

Univerzita Pardubice
Fakulta zdravotnických studií

Extrakorporální membránová oxygenace u pacientů v kritickém stavu

Jan Šoupal

Bakalářská práce

2016

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jan Šoupal**
Osobní číslo: **Z13170**
Studijní program: **B5345 Specializace ve zdravotnictví**
Studijní obor: **Zdravotnický záchranář**
Název tématu: **Extrakorporální membránová oxygenace u pacientů v kritickém stavu**
Zadávací katedra: **Katedra klinických oborů**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Studium literatury, sběr informací a popis současné problematiky.
2. Stanovení cílů a výzkumných otázek.
3. Stanovení vhodné metodiky.
4. Rešerše odborné literatury.
5. Zpracování teoretické práce.
6. Recenze odborné literatury.
7. Analýza a interpretace získaných dat.
8. Závěr, kritické zhodnocení.

Rozsah grafických prací: **dle doporučení vedoucího**

Rozsah pracovní zprávy: **35 stran**

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

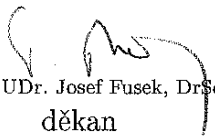
Seznam odborné literatury:

1. **BELOHLÁVEK, Jan, Karel KUCERA, Jiri JARKOVSKY, et al.** Hyperinvasive approach to out-of hospital cardiac arrest using mechanical chest compression device, prehospital intraarrest cooling, extracorporeal life support and early invasive assessment compared to standard of care. A randomized parallel groups comparative study proposal. "Prague OHCA study". Journal of Translational Medicine [online]. 2012. Vol. 10, No.1, [cit. 2016-02-18]. DOI: 10.1186/1479-5876-10-163. ISSN 1479-5876.
2. **BĚLOHLÁVEK, Jan ROHN, Vilém KUNSTÝŘ, Jan, et al.** Profil pacientů léčených extrakorporální membránovou oxygenací (ECMO). Intervenční a akutní kardiologie, 2010. roč. 9, č. 3, s. 121-128. ISSN: 1213-807X.
3. **OŠTÁDAL, Petr a Jan BĚLOHLÁVEK.** ECMO: extrakorporální membránová oxygenace ; manuál pro použití u dospělých. 1. vyd. Praha: Maxdorf, 2013. 83 s. ISBN 978-80-7345-365-7.
4. **SANGALLI, Fabio, Nicolo PATRONITI a Antonio PESENTI (eds.).** ECMO-Extracorporeal life support in adults [online]. Italia: Springer, 2014. ISBN 978-88-470-5427-1.
5. **STUB, Dion, Stephen BERNARD, Vincent PELLEGRINO, et al.** Refractory cardiac arrest treated with mechanical CPR, hypothermia, ECMO and early reperfusion (the CHEER trial). Resuscitation [online]. 2015. Vol. 86, pp. 88-94 [cit. 2016-02-18]. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2014.09.010. ISSN 03009572. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0300957214007515>.
6. **ŠEVČÍK, Pavel (ed.).** Intenzivní medicína. 3. přeprac. a rozš. vyd. Praha: Galén, 2014. 1195 s. ISBN 978-80-7492-066-0.

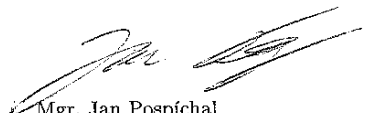
Vedoucí bakalářské práce: **Mgr. Linda Dvorská**
Katedra klinických oborů

Datum zadání bakalářské práce: **1. prosince 2014**

Termín odevzdání bakalářské práce: **9. května 2016**


prof. MUDr. Josef Fusek, DrSc.
děkan

L.S.


Mgr. Jan Pospíchal
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 29. února 2016

Prohlášení autora

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne 9. 5. 2016

Jan Šoupal

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych rád poděkoval mé vedoucí práce paní Mgr. Lindě Dvorské za její ochotu, čas a cenné rady při tvorbě této práce

ANOTACE

Tato bakalářská práce se zaměřuje na extrakorporální membránovou oxygenaci (dále ECMO), která se v dnešní době jeví jako jedna z možností léčby specifických stavů, které jsou refrakterní k běžným léčebným metodám. Konkrétně se věnuje problematice refrakterních srdečních zástav. V prvním úseku teoretické části popisuje základní informace o ECMO a ve druhém se věnuje možnostem léčby refrakterních zástav. Stěžejní je přehled publikací, které porovnávají účinnost léčby srdečních zástav pomocí standardní metody a metody extrakorporální.

KLÍČOVÁ SLOVA

ECMO, srdeční zástava, extrakorporální kardiopulmonální resuscitace, konvenční kardiopulmonální resuscitace, přežití, neurologický výsledek

TITLE

Extracorporeal membrane oxygenation for critically ill patients

ANNOTATION

This bachelor thesis focuses on extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) which is currently as one possible treatment of specific illnesses which are refractory to conventional methods. Concretely this thesis focuses on the issue of refractory cardiac arrest. The first phase of theoretical part discusses basic information about ECMO while the second phase is dedicated to the possible treatment options of refractory cardiac arrest. The main body of this work is a systematic review of publications that compare the effectiveness of cardiac arrest treatments with the help of conventional or extracorporeal methods.

KEYWORDS

ECMO, cardiac arrest, extracorporeal cardiopulmonary resuscitation, conventional cardiopulmonary resuscitation, survival, neurological outcome

OBSAH

0	Úvod.....	12
1	Teoretická část	15
1.1	Extrakorporální membránová oxygenace (ECMO)	15
1.1.1	Historie extrakorporální membránové oxygenace	15
1.1.2	Základní aspekty fyziologie během mimotělní podpory.....	16
1.1.3	Okruh ECMO	16
1.1.4	Kanylace.....	18
1.1.5	Spouštění, základní nastavení po spuštění a další úpravy ECMO	19
1.1.6	Koagulace a antikoagulace.....	21
1.1.7	Venoarteriální ECMO (VA ECMO)	22
1.1.8	Venovenózní ECMO (VV ECMO).....	25
1.1.9	Monitorace při ECMO	26
1.1.10	Komplikace	28
1.2	Možnosti léčby refrakterních srdečních zástav	30
1.2.1	Konvenční kardiopulmonální resuscitace (CCPR)	30
1.2.2	Extrakorporální kardiopulmonální resuscitace (ECPR).....	33
2	Přehled publikací.....	37
2.1	Metodika	37
2.2	Hodnocení vybraných studií	44
3	Diskuse.....	63
4	Závěr	65
5	Použitá literatura	66
6	Přílohy.....	72

SEZNAM ILUSTRACÍ A TABULEK

Obrázek 1 Vývojový diagram zahrnutých studií	43
Tabulka 1 Přehled přijímacích a vylučovacích kritérií k review otázce	38
Tabulka 2 Přehled klíčových slov přiřazených k review otázce	39
Tabulka 3 Počty nalezených článků pro jednotlivá klíčová slova a kombinace - PubMed	40
Tabulka 4 Počty nalezených článků pro jednotlivá klíčová slova a kombinace – CINAHL plus with full text	41
Tabulka 5 Přehled zahrnutých studií	44
Tabulka 6 Hodnotící nástroj pro studii č. 1	46
Tabulka 7 Hodnotící nástroj pro studii č. 2	48
Tabulka 8 Hodnotící nástroj pro studii č. 3	50
Tabulka 9 Hodnotící nástroj pro studii č. 4	53
Tabulka 10 Hodnotící nástroj pro studii č. 5	56
Tabulka 11 Hodnotící nástroj pro studii č. 6	58
Tabulka 12 Hodnotící nástroj pro studii č. 7	60
Tabulka 13 Hodnotící nástroj pro studii č. 8	62

SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK

ACT	Activated Clotting Time
AED	Automated external defibrillator
AIM	Akutní infarkt myokardu
ALS	Advanced life support
aPTT	Activated partial thromboplastin time
ARDS	Acute respiratory distress syndrome
ATB	Antibiotikum
BLS	Basic life support
BMI	Body-mass index
CCPR	Conventional cardiopulmonary resuscitation
CMP	Cevní mozková příhoda
CO	Cardiac output
CO ₂	Oxid uhličitý
CPC	Cerebral performance category
DNR	Do not resuscitate
ECLS	Extracorporeal life support
ECMO	Extracorporeal membrane oxygenation
ECPR	Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation
ERC	European Resuscitation Council
FiO ₂	Inspirační koncentrace kyslíku
GIT	Gastro-intestinální trakt
HIT	Heparin induced thrombocytopenia
CHOPN	Chronická obstrukční plicní nemoc

IABP	Intra-aortic balloon counterpulsation
IHCA	In-hospital cardiac arrest
JB	the Joanna Briggs Institute
KF	Komorová fibrilace
KPR	Kardiopulmonální resuscitace
KT	Komorová tachykardie
NIRS	Near infrared spectroscopy
NZO	Náhlá zástava oběhu
O ₂	Kyslík
OHCA	Out-of-hospital cardiac arrest
paCO ₂	Parciální tlak oxidu uhličitého v arteriální krvi
paO ₂	Parciální tlak kyslíku v arteriální krvi
PCI	Percutaneous coronary intervention
pCO ₂	Parciální tlak oxidu uhličitého
PEA	Pulseless electric activity
pH	Potenciál vodíku
PSM	Propensity-score matching
PVC	Polyvinylchlorid
RCT	Randomizovaná kontrolovaná studie
ROSB	Return of spontaneous beating
ROSC	Return of spontaneous circulation
SpO ₂	Saturace krve kyslíkem
SvO ₂	Saturace smíšené venózní krve kyslíkem
TANR	Telefonicky asistovaná neodkladná resuscitace

UPV	Umělá plicní ventilace
VA ECMO	Venoarteriální extrakorporální membránová oxygenace
VAD	Ventricular assist device
VAV ECMO	Venoarteriovenózní extrakorporální membránová oxygenace
VV ECMO	Venovenózní Eextrakorporální membránová oxygenace
ZZS	Zdravotnická záchranná služba

0 ÚVOD

„ Zdraví není vším, ale bez zdraví je všechno ničím. “

(Arthur Schopenhauer)

Extrakorporální membránová oxygenace (extracorporeal membrane oxygenation - ECMO) je v dnešní době důležitou a uznávanou záchrannou metodou, při které se uplatňuje podpora života pomocí mimotělního oběhu, který zajistí správnou oxygenaci pacienta.

Využívá se k léčbě vysoce specifických a těžkých stavů, které jsou spojené s obrovskou mírou mortality. Jedním z takových stavů jsou srdeční zástavy, které nereagují na běžnou kardiopulmonální resuscitaci. Ačkoliv jsou pro konvenční kardiopulmonální resuscitaci (dále CCPR) perfektně vypracované a přesně definované postupy, procento přežití s dobrým neurologickým výsledkem je velice malé. Jak Hazinski¹ ve své práci publikoval, světová úspěšnost kardiopulmonální resuscitace (dále KPR) poskytovaná záchrannou službou se pohybuje v rozmezí 5-15 %. Stub² dále dodává, že se zástavou delší jak 15 minut klesá šance na přežití až na 2 %. Právě problematika refrakterních zástav mě přivedla k sepsání této práce.

V posledních letech se metoda tzv. extrakorporální kardiopulmonální resuscitace (dále ECPR) začíná dostávat do popředí a podvědomí velkých center a získává svoje místo v léčbě pacientů s potenciálně reverzibilní příčinou zástavy, u kterých je velká pravděpodobnost úmrtí. Nicméně i přes rostoucí počet publikací, které se léčbou pomocí ECPR zabývají, zde není přesně definovaný protokol léčby ani indikace k napojení a centra proto musí těžit z vlastních zkušeností a metodických postupů.

Právě proto se jedna z částí této práce zabývá problematikou refrakterních zástav, jejich managementem a přístupem k pacientovi v přednemocniční a nemocniční péči. Vychází především z doporučení českého kardiocentra Všeobecné fakultní nemocnice Praha, ve kterém probíhá rozsáhlá studie zabývající se touto problematikou. V teoretické části se mimo jiné čtenáři seznámí s obecnými informacemi o ECMO, dalšími akutními indikacemi k jeho napojení a komplikacemi spojenými s touto léčebnou metodou.

Hlavním milníkem této práce je vytvoření a zhodnocení literárního přehledu, který je zaměřený na porovnání léčby u pacientů s náhlou zástavou oběhu u které se předpokládá kardiální příčina a je refrakterní ke standartní léčbě.

Primárním výstupem je pak porovnání výsledků přežití u pacientů resuscitovaných pomocí ECPR s pacienty léčenými CCPR. Sekundární výstup je zaměřen na zhodnocení neurologického stavu, který měli přeživší pacienti z obou skupin.

CÍLE PRÁCE

1. V rámci teoretické práce shrnout základní informace o ECMO.
2. V rámci teoretické práce shrnout standartní a extrakorporální postupy při zajištění pacienta s refrakterní srdeční zástavou.
3. Pomocí rešerše dostupných studií porovnat výsledky přežití u pacientů s refrakterní zástavou léčených extrakorporální kardiopulmonální resuscitací nebo konvenční kardiopulmonální resuscitací.
4. Pomocí rešerše dostupných studií zjistit, zda se extrakorporální kardiopulmonální resuscitací dá docílit lepšího neurologického výsledku (CPC 1-2) než resuscitací konvenční.

1 TEORETICKÁ ČÁST

1.1 Extrakorporální membránová oxygenace (ECMO)

1.1.1 Historie extrakorporální membránové oxygenace

Umělá oxygenace je téma, které lákalo vědce už od raných začátků moderní medicíny. Mezi první pokusy o umělé okysličení krve se pokusili v roce 1896 dva vědci Ludwig a Schmidt, kdy protřepávali defibrinovanou krev v balónku se vzduchem. Dalšího pokroku se dosáhlo o 10 let déle, kdy proběhly pokusy o perfuzi izolované ledviny jednoduchým “bublinovým oxygenátorem”. Prvních pár typů oxygenátorů bylo vytvořeno už v prvních letech 20. století, nicméně zde byl problém, který brzdil celý vývoj, a to neschopnost zabránění hemolýzy a trombózy. Vše se změnilo až roku 1916, kdy byl vynalezen heparin³.

První úspěšná extrakorporální podpora byla provedena v padesátých letech minulého století doktorem Johnem Gibbonem. Gibbon také popsal, jak by taková podpora mohla fungovat v emergentních situacích. Tato myšlenka byla zatím proveditelná pouze na teoretické rovině, prakticky narážela na fakt, že se podpora nemohla udržovat déle, než 6 hodin. Toto bylo dáno hlavně nevratným poškozením krevních buněk, což bylo způsobeno přímým vystavením krve plynu. Vložením membrány mezi krev a proudící plyn se vyřešila většina problémů a tato technologická inovace způsobila prodloužení podpory³.

První úspěšnou prolongovanou podporu uskutečnil v roce 1971 doktor J. Donald Hill. Provedena byla u dvaceti čtyř letého pacienta trpícího posttraumatickým ARDS. Podpora byla ukončena po třech dnech. Tento úspěch, spolu s úspěšnou léčbou novorozené holčičky v roce 1975 zajistil zvýšení zájmu a rozšíření ECMO³.

Svoje místo získala hlavně v léčbě neonatálních a pediatrických pacientů, léčba dospělých byla vzácná a prováděla je pouze vysoce specializovaná pracoviště. Postupným zlepšováním technologií a materiálů, používaných v léčbě pomocí ECMO, a s příchodem nových onemocnění (hlavně chřipky A/H1N1), se využívání extrakorporální membránové podpory začíná dostávat do popředí, což hraje velmi důležitou roli v léčbě všech dosud neléčitelných stavů³.

1.1.2 Základní aspekty fyziologie během mimotělní podpory

Každá forma života, až na Archeobacterie⁴, je závislá na oxygenaci, která probíhá na buněčné úrovni. Dochází při ní k sérii reakcí za kterých se uvolňuje chemická energie potřebná pro zajištění aktivního transportu látek skrze membránu, syntézu vlastních látek a produkci tepla. Při takové spotřebě kyslíku vzniká oxid uhličitý, který se uvolňuje do okolí. Pro zajištění přísunu kyslíku a odvodu oxidu uhličitého je zapotřebí transportního systému, který nám zajistí přesun dýchacích plynů mezi vnějším prostředím a buňkami jednotlivých tkání⁵. U člověka toto zajišťuje kardiorespirační oběhový systém, který dýchací plyny transportuje, absorbuje a eliminuje⁴. Celý proces je závislý na obousměrné difuzi dýchacích plynů, která je dána jejich parciálními tlaky a probíhá ve směru tlakového gradientu⁵.

Základ moderní medicíny spočívá v zajištění funkce kardio-respiračního systému. ECMO v dnešní době představuje jediný možný způsob, jak plně nahradit a zajistit tyto nejdůležitější životní funkce a udržet homeostázu. ECMO se skládá z techniky založené na odklonění pacientovi venózní krve do umělého extrakorporálního oxygenátoru, který zajistí oxygenaci a dekarboxylaci. Následně je krev vehnána zpět do oběhu. Může být redistribuována buď do venózního anebo arteriálního řečiště skrze periferní nebo centrální systém kanyl. U venoarteriálního zajištění je prováděna systémová cirkulační podpora, která udržuje hemodynamiku, kdežto u venovenózního zajištění není tato podpora možná. Řízení mimotělní podpory je poslední hranice aplikované fyziologie. Je důležitá dobrá znalost hemodynamické a respirační fyziologie⁴.

1.1.3 Okruh ECMO

Pro kvalitní a správnou podporu je nezbytné zajistit průtok krve okruhem, její oxygenaci s dekarboxylací a vyhnout se případným komplikacím. Toto vše je dáno perfektní přípravou přístroje, kvalitou jeho komponentů a následnou obsluhou. Okruh ECMO se obvykle skládá z nasávací (inflow) kanyly, propojovacím systémem PVC hadic, centrifugální pumpy, teplotního výměníku, který je připojen na polymethylpentenový oxygenátor a výpustné (outflow) kanyly (viz příloha A-D). Celý tento okruh je velice kompaktní a flexibilní pro transport, mobilizaci a základní péči o pacienta ve zdravotnickém zařízení⁶.

Centrifugální krevní pumpa

Je základem každého okruhu. Ovládá se pomocí řídicí jednotky, u které je nutné přesné nastavení parametrů a bezpečnostní alarmů⁷. Centrifugální pumpy jsou neokluzivní a fungují na principu odstředivé síly⁶. Díky tomuto aspektu je velice sníženo riziko tvorby vzduchových bublin v okruhu a nedochází k tak velké traumatizaci krevních elementů, jako v případě pump okluzivních. Má to ale i svou nevýhodu, a tou je riziko zpětného toku⁷. Některé konzole jsou tedy vybavené anti-refluxním systémem⁶. Jelikož se nejedná o rotační pumpu, jakou můžeme vidět v případě otevřených mimotělních oběhů, není nutný rezervoár. Systém je tak uzavřený a pumpa nemusí být striktně umístěna v určité výši závislé na poloze pacienta, což velice zjednodušuje transport a manipulaci⁸. Průtok je kontrolován pomocí elektromagnetických nebo ultrazvukových flow metrů⁶. Výkon čerpadla je závislý na přítoku krve do pumpy a na odporu za pumpou. Vlastní výkon pumpy se tedy mění v závislosti na těchto parametrech, dále také na pozici kanyl, jejich průměrem a polohou pacienta⁷.

Membránový oxygenátor

Membránový oxygenátor je další stěžejní součást okruhu, je napojován distálně od centrifugální pumpy⁶. Existuje celá řada oxygenátorů od různých výrobců, které se liší provedením, použitými materiály, uspořádáním a coatingem neboli povrchem. Na českých pracovištích se můžeme nejčastěji setkávat s oxygenátory, které obsahují dutá vlákna polymethylpentenu⁷. Samotná vlákna jsou pokryta speciálním materiálem, který zabraňuje úniku plazmy⁶ a nižší konzumaci krevních destiček⁸. Životnost těchto oxygenátorů je vysoká a výměna je nutná většinou po 30 dnech používání⁷. Výměna plynů je zajištěna difuzí přes semipermeabilní membránu, která je podmíněna tlakovým gradientem na obou stranách. Neexistuje zde žádná možnost, že by se krev potkala s dýchacími plyny⁶. Proto abychom mohli regulovat přesné složení a průtok dýchacích plynů potřebujeme tzv. gas blender neboli směšovač⁷. Průtok směsi má hlavní podíl na extrakci oxidu uhličitého a řídíme se podle FiO_2 , kterou nastavujeme od fyziologických 21 % až do 100 % O_2 ⁶. Velikou výhodou je také možné napojení tepelného výměníku na okruh a tím zajištění správné teploty pacienta. Využívá se hlavně při řízené terapeutické hypotermii u pacientů po resuscitaci⁷. Dýchací plyny jsou do oxygenátoru přiváděny přes systém redukčních ventilů, průtokoměrů a směšovače z centrálního rozvodu. V případě poruchy, transportu

atd. zajišťují přísun plynů tlakové láhve. V případě ECMO není tolik nutná obava z vysokých frakcí O₂ jako u UPV⁸.

Kanyly a jejich volba

Krevní průtok v okruhu je z velké míry dán velikostí použitých kanyl, designem a pozicí kanyl⁶. Výběr kanyl se různí podle typu pracoviště a týmu, který se na zavedení ECMO kanyl podílí. Kardiochirurgové dávají přednost kanylám širším⁷. Nicméně ve většině center se dnes dává přednost punkčnímu perifernímu zavedení kanyl o menší velikosti, a to 20-28 F u inflow kanyl a 15-23 F u outflow kanyl. Inflow kanyly jsou delší (cca 55 cm) než outflow kanyly⁶.

Díky tomu je možnost zajistit extrakorporální průtok přes 5 l/min, což je dostatečné ve většině případů. Výhodou menších kanyl je snížení rizika poškození cév a obstrukcí tepen následnou ischemií. Široké kanyly zase snižují riziko poškození krevních elementů dané vysokým průtokem nebo tlakem v okruhu. Dále jsou inflow kanyly schopné efektivně zachovat nižší negativní tlak a proto zde tolik nehrozí riziko vzniku bublin. Při předpokládané delší době, kdy bude nutná podpora ECMO se využívají kanyly potažené heparinem tzv. heparin-coated kanyly, které jsou certifikované na delší použití a nehrozí u nich vznik sraženin⁷.

1.1.4 Kanylace

Jaká bude technika zavedení, přístupu a typ podpory ECMO je vždy dáno stavem pacienta a mělo by to být přísně definováno. Je nutné si předem zrekapitulovat, co a jak bude pro pacienta nejlepší, pak se rozhodovat, zda se zvolí přístup centrální nebo periferní a zda bude lepší perkutánní nebo chirurgická aplikace. Kanyly se nejčastěji zavádějí na katetrizačním sále pod skiaskopickou kontrolou, ale není to vždy nutné a ani to není podmínkou, využít se dá také prostředí urgentního příjmu, operační sály nebo patientská lůžka na oddělení. Pokud to situace vyžaduje a zavedení ECMO kanyl je vysoce urgentní, nemusí se využívat skiaskopická kontrola nebo předchozí angiografické či ultrazvukové cévní vyšetření. Postačí zavedení venózních a arteriálních sheatů o velikosti 5-7 F, kde se pomocí vyšetření krevních plynů, tlaků nebo ultrasonograficky zjistí, zda je lékař v žíle nebo tepně. Provádí se tak z důvodů, že v častých emergentních stavech vyžadujících VA ECMO (kardiogenní šok, srdeční zástava) není tak znatelný rozdíl v barvě a ani tlaku krve,

tudíž by mohlo dojít ke špatnému zavedení. U urgentních stavů se v našich podmínkách nejčastěji využívá perkutánní zajištění periferních cév⁷.

Provádí se standartní seldingerovskou metodou po opakovaných dilatacích podkoží⁹. Zaváděcí sety standardně obsahují set dilatátorů, ale jsou i výrobci u kterých se musejí objednávat separátně. Při zavádění kanyly se vždy používá tuhý vodící drát, který zaručí podporu kanyle a sníží riziko zalomení či zkroucení v podkoží a tím následné poranění cévy či její neúspěšnou kanylaci. Před vlastním zavedením je třeba se ubezpečit, zda jsou připravené alespoň 4 sterilní svorky, sloužící k uzavření kanyl a konců okruhů před napojením, dále dostatek fyziologického roztoku k naplnění kanyl a konce okruhu. Je nutné si zjistit, zda hodnota ACT je > 200 s nebo aPTT > 60 sekund⁷.

Občas se v okruhu po napojení kanyl mohou vyskytovat vzduchové bubliny, pokud se tak stane, je nutné okruh rozpojit a napojení opakovat. Za zvážení stojí, zda neosadit kanyly rozbočkami, či osadit boční výstup u arteriální kanyly trojcestným kohoutem pro případné řešení komplikací, jako je hypoperfuze kanylované končetiny. Umístění kanyl se kontroluje skiaskopicky či pomocí echokardiografie, buď transtorakální nebo transezofageální⁷.

1.1.5 Spouštění, základní nastavení po spuštění a další úpravy ECMO

Celý systém se spouští uvolněním svorek, které brání průtoku. Zároveň se kontinuálně zvyšují otáčky centrifugální pumpy a průtok dýchacích plynů oxygenátorem. U venoarteriální podpory se nechá pumpa vystoupat do 1000-2000 otáček za minutu a teprve poté je uvolněna poslední svorka, provádí se tak z důvodu zamezení zpětného toku (backflow) podle tlakového spádu z arterie do vény. Otáčky se pak nadále zvyšují, dokud není zajištěn dostatečný mimotělní průtok. Současně se zvyšuje i průtok plynů skrz oxygenátor⁷. Pokud není průtok u venózní drenáže dostatečný, může se eventuálně zavést druhá venózní kanyla⁸.

Co se týče základního nastavení, není jednoduché doporučit konkrétní parametry krevní pumpy či gas blenderu, vždy se jedná výhradně v souladu se stavem pacienta. Značně orientačně se dá říct, že u VV ECMO se začíná s průtokem cca 2 l/min, u VA ECMA s kardiogenním šokem na cca 3 l/m a u srdeční zástavy alespoň 4 l/min. Rychlost průtoku plynů je úměrná rychlosti krevního průtoku. Kyslíková frakce na gas blenderu je nastavena

na 50-100%. Samozřejmě hodnoty a parametry v úvodu se upravují podle výsledků vyšetření krevních plynů, systémového krevního tlaku a orgánové perfuze (např. NIRS)⁷.

Další úpravy mimotělního běhu se provádějí vždy na základě klinického nálezu daného pacienta, sleduje se periferní prokrvení, diuréza, stav vědomí, hodnoty PaO₂, PaCO₂, pH a SpO₂⁷.

U VV ECMO je možno při nízkém parciálním tlaku kyslíku navýšit frakci O₂ na směšovači. Pokud není navýšení dostatečné a hodnota FiO₂ je 100%, musí se zvýšit mimotělní průtok a průtok plynu na směšovači, nicméně se bude rychleji odstraňovat CO₂ a bude tedy docházet k hypokapnii⁷. Pokud je přítomna hyperkapnie, stačí zvýšit průtok plynů oxygenátorem⁸.

VA ECMO je složitější, hlavně proto, že je komplexnější a nahrazuje jak plíce, tak i srdeční funkci⁸. Je to dáno hlavně z důvodu dvou paralelně probíhajících krevních oběhů, které se rozbíhají v místě nasávací kanyly a sbíhají někde v průběhu aorty. Pokud je mimotělní průtok vyšší, než vlastní CO, setkávají se oběhy v blízkosti aortální chlopně, pokud je tomu naopak a vlastní CO je vyšší, tak se oba proudy setkávají v descendentní aortě. Důležité je si uvědomit, které tkáně budou zásobeny jakou krví. Nejpravděpodobněji budou vlastním oběhem zásobeny tkáně srdeční a mozkové, proto je nutná nejen dobrá oxygenace mimotělním oběhem, ale také vlastními plícemi⁷. Při známkách hypoperfuze se zvyšuje průtok systémem ECMO⁸. Je nutné si ale uvědomit, že zvyšováním extrakorporálního průtoku se zvyšuje afterload levé komory a tím se snižuje její vyprazdňování, proto je dobré udržovat mimotělní průtok na co nejmenší možné hodnotě. Se zvyšujícím se mimotělním průtokem je nutné zvýšení průtoku plynu, což má za následek udržení parciálních tlaků kyslíku a oxidu uhličitého. Co se regulace krevních plynů týče, funguje stejně jako u VV ECMO⁷. V případě hypotenzního pacienta je třeba rozlišit, zda se jedná o hypotenzi způsobenou nízkým průtokem nebo nízkou cévní rezistencí, pokud je průtok dostatečný a je třeba zvýšit cévní rezistenci, využívá se léčba vazopresory (noradrenalin, vazopresin)⁸.

U pacientů s VA ECMO je snaha o zachování pulzativní křivky krevního tlaku, alespoň na úrovni bazálního průtoku přes pravé srdeční oddíly, plíce a levé srdeční oddíly. Dělá se tak z důvodu předcházení vzniku trombů z nízkého průtoku těmito oblastmi. IABP lze zavést při potřebě lepšího vyprázdnění naprosto selhané levé komory srdeční. Zajistí tak lepší

distribuci okysličené krve do koronárních tepen. V případě renálního selhání lze pacienta napojit na jednu z eliminačních metod⁸.

1.1.6 Koagulace a antikoagulace

Pro vysoké riziko spojené s tvorbou krevních sraženin je velmi nutné pomyslet na antikoagulační léčbu. Díky zvýšenému kontaktu krve pacienta s umělým povrchem okruhu ECMO dochází k iniciální reakci plazmatických proteinů, které jsou zastoupené hlavně fibrinogenem, albuminem a γ -globuliny. Počáteční vrstvu reprezentuje zejména fibrinogen, který se pojí na povrch okruhu a je hlavním spouštěčem adheze trombocytů¹⁰. Současně se aktivuje koagulační kaskáda, při které nastává hemokoagulace způsobená interakcí plazmatických faktorů, končící vytvořením fibrinu a definitivního trombu⁵. Právě z tohoto důvodu je vnitřek povrchu okruhu, který je v kontaktu s krví potažen heparinem, je tzv. Heparin-coated, což má za následek snížení šance adheze krevních destiček a spuštění koagulace¹⁰.

Přes takto ošetřený vnitřní povrch okruhu, je pro prevenci vzniku trombu stěžejní systémová antikoagulace kontinuálně podávaného nefrakcionovaného heparinu. Dávka heparinu se stanovuje na základě výsledků a pravidelných kontrol ACT nebo aPTT (hodnoty ACT 160-200 s a aPTT 45-60 s). Hladina antitrombinu se udržuje v rozmezí 80 – 120 procent⁸. I přes výrazné rizika spojené s podáváním tohoto léku, je heparin pro ECMO nezbytný. Někteří autoři zastávají možnost mít tzv. heparin-free nebo no-anticoagulation-based ECMO. Tato strategie může být zohledněna v případech vysokého rizika nadměrného krvácení či pro traumatizované pacienty. Při heparinem indukované trombocytopenii (HIT) se doporučují alternativy heparinu, jako jsou přímé inhibitory trombinu např. bivalirudin. Jeho použití bylo spojeno s nižším výskytem krvácení, což potvrdili ve svých studiích Hirsh, Pollak, Pappalardo a Koster¹⁰. Bohužel tento lék není v České Republice pro humánní použití registrován. U nás se jako alternativa dá využít epoprostenol⁸.

1.1.7 Venoarteriální ECMO (VA ECMO)

Základní charakteristika metody

Venoarteriální ECMO je systém, který nezajišťuje pouze dekarboxylaci a oxygenaci jako ECMO venovenózní, ale zároveň je schopný částečně nebo úplně nahradit přečerpávací funkci srdce. Dochází při něm k nasávání venózní krve z pravé síně, která putuje do oxygenátoru, kde dochází k dekarboxylaci a oxygenaci. Následně je krev pod tlakem navracena do těla pacienta velkými tepnami. Vlivem jeho čerpací funkce je zajištěna lepší úroveň okysličení, než v případě VV ECMO⁷.

Je třeba si uvědomit, že tento systém se nemůže používat jako kauzální léčba, ale pouze jako prostředek, který je důležitý pro přečkání kritického období. Je s ním spojená nutnost stanovení cíle, ke kterému se snaží lékaři pacienta přivést. Mezi cíle řadíme především tzv. most či překlenutí k zotavení (bridge to recovery), dále překlenutí pro rozhodnutí (bridge to decision), které poskytne čas pro provedení nezbytných vyšetření či kvalifikovaných rozhodnutí a poslední, překlenutí k transplantaci srdce (bridge to transplant)⁷.

Základní principy

Výkon čerpadla určuje velikost podpory oběhu a je regulován hlavně centrifugální pumpou a jejími otáčkami, dále ho ovlivňuje systémová cévní rezistence pacienta a hadicový odpor systému s oxygenátorem⁸. Právě regulací rychlostí otáček pumpy zvyšujeme či snižujeme mimotělní průtok. Díky nastavení průtoku plynu skrze oxygenátor můžeme výrazně ovlivnit oxygenaci a dekarboxylaci. Pokud chceme pouze zvýšit oxygenaci a přitom zachovat pCO₂ zvýšíme koncentraci kyslíku ve směsi plynů v oxygenátoru⁷.

Umístění kanyl

Nejčastěji se využívá periferního zavedení kanyl, prováděného Seldingerovskou punkční metodou. Není vyloučené chirurgické zavedení pod přímou kontrolou zavedení či seldingerovská otevřená metoda. Ultrazvukové nebo angiografické vyšetření cév předchází samotné kanylací, pod podmínkou, že to situace dovolí. K zavedení se využívají nasávací (žilní inflow) kanyly a výpustné (arteriální outflow) kanyly. Žilní kanyla se nejčastěji zavádí cestou vena femoralis, popřípadě vena jugularis. Konec kanyly směřuje do pravé

síně nebo k ústí vena cava inferior do pravé síně. Pokud inflow kanyla špatně nasává krev z vena femoralis, lze využít další kanyly, nejčastěji přes vena jugularis, která je spojena Y-spojku. Arteriální kanyla se zavádí do arteria femoralis, eventuálně do arteria axilaris⁷. (Ukázka možného zavedení kanyl viz příloha E).

Indikace

Indikací k zavedení VA ECMO je mnoho a jejich výčet je značně variabilní. Spojuje je však jedna skutečnost a to taková, že všechny stavy, které se v akutní fázi řeší mimotělním oběhem, jsou refrakterní ke standardní léčbě. Často se s VA ECMO můžeme setkat v léčbě refrakterního kardiogenního nebo progredujícího šoku, kde bylo využito všech konvenčních prostředků pro zlepšení. Obrovský pokrok zaznamenala léčba ECMO u srdečních zástav, které jsou velmi významnou indikací z pohledu moderní medicíny. V této souvislosti se resuscitační technika za použití ECMO nazývá extrakorporální kardiopulmonální resuscitace (ECPR). Dále je možné ECMO využít v léčbě refrakterních arytmiických bouří, při otravě kardiodepresivními léky. Stavy, které jsou provázeny vysokou hemodynamickou nestabilitou a jsou refrakterní pro standardní léčbu (masivní plicní embolie, akcidentální hypotermie). Za zmínku také stojí těžké septické stavy, které měli za následek významné poškození srdce. Významné jsou také stavy vedoucí k hemodynamickému kolapsu nebo zástavě při PCI, či postkardiotomickému kardiogennímu šoku vzniklému během nebo po kardiochirurgickém zákroku⁷.

Pro tuto práci jsou stěžejní refrakterní srdeční zástavy, které jsou konkrétně popsány níže.

Refrakterní srdeční zástavy

Refrakterní srdeční zástavy jsou definovány jako zástavy, u kterých není docílen spontánní návrat oběhu (ROSC) do deseti minut při probíhající kardiopulmonální resuscitaci¹¹. Vznikají především z kardiálních příčin, dále pak nekardiálních externích a interních příčin. ECMO se používá výhradně u pacientů, kteří utrpěli zástavu z předpokládaných kardiálních příčin, proto se tato kapitola bude věnovat především této problematice.

Srdeční zástavy z kardiálních příčin můžeme také charakterizovat jako náhlou srdeční smrt. Projevuje se nejčastěji do jedné hodiny od začátku symptomů a charakterizuje ji náhle vzniklé bezvědomí. Objevuje se nejčastěji ve věku nad 45 let a je 2 – 3 častější u mužů než u žen. Nejběžnější příčinou náhlé srdeční smrti je ischemická choroba srdeční. U třetiny těchto pacientů se objevuje AIM. Další příčiny jsou kardiomyopatie (10 – 15 %),

srdeční vady a elektrofyzilogické abnormality (vrozený či získaný syndrom dlouhého intervalu QT, idiopatická fibrilace komor, komorová preexcitace apod.). Závažné arytmie často vznikají vlivem léků (hl. antiarytmika) nebo minerálové disbalance (hl. hypokalémie.). Zhruba v 4-5 % je popisována plicní embolie. S náhlou srdeční smrtí se můžeme setkat i u mladých sportovců a to zejména z důvodu kardiomyopatií, anomálií koronárních tepen nebo myokarditid¹².

Klinický obraz náhlé srdeční smrti je totožný jako u srdeční zástavy jiné etiologie. Vstupní rytmus je nejčastěji bezpulzová komorová tachyarytmie (buď KT nebo KF), asystolie popř. bezpulzová elektrická aktivita (PEA). Dochází k ní náhle, bez prodromů, někdy jí předchází symptomy, např. stenokardie, palpitace, slabost atd. Komorová tachykardie může být prvním projevem AIM, u kterého je mimo jiné důležité zprůchodnění postižené tepny pomocí PCI¹².

Léčebnými postupy a úspěšností terapií srdečních zástav se zabývají kapitoly níže.

Kontraindikace VA ECMO

Obecné kontraindikace léčby pomocí VA ECMO dělíme na absolutní a relativní. Mezi ty absolutní řadíme hlavně těžká poškození mozku, nevléčitelné onemocnění v pokročilém stádiu, disekce aorty, těžká aortální regurgitace, status nerozšířené léčby. Mezi relativní řadíme věk nad 75, těžkou obezitu s BMI nad 40, ireverzibilní poškození plic, pokročilé onemocnění jater, trauma s rozsáhlým krvácením, multiorgánové selhání, kontraindikace k zařazení do programu pro transplantaci srdce, těžké poškození periferních tepen (nutná centrální kanylace)⁷.

O konkrétních kontraindikacích pro léčbu refrakterních zástav se zmiňuje kapitola č. 1.2.2

Ukončování léčby (weaning) a odpojení od ECMO

Dochází k postupnému snižování mimotělního krevního průtoku na zhruba 1-1,5 l/min a zároveň se snižuje i průtok plynů oxygenátorem. Musí být zajištěna dostatečná oxygenace arteriální krve mimotělním oběhem, zabraňuje se tak pravo-levého zkratu. Pečlivě se monitoruje tlak, ukazatelé orgánové a tkáňové perfuze (viz monitorace) a srdeční funkce pomocí echokardiografického vyšetření. Při odpojování se může oběh podpořit zavedením IABK. Z důvodu hrozící trombotizace při snižování extrakorporálního průtoku je nutná dostatečná antikoagulace. Pokud jsou hodnoty krevních plynů, krevní tlak

a tkáňová perfuze stabilní při mimotělním krevním průtoku 1l/min a FiO_2 na směšovači <50% po dobu cca 6hod, může se přistoupit k odstranění kanyl⁷.

Při dekanylaci se nasadí svorka na outflow kanylu, čímž se docílí zastavení extrakorporálního oběhu. Poté se eventuálně naloží svorka i na inflow kanylu. Mimitělní oběh se zastavuje vždy těsně před samotnou dekanylací⁷. Perkutánně zavedené kanyly mohou být vytaženy přímo¹³. Ale dá se provádět i chirurgické ošetření cév při vytažení⁷. Okamžitě po vytažení se přistupuje k manuální kompresi (alespoň 30 min)¹³, s kontrolou distální perfuze. Dá se zvážit i podání protaminu (50-100mg), pokud to situace vyžaduje, ale to pouze vždy před samotnou extrakcí kanyl⁷.

1.1.8 Venovenózní ECMO (VV ECMO)

Je další typ extrakorporální membránové oxygenace. Pro tuto práci nicméně není stěžejní, proto ho tu zmíním pouze okrajově.

Funguje na principu nasávání žilní krev pacienta krevní pumpou, nejčastěji z dolní nebo horní duté žíly a po výměně plynů, která probíhá v oxygenátoru, se krev ideálně vrací do pravé síně, popřípadě do horní duté žíly⁷. VV ECMO tak plně nebo částečně nahrazuje funkci plic, kdy pravá část srdce čerpá oxygenovanou krev přes selhávající plíce do levé síně a následně do levé komory. Pro využití této metody je nutná adekvátní funkce jak pravé, tak i levé komory srdeční⁸. VV metoda nemá povětšinou hemodynamický dopad, protože se nemění preload pravé komory¹⁴. Výhodou této metody je redukce ventilační podpory což má za následek protekci plic, a snížení rizika indukovaného poškození plicní tkáně ventilátorem⁷. Dále se snížením ventilační podpory dá kompenzovat vysoký tlak v plicích, který je způsoben řadou mechanismů a činitelů, což má za následek zlepšení práce pravé komory, která předtím nebyla schopna adekvátně čerpat krev, zlepšením oxygenace se poté zlepšuje celková hemodynamika pacienta. Vyskytují se i případy, kdy není umělá plicní ventilace nutná vůbec a to hlavně při akutně dekompenzované těžké formě CHOPN⁸.

Nejčastěji se s touto metodou léčby setkáváme u těžkých forem ARDS, kde získala nezastupitelnou roli⁷. Podle meta – analýzy zabývající se ECMO u ARDS od Fernanda Godinho Zampieriho et al. je nejčastější příčina ARDS, u které se využívá léčba ECMO způsobena chřipkovým virem A/H1N1 (45 %) a dále pneumoniemi (33 %)¹⁵. Dalšími

indikacemi jsou traumata spojená s poškozením plic, dekompenzované CHOPN, status asthmaticus, aspirace nebo alveolární proteinóza⁷.

1.1.9 Monitorace při ECMO

Monitoring kriticky nemocných pacientů na ECMO hraje velice důležitou roli v předcházení komplikací, které by mohly vést k fatálnímu výsledku. V případě VV ECMO je monitoring shodný se standardní monitorací pacienta v kritickém stavu a, kde se zvláště hledí na hodnotu spojenou s antikoagulační léčbou. VA ECMO představuje mnohem náročnější a komplexnější metodu, která vyžaduje sledování specifických parametrů, která u běžných pacientů nejsou nutná. Níže budou popsány nejdůležitější aspekty, které se sledují v případě VA ECMO⁷.

Invazivní krevní tlak a pulzní oxymetrie

Měření krevního tlaku je u všech pacientů s ECMO nutností, invazivně se měří především ze dvou důvodů, prvním je fakt, že invazivní arteriální tlak je nej přesnější a vždy aktuální a druhým důvodem je, že VA ECMO může mít kontinuální krevní tok, tudíž je systém nepulzativní a neinvazivní měření by nebylo možné. Standardně se volí přístup do pravé a. radialis⁷.

Hodnota SpO₂ je měřitelná pouze v případě, když je zachovalý vlastní srdeční výdej, a tedy i pulzativní tok. V případě nepulzativního toku se validita SpO₂ ztrácí⁷.

Srdeční výdej (CO)

Ačkoliv zůstává echokardiografie zlatou metodou v hodnocení CO, můžeme se setkat s několika monitorovacími systémy, které jsou schopné zajistit hodnoty CO. Jedinou přesnou metodou, je monitorace pomocí Swanova-Ganzova plicnicového katetru. Ten je ovšem možné zavést pouze před zapojením samotného systému ECMO, nebo pomocí vodícího drátu pod skiaskopickou kontrolou při běžícím ECMO⁷, protože často dochází k nasávání katetru do sacích kanyl⁸. Má ovšem nevýhodu, jeho přesnost měření klesá s poklesem vlastního CO pod cca 2 l/min⁷.

SvO₂, Laktát

Tyto hodnoty poskytují informace o adekvátnosti krevního průtoku systémem ECMO a perfuze tkání⁸. Ne vždy dají hodnoty SvO₂ adekvátní hodnotu prokrvení, může docházet

k různým redistribucím okysličené krve v cílových tkáních¹⁶, což je dáno hlavně odlišností krve z vlastního nebo extrakorporálního oběhu⁷.

Tkáňová oxymetrie (NIRS)

Jde o neinvazivní metodu monitorace mozkové nebo periferní tkáně, která je založena na principu near-infrared spektroskopii. Využívá se buď dvou mozkových senzorů, které se aplikují nad levou a pravou hemisféru (viz příloha F) nebo periferních senzorů, které se aplikují na pravou a levou dolní končetinu, využívat se může i kombinace obou. Měří saturaci hemoglobinu cca 1-2 cm pod senzorem. Výhodou této metody je, že pro svoje měření nevyžaduje pulzativní tok. Je nedocenitelná v monitoraci perfuze frontální mozkové kůry, která udává saturaci hemoglobinu O₂ jednotlivých hemisfér mozku⁷. Při poklesu hodnot nad pravou nebo oběma hemisférami je podezření na hypoxii mozku povětšinou způsobenou perfuzí neokysličené krve pumpované zotavujícím se levým srdcem⁸ nebo při odvykání na ECMO⁷. Pokles hodnot u periferní monitorace je povětšinou způsoben nedostatečnou perfuzí v končetině se zavedenou femorální kanylou. Poruchy průtoku bývají způsobené trombózou, spazmem či stenózou v periferní tepně⁸. Může se tak vcelku rychle diagnostikovat počínající ischemie dané končetiny⁷.

Krevní plyny

Odběry se vyšetřují pravidelně po 2-4 hodinách (u nestabilního pacienta častěji). Je třeba pamatovat, že organismus pacienta je zásobován ze dvou krevních průtoků a to jak extrakorporálního, tak i vlastního, proto se výsledky mění podle místa odběrů. Nejčastěji se odebírá z pravé radiální tepny, která má nejpodobnější hodnotu s krví, která zásobuje mozek⁸. Pro vyšetření parciálních tlaků z mimotělního oběhu využíváme krev odebranou mezi oxygenátorem a arteriální kanylou. Krevní plyny mohou být také monitorovány kontinuálně pomocí senzorů, které se nasazují na okruh, před nebo za oxygenátor⁷.

Echokardiografie

Jedná se o nejdostupnější a nejméně invazivní vyšetření, kterým se stanoví diastolická a kontraktilní funkce myokardu, náplň srdečních oddílů, velikosti vena cava inferior a poloha ECMO kanyl⁸.

1.1.10 Komplikace

Vzhledem k technické komplexnosti metody a kritickému stavu pacienta má ECMO vysoký potenciál k tvorbě komplikací. Mnoho z komplikací přímo ohrožuje pacienta na životě a je nutné jejich radikální řešení. Mohou souviset s poruchou komponentů v systému anebo s pacientovou kondicí¹⁷.

Komplikace spojené se systémem ECMO

Krevní sraženiny v okruhu a trombembolické komplikace

Krevní sraženiny mohou vznikat prakticky kdekoli v okruhu, nejčastěji se s nimi můžeme setkat v oxygenátoru, pumpě nebo v systému hadic¹⁷. Naštěstí se v dnešní době využívají heparin-coated povrchy a antikoagulační léčba, které toto riziko velice snižují a proto se tyto komplikace prakticky nevyskytují⁸. Tato komplikace se nicméně může objevit v případě rostoucí doby používání a při omezení nebo vysazení antikoagulace. Nutné je tedy sledování jednotlivých částí okruhu. Pokud se sraženina vytvoří, je nutné danou část, nebo celý okruh vyměnit. Tvorbě trombů může předcházet také zvýšení průtoku extrakorporálním systémem⁷.

Zavzdušnění systému ECMO

Může způsobit těžké vzduchové embolizace¹⁷. Vyžaduje okamžité zasvorkování okruhu a zastavení ECMO. To s sebou nese obrovské riziko pro pacienta. Je nutné okamžité odvzdušnění a následné znovuoživení oběhu⁸.

Zalomení, ruptura hadic

Ruptury hadic představují vážnou komplikaci, přímo ohrožující pacienta na životě. Okruh může prasknout prakticky kdekoli a vždy je provázen velkou krevní ztrátou, popřípadě vzduchovou embolií¹⁷.

Komplikace související s pacientem

Krvácení

Krvácení je jednou z nejčastějších komplikací. Může vznikat v důsledku poranění cév v místě zavedení kanyl nebo v jejich průběhu. Také ho může způsobit antikoagulační léčba, která je s ECMO úzce spojená⁷. Krvácení v okolí zavedených kanyl je poměrně běžné a dá se povětšinou vyřešit kompresí nebo naložením stehu v místě zavedení. Závažnější je ovšem lacerace cév při zavádění⁸, které vede k masivnímu krvácení, vzniku

compartment syndromu nebo retroperitoneálního hematomu¹⁷. Dá se této komplikaci předejít použitím větších dilatátorů a zaváděním kanyly pod přímou skiaskopickou kontrolou. Můžeme se setkat i s krvácením do GIT, které je spojené s antikoagulační léčbou, přechodnou ischemií a sníženou peristaltikou. Může jít o vážné krvácení, které často vede ke snížení nebo pozastavení antikoagulační léčby. Řeší se endoskopicky, pokud to situace dovolí. Pacientům se právě z toho důvodu podávají blokátory protonové pumpy⁷. Intrakraniální krvácení není časté, ale když se objeví, tak je povětšinou fatální⁸, prevencí je hlavně předcházení renálního selhání. Mezi další příčiny způsobující krvácení, i když minoritní, můžeme řadit odsávání z dýchacích cest, zavedení nového močového katetru, bronchoskopii¹⁷. U pacientů je vždy nutné sledovat počet trombocytů, který se může snižovat z různých příčin. Mezi dva nejčastější důvody řadíme HIT a shlukování trombocytů v oxygenátoru⁷.

Ischemie

Ischemie jsou dalšími typickými komplikacemi léčby ECMO. Nejčastěji se můžeme setkat s ischemií dolní končetiny, která vzniká pod místem zavedené výpustní femorální kanyly. Je tedy dobré monitorovat saturaci periferií, nejlepší metodou je NIRS, která nám podá okamžité informace o vznikající ischemii. Řešení je zavedení distálního perfuzního systému (sheat), který se napojuje z boku na výpustní kanylu a zavádí se do příslušné arterie. Osvědčilo se i jeho preventivní zavedení⁷.

Hypoxie mozku a Harlekýnský syndrom

Je bylo výše zmíněno, VA ECMO funguje na principu dvou paralelně fungujících oběhů, které se setkávají (podle účinnosti každého z nich) v určitých částech aorty. Problém tedy může nastat, když je vlastní oběh silnější, než oběh ECMO, ale krev z vlastního oběhu není dostatečně sycená kyslíkem z plic, což může být způsobeno například předchozím respiračním selháním, stavem po KPR nebo probíhající pneumonií. V tu chvíli může dojít k hypoxii tkání, které jsou blíž aortální chlopni (myokard – pravá horní končetina – pravá hemisféra mozku – levá hemisféra mozku - levá horní končetina – horní polovina těla). Dochází k promodráání horní poloviny těla s tím, že dolní je růžová (proto název Harlekýnský syndrom). Jde o velmi závažný stav, který vyžaduje rychlou intervenci. Jak bylo již zmíněno, je nutné monitorovat krevní plyny z pravé horní končetiny, protože právě ta nám dá nejpřesnější hodnotu korelující s hodnotou okysličení krve v mozku. Dále je nutná monitorace mozkových hemisfér pomocí NIRS. Možným řešením tohoto stavu je

buď zvýšení ventilačních parametrů u UPV. Přepojením VA ECMO na VV ECMO, pokud je práce srdce dostatečná. Zavedení další kanyly do arteria subclavia dx. a přepojením okruhu s následným odstranění staré kanyly nebo nasazením Y-spojky. Aplikace další žilní kanyly, která bude mít výpustní funkci, která se zavádí se přes Y-spojku do výpustního okruhu a vytvoří se VAV ECMO. Tím se může zvýšit okysličení krve, která prochází vlastním oběhem, dají se snížit ventilační parametry a ponechá se současná oběhová podpora. Zvýšení průtoku mimotělním oběhem by situaci také vyřešilo, nicméně by se zvýšil afterload levé komory⁷.

Dilatace levé komory

Při poškození srdečních funkcí nebo při velkém extrakorporálním průtoku se velmi zvyšuje afterload levé komory a může tak dojít k její dilataci a dalšímu zhoršení její funkce. Navíc se přenáší systémový krevní tlak do levé komory i levé síně a to způsobuje těžký plicní edém, který může vést k nevratnému poškození plic. Řešením tohoto stavu je buď snížení mimotělního průtoku při zachování tkáňové perfuze, zvýšení inotropní podpory pro zlepšení kontraktility myokardu, zavedení IABP pro zlepšení vyprazdňování levé komory, venting levé komory, kdy se zavádí pig-tail katetr do levé komory a odsává se z ní krev, což snižuje distenzi⁷.

Septické komplikace

U pacientů na ECMO je vyšší výskyt močových infekcí a infekcí krevního řečiště, než u běžných pacientů na jednotkách intenzivní péče. Infekce v místě zavedených kanyl záleží na ošetrovatelské péči. Při podezření na infekci kanyly je nutné nasadit ATB terapii, popřípadě překanylovat pacienta a vyměnit okruh⁸.

1.2 Možnosti léčby refrakterních srdečních zástav

1.2.1 Konvenční kardiopulmonální resuscitace (CCPR)

Ačkoliv se tato práce zabývá mimotělní podporou života, je nutné zohlednit standartní přístup k pacientovi se srdeční zástavou a to zejména ze dvou důvodů. Jak bylo v úvodu zmíněno, primárním výstupem této práce je porovnání přežití u pacientů s náhlou zástavou oběhu, kteří podstoupili léčbu pomocí konvenční kardiopulmonální resuscitace nebo pomocí resuscitace mimotělní. Druhým důvodem je fakt, že bez konvenční

kardiopulmonální resuscitace by nebylo možné pacientovi poskytnout mimotělní zajištění, protože právě ona každé ECPR předchází.

Zahrnuta je pouze základní a rozšířená neodkladná resuscitace dospělých, přestože jsou postupy vypracovány také pro děti, novorozence a specifické stavy, jako jsou traumatické zástavy, hypotermie, anaphylaxe, tonutí, zavalení lavinou a hyperkalémie. Je tomu tak učiněno z důvodu, že tato práce zkoumá dospělé osoby, které utrpěli náhlou zástavu oběhu z předpokládaných kardiálních příčin.

Téma je zpracováno na základě doporučených postupů z ERC guidelines 2015.

Základní neodkladná resuscitace (BLS – basic life support)

Jedná se o první pomoc, kterou by měli být schopni poskytnout všichni laici, aniž by měli jakékoliv přístrojové nebo materiální vybavení¹⁸. Je důležitá zejména z důvodu, že už po 4-5 minutách od zástavy oběhu začínají nevratně odumírat mozkové buňky a toto je jediná možná metoda, jak tento jev zvrátit. Proto se klade veliký důraz na provádění kardiopulmonální resuscitace ještě před příjezdem záchranné služby¹⁹.

BLS by měla být zahájena, pokud postižený nereaguje na hlasitou výzvu a nedýchá nebo dýchá, ale ne normálně (v polovině případů jde o terminální lapavé dechy). Při takto zjištěném stavu zachránce kontaktuje tísňovou linku na čísle 155 nebo 112 a pomocí hlasitého odposlechu postupuje dle pokynů dispečera. Pokud je na místě více zachránců a v okolí se nenachází AED (automatizovaný externí defibrilátor), je možné jednoho z nich pro přístroj poslat. Před zahájením nepřímé srdeční masáže je nutné, aby postižený ležel na tvrdé rovné podložce v poloze na zádech. Zachránce poté provádí komprese hrudníku ve frekvenci 100-120 stlačení/min o hloubce cca 5 cm (ne však více, než 6 cm). Umělé vdechy jsou doporučené pouze v případě, že je zachránce zkušený a situace to umožňuje, nicméně nejsou nutné. Při využití umělých vdechů se provádí nepřímá masáž srdce v poměru 30:2. Pokud je na místě přítomné AED, aplikují se dle návodu přiložené elektrody a poté se dále postupuje dle pokynů přístroje. V resuscitaci se pokračuje do příjezdu záchranné služby, přerušit se smí pouze v případě přímého ohrožení nebo vyčerpání zachránce či při probuzení postiženého (viz příloha CH)²⁰.

Laici mohou mimo jiné využít ochranné pomůcky, jako jsou: jednorázové rukavice, resuscitační roušky nebo resuscitační maska, která je součástí každé autolékárničky. Absence těchto pomůcek zachránce neobhájí k nezahájení BLS¹⁸.

Rozšířená neodkladná resuscitace (ALS – acute life support)

ALS provádí tým vyškolených zdravotnických pracovníků. Jejich úkolem je zajištění vysoce specializované péče, která navazuje na základní neodkladnou resuscitaci prováděnou svědky NZO. Cílem je obnovení spontánního oběhu (ROSC), stabilizace životních funkcí a časný transport do zdravotnického zařízení. Provedení ALS je podmíněno materiálním a přístrojovým vybavením záchránců¹⁸.

Dle algoritmu ALS (viz příloha I), který je v doporučených postupech rozlišujeme dva typy srdečních rytmů: defibrilovatelný (KT – bezpulzová komorová tachykardie, KF – komorová fibrilace) a nedefibrilovatelný (PEA – bezpulzová elektrická aktivita, AS – asystolie). Jednotlivé postupy se pak mění podle zjištěného rytmu²¹.

Nejdůležitějším aspektem dobře prováděné resuscitace je použití včasné defibrilace (u KT/KF) a vysoce kvalitní nepřerušovaná srdeční masáž v poměru 30:2 a o frekvenci 100–120 stlačení/min. Definitivní zajištění dýchacích cest a aplikace léčiv je až na druhém místě²¹.

Při potvrzené zástavě oběhu se začne s nepřímou srdeční masáží a zároveň se nalepí elektrody a zapne monitor. Poté proběhne analýza srdečního rytmu, a pokud je potvrzen defibrilovatelný rytmus (KF/KF) při pokračující srdeční masáži se nabije defibrilátor. Jak je defibrilátor nabitý, přerušuje se srdeční masáž, zkontroluje se, zda se nikdo nedotýká pacienta a poté se podá výboj. Počáteční energie nastavená na defibrilátoru je alespoň 150 J při bifázickém výboji. Po výboji se znovu neanalyzuje rytmus a okamžitě se pokračuje v KPR po dobu 2 minut. Ventilace je zajišťována pomocí samorozpínacího vaku s obličejovou maskou. Pro kvalitnější zajištění dýchacích cest využíváme supraglotické pomůcky (laryngeální maska, combitubus) nebo endotracheální intubaci. Poté se po krátkém přerušení znovu analyzuje rytmus, pokud přetrvává defibrilovatelný rytmus, je podán další výboj a celý cyklus se opakuje. Pokud je zajištěn intravenózní nebo intraoseální přístup, je po třetím výboji indikované podání 1 mg Adrenalinu

a 300 mg amiodaronu. Aplikace adrenalinu se opakuje každých dalších 3-5 minut v dávce 1 mg a to bez ohledu na typ nebo změny srdečního rytmu²¹.

Při potvrzení nedefibrilovatelného rytmu (PEA/AS) se zahájí resuscitace v poměru 30:2. V případě asystolie se zkontroluje správné připojení monitorovacích svodů. Definitivně se zajišťují dýchací cesty. Po 2 minutách KPR probíhá analýza. Při asystolii se pokračuje v KPR. Pokud je přítomný rytmus, zkontroluje se, zda je hmatný pulz. Není-li hmatný (nebo je pochybnost o jeho přítomnosti) pokračuje se v KPR. Co nejdříve se zajišťuje intravenózní nebo intraoseální vstup a aplikuje se 1 mg adrenalinu²¹.

Pokud se nedefibrilovatelný rytmus změní na defibrilovatelný, pokračuje se podle algoritmu pro defibrilovatelný rytmus²¹.

Pokud má záchránce pochybnosti, zda se jedná o asystolii nebo jemnou KF, není doporučený výboj a pokračuje se v nepřímé masáži a ventilaci²¹.

Jestliže se objeví známky života během KPR (probuzení, spontánní pohyby, normální dýchání, kašel) nebo dochází k nárůstu ETCO₂, zkontroluje se monitor a pokud je přítomen organizovaný rytmus, zkontroluje se puls. Při hmatatelném pulsu se zahájí postresuscitační péče. Při nepřítomnosti pulsu se pokračuje v KPR²¹.

Během KPR je nutné myslet na potenciálně reverzibilní příčiny (4H a 4T). Pokud se zjistí přítomnost některých z nich, je indikováno jejich okamžité řešení²¹.

Při prolognovaných zástavách u kterých se předpokládá kardiální příčina je indikovaný včasný transport do cílového zdravotnického zařízení, kde se provede koronární angiografie popř. PCI. Pro zajištění kontinuální srdeční masáže je možné použití pomůcky pro mechanizovanou srdeční masáž (LUCAS, AutoPulse)²¹.

1.2.2 Extrakorporální kardiopulmonální resuscitace (ECPR)

ECPR je v dnešní době považována za rescue terapii refrakterních srdečních zástav. Jde o souhrn postupů, kdy se pacient za kontinuálně prováděné kardiopulmonální resuscitace napojí na systém ECMO, který zajistí cirkulaci a oxygenaci. Tato časná implantace přístroje umožní získání času k nutnému navracení spontánního oběhu pacienta nebo vyřešení reversibilní příčiny zástavy²¹.

Bohužel pro tuto techniku neexistují oficiální doporučené postupy, proto tato práce čerpá z protokolu, který sestavil tým odborníků v čele s Bělohlávkem, který se touto

problematikou zabývá. Protokol vznikl za účelem realizace randomizované studie¹¹, která sleduje účinnost ECPR u pacientů s OHCA a porovnává ji účinností CCPR. Jedná se soubor výkonů a akcí, které by se měli provést jak v přednemocniční, tak nemocniční péči. Výhodou je, že jde o českou studii, tudíž všechny použité pomůcky, techniky a metody jsou proveditelné na české půdě.

Systematický přístup k pacientovi s OHCA (podle dosud publikovaných materiálů)

Postup se dělí do jednotlivých fází, které se liší jak cílovým časovým úsekem, tak souhrnem doporučených výkonů a akcí, které se musí provést.

Fáze 1

V iniciační fázi se aktivuje sled událostí, které koordinuje operátor záchranné služby, po nabrání tísňové výzvy, při které hlášená náhlá zástava oběhu před svědky na místo posílá vozidlo RV s lékařem, vozidlo RZP a vozidlo supervizora, zároveň odchází zpráva vedoucímu PCI/EMCO týmu. Operátor provádí telefonickou asistovanou resuscitaci (TANR), pokud to situace na místě dovoluje. Vedoucí ECMO týmu zkontroluje situaci v nemocničním zařízení, zda jsou volná místa a ECMO přístroj, obratem dává tuto situaci vědět zdravotnické záchranné službě skrze dispečink. Tato fáze by měla ideálně trvat do deseti minut¹¹.

Fáze 2

Po příjezdu záchranné služby se potvrdí NZO a bude zahájena ACLS (advanced cardiac life support). Po dobu minimálně pěti minut by mělo probíhat standardní zajištění, dle platných guidelines a dle pokynů lékaře na místě (zajištění dýchacích cest, defibrilace, intravenózní vstup atd.). Zatímco je pacient resuscitován ostatními členy záchranného týmu (pokud nedojde k ROSC) provádí lékař screening, zda je pacient vyhovující pro ECPR zajištění. Využívá k tomu přísně stanovená kritéria (viz níže). Pokud shledá pacienta vhodným, okamžitě kontaktuje kardiologické centrum. Opět by tato fáze neměla přesáhnout déle, než deset minut¹¹.

Fáze 3

U pacienta je použit přístroj pro mechanizovanou srdeční masáž (viz příloha G), který bude nasazen ihned na místě resuscitace. Dále je třeba změřit tympanickou tělesnou teplotu, zahájit monitoring NIRS (pomocí zařízení INVOS, dostupné v autě supervizora, není nutné) a chlazení pacienta pomocí RhinoChill. Pro časovou náročnost a obtížnou manipulaci s přístroji je většina výkonů prováděna v sanitním voze při převozu do kardiocentra. Léky, defibrilace a další život zachraňující úkony jsou prováděny dle ACLS. Pokud nastane ROSC během převozu, pokračuje se v chlazení i invazivním přístupem. U této fáze se počítá s dvacetiminutovým intervalem¹¹.

Fáze 4

Po příjezdu do kardiocentra se zhodnotí celkový stav, přítomnost ROSC a znovu se přehodnotí přijímací nebo vylučovací kritéria. Zhodnotí se způsobilost pro ECPR (viz níže). Pokud členové ECMO týmu vyvodí, že je pacient indikován k léčbě pomocí ECMO, co nejdříve se perkutánně implantují femoro-femorálním přístupem ECMO kanyly. Dále se pokračuje v mírné léčebné hypotermii, která se provádí přes okruh ECMO. U pacienta je ihned provedena koronární angiografie (AG) popřípadě navazující perkutánní koronární intervence (eventuálně pulmonální angiografie, aortografie nebo CT mozku, pokud není stále známá příčina zástavy). Pokud pacient dosáhl ROSC během převozu nebo na cathlabu, provedou se základní klinická vyšetření, EKG a urgentní echokardiografie a dále se bude pokračovat podle popisu výše¹¹.

Post resuscitační péče

Provádí se nezbytné biochemické odběry, pokračuje se v monitoraci NIRS a je provedena urgentní echokardiografie. Nosní chlazení pokračuje do doby, dokud ho nezastoupí systémové chlazení pomocí ECMO, intravaskulárním katetrem nebo standartní fyzikálním chlazením povrchu těla v kombinaci s rychlou i.v. aplikací chladného roztoku (4°C, 20-30 ml/kg/hod podle hemodynamického stavu). Cílová teplota je stanovena na 33°C a udržuje se po dobu 24h. Po 24 hodinách se pacient pomalu ohřívá na normotermickou teplotu 37°C (0,5°C/hod). Dále se pokračuje se standartní post resuscitační péčí¹¹.

Přijímací a vylučující kritéria pro ECPR v terénu (dle Prague OHCA study)

Přijímací: věk ≥ 18 a ≤ 65 let, NZO před svědky, předpokládaná kardiální příčina, minimálně 5 minut ALS vedenou ZZS bez ROSC, bezvědomí, ECMO tým a volná kapacita v kardiocentru¹¹.

Vylučující: NZO z nekardiálních příčin, NZO bez svědků, suspektní nebo potvrzené těhotenství, ROSC během pěti minut ALS prováděnou ZZS, pacient při vědomí, známá krvácivá diatéza, suspektní nebo potvrzené intrakraniální krvácení, suspektní nebo potvrzená akutní CMP, známá chronická orgánová disfunkce nebo jiné limitace v terapii, DNR nebo jiné okolnosti, které by snižovali 180 denní přežití, známý neurologický stav kategorie CPC ≥ 3 před zástavou¹¹.

Přijímací a vylučující kritéria pro zahájení ECLS (dle Prague OHCA study)

Přijímací: trvající NZO nebo ROSC s přítomným šokem (definováno jako perzistující hypotenze po 90 mmHg systolického tlaku nebo potřeba vazopresorické podpory k udržení oběhu), příjem na cathlab ne déle než po šedesáti minutách po kolapsu/příjmu tísňové výzvy (v případě, když není známý přesný čas kolapsu), souhlas ECMO týmu o zahájení ECLS¹¹.

Vylučující: známky smrti nebo ireversibilní orgánové poškození, známá krvácivá diatéza, neadekvátní arteriální a/nebo venózní přístup pro femoro-femorální kanylaci¹¹.

2 PŘEHLED PUBLIKACÍ

2.1 Metodika

Pro vytvoření literárního přehledu a následného zodpovězení cílových otázek je vytvořena rešerše odborných publikací a studií, které se danou problematikou zabývají. Metodika je založena na přesných postupech, které vydal jeden ze světových leaderů zabývajících se tvorbou systematických přehledů The Joanna Briggs Institute (JBI).

Před samotným vyhledáváním dostupných studií a syntézy dat bylo nutné plně porozumět zkoumané problematice. To mi poskytlo prostor pro jasné stanovení tématu přehledu a kritérií, které zajistí co největší validitu přehledu. Je sestavena jednoduchá review (rešeršní) otázka (viz níže), která informuje o primárním zkoumaném problému. Otázka vychází z platného vzorce PICO. Písmeno P (patient) reprezentuje populaci nebo pacienty, I (intervention) je pro typ použité intervence, C (comparison) pro porovnání s jiným typem intervence u stejné populace a O (outcome) pro závěrečný výstup a výsledky. Pro zjištění primárního a sekundárního cíle bylo nutné přesně vymezit a konkretizovat jednotlivé pojmy.

Review otázka

Je lepší procento přežití (**O**) u pacientů se NZO (**P**) léčených pomocí ECPR (**I**) nebo u pacientů léčených CCPR (**C**)?

Do zkoumané populace jsou zařazeni pacienti starší šestnácti let, kteří prodělali náhlou zástavu oběhu (NZO) a to jak mimo nemocnici, tak v nemocnici. Předpokládá se u nich zástava z kardiálních příčin a je výhradně vyloučená zástava traumatická. Pacienti nebyli v době před zástavou neurologicky kompromitováni, netrpěli závažným přidruženým onemocněním a neměli status do not resuscitate (DNR). Pro léčbu NZO bylo nejprve využito tradiční kardiopulmonální resuscitace (CCPR) a následně byl pacient převeden na mimotělní podporu pomocí extrakorporální membránové oxygenace (ECMO) s následným nutných intervencí. Pro porovnání je zařazena stejná populace pacientů, u kterých je prováděna výhradně CCPR. Výsledkem je porovnání procenta přežití u obou skupin pacientů a dále jejich neurologický stav. Byly především zahrnuté kohortové

observační nebo retrospektivní studie a jedna studie randomizovaná. Přehled vylučovacích a přijímacích kritérií vztažený na PICO větu je v tabulce č. 1.

Tabulka 1 Přehled přijímacích a vylučovacích kritérií k review otázce

PICOS	Přijímací a vylučovací kritéria
P (Patient)	Dospělí (16+), NZO před svědky, předpokládaná kardiální příčina, bez kognitivního deficitu před zástavou, bez statusu DNR, jedinci vyžadující KPR po traumatu budou vyloučení.
I (Intervention)	Využití mimotělní podpory života pomocí VA ECMO při probíhající srdeční zástavě. Před napojením musela probíhat konvenční KPR, která obsahovala všechny doporučené úkony (podání výboje, nepřímá srdeční masáž, podání farmak, ventilace).
C (Control)	Využití konvenční KPR u stejné populace a následná standartní postresuscitační péče.
O (Output)	Primární výstup: Přežití, Sekundární výstup: neurologický stav (CPC 1-2) u přeživších.
S (Study)	Kohortové studie, RCT.

Pro vyhledávání konkrétních studií byly využity volně dostupné internetové databáze PubMed, CINAHL plus with full text a český Medvik. Vyhledávání muselo být omezeno výhradně na anglický jazyk, protože neexistují dostupné materiály v jazyce českém. Do práce tedy nezahrnuji česká klíčová slova ani vyhledávací strategii pro databázi Medvik, ve které nebyly nalezeny žádné studie odpovídající PICO kritériím. Klíčová slova pro vyhledávání jsou zahrnuta v tabulce č. 2 a jsou vztažena na jednotlivé části věty PICO. Je využito synonym pro větší škálu vyhledaných studií.

Tabulka 2 Přehled klíčových slov přiřazených k review otázce

Je lepší procento přežití (O) u pacientů se NZO (P) léčených pomocí ECPR (I) nebo u pacientů léčených konvenční KPR (C)?			
P	I	C	O
Cardiac arrest	ECPR	CPR	Survival
Refractory cardiac arrest	Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation	Cardiopulmonary resuscitation	CPC
OHCA	ECLS	ALS	Cerebral performance category
Out-of-hospital cardiac arrest	Extracorporeal life support	Advanced life support	Outcome
IHCA	ECMO	Cardiac resuscitation	Neurological outcome
In-hospital cardiac arrest	Extracorporeal membrane oxygenation	Cardiac support	
Cardiopulmonary arrest	Extracorporeal circulation		
	Percutaneous cardiopulmonary resuscitation		
	Percutaneous cardiopulmonary support		
	Percutaneous cardiopulmonary bypass		
	Rescue therapy		
	Assisted circulation		

Vyhledávání nebylo časově omezeno z důvodu malého počtu publikací na dané téma. Výsledky vyhledávání pro dané databáze za současného využití Booleanských operátorů OR a AND jsou zobrazeny v tabulkách č. 3 a 4. Lokalizačních operátorů a operátorů pozic nebylo při vyhledávání využito.

Tabulka 3 Počty nalezených článků pro jednotlivá klíčová slova a kombinace - PubMed

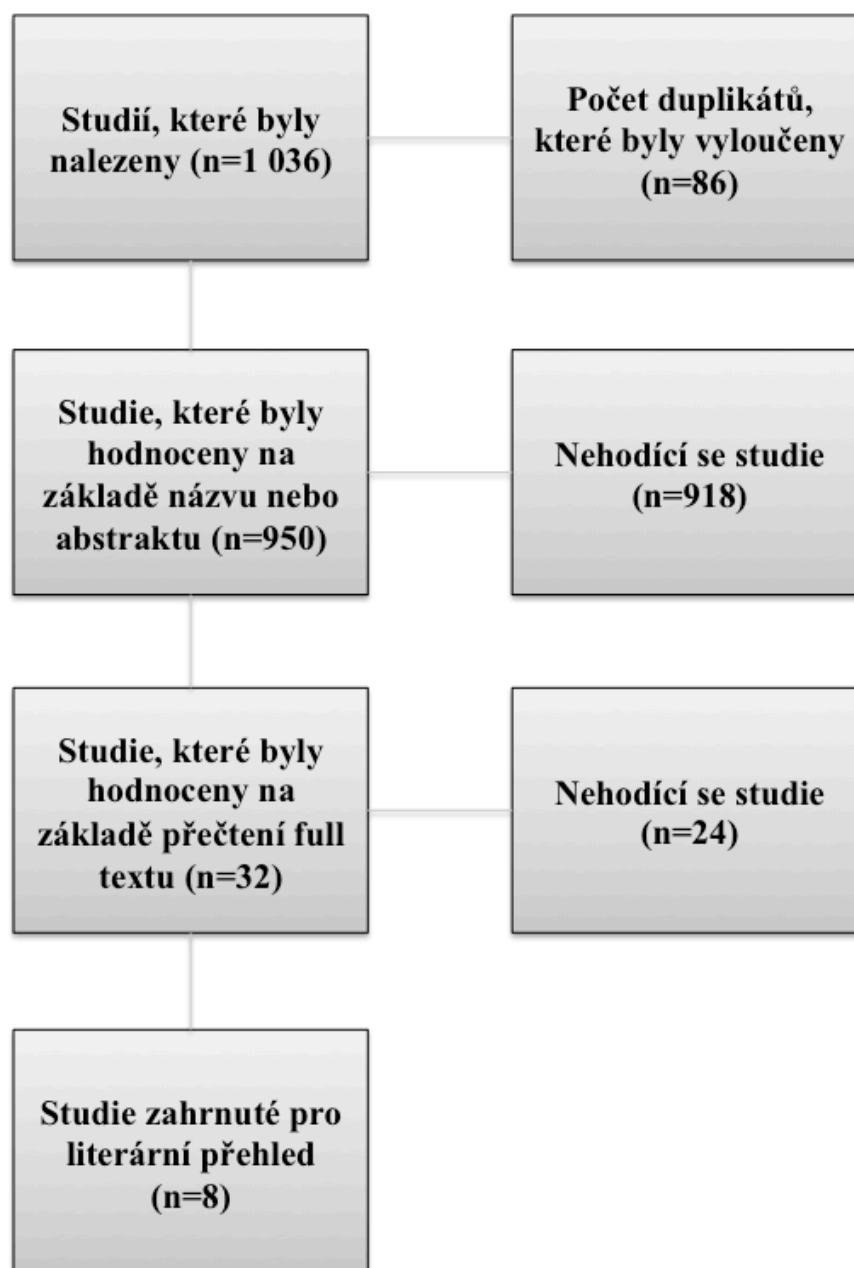
Vyhledávací strategie pro databázi PubMed		
Číslo	Klíčové slovo	Počet výsledků
1	Cardiac arrest	59 672
2	Refractory cardiac arrest	940
3	OHCA	1 055
4	Out-of-hospital cardiac arrest	5 125
5	IHCA	140
6	In-hospital cardiac arrest	22 307
7	Cardiopulmonary arrest	55 021
8	Heart arrest	51 937
9	1 OR 2 OR 3 OR 4 OR 5 OR 6 OR 7 OR 8	61 025
10	ECLS	745
11	Extracorporeal life support	2 120
12	ECPR	98
13	Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation	794
14	ECMO	9 059
15	Extracorporeal membrane oxygenation	8 648
16	Extracorporeal circulation	63 144
17	Percutaneous cardiopulmonary resuscitation	426
18	Percutaneous cardiopulmonary bypass	981
19	Percutaneous cardiopulmonary support	852
20	Rescue therapy	20 192
21	Assisted circulation	22 542
22	10 OR 11 OR 12 OR 13 OR 14 OR 15 OR 16 OR	106 433
23	CPR	22 530
24	Cardiopulmonary resuscitation	19 123
25	ALS	15 965
26	Advanced life support	18 487
27	Cardiac resuscitation	32 271
28	Resuscitation	101 428
29	23 OR 24 OR 25 OR 26 OR 27 OR 28	135 152
30	Survival	1 496 234
31	CPC	4 116
32	Cerebral performance category	1 573
33	Outcome	1 390 347
34	Neurological outcome	37 605
35	30 OR 31 OR 32 OR 33 OR 34	2 575 679
36	9 AND 22 AND 29 AND 35	919

Tabulka 4 Počty nalezených článků pro jednotlivá klíčová slova a kombinace – CINAHL plus with full text

Vyhledávací strategie pro databázi CINAHL plus with full text		
Číslo	Klíčové slovo	Počet výsledků
1	Cardiac arrest	7 438
2	Refractory cardiac arrest	82
3	OHCA	355
4	Out-of-hospital cardiac arrest	1 744
5	IHCA	38
6	In-hospital cardiac arrest	2 304
7	Cardiopulmonary arrest	872
8	Heart arrest	9 891
9	1 OR 2 OR 3 OR 4 OR 5 OR 6 OR 7 OR 8	12 987
10	ECLS	175
11	Extracorporeal life support	382
12	ECPR	35
13	Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation	99
14	ECMO	871
15	Extracorporeal membrane oxygenation	2 734
16	Extracorporeal circulation	852
17	Percutaneous cardiopulmonary resuscitation	3
18	Percutaneous cardiopulmonary bypass	15
19	Percutaneous cardiopulmonary support	31
20	Rescue therapy	458
21	Assisted circulation	229
22	10 OR 11 OR 12 OR 13 OR 14 OR 15 OR 16 OR	4 409
23	CPR	3 520
24	Cardiopulmonary resuscitation	9 917
25	ALS	2 181
26	Advanced life support	2 124
27	Cardiac resuscitation	1 291
28	Resuscitation	22 252
29	23 OR 24 OR 25 OR 26 OR 27 OR 28	26 415
30	Survival	93 675
31	CPC	287
32	Cerebral performance category	203
33	Outcome	493 810
34	Neurological outcome	1 376
35	30 OR 31 OR 32 OR 33 OR 34	549 897
36	9 AND 22 AND 29 AND 35	117

Z celkového počtu vyhledaných studií byly vyřazeny duplikáty a studie, které se rozcházejí se stanovenou rešeršní otázkou. Vylučovací strategie je znázorněna v obrázku č. 1 (str. 40).

Studie zařazené do literárního přehledu jsou kriticky zkoumány pomocí hodnotícího nástroje JBI-MAStARI (Meta-Analysis of Statistics Assessment and Review Instrument), který obsahuje 9 položek. Jednotlivé položky jsou zahrnuty v tabulce u příslušné studie a následně individuálně okomentovány.



Obrázek 1 Vývojový diagram zahrnutých studií

2.2 Hodnocení vybraných studií

Tabulka 5 Přehled zahrnutých studií

	Autor	Rok	Typ studie
1.	Chen Y.-S., Lin J.-W.	2008	Prospektivní kohortová + PSM
Název	Cardiopulmonary resuscitation with assisted extracorporeal life-support versus conventional cardiopulmonary resuscitation in adults with in-hospital cardiac arrest: an observational study and propensity analysis		
2.	Lin J.-W.	2010	Prospektivní kohortová + PSM
Název	Comparing the survival between extracorporeal rescue and conventional resuscitation in adult in-hospital cardiac arrests: Propensity analysis of three-year data		
3.	Maekawa K.	2013	Prospektivní kohortová + PSM
Název	Extracorporeal Cardiopulmonary Resuscitation for Patients With Out-of-Hospital Cardiac Arrest of Cardiac Origin: A Propensity-Matched Study and Predictor Analysis		
4.	Shin T.-G.	2013	Retrospektivní kohortová + Observační PSM
Název	Two-year survival and neurological outcome of in-hospital cardiac arrest patients rescued by extracorporeal cardiopulmonary resuscitation		
5.	Kim J.-S., Jung J.-S.	2014	Retrospektivní kohortová + PSM
Název	An optimal transition time to extracorporeal cardiopulmonary resuscitation for predicting good neurological outcome in patients with out-of-hospital cardiac arrest: a propensity-matched study		
6.	Sakamoto T.	2014	Prospektivní kohortová
Název	Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation versus conventional cardiopulmonary resuscitation in adults with out-of-hospital cardiac arrest: A prospective observational study		
7.	Blumenstein J., Leick J.	2015	Retrospektivní kohortová + PSM
Název	Extracorporeal life support in cardiovascular patients with observed refractory in-hospital cardiac arrest is associated with favorable short and long-term outcomes: A propensity-matched analysis		
8.	Bělohávek J.	2015 (pilotní výsledky)	RCT
Název	Hyperinvasive approach to out-of hospital cardiac arrest using mechanical chest compression device, prehospital intraarrest cooling, extracorporeal life support and early invasive assessment compared to standard of care. A randomized parallel groups comparative study proposal. "Prague OHCA study"		

1. Cardiopulmonary resuscitation with assisted extracorporeal life-support versus conventional cardiopulmonary resuscitation in adults with in-hospital cardiac arrest: an observational study and propensity analysis.

Studie publikovaná v roce 2008 kolektivem autorů v čele s Yih-Shang Chen a Jou-Wei Lin působících v National Taiwan University Hospital v Taipei na Taiwanu. Jedná se o prospektivní kohortovou studii u které bylo později provedeno párování pomocí propensity skóre v poměru 1:1. Sběr dat probíhal v roce 2004-2006. Primárně se zabývá rozdílem v přežití u pacientů s náhlou zástavou oběhu v nemocničním zařízení (dále IHCA) při využití ECPR nebo CCPR. Do studie byli zařazeni pacienti ve věku 18-75 let se zpozorovanou zástavou oběhu, následnou KPR prováděnou minimálně 10 minut a u kterých se předpokládá kardiální příčina zástavy (kardiovaskulární onemocnění v diagnóze, kolaps z nejasných příčin, zvýšení kardiomarkerů před zástavou atp.). Vyřazeni byli pacienti, u kterých došlo k ROSC do deseti minut od zástavy, pacienti starší 75 let a dále pacienti se známým ireversibilním postižením mozku, krvácením, zástavou z nekardiálních příčin nebo se statusem DNR. Tato kritéria byla stejná pro obě skupiny zařazená do ECPR nebo CCPR větve. CCPR byla přerušena, pokud došlo k ROSC a oběh byl zachován minimálně po dobu 20 minut, anebo pokud nedošlo k ROSC do 30 minut od zástavy. ECLS byla zahájena při prolongované zástavě bez ROSC nebo při neschopnosti udržet spontánní oběh. Rozhodnutí, zda bude pacient léčen pomocí CCPR nebo ECPR záleželo na ošetřujícím lékaři, který byl na místě. V postresuscitační péči nebyla zahájena terapeutická hypotermie. Echokardiografie byla prováděna každý den pro stanovení funkčnosti myokardu a vyloučení vzniku trombů. Autoři brali za úspěšné odpojení od přístroje 12 hodinové přežití, které nebylo provedeno dříve než za 72 od iniciálního napojení. Při nemožnosti pacienta odpojit bylo uvažováno o VAD nebo o transplantaci srdce, ale pouze po vyloučení kontraindikací. Při prokázání nevratného poškození mozku byl pacient odpojen od přístroje po 7 dnech. Neurologický stav byl u přeživších hodnocen pomocí CPC skóre. Za úspěšné vyléčení bylo považováno propuštění pacienta z nemocnice s CPC 1-2. Autoři sledovali 975 pacientů, kteří utrpěli IHCA, do studie bylo po zhodnocení kritérií zahrnuto 113 pacientů v konvenční větvi a 59 pacientů ve větvi extrakorporální. ROSC (ROSB=Return of spontaneous beating) bylo spíše docíleno u pacientů v ECPR větvi, navzdory tomu, že u nich byla delší doba zástavy. Celkový výsledek 30 denního přežití byl vyšší u pacientů v ECPR větvi (33,9 %), než v případě CCPR větve (15 %). Pacienti léčení pomocí ECMO měli signifikantně větší

procento přežití po propuštění s dobrým neurologickým výsledkem a to 23,7 % (n=14) než pacienti léčení pomocí CCPR 10,6 % (n=12). Po provedení párování pomocí propensity skóre zbylo ve studii 92 pacientů, kteří byli rozděleni 1:1 dle vzájemných charakteristik. Bylo tak učiněno z důvodu zvýšení validity výsledků a vyřazení nežádoucích pacientů. Výsledky se prakticky nezměnili, ECPR větev dosáhla 34,8 % v 30 denním přežití, větev konvenční 17,4 %. S dobrým neurologickým stavem bylo propuštěno 30,4 % (n=14) pacientů z ECPR větve, nepatrně vyšší bylo procento u standartní větve a to 15,2 % (n=7). Jako nejčastější příčinu zátavy oběhu autoři uvedli akutní koronární syndrom (69,7 %), srdeční selhání (13,7 %) a myokarditidu (4 %). Výsledky této studie potvrdily benefity plynoucí ze zajištění pomocí ECMO²².

Tabulka 6 Hodnotící nástroj pro studii č. 1

	Kritéria	Výsledek	Komentář
1.	Je studie založena na náhodném, nebo pseudonáhodném vzorku?	Ne	Záleželo na individuálním rozhodnutí ošetřujícího lékaře
2.	Jsou kritéria pro zahrnutí do výzkumu jasně definována?	Ano	
3.	Jsou zavádějící faktory identifikované a jsou stanovené strategie, jak s nimi naložit?	Ne	Není přítomnost dalšího sledovaného rozdílu mezi srovnávanými skupinami.
4.	Jsou výsledky hodnoceny za použití objektivních kritérií?	Ano	
5.	Jestliže je provedeno srovnání, je tu dostatečný popis skupin?	Ano	Obě skupiny jsou stejné, liší se pouze v intervenci.
6.	Je sledování participantů prováděno dostatečně dlouhou dobu?	Ano	Přeživší byli sledováni rok po propuštění.
7.	Jsou výstupy participantů, kteří nedokončili, popsány a zahrnuty do analýzy?	Ano	
8.	Jsou výsledky měřeny reliabilním způsobem?	Ano	Byl stanoven internetový registr, o který se starala pověřená sestra zodpovědná za sběr dat.
9.	Je použita vhodná statistická analýza?	Ano	Studie obsahuje souhrn použitých nástrojů pro správné analyzování. Tento postup je oficiálně registrován.

2. Comparing the survival between extracorporeal rescue and conventional resuscitation in adult in-hospital cardiac arrests: Propensity analysis of three-year data

Tato studie vznikla v návaznosti na studii předešlou, podílel se na ni kolektiv autorů v čele s Jou-Wei Linem v National Taiwan University Hospital. Vydána byla časopisem Elsevier v roce 2010. Jedná se o retrospektivní kohortovou studii u které bylo provedeno párování pomocí propensity skóre. Studie obsahuje velmi podobný soubor pacientů, jako studie od Chena, nicméně má nepatrně jiný design. Přijímací a vylučující kritéria zůstala stejná, proto zde popíši pouze jediný rozdíl. Autoři do studie zahrnuli pouze pacienty, u kterých bylo dosaženo ROSC po předešlé CCPR a pacienty u kterých se nedařilo dosáhnout ROSC běžným způsobem a museli být převedeni na ECMO. Porovnávali tedy rozdíly v přežití u pacientů s obnoveným oběhem (trvající minimálně 20 min po ROSC) s těmi, u kterých bylo ROSB dosaženo až po napojení na ECMO.

Vyřazeni byli tedy všichni pacienti, kteří sice splňovali kritéria, ale zemřeli během resuscitace.

Do studie bylo zahrnuto 55 pacientů v ECPR větvi a 63 pacientů v CCPR větvi. Výsledky 30 denního přežití jsou velmi podobné 34,5 % (n=19) u ECPR větve a 27 % (n= 17) v CCPR větvi. Propuštění s dobrým neurologickým stavem se dočkalo 23,6 % (n=13) pacientů z ECPR větve a 19,1 % (n=12) z větve konvenční. Po spárování pacientů pomocí propensity skóre, kde se hodnotilo několik parametrů (věk, pohlaví, iniciační rytmus, délka KPR, přítomnost komorbidit a dalších onemocnění, oddělení kde došlo k zástavě atd.). Do konečného zhodnocení bylo zahrnuto v poměru 1:1 54 pacientů. Kumulativní procento přežití ve 30 dnech bylo 33,3% (n=9) u ECPR větve a 25,9% (n=7) u CCPR větve. Počet pacientů propuštěných s CPC 1-2 byl 25,9% (n=7) u ECPR a 18,5% (n=5) u CCPR větve.

Tato studie nepotvrdila výrazný benefit plynoucí z léčby pomocí mimotělního oběhu. Výsledky dokazují, že přežití není nutně svázáno s ECPR, pokud už bylo jednou dosaženo ROSC pomocí konvenčních technik²³.

Tabulka 7 Hodnotící nástroj pro studii č. 2

	Kritéria	Výsledek	Komentář
1.	Je studie založena na náhodném, nebo pseudonáhodném vzorku?	Ne	Záleželo na individuálním rozhodnutí ošetřujícího lékaře
2.	Jsou kritéria pro zahrnutí do výzkumu jasně definována?	Ano	
3.	Jsou zavádějící faktory identifikované a jsou stanovené strategie, jak s nimi naložit?	Ne	Není přítomnost dalšího sledovaného rozdílu mezi srovnávanými skupinami.
4.	Jsou výsledky hodnoceny za použití objektivních kritérií?	Ano	
5.	Jestliže je provedeno srovnání, je tu dostatečný popis skupin?	Ano	Obě skupiny jsou stejné, liší se pouze v intervenci.
6	Je sledování participantů prováděno dostatečně dlouhou dobu?	Ano	Přeživší byli sledováni rok po propuštění.
7.	Jsou výstupy participantů, kteří nedokončili, popsány a zahrnuty do analýzy?	Ano	
8.	Jsou výsledky měřeny reliabilním způsobem?	Ano	Byl stanoven internetový registr, o který se starala pověřená sestra, která byla zodpovědná za sběr dat.
9.	Je použita vhodná statistická analýza?	Ano	Studie obsahuje souhrn použitých nástrojů pro správné analyzování. Tento postup je oficiálně registrován.

3. Extracorporeal Cardiopulmonary Resuscitation for Patients With Out-of-Hospital Cardiac Arrest of Cardiac Origin: A Propensity-Matched Study and Predictor Analysis

Jedná se o post hoc analýzu z prospektivní kohorty, kterou vytvořil Kunihiro Maekawa et al. pod záštitou Sapporo Medical University Hospital v Japonsku. Vyšla v roce 2013 a sběr dat probíhal mezi roky 2000-2004. Primárně se zabývá přežitím bez kognitivního deficitu u pacientů se srdeční zástavou mimo nemocniční zařízení (OHCA) a výsledky porovnává s pacienty, kteří byli léčeni běžnou kardiopulmonální resuscitací. Konečné výsledky byly porovnané po provedeném párování pomocí propensity skóre, kterým se výrazně snížilo selection bias. Sekundárně analyzují prediktory, které by mohly hrát významnou roli při finálním přežití s CPC 1-2.

Zahrnuti byli všichni pacienti, kteří měli 16 let a více, byla u nich prováděna resuscitace minimálně 20 minut a předpokládala se kardiální příčina. Příčina zástavy byla brána za kardiální, pokud nebyla jasná známka jiné etiologie, jako je trauma, hypotermie, intoxikace, asfyxie, hypovolemie, intrakraniální krvácení, disekující aneurysma aorty, terminální stav či status DNR. Pacienti byli rozděleni do ECPR a CCPR skupin.

Rozhodnutí o napojení pacienta na ECMO bylo na ošetřujícím lékaři. Nicméně vše bylo závislé na přítomnosti ECMO týmu, který z důvodu zkušenosti lékařů, nebyl vždy dostupný. Víceméně byl pacient na mimotělní oběh napojen v případě, že šlo o prolongovanou zástavu, u které nebylo docíleno ROSC nebo pokud nebylo možné udržet pacientův oběh během transportu. V postresuscitační péči bylo využito terapeutické hypotermie (ne u hemodynamicky nestabilních pacientů). PCI bylo provedeno pouze u indikovaných případů. Do samotné studie bylo zahrnuto celkem 162 pacientů, kteří splňovali kritéria. V ECPR skupině bylo 53 pacientů v CCPR skupině 109. Po párování pomocí propensity skóre bylo zahrnuto 24 pacientů z každé skupiny. Autoři sledovali 3 měsíční přežití a neurologický stav pacientů. Výsledky u nespárovaných skupin se velmi lišily. U ECPR skupiny přežilo do třetího měsíce po zástavě 28,3 % (n=15) pacientů. V CCPR skupině to bylo pouze 4,6 % (n=5). Neurologicky přívētivý stav mělo 15,1 % (n=8) pacientů v ECPR skupině. CCPR skupina zaznamenala pouze 2,8% (n=3) úspěšnost. Výsledky po porovnání pomocí propensity skóre se nepatrně zvýšily u obou skupin. Přežití v ECPR skupině bylo 37,5% (n=9) v CCPR pak 8,4 % (n=2). Dobrý

neurologický stav mělo 29,2 % (n=7) ECPR pacientů a 8,3 % (n=2) CCPR pacientů. Průměrný čas od zástavy do napojení pacienta na mimotělní oběh byl 49 minut, což je v porovnání s ostatními studii, které se ECPR při OHCA zabývají, velice přívítivý výsledek. Jako nejčastější komplikaci při léčbě ECPR pacientů autoři uvádějí krvácení v okolí kanyl (32,7 %) a ischemii dolní končetiny (15,4 %). Z výsledků sledovaných prediktorů je zřejmé, že šířka zornic nad 6 mm, délka resuscitace nad 66 min, hodnota laktátu nad 13,0 a podání alespoň 1mg Atropinu je absolutní kontraindikací k napojení pacienta na ECMO. Autoři dále dodávají, že právě stav zornic je klíčový prediktor, který je spojený s celkovým neurologickým výsledkem. Tato studie potvrdila, že léčba pomocí mimotělního oběhu funguje a hraje významnou roli v neurologickém výsledku u pacientů s prolongovanou zástavou oběhu z kardiálních příčin²⁴.

Tabulka 8 Hodnotící nástroj pro studii č. 3

	Kritéria	Výsledek	Komentář
1.	Je studie založena na náhodném, nebo pseudonáhodném vzorku?	Ne	Pacienti byli vybíráni dle individuálního rozhodnutí lékaře.
2.	Jsou kritéria pro zahrnutí do výzkumu jasně definována?	Ano	
3.	Jsou zavádějící faktory identifikované a jsou stanovené strategie, jak s nimi naložit?	Ne	Studie neobsahuje zavádějící faktory
4.	Jsou výsledky hodnoceny za použití objektivních kritérií?	Ano	Jsou použity mezinárodní hodnotící škály
5.	Jestliže je provedeno srovnání, je tu dostatečný popis skupin?	Ano	Obě porovnávané skupiny jsou stejné, liší se pouze v intervencích
6.	Je sledování participantů prováděno dostatečně dlouhou dobu?	Ano	Ano bylo provedeno zpětné šetření již propuštěných pacientů.
7.	Jsou výstupy participantů, kteří nedokončili, popsány a zahrnuty do analýzy?	Nejasné	
8.	Jsou výsledky měřeny reliabilním způsobem?	Ano	Byl založen registr pacientů a na zpracování dat se podílel tým odborníků na statistiku.
9.	Je použita vhodná statistická analýza?	Ano	Byla vymezena kritéria pro statistickou analýzu. Studie je registrována

4. Two – year survival and neurological outcome of in-hospital cardiac arrest patients rescued by extracorporeal cardiopulmonary resuscitation

Retrospektivní kohortová studie, která vznikla na půdě Sungkyunkwan University School of Medicine v Seoulu. Účastnil se na ní tým odborníků v čele s Tae Gun Shinem. Hlavním cílem studie bylo zjistit dlouhodobé přežití a neurologický výsledek u pacientů s IHCA, kteří podstoupili léčbu pomocí mimotělního oběhu v porovnání s pacienty, kteří byli léčeni standartními technikami. Do statistického šetření bylo zahrnuto 1108 pacientů, kteří mezi roky 2003-2009 prodělali zástavu oběhu v nemocnici. Po zhodnocení kritérií bylo do studie zařazeno 406 pacientů. Mezi vylučovací kritéria se například řadila nezpozorovaná zástava, KPR < 10 minut, věk < 20 let nebo > 80 let, špatný neurologický stav před zástavou, intrakraniální krvácení, terminální stav, trauma nebo nekontrolovatelné krvácení, septický šok, ireversibilní multi-organové poškození, které způsobilo zástavu, a nebo status DNR. Léčba pomocí ECMO byla zvažována v případech, když zástava trvala déle než 10-15 minut a nepodařilo se docílit ROSC nebo pokud nebylo možné udržet oběh pacienta vzhledem k ventrikulární dysfunkci či uzávěru koronárních tepen. Hlavní rozhodnutí o implantaci zůstalo na vedoucím ECMO týmu. Tým byl na pracovišti přítomný 24 hodin denně. ECMO bylo implantováno u lůžka pacienta, tudíž se velice zkrátil čas nutný k transportu na katetizační sál. U konvenční KPR byla za ROCS považována přítomnost periferní pulzace. ROSB byl u mimotělního zajištění potvrzen pomocí echokardiografie. Data byla sbírána pomocí lékařských záznamů a telefonních intervui, které prováděly vyškolené sestry. Autoři použili pro hodnocení celkové neurologického stavu pacienta skóre MGOS ≥ 4 (Modified Glasgow Outcome Score), které znamenalo přijatelný neurologický výsledek. Bylo využito párování pomocí propensity skóre, aby se maximálně snížil efekt selekčního bias. Párování bylo v poměru 1:1 a probíhalo pod přísně stanoveným algoritmem.

Jak již bylo výše zmíněno, do studie bylo zahrnuto 406 pacientů, z toho 85 bylo léčeno pomocí ECPR a 321 pomocí CCPR. Po spárování zbyly dvě skupiny, které obsahovali dohromady 120 pacientů.

Autoři publikovali výsledky jak ze skupiny celkové, tak i z porovnané. Dle poskytnutých informací bylo v ECPR větvi mnohem větší zastoupení pacientů, kteří trpěli kardiovaskulárním onemocněním (71,8 %), než u větve konvenční (49,5 %). Nejčastější

příčinou zástavy byl AKS a to ze 44,7 % u ECPR větve, což je světový standart. Dále bylo významnou příčinou zástavy kardiální selhání (12,9 %) a plicní embolie (4,7 %), zbylá procenta obsahovala nescifické kardiální nebo respirační patologie. U 43,5 % ECMO pacientů byla provedeno post-KPR intervence, nejčastěji PCI. Přežití ve 28 dnu u celkové kohorty bylo výrazně vyšší u ECPR větve (35,2 %, n=30), než u CCPR větve (17,4 %, n=56). Ročního přežití s dobrým neurologickým výsledkem se dožilo 25,8 % (n=22) v ECPR větvi a 6,8 % (n=22) v CCPR větvi. U spárovaných skupin se výsledky nepatrně snížily. 28 dne se dožilo 31,6 % (n=19) pacientů v ECPR větvi a 10 % (n=6) v CCPR větvi. Roční přežití s dobrým neurologickým výsledkem bylo 21,6% (n=13) u ECPR pacientů a 8,3% (n=5) u CCPR pacientů. Podle vyjádření autorů, kteří pečlivě analyzovali obě skupiny, se šance na přežití bez neurologického deficitu snižovalo v průměru o 1-2% s každou přibývajícím minutou nutné KPR (shodné pro obě skupiny). Rozdíl v dlouhodobém přežití byl tedy dán délkou prováděné KPR. Hraniční čas byl stanoven na 34 minutu, nicméně dodávají, že ECLS by mohlo prodloužit akceptovatelnou délku resuscitace. Tato studie potvrdila, že má léčba refrakterních zástav pomocí ECMO lepší výsledky, než léčba standartní. Zejména to bylo znatelné u dlouhodobého přežití²⁵.

Tabulka 9 Hodnotící nástroj pro studii č. 4

	Kritéria	Výsledek	Komentář
1.	Je studie založena na náhodném, nebo pseudonáhodném vzorku?	Ne	Pacienti byli vybíráni dle jejich stavu.
2.	Jsou kritéria pro zahrnutí do výzkumu jasně definována?	Ano	
3.	Jsou zavádějící faktory identifikované a jsou stanovené strategie, jak s nimi naložit?	Ne	Studie neobsahuje zavádějící faktory
4.	Jsou výsledky hodnoceny za použití objektivních kritérií?	Ano	Jsou použity mezinárodní hodnotící škály
5.	Jestliže je provedeno srovnání, je tu dostatečný popis skupin?	Ano	Obě porovnávané skupiny jsou stejné, liší se pouze v intervencích
6.	Je sledování participantů prováděno dostatečně dlouhou dobu?	Ano	Ano bylo provedeno zpětné šetření již propuštěných pacientů.
7.	Jsou výstupy participantů, kteří nedokončili, popsány a zahrnuty do analýzy?	Nejasné	
8.	Jsou výsledky měřeny reliabilním způsobem?	Ano	
9.	Je použita vhodná statistická analýza?	Ano	Byla vymezena kritéria pro statistickou analýzu. Studie je registrována

5. An optimal transition time to extracorporeal cardiopulmonary resuscitation for predicting good neurological outcome in patients with out-of-hospital cardiac arrest: a propensity-matched study

Single-center studie vedená Su Jin Kimem a publikovaná v roce 2014. Jedná se o retrospektivní kohortovou studii, která se mimo jiné zaměřuje na vztah mezi délkou resuscitace a neurologickým výsledkem. Primárním výstupem je neurologický výsledek ve 3. měsíci. Sekundární výstup je celkové přežití ve 24 h, přežití do propuštění a přežití ve 3. měsíci. Porovnáva výsledky ve skupinách pacientů léčených ECPR a CCPR, kteří utrpěli OHCA. Data byla sbírána z KPR registrů na Emergency dep. v Korea University Medical Center mezi roky 2006 až 2013. Do studie byli zařazeni všichni pacienti, kteří splňovali určená kritéria. Věk 18 let a více, NZO s předpokládanou reversibilní příčinou, zpozorovaná zástava s nebo bez BLS, krátký no flow čas (časový interval od NZO do KPR poskytnuté ZZS). Kritéria pro vyloučení byla shodná, jako ve výše zmíněných studiích. ECLS bylo zvažováno u všech pacientů, kteří splňovali kritéria a zároveň u nich byla KPR delší jak 10 minut nebo nebylo možné udržet oběh pacienta vzhledem k opakovaným epizodám zástav. Aktivaci ECMO týmu prováděl lékař poskytující ALS. Čas od aktivace do implantace ECMO byl v denních hodinách 10-15 minut a v nočních 20-25 minut. Pacient byl zajišťován na katetrizačním sále nebo na urgentním příjmu. Po implantaci byla co nejdříve provedena koronární angiografie, pro vyloučení nebo potvrzení AKS. Přerušeni ECLS bylo provedeno tehdy, pokud nebylo docíleno ROSB nebo byly jasné známky multi-orgánového poškození nebo nevratné poškození mozku. Weaning byl proveden po posouzení hemodynamického profilu a myokardiální funkce, která se určovala pomocí echokardiografie. Do studie bylo zahrnuto celkem 499 pacientů, kteří utrpěli OHCA. Z nich bylo pomocí ECPR léčeno 55 pacientů a 444 pacientů bylo léčeno běžnou metodou. Proto, aby mohli autoři odpovědět na svoje otázky, postupovali podle dvou předem určených kroků. V prvním kroku stanovili maximální dobu KPR u pacientů v CCPR větvi u které je předpoklad dobrého neurologického výsledku. Vyšlo jim, že 90,5 % (n=38 ze 42) těchto pacientů nemělo dobu zástavy delší jak 21 minut. Zbytek přeživších byl v kohortě, u které byla doba zástavy delší jak 21 minut (n=343), tudíž procento přežití bylo zanedbatelné (1,1 %). Ve druhém kroku provedli porovnání pomocí propensity skóre. V porovnávané skupině bylo v poměru 1:1 zahrnuto celkově 104 pacientů. Výsledky přežití v celkové a porovnané kohortě se velice liší. Co se

celkové skupiny týče, tak v ECPR skupině se propuštění s CPC 1-2 dožilo 14,5 % (n=8). Konvenční větev zaznamenala 8,1% (n=36) úspěch. Oba výsledky jsou shodné s tříměsíčním přežitím. Oproti tomu porovnávaná skupina má rozdíly daleko větší. Propuštění s CPC 1-2 se dočkalo 15,4 % (n=8) pacientů v ECPR větví a pouze 1,9 % (n=1) v CCPR větví. Tříměsíční přežití zůstalo opět shodné.

Výsledky této studie dávají jasný příklad toho, jak moc důležitá je délka zástavy. V neporovnané kohortě, kde byli zahrnuti všichni pacienti, byl rozdíl v přežití pro obě skupiny standartní. Bylo to dáno především vysokým procentem přeživších z CCPR skupiny, kteří prodělali zástavu kratší jak 21 minut. V ECPR větví délka zástavy tolik nerozhodovala, procenta přežití byla shodná od 21-80 minuty, teprve poté začala křivka klesat. Naproti tomu výsledky skupin porovnaných pomocí propensity skóre, kde se párovali typově shodní pacienti, nám jasně ukázala, že léčba prolongovaných zástav pomocí ECMO smysl má, a měla by se využívat jako rescue terapie ve zdánlivě beznadějných případech²⁶.

Tabulka 10 Hodnotící nástroj pro studii č. 5

	Kritéria	Výsledek	Komentář
1.	Je studie založena na náhodném, nebo pseudonáhodném vzorku?	Ne	
2.	Jsou kritéria pro zahrnutí do výzkumu jasně definována?	Ano	
3.	Jsou zavádějící faktory identifikované a jsou stanovené strategie, jak s nimi naložit?	Ano	Jsou přesně definovány zájmy a cíle studie.
4.	Jsou výsledky hodnoceny za použití objektivních kritérií?	Ano	Jsou použity mezinárodní hodnotící škály
5.	Jestliže je provedeno srovnání, je tu dostatečný popis skupin?	Ano	Obě porovnávané skupiny jsou stejné, liší se pouze v intervencích
6.	Je sledování participantů prováděno dostatečně dlouhou dobu?	Ano	Bylo zpětně prováděno šetření participantů
7.	Jsou výstupy participantů, kteří nedokončili, popsány a zahrnuty do analýzy?	Nejasné	
8.	Jsou výsledky měřeny reliabilním způsobem?	Ano	Data byla získávána z registrů, které obsahovali všechny potřebné údaje. Byl vyhrazen tým, který se sběrem zabýval
9.	Je použita vhodná statistická analýza?	Ano	Byla vymezena kritéria pro statistickou analýzu. Studie je registrována

6. Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation versus conventional cardiopulmonary resuscitation in adults with out-of-hospital cardiac arrest: A prospective observational study (SAVE – J)

Japonská prospektivní kohortová studie SAVE – J vznikla za podpory ministerstva zdravotnictví a účastnil se na ní tým odborníků v čele s Tetsuya Sakamotoem. Sběr dat probíhal mezi roky 2008 až 2011 ve 46 japonských zdravotnických zařízeních. Studie sleduje a porovnává výsledky 1 a 6 měsíčního přežití po OHCA mezi ECPR a CCPR skupinou. Cílem je dobrý neurologický stav (CPC 1-2) v šestém měsíci po zástavě. Kritéria pro zaražení pacienta do studie byla: VT/VF jako iniciální rytmus na EKG, srdeční zástava bez ROSC při převozu do nemocnice, maximální doba 45 minut od hlášené zástavy do předání v nemocnici a na to navazující interval 15 minut bez ROSC. Do studie nebyli zařazeni pacienti, kteří nesplňovali věk 20-75, zástava nebyla z kardiálních příčin, počáteční teplota těla byla méně než 30°C, měli velmi nízkou nebo žádnou fyzickou aktivitu před zástavou, nebo pokud jejich rodina nepodepsala informovaný souhlas o léčbě. Maximální doba od zástavy do napojení systému ECMO byla stanovena na 90 minut. Pro obě skupiny pacientů byly vytvořeny a přesně definovány léčebné protokoly, kterými se nemocnice řídily (mimo jiné použití IABP u všech ECMO pacientů, léčebná hypotermie atd.). Zabránilo se tak rozdílům v poskytované péči a následné deformaci validity výsledků. Celkově bylo do studie zahrnuto 454 pacientů, ale u 61 z nich se nepodařilo dodržet stanovený protokol. Uvedu tedy výsledky pacientů léčených podle předpisů studie. Porovnáváno bylo 234 pacientů z ECPR větve a 159 pacientů z větve konvenční. CPC 1-2 ve 30 dnech bylo dosaženo u 13,7 % (n=32) v ECPR skupině a pouze 1,9 % (n=3) u CCPR skupiny. Výsledek šestiměsíčního přežití s CPC 1-2 byl 12,4 % (n=29) u ECPR skupiny a 3,1 % (n=5) u CCPR skupiny. Jelikož se nejednalo o single-center studii, výsledky mohou být zkreslené. Autoři tvrdí, že i přes stanovené protokoly zde byly rozdíly v poskytované péči a to značně zvyšovalo bias. Dodávají, že je za potřebí randomizované studie. Vzhledem k velice nízkým výsledkům přežití u CCPR skupiny se metoda léčby pomocí ECMO ukázala jako vhodná alternativa pro zajištění takto kriticky nemocných²⁷.

Tabulka 11 Hodnotící nástroj pro studii č. 6

	Kritéria	Výsledek	Komentář
1.	Je studie založena na náhodném, nebo pseudonáhodném vzorku?	Ne	
2.	Jsou kritéria pro zahrnutí do výzkumu jasně definována?	Ano	
3.	Jsou zavádějící faktory identifikované a jsou stanovené strategie, jak s nimi naložit?	Ne	.
4.	Jsou výsledky hodnoceny za použití objektivních kritérií?	Ano	
5.	Jestliže je provedeno srovnání, je tu dostatečný popis skupin?	Ano	Obě porovnávané skupiny jsou stejné, liší se pouze v intervencích
6	Je sledování participantů prováděno dostatečně dlouhou dobu?	Ano	Bylo zpětně prováděno šetření participantů
7.	Jsou výstupy participantů, kteří nedokončili, popsány a zahrnuty do analýzy?	Nejasné	
8.	Jsou výsledky měřeny reliabilním způsobem?	Ano	Data byla získávána z registrů, které obsahovaly všechny potřebné údaje. Byl vyhrazen tým, který se sběrem zabýval
9.	Je použita vhodná statistická analýza?	Ano	Byla vymezena kritéria pro statistickou analýzu. Studie je registrována

7. Extracorporeal life support in cardiovascular patients with observed refractory in-hospital cardiac arrest is associated with favorable short and long-term outcomes: A propensity-matched analysis

Retrospektivní kohortová studie, kterou v roce 2015 publikoval tým autorů z německého Kerckhoff Heart and Thorax center. Autoři porovnávají přežití u pacientů s IHCA, kteří podstoupili léčbu pomocí ECPR nebo CCPR. Cíl jejich zkoumání je 30 denní přežití, dlouhodobé přežití a neurologický stav hodnocený podle CPC skóre. Do studie byli zařazeni pacienti, kteří utrpěli zástavu mezi roky 2009 a 2013. Sběr dat byl dokončen v roce 2014, kdy se zpracovávalo dlouhodobé přežití.

Všichni zařazení pacienti měli zpozorovanou zástavu. Byla u nich okamžitě zahájena ALS prováděná resuscitačním týmem. ECMO tým byl přítomný nepřetržitě, proto byla jeho aktivace možná kdykoliv. Skládal se z intervenčního kardiologa, kardiochirurga a perfuzionisty. ECMO bylo po rozhodnutí ECMO týmu implantováno všem u kterých se nepodařilo do 10 minut CCPR docílit ROSC. Věkový limit nebyl stanoven. Kardiální zástava se předpokládala u všech pacientů, kteří neprodělali trauma, předávkování léky nebo u nich nebyla jasná jiná příčina zástavy. Kontraindikacemi pro ECLS byly především terminální malignity, disekce aorty, koagulopatie, nekontrolovatelné krvácení, nevratné poškození mozku a status DNR. Délka KPR byla definována jako interval od zahájení KPR do ROSC nebo smrti u CCPR skupiny a interval od zahájení KPR do napojení na ECMO u ECPR skupiny. ROSC byl potvrzen u ECPR skupiny pomocí echokardiografie a u CCPR skupiny pomocí palpovatelného pulsu. U celé kohorty pacientů nebylo použito mechanizovaného přístroje pro srdeční masáž, ani IABP. Terapeutická hypotermie byla využita u všech pacientů (při absenci kontraindikací). U pacientů s přepokládanou ischemií myokardu byla po implantaci ECMO provedena okamžitá PCI.

Pro snížení efektu selekčního bias a potenciálních zavádějících faktorů bylo provedeno párování pomocí propensity skóre v poměru 1:1. Celkově bylo do studie zahrnuto 353 pacientů, po provedení párování zbylo v každé skupině 52 pacientů. Studie dosáhla v porovnání s ostatními publikacemi podobných výsledků. Třiceti dnů se dožilo 26,9 % (n=14) pacientů z ECPR skupiny a 17,3 % (n=9) z CCPR skupiny. Roční přežití bylo 23,1 % (n=12) a 13,5 % (n=7). CPC 1-2 ve 30 dnech a 1 roce bylo u ECPR skupiny 21,1% (n=11) a 19,2 % (n=10), u CCPR byl výsledek 13,5 % (n=7) a 11,5 % (n=6).

Tato studie potvrdila, že přesně definovaná skupina pacientů může profitovat ze zajištění pomocí ECMO. Léčba je spojená s dlouhodobě lepším procentem přežití i neurologickým stavem²⁸.

Tabulka 12 Hodnotící nástroj pro studii č. 7

	Kritéria	Výsledek	Komentář
1.	Je studie založena na náhodném, nebo pseudonáhodném vzorku?	Ne	
2.	Jsou kritéria pro zahrnutí do výzkumu jasně definována?	Ano	
3.	Jsou zavádějící faktory identifikované a jsou stanovené strategie, jak s nimi naložit?	Ne	Není přítomnost dalšího sledovaného rozdílu mezi srovnávanými skupinami.
4.	Jsou výsledky hodnoceny za použití objektivních kritérií?	Ano	
5.	Jestliže je provedeno srovnání, je tu dostatečný popis skupin?	Ano	Obě skupiny jsou stejné, liší se pouze v intervenci.
6.	Je sledování participantů prováděno dostatečně dlouhou dobu?	Ano	Přeživší byli sledováni minimálně rok po propuštění.
7.	Jsou výstupy participantů, kteří nedokončili, popsány a zahrnuty do analýzy?	Nejasné	
8.	Jsou výsledky měřeny reliabilním způsobem?	Ano	
9.	Je použita vhodná statistická analýza?	Ano	

8. Hyperinvasive approach to out-of hospital cardiac arrest using mechanical chest compression device, prehospital intraarrest cooling, extracorporeal life support and early invasive assessment compared to standard of care. A randomized parallel groups comparative study proposal. “Prague OHCA study”

Jedná se o prozatím probíhající prospektivní randomizovanou studii, která je společným projektem kardiocentra Všeobecné fakultní nemocnice v Praze a Zdravotnické záchranné služby hlavního města Prahy. Podílí se na ni kolektiv autorů v čele s Janem Bělohávkem. Byl vydán protokol, který dává čtenářům informace o konceptu studie, výběru pacientů, léčebných postupech a předpokládaném výstupu. Studie byla zahájena roku 2012. Očekávané ukončení studie bude po randomizaci nejméně 200 pacientů. Autoři porovnávají přežití pacientů s refrakterní srdeční zástavou za použití ECPR nebo CCPR. Primárním výstupem bude 6 měsíční přežití s dobrým neurologickým výsledkem (CPC 1-2). Sekundární výstup bude zahrnovat 30 denní přežití, neurologické a kardiální zotavení. Kompletní protokol zajištění pomocí ECLS a kritéria jsou uvedeny v teoretické části této práce (kapitola 1.2.2 Extrakorporální kardiopulmonální resuscitace (ECPR)). Uvedu pouze ve zkratce, při ECPR zajištění je využito mechanizovaného přístroje pro srdeční masáž, chlazení pomocí RhinoChill, NIRS monitoring, ECLS a PCI. Při standartní péči je zahrnuta ALS dle platným ERC guidelines, NIRS monitoring a při ROSC transport do kardiocentra, kde se pokračuje ve standartní postresuscitační péči s mírnou hypotermií (33-34 °C) a pokud je potvrzen STEMI nebo rizkový nonSTEMI je provedena PCI. Randomizace probíhá náhodně pomocí počítačového randomizačního systému. Pacienti jsou takto tříděni po telefonické konzultaci lékaře záchranné služby a koordinátora v kardiocentru. Randomizace probíhá v poměru 1:1. Na konci roku 2015 byly publikovány pilotní výsledky. Prozatím bylo do studie zahrnuto 51 pacientů v poměru 24 (-7):27 (+7) CCPR:ECPR, kdy byl u 7 pacientů proveden crossover ze standartního do ECLS zajištění. Průměrný čas do randomizace byl 23 minut. Průměrná délka zástavy u standartního zajištění byla 46,1 minut a 59,8 minut u zajištění mimotělního. Průměrné délky zástavy u přeživších pacientů se liší. U standartní skupiny to bylo 2x méně a to 23 (10,2-35,8) minut, skupina mimotělní se snížila jen nepatrně a to na 51,6 (40,7-62,6) min. Výsledky 30 denního přežití a přežití s CPC 1-2 u CCPR skupiny jsou shodně 23,5 % (n=4). Výsledky u ECLS + crossover skupiny jsou 41,2 % (n=14) u 30 denního přežití a 29,4 % (n=10) u přežití s CPC 1-2. Výsledky potvrdily, že vysokého

procenta přežití s dobrým neurologickým výsledkem se dá dosáhnout i u výrazně delší zástav. Celkové výsledky v obou skupinách jsou větší, než bylo předpokládáno (10% u CCPR a 20-30% u ECPR). Autoři dodávají, že hlavním problémem ve studii je komunikace při KPR, crossover, který komplikuje analýzu a dlouhé časové intervaly jednotlivých fází. Podle vyjádření pořadatelů studie byl největší problém čas, logistika je v případě resuscitace velice náročná a kvalitní zajištění na místě zásahu stojí potřebné minuty, přesto byl průměrný čas do spuštění ECLS celkem 62 minut z předpokládaných 60, kdy se zvýšil průměrný čas randomizace a čas do přijetí (fáze 2 a 3) a snížil čas kanylace a napojení na ECMO (fáze 4)¹¹.

Tabulka 13 Hodnotící nástroj pro studii č. 8

	Kritéria	Výsledek	Komentář
1.	Bylo vybrání výzkumné skupiny skutečně náhodné?	Ano	
2.	Byli participantů zaslepeni při alokaci léčby?	Neaplikovatelné	
3.	Byla alokace léčebné skupiny zaslepena výzkumníky?	Ne	
4.	Byly výstupy participantů, kteří odstoupili z výzkumu, vysvětleny a zařazeny do analýzy?	Neaplikovatelné	
5.	Byly hodnocené výstupy zaslepené k alokaci léčby?	Ano	
6.	Byly kontrolní a experimentální skupiny srovnatelné na začátku?	Ano	
7.	Bylo se skupinami zacházeno stejně bez použití jiné intervence u jedné ze skupin?	Ne	
8.	Byly výsledky/výstupy měřené stejným způsobem ve všech skupinách?	Ano	
9.	Byly výsledky/výstupy měřené spolehlivým způsobem?	Neaplikovatelné	
10.	Byla statistická analýza použita vhodně?	Neaplikovatelné	

3 DISKUSE

Všechny výše uvedené studie hodnotily výsledky přežití u pacientů s refrakterní srdeční zástavou, kteří podstoupili léčbu pomocí ECPR a porovnávali je s výsledky přežití u pacientů léčených CCPR. Všechny studie obsahovaly podobný primární cíl, a to neurologický výsledek u přeživších pacientů. Polovina studií sledovala pacienty s IHCA^{22,23,25,28}, druhá pacienty s OHCA^{11,24,26,27}. Výsledná data přežití se liší ve sledovaných časových úsecích od prodělané zástavy, ale nejčastěji je zohledněno 30 denní přežití^{11,22,23,25,27,28}. Sedm z 8 zahrnutých studií hodnotí neurologický stav pacienta pomocí Cerebral performance category (CPC) skóre^{11,22-24,26-28}. Studie od Lina²³ obsahuje stejnou populaci pacientů jako studie od Chena²². U žádné jiné studie nebyla duplicita pozorována.

V literárním přehledu, který obsahuje data především z kohortových studií vyšlo, že výsledek přežití je výrazně vyšší u skupin pacientů léčených pomocí ECPR než u pacientů v CCPR skupině^{22,24-28}. Metoda zajištění pomocí ECMO také prokázala vynikající neurologické výsledky (CPC 1-2) a to hlavně u dlouhodobého přežití²⁴⁻²⁸. Jako dlouhodobý výsledek jsou zahrnuta data zohledňující alespoň 3 měsíční přežití. Výsledky neurologického stavu jsou u CCPR nižší především z důvodu, že pomocí standardní KPR není možné dosáhnout takové perfuze orgánů jako u ECPR. Šance na zachování adekvátních mozkových funkcí tedy klesá s přibývajícím časem nutné KPR²⁹. Tím, že ECPR poskytuje dostatečnou perfuzi životně důležitým orgánům, jako je mozek a srdce, může být prodloužen čas efektivně prováděné resuscitace²⁹. ECPR také snižuje riziko MOF³⁰.

Data z vybraných studií také ukázala, že je v průměru vyšší procento přežití u pacientů s IHCA než s OHCA a to i v případě neurologického výsledku. Je tomu tak dáno i přes to, že pacienti s IHCA jsou průměrně starší a mají více přidružených nemocí, než pacienti s OHCA^{31,32}. Přežití u pacientů s OHCA je ovlivněno daleko více faktory než přežití u pacientů s IHCA. Je to především dáno přístupem k pacientovi v počátcích zástavy, zda je prováděna BLS nebo ne, za jak dlouho přijede záchranná služba a začne provádět ALS atd.

Vyšší míra přežití je u pacientů, kteří mají defibrilovatelný iniciální rytmus^{11,22-28}.

Stub se zmiňuje, že využití přístroje pro mechanizovanou srdeční masáž by nemělo být nadřazené manuálním kompresím, ale dodává, že je jeho použití indikované při transportu a na katetrizačním sále².

Údaje ze studií, které se zabývaly pouze ECPR u OHCA ukazují zajímavé statistické výsledky přežití v porovnání s průměrnou dobou od počátku zástavy do napojení na systém ECMO. Maekawa²⁴ a Leick³³ měli průměrné časy do napojení mezi 44-49 minutami a zaznamenali 32-39 % přežití. Naproti tomu studie od Le Guen³⁴ (120 min) a Avalli³⁵ (77 min) zaznamenaly pouze 4% a 5% přežití. Kim²⁶ ve své práci publikoval, že dobrý neurologický výsledek je svázaný s maximální dobou konvenční KPR nepřesahující 21 minut. Podobnou korelaci můžeme vidět u studie od Maekawi²⁴, který do své studie zahrnul pouze pacienty, kteří měli délku zástavy delší jak 20 minut. Výsledky přežití u CCPR skupiny byly velmi nízké, což potvrdila i studie od Kima²⁶.

ECPR nemůže nahradit CCPR, nicméně právě metody jako ECPR zvyšují pravděpodobnost přežití s dobrým neurologickým výsledkem u prolongovaných zástav²⁹.

Autoři se shodují, že z této metody profitují pacienti, kteří mají zástavu delší jak 10 minut, kolaps byl zpozorovaný a předpokládá se u něj kardiální příčina^{11,22-28}.

Pro literární přehled jsem stanovil kritéria pro sledovanou populaci, která byla z velké části splněna ve všech studiích, pouze ve studii od Sakamota²⁷ se nepatrně lišila, ale to nebyl důvod pro její vyčlenění z přehledu.

Nebyl zde sledován žádný velký rozdíl v přežití, který by koreloval se specifickým výběrem pacientů, který si individuálně nastavili jednotliví autoři.

U většiny sledovaných kohortových studií bylo provedeno párování pomocí propensity skóre^{22-26,28}, aby se snížilo riziko selekčního bias a zaváděcích faktorů. Byla tak zajištěna větší validita výsledků, protože se porovnávali typově podobní pacienti z CCPR a ECPR skupin.

4 ZÁVĚR

Výsledky hodnocených studií se shodují a potvrzují vyšší procento přežití u pacientů s refrakterní zástavou, kteří jsou léčeni pomocí ECPR. Procenta přežití u ECPR skupin jsou u poloviny sledovaných studií jednou až dvakrát vyšší než u skupin konvenčních. ECPR oproti CCPR výrazně zvyšuje šanci na dlouhodobé přežití. Extrakorporální zajištění je celkově spojeno s lepším neurologickým výsledkem pacienta, i když jsou průměrné doby zástav markantně vyšší. Lepšího procenta přežití se obecně dožívají pacienti s IHCA než s OHCA. Metoda zajištění pomocí ECPR je drahá a náročná, profituje z ní pouze specifická skupina pacientů. V budoucnu bude zapotřebí oficiálního standardizovaného protokolu, který bude obsahovat přesně definované indikace a postupy při léčbě.

5 POUŽITÁ LITERATURA

1. HAZINSKI, M. F., J. P. NOLAN, J. E. BILLI, et al. Part 1: Executive Summary. *Circulation* [online]. 2010, **122**(16_suppl_2), S250-S275 [cit. 2016-02-15]. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.110.970897. ISSN 00097322. Dostupné z: <http://circ.ahajournals.org/cgi/doi/10.1161/CIRCULATIONAHA.110.970897>
2. STUB, Dion, Stephen BERNARD, Vincent PELLEGRINO, et al. Refractory cardiac arrest treated with mechanical CPR, hypothermia, ECMO and early reperfusion (the CHEER trial). *Resuscitation* [online]. 2015, **86**, 88-94 [cit. 2016-02-15]. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2014.09.010. ISSN 03009572. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0300957214007515>
3. SANGALLI, Fabio, Chiara MARZORATI a Nerlep K. RANA. History of Extracorporeal Life Support. *ECMO-Extracorporeal Life Support in Adults* [online]. Milano: Springer Milan, 2014, s. 3 [cit. 2015-12-28]. DOI: 10.1007/978-88-470-5427-1_1. ISBN 9788847054264. Dostupné z: http://link.springer.com/10.1007/978-88-470-5427-1_1
4. SCARAVILLI, Vittorio, Alberto ZANELLA, Fabio SANGALLI a Nicolò PATRONITI. Basic Aspects of Physiology During ECMO Support. *ECMO-Extracorporeal Life Support in Adults* [online]. Milano: Springer Milan, 2014, s. 19 [cit. 2016-01-08]. DOI: 10.1007/978-88-470-5427-1_3. ISBN 9788847054264. Dostupné z: http://link.springer.com/10.1007/978-88-470-5427-1_3
5. TROJAN, Stanislav. *Lékařská fyziologie*. 3. dopl. a přeprac. vyd. Praha: Grada-Avicenum, 1999. ISBN 8071697885.
6. BORRELLI, Umberto a Cristina COSTA. Materials: Cannulas, Pumps, Oxygenators. *ECMO-Extracorporeal Life Support in Adults* [online]. Milano: Springer Milan, 2014, s. 65 [cit. 2016-01-13]. DOI: 10.1007/978-88-470-5427-1_6. ISBN 9788847054264. Dostupné z: http://link.springer.com/10.1007/978-88-470-5427-1_6
7. OŠŤÁDAL, Petr a Jan BĚLOHLÁVEK. ECMO: extrakorporální membránová oxygenace ; manuál pro použití u dospělých. 1. vyd. Praha: Maxdorf, 2013, 83 s. ISBN 978-80-7345-365-7.
8. ŠEVČÍK, Pavel (ed.). Intenzivní medicína. 3., přeprac. a rozš. vyd. Praha: Galén, 2014, 1195 s. ISBN 978-80-7492-066-0.

- 9. BĚLOHLÁVEK, Jan, Vilém ROHN a Jan KUNŠTÝŘ.** Profil pacientů léčených extrakorporální membránovou oxygenací (ECMO). *Intervenční a akutní kardiologie* [online]. Solen, 2010, **2010**(9(3)), 121-128 [cit. 2016-02-16]. Dostupné z: <http://www.iakardiologie.cz/pdfs/kar/2010/03/02.pdf>
- 10. RANUCCI, Marco.** Coagulation, Anticoagulation, and Inflammatory Response. *ECMO-Extracorporeal Life Support in Adults* [online]. Milano: Springer Milan, 2014, s. 77 [cit. 2016-02-20]. DOI: 10.1007/978-88-470-5427-1_7. ISBN 9788847054264. Dostupné z: http://link.springer.com/10.1007/978-88-470-5427-1_7
- 11. BELOHLAVEK, Jan, Karel KUCERA, Jiri JARKOVSKY, et al.** Hyperinvasive approach to out-of hospital cardiac arrest using mechanical chest compression device, prehospital intraarrest cooling, extracorporeal life support and early invasive assessment compared to standard of care. A randomized parallel groups comparative study proposal. "Prague OHCA study". *Journal of Translational Medicine* [online]. 2012, 10(1), 163- [cit. 2016-02-18]. DOI: 10.1186/1479-5876-10-163. ISSN 1479-5876.
- 12. BUREŠ, Jan, Jiří HORÁČEK a Jaroslav MALÝ.** *Vnitřní lékařství. 2.*, přepracované a rozšířené vydání. Praha: Galén, 2014. ISBN 9788074921452.
- 13. COPPO, Anna, Lucia GALBIATI a Gianluigi REDAELLI.** Weaning from Extracorporeal Circulatory Support. *ECMO-Extracorporeal Life Support in Adults* [online]. Milano: Springer Milan, 2014, s. 207 [cit. 2016-02-20]. DOI: 10.1007/978-88-470-5427-1_18. ISBN 9788847054264. Dostupné z: http://link.springer.com/10.1007/978-88-470-5427-1_18
- 14. MONDINO, Michele G., Filippo MILAZZO, Roberto PAINO a Roberto FUMAGALLI.** Extracorporeal Life Support: Interactions with Normal Circulation. *ECMO-Extracorporeal Life Support in Adults* [online]. Milano: Springer Milan, 2014, s. 93 [cit. 2016-02-20]. DOI: 10.1007/978-88-470-5427-1_8. ISBN 9788847054264. Dostupné z: http://link.springer.com/10.1007/978-88-470-5427-1_8
- 15. ZAMPIERI, Fernando Godinho, Pedro Vitale MENDES, Otavio T. RANZANI, Leandro Utino TANIGUCHI, Luciano Cesar PONTES AZEVEDO, Eduardo Leite VIEIRA COSTA a Marcelo PARK.** Extracorporeal membrane oxygenation for severe respiratory failure in adult patients: A systematic review and meta-analysis of current evidence. *Journal of Critical Care* [online]. 2013, **28**(6), 998-1005 [cit. 2016-03-01]. DOI:

10.1016/j.jcrc.2013.07.047. ISSN 08839441. Dostupné z:
<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0883944113002451>

16. GUARRACINO, Fabio a Rubia BALDASSARRI. Haemodynamic Monitoring. *ECMO-Extracorporeal Life Support in Adults* [online]. Milano: Springer Milan, 2014, s. 375 [cit. 2016-04-19]. DOI: 10.1007/978-88-470-5427-1_32. ISBN 9788847054264. Dostupné z: http://link.springer.com/10.1007/978-88-470-5427-1_32

17. RUBINO, Antonio, Richard HADDON, Fabrizio CORTI a Fabio SANGALLI. Complications of Extracorporeal Support and Their Management. *ECMO-Extracorporeal Life Support in Adults*[online]. Milano: Springer Milan, 2014, s. 415 [cit. 2016-03-14]. DOI: 10.1007/978-88-470-5427-1_36. ISBN 9788847054264. Dostupné z: http://link.springer.com/10.1007/978-88-470-5427-1_36

18. REMEŠ, Roman a Silvia TRNOVSKÁ. *Praktická příručka přednemocniční urgentní medicíny*. 1. vyd. Praha: Grada, 2013. ISBN 9788024745305.

19. ŠEBLOVÁ, Jana a Jiří KNOR. *Urgentní medicína v klinické praxi lékaře*. 1. vyd. Praha: Grada, 2013. ISBN 9788024744346.

20. PERKINS, Gavin D., Anthony J. HANDLEY, Rudolph W. KOSTER, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 2. Adult basic life support and automated external defibrillation. *Resuscitation* [online]. 2015, **95**, 81-99 [cit. 2016-03-10]. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2015.07.015. ISSN 03009572. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0300957215003275>

21. SOAR, Jasmeet, Jerry P. NOLAN, Bernd W. BÖTTIGER, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 3. Adult advanced life support. *Resuscitation*[online]. 2015, **95**, 100-147 [cit. 2016-03-11]. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2015.07.016. ISSN 03009572. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0300957215003287>

22. CHEN, Yih-Sharng, Jou-Wei LIN, Hsi-Yu YU, et al. Cardiopulmonary resuscitation with assisted extracorporeal life-support versus conventional cardiopulmonary resuscitation in adults with in-hospital cardiac arrest: an observational study and propensity analysis. *The Lancet*[online]. 2008, **372**(9638), 554-561 [cit. 2016-03-20]. DOI: 10.1016/S0140-6736(08)60958-7. ISSN 01406736. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0140673608609587>

- 23. LIN, Jou-Wei, Ming-Jiuh WANG, Hsi-Yu YU, et al.** Comparing the survival between extracorporeal rescue and conventional resuscitation in adult in-hospital cardiac arrests: Propensity analysis of three-year data. *Resuscitation* [online]. 2010, **81**(7), 796-803 [cit. 2016-03-23]. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2010.03.002. ISSN 03009572. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0300957210001310>
- 24. MAEKAWA, Kunihiro, Katsutoshi TANNO, Mamoru HASE, Kazuhisa MORI a Yasufumi ASAI.** Extracorporeal Cardiopulmonary Resuscitation for Patients With Out-of-Hospital Cardiac Arrest of Cardiac Origin. *Critical Care Medicine* [online]. 2013, **41**(5), 1186-1196 [cit. 2016-03-23]. DOI: 10.1097/CCM.0b013e31827ca4c8. ISSN 00903493. Dostupné z: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=00003246-201305000-00004>
- 25. SHIN, Tae Gun, Ik Joon JO, Min Seob SIM, et al.** Two-year survival and neurological outcome of in-hospital cardiac arrest patients rescued by extracorporeal cardiopulmonary resuscitation. *International Journal of Cardiology* [online]. 2013, **168**(4), 3424-3430 [cit. 2016-03-22]. DOI: 10.1016/j.ijcard.2013.04.183. ISSN 01675273. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0167527313008504>
- 26. KIM, Su Jin, Jae Seung JUNG, Jae Hyoung PARK, Jong Su PARK, Yun Sik HONG a Sung Woo LEE.** An optimal transition time to extracorporeal cardiopulmonary resuscitation for predicting good neurological outcome in patients with out-of-hospital cardiac arrest: a propensity-matched study. *Critical Care* [online]. 2014, **18**(5), - [cit. 2016-03-23]. DOI: 10.1186/s13054-014-0535-8. ISSN 13648535. Dostupné z: <http://ccforum.com/content/18/5/535>
- 27. SAKAMOTO, Tetsuya, Naoto MORIMURA, Ken NAGAO, et al.** Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation versus conventional cardiopulmonary resuscitation in adults with out-of-hospital cardiac arrest: A prospective observational study. *Resuscitation* [online]. 2014, **85**(6), 762-768 [cit. 2016-03-24]. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2014.01.031. ISSN 03009572. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0300957214000653>
- 28. BLUMENSTEIN, J., J. LEICK, C. LIEBETRAU, et al.** Extracorporeal life support in cardiovascular patients with observed refractory in-hospital cardiac arrest is associated with favourable short and long-term outcomes: A propensity-matched analysis. *European*

Heart Journal: Acute Cardiovascular Care [online]. , - [cit. 2016-03-27]. DOI: 10.1177/2048872615612454. ISSN 20488726. Dostupné z: <http://acc.sagepub.com/lookup/doi/10.1177/2048872615612454>

29. KIM, Su Jin, Hyun Jung KIM, Hee Young LEE, Hyeong Sik AHN a Sung Woo LEE. Comparing extracorporeal cardiopulmonary resuscitation with conventional cardiopulmonary resuscitation: A meta-analysis. *Resuscitation* [online]. 2016, , - [cit. 2016-04-01]. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2016.01.019. ISSN 03009572. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0300957216000459>

30. MASSETTI, Massimo, Marine TASLE, Olivier LE PAGE, et al. Back from Irreversibility: Extracorporeal Life Support for Prolonged Cardiac Arrest. *The Annals of Thoracic Surgery* [online]. 2005, **79**(1), 178-183 [cit. 2016-04-10]. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2004.06.095. ISSN 00034975. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0003497504014353>

31. WANG, Chih-Hsien, Nai-Kuan CHOU, Lance B. BECKER, et al. Improved outcome of extracorporeal cardiopulmonary resuscitation for out-of-hospital cardiac arrest – A comparison with that for extracorporeal rescue for in-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* [online]. 2014, **85**(9), 1219-1224 [cit. 2016-04-10]. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2014.06.022. ISSN 03009572. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0300957214006303>

32. KAGAWA, Eisuke, Ichiro INOUE, Takuji KAWAGOE, et al. Assessment of outcomes and differences between in- and out-of-hospital cardiac arrest patients treated with cardiopulmonary resuscitation using extracorporeal life support. *Resuscitation* [online]. 2010, **81**(8), 968-973 [cit. 2016-04-18]. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2010.03.037. ISSN 03009572. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0300957210001991>

33. LEICK, Jürgen, Christoph LIEBETRAU, Sebastian SZARDIEN, et al. Door-to-implantation time of extracorporeal life support systems predicts mortality in patients with out-of-hospital cardiac arrest. *Clinical Research in Cardiology* [online]. 2013, **102**(9), 661-669 [cit. 2016-04-19]. DOI: 10.1007/s00392-013-0580-3. ISSN 18610684. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s00392-013-0580-3>

34. LE GUEN, Morgan et al. Extracorporeal life support following out-of-hospital refractory cardiac arrest. *Critical Care* [online]. 2011, **2011** [cit. 2016-04-10]. DOI: 10.1186/cc9976. ISSN 15:R29. Dostupné z: <http://ccforum.biomedcentral.com/articles/10.1186/cc9976>

35. AVALLI, Leonello, Elena MAGGIONI, Francesco FORMICA, et al. Favourable survival of in-hospital compared to out-of-hospital refractory cardiac arrest patients treated with extracorporeal membrane oxygenation: An Italian tertiary care centre experience. *Resuscitation* [online]. 2012, **83**(5), 579-583 [cit. 2016-04-10]. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2011.10.013. ISSN 03009572. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0300957211006125>

6 PŘÍLOHY

Příloha A – <i>Okruh ECMO</i>	73
Příloha B – <i>Řídící jednotka</i>	73
Příloha C – <i>Membránový oxygenátor</i>	74
Příloha D – <i>Teplotní výměník</i>	74
Příloha E – <i>Periferní zavedení VA ECMO kanyl (femoro-femorální přístup)</i>	75
Příloha F – <i>Neuromonitoring (NIRS) a intraarrest hypotermie pomocí RhinoChill</i>	75
Příloha G – <i>Přístroj pro mechanizovanou nepřímou srdeční masáž (LUCASTM)</i>	76
Příloha H – <i>Ukázka zajištěného pacienta při KPR a transportu do kardiocentra</i>	76
Příloha CH – <i>Algoritmus BLS</i>	77
Příloha I – <i>Algoritmus ALS</i>	78

Příloha A – Okruh ECMO



Zdroj: vlastní

Příloha B – Řídicí jednotka



Zdroj: <http://www.maquet.com/int/products/hls-set-advanced/>

Příloha C – Membránový oxygenátor



Zdroj: vlastní

Příloha D – Teplotní výměník



Zdroj: vlastní

Příloha E – *Periferní zavedení VA ECMO kanyl (femoro-femorální přístup)*



Zdroj: vlastní

Příloha F – *Neuromonitoring (NIRS) a intraarrest hypotermie pomocí RhinoChill*



Zdroj: http://www.resuscitace.cz/wp-content/documents/2012_prednasky/08_Belohlavek.pdf

Příloha G – Přístroj pro mechanizovanou nepřímou srdeční masáž (LUCAS™)



Zdroj: <http://www.physio-control.cz/produkty-a-sluzby/lucas-kpr/lucas-2>

Příloha H – Ukázka zajištění pacienta při KPR a transportu do kardiocentra

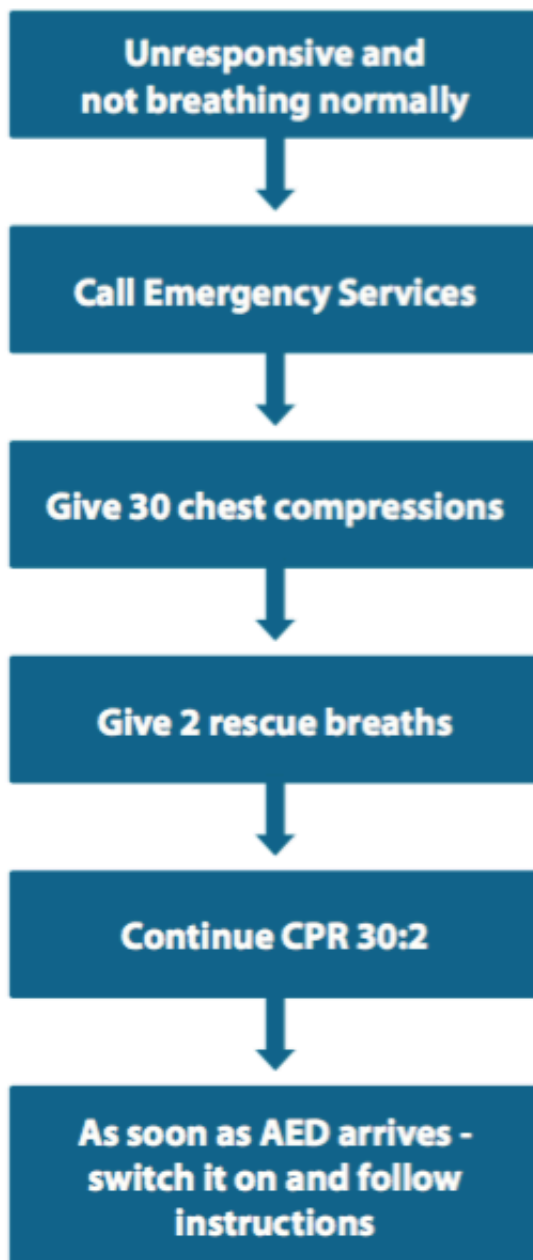


Zdroj: <http://www.akutne.cz/res/publikace/8-franek-colours-of-sespsis-prague-ohca-logistika.pdf>



EUROPEAN
RESUSCITATION
COUNCIL

Basic Life Support and Automated External Defibrillation (AED)

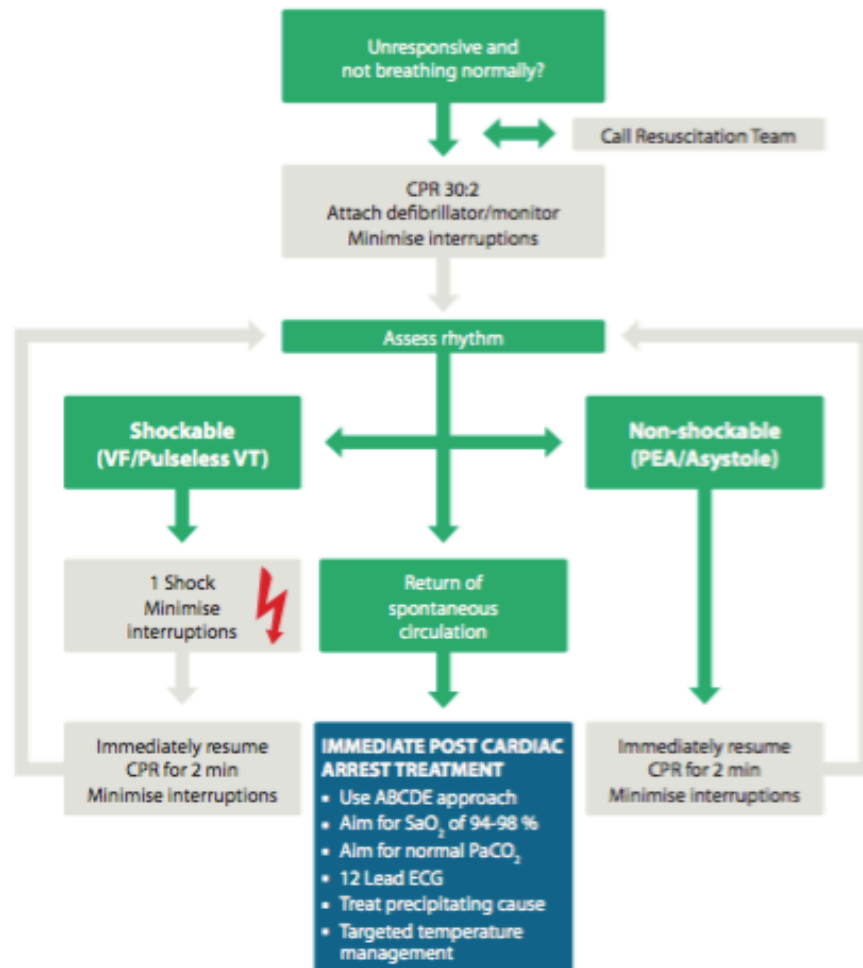


www.erc.edu | info@erc.edu

Published October 2015 by European Resuscitation Council vzw, Emile Vanderveldeaan 35, 2045 Nieuw, Belgium
Copyright: © European Resuscitation Council vzw Product reference: Poster_BLS_Algorithm_ENG_20150930



Advanced Life Support



DURING CPR

- Ensure high quality chest compressions
- Minimise interruptions to compressions
- Give oxygen
- Use waveform capnography
- Continuous compressions when advanced airway in place
- Vascular access (intravenous or intraosseous)
- Give adrenaline every 3-5 min
- Give amiodarone after 3 shocks

TREAT REVERSIBLE CAUSES

- | | |
|-------------------------------|------------------------------------|
| Hypoxia | Thrombosis – coronary or pulmonary |
| Hypovolaemia | Tension pneumothorax |
| Hypo-/hyperkalaemia/metabolic | Tamponade – cardiac |
| Hypothermia/hyperthermia | Toxins |

CONSIDER

- Ultrasound imaging
- Mechanical chest compressions to facilitate transfer/treatment
- Coronary angiography and percutaneous coronary intervention
- Extracorporeal CPR

www.erc.eu | info@erc.eu

Published October 2015 by European Resuscitation Council vzw, Emile Vandervekkelaan 35, 2845 Niel, Belgium
Copyright: © European Resuscitation Council vzw. Product reference: Poster_ALS_Algorithm_ENIG_20150930