. *British journal of anaesthesia*, 2015, 115.1: 33-37.

DEW, Mary Amanda et al. The 2018 ISHLT/APM/AST/ICCAC/STSW recommendations for the psychosocial evaluation of adult cardiothoracic transplant candidates and candidates for long-term mechanical circulatory support. *Psychosomatics*, 2018, 59.5: 415-440.

FERRARI, Markus; KRUZLIAK, Peter; SPILIOPOULOS, Kyriakos. An insight into short-and long-term mechanical circulatory support systems. *Clinical Research in Cardiology*, 2015, 104: 95-111.

GOEBEL, Mat, Christopher TAINTER, Christopher KAHN, James V. DUNFORD, John SERRA, Jodie PIERCE a J. Joelle DONOFRIO. An Urban 9-1-1 System's Experience with Left Ventricular Assist Device Patients. *Prehospital Emergency Care* [online]. 2019, 23(4), 560-565 [cit. 2023-04-02]. ISSN 10903127.

HO, Andrew Fu Wah; ONG, Marcus Eng Hock. Transportation during and after cardiac arrest: who, when, how and where?. *Current Opinion in Critical Care*, 2021, 27.3: 223-231.

KAUTZNER, Josef a Vojtěch MELENOVSKÝ. *Srdeční selhání: aktuality pro klinickou praxi*. Praha: Mladá fronta, 2015. Edice postgraduální medicíny. ISBN 978-80-204-3573-6.

KETTNER, Jiří a Josef KAUTZNER. *Akutní kardiologie*. 3., přepracované a doplněné vydání. Praha: Grada Publishing, 2021. ISBN 978-80-271-3096-2.

KILNER, Thomas, Benjamin L STANTON a Stefan M MAZUR. Prehospital extracorporeal cardiopulmonary resuscitation for out-of-hospital cardiac arrest: A retrospective eligibility study. *Emergency Medicine Australasia* [online]. 2019, 31(6), 1007-1013 [cit. 2023-03-20]. ISSN 17426731.

KIRKLIN, James K. et al. Long-term mechanical circulatory support (destination therapy): on track to compete with heart transplantation? *The Journal of thoracic and cardiovascular surgery*, 2012, 144.3: 584-603.

KUMAR, Kuppuswamy Madhan. ECPR—extracorporeal cardiopulmonary resuscitation. *Indian Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, 2021, 37.Suppl 2: 294-302.

LABIB, Ahmed. Road transport on ECMO: The key elements. *Qatar Medical Journal*, 2017, 2017.1: 50.

LABIB, Ahmed; ALINIER, Guillaume. Transport and retrieval on extracorporeal membrane oxygenation (ECMO): setup and activities of an immersive transport and retrieval on ECMO workshop. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*, 2021, 35.6: 1603-1610.

LAMHAUT, Lionel et al. A pre-hospital extracorporeal cardio pulmonary resuscitation (ECPR) strategy for treatment of refractory out hospital cardiac arrest: an observational study and propensity analysis. *Resuscitation*, 2017, 117: 109-117.

MAKDISI, George; WANG, I.-wen. Extra Corporeal Membrane Oxygenation (ECMO) review of a lifesaving technology. *Journal of thoracic disease*, 2015, 7.7: E166.

MOSIER, Jarrod M. et al. Extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) for critically ill adults in the emergency department: history, current applications, and future directions. *Critical Care*, 2015, 19.1: 1-8.

NWOZUZU, Adambeke; FONTES, Manuel L.; SCHONBERGER, Robert B. Mobile extracorporeal membrane oxygenation teams: the North American versus the European experience. *Journal of cardiothoracic and vascular anesthesia*, 2016, 30.6: 1441-1448.

POTAPOV, Evgenij V. et al. 2019 EACTS Expert Consensus on long-term mechanical circulatory support. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*, 2019, 56.2: 230-270.

ROUSE, C. P., J. MEKWAN, P. ATKINSON et al. Introduction of an Extracorporeal Cardiopulmonary Resuscitation Eligibility Protocol for Paramedics in Atlantic Canada: A Pilot Knowledge Translation Project. *Cureus* [online]. 2019, 11(11), e6185 [cit. 2023-04-02]. ISSN 21688184.

TWOHIG, Callum J. et al. A systematic literature review and meta-analysis of the effectiveness of extracorporeal-CPR versus conventional-CPR for adult patients in cardiac arrest. *Journal of the Intensive Care Society*, 2019, 20.4: 347-357.

Seznam zkratek

ABR – Acidobazická rovnováha

ALS – Advanced life support

BVAD – Oboustranná srdeční podpora

CMP – Cévní mozková příhoda

CO² – Oxid uhličitý

CT – Počítačová tomografie

DMSP – Dlouhodobá mechanická srdeční podpora

ECHO – Echokardiografie

ECMO – Extrakorporální membránová oxygenace

ECPR – Extrakorporální resuscitace

EEG – Elektro Encefalografie

EKG – Elektrokardiogram

KPR – Kardiopulmonální resuscitace

MPS – Mechanická podpora srdeční

MRI – Magnetická rezonance

LVAD – Levostranná srdeční podpora

PICCO – Kardiopulmonální monitorování

RVAD – Pravostranná srdeční podpora

NIRS – regionální saturace hemoglobinu

NSE – Neuron specifická enoláza

VA-ECMO – Veno arteriální extrakorporální membránová oxygenace

VV-ECMO – Veno venózní extrakorporální membránová oxygenace