

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2019

Anna Slachová

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ

Studijní program: Ošetrovatelství N5341

Bc. Anna Slachová

Studijní obor: Ošetrovatelská péče v chirurgických oborech (5341 T 015)

Kombinovaná forma studia

**MANAGEMENT RIZIK PŘI EXTRAKORPORÁLNÍ
MEMBRÁNOVÉ OXYGENACI**

Diplomová práce

Vedoucí práce: PhDr. Petra Bejvančická

PLZEŇ 2019

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně a všechny použité prameny jsem uvedla v seznamu použitých zdrojů.

V Plzni dne 29. 3. 2019.

.....

vlastnoruční podpis

Abstrakt

Příjmení a jméno: Bc. Slachová Anna

Katedra: Ošetrovatelství a porodní asistence

Název práce: Management rizik při extrakorporální membránové oxygenaci

Vedoucí práce: PhDr. Bejvančická Petra

Počet stran – číslované: 122

Počet stran – nečíslované: 159

Počet příloh: 10

Počet titulů použité literatury: 80

Klíčová slova: ECMO, riziko, klinický perfuziolog, komplikace, ošetrovatelská péče, nelékařský zdravotnický pracovník

Souhrn:

Metoda extrakorporální membránové oxygenace (ECMO) umožňuje prostřednictvím přístrojové podpory dočasně nahradit selhávající vitální funkce. Cílem práce je určení hlavních rizik metody ECMO a nalezení optimálního řízení těchto rizik v konkrétním zdravotnickém zařízení. Retrospektivní analýza souboru dat pacientů napojených na ECMO podporu ve FN Plzeň v letech 2014 – 2018 prokázala soustavné navyšování frekvence použití ECMO a rozšíření indikací metody. Empirická část byla rozdělena na dotazníkové šetření u NELZP, kteří pečují o ECMO pacienty, a na rozhovory s vedoucími lékaři oddělení, kde jsou pacienti s ECMO hospitalizováni. Výzkumem jsme zjistili, že NELZP vnímají potřebu dalšího vzdělávání v problematice ECMO a mají o něj zájem, lékaři si také přejí další formy vzdělávání pro NELZP i pro sebe. Shodně zdravotníci uvedli, že výhodná by byla přítomnost perfuziologa ve zdravotnickém zařízení nepřetržitě. Výstupem práce je soubor doporučení a návrhů, jak optimalizovat podmínky poskytování metody ECMO prováděné mimo trvalý dohled perfuziologa v konkrétním zdravotnickém zařízení.

Abstract

Surname and name: Bc. Slachová Anna

Department: Nursing and Midwifery

Title of thesis: Extracorporeal membrane oxygenation risk management

Consultant: PhDr. Bejvančická Petra

Number of pages – numbered: 122

Number of pages – unnumbered: 161

Number of appendices: 10

Number of literature items used: 80

Keywords: ECMO, risk, clinical perfusionist, complications, nursing care, paramedical profession

Summary:

The extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) method allows temporarily to replace failing vital functions via instrumental support. The aim of the work is to identify the main risks of the ECMO method and to find the optimal management of these risks in a particular healthcare facility. A retrospective analysis of a set of patient data linked to ECMO support at FN Plzeň in 2014-2018 demonstrated a continuous increase in the frequency of ECMO use and an extension of the method indication. The empirical part was divided into a questionnaire survey of non-medical healthcare professionals (NELZP in the Czech Republic) who care for ECMO patients, and interviews with senior physicians in the ECMO hospital. We have found out that NELZP perceives the need for further education in ECMO and is interested in it, doctors also want other forms of education for NELZP and for themselves. Accordingly, health professionals said that the presence of a perfusologist in a healthcare facility would be advantageous. The output of the work is a set of recommendations and suggestions on how to optimize the provision of the ECMO method performed outside the permanent supervision of a perfusologist in a particular medical facility.

Poděkování

Děkuji PhDr. Petře Bejvančické za čas, který věnovala odbornému vedení práce a za poskytování cenných rad v průběhu realizace práce. Dále děkuji vedoucím pracovníkům kardiologického oddělení FN Plzeň za podporu při výzkumném šetření. Velké poděkování patří mému manželovi a dětem za prostor na studium, který mi poskytli.

OBSAH

ÚVOD.....	10
TEORETICKÁ ČÁST.....	14
1 EXTRAKORPORÁLNÍ MEMBRÁNOVÁ OXYGENACE	14
1.1 Historie a vývoj ECMO	14
1.2 V – V ECMO	19
1.2.1 Princip.....	19
1.2.2 Indikace a kontraindikace.....	19
1.2.3 Způsob kanylace	19
1.3 V-A ECMO.....	20
1.3.1 Princip.....	20
1.3.2 Indikace a kontraindikace.....	20
1.3.3 Způsob kanylace	21
1.4 V-A versus V-V ECMO	21
1.5 ECMO okruh.....	22
1.5.1 Kanyly a hadicový set.....	22
1.5.2 Krevní čerpadlo	23
1.5.3 Oxygenátor	24
1.5.4 Tepelný výměník	25
1.5.5 Směšovač plynů.....	25
1.5.6 Řídící jednotka.....	26
1.6 Podmínky vedení ECMO.....	28
1.6.1 Personální zajištění	28
1.6.2 Antikoagulace.....	29
1.6.3 Monitorace funkce ECMO metody	30
1.7 Vedení, ukončování léčby a odpojení ECMO	33
1.7.1 Vedení, ukončování léčby a odpojení V-V ECMO.....	33
1.7.2 Vedení, ukončování léčby a odpojení V-A ECMO.....	34
1.7.3 Dekanylace	35
1.8 Komplikace ECMO metody	35
1.8.1 Komplikace na straně pacienta.....	35
1.8.2 Komplikace technické	39
2 SPECIFIKA PÉČE O PACIENTA NA ECMO PODPOŘE.....	43
2.1 Monitorace fyziologických funkcí a stavu vědomí u ECMO pacienta.....	43
2.1.1 Monitorace fyziologických funkcí.....	43
2.1.2 Monitorace stavu vědomí	44

2.2	Péče o cévní vstupy u pacienta na ECMO	45
2.2.1	Péče o cévní vstupy ECMO podpory	45
2.2.2	Péče o další cévní vstupy	45
2.3	Hygienická péče u pacienta na ECMO	45
2.4	Péče o vyprazdňování u pacienta na ECMO.....	46
2.5	Výživa pacienta na ECMO	46
2.6	Polohování pacienta na ECMO.....	46
2.7	Transport pacienta na ECMO	47
2.8	Sledování krvácivých projevů u pacienta na ECMO.....	47
2.9	Péče o ECMO přístroj a komponenta	48
3	PRÁVNÍ OPORA POSKYTOVÁNÍ ECMO PODPORY.....	49
3.1	Externí dokumenty – zákony a vyhlášky	49
3.2	Interní dokumenty platné pro FN Plzeň.....	51
3.3	Kompetence lékaře, NELZP a perfuziologa při ECMO metodě	51
4	MANAGEMENT RIZIK ECMO METODY.....	53
4.1	Management.....	53
4.2	Management ve zdravotnictví.....	54
4.3	Management rizik	54
4.4	Identifikace rizik při ECMO	55
	PRAKTICKÁ ČÁST	57
5	CÍL A ÚKOLY PRÁCE.....	57
6	HYPOTÉZY	58
7	CHARAKTERISTIKA SLEDOVANÉHO SOUBORU	59
7.1	Metodologie empirického šetření	59
7.2	Organizace empirického šetření.....	60
8	RETROSPEKTIVNÍ ANALÝZA PACIENTŮ NA ECMO PODPOŘE VE FN PLZEŇ.....	61
8.1	Vývoj počtů pacientů na ECMO v letech 2014 – 2018	61
8.2	Vývoj věkového průměru pacientů na ECMO v letech 2014 – 2018.....	62
8.3	Vývoj v indikacích pro napojení ECMO podpory v letech 2014 – 2018	63
8.4	Hospitalizace pacientů na jednotlivých odděleních – vývoj v letech 2014 – 2018 65	
8.5	Použitá modifikace a kanylace ECMO metody, průměrná doba vedení ECMO v letech 2014 – 2018	66
8.6	Výsledky ECMO metody v letech 2014 - 2018.....	67
8.7	Komplikace u pacientů napojených na ECMO v roce 2018.....	69
9	VYHODNOCENÍ EMPIRICKÉHO ŠETŘENÍ	70

9.1	Vyhodnocení dotazníkového šetření.....	70
9.1.1	Identifikace respondentů.....	71
9.1.2	Prezentace výsledků dotazníkového šetření	72
9.1.3	Statistické testování hypotéz	89
9.2	Vyhodnocení hloubkových rozhovorů.....	100
9.2.1	Identifikace respondentů.....	100
9.2.2	Prezentace výsledků hloubkového rozhovoru	101
10	DISKUZE	108
	ZÁVĚR.....	121
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	
	SEZNAM PŘÍLOH	
	SEZNAM GRAFŮ	
	SEZNAM TABULEK	
	SEZNAM ZKRATEK	

ÚVOD

Extrakorporální membránová oxygenace – ECMO je metoda mimotělní podpory funkce srdce a plic prostřednictvím mechanického zařízení. Patří do komplexu vysoce specializované péče pro pacienty s oběhovým a ventilačním selháním, kde ostatní léčebné metody selhaly. Metoda je invazivní, s potenciálem častých a závažných komplikací, náročná na technické zázemí, ale předně na erudovanost zdravotnického personálu v péči o pacienta napojeného na ECMO.

Prvně byla ECMO metoda použita v modifikaci V-A v roce 1966 doktorem Hillem u 24letého pacienta. Indikací bylo posttraumatické ventilační selhání, nevládnutelné konvenční terapií. ECMO byla úspěšně odpojena po 75 hodinách a pacient se úplně zotavil (Hill a spol., 1972, s. 630)

Od dalšího používání této metody u dospělých pacientů se přechodně upustilo po publikování randomizované multicentrické studie „Ectracorporeal membrane oxygenation in severe acute respiratory failure.“, kde autoři vyjádřili názor, že ECMO není vhodnou metodou léčby akutního selhání plic u dospělých pacientů (Zapol et al., 1979). Byla zde používána modifikace V-A ECMO při plicních indikacích, což ve světle dnešních poznatků je neopodstatněné.

Randomizovaná multicentrická studie CESAR z let 2001 až 2006 (Peek et al., 2009) naopak doložila, že léčba pacientů s akutním selháním plic pomocí podpory ECMO má výrazně lepší výsledky než při použití konvenčních postupů léčby, zejména co se týká přežití bez výrazného neurologického postižení. Pandemie chřipky typu H1N1 v roce 2009 a zvýšení incidence těžkého respiračního selhání dospělých upevnilo pozici V-V ECMO v léčebných intervencích. Zdokonalování a zmenšování rozměrů oxygenátoru, centrifugálních pump, ale i použití heparinem potaženého vnitřního povrchu hadic výrazně snížilo výskyt komplikací (Sangalli, 2014, s. 8). Po zkonstruování systému sloužícího primárně pro náhradu plicních funkcí došlo k rychlému rozšíření přístroje do klinické praxe.

Trendem posledních let je snaha dát šanci k přežití nemocnému s akutním oběhovým selháním, refrakternímu ke konvenční terapii. ECMO tak v modifikaci V-A přebírá v různé míře funkci srdce i funkci plic, bývá stále častěji používána jako záchranný postup při probíhající KPR, jako její součást. V této souvislosti byl do praxe zaveden výraz

ECPR (extracorporeal cardiopulmonary resuscitation) a CCPR (conventional cardiopulmonary resuscitation). Jelikož je takto využívaná ECMO metoda velmi invazivní, finančně nákladná a také náročná na technické a organizační aspekty, zaobírá se odborná veřejnost opodstatněním takového postupu.

Do prospektivní kohortové studie zabývající se rozdílem v přežití u pacientů s náhlou zástavou oběhu v nemocničním zařízení při využití ECPR nebo CCPR (Chen et al., 2008) bylo zařazeno 172 pacientů. Výsledky studie demonstrovaly benefity ECMO terapie na parametru propuštění pacienta s dobrým neurologickým stavem, tj. CPC1-2 (Cerebral performance category - skóre mozkové výkonnosti, je používáno s cílem posoudit neurologický výsledek po zástavě srdce, Přílohy, tabulka č. 1), kde u ECPR větve bylo propuštěno do domácí péče 30,4 % (n=14), u větve CCPR bylo toto číslo o polovinu menší 15,2 % (n=7). Srovnatelné výsledky uvádí i retrospektivní kohortová studie, provedená týmem odborníků v čele s Tae Gun Shinem. Tato studie potvrdila, že výsledky léčby refrakterních zástav pomocí ECMO jsou lepší, než pokud je nemocný léčen standardně – zejména u dlouhodobého přežití (Shin et al., 2013). Další retrospektivní kohortová studie, kterou v roce 2015 publikoval tým autorů z německého Kerckhoff Heart and Thorax center, na vzorku 353 pacientů potvrdila, že přesně vymezená skupina nemocných může profitovat z léčby pomocí ECMO. Ta je spojená s dlouhodobě lepším procentem přežití i neurologickým stavem (Blumenstein et al., 2015).

Ze studií zaměřených na zástavu oběhu mimo zdravotnické zařízení je zajímavou od roku 2013 probíhající prospektivní randomizovaná studie, která je společným projektem kardiocentra Všeobecné fakultní nemocnice v Praze a Zdravotnické záchranné služby hlavního města Prahy a probíhá pod vedením doc. MUDr. Jana Bělohávk, Ph.D. Autoři v ní porovnávají přežití pacientů s refrakterní srdeční zástavou léčených za použití ECPR a za použití CCPR, kde základním aspektem hodnocení je 6ti měsíční přežití s dobrým neurologickým výsledkem (CPC 1-2). Ukončení studie a zveřejnění výsledků je plánováno na konec roku 2019, prozatím jsou k dispozici pilotní výsledky zveřejněné v roce 2015. U 51 pacientů zahrnutých do studie v poměru 24 (-7):27 (+7) CCPR:ECPR, kdy bylo u 7 pacientů konvertováno (crossover) ze standardního do ECLS zajištění. Průměrný čas do randomizace byl 23 minut. Průměrná délka zástavy oběhu u standardního zajištění byla 46,1 minut a 59,8 minut u zajištění mimotělního. 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

v rozmezí 1-2 (kompletní protokol studie dostupný z <https://translationalmedicine.biomedcentral.com/articles/10.1186/1479-5876-10-163>). Vyplývá, že vysokého procenta přežití s dobrým neurologickým výsledkem se za použití ECMO dá dosáhnout i u výrazně delších oběhových zástav.

Profesní organizace sdružující odborníky zabývající se ECMO metodou z celého světa je ELSO – Extracorporeal Life Support Organization, s vedením v Michiganu, USA. Takto funguje od roku 1994, kdy se sloučila americká (1989) a evropská (1991) frakce. Cílem ELSO je poskytovat vzdělávání a školení v technice ECMO, a také výzkum a správu dat pro rozvoj ECMO na celém světě. Ve výročné zprávě, publikované naposledy v červenci 2018, uvádí přehled všech pacientů napojených na ECMO podporu ze všech partnerských center. Od roku 1990 do července 2018 bylo napojeno 100 902 nemocných, z toho 69 203 nemocných (68 %) přežilo odpojení a propuštěno ze zdravotnického zařízení bylo 56 743 nemocných (56 %). Z celkového počtu bylo 63 674 pacientů pediatrických a neonatologických (kompletní zpráva dostupná z <https://www.elseo.org/Registry/Statistics/InternationalSummary.aspx>).

V České republice byl v roce 1991 založen Český spolek pro mimotělní oběh (ČSMO). Sdružuje odborníky v klinické perfuzi, kteří se zabývají problematikou mimotělního oběhu při kardiochirurgických operacích, mechanickou podporou selhávajícího srdce a metodami dlouhodobé podpory srdce a plic při selhávání jejích funkce (ČSMO). Spolek koordinuje vzdělávání nových adeptů, udržuje kontakt členů v České republice i na mezinárodní úrovni, spolupracuje s dalšími odbornými organizacemi a organizuje odborné konference.

Klinický perfuziolog – specialista pro problematiku mimotělního oběhu a problematiku ECMO terapie, zahajuje spolu s indikujícími lékaři ECMO podporu. Je přítomen po dobu diagnostiky a případných terapeutických intervencí u pacienta, v jeho kompetencích je sledování a stabilizace ECMO podpory. V České republice je na většině pracovišť zavedeno, že po stabilizaci metody předává perfuziolog pacienta do rukou zdravotnického personálu oddělení, kde je pacient hospitalizován. Perfuziolog před odchodem na své pracoviště, případně domů, provede krátkou instruktáž nelékařských zdravotnických pracovníků (NELZP) pečujícího o pacienta. Od této chvíle je specialista na telefonu a proto je nezbytné, aby personál oddělení znal nejen problematiku základního onemocnění a strategie terapie, ale také jak zacházet s přístrojem, na kterém závisí

pacientovo přežití. Musí vědět, co je nutné sledovat na přístroji i u pacienta, aby byla včas odhalena porucha funkce přístroje, anebo komplikace terapie ze strany pacienta (Kapounová, 2007, s. 68). Má také znát svoje kompetence. Jako nejzávažnější riziko metody vnímají autoři prodloužení řešení problémových situací, kdy NELZP po zjištění komplikace a jejím vyhodnocení kontaktuje lékaře anebo telefonuje perfuziologovi.

Jelikož využití ECMO již není výjimečné, narůstá potřeba objasnit kompetence personálu pečujícího o pacienta a zrevidovat podmínky poskytování metody tak, aby byla co nejbezpečnější. V tomto ohledu se dá uvažovat o zajištění trvalé dostupnosti specialisty - perfuziologa ve zdravotnickém zařízení. K takovému kroku přistupují i ECMO centra v zahraničí, zejména v souvislosti se zajištěním dostupnosti ECMO metody při kardiopulmonální resuscitaci v nepřetržitém režimu (Annich et al., 2012, s. 336; s. 279). V České republice je zajištěn perfuziolog nepřetržitě na 3 pracovištích. Dalším možným řešením je formulace pozice ECMO specialista – v zahraničí (rozšířen zejména v USA) se rekrutoval z řad NELZP pracujících v intenzivní péči. Je definován jako odborník, který pod dohledem ECMO lékaře vede ECMO metodu dle klinických potřeb pacienta (Abrams et al., 2018, s. 720). Jako nutné považuje společnost ELSO pořádání pravidelných tzv. nouzových cvičení, které nabízí všechny akutní problémy ECMO metody, jejich simulaci a nácvik správných řešení ve stávajících personálních možnostech (ELSO, Guidelines for ECMO Centers, 2014, s. 7). Každé konkrétní zdravotnické zařízení má svoje standardy a procesy vytvořeny specificky pro své potřeby a je nutné je pravidelně revidovat a aktualizovat, aby péče o pacienta byla co nejefektivnější.

TEORETICKÁ ČÁST

1 EXTRAKORPORÁLNÍ MEMBRÁNOVÁ OXYGENACE

Extrakorporální membránová oxygenace (ECMO) je metoda k mimotělní podpoře života. Patří do komplexu vysoce specializované péče pro nemocné s oběhovým a/nebo ventilačním selháním, kde konvenční terapeutické metody jsou neúčinné. Principem ECMO je mimotělní oběh, tzn. mechanické odčerpání odkysličené krve ze žilního systému pacienta za použití centrifugální pumpy, následné okysličení krve v oxygenátoru a vrácení okysličené krve zpět pacientovi, a to buď do žilního systému – modifikace veno-venózní: V-V ECMO, anebo do tepenního systému – modifikace veno-arteriální: V-A ECMO. Volba vhodného typu ECMO modifikace závisí na celkovém hemodynamickém stavu nemocného (Ošťádal a Bělohlávek, 2018, s. 14). Indikační kritéria nejsou jednoznačně stanovená, protože pořád přibývá klinických situací, kde byla ECMO metoda úspěšně využita.

1.1 Historie a vývoj ECMO

Přirozenou součástí lidského života jsou nemoci a úrazy, nezřídka vyústěné v kritické, život ohrožující stavy, které nelze řešit za použití standartních léčebných postupů. Celé dějiny lidstva tak jsou doprovázeny hledáním nových postupů a způsobů, jak sled událostí vedoucích nevyhnutelně k smrti zvrátit. Rozvinutí extrakorporální membránové oxygenace dokladuje snahu člověka nespokojit se s konvenčními léčebnými postupy a bojovat o lidský život pomocí technicky náročných a problematických metod. Přijetí této techniky do klinické praxe usnadnilo, že je určena pro nemocné s těžkým postižením srdce a plic, kde je předpokládána mortalita téměř 100%. Tímto je výrazně sníženo riziko, že pacient bude použitím ECMO metody poškozen (Ošťádal a Bělohlávek, 2018, s. 10).

Metoda ECMO se vyvinula z konvenčního mimotělního oběhu, který je znám a běžně používán teprve od 60. let minulého století a předcházelo tomu množství poznatků a objevů.

V roce 1812 předpověděl francouzský lékař Julien-Jean LeGalois, že srdce bude možno nahradit pumpou, která bude schopna zabezpečit adekvátní průtok krve všemi orgány a zachovat je vitální. Jeho vize mohla být splněna až za 100 let, po objevení a popsání dalších fyzikálních jevů a technických náležitostí.

Sestrojení prvního čerpadla, které má potenciál stát se krevním, se připisuje Porterovi a Bradleymu. Patentováno bylo v USA již v roce 1855, pro klinické použití bylo upraveno DeBakeym v USA a Henry a Jouveltem ve Francii, obojí v roce 1934. Toto rotační válečkové čerpadlo bylo prvně použito v srdeční chirurgii Johnem Gibbonem v roce 1953, kdy úspěšně provedl uzávěr defektu mezišíňové přepážky u mladé ženy (Houdek, 2012, s. 154). Pro vedení mimotělního oběhu při kardiochirurgických operacích je standardně používáno dodnes. Alternativní čerpadlo – čerpadlo centrifugální bylo vyvinuto v roce 1968 původně jako jedna z možností totální srdeční náhrady, ale ukázalo se pro tento účel nevhodným. Potom, co prošlo dalšími úpravami, se na řadě pracovišť od roku 1974 používá jako arteriální pumpa k vedení mimotělního oběhu (Lonský, 2004, s. 19), s výhodami oproti válečkovému čerpadlu – minimální poškozování krevních elementů, minimální embolizace pevných a plynových částic a omezení přetlakových i podtlakových výkyvů v systému. Všechny tyto výhody jsou zvláště cenné při potřebě dlouhodobého mimotělního oběhu, tzn. i při ECMO. Toto čerpadlo je pro systém ECMO vhodné ještě z jednoho důvodu: zamezuje transportu většího množství vzduchu a tím brání masivní vzduchové embolizaci pacienta. Tato vlastnost je dána principem centrifugální pumpy – krevní elementy jsou poháněny pouze odstředivými silami, které vznikají magneticky poháněnými rotujícími kuželovitými plochami. Odstředivé síly nejsou schopné při zavzdušnění čerpadla tento vzduch přečerpat a rotor se otáčí naprázdno (Lonský, 2004, s. 40).

V 80. letech 19. století popsali vědci von Schroder (1882) a von Frey s Gruberem (1885), že bude-li kyslík volně probublávat krví, dojde k okysličení krve. Tato myšlenka vedla k sestrojení prvního prototypu oxygenátoru – krev nechali volně stékat po dutém kovovém válci, do jehož středu byl přiváděn kyslík. Ten otvory ve stěně válce probublával krví z válce ven, problémem ale byly mikro i makrobubliny v okysličené krvi. Bublinové oxygenátory tak, jak byly používány do počátku 80. let minulého století, byly vyvinuty díky objevu silikonového polymeru (Kammermeyer, 1957), který zajistil prasknutí bubliny. Na pracovištích, kde i přes „odpěňovací“ složku neměli k bublinovým oxygenátorům důvěru, používali diskový oxygenátor. Byl sestrojen a prvně použit Johnem

Gibbonem v roce 1953, krev byla sváděna na systém kovových destiček v prostředí nasyceném kyslíkem. Systém ovšem způsoboval rozpad krevních elementů, jeho obsluha byla složitá a také údržba byla náročná. Zdokonalen byl Björkem a do klinické praxe zaveden Kayem a Crossem v roce 1956, na některých pracovištích byl užíván až do roku 1971. Důležité bylo Kolfovo a Beckovo zjištění, že kyslík může prostupovat celofánovou membránou (rok 1944) jejich dialyzační cívky. Hlavní předností tohoto způsobu okysličování je skutečnost, že kyslík prostupuje do krve (podobně jako v plicích) přes membránu a nedochází k přímému mísení krve s plynem a tím tvorbě mikrobublin a k destrukci krevních elementů. Další desítky let trvalo najít vhodný materiál, i tady se uplatnil vynález silikonových polymerů. V roce 1965 sestrojil Bramson první klinicky použitelný membránový oxygenátor (Lonský, 2004, s. 25). Za současnou kvalitu, životnost a malý rozměr oxygenátorů vděčíme objevu mikroporézního polypropylenu (70. léta minulého století), kterým byl silikon definitivně nahrazen. Princip okysličení pomocí difuzní membrány se používá dodnes a dal název i metodě ECMO – membránová oxygenace.

Další problém při uvažování o mimotělním oběhu tvořila schopnost krve se mimo prostředí cévy srážet. Heparin - látka reverzibilně inhibující tuto fyziologickou vlastnost krve, byla objevena roku 1916 McLeanem a prvně použita Craffordem v roce 1935 (Lonský, 2004, s. 26). Tato antikoagulační látka hraje důležitou roli při zavedení mimotělního oběhu do klinické praxe a je také nezbytnou součástí ECMO metody.

V-A ECMO prvně použil doktor Hill u 24letého pacienta v roce 1966. Indikací bylo posttraumatické ventilační selhání, nezvládnutelné konvenční terapií. ECMO byla úspěšně odpojena po 75 hodinách a pacient se úplně zotavil (Hill et al., 1972, s. 630).

Po publikování randomizované multicentrické studie „Ectracorporeal membrane oxygenation in severe acute respiratory failure.“, se od používání této metody u dospělých pacientů upustilo. Autoři vyjádřili názor, že ECMO není vhodnou metodou léčby akutního selhání plic u dospělých pacientů (Zapol et al., 1979). Byla používána modifikace V-A ECMO při plicních indikacích, což ve světle dnešních poznatků je neopodstatněné.

Starší systémy ECMO používaly válečkové čerpadlo a dlouhý a nebiokompatibilní (ne heparinem potažený) okruh, díky tomu systém vyžadoval až 2 litry primární náplně. Docházelo tak k značné aktivaci koagulačního systému a ke krvácivým komplikacím (Huong, 2017, s. 21).

Studie CESAR z let 2001 až 2006 (Peek et al., 2009) naopak doložila, že léčba pacientů s akutním selháním plic pomocí podpory ECMO má výrazně lepší výsledky než při použití konvenční léčby, zejména co se týká přežití bez výrazného neurologického postižení. Výskyt pandemie chřipky typu H1N1 v roce 2009 a zvýšení incidence těžkého respiračního selhání dospělých pacientů upevnilo pozici V-V ECMO v léčebných intervencích. Po zkonstruování systému sloužícího primárně pro náhradu plicních funkcí došlo k rozšíření přístroje do klinické praxe. Další zdokonalování a také zmenšování rozměrů oxygenátoru, použití centrifugálních pump a heparinem potaženého vnitřního povrchu hadic výrazně snížilo výskyt komplikací (Sangalli, 2014, s. 8).

ECMO v modifikaci V-A je stále častěji používána jako záchranný postup při probíhající KPR, jako její součást, jako součást postupů usilujících o obnovení spontánního krevního oběhu (restoration of spontaneous circulation – ROSC). V této souvislosti byl do praxe zaveden výraz ECPR (extracorporeal cardiopulmonary resuscitation) a CCPR (conventional cardiopulmonary resuscitation). Jelikož je takto využívaná ECMO metoda velmi invazivní, finančně nákladná a také náročná na technické a organizační aspekty, je odbornou veřejností zkoumáno opodstatnění takového postupu.

Tato potřeba dala v roce 2014 vzniknout mezinárodní síti ECMO Network. Organizace je zaměřena na provádění a podporu účinného výzkumu zaměřeného na určení role mimotělní podpory života při léčbě respiračního a srdečního selhání u dospělých. Podporuje vědce, aby navrhovali a vedli projekty zkoumající prospěch používání ECMO metody v praxi.

Prospektivní kohortové studie zabývající se rozdílem v přežití u pacientů s náhlou zástavou oběhu v nemocničním zařízení při využití ECPR nebo CCPR (Chen et al., 2008) zahrnovala 172 pacientů. Studie prokazovala výhody ECMO terapie na parametru propuštění pacienta s dobrým neurologickým stavem, tj. CPC1-2 (Cerebral performance category - skóre mozkové výkonnosti, je používáno s cílem posoudit neurologický výsledek po zástavě srdce, tabulka č....), kde u ECPR větve bylo propuštěno do domácí péče 30,4 % (n=14), u větve CCPR bylo toto číslo o polovinu menší 15,2 % (n=7). Srovnatelné výsledky uvádí i retrospektivní kohortová studie, provedená týmem odborníků v čele s Tae Gun Shinem. Tato studie potvrdila, že výsledky léčby refrakterních zástav pomocí ECMO jsou lepší, než pokud je nemocný léčen standardně – zejména u dlouhodobého přežití (Shin et al., 2013). To potvrzuje i studie z roku 2015, kterou

publikoval tým autorů z německého Kerckhoff Heart and Thorax center. Na vzorku 353 pacientů potvrdila, že přesně vymezená skupina nemocných může profitovat z léčby pomocí ECMO (Blumenstein et al., 2015).

Zajímavá je právě probíhající studie „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". Je společným projektem kardiocentra Všeobecné fakultní nemocnice v Praze a Zdravotnické záchranné služby hlavního města Prahy a probíhá pod vedením doc. MUDr. Jana Bělohávk, Ph.D. Autoři v ní porovnávají přežití pacientů s refrakterní srdeční zástavou léčených za použití ECPR a za použití CCPR, kde základním aspektem hodnocení je šesti měsíční přežití s dobrým neurologickým výsledkem (CPC 1-2). Prozatím jsou k dispozici pilotní výsledky zveřejněné v roce 2015. U 51 pacientů zahrnutých do studie v poměru 24 (-7):27 (+7) CCPR:ECPR, kdy bylo u 7 pacientů změněn postup (crossover) ze standardního do ECLS zajištění. Průměrný čas do randomizace byl 23 minut. Průměrná délka zástavy oběhu u standardního zajištění byla 46,1 minut a 59,8 minut u zajištění mimotělního. Výsledky 30 denního přežití a přežití s CPC 1-2 u CCPR skupiny jsou shodně 23,5 % (n=4). Výsledky u ECPR + crossover skupiny jsou 41,2 % (n=14) u 30 denního přežití a 29,4 % (n=10) u přežití s CPC v rozmezí 1-2 (kompletní protokol studie dostupný z <https://translational.medicine.biomedcentral.com/articles/10.1186/1479-5876-10-163>). Z výsledků pilotní studie plyne, že vysokého procenta přežití s dobrým neurologickým výsledkem se za použití ECMO dá dosáhnout i u výrazně delších oběhových zástav.

Z méně obvyklých indikací ECMO lze uvést ohřev pacienta při akcidentální hypotermii, zajištění oběhu při plicní embolizaci, otravě kardiodepresivními léky či při septickém stavu.

Samostatnou kapitolou metody ECMO je použití u dětských a neonatologických pacientů, kde se úspěšně používá již od 70. let minulého století a má neoddiskutovatelnou roli v terapii zejména plicního, ale i kardiálního selhání (Fletcher K., 2018). V České republice poskytuje ECMO servis dětským pacientům aktuálně pouze dětská klinika Všeobecné fakultní nemocnice v Praze a Fakultní nemocnice Brno. Tato práce se proto zaměří výhradně na ECMO u dospělých.

1.2 V – V ECMO

1.2.1 Princip

Při V-V ECMO se krev nasává z horní nebo dolní duté žíly a po výměně plynů v oxygenátoru proudí zpět do těla pacienta žilním systémem do pravé síně, proto veno – venózní ECMO. Využívá se při těžkém postižení plic (typicky ARDS – acute respiratory distress syndrom) se zachovanou výkonností srdeční pumpy, kdy situace není zvládnutelná konvenční umělou plicní ventilací. V-V ECMO částečně nebo úplně nahrazuje funkci plic, není tedy nutná agresivní umělá plicní ventilace a dýchacímu systému je umožněno překlenout období kritické indispozice do zotavení. Jedná se o smyčku v žilním systému nemocného, umožňuje tedy okysličení krve a případně ohřev, ale nemůže zajistit podporu oběhu (Lonský, 2004, s. 169).

1.2.2 Indikace a kontraindikace

Indikací pro zavedení V-V ECMO je respirační selhání, které je potenciálně reverzibilní, kde se i přes agresivní ventilační podporu nedaří udržet SaO₂ nad 88 % a progreduje porucha vnitřního prostředí s pH pod 7,2. Při rozvaze o indikaci V-V ECMO lze využít i Murrayho skóre (Tabulka 1. Přílohy). Příčinou klinického stavu bývá ARDS, bakteriální nebo virové pneumonie, inhalační trauma, reperfuční edém, aspirace, těžké pouřazové stavy (Ošťádal a Bělohlávek, 2018, s. 36). Další indikací může být zajištění pacienta do transplantace plic.

Kontraindikací zavedení terapie je těžké poškození mozku, ireverzibilní poškození plic (výjimkou je V-V ECMO jako zajištění do transplantace), kardiogenní šok, srdeční zástava, těžká plicní hypertenze, nevléčitelné onemocnění (malignita, HIV), status nerozšiřování léčby. Jako relativní kontraindikace je uváděn věk nad 75 let, obezita při BMI > 40, pokročilé onemocnění jater, trauma s velkým krvácením, multiorgánové selhání a těžké koagulační poruchy. Specifickou kontraindikací je agresivní režim umělé plicní ventilace trvající 7 dnů a déle.

1.2.3 Způsob kanylace

Kanylace probíhá většinou punkční metodou dle Seldingera, kdy nasávací (inflow) kanyla je zavedená do femorální žíly, s koncem v dolní duté žíle těsně pod ústím do pravé síně.

Výpustní (outflow) kanyla je nejčastěji zaváděna do jugulární žíly vpravo s koncem v horní duté žíle. Pro V-V ECMO lze použít i tzv. double lumen kanylu (Příloha č....), kdy jedna kanyla zahrnuje inflow i outflow otvor a zavádí se do vnitřní jugulární žíly vpravo. Používá se spíše u pediatrických pacientů nebo u pacientů s plánovanou časnou mobilizací. Zcela zásadní pro fungování metody a minimalizaci recirkulace je správná pozice dvoucestné kanyly (Bartůněk, 2016, s. 235). Správné umístění kanyl kontrolujeme sonograficky, důležitý je dodržet odstup jednotlivých kanyl 4-6 cm kvůli omezení recirkulace (Yastrebov, 2012, s. 192). Umístění kanyl lze modifikovat, případně pomocí Yspojky přidat do systému ještě jednu inflow kanylu k zajištění dostatečného nasávání a tím dostatečného průtoku. Kalibr kanyl je nutné zvolit tak, aby byl co nejvyšší, ale zároveň bezpečný v závislosti na rozměru kanylovaných cév (Ošťádal a Bělohlávek, 2018, s. 15).

1.3 V-A ECMO

1.3.1 Princip

Při V-A ECMO je nasávána žilní krev z pravé síně, odkud je soustavou hadic za použití mimotělního čerpadla vháněna do oxygenátoru. Po okysličení krve a eliminaci oxidu uhličitého se vrací do tepenného systému pacienta, nejčastěji femorální tepnou nebo aortou. Tato modifikace ECMO zastupuje nebo úplně nahrazuje nejenom funkce plicní, ale i funkce srdce jako pumpy, považuje se tedy za biventrikulární nepulzatilní podpůrný systém (Ošťádal a Bělohlávek, 2018, s. 22). Metoda neléčí příčinu stavu, ale je prostředkem k překlenutí kritického oběhového stavu, indikuje se tedy v případech, kdy je předpoklad zlepšení funkce srdce a plic, případně se uvažuje o dalším typu dlouhodobých oběhových podpor, anebo o transplantaci srdce.

1.3.2 Indikace a kontraindikace

V-A ECMO se používá u kardiogenního šoku refrakterního ke standartní léčbě, u refrakterní srdeční zástavy (ECPR) s potenciálně reverzibilnou příčinou nebo u arytmiické bouře, kdy selhávají standartní resuscitační techniky a nedaří se oběh obnovit. Další indikací je stav po kardiochirurgické operaci, kdy nemocného nelze bezpečně odpojit od mimotělního oběhu pro nízký srdeční výdej. Využívá se i k podpoře oběhu při rizikových intervencích, kde hrozí těžká hemodynamická nestabilita až zhroucení oběhu (Ošťádal a

Bělohávek, 2018, s. 39). V-A ECMO lze uplatnit při akcidentální hypotermii, intoxikaci kardiodepresivními léky, plicní embolií a sepsi.

Napojení V-A ECMO je kontraindikováno při těžkém poškození mozku, nevyлéčitelném onemocnění v pokročilém stádiu (malignita, AIDS), při disekci aorty a těžké aortální regurgitaci a při statusu nerozšiřování terapie. Relativní kontraindikace zahrnují: věk > 75 let, obezita s BMI > 40kg/m², nevratné těžké orgánové změny plicního parenchymu nebo jater, trauma s masivním krvácením a také pokud existuje kontraindikace k zařazení do programu transplantace srdce.

1.3.3 Způsob kanylace

Cévní přístup u V-A ECMO lze buď **periferně**, cestou velkých žil a tepen, za použití punkční Seldingerovy metody dvěma způsoby: uzavřenou seldingerovskou punkční technikou (punkce cévy skrz kůži), nebo tzv. otevřenou seldingerovskou metodou (zahrnuje chirurgickou preparaci podkoží až k cévě a následné zavedení jehly do cévy). Velmi vhodné je ultrasonografické vyšetření před kanylací a navigace pomocí ultrazvuku při kanylaci cévy. Druhý způsob je klasicky chirurgický, kde je přímá kontrola zavedení kanyly do lumen cévy. Nejčastěji je kanylována femorální žíla pro nasávání do systému (inflow kanyla) a femorální tepna pro výpustní část (outflow kanyla) systému. Lze kanylovat obě cévy jednostranně, případně obě třísla. I zde lze užít různých modalit dle požadavků na terapii, například při velkém plánovaném průtoku krve je nutno mít dobrou drenáž do systému, proto je nutné dostatečné nasávání zajistit dvěma kanylami v žilním systému. Po úspěšné kanylaci cévy a kontrole umístění je nutné provést fixaci kanyl kožními stehy jako prevenci proti změně polohy kanyly anebo nechtěné dekanylaci. Druhým způsobem je kanylace **centrální**, kdy přívodní, nasávací kanyla je umístěna v oušku pravé síně a arteriální kanyla je zavedena do oblouku aorty. Tento způsob je možné provést pouze na operačním sále a je typicky používán při napojení V-A ECMO při kardiogenním šoku po kardiochirurgické operaci (Musial a spol., 2017, s. 32).

1.4 V-A versus V-V ECMO

Při uvažování o ECMO je určující, zda je hypoxie tkání dána selháním pouze plicních funkcí, anebo zda selhává srdce jako pumpa a k tkáňové hypoxii dochází selhávajícím oběhem. U izolovaného plicního postižení, kdy nejsou poškozeny srdeční funkce, je tedy

plně indikováno zapojení V-V. Jeho výhodou je zachování plicního průtoku, což napomáhá rychlejšímu zotavení parenchymu plic. Zajišťuje dobrou cerebrální oxygenaci. Čerpání i vracení krve probíhá v žilním systému, terapie tak nemá výrazný hemodynamický dopad, navíc odpadá riziko možného poškození tepen a vzduchové embolizace do systémového oběhu (Ošťádal a Bělohávek, 2018, s. 35). Při selhání srdce jako pumpy využíváme V-A ECMO souběžně jako oběhovou i plicní podporu, kdy velikost průtoku krevní pumpou přístroje výrazně ovlivňuje hemodynamické poměry organismu. Zlepšují-li se funkce myokardu, lze oběhovou podporu extrakorporálním oběhem snižovat a systém modifikovat na V-V, trvá-li plicní indispozice. Stejně tak lze konvertovat z V-V ECMO např. při náhlém kardiálním selhání na V-A ECMO. Možná je i varianta V-A-V napojení, kde žilní linka navíc slouží jako výpustná, nejčastěji je indikací Harlekýnský syndrom anebo potřeba lepšího okysličení v plicním oběhu.

1.5 ECMO okruh

Okruh ECMO tvoří nasávací kanyla, krevní pumpa, oxygenátor a výpustní kanyla, vše je propojeno systémem hadic. Ovládacím a také monitorovacím panelem systému je řídicí jednotka, její vzhled i ovládání se liší dle výrobce. Důležitou součástí je směšovač plynů a náhradní zdroj kyslíku a také tepelný výměník umožňující účinný termomanagement pacienta. Nutnou součástí každého mimotělního oběhu je zařízení na ruční pohon systému, které je využíváno při mechanické poruše a zástavě systému. Další přídatná komponenta jsou variabilní a záleží na specifikaci oddělení, které bude systém používat. Nezbytná součást každého ECMO přístroje jsou alespoň 2 svorky pro potřebu zasvorkování ECMO okruhu.

1.5.1 Kanyly a hadicový set

Kanyly a hadicový set představují spojení ECMO systému s krevním oběhem pacienta a to prostřednictvím kanylovaných žil a tepny. Velikost kanyl je v ECMO podpoře limitujícím prvkem, jelikož inflow kanyla s malým průsvitem nezajistí dostatečnou drenáž a tím ani dostatečný průtok krve v systému. Je třeba zvolit největší možný průměr (21 – 28 Fr) s ohledem na tělesný povrch pacienta a vypočtený očekávaný průtok krve systémem. Čím větší bude nasávací kanyla, tím menší bude podtlak na nasávací části ECMO okruhu a tím i menší riziko vzniku bublin. Outflow kanyla zavedená ve femorální tepně u venoarteriální

podpory obturuje distální část tepenného řečiště a ohrožuje dolní končetinu ischemií, proto se v posledních letech upouští od velkých průměrů arteriální kanyly a nejčastěji je používán rozměr 15 – 19 Fr. Je třeba ale myslet na to, že velký průtok nevhodně zvolenou menší kanylou destruuje krevní elementy a v horším případě vyvolá tzv. tryskový efekt, kdy jsou vlivem velké energie „tryskající“ krve z kanyly uvolněny embolizující ateromatozní pláty, či dokonce dochází k disekci (poškození) příslušné cévy. Navíc i při použití menší kanyly je často nutné vřadit odbočku pro distální perfuzi dolní končetiny o velikosti kanyly v rozmezí 7 – 10 Fr. U centrální kanylace do ouška pravé síně a do aorty se používá kanyl a rozměrů standardně používaných k vedení mimotělního oběhu (inflow 29 – 34 Fr, outflow 21 – 24 Fr.). Kanyly jsou armované ocelovou spirálou jako prevence proti zalomení – **v průběhu armování se kanyla nesmí zasvorkovat**, došlo by k nevratnému poškození a kanyla by musela být vyměněna.

Hadicový set je buď sestaven výrobcem a organizován v kazetě k rychlému použití, anebo lze okruh sestavit z jednotlivých hadic a spojek na pracovišti. Kanyly i hadicový set je zevnitř potažen heparinovou vrstvou, která zajišťuje nesmáčivý povrch a umožňuje restrikcii dávky heparinu (Lonský, 2004, s. 124). Materiál splňující řadu fyzikálních i mechanických požadavků je medicínský polyvinylchlorid a medicínský silikon.

1.5.2 Krevní čerpadlo

Funkce krevního čerpadla je podobná funkci srdce – musí krev do systému nasát, uvést jí do pohybu pro průchod systémem hadic i oxygenátorem a vrátit zpět do organismu pacienta. Pokud není dostatečná funkce čerpadla, je nedostatečná i funkce ECMO podpory. V systému ECMO bylo válečkové čerpadlo pro svoje nevýhody v dlouhodobé terapii nahrazeno čerpadlem centrifugálním. V centrifugální pumpě je kinetická energie zprostředkována odstředivou silou magnetem poháněného rotujícího kuželu, výkon čerpadla je regulován počtem otáček rotujícího segmentu za minutu. Pumpa je neokluzivní, takže její výkon není ovlivněn pouze nastavenými otáčkami, ale je přímo závislý na náplni systému a nepřímo závislý na odporu za pumpou. Z tohoto důvodu je nezbytné, aby byl systém opatřen čidlem měřící aktuální průtok krve a bezpečnost používání zajištěna nastavením zejména spodních alarmových mezí měřeného průtoku na řídicí jednotce. Díky absenci okluze nedochází při omezení přítoku krve do pumpy ke vzniku podtlaku, který má značné hemolytické účinky spojené se vznikem mikrobublin vzduchu. Tímto centrifugální

pumpa umožňuje díky menší destrukci krevních elementů i dlouhodobé použití v řádech týdnů. Výhodou jsou také malé rozměry pump umožňující použití na JIP odděleních, ale i transport pacienta s ECMO v rámci zdravotnického zařízení a v případě nutnosti i překlad do jiného zdravotnického zařízení. Centrifugální pumpa není schopna přečerpávat větší množství vzduchu, čímž je bezpečnější z hlediska masivní vzduchové embolizace pacienta. Na druhou stranu - **v situaci zavzdušnění pumpy je mimotělní oběh nefunkční** a dochází k destabilizaci pacienta, zejména v modifikaci V-A ECMO. Je nutné co nejrychleji hlavu pumpy odvzdušnit, aby bylo možné obnovit oběh systémem a zamezit poškození pacienta. K zavzdušnění systému ECMO dochází nasátím vzduchu z nasávací části okruhu, a to buď mikrobublinami (příliš vysoký nasávací podtlak) anebo větší bubliny - tzn. netěsnost spojky mezi žilní kanylou a hadicovým setem, povytažení nasávací kanyly a nejčastěji podáváním medikamentů a manipulací s centrálním nebo i periferním žilním katétre. Z tohoto důvodu je nutné používat detektor bublin, a to nejlépe na žilní straně systému, kde přichází varování ještě před průnikem vzduchu do čerpadla. Při varování na přítomnost bublin je důležitá kontrola všech možných zdrojů zavzdušnění systému.

Pomocí centrifugální pumpy lze generovat pulzatilní anebo nepulzatilní průtok. I přes to, že pulzatilní průtok je fyziologický a jeho benefit pro průtok orgány je jednoznačný (Rider, 2007, s. 706), nelze zatím zajistit jeho bezpečné používání v klinické praxi. Další studie zjistila, že pulsatilní nebo nepulsatilní tok má jen zanedbatelný vliv na výměnu plynů v oxygenátoru (Schraven, 2018). Běžně je nadále používán nepulsatilní, lineární průtok.

1.5.3 Oxygenátor

Oxygenátor je nejdůležitějším prvkem celého systému a plní úlohu plic. Dochází zde ke klíčovému ději – okysličení krve a eliminaci CO₂, a to na principu difuze přes semipermeabilní membránu. Membrána s velikostí pórů menší než jeden mikron je nepropustná pro krevní plazmu a krevní složky, ale propustná pro plyny.

Dnes používané difúzní membránové oxygenátory s dutými vlákny vyrobenými z polymethylpenténu, jsou výsledkem dlouhého vývoje a jejich efektivita je výrobcem garantována u některých až na 30 dnů. Je tvořen dvěma oddělenými komorami, v jedné probíhá difuze plynů a v druhé dochází k výměně tepla. Na trhu jsou oxygenátory různých parametrů týkajících se velikosti povrchu pro výměnu plynů (0,5-2m²), průtoku krve

oxygenátorem (až 7 litrů/min), objemu primární náplně (150-250 ml), schopnosti výměny plynů (200-400 ml/min) a odolnosti vůči tlaku (až 750 Torr). Typ oxygenátoru lze zvolit podle zamýšlené doby podpory a podle spočteného plánovaného průtoku. Podobně jako kanyly je i oxygenátor pro zlepšení biokompability potažen heparinem. Oxygenátor je opatřen vstupem pro odběr krevních vzorků, pro měření tlaků a teploty. Vždy zahrnuje i ventil na odvodu vzduchu pumpy při prvotním plnění systému. Ten lze použít i při nechtěném zavzdušnění v průběhu terapie.

Jelikož oxygenátor vytváří v systému značný odpor, musí být vždy řazen až za krevní čerpadlo (Lonský, 2004, s. 45). Je začátkem arteriální, vysokotlaké části oběhu.

Na životnosti oxygenátoru závisí i životnost celého ECMO okruhu. V dnešní době jsou na trhu systémy rozděleny na krátkodobou a dlouhodobou podporu, např. systém Deltastream[®] je certifikován na 7 dnů použití, systém Rotaflow[®] na 14 dnů. Nejdélší certifikaci má systém Cardiohelp[®], který lze používat 28 dnů.

1.5.4 Tepelný výměník

Výměník tepla slouží k regulaci tělesné teploty nemocného. K výměně tepelné energie krve dochází ve druhé komoře oxygenátoru, která je zcela oddělena od komory, kde probíhá výměna plynů teplovodivou nepropustnou přepážkou. Koluje zde médium – voda, která buď ochlazuje, anebo ohřívá krev proudící oxygenátorem dle požadavků terapie. Teplota vody je udržována v externě umístěném tepelném výměníku, odkud je systémem hadic přiváděna do komory oxygenátoru a zase odváděna zpátky k ohřevu nebo ochlazení. Lze tak docílit mimotělního ohřevu pacienta například při akcidentální hypotermii, případně udržovat normotermii anebo ochladit pacienta při terapeutické hypotermii po resuscitaci.

1.5.5 Směšovač plynů

Jako zdroj kyslíku pro ECMO terapii je využíván na JIP odděleních centrální rozvod kyslíku. Směšovač plynů po napojení na centrální rozvod slouží k regulaci průtoku plynů a frakce kyslíku ve směsi přiváděné do oxygenátoru. Pro potřeby transportu pacienta anebo v případě nemožnosti připojit na centrální rozvod plynů je oxygenátor zásobován kyslíkovou lahví přímo.

1.5.6 Řídící jednotka

ECMO systém je vybaven řídicí jednotkou, pomocí které je ovládaná krevní pumpa. Na monitoru je vždy přítomen ukazatel počtu nastavených otáček za minutu a také aktuální průtok systémem v litrech na minutu. V závislosti na výrobci a na specifikaci pracoviště je systém osazen dalšími monitorovacími a měřicími čidly. Vývoj systému je zaměřen na bezpečnost použití, důraz se klade na jednoduchost ovládání, na zabezpečení proti nechtěné změně parametrů terapie či dokonce nechtěnému vypnutí systému a na kaskádě alarmů s rozlišenou prioritou naléhavosti. Samozřejmostí u moderních modelů je i možnost protokolování terapie a přenosu dat.

Nejdůležitějším parametrem ECMO terapie je průtok krve systémem. Je předem vypočítaný podle povrchu těla pacienta a indexovaný tak, aby byl zajištěn dostatečný průtok krve životně důležitých orgánů. Běžný vypočtený průtok krve je u 80-ti kg pacienta cca 4,0-5,0 litrů za minutu, při podkročení spodní hranice jsou tkáně vystavené hypoperfuzi, která při delším trvání vyústí v orgánové změny. Průtok krve zajišťuje krevní pumpa, kde navyšujeme počet otáček do požadovaného průtoku, nejčastěji kolem 3500 RPM (záleží na velikosti centrifugální hlavy). Důležité je si uvědomit absenci okluze u centrifugální pumpy a tím možnosti zpětného toku krve při otáčkách pod 2000 RPM. Výkon pumpy můžeme nastavit v režimu RPM (revolutions per minute), kde pumpa udržuje nastavený počet otáček, ale průtok krve v systému kolísá v závislosti na náplni systému a na periferním cévním odporu pacienta. Lze také použít režim LPM (liters per minute), kdy přístroj koriguje otáčky tak, aby udržel námi nastavený průtok (CARDIOHELP Systém, Manuál pro použití, 2013, s. 106). Není ale schopen reagovat na například zalomení hadic či přisávání kanyly kvůli nízké náplni a automatickým zvýšením otáček může způsobit kavitaci a zavzdušnění venózní linky anebo i centrifugální hlavy. Proto je používanější režim RPM, kde přístroj udržuje nastavené otáčky na úkor průtoku. Nezbytné pro bezpečnost systému je nastavení nepodkročitelné hranice průtoku na řídicí jednotce, která včas varuje na změnu průtoku krve systémem. Preload lze ovlivnit podáním objemové terapie, vasoaktivními medikamenty a polohou nemocného, neméně důležité je i správné umístění kanyl a průchodnost hadicového systému.

Další měřené hodnoty, které informují o efektivitě a účelnosti terapie, jsou naměřené žilní a arteriální tlak a vypočtené hodnoty z nich. Žilní tlak měřený na inflow částí okruhu je vždy tlak negativní, informuje nás, jak velký je podtlak, kterým systém saje

krev z žilního řečiště. Nemá tedy nic společného s centrálním žilním tlakem. U periferní kanylace cestou femorální nebo jugulární žíly se může hodnota blížit až k -100 Torr, u centrální kanylace do pravé síně kanylou s velkým průměrem bude očekávaný podtlak menší, asi -35 Torr. Stoupá-li tato hodnota, kanyla se přisává, zmenšuje se náplň systému a tím i průtok systémem. Naproti tomu arteriální tlak informuje, pod jakým tlakem je krev vypouštěna do systémového oběhu pacienta. Záleží na velikosti zvolené arteriální kanyly v poměru k plánovanému průtoku. Ideální hodnota je asi 250 Torr, pokud podáváme při vyšších tlacích než 300 Torr, hrozí traumatizace tepny. Navýšení arteriálního tlaku může znamenat také přítomnost trombu. Interní tlak je hodnotou tlaku mezi pumpou a oxygenátorem. Novější modely umožňují i měření saturace krve kyslíkem na arteriální i na žilní straně. Hodnota SaO₂ informuje o funkci oxygenátoru a tím o poměrech v systému ECMO, nikoliv v pacientovi. Cílová hodnota je 95-100 %, intervencí při nízké naměřené hodnotě je zvýšení frakce kyslíku ve směsi plynů přiváděné do oxygenátoru pomocí směšovače plynů. Toto měření lze snadno ověřit případně nahradit analýzou vzorku krve za oxygenátorem. Naproti tomu SvO₂ je měřena na žilním konci systému a informuje nás o využití kyslíku v těle pacienta. Ideální poměr mezi dodávkou a spotřebou kyslíku tkáněmi je hodnota 75 %, pokud je nízká, znamená to nedostatečný transport kyslíku do tkání a intervencí je zvýšení průtoku krve pumpou a tím vyšší perfundování orgánů krví. Důležité je i ověřit množství hemoglobinu v krvi. Zvýšené hodnoty SvO₂ poukazují na neadekvátně vysokou dodávku kyslíku do organismu. Měřené hodnoty lze ověřit a měření skalibrovat analýzou žilní krve odebrané přímo z oběhu pacienta (CARDIOHELP System, Návod k použití, 2013, s. 165).

Informace na řídicí jednotce o teplotě se týká aktuální dosažené tělesné teploty krve v hadicovém systému ECMO. Nemusí být shodná ani s tělesnou teplotou pacienta, ani s nastavenou teplotou na výměníku tepla. Citlivou regulací nastavené teploty na výměníku lze dosáhnout příznivé tělesné teploty u pacienta jak v případě udržení normotermie a zamezení podchlazení pacienta (odčerpání krve mimo organismus se krev kontaktem s pokojovou teplotou vždy ochladí), tak při chlazení u septických pacientů, či v případě terapeutické hypotermie po oběhové zástavě.

Řídicí jednotka má tedy krom ovládací funkce také funkci monitorovací, potažmo varovnou (CARDIOHELP Systém, Návod k použití, 2013, s. 190). Zásadní je, aby o pacienta pečoval zdravotník, který tyto funkce zná, jednotlivá varování dovede interpretovat a zvolit odpovídající intervenci.

1.6 Podmínky vedení ECMO

1.6.1 Personální zajištění

Metodu ECMO poskytují nejčastěji velká zdravotnická zařízení, jejichž součástí je kardiocentrum (kardiologická i kardiochirurgická péče) s možností následné hospitalizace na JIP oddělení. Je zde garantována dostupnost ECMO týmu, který tvoří lékař urgentního příjmu, eventuálně kardoanesteziolog, kardiolog, kardiochirurg a perfuziolog. Společnost ELSO ve svých požadavcích a doporučeních na ECMO centrum (Guidelines for ECMO Centers, 2014) uvádí, že pokud zdravotnické zařízení napojí na ECMO méně než 6 případů ročně, není zachován dostatek klinických znalostí a snižuje se nákladová efektivnost léčby.

Indikace má trvat co nejkratší dobu, následuje zajištění pacienta, kanylace cév a příprava přístroje perfuziologem. Systém je třeba před použitím nasetovat, naplnit roztokem a dokonale odvzdušnit a osadit bezpečnostními i funkčními čidly. To vše vyžaduje určitou zručnost, zkušenost a náležitě teoretické znalosti, aby nedošlo k poškození pacienta. Indikace, vedení léčby a odpojení metody je v rukou lékaře, pravidelná kontrola přístroje a probíhající terapie v rukou perfuziologa. Z uvedeného plyne, že zdravotnické zařízení poskytující metodu ECMO má mít k dispozici perfuziologa, nicméně dnes již existují systémy, které jsou certifikované i pro používání bez perfuziologa (Ošťádal a Bělohlávek, 2018, s. 46). Pro tyto případy má být v problematice spuštění metody ECMO proškolen lékař. V poslední době, ve snaze nabídnout lepší dostupnost této metody, disponují přístrojem ECMO i menší zdravotnická zařízení, nicméně po zavedení a stabilizaci metody by pacient měl být transportován do nejbližšího ECMO centra.

Po zavedení metody a absolvování nutných diagnostických, případně terapeutických intervencí předává perfuziolog pacienta do rukou zdravotnického personálu oddělení, kde je pacient hospitalizován. O pacienta s ECMO zpravidla pečují NELZP se specializací v intenzivní péči, zejména v prvních hodinách je nutná kooperace vícero zdravotníků. Perfuziolog provede instruktáž nelékařských zdravotnických pracovníků (NELZP) pečujícího o pacienta. Od této chvíle je specialista na telefonu a proto je nezbytné, aby personál oddělení znal nejen problematiku základního onemocnění a strategii terapie, ale také jak zacházet s přístrojem, na kterém závisí pacientovo přežití. Musí vědět, co je nutné sledovat na přístroji i u pacienta, aby byla včas odhalena porucha

funkce přístroje, anebo komplikace terapie ze strany pacienta (Kapounová, 2007, s. 68). Má také znát svoje kompetence.

V zemích s delší historií používání ECMO, jako je Austrálie, USA či Německo, se v linii NELZP vyprofilovala samostatná specializace - specialista na akutní mechanickou cirkulační podporu (AMCS) / ECMO specialista. Náplň práce zahrnuje poskytování přímé péče neonatálním, pediatrickým a dospělým pacientům, kteří potřebují mimotělní podporu života, dále příprava systémů podpory života podle věkové přiměřenosti, pomoc chirurgům při zahájení podpory AMCS / ECMO v naléhavých situacích, a také implementace, provoz, řízení, řešení problémů se systémem podpory života (University of Chicago Medicine). Požadavky na ECMO specialistu se liší dle regionu, většinou je nutný certifikát specializace v intenzivní péči s několikaletou praxí v intenzivní péči a certifikát specializace v perfuziologii. Vyskytuje se také pojem ECMO lékař (ELSO, General Guidelines for all ECLS Cases, 2017), míněno lékař, který absolvoval speciální tréninkový kurz v oboru AMCS / ECMO. V České republice prozatím nebyly tyto pozice formulovány a vytvořeny.

1.6.2 Antikoagulace

Jako prevenci vzniku krevních sraženin v okruhu ECMO využíváme podávání heparinu. Iniciální dávku je třeba podat před kanylací a účinnost by ideálně měla být ověřena bedside testem ACT ještě před spuštěním metody. Cílová hladina ACT je > 200 s, při použití heparinem krytých okruhů stačí ACT v rozmezí 160-220 s. V průběhu terapie se na většině pracovišť podává heparin v nízké dávce intravenózně kontinuálně, ke sledování jeho účinku je vhodnější vyšetření APTT, cílem je jeho prodloužení na 1,5 až 2násobek normálních hodnot (Bartůněk, 2016, s. 236), tzn. 60-65 s. Náběr koagulačních testů k zaručení optimální míry antikoagulace opakujeme po šesti hodinách. Při chirurgicky neošetřitelném, život ohrožujícím krvácení je třeba zvážit úplné vysazení antikoagulace, a to i za cenu případných komplikací. V tom případě jsou nutné časté kontroly okruhů, zda nedochází ke vzniku trombů. Vážnou komplikací je heparinem indukovaná trombocytopenie (HIT). Po jejím laboratorním potvrzení je třeba neprodleně přerušit podávání heparinu a vést antikoagulaci alternativně (prostacyklin, fondaparinux).

Cílem je zajistit antikoagulační poměry co nejnižší dávkou heparinu tak, aby bylo zabráněno vzniku trombotických komplikací a minimalizováno riziko hemoragických komplikací (Bartůněk, 2016, s. 236).

1.6.3 Monitorace funkce ECMO metody

Monitorace mimotělního oběhu zahrnuje pravidelnou kontrolu všech součástí – celistvost hadic, polohu kanyl a hloubku jejich zavedení, vzhled oxygenátoru. Průtok krevním čerpadlem, alarm detektoru bublin i hodnoty tlaků měřeny v systému jsou zobrazovány na řídicí jednotce, která na problém upozorňuje zvukovým i světelným signálem.

Monitorace pacienta na V-V ECMO je shodná s většinou pacientů na umělé plicní ventilaci na JIP anebo ARO, modifikace V-A ECMO jakožto podpora oběhu vyžaduje složitější monitoraci a komplexní sledování pacienta. Navíc je prováděna pravidelná kontrola srdečního výdeje prostřednictvím echokardiografie a ultrasonografické vyšetření hrudníku. Důležitá je kontrola účinné antikoagulace. Aspektem hodnotící účinnost metody je okysličení tkání - monitorace probíhá kontinuálně, pomocí tkáňové oxymetrie (SpO₂, NIRS). Pozornost je zaměřena na aktivní vyhledávání známek krvácení a ischemie, pravidelně je hodnocen neurologický stav pacienta. Podmínkou vedení ECMO metody je proto zajištění hospitalizace na JIP anebo ARO lůžku, kde je dostupné přístrojové vybavení a kde je personál pro ECMO metodu dostatečně erudován. Zejména NLZP je důležitou součástí týmu, jelikož často první zachytí změnu monitorovaných parametrů a alarm přístroje. Správná interpretace těchto dat a uvědomění lékaře a perfuzionisty může značně ovlivnit vývoj stavu nemocného.

Krevní tlak

Všichni pacienti na V-A ECMO musí mít měřen krevní tlak invazivně, nejlépe cestou a. radialis. Pokud je pacientův vlastní srdeční výdej minimální, je tlaková křivka lineární, definována nepulsatilním tokem přístroje, bez systolicko-diastolických výkyvů. Z toho plyne nemožnost změřit tlak manžetou. Při V-V ECMO je možné změřit krevní tlak neinvazivně, pro vážnost stavu je ale zvykem invazivní měření.

Pulzní oxymetrie

U V-V ECMO je pulzní oxymetrie důležitým ukazovatelem míry okysličení tkání a tím i funkce ECMO podpory. Při V-A ECMO je použitelná v případě, kdy srdce pacienta generuje vlastní výdej a tím i pulz na periférii. Pokud je srdeční výdej minimální a tlaková křivka bezpulzní, je i tato monitorovací metoda nefunkční.

Cerebrální a periferní oxymetrie

Monitorace tkáňové oxygenace pomocí NIRS (near-infrared spectroscopy – neinvazivní kontinuální měření regionální oxygenace pomocí infračervené spektroskopie) je dnes již zavedeným prostředkem ke kontrole V-A ECMO metody a k včasné detekci regionální hypoxie (Scheeren, 2012, s. 279). Pomocí senzoru nalepeného na kůži měří saturaci hemoglobinu kyslíkem ve tkáních, a to i bez přítomnosti pulzujícího toku. Největším přínosem je kontinuální měření oxymetrie z oblastí nad levou a pravou mozkovou hemisférou, které okamžitě informuje o snížené oxygenaci mozku a dává prostor pro terapeutickou intervenci. Další dva senzory poskytují možnost sledování oxygenace na dolních končetinách, co má význam zvláště při V-A ECMO femorálním přístupem jako včasné detekce případné ischemie kanylované dolní končetiny. Kromě absolutní hodnoty je důležitý hlavně trend vývoje zaznamenaných hodnot.

Krevní plyny

Náběr vzorků pro analýzu krevních plynů lze provádět na ECMO okruhu – žilní, odkysličená krev nabraná kdekoli před oxygenátorem informuje o pacientově spotřebě kyslíku tkáněmi, zatímco krev nabraná za oxygenátorem informuje o kondici oxygenátoru samotného, o schopnosti membrány okysličovat krev. Tyto hodnoty lze měřit i kontinuálně, zapojením senzoru do ECMO okruhu, a to buď před, anebo za oxygenátor. Výsledky lze ovlivnit nastavením plynů na směšovači, případně změnami v průtoku krve. Náběry prováděné z vlastního pacientova oběhu informují o aktuálním parciálním tlaku kyslíku a oxidu uhličitého v systémovém oběhu. Opět je důležité připomenout nutnost kanylace a. radialis i pro náběry vzorků, jelikož V-A ECMO femorální cestou podává krev do systémového oběhu retrográdně a zásobení truncus brachiocephalicus je závislé na poměru vlastního srdečního výdeje a ECMO průtoku. Obecně – čím blíže je kanylovaná

tepna aortální chlopni, tím spíše je zásobena vlastním oběhem a vhodnější pro náběr vzorků (Ošťádal a Bělohávek, 2018, s. 58).

SvO₂, laktát

Tyto laboratorní parametry jsou užitečné pro sledování hemodynamického stavu a kvality tkáňové perfuze. SvO₂ lze také měřit pomocí speciálního senzoru na ECMO okruhu, ovšem hodnoty SvO₂ v okruhu ECMO a ve vlastním oběhu se mohou lišit.

Jaterní testy, glykémie, diuréza

Z důvodu srdečního selhání dochází k hypoperfuzi tkání, často v obraze orgánových změn. Často je přítomná oligurie až anurie s nutností zapojení hemodialyzačního setu do okruhu ECMO. Koagulopatie se zvýšenou krvácivostí je nejčastějším projevem jaterního selhání. V souvislosti s jaterním selháním se vyskytují i nízké hodnoty glykémie, které je nutno korigovat.

Krevní obraz a koagulace

Jelikož je používáno krevní čerpadlo, dochází k destrukci krevních elementů, a to nejenom průchodem čerpadlem, ale také podtlakem, kterým je krev nasávaná, tzv. kavitací. Důsledkem je zvýšený rozpad erytrocytů a snížené hodnoty hemoglobinu, které jsou indikací k podání krevních transfuzí. Udržování optimálních hodnot červené krevní složky je důležité pro dostatečnou dodávku kyslíku tkáním a tím pro účinnost metody. Snížené hodnoty krevního obrazu mohou být i následkem krvácení, pečlivě proto kontrolujeme i hodnoty koagulace. Monitorace zahrnuje nejenom heparinem vyvolané antikoagulační poměry - adekvátně prodloužené APTT, normální hodnota AT ke správné účinnosti heparinu, ale také množství trombocytů k vyloučení HIT, leukocytů k posouzení zánětlivé reakci organismu.

Srdeční výdej

Vlastní srdeční výdej je kontrolován denně a je určujícím ke stanovení další strategie vedení ECMO metody, event. k dalším terapeutickým intervencím. Měří se nejčastěji neinvazivně pomocí echokardiografie, která poskytuje i informaci o plnicím tlaku levé komory. Přesněji je možné měřit srdeční výdej Swan – Ganzovým plicnicovým katétre

pomocí termodiluční metody, je zde ale riziko vážných komplikací spojených s nasátím balónku do okruhů ECMO (Ošťádal a Bělohávek, 2018, s. 63).

Tělesná teplota

Pomocí tepelného výměníku lze regulovat teplotu pacienta dle terapeutických strategií, například ohřev při akcidentální hypotermii, anebo chlazení při septické hypertermii či léčebné cerebroprotektivní hypotermii. Účinnost termomanagementu posuzujeme monitorováním teploty měřené u pacienta nejlépe centrálně, např. pomocí čidla v močovém katétru. Teplota naměřená u pacienta může být rozdílná i o několik stupňů, než je teplota nastavená na výměníku.

1.7 Vedení, ukončování léčby a odpojení ECMO

1.7.1 Vedení, ukončování léčby a odpojení V-V ECMO

Po spojení kanyl s okruhem ECMO uvolníme svorky za současného navyšování otáček krevního čerpadla a navyšování průtoku plynů na směšovači přibližně na stejnou hodnotu jako je průtok krve čerpadlem. Po zavedení V-V ECMO nastavíme průtok krve 2-4 l/min a FiO_2 na směšovači plynů v rozmezí 80-100 %, terapie je upravována dle parametrů oxygenace tkání a dle požadavků na eliminaci CO_2 . Cílem je šetřit plíce pacienta protektivní ventilací a přitom zajistit dostatečnou oxygenaci krve v ECMO okruhu. Vodítkem při vedení terapie V-V ECMO je monitorování periferní oxymetrie a laboratorní analýza krevních plynů. Při zlepšování plicních funkcí je přistoupeno k odvykání od podpory, a to postupným snižováním frakce kyslíku ve směsi a nastaveného průtoku plynů oxygenátorem. Po každé restrikci terapie je vhodný několikahodinový odstup, další změnu provádíme, pokud se daří udržet příznivé hodnoty krevních plynů v arteriální krvi ($O_2 >10$ kPa, $CO_2 <4,5$ kPa). Paralelně s ubíráním mimotělní podpory je třeba myslet na adekvátní přizpůsobení umělé plicní ventilace. Po dosažení FiO_2 40 % na směšovači při zachování dostatečné oxygenace lze snižovat další parametry-průtok plynů na směšovači i průtok krevní pumpou je postupně snížen až na 1,5 l/min. Závěrečný test před odpojením zahrnuje úplné zastavení průtoku plynů do oxygenátoru a snížení průtoku krevní pumpou na 1 l/min. Autoři Ošťádal a Bělohávek (2018, s. 55) uvádějí, že podporu můžeme ukončit, jsou-li udržené dobré hodnoty krevních plynů po dobu alespoň 6-ti hodin. Podle společnosti

ELSO (ELSO General Guidelines, 2017) lze V-V ECMO ukončit již za hodinu po zastavení průtoku plynů oxygenátorem.

Odvykání se odvíjí dle vývoje klinického stavu nemocného, etablované ECMO centrum v Regensburgu uvádí průměrné trvání V-V ECMO 11 dnů (Ondřichová, L., 2018). Společnost ELSO uvádí, že 50 dnů trvající V-V ECMO podpora bez zlepšení plicních funkcí je indikována k ukončení.

1.7.2 Vedení, ukončování léčby a odpojení V-A ECMO

System spouštíme po napojení okruhů na kanyly za postupného navyšování otáček krevní pumpy a průtoků plynů oxygenátorem. Svorku lze u V-A ECMO uvolnit až při 2000 otáčkách, aby nedocházelo k zpětnému toku. Otáčky následně zvyšujeme až do požadovaného průtoku krve čerpadlem. Průtok u V-A ECMO je vypočtený dle povrchu těla nemocného, zjednodušeně lze říci 60ml/kg tělesné hmotnosti/min, t.j. 3-5 l/min. FiO₂ je nastaveno 50-100 %. V této chvíli existují dva paralelně probíhající krevní oběhy, které se spojují v místě vyústění arteriální kanyly, tzn. v průběhu aorty. Jelikož krev je podávaná ECMO okruhem retrogradně, zásobuje tepny odstupující z oblouku aorty zleva a proti proudu vlastního srdečního výdeje. Pokud je srdeční výdej minimální, krev z ECMO se dostane blíže k aortální chlopni a tím do brachiocephalického truncu. Pokud je vlastní srdeční výdej zachován, setkávají se krevní proudy v descendentní aortě a tepny oblouku jsou difundovány vlastním oběhem. Proto je nutné pamatovat na zachovanou výměnu plynů i v plicích. V opačném případě může dojít k hypoxii tkání zásobovaných z oblouku aorty, tzn. pravá horní končetina, mozek, levá horní končetina, v extrémním případě až k promodrání horní poloviny těla – Harlekýnský syndrom. Vedení V-A ECMO závisí na potřebě oběhové podpory, vždy je snaha nastavit takový průtok, aby byla zachována perfuze orgánů a jejich okysličení, ale aby nedocházelo zbytečně k přetížení levé komory vlivem nedostatečného vyprazdňování proti proudu krve z ECMO. Při zlepšujících se kardiálních funkcích lze snižovat podporu ECMO a to snižováním průtoků krve čerpadlem. Odvykání probíhá postupně, průtok krve zmenšujeme o 0,5 l/min, pomoci může nasazení inotropní podpory, ev. intraaortální balónkové kontrapulzace či systém Impella® (Ošťádal a Bělohlávek, 2018, s. 56). Pokud přetrvávají příznivé hodnoty krevních plynů, tkáňové perfuze a srdečních funkcí, lze snížit krevní průtok až na 0,5 l/min a průtok plynů oxygenátorem na 1-2 l/min. Průtok plynů nelze zastavit. Je nutno udržet vyšší hodnoty

APTT jako prevenci trombotizace okruhu při sníženém průtoku. Pokud pokus o odpojení selže, je možno ho zopakovat za dalších 24 hodin.

Doba trvání V-A ECMO se odvíjí od klinického stavu pacienta, průměrně se pohybuje dle zkušeností ECMO centra v Regensburgu kolem 4 dnů (Ondřichová, L., 2018).

1.7.3 Dekanylace

Dekanylace probíhá dle zvyklostí pracoviště, s výhodou na operačním sále. Podávání heparinu lze zastavit hodinu před plánovaným odpojením, krevní pumpu zastavíme až bezprostředně před zastavením ECMO. Snižujeme otáčky pumpy na 1000, potom naložíme svorku na výpustní, posléze i za nasávací kanylu. Dekanylace probíhá buď chirurgicky, za současného ošetření cév, anebo při punkčně zavedených kanylách stačí manuální komprese po vytažení kanyl. Eventuálně lze podat malé množství protaminu.

Metodu V-V ECMO i V-A ECMO lze ukončit bez jakéhokoliv odvykání v případě, že stav pacienta je infaustní (těžké poškození mozku, refrakterní srdeční selhání).

1.8 Komplikace ECMO metody

Komplikace metody ECMO lze rozdělit na komplikace klinického stavu pacienta a na komplikace mimotělního oběhu a jeho součástí. Budou zde popsány běžné komplikace se zřetelem na jejich řešení.

1.8.1 Komplikace na straně pacienta

Krvácení

Krvácení je s ECMO metodou spojené často. K místnímu, často i významnému krvácení dochází poraněním stěny cévy v místě kanylace, někdy s nutností lokálního ošetření chirurgem a naložení komprese. Zvláště při centrální kanylaci se můžeme setkat s velkým krvácením vyžadujícím masivní krevní převody, je výhodné použít rekuperaci krve z operační rány - Cell saver (Hyoung, 2017, s. 24).

Jiným faktorem zapříčiňující krvácení je systémová antikoagulační léčba, která může způsobit krvácení ze všech invazivních vstupů, ale i do podkoží, ev. do tělních dutin. Nejzávažnější důsledky, často fatální, má krvácení do nitrolebního prostoru. Nebezpečné je krvácení do zažívacího traktu, kde ischemické postižení, snížená peristaltika a antikoagulační léčba mohou zapříčinit i život ohrožující krvácení, vyžadující zastavení podávání heparinu. Faktorem zvyšující riziko krvácení je trombocytopenie, která je zapříčiněná komzumpcí trombocytů ve fibrinových vláknech zevnitř ECMO okruhů a na oxygenátoru, nabývá na významnosti s délkou použití ECMO okruhu. Dalším specifickým důvodem je HIT, heparinem indukovaná trombocytopenie, která je důvodem pro okamžité ukončení terapie heparinem. V ČR lze v těchto případech heparin alterovat lepirudinem a fondaparinuxem. U kriticky nemocných se objevují i jiné poruchy koagulace, jako je deficit faktoru XIII a především získaný von Willebrandův syndrom (Kautzner a Melenovský, 2015, s. 293). Objevuje až u 80 % pacientů na ECMO a je typický difúzním krvácením, které po ukončení ECMO terapie kompletně mizí. Pro přesnější stanovení koagulační poruchy je používáno tromboelastografie (TEG).

Ischemie dolní končetiny

Ohroženi jsou pacienti s periferně zavedeným V-A ECMO, kde je výpustní kanylou obturována femorální tepna. Ischemie vzniká, pokud krevní tok obtékající kanylu distálně nestačí pro zásobení dolní končetiny. V průběhu několika hodin dochází k prochladnutí a promodráání končetiny, ještě dříve o tomto stavu poskytnete informaci kontinuálně měřená periferní tkáňová oxymetrie. Základním manévrem je zvýšení mimotělní podpory, jelikož končetinová ischemie může signalizovat zhoršené hemodynamické poměry. Zásadním řešením je zajištění distální perfuze pomocí katétru zavedeného do periferie femorální tepny a zajištění progradního toku okysličené krve do dolní končetiny. Autoři Ošťádal a Bělohávek zmiňují i preventivní zavedení distální perfuze ještě před spuštěním mimotělního oběhu, výhodu vidí ve snadnější kanylaci tepny. Při rozvinuté ischemii hrozí amputace části dolní končetiny, stejně tak při reperfuzi po několikahodinové ischemii je končetina ohrožena kompartment syndromem s rizikem amputace.

Hypoxie mozku a „Harlekýnský syndrom“

Tato komplikace se týká V-A ECMO, kde fungují dva krevní oběhy setkávající se v průběhu aorty. Krev podávaná retrográdně kanylou ve femorální tepně je okysličená membránou ECMO zpravidla dobře, tedy tkáně zásobené takto budou okysličené dostatečně. Krev z vlastního plicního oběhu bývá často hyposaturována, důvodem je nedostatečná výměna plynů při srdečním selhání, zástavě nebo pneumonii. Tkáně zásobené touto krví budou také hyposaturovány. Týká se to tkání a orgánů blíže aortální chlopni: myokard, pravá horní končetina, pravá mozková hemisféra, levá mozková hemisféra, levá horní končetina, horní polovina těla, až do obrazu promodralé horní poloviny těla a růžové spodní poloviny těla, tzv. „Harlekýnský syndrom“. Pro včasné rozpoznání je nezbytné monitorovat krevní plyny z pravé horní končetiny a periferní oxymetrii měřit napravo, ideální je monitoring pomocí tkáňové oxymetrie (např. NIRS) diferencující pravou a levou hemisféru. Stav je závažný a vyžaduje okamžitou terapeutickou intervenci. Poměry lze upravit navýšením ventilačních parametrů anebo změnou modifikace V-A ECMO na V-V ECMO pokud je zlepšena funkce srdce. Další možností je překanylování femorální kanyly do arteria subclavia dextra anebo vřazením další výpustné kanyly do okruhu a tím zajištění dodávky dobře okysličené krve do truncus brachiocephalicus. Dalším možným řešením je zařazení přídatné výpustní kanyly pomocí Y spojky z femorální kanyly do jugulární žíly, tedy změnu systému na V-A-V ECMO, kdy část okysličené krve z ECMO okruhu je dodávána do pravé síně (Ošťádal a Bělohlávek, 2018, s. 69).

Distenze nedostatečně vyprazdňované levé komory

Jde o závažný stav, který může doprovázet V-A ECMO. Dochází k ní vlivem těžkého poškození srdečních funkcí, při aortální insuficienci, při komorové fibrilaci a při velkém extrakorporálním průtoku způsobujícím vysoký afterload. Výkon srdce nestačí na to, aby proti odporu ECMO průtoku vyprázdnil objem levé komory, dochází k dalšímu zhoršování funkce levé komory, její distenzi, městnání a tím i přenášení systémového tlaku do levé síně. To vede ke vzniku plicního edému a v průběhu několika hodin až dní k nezvratnému poškození plic. Možnou intervencí je snížení mimotělního průtoku za zachování dostatečné tkáňové perfuze, eventuálně navýšení farmakologické inotropní podpory. Dalším řešením je zavést jinou mechanickou srdeční podporu, která odčerpá krev z levé komory (Impella[®]) anebo ze síně (TandemHeart[®]), eventuálně zajistit vyprázdnění levé komory zavedením

kanyly do dutiny levé komory a napojením do nasávací části ECMO okruhu (Ošťádal a Bělohlávek, 2018, s. 74). Zásadním řešením je zavedení ECMO centrálně, což ale také nezaručí dostatečné vyprazdňování levé komory.

Infekční komplikace

Výskyt infekčních komplikací je u pacientů s ECMO vyšší než u jiných pacientů na JIP, jedná se zejména o infekce krevního řečiště a infekce močové. Preventivním opatřením je důsledné dodržování zásad asepse všech členů týmu při péči o pacienta. Včasnému rozpoznání mikrobiální infekce napomáhá pravidelný mikrobiální screening zavedený na JIP pracovištích. Infekční komplikace ECMO okruhů anebo kanyl nejsou časté, při takovém podezření je třeba přistoupit k výměně ECMO okruhů a překanylování (Bartůněk a spol., 2016, s. 122).

Zánětlivá reakce

Zánětlivá reakce je odpovědí organismu na vnější inzult (poranění, chirurgický zákrok) nebo vnitřní podnět (hypoxie, hypotermie, kontakt krve s umělým povrchem - ECMO okruh) a charakterizuje ji elevace C-reaktivního proteinu (CRP). Na podkladě celkové zánětlivé odpovědi se aktivuje souběžně prozánětlivá i protizánětlivá složka, vyváženost obou vytváří podmínky pro přežití organismu v náročné situaci. Nepřiměřená prozánětlivá aktivita pod obrazem systémové zánětlivé odpovědi (SIRS) ohrožuje nemocné toxickými účinky cytokinů, které mohou vyvolat syndrom multiorgánového selhávání. Naproti tomu přílišná aktivace protizánětlivé složky má za následek nekontrolované šíření patogenních mikroorganismů. Rozlišení výrazné aseptické zánětlivé reakce od nově vzniklé infekce je u pacientů v kardiogenním šoku velmi obtížné. (Pařenica, 2015, s. 19). U pacienta na ECMO se zánětlivá reakce rozvíjí vždy, k diferenciální diagnostice nasedající infekce a včasnému nasazení antibiotické terapie přispěje klinický stav (febrilie, hemodynamická deteriorace a prohloubení hypotenze s oligourií), screeningové mikrobiologické odběry a určení hladiny biomarkerů (CRP).

Komplikace jednotlivých orgánových systémů

Jelikož je indikace ECMO podpory spojená vždy s hypoxií orgánů - ať už z důvodů respiračních anebo distribučních – vždy se setkáváme s určitou mírou orgánového

postižení zapříčiněnou šokovým stavem již před napojením podpory. Podle závažnosti a délky trvání hypoxie se rozvíjí nejdříve multiorgánová dysfunkce, později až multiorgánové selhání. Dochází k rozvratu vnitřního prostředí vlivem hyperkapnie a hromadění laktátu, často je přítomná výrazná acidóza a iontová dysbalance. Vlivem centralizace oběhu dochází k sníženému prokrvení splachnické oblasti, které může vyústit v renální postižení (akutní tubulární nekróza s nutností dialyzační léčby), poškození GIT (vředová choroba, snížená peristaltika) a snížené jaterní funkce. Pro monitoraci těchto funkcí jsou prováděny biochemické testy (hladiny jaterních enzymů a laktátu, dusíkatých metabolitů, iontogram), hemokoagulační a hematologické testy.

Častým důsledkem predikujícím neúspěch léčby je ireverzibilní poškození centrální nervové soustavy, buď z důvodu hypoxického poškození již před zahájením léčby (smrt mozku), vlivem antikoagulační léčby (intrakraniální krvácení), ale i ischemickou cévní mozkovou příhodou způsobenou embolizací z ECMO systému (Bartůněk, 2016, s. 239; FLETCHER-SANDERSJÖÖ, 2017, s. 14).

1.8.2 Komplikace technické

Recirkulace krve

Tato komplikace se týká V-V ECMO a může nastat v případě, že konce nasávací a výpustné kanyly jsou příliš blízko u sebe. Tímto je velká část okysličené krve přiváděné do pacienta hned znovu nasávaná do mimotělního oběhu. Dochází jen k recirkulaci krve okruhem ECMO a metoda je neúčinná, pacient hypoxemický. Řešením je změna polohy kanyly.

Výkyvy tlaků v ECMO okruhu

Tlak v ECMO okruhu měříme na nasávací části, zde se jedná o negativní hodnotu, podtlak, kterým je krev nasávána. Při centrální kanylaci kanylou o velkém průměru je jeho hodnota cca -30 mmHg, při periferní kanylaci je akceptovatelná hodnota -100 mmHg. Pokud je měřený tlak nižší, dochází k nadměrné destrukci krevních elementů a také ke vzniku mikrobublin. Nejčastěji se tak děje vlivem hypovolemie, další možností je zalamování kanyly nebo hadicového systému. Řešením je doplnění cirkulujícího objemu, kontrola průběhu hadicového setu a kanyly.

Dalším měřeným je tlak na výpustné části systému, za čerpadlem. Optimální je hodnota do 250 mmHg, hodnota 400 mmHg je již alarmující, při dalším zvyšování hrozí ruptura hadicového setu anebo konektorů. Nejčastějším důvodem je zalomení kanyly případně hadicového setu, hodnota je vyšší i při vyšším systémovém tlaku u pacienta u V-A ECMO.

Krvácení ECMO okruhu

Krvácení v této souvislosti lze pozorovat při netěsnosti hadicového setu či spíše konektorů na podávací části okruhů, a to vlivem opotřebení materiálu, vysokým podávacím tlakům či neopatrným zacházením. Pokud je zpozorováno krvácení z ECMO okruhu, je třeba defektní část okruhu hned utěsnit a bezodkladně vyměnit.

Při rozpojení hadicového systému, ruptuře hadic či vytažení kanyly dojde k masivnímu krvácení, kdy pacient může za minutu vykrváct. Emergentnost situace vyžaduje okamžitou reakci personálu – naložení svorek na nasávací i výpustní kanylu, eventuálně na hadicový systém, okamžitou kompresi místa vpichu kanyly pokud došlo k nechtěné dekanylaci a přivolání perfuziologa a lékaře.

Vzduch v ECMO okruhu

Vzduch v okruhu může být viděn přímo nebo detekován detektorem bublin. Nejběžnější příčinou je aspirace vzduchu do žilní drenážní linky v místě kanylace anebo prostřednictvím konektoru. Další běžnou příčinou jsou vzduchové bubliny v intravenózních infuzních linkách pacienta. Pokud se jedná o mikrobubliny, ty jsou obvykle zachyceny v oxygenátoru a nejsou transportovány do pacienta. Vždy je nutné na bublinový alarm reagovat pečlivou kontrolou všech míst, kde může docházet k nasávání vzduchu a předejít tak nasátí většího množství, které zavzdušní hlavu čerpadla. Centrifugální čerpadlo ze svojí podstaty vzduch není schopno přečerpat a prakticky to znamená zastavení mimotělního oběhu. V tomto případě je třeba neprodleně zasvorkovat okruh, opět odvzdušnit hlavu čerpadla, vzduch bezpečně odstranit z oxygenátoru i z hadicového systému, aby nebyl podán pacientovi a podporu opět spustit. Při modifikaci V-A má podání jakéhokoliv množství vzduchu do výpustní kanyly fatální následky.

Vzduch se do okruhu může dostat prostupem přes membránu oxygenátoru, je-li tlak v hadicovém systému a oxygenátoru nižší než je tlak plynů na druhé straně membrány

oxygenátoru, typicky při přípravě ECMO okruhu před spuštěním a recirkulace náplně při puštěném průtoku plynů (ELSO, General Guidelines, 2017, s. 16). Při nezpozorovaném zavzdušnění a napojením okruhu na pacienta je tento ohrožen fatální embolizací.

Nízký průtok krve systémem ECMO

Pokud je průtok krve systémem nižší, než je požadovaný, snižuje se účinnost terapie a zejména při V-A ECMO, kde je pacient často na podpoře plně dependentní, je ohrožen oběh pacienta se všemi dopady hypoperfuze tkání. Nízký průtok při nezměněném nastavení je důsledkem nejčastěji hypovolemie, ale také zalomením hadicového systému či dislokací kanyly. Dalším důvodem může být systémová hypertenze, ale také zvýšení nitrohrudního tlaku při kašli či interference s ventilátorem. Řešením je doplnění cirkulujícího objemu, kontrola hadicového systému, prohloubení analgosedace. Zásadním bezpečnostním opatřením je perfuziologem pečlivé nastavení alarmových mezí, aby nemohlo dojít k nepoznanému nízkému průtoku.

Trombóza ECMO okruhu

Při pečlivém vedení antikoagulace a udržování adekvátních průtoků systémem je vznik trombů málo pravděpodobný, riziko se zvyšuje s délkou trvání podpory. Obezřetnost vyžadují případy, které si z důvodů krvácivých komplikací vynutí úplné vysazení antikoagulace. Nejčastěji vznikají tromby v oxygenátoru, což se projeví zhoršenou funkcí oxygenátoru a zhoršením průtoku. Výhodou je i měření tzv. delta tlaku, který udává rozdíl tlaku před oxygenátorem a za ním. Nárůst delta tlaku svědčí pro trombotizaci oxygenátoru. Řešením je výměna celého ECMO setu anebo pouze oxygenátoru. Trombóza hadicového setu a kanyl je při použití heparinem potažených komponentů výjimečná.

Zastavení krevní pumpy

K zastavení krevní pumpy může dojít při zavzdušnění pumpy anebo z důvodu selhání vnitřního bateriového zdroje při výpadku elektrického proudu. Jde o život ohrožující komplikaci a je nutné neprodleně zajistit lékaře a perfuziologa. Při V-V ECMO je nutné ihned upravit parametry UPV, při V-A ECMO okamžitě zasvorkovat nasávací i vypouštěcí část setu a zahájit pokud je to nutné KPR, eventuálně medikamentózní podporu oběhu. Definitivní řešení zajistí perfuziolog. V případě poruchy baterie se musí zahájit ruční

pohon čerpadla pomocí kliky, která je nezbytnou výbavou každého mimotělního oběhu (CARDIOHELP Systém, Manuál pro použití, 2013, s. 176 – 178).

Porucha tepelného výměníku

Při selhání funkce výměníku tepla může dojít k těžké hypotermii nemocného (Bartůněk a spol., 2016, s. 238). Řešení je v rukou perfuziologa.

Selhání zdroje kyslíku

V nemocničním zařízení je přístroj vždy, pokud je možno, napojen na centrální rozvod kyslíku. Pokud toto z technických příčin není možné, a také při nevyhnutelných transportech pacienta, je využívána kyslíková láhev. Ta je součástí ECMO konzole, její náplň je pravidelně kontrolována. Při transportech je nutné vždy zajistit jednu náhradní láhev navíc, aby nedošlo k vyčerpání zdroje a nemožnosti okysličovat krev.

2 SPECIFIKA PÉČE O PACIENTA NA ECMO PODPOŘE

Ošetrovatelská péče o pacienta s ECMO je pro personál náročnější než péče o jiné pacienty na pracovišti. Specifika jsou dané většími požadavky na monitoring, náběry biologického materiálu, větší personální zajištění při manipulacích nebo transportu a hlavně nutností znát nejenom onemocnění pacienta, ale i metodu ECMO a její komplikace. Nutné je mít v pohotovosti vybavení pro okamžité zahájení rozšířené KPR při náhlém selhání metody.

2.1 Monitorace fyziologických funkcí a stavu vědomí u ECMO pacienta

2.1.1 Monitorace fyziologických funkcí

Sledování fyziologických funkcí je stejné jako u jiných pacientů na JIP, přednost se dává invazivnímu a kontinuálnímu měření se záznamem všech hodnot po hodině. Budou popsány odlišnosti v zajištění monitoringu, které sebou nese V-A ECMO.

EKG křivka je snímána elektrodami nalepenými standardně, kontinuálně, srdeční rytmus může být normální, přítomny mohou být různé arytmie i bezpulzová elektrická aktivita. Krevní tlak je sledován nejlépe z a. radialis, při nepulzním toku krve může úplně vymizet tlaková amplituda a tím i systolická a diastolická diference měřených hodnot. Jediná měřená hodnota je považována za MAP (mean arterial pressure - střední arteriální tlak). Často je oběh podporován farmakologicky a je nutné upravovat dávku inotropie tak, aby byl udržován MAP v lékařem daném rozpětí. Hodnota centrálního žilního tlaku je ovlivněna nasávacím podtlakem a tudíž může být nepřesná.

Saturaci krve kyslíkem při pulzatilním toku lze měřit pulzním oxymetrem zvyklým způsobem, lépe vpravo. Při nepulzatilním toku je toto měření nefunkční a nahrazuje ho NIRS, kde je pomocí 2 senzorů umístěných na čele nemocného monitorována saturace mozkových tkání kyslíkem. Další dva senzory jsou umístěny na dolních končetinách, k včasné detekci snížené saturace. Senzor je nejlépe nalepit na svalovou tkáň lýtky, pokud je snímáno z holeně, nad kostní tkáň, bývá hodnota falešně vyšší. Normální hodnota je 55-75 % a snížení o 7-10 % znamená hrozbu ischemie (Habalová, 2010, s. 290). Kromě aktuální hodnoty je důležitý trend.

V sledování prokrvení kanylované končetiny je nezastupitelná vizuální a fyzikální kontrola. Pokud je přítomen pulzatilní tok, lze při monitorování prokrvení využít Dopplerovu metodu, eventuálně pohmatem pulzací na periférii dolní končetiny.

Tělesnou teplotu je výhodné měřit invazivně pomocí čidla v močovém katéttru, které dává přesnou informaci a umožňuje citlivěji regulovat tělesnou teplotu pomocí výměníku tepla ECMO systému.

Sledování hodinové diurézy je důležité pro posouzení funkce ledvin, tím i dostatečného prokrvení splachnické oblasti.

Monitorace krevních plynů náběrem dle Astrupa provádíme zpravidla ve tříhodinových intervalech, nejlépe z a. radialis pro arteriální vzorek nejlépe výpovědný o okysličení v mozku. Žilní vzorek je vyšetřován v o něco delším intervalu.

2.1.2 Monitorace stavu vědomí

V etablovaných ECMO centrech v zahraničí jsou raritně popisované případy vedení ECMO terapie při plném vědomí nemocného, zejména při terapii jako „most k transplantaci“. Obvykle je ale pacient na ECMO v kritickém stavu, často hemodynamicky nestabilní, někdy s navozenou poresuscitační hypotermií a analgosedace je plně indikována. V tomto případě je hodnocena hloubka sedace pomocí RASS skóre (tabulka...) v kombinaci s pravidelnou kontrolou stavu zornic s fotoreakcí. Důležitý je precizní záznam do dokumentace a hlášení změn lékaři, zejména je-li zvažované nevratné poškození mozku. Sledujeme i vegetativní projevy, jako je kašlací a korneální reflex (Bartůněk a spol., 2016, s. 429). Při odtlumování pacienta je používáno k zjištění stavu vědomí Glasgow kóma skóre (Glasgow coma scale - GCS).

2.2 Péče o cévní vstupy u pacienta na ECMO

2.2.1 Péče o cévní vstupy ECMO podpory

Při centrální kanylaci aorty a pravé síně je péče o kanyly soustředěna do rukou kardiochirurga za asistence NELZP, nejlépe na operačním sále.

V případě periferní kanylace jsou pravidelně 1x denně kontrolována místa vpichu, resp. preparace, hloubka zavedení kanyl a funkčnost jejich fixace ke kůži. Převazy provádí NELZP zvyklým způsobem, přísně asepticky, výhodou je, pokud je perfuziolog přítomen a fixuje rukou kanylu po celou dobu převazu. Při převazu sledujeme místo vpichu, zda nedochází ke krvácení z okolí kanyly nebo do okolních tkání, zda nedochází k úniku krve z ECMO okruhů cestou spojek a kohoutů. Významné krvácení v místě inzerce si vyžádá intervenci chirurga, případně manuální kompresi s kontrolou prokrvení distálních částí. Kanyly je vhodné vypodložit obvazovým materiálem z důvodu prevence otlaků kůže. Pravidelně je sledován vzhled, prokrvení, teplota a velikost končetiny distálně od zavedené kanyly. Aktivně jsou hledány známky ischemie kanylované končetiny.

2.2.2 Péče o další cévní vstupy

Péče o další cévní vstupy probíhá dle zvyklostí oddělení, důraz je kladen na opatrnost při manipulaci s kohouty, odběrovými místy a cévními linkami – jakákoliv netěsnost, nedokonalé odvzdušnění infuzních setů nebo linek či ponechání otevřeného vstupu znamená zdroj vzduchu v systému ECMO a s tím spojené komplikace.

2.3 Hygienická péče u pacienta na ECMO

Hygienická péče je prováděná dle zvyklostí oddělení 2x denně, převlečení lůžka nejlépe formou rámování a nadzvednutí nemocného pomocí zvedacího zařízení (obr....) za přítomnosti perfuziologa. Polohování na boky při výměně ložního prádla je z hlediska rizika dekanylace vysoce nebezpečné, při centrálním způsobu kanylace zcela vyloučené. Nároky na hygienickou péči stoupají při krvácivých stavech, zejména při difúzním krvácení z invazí a ze sliznic. Také krvácení z kanylovaných cév v oblasti třísla vyžaduje častější péči, je vhodné třísla vypodložit sterilními gázovými čtverci. V čistotě udržujeme

také okolí genitálu a konečníku, vzhledem k blízkosti kanyláčnických míst a riziku vstupu infekce. V případě nutnosti oholit pacienta elektrickým strojkem, nikoliv žiletkou.

2.4 Péče o vyprazdňování u pacienta na ECMO

Vylučování moče je vždy zajištěno močovým katétrem zejména pro potřebu sledování hodinové diurézy. Sběrný systém je zajištěn asepticky, výměna probíhá 1x denně. Hospodaření s dusíkatými metabolity je sledováno laboratorně, v případě potřeby k udržení žádoucí bilance tekutin lze podat diuretika. Při nutnosti použít hemoeliminační metodu může být tato vřazena do okruhu ECMO.

K vylučování stolice často dochází až při podávání umělé enterální výživy, nezářídka formou průjmu. Tento stav je spojen se zvýšeným rizikem infekcí, zvýšenou potřebou převlékání lůžka a s tím spojených komplikací. Někdy je proto vhodnější zavedení systému Flexi - Seal[®]. Několikadenní absencí stolice lze řešit podáním mikroklyzmatu, v případě potřeby i opakovaným.

2.5 Výživa pacienta na ECMO

U nemocných s V-A ECMO v kritickém stavu je výživa saturována parenterálně a je sledován odpad z GIT. Po stabilizaci stavu je vhodné začít s umělou enterální výživou zpočátku bolusově, po malých dávkách. Umělá enterální výživa podávaná časně má velký přínos pro zachování přirozených funkcí a prevenci komplikací GIT (Kapounová, 2007, s. 64).

2.6 Polohování pacienta na ECMO

Poloha nemocného s ECMO je vleže na zádech, možná je elevace hrudníku. U centrálně zavedených kanyl je přípustná pouze elevace horní poloviny těla o 10°, eventuálně tzv. mikropolohování dle konceptu bazální stimulace (Friedlová, 2015, s. 122), jako prevence proleženin je vhodné použití antidekubitální matrace.

U periferní kanylace obou třísel lze zvýšit polohu hrudníku o 20°, možné je mikropolohování. Pacienta lze polohovat také na bok, polobok, v případě V-V ECMO cestou jedné kanyly v jugulární žíle i do pronační polohy – vše se zřetelem na možnou dislokaci kanyl a komplikace s tím spojené. Obecně je nutné vyhodnotit přínos polohování

ve srovnání s rizikem dislokace kanyl, posoudit hemodynamickou stabilitu nemocného a také zkušenosti týmu. Každá významnější změna polohy nemocného má být prováděná za dostatečného množství personálu a za přítomnosti perfuziologa.

2.7 Transport pacienta na ECMO

V případě potřeby transportovat pacienta s ECMO uvnitř zdravotnického zařízení je nutné kromě kompletního zajištění pacienta dle stavu a zvyklostí oddělení zajistit náhradní kyslíkovou láhev pro ECMO, dále pomůcky ke KPR a infuzní roztoky dle domluvy k doplnění cirkulujícího objemu. Pro zajištění bezpečnosti je výhodné absolvovat přesuny s dostatkem personálu, samozřejmostí je přítomnost perfuziologa, který zajistí přípravu přístroje na výjezd a fungování během něj (ELSO, Guidelines for Cardiopulmonary Extracorporeal Life Support, 2017, s. 18). Přesuny pacienta s ECMO mají být pro svoji rizikovost omezeny na minimum, nejčastěji se jedná o výjezd na radiologii, katetrizační anebo na operační sál.

Transport pacienta do jiného zdravotnického zařízení vyžaduje prostornější sanitní vůz, dostatek kyslíkových lahví, kompletní resuscitační vybavení a doprovod ECMO týmu (minimálně lékaře a perfuziologa) po celou dobu transportu. Pacienta lze transportovat také letECKY, nutno myslet na zvýšené prostorové nároky.

2.8 Sledování krvácivých projevů u pacienta na ECMO

Riziko krvácení je u pacienta na ECMO kvůli nutnosti systémové antikoagulace vysoké. Sledujeme prokrvácení sterilního krytí kanyl, podkoží v místě inzerce kanyly. K masivnímu krvácení do dutiny břišní může dojít při poranění stěny a. femoralis při kanylaci, na to je třeba myslet při výrazné anemizaci časně po zavedení metody. Často je přítomné difuzní krvácení ze sliznic a z okolí zavedení invazivních vstupů, u žen bývá přítomno gynekologické krvácení. Pozornost věnujeme i odpadu ze žaludeční sondy, čerstvá krev značí akutní krvácení ze sliznice žaludku anebo duodena. Hemokoagulační parametry, jejichž úpravou lze krvácení ovlivnit, jsou vyšetřovány dle potřeby, minimálně 1x denně, APTT je nutno kvůli antikoagulaci heparinem kontrolovat po 6-ti hodinách. Hematologické vyšetření ke kontrole anemizace je indikováno k odběru minimálně 1x denně. Důležité je zajistit, aby pacient připojený na ECMO měl trvale deponované

minimálně 2 transfuzní jednotky (TJ) erytrocytů v krevním skladu (Standardní postup FN Plzeň)

2.9 Péče o ECMO přístroj a komponenta

NELZP je většinou první, kdo zachytí jakoukoliv komplikaci metody a komplikaci zdravotního stavu pacienta. Sleduje údaje řídicí jednotky, provádí 1x za hodinu zápis parametrů terapie a změny v nastavení, pokud byly provedeny, do dokumentace. Nezbytná je informovanost NELZP o významu údajů a alarmech, které poskytuje řídicí jednotka ECMO. Správná interpretace aktuálních změn ve snímaných parametrech a věnování pozornosti výstražným a alarmovým hlášením je stěžejní pro konečný efekt ECMO terapie. Důležitým aspektem péče je vizuální kontrola ECMO okruhu, doporučuje se nezakrývat hadicový systém příkrývkou ani polohovacími pomůckami, aby bylo včas zachyceno krvácení či zalomení částí okruhu. Velmi nebezpečná je deaktivace alarmů na řídicí jednotce. Hrozí nebezpečí, že nebudou rozpoznány nebezpečné situace a pacient bude ohrožen (CARDIOHELP Systém, Manuál pro použití, 2013, s. 174). Samotná péče o přístroj ECMO a jeho komponenta je v rukou perfuziologa.

3 PRÁVNÍ OPORA POSKYTOVÁNÍ ECMO PODPORY

3.1 Externí dokumenty – zákony a vyhlášky

V poskytování ECMO podpory se uplatňuje zákon 372/2011 Sb., o poskytování zdravotnických služeb, kde v části 5, § 45 „*Poskytovatel je povinen poskytovat zdravotní služby na náležitě odborné úrovni, vytvořit podmínky a opatření k zajištění uplatňování práv a povinností pacientů a dalších oprávněných osob, zdravotnických pracovníků a jiných odborných pracovníků při poskytování zdravotních služeb.*“ (Zákon č. 372/2011 Sb.) Vyplývá, že ECMO centrum, respektive zdravotnické zařízení poskytující ECMO metodu disponuje jak přístrojovou technikou, tak i odborníky pro mimotělní podpůrné systémy pro srdce a plíce.

Platnou normou v tomto ohledu je zákon č. 201/2017 Sb. o podmínkách získávání a uznávání způsobilosti k výkonu nelékařských zdravotnických povolání a k výkonu činností souvisejících s poskytováním zdravotní péče. Do vzdělávacích programů specializačního vzdělávání pro nelékařské zdravotnické pracovníky dle Nařízení vlády č. 31/2010 Sb., které poskytuje Institut postgraduálního vzdělávání ve zdravotnictví, je zařazeno specializační vzdělávání v oboru perfuziologie a specializační vzdělávání v oboru intenzivní péče. Způsobilost v oboru perfuziologie nabývá zdravotník (všeobecná sestra, biomedicínský technik, biomedicínský inženýr anebo lékař) po absolvování specializačního vzdělávání v oboru perfuziologie (kompletní podmínky absolvování specializačního vzdělávání jsou předmětem přílohy č. 1). Po splnění všech podmínek a po úspěšném složení atestační zkoušky vykonává **sestra pro klinickou perfuziologii** činnosti podle § 67 vyhlášky č. 55/2011 Sb. v souvislosti s řízením mimotělního oběhu. Bez odborného dohledu, na základě indikace lékaře, **může** mimo jiné „*řídít mimotělní oběh při operacích na otevřeném srdci, technicky zabezpečovat podpůrnou cirkulaci při srdečním selhání nebo podpůrný mimotělní oběh s membránovou oxygenací (ECMO) při selhání srdce a plic, obsluhovat systémy podpory selhávajícího oběhu (například kontrapulzace, univentrikulární a biventrikulární mechanické srdeční podpory), obsluhovat systémy mimotělního oběhu při operačních výkonech a dalších léčebných úkonech, které mimotělní oběh vyžadují.*“ (Vyhláška č. 55/2011 Sb.). Zákonem jsou ošetřeny také urgentní situace v intenzivní péči, kde podle § 55, vyhlášky 55/2011 Sb. „...**může sestra pro intenzivní péči** v rámci anesteziologickoresuscitační, intenzivní péče a akutního příjmu vykonávat činnosti podle § 54 při poskytování ošetrovatelské péče o pacienta staršího 10 let, u

kterého dochází k selhání základních životních funkcí nebo toto selhání hrozí. Přitom zejména může bez odborného dohledu a bez indikace lékaře zajišťovat stálou připravenost pracoviště, včetně funkčnosti speciální přístrojové techniky a materiálního vybavení; sledovat a analyzovat údaje na speciální přístrojové technice, rozpoznávat technické komplikace a řešit je.“ (Vyhláška 55/2011 Sb.)

Poměry týkající se používání přístrojové techniky upravuje zákon 268/2014 Sb., kde v § 59 *„Poskytovatel zdravotních služeb je povinen zajistit, aby zdravotnický prostředek používala při poskytování zdravotních služeb výhradně osoba, která na základě odpovídajícího vzdělání a praktických zkušeností poskytuje dostatečnou záruku odborného používání tohoto zdravotnického prostředku v souladu s jeho návodem k použití.“* (Zákon č. 268/2014). Dále dle § 61 tohoto zákona *„Poskytovatel zdravotních služeb, který používá tyto zdravotnické prostředky, je povinen zajistit provedení instruktáže pracovníků, kteří jsou určeni k jejich používání či obsluze... je povinen vést a uchovávat informace o všech provedených instruktážích.“* (Zákon č. 268/2014) Intervaly instruktáže a jejich rozsah je předmětem domluvy vedoucích pracovníků oddělení, které instruktáž požaduje. *„Instruktáž může provádět pouze osoba, která na základě odpovídajícího vzdělání, praktických zkušeností a proškolení výrobcem nebo jím pověřenou osobou poskytuje dostatečnou záruku odborného provádění instruktáže o správném používání daného zdravotnického prostředku.“* (Zákon č. 268/2014) Zdravotníci takto proškolení zpravidla zástupcem firmy, která přístroj dodává, jsou kompetentní přístroj obsluhovat a také způsobilí provádět následné zaškolení stejného rozsahu i pro ostatní spolupracovníky, kteří budou přístroj obsluhovat. Tento zákon v § 64 a § 65 upravuje i podmínky servisu, bezpečnostně technických kontrol, či hlášení nežádoucích událostí v souvislosti s používáním přístroje.

ECMO systém je v souladu se zákonem 268/2014 Sb. evidován v Registru zdravotnických prostředků.

3.2 Interní dokumenty platné pro FN Plzeň

Ve Fakultní nemocnici Plzeň je v systému řízené dokumentace uloženo několik dokumentů, týkajících se ECMO a dostupných pro zaměstnance FN Plzeň.

Dokument s názvem „Mimonemocniční refrakterní srdeční zástava“ pojednává o kritériích na kandidáty pro ECLS a popisuje optimální spolupráci s posádkou ZZS při zvažovaném ECPR.

Dalším dokumentem je standardní postup „Ošetrovatelská péče o pacienta napojeného na ECMO podporu“, který je uceleným souhrnem metody ECMO, včetně komplikací a jejich řešení, a to v přijatelném rozsahu. Je s výhodou pokud NELZP pečující o pacienta na oddělení má tento dokument v tištěné formě kdykoliv po ruce.

Posledním dokumentem je denní záznamový arch, který monitoruje ECMO terapii a je vždy součástí dokumentace nemocného. Lze jej tak kdykoliv v případě potřeby vyhledat a dotisknout.

3.3 Kompetence lékaře, NELZP a perfuziologa při ECMO metodě

Ucelená interpretace kompetencí obsluhy ECMO metody nebyla v dostupných zdrojích nalezena, dle uvedených zákonných norem lze vyvodit následující: **lékař**, který absolvoval vzdělávací program v oboru intenzivní medicína ECMO metodu indikuje, vede, řeší její komplikace a směřuje k odpojení. Kompetence k obsluze ECMO přístroje nabývá lékař absolvováním instruktáže odpovědnou osobou, nutný je záznam o provedení instruktáže. NELZP po absolvování specializačního vzdělávání v oboru **sestra pro intenzivní péči** je oprávněn monitorovat a zaznamenávat údaje na speciální přístrojové technice, dále rozpoznávat komplikace a řešit je, v případě hrozícího selhání životních funkcí bez indikace lékaře. Tímto je ošetřena většina emergentních situací v poskytování ECMO metody, kdy NELZP po zjištění například masivního krvácení z ECMO okruhu při jeho porušení neprodleně zasvorkuje ECMO okruh ještě předtím, než telefonuje lékaři anebo perfuziologovi, eventuálně kompresí staví tepenné krvácení při nechtěné dekanylaci. V běžném bezproblémovém provozu NELZP poskytuje pacientovi na ECMO vysoce specializovanou ošetrovatelskou péči a obsluha ECMO přístroje je plně na lékaři oddělení, případně perfuziologovi. **Sestra pro klinickou perfuziologii** poskytuje technické zázemí a pravidelné kontroly funkčnosti systému a metody, obsluhuje přístroj a zabezpečuje podmínky pro transport nemocného s ECMO. Napojení pacienta, změnu parametrů terapie

i odpojení provádí sestra pro klinickou perfuziologii z indikace lékaře. Nese zodpovědnost za vedení ECMO dokumentace.

4 MANAGEMENT RIZIK ECMO METODY

*„Je lépe radit se před činy,
než o nich potom přemítat.“*

- Démokritos

4.1 Management

Dnes často používaný výraz management lze jednoduše definovat jako vedení, řízení lidí anebo zdrojů. Jelikož se používá v celé škále oborů, existuje také velké množství přesnějších definic, které nejvíce vystihují daný obor. V kontextu této práce je nejužitečnější vysvětlení managementu jako procesu plánování, organizování, vedení a kontroly podmínek tak, aby bylo zajištěno dosažení stanovených cílů (Plevová a kol, 2012, s. 11).

Struktura a funkce manažerského procesu je rozdělena do několika kroků:

Funkce plánování je klíčová, vycházejí z ní další manažerské funkce. Zahrnuje výběr úkolů sloužících k vytvoření efektivního plánu pro dosažení vytyčeného cíle.

Funkce rozhodování spočívá ve formulaci taktik, činností, strategií a postupů potřebných k dosažení cílů a časový harmonogram.

Při plnění funkce organizování jsou soustředěny prostředky nutné pro dosažení cíle. Výsledkem je organizační systém, složený z lidí a věcí (organizační systém), který lze opakovaně využívat a také ho v případě potřeby měnit, a to i v průběhu plnění úkolu.

Další funkcí je personalistika – funkce operativního řízení. Je charakterizována přímou komunikací mezi řídicí složkou a tím, kdo se příkazy řídí. Mezi základní styly vedení patří demokratický styl, liberální styl, autoritativní styl a participativní styl vedení lidí.

Kontrolní funkce je založená na informacích o zpětné vazbě objektu na usměrňovací zásahy vedení. Má za úkol hodnotit odvedenou práci v souvislosti se stanoveným cílem, a to buď jednorázově na konci procesu, anebo průběžně v průběhu procesu (Plevová, 2012, s. 12).

Manažer je definován jako osoba vedoucího řídicího pracovníka, který nese odpovědnost za dosažení cíle mu svěřeného. Ten na základě zvolení nebo jmenování aktivně řídí činnosti, pro které je vybaven kompetencemi (Plevová, 2012, s. 15).

4.2 Management ve zdravotnictví

„Podstatou managementu ve zdravotnictví je poskytování co možná nejlepší péče pacientům/klientům v rámci omezených zdrojů.“ (Plevová, 2012, s. 33)

Poskytování nejlepší péče nemocnému vyžaduje efektivní vedení zařízení. Manažeři ve zdravotnickém zařízení působí na různých místech, jako členové statutárních orgánů, vedoucí klinik a další vedoucí pracovníci. Jedním z jejich úkolů je stanovit poslání organizace a zajistit prostředky k naplnění tohoto poslání. Na manažera ve zdravotnictví jsou kladeny vysoké nároky, jelikož se jedná o obor, který ovlivňuje lidský život a jeho kvalitu. Manažer ve zdravotnictví je zpravidla zdravotník a je vázán profesionální etikou a mezinárodními kodexy.

Odpovědnost za každodenní provoz organizace v souladu se zákony a normami, za zpětnou vazbu organizace na zprávy nadřízených orgánů a za postupy pro řízení a kontrolu lidských, finančních a jiných zdrojů nese vedoucí pracovník organizace nebo ředitel. Spolu s náměstkem pro léčebně preventivní péči a hlavní sestrou tvoří **vrcholový management** nemocnice. **Střední management** zastupují primáři, vrchní sestry či vedoucí oddělení. Koordinují výkonné operativní činnosti a vedou koloběh informací v zařízení. **Liniový management** je základní úroveň vedoucích pracovníků, zahrnuje staniční sestry či vedoucího lékaře. Zabezpečují komunikaci mezi vedením a pracovníky, operativní řízení i plánování a hlavně každodenní jednání a práce s lidmi (Plevová, 2012, s. 36)

V ošetrovatelství se setkáváme s pojmem **management v ošetrovatelství**, který pojmenovává jednotlivé úrovně řízení ošetrovatelství. Naproti tomu spojení **ošetrovatelský management** vyjadřuje řízení ošetrovatelského procesu u jednotlivého pacienta. NELZP ho plánuje a vykonává na nejnižší organizační úrovni.

4.3 Management rizik

Pojem riziko (historicky vnímán jako „odvaha“) pro potřeby této práce lze vysvětlit jako faktor predikující vznik ztráty či neúspěchu. Je to také nejistota dosažení výsledků, či odchýlení se od očekávané skutečnosti. Ve zdravotnictví je riziko vnímáno jako negativní jev spojený s nebezpečím jisté ztráty – zdraví, života, financí apod.

„Cílem řízení rizik je zabránění ztrátě či její minimalizace.“ (Šupšáková, 2017, s. 1). Je to proces identifikace a hodnocení míry rizika a provádění opatření k prevenci bezpečnostních (klinických, administrativních, provozních a zaměstnaneckých) rizik v organizaci. Cílem programu řízení rizik při poskytování zdravotní péče je minimalizovat možnost vzniku události, která by měla negativní dopad pro pacienta, personál a organizaci a snížit riziko úmrtí, zranění či nemoci pro pacienty a zaměstnance na minimum. Dále sledovat a vyhodnocovat zpětnou vazbu výstupů péče od pacientů a zaměstnanců, efektivně řídit zdroje a při tom všem dbát na soulad s platnou legislativou. Účinným v řízení rizik je pětikrokový model rozhodovacího procesu, kterého jednotlivé kroky se cyklicky, dle potřeby opakují. Zahrnují definici rizika, analýzu/hodnocení rizika, zkoumání rizika, ošetření/řešení rizika a začlenění rizika do kontextu činnosti (Šupšáková, 2017, s. 8).

Při identifikaci rizik lze uplatnit dva způsoby, a to retrospektivní hodnocení a zpětnou analýzu již proběhlé události (např. kořenová analýza – RCA) a prospektivní, tj. aktivní vyhledávání možných rizik a jejich analýzu (FMEA metoda). V ideálním případě má proaktivní přístup tvořit nadstavbu nad retrospektivním vyhledáváním. V podmínkách české kultury je ale na zpětné určování příčin pochybení spíše nahlíženo jako na hon na viníka, je tady nevyhnutelná citlivá příprava a průprava manažera.

Je důležité si uvědomit, že lidská chyba je nevyhnutelná, dříve nebo později k ní dojde. Vhodným cílem je zavádět taková systémová opatření, aby byla chybovost snižena na nejnižší možnou míru (Šupšáková, 2017, s. 9; s. 13).

4.4 Identifikace rizik při ECMO

Na základě zkušeností autorů „Červené knihy ELSO“ (Annich et al., 2012, s. 145; s. 313 – 317; s. 452 – 453; s. 514 - 522) a doporučenými postupy vydanými ELSO (ELSO, General Guidelines for all ECLS Cases, 2017) byly pomocí retrospektivní i prospektivní metody pojmenovány tyto okruhy rizik při péči o pacienta na ECMO:

Riziko prolongovaného startu metody z důvodu nedostupnosti ECMO týmu.

Riziko prolongovaného startu metody z důvodu zdlouhavé indikace.

Riziko prolongovaného startu metody z důvodu nemožnosti zajistit cévní vstupy.

Riziko vzniku komplikací při transportu pacienta na ECMO na diagnostické či terapeutické zákroky.

Riziko vzniku komplikací při ošetrovatelské péči o pacienta.

Riziko selhání ECMO metody z důvodu pozdní detekce komplikace metody.

Riziko selhání ECMO metody z důvodu nesprávné interpretace dat ovládacího panelu přístroje.

Riziko selhání metody z důvodu nesprávné péče o přístroj a komponenta.

Nadále s nimi bude pracováno v praktické části práce.

PRAKTICKÁ ČÁST

5 CÍL A ÚKOLY PRÁCE

Cíl 1 Provést retrospektivní analýzu dat pacientů napojených na ECMO podporu ve FN Plzeň v letech 2014 – 2018.

Cíl 2 Zmapovat pomocí dotazníku vlastní konstrukce, jak sestry vnímají péči o pacienta na ECMO a svoji informovanost o metodě. Určit udávanou nejčastější komplikaci metody a deklarovanou schopnost sester vzniklé komplikace řešit.

Cíl 3 Konkretizovat rizika metody ECMO ve zdravotnickém zařízení. Detekované okruhy rizik analyzovat v rozhovoru s lékaři a navrhnout vhodné opatření k eliminaci rizik.

6 HYPOTÉZY

Na podkladě hlavních cílů práce byly vytvořeny následující výrokové hypotézy, které budou v praktické části práce testovány.

1H₀: Schopnost řešit vzniklé komplikace metody ECMO nezávisí na absolvování specializačního vzdělávání v intenzivní péči.

1H_A: Schopnost řešit vzniklé komplikace metody ECMO závisí na absolvování specializačního vzdělávání v intenzivní péči.

2H₀: Míra zájmu o absolvování periodického semináře o metodě ECMO nezávisí na zkušenosti s ošetřováním pacienta na ECMO.

2H_A: Míra zájmu o absolvování periodického semináře o metodě ECMO závisí na zkušenosti s ošetřováním pacienta na ECMO.

3H₀: Míra zájmu o absolvování certifikovaného kurzu o metodě ECMO nezávisí na zkušenosti s ošetřováním pacienta na ECMO.

3H_A: Míra zájmu o absolvování certifikovaného kurzu o metodě ECMO závisí na zkušenosti s ošetřováním pacienta na ECMO.

4H₀: Míra preference stálé přítomnosti perfuziologa ve zdravotnickém zařízení nezávisí na zkušenosti s ošetřováním pacienta na ECMO.

4H_A: Míra preference stálé přítomnosti perfuziologa ve zdravotnickém zařízení závisí na zkušenosti s ošetřováním pacienta na ECMO.

5H₀: Frekvence komplikací nezávisí na typu komplikace.

5H_A: Frekvence komplikací závisí na typu komplikace.

7 CHARAKTERISTIKA SLEDOVANÉHO SOUBORU

Cíl 1 Retrospektivní analýza dat se týkala dat 83 pacientů, kteří byli v letech 2014 – 2018 ve FN Plzeň napojeni na ECMO podporu.

Cíl 2 Dotazníkové šetření bylo určeno pro NELZP oddělení JIP ve FN Plzeň, na kterých jsou hospitalizováni pacienti napojeni na ECMO podporu. Jedná se o oddělení KARIM - lůžka, Metabolická JIP, Koronární JIP a oddělení KCH-RES. Bylo zapojeno 101 osob, při vyhodnocování dat muselo být 7 dotazníků vyřazeno, většinou pro neúplné vyplnění respondentem, 3 pro nepřesnou číselnou prezentaci v otázce číslo 8. Celkem bylo vyhodnoceno 94 validně vyplněných dotazníků.

Cíl 3 Rozhovory byly provedeny s vedoucími lékaři JIP oddělení, resp. přednosty klinik, na kterých jsou hospitalizováni pacienti napojeni na ECMO podporu. Byly zahrnuty 4 osoby.

7.1 Metodologie empirického šetření

Úvod empirické části práce je věnován retrospektivní analýze dat pacientů napojených na metodu ECMO v daném zdravotnickém zařízení za pětileté období. Jádrem empirické části práce je dotazníkové šetření u NELZP, které je doplněno o rozhovory s lékaři. Je zaměřeno na revizi stávajících podmínek poskytování metody ECMO v daném zdravotnickém zařízení.

Retrospektivní analýza dat pacientů napojených na ECMO podporu ve FN Plzeň v letech 2014 – 2018 prezentuje poskytování této metody ve zdravotnickém zařízení. Analýza se týká indikace, průběhu a výsledků ECMO metody v daném časovém horizontu. Jedná se o data kvantitativního rozměru, poskytnuta perfuziologi FN Plzeň, týkající se 83 pacientů. Do analýzy nebylo možno zahrnout pacienty z dřívějších let, a to pro chybějící a neúplná data před rokem 2014. Sběr dat byl povolen manažerkou pro vzdělávání a výuku NELZP ve FN Plzeň v září 2018.

Výzkumné šetření u NELZP proběhlo metodou anonymního dotazníkového šetření vlastní konstrukce, jedná se o kvantitativní metodu sběru dat. Dotazník je polostrukturovaný, první část obsahuje otevřený i uzavřený typ otázek v počtu 7. Otázky

jsou mimo jiné zaměřené na určení délky praxe na JIP oddělení a na zkušenosti NELZP s ošetřováním pacienta na ECMO.

Ve druhé části dotazníku je respondent konfrontován s výroky, cílem je na 5-ti bodové škále zjistit míru souhlasu s jednotlivými výroky. Dále respondenti hodnotí svoji teoretickou vybavenost v této metodě, dostupnost studijních materiálů a možnost nácviku problémových situací. Část dotazníku se zabývá případným zájmem dotazovaných o absolvování specializačního kurzu pro „ECMO specialistu“. Otázky v další části jsou zaměřené i na názor NELZP na stálou přítomnost perfuziologa ve zdravotnickém zařízení. Souhlas s výzkumným šetřením manažerkou pro vzdělávání a výuku NELZP ve FN Plzeň byl udělen v září 2018.

Empirická část práce byla doplněna o kvalitativní průzkum formou strukturovaného rozhovoru realizovaným s vedoucími lékaři dotčených pracovišť, s cílem zjistit názor lékařů v oblasti poskytované péče pacientovi na ECMO. Souhlas s výzkumným šetřením manažerkou pro vzdělávání a výuku NELZP ve FN Plzeň byl udělen v září 2018.

Data byla zpracována softwarem Microsoft Office Word 2010 a Microsoft Office Excel 2010. Pro přehlednost byla prezentována numericky ve formě absolutní a relativní četnosti, grafy a tabulky byly použity k prezentaci výsledků. Absolutní četnosti jsou zobrazeny v počtech (n) a relativní četnosti v procentech (%).

7.2 Organizace empirického šetření

Sběr dat potřebných pro vytvoření retrospektivní analýzy probíhal na oddělení kardiochirurgie – operační sály, v období leden a únor 2019 (databáze KCH oddělení FN Plzeň, 2019)

Dotazníkové výzkumné šetření probíhalo v měsících říjen a listopad 2018 na vybraných odděleních JIP, kde byli dotazníky prostřednictvím vedoucích pracovníků distribuovány jednotlivým NELZP. O souhlas s výzkumem byl respondent požádán v úvodu dotazníku a byl vyjádřen vyplněním dotazníku.

Kvalitativní výzkum rozhovorem s vedoucími lékaři proběhl v měsíci prosinec 2018, osobně, byl zaznamenáván na nahrávací zařízení a respondent vyjádřil souhlas se zpracováním dat v úvodu rozhovoru.

8 RETROSPEKTIVNÍ ANALÝZA PACIENTŮ NA ECMO PODPOŘE VE FN PLZEŇ

Za počátky používání ECMO metody v Plzni lze považovat založení kardiochirurgického oddělení v roce 2002. Metoda byla soustředěna na operační sál a používána formou konvenčního mimotělního oběhu při nemožnosti tento odpojit, jako srdeční podpora v trvání několika hodin až dnů, v modifikaci V-A s centrální kanylací. V roce 2005 byl na ECMO napojen první pacient mimo operační sál, z důvodů akcidentální hypotermie (tělesná teplota 22°C při příjmu na urgentní příjem nemocnice). Muže ve věku 48 let bylo možno za necelých 24 hodin po ohřátí a obnovení srdečních funkcí odpojit. Zemřel za 4 dny na komplikace nesouvisející s touto metodou (Hájková a spol., 2005). Aktuálně jsou ve FN Plzeň používány tři různé systémy (Deltastream[®], Rotaflow[®] a Cardiohelp[®]) pro ECMO podporu, výběr systému závisí na indikaci, pro kterou je ECMO zvažováno.

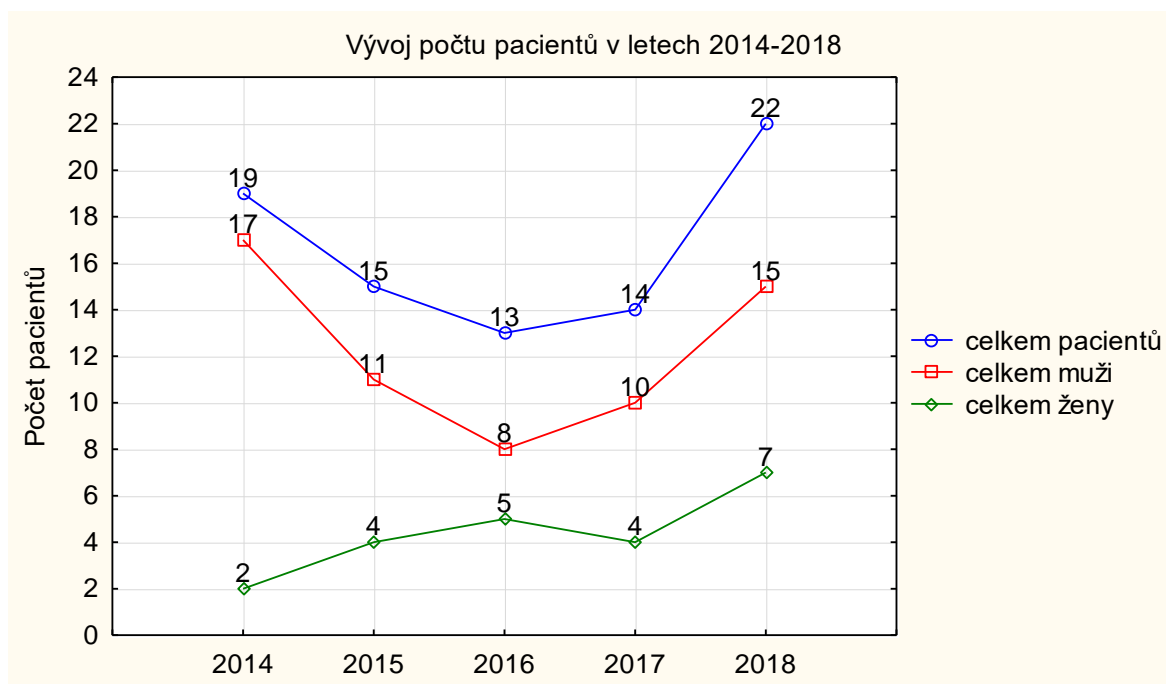
Rozmach ECMO metody po roce 2010 v Plzni koresponduje s rozšířením metody i ve světě, a to díky vývoji menších, přenosných systémů s jednodušším ovládním, i díky zvýšené incidenci těžkého respiračního selhání vlivem viru H1N1. V Plzni hraje v tomto období významnou roli také vznik kardiocentra. Spojením kardiochirurgického a kardiologického oddělení v jeden funkční celek vznikla ECMO indikační skupina, složená z kardiochirurgů, kardiologů a perfuziologů. V tomto období je zaznamenán nárůst napojení ECMO z důvodu srdečního selhání refrakterního na konvenční léčbu, což způsobilo i meziroční vzestup počtu pacientů léčených metodou ECMO celkově (rok 2011 n=8, rok 2012 n=16, rok 2013 n=19). Celkem bylo v letech 2011 až 2013 na ECMO podporu ve FN Plzeň napojeno 43 pacientů. U 34 pacientů (79 %) byla použita V-A modifikace a u 9 pacientů (21 %) byla použita V-V modifikace (Databáze Kardiochirurgického oddělení Fakultní nemocnice Plzeň, 2018). Databáze zahrnující tyto roky není kompletní stran indikací, komplikací a míry přežití, proto bude dále pracováno s daty pacientů v letech 2014 – 2018.

8.1 Vývoj počtů pacientů na ECMO v letech 2014 – 2018

Počet pacientů napojených na ECMO podporu se za poslední 4 roky pohybuje v rozmezí od 13 pacientů (rok 2016), do 22 pacientů (rok 2018). Počet pacientů kolísá a kulminuje na čísle 22 za poslední rok. Je možné to připisovat neustálému rozšiřování klinických situací, kde ECMO může být přínosem a může poskytnout čas pro vyřešení příčiny stavu. Je

patrný výrazný rozdíl v množství pacientů v závislosti na pohlaví, v roce 2014 je až 89 % (n=17) pacientů napojených na ECMO mužského pohlaví, ale ani ostatní roky to nikdy není méně než 60 %. Důvodem je vyšší sklon mužů ke kardiovaskulárním nemocem.

Graf 1: Vývoj počtů pacientů v letech 2014 - 2018



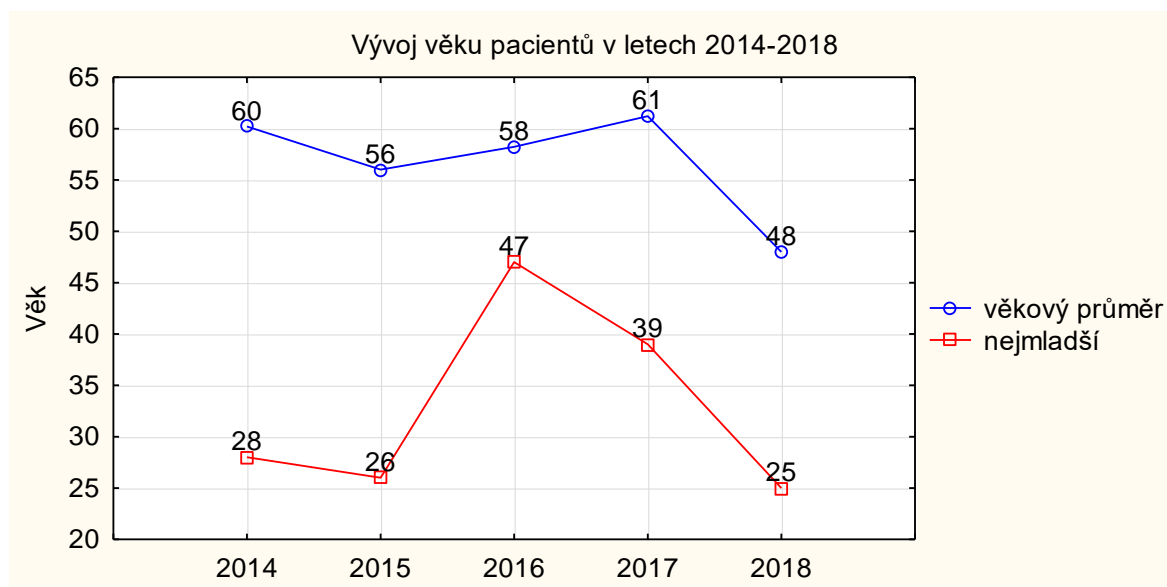
8.2 Vývoj věkového průměru pacientů na ECMO v letech 2014 – 2018

Věkový průměr pacientů je 56 – 61 let za období 2014 – 2017, což koresponduje s doporučeními pro implantaci ECMO podpory, kdy je jako relativní kontraindikace uváděn věk nad 75 let, kritéria pro ECPR uvádějí jako věkovou hranici 65 let. Ve FN Plzeň prezentují skupinu při horní indikační věkové hranici pacienti napojení na ECMO z důvodu kardiogenního selhání po komplikovaném kardiochirurgickém výkonu. Skupina pacientů napojená při ECPR věkový průměr snižuje, čím lze vysvětlit pokles této hodnoty v roce 2018 na 48 let.

Nejmladším pacientem napojeným na ECMO za sledované období je 25letý muž, který byl pro známky kardiálního selhání hospitalizovaný na KJIP. Důvodem stavu byla intoxikace kardiodepresivními léky při suicidálním pokusu. Zajištění ECPR bylo indikováno při asystolické srdeční zástavě již za hospitalizace, do okruhu ECMO byl vřazen okruh hemoelimační metody.

Nejstarším pacientem napojeným na ECMO v sledovaném souboru je žena ve věku 74 let, ECMO podpora byla indikována z důvodu kardiogenního šoku po komplikovaném kardiochirurgickém výkonu.

Graf 2: Vývoj věku pacientů v letech 2014 - 2018



8.3 Vývoj v indikacích pro napojení ECMO podpory v letech 2014 – 2018

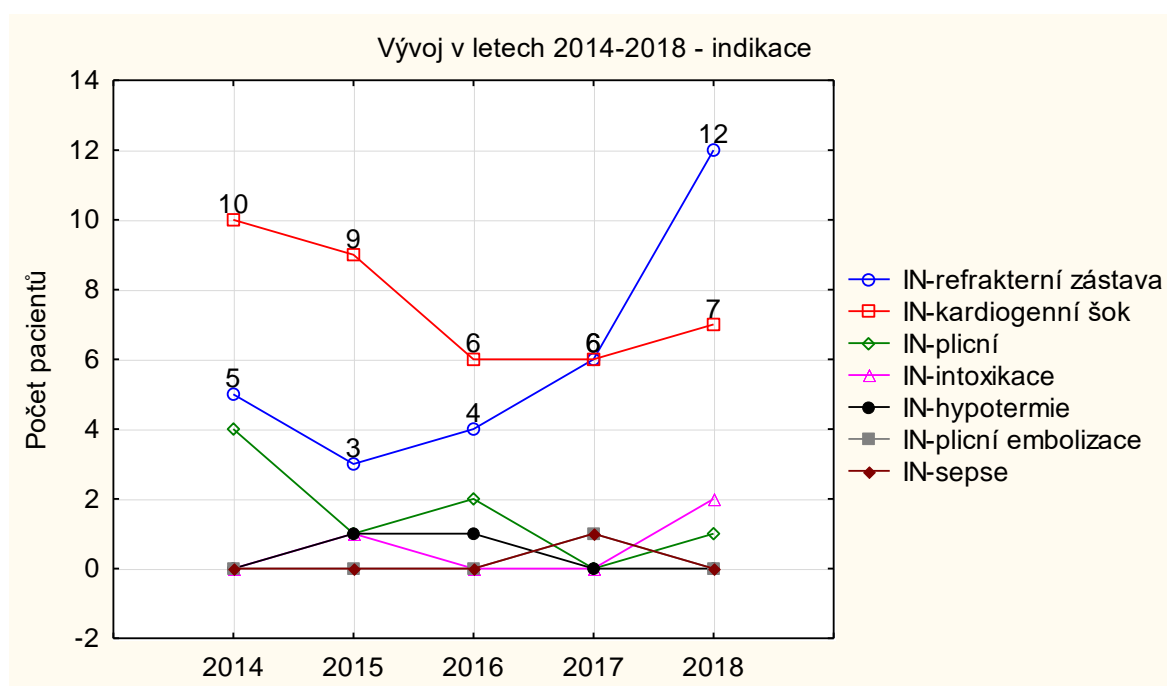
Nejčastější indikací k napojení V-A ECMO bylo až do roku 2016 (46 % všech indikací napojení ECMO v roce 2016) kardiogenní selhání v souvislosti s dlouhým a komplikovaným kardiochirurgickým výkonem, buď bezprostředně po operaci na operačním sále, nebo v časném pooperačním období. Důvodem byl vzestup počtu náročných operací, často emergentních, u kterých byl dříve volen konzervativní postup. Roli hraje i aktivní přístup kardiochirurgů k používání ECMO metody. V roce 2017 bylo v Plzni ECMO indikováno shodně 6x pro kardiogenní selhání (43 % případů) v souvislosti s kardiochirurgickým výkonem a 6x indikováno v rámci ECPR (43 % případů) pro refrakterní srdeční zástavu. V roce 2018 je indikace z důvodu ECPR zajištění nejpočetnější, s počtem 12 (55 %), indikace po kardiochirurgické operaci klesly na 6 případů (27 %), jak je patrné z grafu č. 3. Jako sedmý případ napojení pro kardiogenní šok

byl zařazen v roce 2018 pro potřeby vedení statistiky hypoxický kardiogenní šok, tzn. ne po kardiochirurgické operaci.

Další vývoj je těžko predikovatelný. Lze očekávat pokračující četné tendence napojit ECMO jako záchranný postup při zástavě oběhu refrakternímu na léčbu, zejména u mladších pacientů, kde je naděje na uzdravení. Při rozvaze ECMO týmu hraje roli věk nemocného, známé předchorobí, zda byla zástava oběhu zastížená či nikoliv a zda byla poskytována účinná první pomoc. Toto vše je zvažováno již Zdravotnickou záchrannou službou, která v ideálním případě uvědomí ECMO centrum o možném kandidátovi pro ECMO (Řízená dokumentace FN Plzeň). Dalším faktorem je délka probíhající kardiopulmonální resuscitace (KPR), která by neměla trvat déle než 45 minut do napojení ECMO, a srdeční rytmus v průběhu KPR (výhodnější je intermitentní fibrilace komor, než bezpulzová elektrická aktivita či asystolie). Výhodou je vstupní hypotermie pacienta, která díky sníženým metabolickým nárokům mozku dává naději na přežití s dobrým CPC. Při zástavě oběhu mimo zdravotnické zařízení (OHCA – Out of hospital cardiac arrest) se často diagnóza stanoví, respektive potvrdí až po zavedení metody ECMO. Zajištění oxygenace a účinného oběhu pomocí ECMO dává prostor pro absolvování diagnostických i terapeutických intervencí – důvodem selhání oběhu může být také plicní embolizace (1 případ v roce 2017), či intoxikace kardiodepresivními léky (2 případy v roce 2018). Indikace pro V-V ECMO z důvodů respiračního selhání se pohybuje průměrně kolem 2 případů ročně.

Ne vždy je možno jednoduše určit indikaci k napojení ECMO metody, což demonstrujeme na kazuistice 30- ti leté ženy, účastnici autonehody s tonutím, iniciálně bez srdeční aktivity, hypotermická (22°C), přítomná mydriáza a anizokorie. Doba tonutí nejasná, odhadem asi 60 minut. Po KPR oběh obnoven, známky masivní aspirace, zajištěna UPV. Při transportu několikrát nutná KPR pro fibrilaci komor, doba jednotlivých KPR nejasná, oběh se podařilo obnovit, pacientka hospitalizována na KARIM. Po šesti hodinách dochází z respiračních důvodů ke zhroucení oběhu a kardiálnímu šoku na podkladě hypoxickém. Indikováno V-A ECMO. Došlo zde ke kumulaci dějů, kde 4 z nich by izolovaně sloužily jako indikace k napojení na ECMO (akcidentální hypotermie, tonutí, respirační selhání, kardiální selhání). Tento případ byl zařazen pro potřeby statistiky do množiny indikací kardiogenního šoku. Pro implantaci metody ECMO se tým rozhodl navzdory malé naději na vyléčení, rozhodující byla hypotermie a také nízký věk pacientky. Byla propuštěna s CPC 1.

Graf 3: Vývoj indikací k ECMO podpoře - vývoj v letech 2014 – 2018



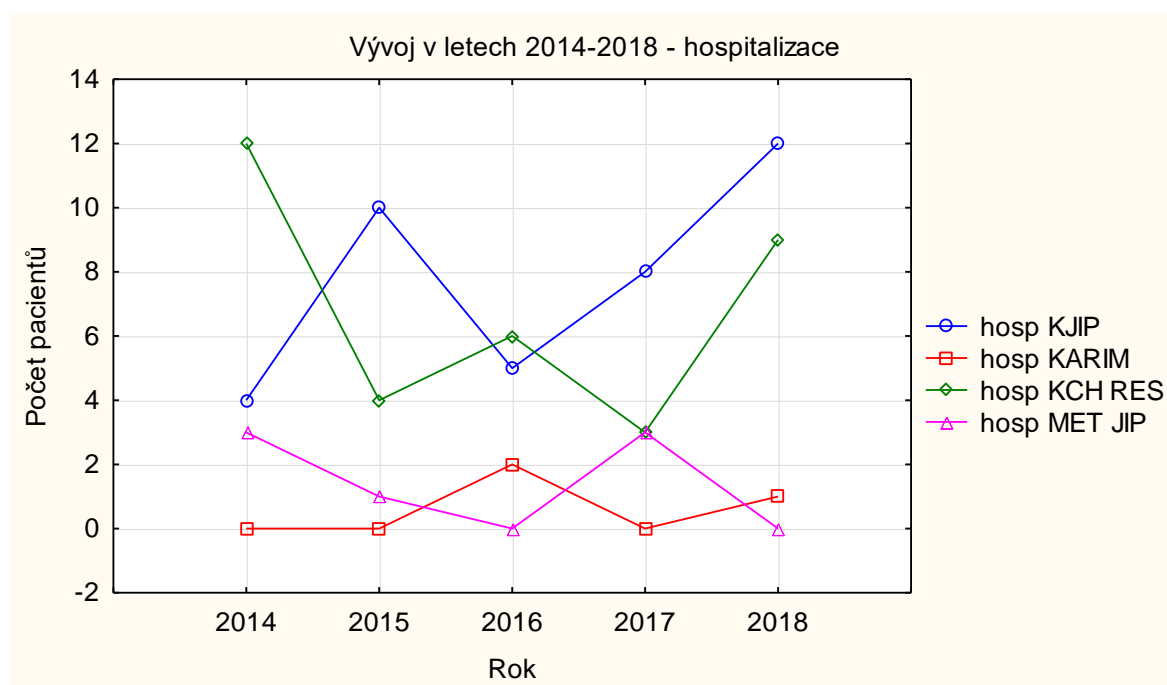
8.4 Hospitalizace pacientů na jednotlivých odděleních – vývoj v letech 2014 – 2018

Vývoj umístění pacientů na jednotlivých jednotkách intenzivní péče ve FN Plzeň koreluje s vývojem indikací k napojení. Důvodem je předem jasně daná strategie umístění pacientů ve zdravotnickém zařízení dle indikace k napojení – pacienti s V-A ECMO jsou vždy umístěni na oddělení kardiocentra. Pacienti s V-A ECMO pro kardiogenní šok v souvislosti s kardiochirurgickou operací jsou hospitalizováni na KCH – RES (resuscitační péče kardiochirurgického oddělení) pro potřeby vysoce specializované pooperační péče. Také všichni nemocní s centrální kanylací ECMO jsou hospitalizováni na KCH – RES. Všichni ostatní nemocní s V-A ECMO (pro refrakterní zástavu oběhu, intoxikace léky, plicní embolie, sepse) jsou hospitalizováni na jednotce intenzivní péče kardiocentra, teda KJIP (koronární jednotka intenzivní péče). Na lůžkovém oddělení KARIM (klinika anestezie, resuscitace a intenzivní medicíny) mohou být hospitalizováni pacienti napojení na V-V ECMO z důvodu respiračního selhání, stejně tak na MET – JIP (metabolická jednotka intenzivní péče). Ještě v roce 2017 byli na MET – JIP hospitalizováni také pacienti s V-A ECMO pro septický stav a pro embolizaci plicnice, od roku 2018 platí strategie hospitalizovat všechny V-A ECMO na KJIP. V jednom případě

bylo ve stejném roce na lůžkách MET – JIP napojeno V-A ECMO z důvodu refrakterní srdeční zástavy (IHCA - Intra hospital cardiac arrest).

Graf číslo 4 ilustruje vývoj hospitalizace na jednotlivých odděleních, v roce 2014 je ještě patrná převaha hospitalizací na KCH – RES (63 % z celkového počtu ECMO), v dalších letech stoupá počet hospitalizovaných na KJIP, v roce 2018 je to již 55 % (n=12) ze všech pacientů napojených na ECMO. Důvodem je rozšíření indikačních kritérií, i zvyšující se zájem lékařů v intenzivní péči o tuto metodu. Frekvence hospitalizací na lůžkách MET – JIP a na lůžkách KARIM osciluje kolem 2 pacientů ročně.

Graf 4: Hospitalizace pacientů na jednotlivých odděleních - vývoj v letech 2014 - 2018



8.5 Použitá modifikace a kanylace ECMO metody, průměrná doba vedení ECMO v letech 2014 – 2018

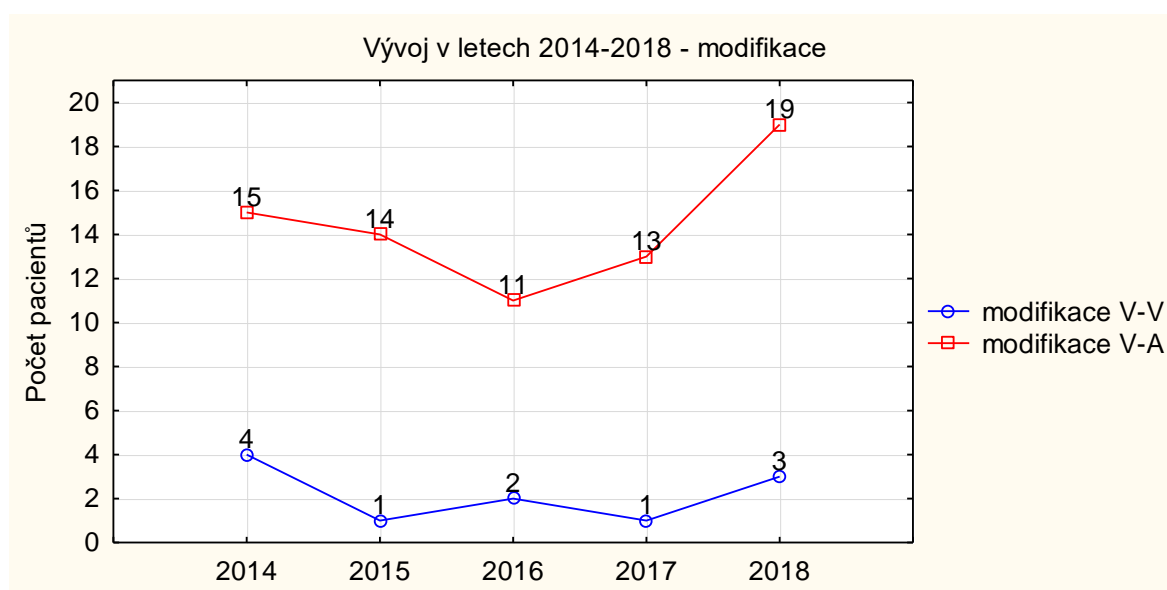
Ve většině případů se ve FN Plzeň používá modifikace zapojení V-A ECMO, v roce 2018 to bylo 86 % (n=19) ze všech napojených ECMO. Toto procento je vysoké po celou dobu poskytování ECMO metody ve FN Plzeň, nikdy není menší než 79 %. Důvodem je úzká specifikace indikací pro napojení V-V ECMO. Nejvíce respiračních selhání s potřebou nekonvenční léčby pomocí ECMO bylo zaznamenáno v roce 2014 (21 % z celkového počtu ECMO, n=4).

Ve třech případech byla v průběhu ECMO změněna modifikace z V-A ECMO po reparaci srdečních funkcí na modifikaci V-V ECMO pro trvalou potřebu podpory funkcí plicních. V těchto případech je pro statistické účely ECMO vedeno tak, jak bylo napojeno (V-A). V jednom případě byla metoda modifikována do podoby V-A-V ECMO, v databázi je zavedena jako V-A ECMO.

Nejčastěji byla provedena kanylace periferně, punkčně cestou a. femoralis a v. femoralis, pouze v 17 % byla zvolena centrální kanylace. To dokladuje zaužívanou praxi, kdy i po kardiochirurgickém výkonu při potřebě napojit ECMO podporu chirurg zavede nové kanyly femorálním přístupem. Důvodem je časté masivní krvácení s nutností četných krevních převodů při centrálním přístupu (MUSIAŁ, 2017, s. 33).

Průměrná doba napojení V-A ECMO v sledovaném období je 4,8 dne, nejdéle bylo V-A ECMO vedeno 31 dnů. Metoda V-V ECMO byla průměrně napojena 11 dnů, nejdelší trvání V-V ECMO bylo 17- ti denní.

Graf 5: Použitá modifikace ECMO metody – vývoj v letech 2014 - 2018



8.6 Výsledky ECMO metody v letech 2014 - 2018

ECMO jako většinou poslední naděje na záchranu života je spojená s vysokou mortalitou. Pracovní skupina docenta J. Bělohávkova v práci Profil pacientů léčených extrakorporální membránovou oxygenací uvádí, „S ohledem na kritický stav nemocných hodnotíme cca 60

% mortalitu za přijatelný výsledek.“. Zkušenosti v letech 2014 – 2018 ve FN Plzeň jsou doprovázeny ještě vyšším procentem úmrtnosti (v roce 2018 mortalita 82 %), důvodem je zřejmě napojení i těch pacientů, u kterých byla překročena doporučená doba KPR do napojení, čímž výrazně klesá šance na přežití (LeGall, 2017, s. 261). Nejvíce limitující v tomto ohledu se zdá prolongovaná indikace a transport pacienta do zdravotnického zařízení, někdy také nedostupnost ECMO týmu. S podobnými problémy se ECMO metoda potýká všude, jak je patrné z rozhovoru docenta Bělohávka pro ZZS hlavního města Prahy (Horký, 2017).

Ve FN Plzeň byla v roce 2018 zaznamenána průměrná doba od selhání oběhu (v případě OHCA) do napojení ECMO 89 minut. Nejkratší zaznamenaná doba do zajištění ECPR je 55 minut, nemocný ale zemřel na následky maligního edému mozku. O něco delší časový úsek – 74 minut přinesl úspěšný výsledek. ECMO tým byl o kandidátovi na ECMO informován záchrannou službou již při KPR na místě selhání oběhu. Událost se odehrála v běžné pracovní době, při příjmu pacienta byl ECMO tým kompletní na místě. Pacient byl propuštěn do domácí péče s CPC 1. Nejdelší doba – 133 minut do zpuštění ECPR bylo zaznamenáno v případě, kdy byl letecky za kontinuální mechanizové KPR transportován nemocný z jindřichohradecka pro nedostupnost ECMO týmu v Českých Budějovicích. Tento nemocný zemřel na následky maligního otoku mozku. Opodstatněnost napojení v jednotlivých případech zvažuje indikující ECMO tým.

Jako parametr výsledků ECMO metody byl pro potřeby této práce zvolen parametr propuštění pacienta ze zdravotnického zařízení s CPC 1-3. V roce 2014 byli 4 pacienti (21 %) propuštěni do domácího ošetřování s CPC 1 a jeden pacient byl přeložen do jiného zdravotnického zařízení s CPC 3. V roce 2015 byl přeživší s dobrým neurologickým nálezem pouze jeden pacient z celkového počtu 15 pacientů napojených na ECMO. V roce 2016 a 2017 byli shodně propuštěni 3 pacienti s CPC 1, rok 2018 zaznamenal 4 pacienty s CPC 1 po léčbě metodou ECMO.

V roce 2016 byli dva ECMO dependentní pacienti indikováni k implantaci dlouhodobé mechanické podpory a za tímto účelem byli transportováni do Institutu klinické a experimentální medicíny (IKEM) v Praze.

8.7 Komplikace u pacientů napojených na ECMO v roce 2018

V roce 2018 bylo napojeno 22 pacientů, kteří tvořili z hlediska věku (25 – 74 let) i indikací značně nehomogenní skupinu. Z tohoto důvodu byl i výskyt komplikací nesourodý. Ve třech případech (14 %) nebyla zaznamenána žádná komplikace. Významné krvácení se vyskytlo v šesti případech (27 %), multiorgánové selhání (MODS) bylo zaznamenáno u 4 pacientů (18 %). Ischemie kanylované dolní končetiny byla zaznamenána ve třech případech (14 %). Maligní komplikace CNS (intrakraniální hemorhagie, maligní edém mozku) byly přítomny v osmi případech (36 %). Ve dvou případech bylo nutné vřadit hemodialyzační okruh do ECMO okruhu, v jednom případě byl po stanovení smrti mozku indikován odběr orgánů při zachovaném oběhu na ECMO podpoře.

9 VYHODNOCENÍ EMPIRICKÉHO ŠETŘENÍ

Empirické šetření probíhalo ve dvou částech. V první části byla použita kvantitativní metoda sběru dat, a to formou dotazníkového šetření u NELZP, druhou část tvoří kvalitativní metoda prezentovaná rozhovory s vedoucími lékaři oddělení, kde jsou hospitalizováni pacienti s ECMO podporou.

9.1 Vyhodnocení dotazníkového šetření

Empirická část práce je založena na dotazníkovém šetření u NELZP pracujících na pracovištích intenzivní nebo resuscitační péče, kde jsou pacienti napojeni na ECMO podpoře hospitalizováni. Dotazník vlastní konstrukce zjišťuje, jak sestry vnímají péči o pacienta na ECMO, zda mají potřebné informace a zázemí při poskytování ošetrovatelské péče a v jakých směrech by se podle nich dalo poskytování ECMO metody zefektivnit.

Dotazník je polostrukturovaný, první část obsahuje otevřený i uzavřený typ otázek v počtu 7. Otázky jsou zaměřené na specifikaci domovského oddělení, na určení délky praxe na JIP, dále nás zajímá, zda respondent absolvoval specializační vzdělávání v intenzivní péči a také z jakých zdrojů čerpal informace o metodě ECMO. Otázka číslo 5 zjišťuje, zda se respondent již aktivně podílel na aktivní péči o pacienta napojeného na ECMO – pokud je odpověď „ne“, je odkázán na otázku číslo 9. V otázce číslo 6 se dotazujeme, zda respondent má zkušenost s komplikací metody ECMO – pokud je jeho odpověď „ne“, pokračuje otázkou číslo 9. Sedmá otázka je zaměřena na výskyt komplikací detekovaných respondentem, s prostorem umožňujícím vepsání jiné možnosti, než jsou vyjmenované. V otázce číslo 8 je respondent žádán o procentuální vyjádření spolupráce s dalšími členy týmu při řešení komplikací.

Ve druhé části, číslované otázkou 9 až 23, je respondent konfrontován s výroky. Cílem je na 5- ti bodové škále zjistit míru souhlasu s jednotlivými výroky. Respondenti hodnotí ve čtyřech výrocích svoji teoretickou vybavenost o této metodě. Další výroky se týkají deklarované schopnosti pečovat o pacienta na ECMO a řešit vzniklé komplikace metody. V další části dotazování hodnotí výroky související s mírou pracovního stresu při péči o pacienta na ECMO, s centralizací hospitalizace ECMO pacientů na jedno oddělení, či se stálou přítomností perfuziologa ve zdravotnickém zařízení. Další výroky jsou zaměřené na názor respondentů, zda by podle nich měli mít možnost vzdělávání a tréninku problémových situací a možnost nácviku problémových situací, zda by měla vzniknout

pozice „ECMO specialista“ s jasně vymezenými kompetencemi a zda pokládají metodu ECMO ve FN Plzeň za zvládnutou. Poslední část dotazníku se zabývá případným zájmem dotazovaných o možnost absolvování specializačního kurzu pro „ECMO specialistu“, eventuálně o absolvování „periodického semináře“.

Souhlas s výzkumným šetřením manažerkou pro vzdělávání a výuku NELZP ve FN Plzeň byl udělen v září 2018.

Statistické zpracování dat zahrnovalo 2 standardní fáze: popisnou statistiku a testování hypotéz. V rámci popisné statistiky byly ke všem položkám dotazníku vytvořeny sloupcové grafy s absolutními (%) a relativními četnostmi (n).

9.1.1 Identifikace respondentů

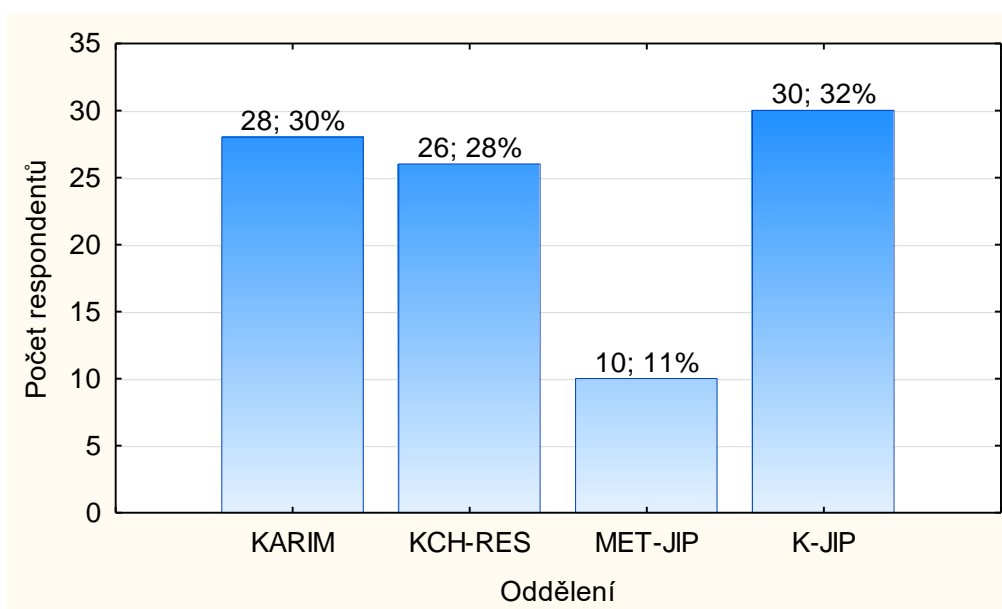
Dotazník byl určen všem NELZP, kteří pracují na odděleních KCH RES, KJIP, MET JIP a lůžkové části KARIM. Z celkového počtu 160 dotazníků rozdělených mezi 4 oddělení rovnoměrně po 60 kusech, se jich vrátilo vyplněných 101 (návratnost 63 %). Z tohoto počtu muselo být 7 dotazníků vyřazeno - 4 pro neúplné vyplnění respondentem, 3 pro nepřesnou číselnou prezentaci v otázce číslo 8. Celkem bylo vyhodnoceno 94 validně vyplněných dotazníků.

9.1.2 Prezentace výsledků dotazníkového šetření

Otázka č. 1: Na jakém oddělení pracujete?

Nejméně respondentů šetření, jak je zřejmé z grafu č. 7, je z řad NELZP na oddělení MET JIP (11 %, n=10). Na oddělení KARIM vyplnilo dotazník 28 respondentů (30 %), což je srovnatelné s oddělením KJIP (32 %, n=30). Na oddělení KCH RES dotazník vyplnilo 26 respondentů (28 %).

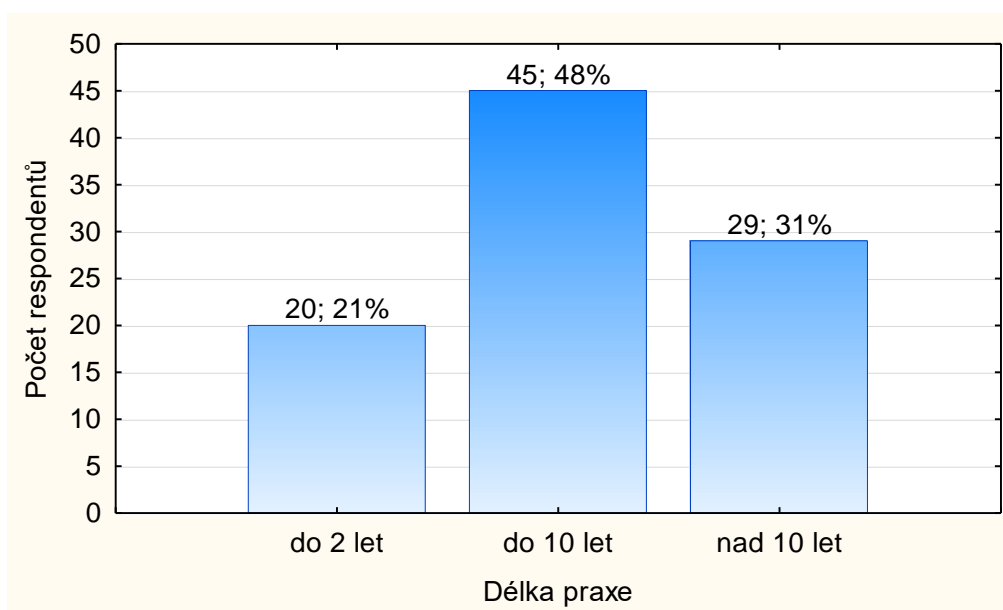
Graf 6: Rozdělení respondentů podle domovského oddělení



Otázka č. 2: Délka praxe na JIP oddělení

Rozvrstvení respondentů podle délky práce na JIP odděleních demonstruje graf číslo 8. Nejpočetnější je skupina NELZP s délkou od 2 do 10- ti let, tvoří ji 48 %, skupinu respondentů s praxí nad 10 let v oblasti intenzivní péče činí 31 %.

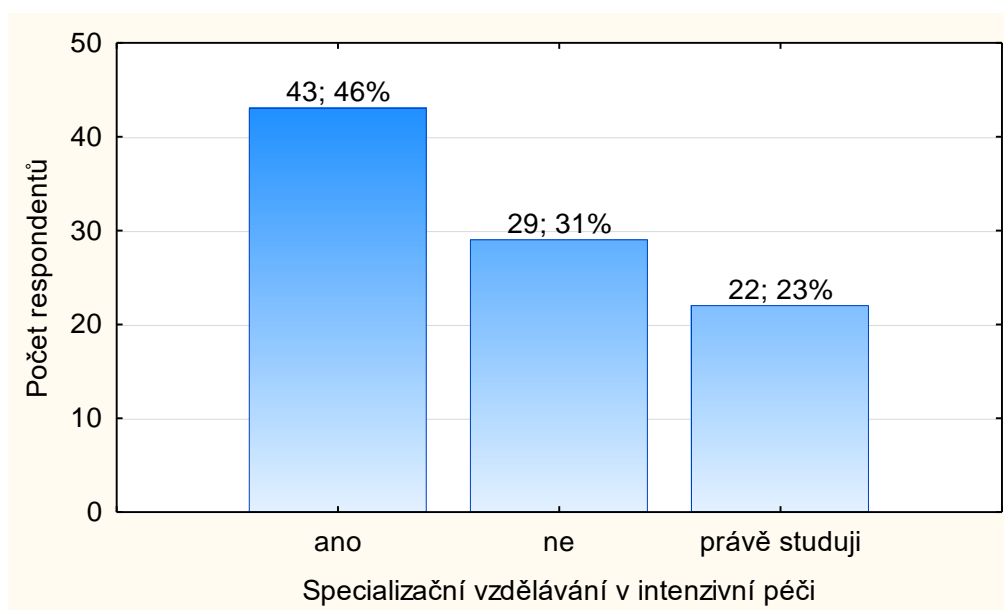
Graf 7: Rozdělení respondentů podle délky praxe na JIP



Otázka č. 3: Absolvování specializačního vzdělávání v intenzivní péči

Většina NELZP (46 %) pracujících na JIP absolvovali Specializační vzdělávání v intenzivní péči, z našeho vzorku 23 % právě studuje. 31 % respondentů Specializační vzdělávání v intenzivní péči neabsolvovali, ani aktuálně nestudují.

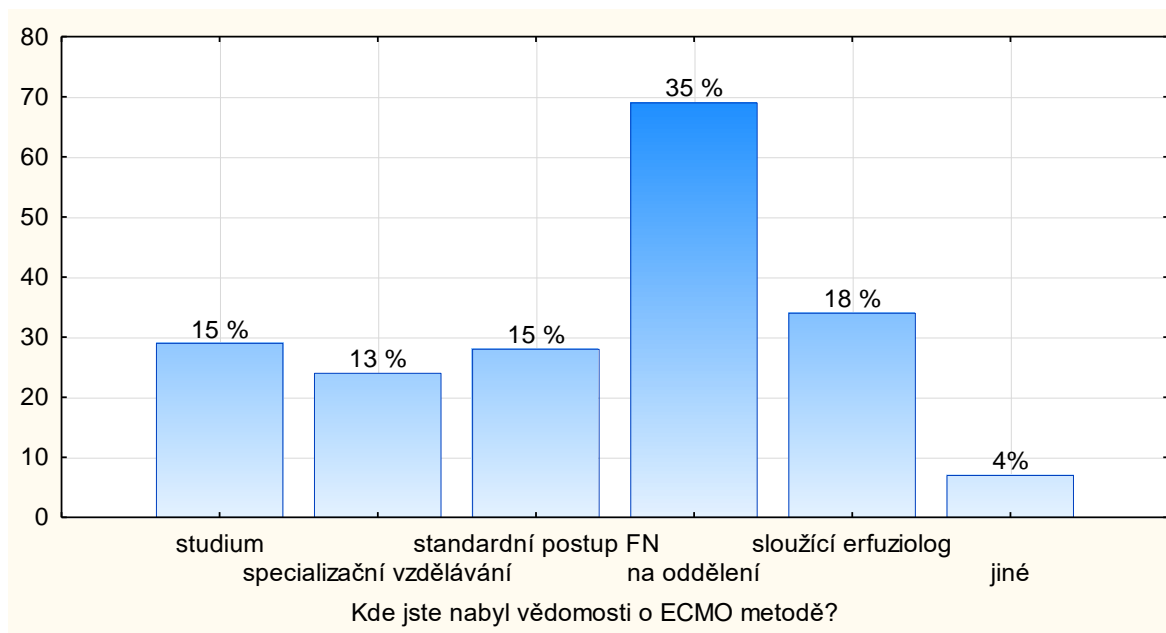
Graf 8: Rozdělení respondentů podle absolvování specializačního vzdělávání



Otázka č. 4: Kde jste nabyli vědomosti o ECMO metodě?

Další dotaz směřoval na zdroj informací o ECMO metodě. Respondenti měli možnost označit víc odpovědí, následující graf demonstruje, kolikrát byla jednotlivá možnost označena celkem. Nejčastěji, 35% všech odpovědí byla označena možnost „na oddělení“. Druhým nejčastějším zdrojem, který byl uveden v 18%tech, je sdělení „od sloužícího perfuziologa“. Třetí nejčastěji udávanou možností je „studium“ s 15 %. Další uvedenou možností je *standardní postup FN* v 15%tech, následuje *specializační vzdělávání* s 13 % frekvencí. Možnost „jiné“ byla uvedena ve 4%tech odpovědí, specifikováno „samostudium“.

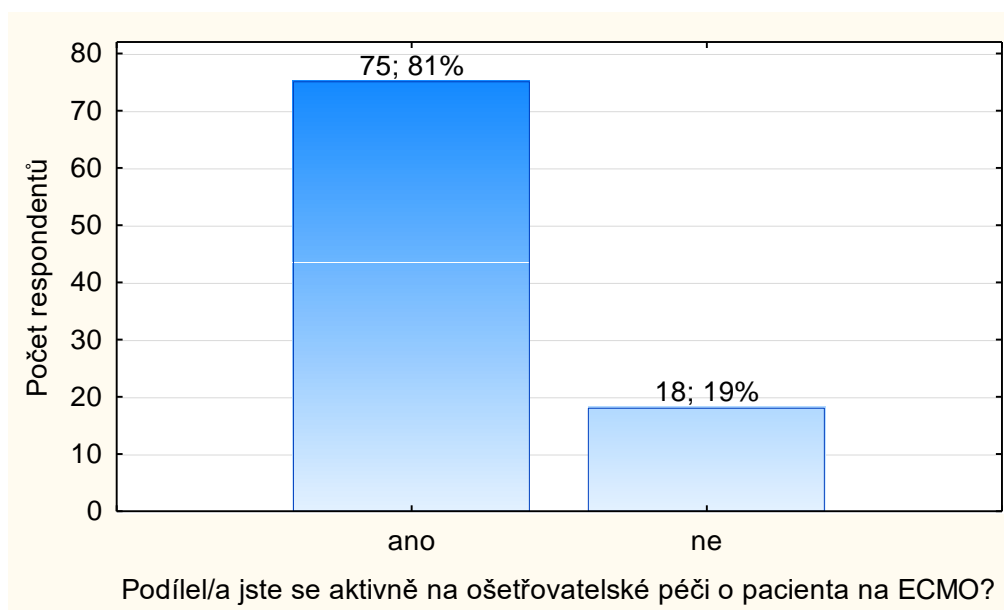
Graf 10: Určení zdroje informací o ECMO metodě



Otázka č. 5: Podílel/a jste se aktivně na ošetrovatelské péči o pacienta na ECMO?

Osobní zkušenost s péčí o pacienta na ECMO udává 81 % dotázaných (n=75). Respondenti bez zkušenosti (19 %) budou pokračovat ve vyplňování až otázkou číslo 9.

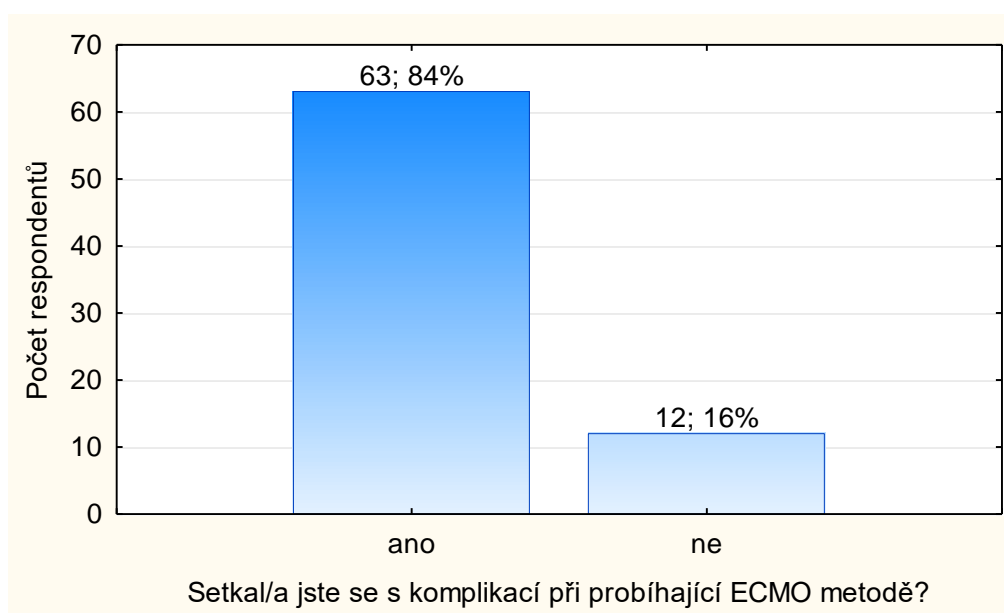
Graf 10: Rozdělení respondentů podle zkušeností s péčí o pacienta na ECMO.



Otázka č. 6: Setkal/a jste se s komplikací při probíhající ECMO metodě?

V další otázce odpovídají NELZP s praktickou zkušeností s pacientem s ECMO, zda se setkali s komplikací při probíhající metodě. Zdravotníci, kteří odpověděli „ano“ (84 %), odpovídali také na otázku číslo 7 a 8.

Graf 11: Rozdělení respondentů podle zkušeností s komplikacemi během metody ECMO.



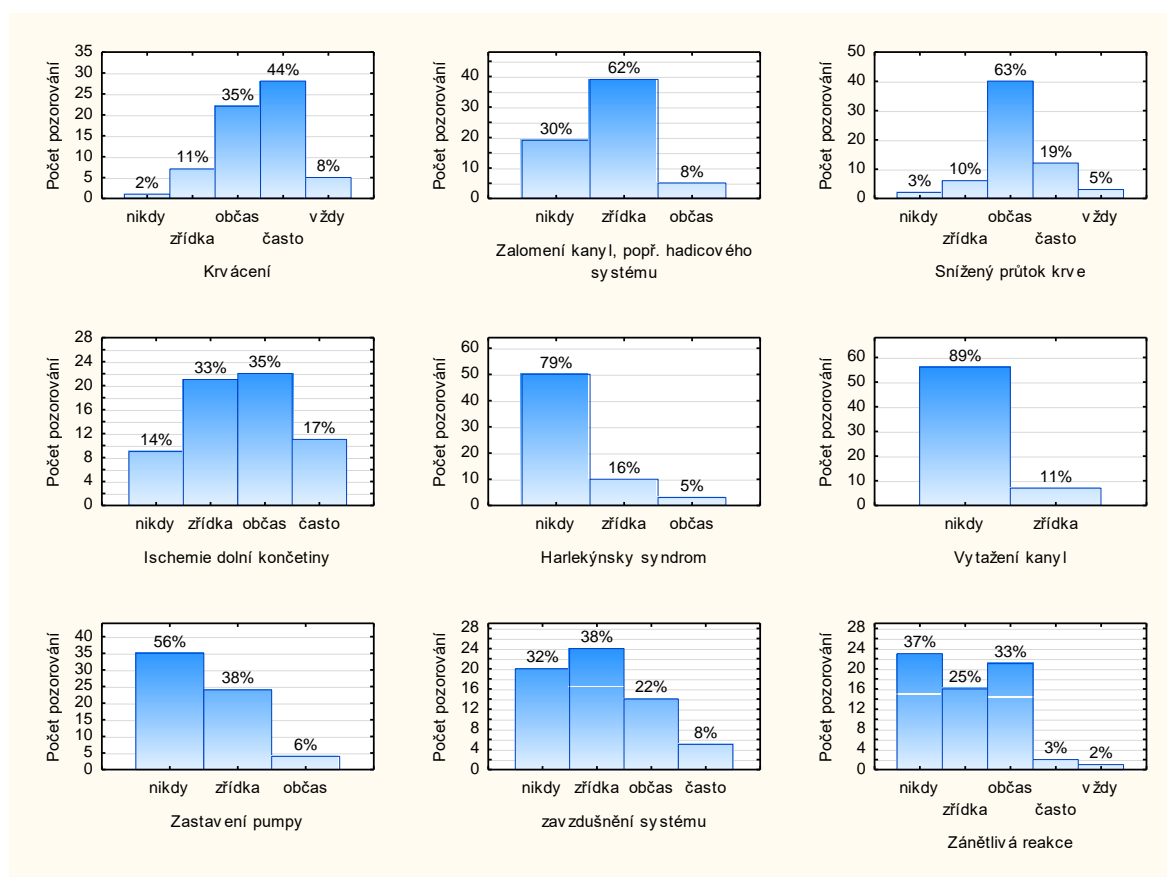
Otázka č. 7: S jakou komplikací se u ECMO metody setkáváte a jak často?

Zdravotníci určili četnost jednotlivých komplikací na škále *nikdy – zřídka – občas – často – vždy*. Statistickým vyhodnocením pomocí metody Friedmanova ANOVA bylo určeno průměrné pořadí komplikací v závislosti na udávané četnosti komplikace.

Nejvyšší frekvence komplikací byla zjištěna u krvácení (průměrné pořadí 7,9), následoval snížený průtok krve (7,4), ischemie dolní končetiny (6,2), zalomení kanyl (4,3), zastavení pumpy (3,7) a nejnižší frekvence byly zjištěny u harlekýnského syndromu (2,9) a vytažení kanyl (2,5).

Procentuální vyjádření kódovaných hodnot je znázorněno histogramem č.

Graf 12: Kategorizovaný histogram komplikací

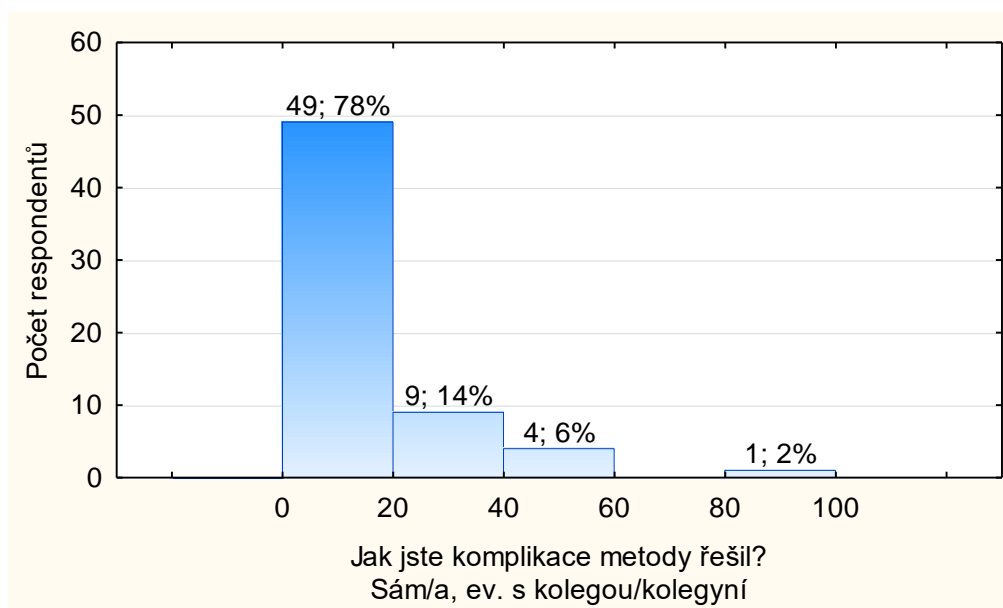


Otázka č. 8: Jak jste komplikace metody řešil/a? Prosím o procentuální odhad.

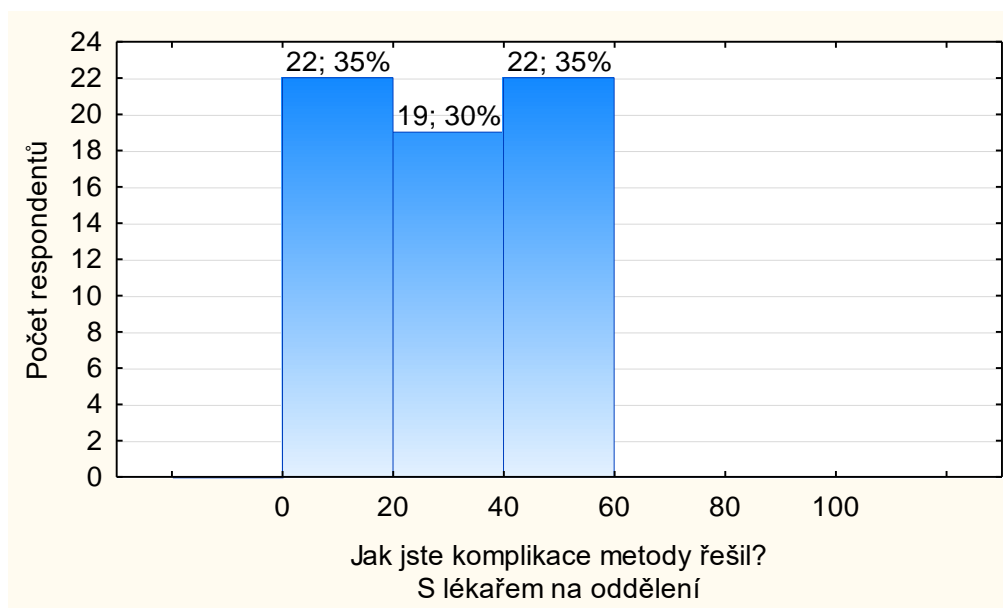
Respondent byl požádán, aby vepsal procentuální odhad a vyjádřil tím, v kolika procentech komplikací byl schopen vyřešit situaci sám zdravotník, eventuálně s kolegyní, další možností byl lékař na oddělení a poslední nabízenou možností perfuziolog. Prostor pro vlastní vyjádření byl dán v možnosti *jinak*.

78 % (n=49) zdravotníků uvedlo, že byli schopni vyřešit komplikaci metody sami anebo s kolegyní pouze v minimu případů, tzn. do 20 % všech zaznamenaných komplikací. Jeden respondent uvedl, že byl schopen 100 % komplikací vyřešit sám, případně s kolegyní. Všichni tázání uvedli, že komplikace metody řešili s lékařem na oddělení, rozprostření na ose relativních četností v rozmezí 0 - 60 % bylo rovnoměrné, tj. 22 respondentů uvádělo, že vyřešil s lékařem na oddělení minimum komplikací (do 20 %), dalších 19 respondentů uvedlo, že s lékařem na oddělení vyřešili menší množství komplikací (20 – 40 % komplikací) a 22 respondentů uvedlo, že s lékařem na oddělení byli schopni vyřešit asi polovinu všech komplikací (40 – 60 %). Většina (66 %) zdravotníků uváděla, že podíl perfuziologa na řešení komplikací je 40 % a více. Dva respondenti uvedli i možnost „jinak“, specifikovali „KCH lékař“. Výsledky demonstrují následující 3 grafy.

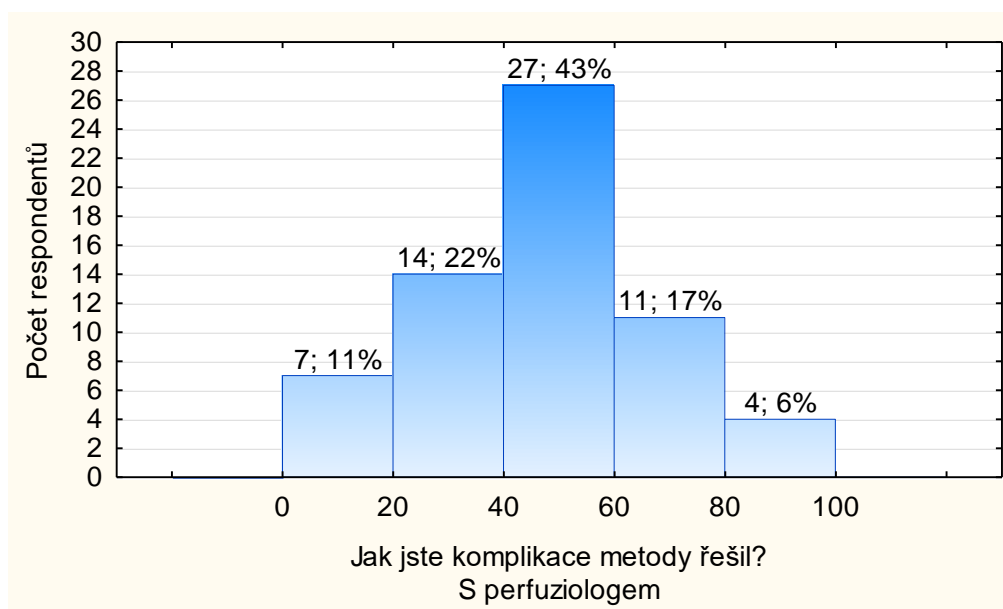
Graf 13: Řešení komplikace metody ECMO „sám/a, ev. s kolegyní“



Graf 14: Řešení komplikace metody ECMO s lékařem na oddělení



Graf 15: Řešení komplikace metody ECMO s perfuziologem



V další části dotazníku (**otázky 9 – 15**) hodnotí opět všichni zdravotníci svoje vědomosti a dovednosti týkající se ECMO metody. V každé z položek jsou konfrontováni s výrokem, svoji míru souhlasu s tvrzením prezentují na ordinální škále s variantami *určitě ano - spíše ano - spíše ne - určitě ne – nevím*.

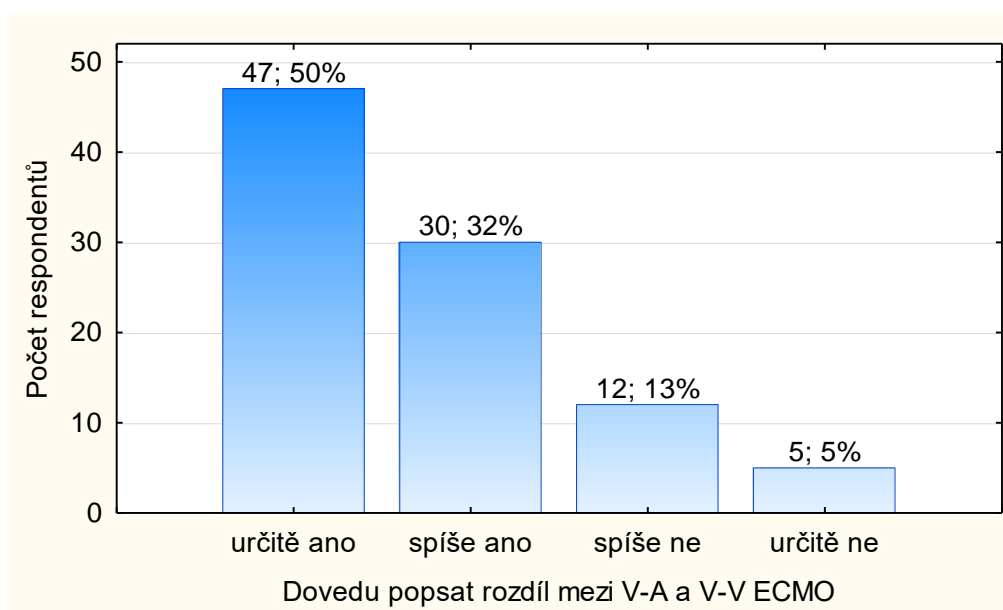
Otázka č. 9: „Vím, k čemu ECMO metoda slouží.“

S výrokem v položce č. 9 „Vím, k čemu ECMO metoda slouží“ souhlasila naprostá většina (99 %) respondentů, pouze 1 respondent uvedl *spíše ne* (viz Přílohy, Graf č. 28).

Otázka č. 10: „Dovedu popsat rozdíl mezi V-A a V-V ECMO.“

Polovina (50 %, tj. n=47) respondentů odpověděla *určitě ano*, 32 % (n=30) uvedlo odpověď *spíše ano*. Rozdíl by popsat nedovedlo 5 % (n=5) a spíše by to nedovedlo 13 % (n=12) dotázaných.

Graf 16: Znalost principu ECMO v různých modifikacích.



Otázka č. 11: „Správná interpretace dat ECMO přístroje je klíčová pro účinnost metody.“

S tímto výrokem souhlasí 46 % (n=43) dotázaných a spíše souhlasí 38 % (n=36). Odpověď *nevím* uvedlo 14 % (n=12) respondentů (viz Přílohy, Graf č. 29).

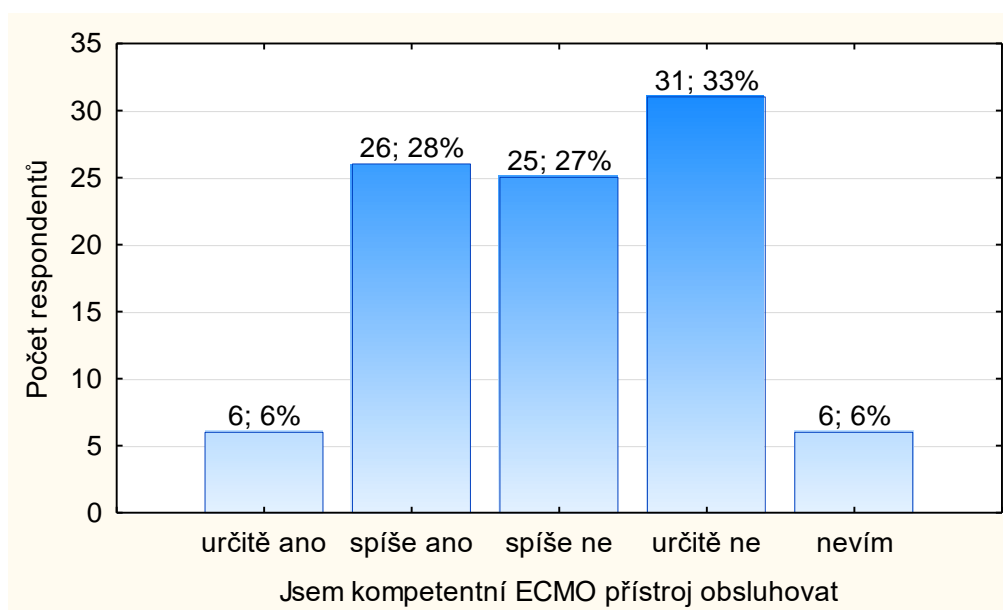
Otázka č. 12: „Vím, jaký má dopad nízký průtok krve v systému oproti plánovanému průtoku krve.“

Celkem 27 respondentů (29 %) uvádí odpověď *určitě ano*, dalších 56 respondentů (60 %) *spíše ano*. Odpověď *spíše ne* uvedlo 7 zdravotníků (7 %) a odpověď *ne* 1 zdravotník (1 %). Na otázku nedovedli odpovědět 3 dotázaní (3 %) z celkového počtu dotazovaných (viz Přílohy, Graf č. 30).

Otázka č. 13: „Jsem kompetentní přístroj obsluhovat.“

V tomto případě, jak deklaruje Graf č. 17, 6 % respondentů je přesvědčeno, že *určitě ano*, dalších 28 % respondentů si myslí, že *spíše ano*. Odpověď *nevím* uvedlo 6 % respondentů. Nejpočetnější byla skupina (n=31) zdravotníků, kteří si myslí, že *určitě ne*. Tvořila 33 % z celkového počtu dotázaných. Odpověď *spíše ne* uvedlo 27 % zdravotníků.

Graf 17: Vyhodnocení odpovědí „Jsem kompetentní ECMO přístroj obsluhovat“



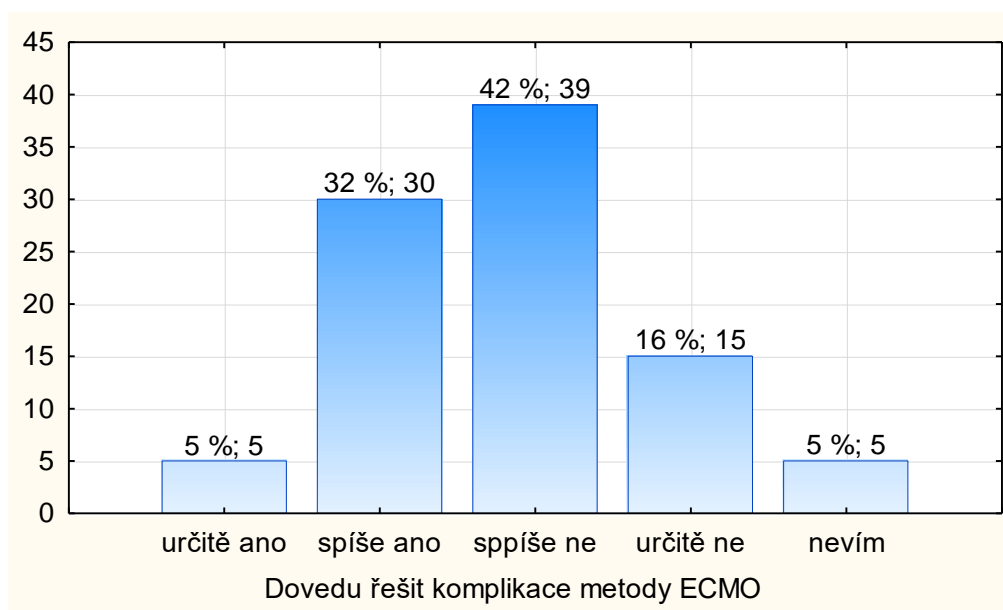
Otázka č. 14: „Dovedu správně pečovat o pacienta s ECMO.“

Na položku číslo 14 odpovědělo 35 (37 %) respondentů *určitě ano* a 37 (39 %) respondentů *spíše ano*. Svoji schopnost nedovedlo posoudit 8 respondentů. Odpověď *spíše ne* uvedlo 12 dotázaných (13 %), možnost *určitě ne* zvolili dva respondenti (viz Přílohy, Graf č. 31).

Otázka č. 15: „Dovedu řešit komplikace metody ECMO.“

Na otázku týkající se schopnosti řešit komplikace metody ECMO odpovědělo *určitě ne* 15 respondentů, což je 16 % a *spíše ne* 39 respondentů (42 %). Komplikace dovede řešit 37 % dotázaných. Svoji dovednost neumělo posoudit 5 % respondentů, jak ilustruje graf č. 18.

Graf 18: Vyhodnocení odpovědí „Dovedu řešit komplikace metody ECMO.“



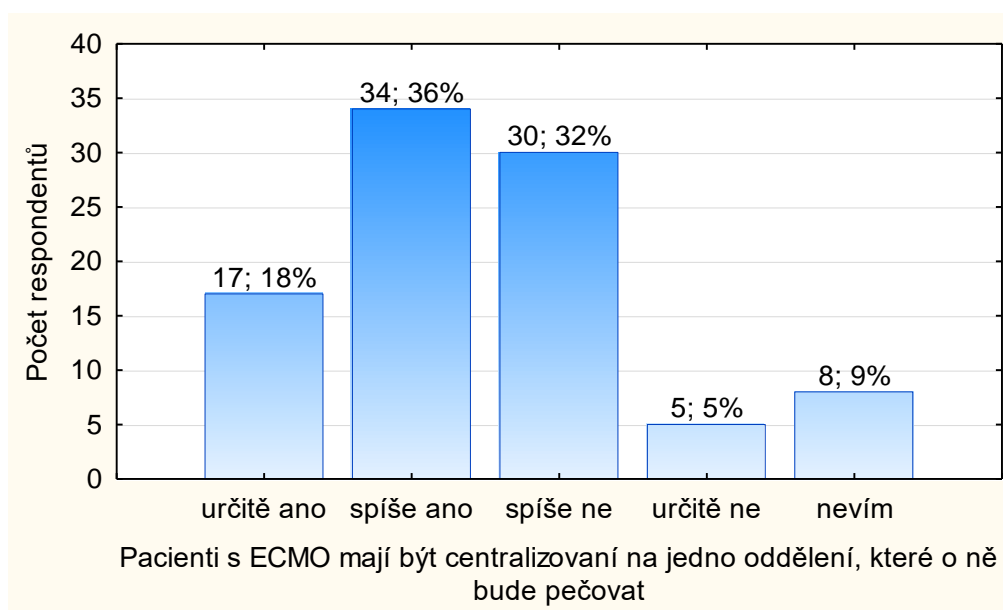
Otázka č. 16: „Míra pracovního stresu o pacienta na ECMO je vyšší než při péči o jiného pacienta.“

78 % zdravotníků (z toho *určitě ano* 44 % a *spíše ano* 34 %) tvrdí, že míra stresu je vyšší při péči o pacienta na ECMO, 14 dotazovaných (15 %) uvádí *spíše ne* a 4 zdravotníky ECMO metoda nestresuje vůbec (4 %). Odpověď *nevím* zvolili 3 respondenti. (Přílohy, Graf č. 32).

Otázka č. 17: „Pacienti s ECMO mají být centralizovaní na jedno oddělení, které o ně bude pečovat.“

V reakci na tento výrok uvedlo odpověď *určitě ano* 18 % respondentů a dalších 36 % *spíše ano*, možnost *spíše ne* zvolilo 32 % zdravotníku, *určitě ne* 5 %, jak je patrné z grafu č. 19. Posoudit tento výrok nedovedlo 8 dotazovaných.

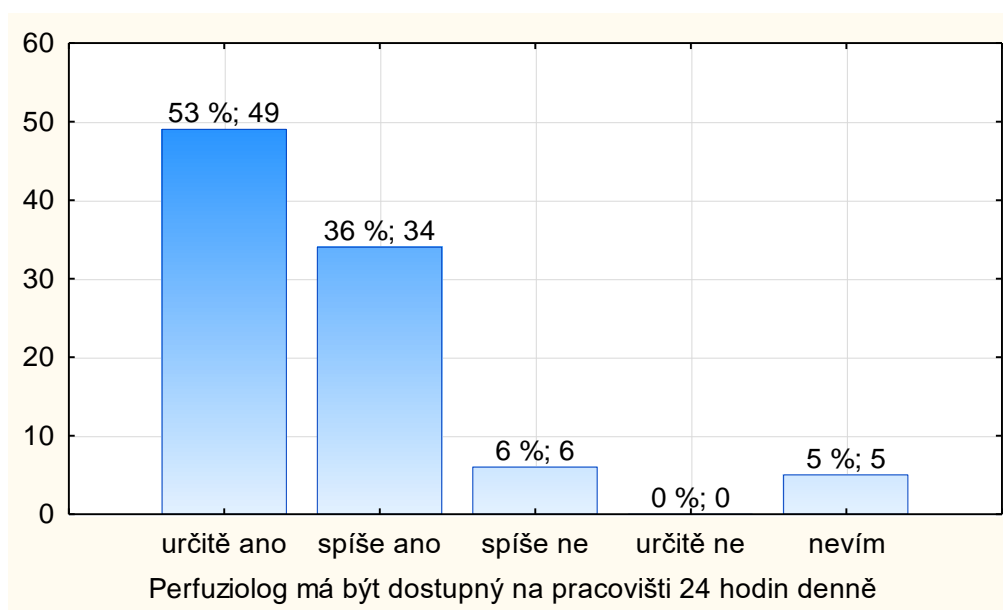
Graf 19: Vyhodnocení odpovědí „Pacienti s ECMO mají být centralizovaní na jedno oddělení, které o ně bude pečovat“



Otázka č. 18: „Perfuziolog má být dostupný na pracovišti 24hod./denně.“

Názor na možnost stále přítomnosti perfuziologa na pracovišti byl celkem 6 % respondentů uvedlo *spíše ne*, nikdo neuvedl možnost *určitě ne*. 89 % dotazovaných zdravotníků si myslí, že perfuziolog má být dostupný 24 hodin denně na pracovišti. *Nevím* odpovědělo 5 % respondentů.

Graf 20: Vyhodnocení odpovědí „Perfuziolog má být dostupný na pracovišti 24hod./denně.“



Otázka č. 19: „Sestry mají mít možnost vzdělávání a tréninku péče o pacienta s ECMO formou „periodického semináře.“

S myšlenkou „periodického semináře“ pro NELZP souhlasí 59 % (n=55) a *spíše souhlasí* 32 % (n=30) tázaných. Zájem nemá 1 respondent, *spíše ne* uvádí 5 respondentů. Odpovědět nedovedli 3 respondenti (Přílohy, Graf č. 33).

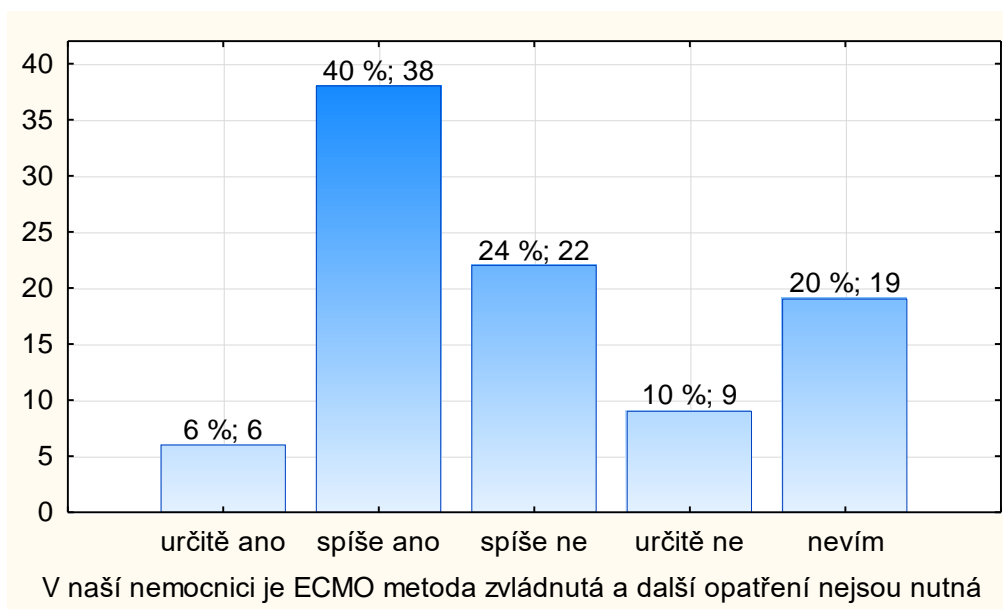
Otázka č. 20: „Měla by vzniknout pozice „ECMO specialista“ s jasně danými kompetencemi“

V odpovědích na dotaz č. 20 bylo zaznamenáno 40 % (n=38) odpovědí *určitě ano* a 37 % (n=35) odpovědí *spíše ano*. Možnost *spíše ne* zvolilo 13 % (n=12), možnost *určitě ne* neuvedl nikdo. *Nevím* uvedlo 10 % (n=9) zdravotníků (Přílohy, Graf č. 34).

Otázka č. 21: „V naší nemocnici je ECMO metoda zvládnutá a další opatření nejsou nutná.“

6 (6 %) respondentů si myslí, že je ECMO metoda v daném zdravotnickém zařízení zvládnutá dobře, k tomuto názoru se přiklání dalších 38 respondentů (40 %). Naproti tomu 9 (10 %) dotazovaných tvrdí, že nejsou spokojeni s tím, jak je metoda ECMO zvládnutá a dalších 22 (24 %) respondentů se k názoru přiklání s odpovědí *spíše ne*, 19 (20 %) zdravotníků odpovědělo *nevím*.

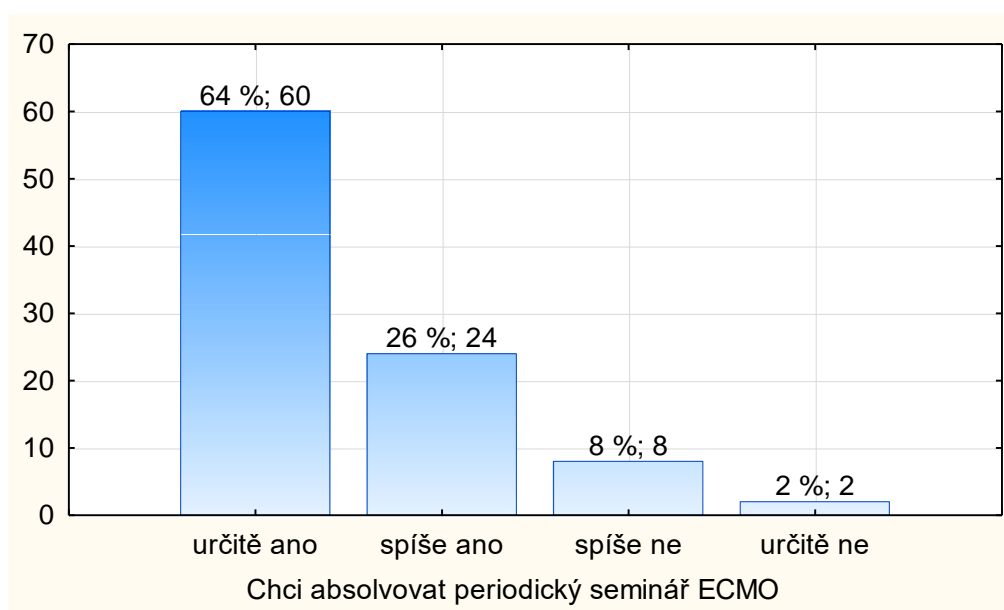
Graf 21: Vyhodnocení odpovědí „V naší nemocnici je ECMO metoda zvládnutá a další opatření nejsou nutná“



Otázka č. 22: „Chci absolvovat „periodický seminář ECMO.“

V položce č. 22 se 64 % zdravotníků vyjádřilo, že určitě chtějí absolvovat „periodický seminář ECMO“, dalších 26 % si vybralo možnost *spíše ano*. Možnost *nevím* nevybral nikdo z respondentů, možnost *ne* zvolilo dohromady 10 respondentů, jak je patrné z grafu č. 22.

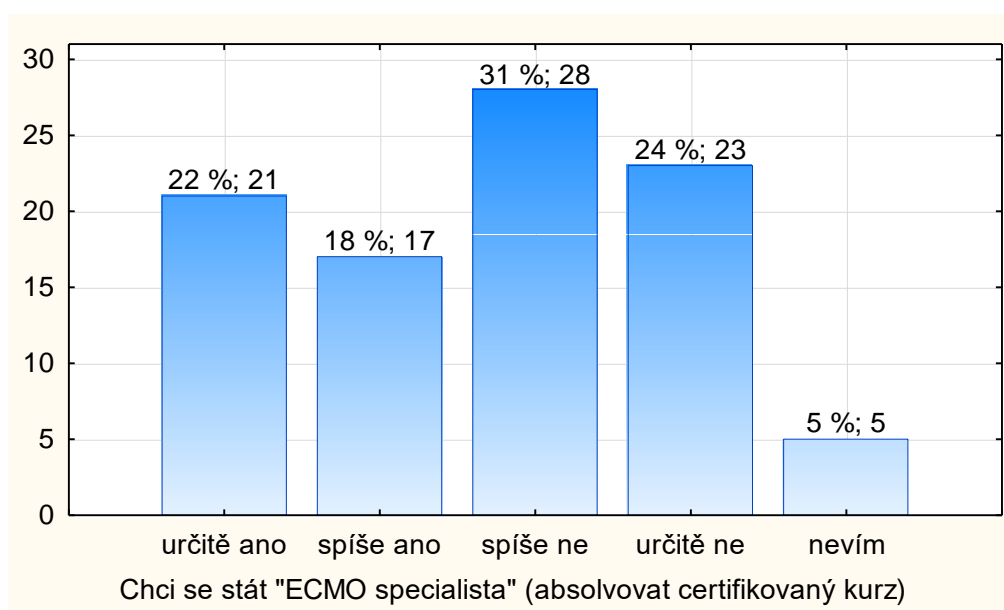
Graf 22: Vyhodnocení odpovědí „Chci absolvovat „periodický seminář“ ECMO



Otázka č. 23: „Chci se stát „ECMO specialista“ (absolvovat certifikovaný kurz)

Většina odpovědí na otázku 23 byla situována do škály ne. *Určitě ne* odpovědělo 23 respondentů (24 %), možnost *spíše ne* vybralo 28 respondentů (31 %). Odpověď *nevím* zvolilo 5 % zdravotníků. „ECMO specialista“ by se chtělo být 40 % dotazovaných NELZP, jak dokládá graf č. 23.

Graf 23: Vyhodnocení odpovědí „Chci se stát „ECMO specialistou“



9.1.3 Statistické testování hypotéz

V následující části práce jsou uvedeny výsledky testování stanovených hypotéz. Bylo testováno 5 hypotéz.

Hypotézy se týkaly porovnání proměnných měřených na ordinální škále. Buď se jednalo o ordinální škálu s variantami určitě ano - spíše ano - spíše ne - určitě ne, nebo o ordinální škálu s variantami nikdy-zřídka-občas-často-vždy. V případě porovnání ordinální škály pro dvě skupiny byl jako vhodný zvolen Mann-Whitneyho test (hypotézy č. 2, 3, 4). V případě porovnání ordinální škály pro 3 skupiny byl jako vhodný zvolen Kruskal-Wallisův test (hypotéza č. 1) s post-hoc vícenásobným porovnáním průměrného pořadí. A v případě porovnání ordinální škály pro opakovaná měření (hypotéza č. 5) bylo vhodné zvolit metodiku: Friedmanova ANOVA. Výsledné p-hodnoty testů byly doplněny kontingenčními tabulkami a kategorizovanými sloupcovými grafy s absolutními a relativními četnostmi.

O nulových hypotézách bylo rozhodnuto na základě p-hodnoty s hladinou významnosti 0,05. Všechny výpočty a výstupy byly provedeny pomocí programu STATISTICA CZ 12.

HYPOTÉZA 1H

H_0 : Schopnost řešit vzniklé komplikace metody ECMO nezávisí na absolvování specializačního vzdělávání v intenzivní péči.

H_A : Schopnost řešit vzniklé komplikace metody ECMO závisí na absolvování specializačního vzdělávání v intenzivní péči.

Kontingenční tabulka s absolutními a relativními četnostmi pro 3 srovnávané skupiny (ano/ ne/ právě studuji) a výsledná p-hodnota Kruskal-Wallisova testu jsou uvedeny v následující tabulce. Varianta odpovědi *nevím* byla z analýzy vyřazena.

Tabulka 1: Kontingenční tabulka testování H_H

Kruskal-Wallisův test p-hodnota: 0,018		Kontingenční tabulka a Kruskal-Wallisův test								Celkem
		Dovedu řešit komplikace metody ECMO								
		určitě ano		spíše ano		spíše ne		určitě ne		
n	%	n	%	n	%	n	%			
Spec. vzdělávání v intenzivní péči	ano	4	9,8	15	36,6	17	41,5	5	12,2	41
	ne	1	3,7	4	14,8	14	51,9	8	29,6	27
	právě studuji	0	0,0	11	52,4	8	38,1	2	9,5	21
	Celkem	5		30		39		15		89

Vyhodnocení hypotézy 1

Četnosti zjištěné pro respondenty, kteří vzdělání mají, popř. respondenty, kteří právě studují, jsou srovnatelné. Variantami *určitě ne* a *spíše ne* odpovědělo na položku *Dovedu řešit komplikace metody ECMO* celkem 53,7 procent respondentů se specializačním vzděláním a 47,6 procent studujících respondentů. Oproti tomu v rámci respondentů bez specializace činil tento podíl 81,5 procent. Dále, variantami *určitě ano* a *spíše ano* odpovědělo celkem 46,4 procent respondentů s ukončenou specializací a 52,4 procent studujících respondentů. Podíl respondentů bez specializace činil u těchto variant pouhých 18,5 procent.

P-hodnota Kruskal-Wallisova testu 0,018 byla nižší než 0,05 a znamenala zamítnutí nulové hypotézy ve prospěch hypotézy alternativní. Na hladině významnosti 0,05 **byla prokázána závislost schopnosti řešit vzniklé komplikace metody ECMO na absolvování specializačního vzdělávání v intenzivní péči. Lze tedy zamítnout nulovou hypotézu ve prospěch alternativní.**

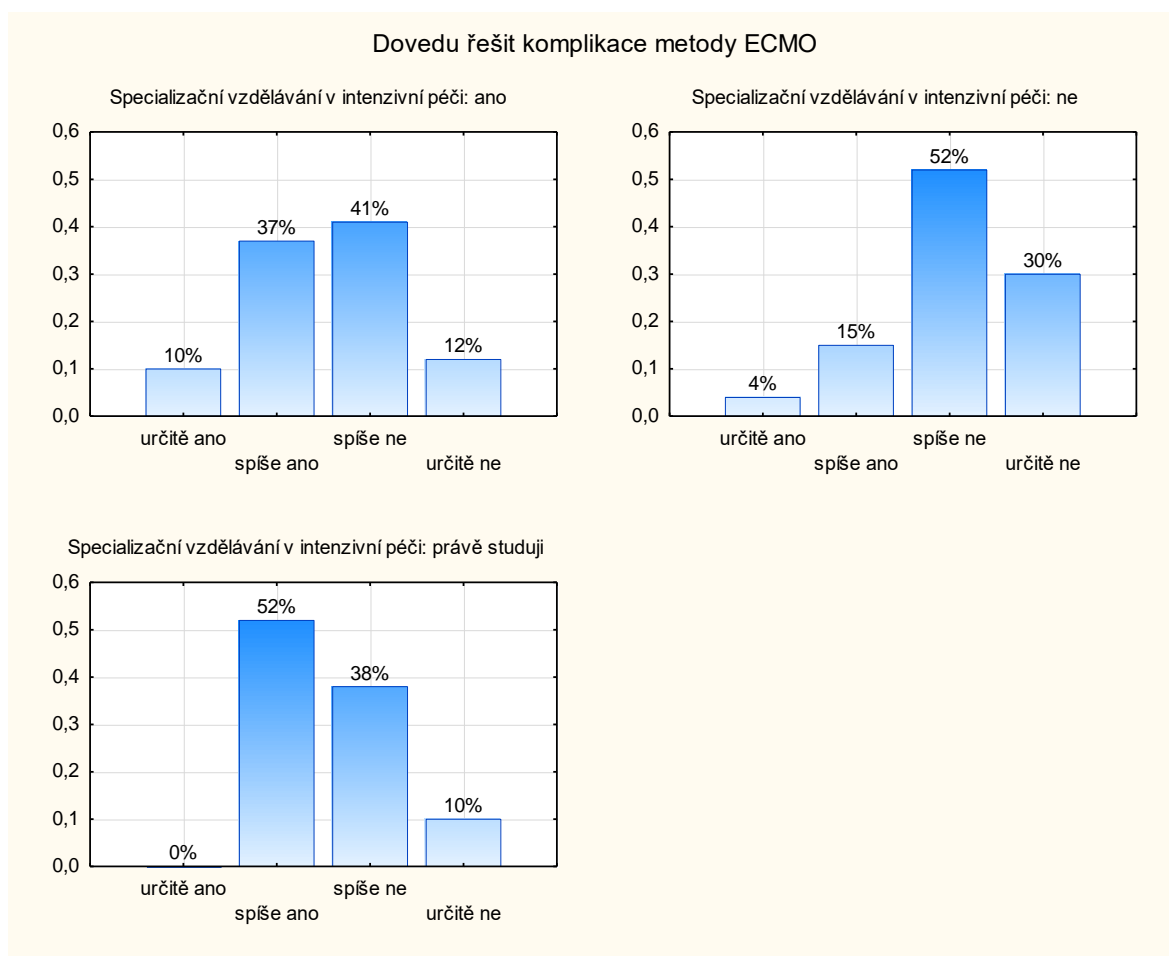
Tabulka 2: Post – hoc testy

Post-hoc testy: tabulka p-hodnot

skupiny	ano	ne	právě studuji
ano	-	0,049*	1
ne	0,049*	-	0,086
právě studuji	1	0,086	-

Post-hoc testování prokázalo statisticky významný rozdíl mezi skupinami se vzděláním a bez vzdělání ($p=0,049$). Na hladině významnosti 0,05 bylo prokázáno, že schopnost řešit komplikace metody ECMO je pro zdravotníky se vzděláním vyšší než pro zdravotníky bez vzdělání. Pro ostatní dvojice skupin byly p-hodnoty vyšší než 0,05, statisticky významný rozdíl tedy nebyl prokázán.

Graf 24: Souhrn grafů prezentující deklarovanou schopnost řešit komplikace metody



HYPOTÉZA 2H

2H₀: Míra zájmu o absolvování periodického semináře o metodě ECMO nezávisí na zkušenosti s ošetřováním pacienta na ECMO.

2H_A: Míra zájmu o absolvování periodického semináře o metodě ECMO závisí na zkušenosti s ošetřováním pacienta na ECMO.

Kontingenční tabulka s absolutními a relativními četnostmi pro 2 srovnávané skupiny (zkušenosti ano/ ne) a výsledná p-hodnota Mann-Whitneyho testu jsou uvedeny v následující tabulce. Varianta odpovědi *nevím* byla z analýzy vyřazena.

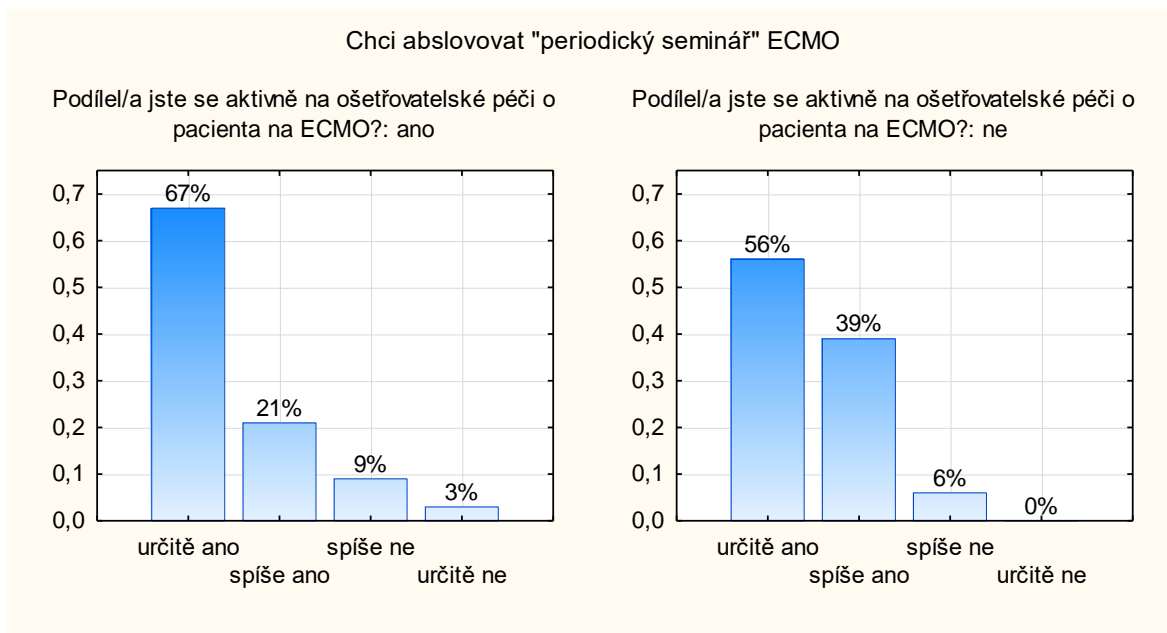
Tabulka 3: Kontingenční tabulka testování 2H

Mann-Whitneyho test p-hodnota: 0,627		Kontingenční tabulka a Mann-Whitneyho test								
		Chci absolvovat periodický seminář ECMO								celkem
		určitě ano		spíše ano		spíše ne		určitě ne		
n	%	n	%	n	%	n	%			
Aktivně na ECMO	Ano	50	66,7	16	21,3	7	9,3	2	2,7	75
	Ne	10	55,6	7	38,9	1	5,6	0	0,0	18
	Celkem	60		23		8		2		93

Vyhodnocení hypotézy 2

Celkově byl u respondentů patrný zájem periodický seminář absolvovat. Respondenti se zkušenostmi s ECMO metodou měli vyšší podíl odpovědi určitě ano, zatímco respondenti bez zkušeností měli vyšší podíl odpovědi spíše ano. Celkově nebyly rozdíly mezi oběma skupinami statisticky významné (p-hodnota Mann-Whitneyho testu 0,627 vyšla vyšší než 0,05). **Nulová hypotéza nebyla zamítnuta.** Na hladině významnosti 0,05 **nebyla prokázána závislost mezi mírou zájmu o absolvování periodického semináře o metodě ECMO a zkušeností s ošetřováním pacienta na ECMO.**

Graf 25: Souhrn grafů prezentující míru zájmu o absolvování „periodického semináře“



HYPOTÉZA 3H

3H₀: Míra zájmu o absolvování certifikovaného kurzu o metodě ECMO nezávisí na zkušenosti s ošetřováním pacienta na ECMO.

3H_A: Míra zájmu o absolvování certifikovaného kurzu o metodě ECMO závisí na zkušenosti s ošetřováním pacienta na ECMO.

Kontingenční tabulka s absolutními a relativními četnostmi pro 2 srovnávané skupiny (zkušenosti ano/ ne) a výsledná p-hodnota Mann-Whitneyho testu jsou uvedeny v následující tabulce. Varianta odpovědi *nevím* byla z analýzy vyřazena.

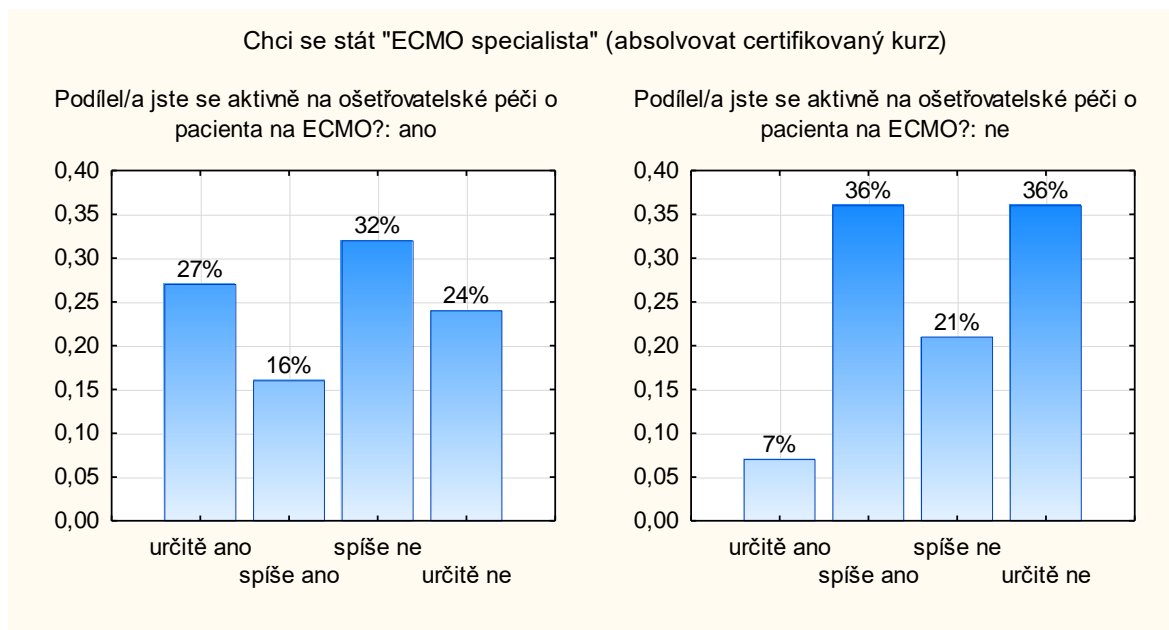
Tabulka 4: Kontingenční tabulka 3H

Mann-Whitneyho test p-hodnota: 0,370		Kontingenční tabulka a Mann-Whitneyho test								
		Chci se stát ECMO specialista								celkem
		určitě ano		spíše ano		spíše ne		určitě ne		
n	%	n	%	n	%	n	%			
Aktivně na ECMO	ano	20	27,0	12	16,2	24	32,4	18	24,3	74
	ne	1	7,1	5	35,7	3	21,4	5	35,7	14
	Celkem	21		17		27		23		88

Vyhodnocení hypotézy 3

V obou skupinách respondentů mírně převažovaly negativní odpovědi. Respondenti se zkušenostmi s ECMO metodou měli výrazně vyšší podíl odpovědi určitě ano, zatímco respondenti bez zkušeností měli výrazně vyšší podíl odpovědi spíše ano. Celkově nebyly rozdíly mezi oběma skupinami statisticky významné (p-hodnota Mann-Whitneyho testu 0,370 vyšla vyšší než 0,05). **Nulová hypotéza nebyla zamítnuta.** Na hladině významnosti 0,05 **nebyla prokázána závislost mezi mírou zájmu o absolvování certifikovaného kurzu o metodě ECMO a zkušeností s ošetřováním pacienta na ECMO.**

Graf 26: Souhrn grafů prezentující míru zájmu o absolvování kurzu „ECMO specialista“



HYPOTÉZA 4H

4H₀: Míra preference stálé přítomnosti perfuziologa ve zdravotnickém zařízení nezávisí na zkušenosti s ošetřováním pacienta na ECMO.

4H_A: Míra preference stálé přítomnosti perfuziologa ve zdravotnickém zařízení závisí na zkušenosti s ošetřováním pacienta na ECMO.

Kontingenční tabulka s absolutními a relativními četnostmi pro 2 srovnávané skupiny (zkušenosti ano/ ne) a výsledná p-hodnota Mann-Whitneyho testu jsou uvedeny v následující tabulce. Varianta odpovědi *nevím* byla z analýzy vyřazena.

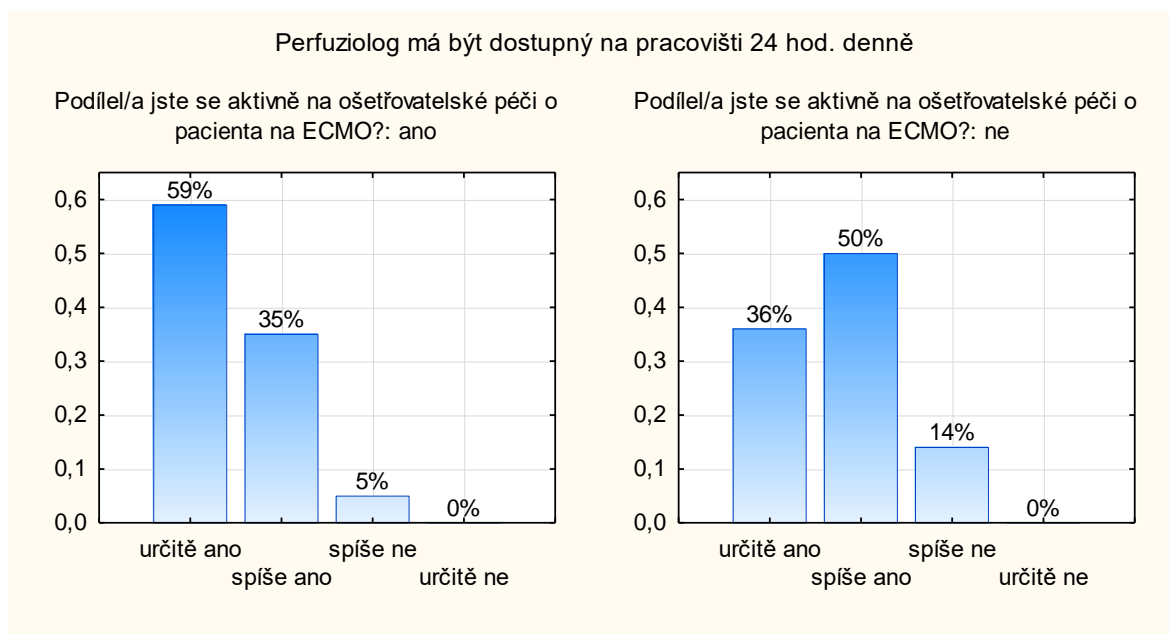
Tabulka 5: Kontingenční tabulka 4H

Mann-Whitneyho test p-hodnota: 0,123		Kontingenční tabulka a Mann-Whitneyho test								
		Perfuziolog má být dostupný na pracovišti 24hod./denně								celkem
		určitě ano		spíše ano		spíše ne		určitě ne		
n	%	n	%	n	%	n	%			
Aktivně na ECMO	ano	44	59,5	26	35,1	4	5,4	0	0,0	74
	ne	5	35,7	7	50,0	2	14,3	0	0,0	14
	Celkem	49		33		6		0		88

Vyhodnocení hypotézy 4

V obou skupinách respondentů převažovaly pozitivní odpovědi. Respondenti se zkušenostmi s ECMO metodou měli výrazně vyšší podíl odpovědi určitě ano, zatímco respondenti bez zkušeností měli výrazně vyšší podíl odpovědi spíše ano. Varianta určitě ne se nevyskytla a varianta spíše ne měla vyšší relativní četnost pro respondenty bez zkušeností s ECMO metodou. Celkově nebyly rozdíly mezi oběma skupinami statisticky významné (p-hodnota Mann-Whitneyho testu 0,123 vyšla vyšší než 0,05). **Nulová hypotéza nebyla zamítnuta.** Na hladině významnosti 0,05 **nebyla prokázána závislost mezi mírou souhlasu s tvrzením *Perfuziolog má být dostupný na pracovišti 24hod./denně* a zkušeností s ošetřováním pacienta na ECMO.**

Graf 27: Souhrn grafů prezentujících míru zájmu o stálou přítomnost perfuziologa



HYPOTÉZA 5H

5H₀: Frekvence komplikací nezávisí na typu komplikace.

5H_A: Frekvence komplikací závisí na typu komplikace

Tabulka 6: Testování pomocí Friedmanova ANOVA

Friedmanova ANOVA: p-hodnota a pořadové charakteristiky

komplikace	průměrné pořadí	p-hodnota
krvácení	7,9	0,000 (zamítáme H ₀)
snížený průtok krve	7,4	
ischemie dolní končetiny	6,2	
zavzdušnění systému	5,1	
zánětlivá reakce	5,0	
zalomení kanyl, příp. hadicového systému	4,3	
zastavení pumpy	3,7	
harlekýnský syndrom	2,9	
vytažení kanyl	2,5	

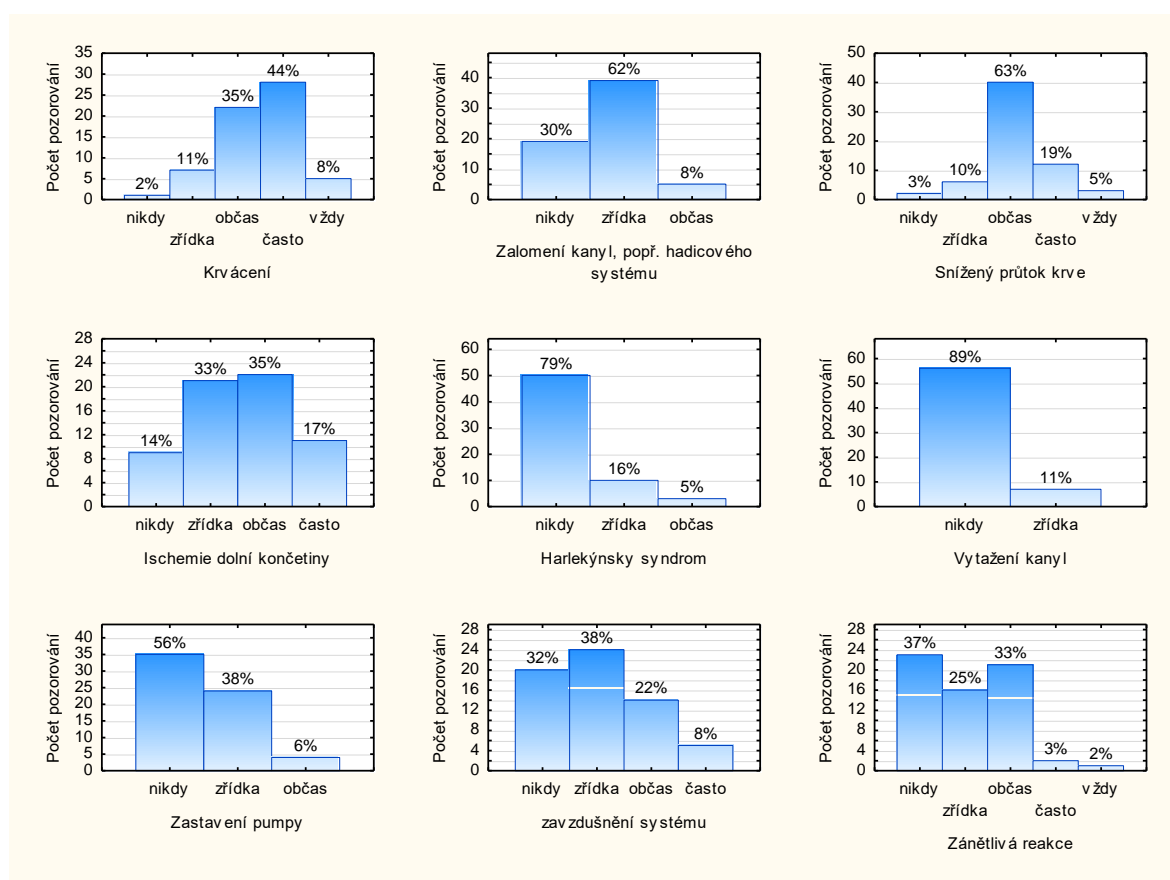
Principem metody Friedmanova ANOVA je porovnat průměrné pořadí kódovaných hodnot pro všechny srovnávané skupiny. Průměrné pořadí je zjištěno následujícím postupem. Hodnoty byly kódovány: nikdy=0, zřídka=1, občas=2, často=3, vždy=4. Kódy všech skupin byly sloučeny do jednoho souboru, v rámci kterého jim bylo přiřazeno pořadí tak, že první pořadí měla nejnížší hodnota a poslední pořadí nejvyšší hodnota. Poté byla všechna pořadí rozdělena zpět do původních skupin a v rámci každé skupiny vypočten průměr. Toto průměrné pořadí, které je uvedeno v tabulce výše, umožňuje porovnání frekvencí všech komplikací.

Nejvyšší frekvence komplikací byla zjištěna u krvácení (průměrné pořadí 7,9), následoval snížený průtok krve (7,4), ischemie dolní končetiny (6,2), zavzdušnění systému (5,1), zánětlivá reakce (5,0), zalomení kanyl (4,3), zastavení pumpy (3,7) a nejnížší frekvence byly zjištěny u harlekýnského syndromu (2,9) a vytažení kanyl (2,5).

Vyhodnocení hypotézy 5

Dle p-hodnoty Friedmanovy ANOVy 0,000 byla nulová hypotéza zamítnuta. Na hladině významnosti 0,05 byla prokázána závislost frekvence komplikací na typu komplikace. Následující kategorizovaný histogram zobrazuje absolutní a relativní četnosti pro všechny komplikace.

Graf 12: Kategorizovaný histogram komplikací



9.2 Vyhodnocení hloubkových rozhovorů

V této části empirického šetření bylo využito ke sběru informací polostrukturovaných individuálních rozhovorů. Metoda hloubkového rozhovoru byla vybrána pro svoji přednost umožnit dotazovaným vyjádřit svůj vlastní názor, polostrukturovaná forma zaručila osnovu rozhovoru, ale nevyklučovala pokládání doplňujících dotazů. Pro potřeby zaznamenávání byl vytvořen záznamový arch (Příloha č. ...), celý rozhovor byl nahrán a posléze byla provedena jeho transkripce. V jednom případě dotazovaný odmítl použití nahrávacího zařízení a rozhovor byl zaznamenán ručně. Anonymizace byla provedena pomocí číselného kódu, tzn. respondent číslo 1, 2, 3 a 4.

V první části rozhovoru byla použita sada osmi okruhů rizik metody ECMO, které byly určeny v teoretické části práce. Účastníci výzkumu byli požádáni, aby vyjádřili míru rizika pro vznik komplikací na škále 0 (žádné riziko) - 5 (nejvyšší riziko) u každého z osmi okruhů a následně přiřadili na stejné škále četnost, s jakou se s komplikací setkali, eventuálně předpokládanou četnost. Součástí každého pojmenovaného rizika byl prostor pro vyjádření navrhovaného opatření, který by eliminoval míru rizika.

Druhá část rozhovoru měla za cíl zjistit spokojenost dotazovaných se zavedeným systémem, kterým je v daném zdravotnickém zařízení ECMO metoda poskytována. Byla využita výroková forma, kdy dotazovaný měl deset výroků ohodnotit na škále určitě ano – spíše ano – spíše ne – určitě ne – nevím. Byl dán dostatek prostoru pro vyjádření názorů.

Rozhovory probíhali v kancelářích na pracovišti jednotlivých lékařů v pracovní době, po předchozí konkretizaci termínu. Byly realizovány v prosinci 2018.

Souhlas s provedením rozhovoru, anonymizace a transkripce dat jsou k dispozici u autorky diplomové práce.

9.2.1 Identifikace respondentů

Respondenti byli určeni na základě předpokládaných bohatých zkušeností se zkoumaným jevem (Švaříček, R., 2014, s. 34). Byli zapojeni vedoucí lékaři oddělení, na kterých jsou pacienti napojeni na ECMO metodu hospitalizování, tzn. lékař lůžkové části KARIM, KCH RES, MET JIP a K JIP. Anonymizace byla provedena pomocí číselného kódu, tj. respondenti byli označeni číslem: 1, 2, 3 a 4.

9.2.2 Prezentace výsledků hloubkového rozhovoru

V první části si šetření klade za cíl zhodnotit míru pojmenovaných rizik pro vznik komplikace metody ECMO a předpokládanou četnost jednotlivých rizik při používané metodě. Důležitou složkou je vyjádření respondenta k navrhovanému řešení, kterým by se pojmenované riziko mohlo minimalizovat.

Celkem bylo pojmenováno 8 okruhů rizik souvisejících s indikací, napojením i vedení metody a péči o pacienta napojeného na přístroj ECMO. Definované riziko ve vztahu k výsledku metody bylo respondenty vždy ohodnoceno na číselné škále v rozpětí 0 – 5, kdy „0“ je žádné riziko, respektive nulová četnost, naproti tomu „5“ značí největší riziko, respektive nejčastější výskyt daného rizika při léčbě metodou ECMO. Přirozenou součástí hodnocení bylo vymezení návrhu řešení respondenty.

U rizika z **prolongace startu metody z důvodu nedostupnosti ECMO týmu** uvedli 3 lékaři nejvyšší míru rizika, tzn. „5“. Respondent 3, který označil míru tohoto rizika minimální, tzn. „1“ uvádí: *„Mimo ERCP není situace, kdy bychom vás (myšleno ECMO tým – pozn. autora) my potřebovali dřív než za těch 30 minut, spíš je nutno počítat s ECMO víc dopředu, jestli tady vy jste schopni být do 30 minut, tak pro našeho pacienta je riziko minimální.“* Naproti tomu respondent 1: *„Riziko nedostupnosti metody je nejvyšší - samozřejmě 5, jestli to bereme jako riziko metody ve vztahu k výsledku metody, tak tohle je něco zásadního.“*, respondent 4 dodává, že čas od zástavy oběhu do napojení ECMO metody je nejdůležitějším časem, predikujícím výsledek metody.

Četnost výskytu u tohoto rizika byla většinou uváděna „3“. Co se týká návrhu opatření pro optimalizaci rizika, respondent 1 uvádí: *„Přítomnost (stálá) perfuziologa je vlastně jediný, co mně v tomhle směru napadá.“*, další 2 respondenti uvedli shodně jako přínosnou stálou přítomnost perfuziologa ve zdravotnickém zařízení. Dva respondenti uvedli, že čas by se dal ušetřit kanylací na oddělení, kdy by kanyly zaváděli intenzivisté. Jeden respondent by uvítal rozpis služeb ECMO týmu na svém oddělení.

Riziko prolongace startu metody z důvodu zdlouhavé indikace bylo většinou hodnoceno jako střední (viz Tabulka X), s malou četností. K navrhovaným řešením respondent 4 zdůrazňuje, že velkou roly hraje kvalitní komunikace mezi ZZS a emergentním příjmem zdravotnického zařízení. Dodává, že v uvedeném došlo ke zlepšení, uvádí míru rizika 2. Po odmlce doplňuje, které informace z terénu jsou stěžejní: hlavně časové údaje – kdy byla zpozorována zástava oběhu, jak dlouho trvala KPR laická, nakolik

kvalitní byla, jak dlouho trvala KPR poskytnuta ZZS, dále srdeční rytmus, komorbidity pacienta a další informace, ze kterých lze usuzovat o vhodnosti ECMO podpory. Všichni respondenti zmiňují důležitost znalosti indikačních kritérií pro zavedení ECMO, respondent 1 uvádí: „Řešení – znovu meeting oborů, kterých se to týká, aby se znovu domluvily nějaký jasný indikační kritéria, aby nebylo to dlouhý váhání napojit – nenapojit.“, další dva respondenti by chtěli zlepšit komunikaci mezi ZZS, emergency a ECMO týmem.

Riziko prolongace stratu metody z důvodu nemožnosti zajistit cévní vstupy hodnotí respondenti jako vysoké, jak uvádí respondent 2: „Kanylace, to je zásadní věc, která řekne, jestli ten člověk bude nebo nebude napojen“. Jako optimalizaci rizika vidí 2 respondenti možnost kanylovat cévy na oddělení a nečekat na ECMO tým: „Domluva na kompetencích provedení iniciální kanylace - náš lékař - intenzivista, který pracuje se sonem denně a má větší zkušenost s perkutánním zavedením drátů.“ Využití ultrazvukové navigace při kanylování cév uvedli všichni respondenti jako důležité, jeden respondent zmiňoval zavedení stáží anebo kurzů pro získání zkušeností s ultrazvukovou navigací.

Další definované **riziko vzniku komplikací z důvodu transportu pacienta na ECMO na diagnostické či terapeutické zákroky** bylo většinou hodnoceno jako vysoké, s nízkou četností. K optimalizaci rizika všichni respondenti uvádějí dodržovat zavedený režim transportu, tzn. dostatečný personální zajištění a přítomnost perfuziologa. Respondent 2 uvádí: „...spíš se bavíme o tom, že ty diagnostické metody neuděláme a ušetříme si komplikace. Zvažovat indikaci transportu na ECMO.“

Páté pojmenované je **riziko vzniku komplikací při ošetrovatelské péči o pacienta na ECMO**. Většinou bylo hodnoceno mírou rizika „3“ s četností nízkou. Jak uvádí respondent 2: „Četnost v týmu, který tu péči ovládá je nízká, máme to zavedeno, že velké oše zákroky se dělají za přítomnosti perfuziologa - fungující opatření, není nutno měnit“. Všichni respondenti tvrdí, že zavedený systém je fungující. Jeden respondent navíc dodává, že by byla vhodná větší edukace personálu v této oblasti.

Riziko selhání ECMO metody z důvodu pozdní detekce komplikace metody hodnotili respondenti většinou jako střední, s četností nízkou. Respondent 2: „Pokud se bavíme o drobných komplikacích, průtok klesá, přisává se – četnost není úplně malá, ta významnost je relativně menší, řekněme 3“ Přidává i návrh k optimalizaci „...edukace personálu, taky větší expozice personálu zkušenostem s ECMO.“ Shodný názor má i

respondent 3, zmiňuje důležitost „*koncentrace metody na pracovišti*“. Respondent 4 z komplikací metody vyzdvihuje ischemii dolní končetiny v souvislosti s kanylací tepny. Uvádí, že by byl pro preventivní zavedení kanyly pro distální perfuzi všem pacientům iniciálně, hned při spuštění metody.

Riziko selhání ECMO metody z důvodu nesprávné interpretace dat ovládacího panelu přístroje bylo riziko hodnoceno jako střední, četnost jako nízká. Respondenti uvedli: „*Naše holky (NELZP) jsou schopny tyhle věci zachytit, zaregistrovat*“, říká respondent 1. Respondent 4 shodně uvádí, že ošetřující personál jeho oddělení má s metodou bohaté zkušenosti a dovede interpretovat monitorované hodnoty správně. Respondent 3 zmiňuje nutnost dostupnosti kontaktu na perfuziologa a aktuální edukace NELZP: „*Tomu přístroji, navíc pokud jich máte víc, každý jiný druh, tomu rozumíte vy (perfuziologové – poznámka autora), je třeba aktuálně edukovat personál, který má na starosti toho pacienta, tady bych zase zmínil zřetelný kontakt na perfuziologa, aby bylo jasné, komu zavolat, když je nouze.*“

Poslední definované **riziko selhávání metody ECMO z důvodu nesprávné péče o přístroj a komponenta** bylo respondenty hodnoceno jako střední s četnostní nízkou. K uvedenému respondent 4 podotkl, že o přístroj a komponenta se NELZP nestará, to má v kompetenci perfuziolog. Z jeho pohledu je důležité standardně zavést kontrolu dalších hemokoagulačních parametrů pro zvýšení životnosti membrány v oxygenátoru. Všichni dotazovaní uvedli, že je dobře nastavený systém kontroly perfuziolgem minimálně 2xdenně a není třeba nic měnit.

Následující tabulka zachycuje vyjádření respondentů (Res) k míře rizika ($r =$) a k četnosti výskytu daného rizika ($\check{c} =$) na škále od 0 do 5. Na této číselné škále „0“ je žádné riziko, respektive nulová četnost, „5“ značí největší riziko, respektive nejčastější výskyt daného rizika při léčbě metodou ECMO.

Tabulka 7: Souhrn vyjádření respondentů k jednotlivým rizikům

Definované riziko	Res 1	Res 2	Res 3	Res 4
Riziko prodlouženého startu metody z důvodu nedostupnosti ECMO týmu.	r = 5 č = 3	r = 5 č = 3	r = 1 č = 1	r = 5 č = 3
Riziko prodlouženého startu metody z důvodu zdlouhavé indikace.	r = 5 č = 1	r = 1 č = 1	r = 3 č = 1	r = 2 č = 2
Riziko prodlouženého startu metody z důvodu nemožnosti zajistit cévní vstupy.	r = 5 č = 2	r = 4 č = 3	r = 3 č = 2	r = 2 č = 2
Riziko vzniku komplikací při transportu pacienta na ECMO na diagnostické či terapeutické zákroky.	r = 3 č = 1	r = 4 č = 0	r = 4 č = 3	r = 1 č = 1
Riziko vzniku komplikací při ošetrovatelské péči o pacienta na ECMO.	r = 3 č = 1	r = 3 č = 2	r = 3 č = 2	r = 1 č = 1
Riziko selhání ECMO metody z důvodu pozdní detekce komplikace metody.	r = 4 č = 2	r = 2 č = 3	r = 4 č = 2	r = 2 č = 2
Riziko selhání ECMO metody z důvodu nesprávné interpretace dat ovládacího panelu přístroje.	r = 4 č = 3	r = 2 č = 2	r = 4 č = 2	r = 1 č = 1
Riziko selhávání metody ECMO z důvodu nesprávné péče o přístroj a komponenta.	r = 4 č = 1	r = 2 č = 2	r = 4 č = 2	r = 1 č = 1

Cílem druhé části rozhovoru je pomocí sady výroků (Příloha č.) určit, jak je metoda ECMO v daném zdravotnickém zařízení zvládnutá. Prostředkem k tomu je revize stávajících podmínek poskytování ECMO podpory. Pomocí FMEA metody jsme určili průměrné pořadí určených rizik dle parametru rizikovosti a četnosti. Jako nejrizikovější byl vyhodnocen prodloužený start metody z důvodu nedostupnosti ECMO týmu.

Tabulka 7: Určení rizika pomocí metody FMEA

Definované riziko	Res 1	Res 2	Res 3	Res 4	Průměrné hodnocení
Riziko prodlouženého startu metody z důvodu nedostupnosti ECMO týmu.	r = 5 č = 3 15	r = 5 č = 3 15	r = 1 č = 1 1	r = 5 č = 3 15	11,5
Riziko prodlouženého startu metody z důvodu zdlouhavé indikace.	r = 5 č = 1	r = 1 č = 1	r = 3 č = 1	r = 2 č = 2	

	5	1	3	4	3,25
Riziko prolongovaného startu metody z důvodu nemožnosti zajistit cévní vstupy.	r = 5 č = 2 10	r = 4 č = 3 12	r = 3 č = 2 6	r = 2 č = 2 4	8
Riziko vzniku komplikací při transportu pacienta na ECMO na diagnostické či terapeutické zákroky.	r = 3 č = 1 3	r = 4 č = 0 0	r = 4 č = 3 12	r = 1 č = 1 1	4
Riziko vzniku komplikací při ošetrovatelské péči o pacienta na ECMO.	r = 3 č = 1 3	r = 3 č = 2 6	r = 3 č = 2 6	r = 1 č = 1 1	4
Riziko selhání ECMO metody z důvodu pozdní detekce komplikace metody.	r = 4 č = 2 8	r = 2 č = 3 6	r = 4 č = 2 8	r = 2 č = 2 4	6,5
Riziko selhání ECMO metody z důvodu nesprávné interpretace dat ovládacího panelu přístroje.	r = 4 č = 3 12	r = 2 č = 2 4	r = 4 č = 2 8	r = 1 č = 1 1	6,25
Riziko selhávání metody ECMO z důvodu nesprávné péče o přístroj a komponenta.	r = 4 č = 1 4	r = 2 č = 2 2	r = 4 č = 2 8	r = 1 č = 1 1	3,75

Výzkumná otázka: Je metoda ECMO ve zdravotnickém zařízení zvládnutá, nebo je třeba něco změnit?

Respondenti byli konfrontováni s deseti výroky týkající se zajištění metody ECMO v daném zdravotnickém zařízení. Míru souhlasu s jednotlivým výrokiem hodnotili na škále *určitě ano- spíše ano- spíše ne – určitě ne – nevím*, a úlohou výroků bylo také vyprovokovat argumentaci respondenta, proč udávaný názor zastává.

Z výpovědí lékařů vyplývá, že **metoda ECMO** je na všech zmíněných odděleních **přínosná** a **chtějí ji** na svých odděleních i nadále **poskytovat**, všichni rovněž vnímají svoje **oddělení jako kompetentní** pečovat o pacienta na ECMO. Dva z respondentů uvedli, že **jsou spokojeni s ECMO servisem** v daném zdravotnickém zařízení tak, jak je poskytován, dva uvedli odpověď *spíše ano*.

S výrokem, že **pacienti na ECMO mají být centralizováni na jedno oddělení**, souhlasí dva respondenti. Respondent 1 uvedl *spíše ne* a uvádí: „*Teoreticky by to bylo samozřejmě lepší mít ECMO na jednom místě, prakticky to není možný...na kardiologii nemůžou být pooperační stavy, na kardiochirurgii by zas neměli místo na operanty..., navíc ty respirační indikace...*“ Respondent 2 uvádí odpověď *určitě ne* a říká: „*Centralizování ano, ale ne na jednom pracovišti..., kvůli zachování zkušenosti s metodou by měla být nějaká racionalizace distribuce pacientů.*“

Možnost **stálé přítomnosti perfuziologa na pracovišti** preferují všichni dotázaní, respondent 3 uvádí: „*Perfuziolog na pracovišti z mého pohledu pro potřeby našeho pacienta na V-V ECMO spíše ano. Pokud se budeme bavit o potřebě ECPR pro nemocnici, tak bych uvedl určitě ano.*“

Všichni z lékařů by chtěli, aby **NELZP měli možnost pravidelného školení o metodě ECMO**, respondent 4 s myšlenkou pravidelného školení pro NELZP souhlasí a říká, že by mělo být sestaveno z části s kardiologem, z části s kardioanesteziologem a z části s perfuziologem. Ten by měl školení doplnit o simulaci problémových situací.

Všichni z lékařů by si přáli **zavedení pravidelných seminářů pro lékaře, s prezentací konkrétních výsledků pacientů, kteří byli napojeni na ECMO**. Respondent 3 uvádí: „*Určitě by mě zajímaly výsledky a jednotlivé kauzy ECMO, rád přijdu na takovýto seminář.*“ Respondent 4 zmiňuje tzv. ECMO registr, který byl v daném zdravotnickém zařízení zřízen v roce 2018, a kde jsou k dispozici protokoly jednotlivých případů. Je přístupný jen pro lékaře kardiocentra.

Na dotaz, **zda by podle nich měla vzniknout pozice „ECMO specialista“** jako NELZP, reagoval jeden respondent názorem *spíše ne*, dva si myslí, že *určitě ano* a jeden uvádí *spíše ano*. Respondent 3: „*Nevím, zda by sestry měly zájem o další specializaci, konkrétně naše. Asi si dovedu představit, že v týmu taková sestra specialista je.*“

Poslední výrok měl za cíl shrnout dosavadní výpovědi a podat odpověď na hlavní výzkumnou otázku rozhovoru: **Je metoda ECMO ve zdravotnickém zařízení zvládnutá nebo je třeba něco změnit?** Jeden lékař uvedl, že se spíše přiklání názoru, že je metoda zvládnutá a není nutné přijímat další opatření. Dva lékaři si myslí, že metoda spíše zvládnutá není. Jeden lékař prezentuje názor, že metoda v daném zdravotnickém zařízení určitě zvládnutá není. Respondent 3: „*Vždy je co zlepšovat, a to platí i pro poskytování ECMO.*“ Respondent 1 mluví o nutné návaznosti dalších výkonů po úspěšném napojení

pacienta na ECMO, aby byla zajištěna rezervace katetrizačního sálu, případně počítačová tomografie a operační sál. Dva respondenti zmiňují ECMO případy ze skupiny IHCA, které by měly mít kratší dobu do napojení a měly by přinášet lepší výsledky.

10 DISKUZE

Použití metody extrakorporální membránové oxygenace není dnes již ničím výjimečným, v podmínkách větších zdravotnických zařízení se stává součástí zajištění kriticky nemocných. Na indikaci a poskytování ECMO se po celou dobu trvání metody podílí tým odborníků, který je variabilní podle základní diagnózy pacienta i podle personálních zdrojů ECMO centra. S počtem pacientů na ECMO narůstá i potřeba objasnit kompetence personálu pečujícího o pacienta a zrevidovat zavedené podmínky tak, aby byla metoda co nejbezpečnější. Nejčastěji využívaným zdrojem pro srovnávání zavedené praxe nám jsou doporučení profesní organizace ELSO (Extracorporeal life support organization). Stěžejní publikací pro českou odbornou veřejnost zabývající se ECMO podporou je práce autorů Ošťádal a Bělohlávka z roku 2013, která byla v roce 2018 aktualizována: „ECMO – Manuál pro použití u dospělých“.

Prvním cílem této práce bylo podání krátké zprávy o poskytování ECMO podpory prostřednictvím retrospektivní analýzy dat pacientů napojených na ECMO podporu ve FN Plzeň v letech 2014 – 2018. Důvodem vytvoření analýzy byla snaha zdokumentovat různorodost pacientů, o které NELZP v daném zdravotnickém zařízení pečují na oddělení Kliniky anesteziologie, intenzivní a resuscitační péče, dále na kardiologické jednotce intenzivní péče, kardiochirurgické pooperační jednotce intenzivní péče a metabolické jednotce intenzivní péče. Uvedené pětileté období bylo určeno s ohledem na dostupnost informací potřebných k analýze, zahrnuje data 83 pacientů. Zajímali jsme se o počet a věk pacientů na ECMO v jednotlivých letech a jejich rozvržení na různých odděleních JIP. Také jsme se zabírali vývojem indikací k napojení podpory a modifikací, jakou byl systém napojen, pro názornost bylo použité grafické vyobrazení. Při hodnocení výsledků metody jsme použili pouze parametr propuštění do domácí péče s dobrým neurologickým nálezem (CPC 1-2). Výčet komplikací metody zahrnoval rok 2018. Součástí analýzy jsou také krátké kazuistiky zajímavých nebo okrajových případů, uvedené zde pro ilustraci ECMO programu v daném zdravotnickém zařízení. Z provedené analýzy dat je zřejmý nárůst indikací pro ROCS a celkově navýšení potřeby ECMO podpory v daném zdravotnickém zařízení. Mortalita cca 80 % je srovnatelná s ostatními kardiocentry v podmínkách České republiky (Simek a spol., 2018, s. 166).

Vlastní empirické šetření obsahuje dvě složky – dotazníkové šetření u NELZP, které je doplněno o rozhovory s lékaři.

Cílem dotazníkového šetření bylo zmapovat, jak NELZP vnímají péči o pacienta na ECMO a svoji informovanost o metodě. Dále také určit udávanou nejčastější komplikaci metody a deklarovanou schopnost sester vzniklé komplikace řešit. Výsledky byly srovnávány s dostupnými publikacemi. Diplomová práce Lady Zlochové z roku 2014 s názvem „ECMO ve Fakultní nemocnici Plzeň“ (Zlochová, 2014) je zaměřena na zjištění znalostí sester o metodě ECMO pomocí vědomostního testu. Je jedinečným porovnáním vědomostí NELZP před a po absolvování krátké výukové přednášky o metodě. Zlochová uvádí přesvědčivě, že znalosti zdravotníků byly po přednášce mnohem lepší a zdůrazňuje přínos pravidelného vzdělávání pro vyšší kvalitu poskytované péče. Informovanost sester o dané problematice zjišťuje ve svojí diplomové práci s názvem „Mechanická srdeční podpora z pohledu sestry“ v roce 2017 také Marie Svejková. Problematika je rozšířena o další dlouhodobé podpory srdce. Svejková zjistila, že sestry mají obavy pečovat o pacienty s implantovanou srdeční podporou, bojí se technických komplikací které nedovedou vyřešit. Jan Šoupal v bakalářské práci z roku 2016 „Extrakorporální membránová oxygenace u pacientů v kritickém stavu“ porovnává na parametru neurologického stavu vyléčených pacientů dva přístupy ke kardiopulmonální resuscitaci: konvenční KPR a KPR s využitím extrakorporálního oběhu. V závěru práce uvádí, že u pacientů s náhlou zástavou oběhu, kteří byli léčeni pomocí ECMO, jsou zdokumentované lepší výsledky, zejména co se týče přežití s dobrým neurologickým nálezem. Diplomová práce Evy Hrubé z roku 2018 s názvem „Pacient s extrakorporální membránovou oxygenoterapií“ se věnuje statistickému hodnocení závislosti mezi terapií V-A ECMO a vybranými parametry. Ve své práci prezentuje, že největší podíl komplikací terapie V-A ECMO u vzorku pacientů jejího šetření měly komplikace infekční, zejména infekce dýchacího systému. Diplomová práce Dagmar Pinkasové z roku 2012 „Vliv celoživotního vzdělávání na osobní a profesní život všeobecných sester“ je výjimečnou zpracováním tématu z hlediska ochoty a motivace zdravotníku učit se po celý svůj profesní život.

Z vyhodnocení výsledků je zřejmé, že naše šetření nejméně zaujalo NELZP na oddělení MET JIP, ze kterého se vrátilo pouze 10 vyplněných dotazníků. Tuto skutečnost lze vysvětlit nízkou frekvencí metody ECMO na daném oddělení. Na oddělení KARIM

vyplnilo dotazník 28 respondentů, na oddělení KJIP se účastnilo šetření 30 zdravotníků. Na oddělení KCH RES dotazník vyplnilo 26 respondentů. Velký zájem o šetření byl na oddělení KCH RES, kde se zdravotníci aktivně zajímali o výzkum a plánovaný výstup z něj. Myslíme si, že zájem je dán četností metody na oddělení, nejdelší zkušeností s ní a také určitou mírou sympatií k metodě ECMO.

Rozvrstvení respondentů podle délky práce na JIP odděleních demonstruje graf číslo 8. Nejpočetnější je skupina NELZP s délkou praxe od 2 do 10- ti let (48 %), ale ani skupina respondentů s praxí nad 10 let v oblasti intenzivní péče není malá (31 %). Zkušenosti NELZP s délkou praxe nad 10 let jsou (nejpočetnější skupinou ve vzorku respondentů tvoří na oddělení KARIM n=12) jistě velkou devizou a také doklad o tom, že domovské oddělení je pro ně stále atraktivní. Nejvíce „nováčků“ s praxí do 2 let je ve vzorku respondentů z KJIP, v počtu 8.

Specializační vzdělávání v intenzivní péči absolvovalo 46 % zdravotníků pracujících na oddělení JIP, dalších 23 % z našeho vzorku právě studuje. Ze zbylých 29- ti respondentů, kteří odpověděli „ne“, je 65 % zdravotníků s délkou praxe méně než 2 roky. Z uvedeného lze vyvodit, že sesterské vedení jednotlivých oddělení usiluje o doplnění specializačního vzdělání u všech NELZP pracujících na JIP alespoň dva roky. Ochota zdravotníků účastnit se vzdělání deklaruje, že postoj všeobecných sester k celoživotnímu vzdělávání je pozitivní a je považován za důležitou součást výkonu zdravotnického povolání (Pinkasová, 2012, s. 82).

Na otázku „Kde jste nabyli vědomosti o ECMO metodě?“ 69 dotázaných (35 %) uvedlo, že vědomosti o metodě ECMO nabylo na pracovišti, z čehož můžeme usuzovat, že nejčastějším zdrojem informací pro zdravotníky je ústní sdělení kolegyně s osobní zkušeností, případně lékaře. Druhým nejčastějším zdrojem, který uvedlo 34 (18 %) respondentů, je sdělení sloužícího perfuziologa. Ve FN Plzeň je zavedenou praxí, že perfuziolog je minimálně 2x denně na oddělení přítomen z důvodu vizity, po dobu hygienické péče atd. Při těchto příležitostech se otevírá možnost pro dotazy NELZP, která je často zdravotníky využívána. V možnosti „jiné“ bylo vždy (4 % odpovědí) uvedeno „samostudium“, blíže nespecifikováno. Aktuálně je možnost samostudia o metodě ECMO pro zdravotníky nejvíce dostupná z uvedených kvalifikačních prací (Zlochová, 2014; Svejková, 2017 a Hrubá, 2018), které jsou různou mírou zaměřené na teoretické podklady a na téma ošetrovatelské péče o pacienta na ECMO. Velmi přínosnou je již

zmiňovaná publikace Ošťádalová a Bělohávková (2018), která je ale zaměřena spíše na lékaře. Podobně je tomu i u nepochybně pro NELZP v intenzivní péči důležité publikace „Vybrané kapitoly z intenzivní péče“ autorů pod vedením Petra Bartůňka (Bartůněk, 2016). Pro jazykově vybavené zdravotníky je na internetu velké množství materiálů o ECMO metodě v anglickém jazyce.

Otázka číslo 5 třídí zdravotníky na dvě skupiny podle toho, zda se již podíleli na péči o pacienta napojeného na ECMO, nebo nikoliv, protože na další otázku budou odpovídat pouze ti, kteří již zkušenost s pacientem na ECMO mají (81 %, n=75). Žádnou zkušenost s péčí o pacienta napojeného na ECMO uvedlo shodně 5 zdravotníků z KCH RES a z KJIP, což koreluje se vyšším počtem NELZP s délkou praxe do 2 let (na KCH RES n=5, na KJIP n=8).

V další otázce odpovídají NELZP s praktickou zkušeností s pacientem s ECMO, zda se setkali s komplikací při probíhající metodě. S komplikací se setkala 84 % zdravotníků, tito odpovídali také na otázku číslo 7 a 8.

Předmětem otázky číslo 7 je na škále *nikdy – zřídka – občas- často – vždy* určit četnost jednotlivých komplikací, se kterými se NELZP setkali při péči o pacienta na ECMO. Jako nejčastější komplikace bylo uváděno krvácení, dále snížený průtok krve, ischemie dolní končetiny a zavzdušnění systému. Mezi méně často uváděné komplikace patří zánětlivá reakce a zalomení kanylu, případně hadicového systému. Minimálně byli uváděné komplikace: zastavení pumpy, harlekýnský syndrom či vytažení kanylu (tabulka X). Zkušenosti z Fakultní nemocnice v Otravě jsou podobné, autoři uvádějí ve svém vzorku pacientů (n=54) ve třech případech ischemii kanylované končetiny, u čtyř pacientů se vyskytlo masivní krvácení a v jednom případě dislokace kanyly. (Simek, 2018, s. 167).

Hypotéza číslo 5 byla vyslovena takto: Frekvence komplikací nezávisí na typu komplikace. Dle p-hodnoty Friedmanovy ANOVy 0,000 byla prokázána závislost mezi frekvencí komplikace a typem komplikace, tedy nulová hypotéza byla zamítnuta. Nejvyšší frekvence komplikací byla zjištěna u krvácení (průměrné pořadí 7,9), následoval snížený průtok krve (7,4), ischemie dolní končetiny (6,2), zavzdušnění systému (5,1), zánětlivá reakce (5,0), zalomení kanylu (4,3), zastavení pumpy (3,7) a nejnižší frekvence byly zjištěny u harlekýnského syndromu (2,9) a vytažení kanylu (2,5).

Otázka číslo 8 se zabývá identifikací osoby, která řeší komplikace metody ECMO. Respondent byl žádán, aby vepsal procentuální odhad a vyjádřil tím, v kolika procentech

komplikací byl schopen vyřešit situaci sám zdravotník, eventuálně s kolegyní, další možností byl lékař na oddělení a poslední nabízenou možností perfuziolog. Prostor pro vlastní vyjádření byl dán v možnosti *jinak*. 78 % (n=49) zdravotníků uvedlo, že byli schopni vyřešit komplikaci metody sami anebo s kolegyní pouze v minimu případů, tzn. do 20 % všech zaznamenaných komplikací. Všichni tázání uvedli, že komplikace metody řešili s lékařem na oddělení, rozprostření na ose relativních četností v rozmezí 0 - 60 % bylo rovnoměrné, tj. 22 respondentů uvádělo, že vyřešili s lékařem na oddělení minimum komplikací (do 20%), dalších 19 respondentů uvedlo, že s lékařem na oddělení vyřešili menší množství komplikací (20 – 40 % komplikací) a 22 respondentů uvedlo, že s lékařem na oddělení byli schopni vyřešit asi polovinu všech komplikací (40 – 60 %). Většina (66 %) zdravotníků uváděla, že podíl perfuziologa na řešení komplikací je 40 % a více. Pouze dva respondenti uvedli možnost „jinak“, specifikovali „KCH lékař“. Jeden zdravotník uvedl, že byl schopen sám, případně s kolegyní, vyřešit 100 % komplikací metody. Je výhodou, pokud je vypracován jednoduchý manuál pro NELZP, kde komplikace metody ECMO má přiřazené řešení, které je nutno provést okamžitě. Takový manuál má svoje limity, ale spolu s pravidelným školením by usnadnil orientaci ošetřujícího personálu v problémové situaci (Pérez, 2018, s. 154).

V další části dotazníku byli zdravotníci konfrontováni s 15- ti výroky, kde na škále *určitě ano – spíše ano – spíše ne – určitě ne – nevím* měli určit míru svého souhlasu s daným výrokiem.

S výrokiem v položce č. 9 „Vím, k čemu ECMO metoda slouží“ souhlasila naprostá většina (99 %) respondentů, pouze 1 respondent uvedl *spíše ne*. I v dalších třech výrocích zaměřených na teoretické znalosti uvádějí zdravotníci vysokou míru (vždy nad 80 %) erudice o metodě ECMO (Přílohy, Graf č. 29, 30 a 31). Celých 50 % dotazovaných tvrdí, že určitě dovede popsat rozdíl mezi V-A a V-V ECMO, spíše dovede dalších 32 %. Určitě nedovede pouhých 5 respondentů. To je uspokojivé zjištění, pokud si uvědomíme, že počet respondentů s praxí na JIP kratší než 2 roky je 20.

U výroku č. 11 „Správná interpretace dat ECMO přístroje je klíčová pro účinnost metody“ se v 12- ti případech vyskytla odpověď *nevím*, což se dá interpretovat jako nízká teoretická vybavenost v 13 % z celkového vzorku respondentů. Naproti tomu v dalším výroku „Vím, jaký má dopad nízký průtok krve v systému oproti plánovanému průtoku

krve“ odpověděli *nevím* pouze 4 respondenti, tj. 5 % (v tomto případě byly sloučeny odpovědi *ne* a *nevím*).

Výrok v dotazníku označen jako položka č. 13 „Jsem kompetentní ECMO přístroj obsluhovat“ způsobil mezi respondenty značné rozpaky (Graf č. 17). Pouze 6 respondentů je přesvědčeno, že *určitě ano*, dalších 26 respondentů si myslí, že *spíše ano*. Odpověď *nevím* uvedlo 6 respondentů. Nejpočetnější byla skupina (n=31) zdravotníků, kteří si myslí, že *určitě ne* (33 %). Odpověď *spíše ne* uvedlo 25 zdravotníků. Odpověď *nevím* uvedlo 6 respondentů. Pokud sečteme odpovědi *nevím* (n=6), odpovědi *určitě ano* (n=6) a odpovědi *spíše ano* (n=26), získáme údaj o tom, že 45 % dotazovaných zdravotníků je nesprávně, respektive nedostatečně informovaných o svých vlastních kompetencích. Ty jsou určeny zákonem „...**může sestra pro intenzivní péči v rámci anesteziologickoresuscitační, intenzivní péče a akutního příjmu vykonávat činnosti podle § 54... sledovat a analyzovat údaje na speciální přístrojové technice, rozpoznávat technické komplikace a řešit je.**“ (Vyhláška 55/2011 Sb.) a dále „**Poskytovatel zdravotních služeb, který používá tyto zdravotnické prostředky, je povinen zajistit provedení instruktáže pracovníků, kteří jsou určeni k jejich používání či obsluze... je povinen vést a uchovávat informace o všech provedených instruktážích.**“ (Zákon č. 268/2014 Sb.)

Poslední dva výroky v této části dotazníku (č. 14 a 15) jsou cíleny na deklarované dovednosti související s ECMO metodou. Protože je u dotazovaných značné procento zdravotníku s praxí na JIP kratší než 2 roky, dá se předpokládat, že množinu s odpovědi *určitě ne* a *nevím* tvoří tito „nováčci“. U jednotlivých výroků 2 respondenti uvedli, že určitě nedovedou pečovat o pacienta napojeného na ECMO metodu, dalších 8 neumělo svoje dovednosti posoudit. Vyšší sebevědomí u méně zkušených zdravotníku v aspektu péče o pacienta, než v aspektu řešení komplikací, dokládá vyhodnocení dalšího výroku – „Dovedu řešit komplikace metody ECMO“. Tento výrok hodnotilo *určitě ne* 15 respondentů a *nevím* 5 respondentů. Zajímavý je i pohled na skupinu respondentů (n=72), kteří tvrdí, že o pacienta na ECMO pečovat správně dovedou (*určitě ano/spíše ano*). Tato skupina je o 3 respondenty menší než skupina, která již má osobní zkušenost s péčí o pacienta na ECMO (n=75). Vyřešit aktuálně vzniklou nouzovou situaci při terapii ECMO, kde selže přístrojová technika u pacienta plně dependentního na ECMO je náročné i pro trénovaného odborníka (Argudo et al., 2018, s. 147).

Byla formulována hypotéza číslo 1: Schopnost řešit vzniklé komplikace metody ECMO nezávisí na absolvování specializačního vzdělávání v intenzivní péči. Prostřednictvím statistického porovnání odpovědí došlo k zamítnutí nulové hypotézy ve prospěch hypotézy alternativní. Byla tedy prokázána závislost schopnosti řešit vzniklé komplikace metody ECMO na absolvování specializačního vzdělávání v intenzivní péči, a sice zdravotníci kteří absolvovali nebo právě studují, deklarují vyšší schopnost řešit komplikace metody. Myslíme si, že NELZP pečující o pacienty na ECMO by měli být o této metodě vzdělávání ještě specifičtěji. ELSO doporučuje, aby každý ECMO program měl definovaný koncept vzdělávání zdravotníků. Tento program by měl zahrnovat: didaktické přednášky, praktické cvičení s ECMO vybavením, noční trénink a definovaný systém pro testování odborností členů týmu (Annich et al., 2012, s. 426).

Další část dotazníku obsahovala výroky (č. 16 – 21) zaměřené na podmínky, za jakých je ECMO metoda poskytována v daném zdravotnickém zařízení. V položce č. 16 hodnotili zdravotníci míru pracovního stresu při péči o pacienta napojeného na ECMO ve srovnání s jiným pacientem hospitalizovaným na JIP. Většina (78 %) respondentů tvrdí, že míra stresu je vyšší při péči o pacienta na ECMO, 14 dotazovaných uvádí *spíše ne* a 4 zdravotníky ECMO metoda nestresuje vůbec (Přílohy, Graf č. 32). Výsledky jsou srovnatelné s prací Zlochové, která zjistila, že zdravotníky metody stresuje hlavně z důvodu nedostatku dostupných informací a nedostatku znalostí o ECMO podpoře (Zlochová, 2014, s. 70). Jako optimální zajištění péče o ECMO pacienta považuje kolektiv autorů „Červené knihy ECMO“ stav, kdy se o ECMO pacienta nepřetržitě stará sestra JIP oddělení současně s „ECMO specialistou“. Ten kontroluje a protokoluje funkci ECMO podpory, je trénovaný v oblasti řešení problémů metody a smí iniciovat emergentní péči (Annich et al, 2012, s. 317).

Zajímavá byla nesourodost odpovědí při výroku č. 17 „Pacienti s ECMO mají být centralizováni na jedno oddělení, které o ně bude pečovat“, jak je patrné z grafu č. 19. S určením jediného oddělení, kde budou hospitalizováni všichni nemocní napojení na ECMO podporu zcela souhlasilo 18 % respondentů a dalších 36 % spíše souhlasilo. Naproti tomu s touto myšlenkou se určitě neztotožňuje 37 % zdravotníku. Posoudit nedovedlo 8 dotazovaných.

Tento výrok rozporoval i názory lékařů. Nejlépe to ilustruje názor Respondenta 3: „*No, sice jsem řekl, že metodu chceme poskytovat, takže je dost v rozporu když řeknu, že*

má být centralizovaná. Nicméně si myslím, že pokud by byla centralizovaná, tak by se hodně omezilo riziko všech komplikací, které jsme rozebírali. Ale otázka kde je koncentrovat. Asi by to v podmínkách naší nemocnice nešlo. Nemyslím, že by to v naší nemocnici šlo.“ Nicméně frekvence hospitalizací na některých zmíněných odděleních osciluje kolem 2 pacientů ročně. Je otázkou, zda při takové frekvenci lze udržet dostatečnou erudici personálu o metodě.

Názor na možnost stále přítomnosti perfuziologa na pracovišti (výrok č. 18) byl celkem jednotný. Pouze 6 % respondentů uvedlo spíše ne, nikdo neuvedl možnost určitě ne. Naproti tomu 88 % dotazovaných zdravotníků si myslí, že perfuziolog má být dostupný 24 hodin denně na pracovišti. Úloha perfuziologa při komplexní péči o kriticky nemocné zajištěné metodou ECMO spočívá v technické podpoře, vlastním provozování metody, přenesení zkušeností z vedení MO do vedení ECMO podpory a v neposlední řadě v úzké spolupráci s ostatními složkami týmu (Mlejnský, 2016, s. 12).

Čtvrtá hypotéza byla formulována takto: Míra preference stálé přítomnosti perfuziologa ve zdravotnickém zařízení nezávisí na zkušenosti s ošetřováním pacienta na ECMO. Z odpovědí je zcela zřejmý zájem o stálou přítomnost perfuziologa ve zdravotnickém zařízení, a to jak ve skupině NELZP, kteří mají osobní zkušenost s péčí o pacienta na ECMO i u NELZP, kteří zatím o pacienta na ECMO nepečovali. Nulová hypotéza nebyla zamítnuta.

Preference přítomnosti perfuziologa ve zdravotnickém zařízení je naprosto jednoznačná i v řadách lékařů. Všichni tázání by uvítali, aby byl perfuziolog přítomen ve zdravotnickém zařízení nepřetržitě. Respondent 1 zmiňoval praktickou stránku věci: *„jste čtyři perfuziologové, a to nevím, jak by vyšlo“*.

V dalších výrocích byla respondentům nabídnuta myšlenka vzdělávání sester a tréninku péče o pacienta s ECMO formou „periodického semináře“, souhlasilo 59 % a spíše souhlasilo 32 % dotazovaných, a možnost vytvoření pozice „ECMO specialista“, v rámci které by studiem certifikovaného kurzu nabyli jasně stanovené kompetence v souvislosti s ECMO metodou. Také převažovala souhlasná stanoviska, bylo zaznamenáno 40 % odpovědí *určitě ano* a 37 % odpovědí *spíše ano*. Možnost *určitě ne* neuvedl nikdo. Z uvedeného je zřejmý velký zájem NELZP o vzdělávání ohledně metody ECMO (Přílohy, Graf č. 33).

Lékaři při provedeném rozhovoru reagovali také na výrok, zda si myslí, že by NELZP měli mít pravidelné školení o ECMO metodě. Všichni respondenti by tuto možnost uvítali. Společnost ELSO (Guidelines for ECMO Centers, 2014, s. 6) doporučuje jako výrazný bezpečnostní prvek zavedení nouzového cvičení, které řeší všechny akutní a emergentní problémy. Mělo by být prováděno celým zdravotnickým týmem v pravidelných intervalech.

Při výroku č. 21 „V naší nemocnici je ECMO metoda zvládnutá a další opatření nejsou nutná“ se názor NELZP opět rozchází, jak dokumentuje graf č. 21. Žádná další opatření pro dané zdravotnické zařízení nejsou nutná podle šesti (6 %) respondentů. K tomuto názoru se přiklání dalších 38 respondentů (40 %). Naproti tomu 9 dotazovaných (10 %) tvrdí, že nejsou spokojeni s tím, jak je metoda ECMO zajišťována a dalších 22 respondentů také s nimi spíše souhlasí (24 %). Celá pětina zdravotníků odpověděla *nevím*.

Reakce na poslední výrok se značně různily i v řadách lékařů. Podle jednoho lékaře metoda určitě zvládnutá není, další dva lékaři se k tomuto názoru přiklánějí. Jeden respondent si myslí, že metoda je spíše zvládnutá a není třeba nic měnit.

V poslední části dotazníkového šetření byla zdravotníkům nabídnuta možnost vzdělání o metodě ECMO, a to dvěma způsoby. V položce č. 22 šlo o vzdělání formou „periodického semináře“, položka č. 23 předpokládá vytvoření certifikovaného kurzu anebo specializačního vzdělávání pro pozici „ECMO specialista“. Zatím co pravidelný seminář by chtělo absolvovat celých 90 % respondentů, o absolvování dalšího vzdělávání a nabytí kompetencí a tím větší odpovědnosti má zájem 40 % respondentů. V souvislosti s možností stát se „ECMO specialista“ byla většina odpovědí *spíše ne/určitě ne* (54 %). Vytvořením výukového modelu ECMO pro trénink a simulaci problémových situací, který by v takovém vzdělávacím programu bylo možné využít, se dlouhodobě zabírají vědci Ježek a Doležalová z Českého vysokého učení technického (Ježek, 2014, s. 82). Toto dotazování nabízí porovnání odpovědí zdravotníků na rozhraní „měla by vzniknout pozice ECMO specialista“, kde souhlasí 77 % respondentů, ale v případě vytvoření takové pozice je ochotno „studovat a stát se „ECMO specialista“ pouze 40 % respondentů.

Byla vyslovena druhá hypotéza: Míra zájmu o absolvování periodického semináře o metodě ECMO nezávisí na zkušenosti s ošetřováním pacienta na ECMO. Respondenti se zkušenostmi s ECMO metodou měli vyšší podíl odpovědi určitě ano, zatímco respondenti bez zkušeností měli vyšší podíl odpovědi spíše ano. Protože rozdíly nebyly významné,

nebyla nulová hypotéza zamítnuta. Je patrný vysoký zájem respondentů absolvovat „periodický seminář“.

Třetí hypotéza byla položena takto: Míra zájmu o absolvování certifikovaného kurzu o metodě ECMO nezávisí na zkušenosti s ošetřováním pacienta na ECMO. Respondenti se zkušenostmi s ECMO metodou měli výrazně vyšší podíl odpovědi *určitě ano*, zatímco respondenti bez zkušeností měli výrazně vyšší podíl odpovědi *spíše ano*. Celkově nebyly tyto rozdíly statisticky významné, a proto nebyla nulová hypotéza zamítnuta.

Dalším cílem práce bylo konkretizovat rizika metody ECMO ve zdravotnickém zařízení. Detekované okruhy rizik analyzovat v rozhovoru s lékaři a navrhnout vhodné opatření k eliminaci rizik.

Při hodnocení jednotlivých definovaných okruhů rizik byla lékaři při rozhovoru přirazena souhrnně minimálně střední míra rizika, i když jednotlivě byla uváděna celá škála hodnot od 1 do 5. Velká variabilita udělených hodnot míry rizika byla nejspíše zapříčiněna rozdílem v obvyklé indikaci pacienta a používané modifikaci ECMO okruhu na pracovišti konkrétního lékaře. Nejvyšší možnou míru rizika v souvislosti s výsledkem metody uváděli shodně 3 respondenti u „Riziko prolongovaného startu metody z důvodu nedostupnosti ECMO týmu.“ Nejčastěji navrhovaným opatřením k eliminaci tohoto rizika bylo zajištění stálé přítomnosti perfuziologa ve zdravotnickém zařízení. Respondent 1 uvádí: *„Přítomnost perfuziologa 24 hodin denně, ten perfuziolog je proto základní, vždycky je tady nějaký intenzivista, vždycky je tady nějaký kardiolog, instrumentárky by se daly v nouzi nahradit silou z oddělení, z emergency.“* Stanovení průměrného pořadí rizik pomocí metody FMEA na základě uvedených hodnot míry rizika a četnosti potvrdilo, že toto riziko je vnímáno lékaři jako nejvyšší. U „Riziko prolongovaného startu z důvodu zdlouhavé indikace“ zmiňují respondenti opakovaně nastavení jasných indikačních kritérií k metodě ECMO. Je nutno ale vzít v úvahu jedinečnost každého případu. Zkušenosti z různých center ukazují, že i při traumatických zástavách oběhu v rozporu s indikačními doporučeními má v některých případech ECMO smysl (Mendonca, 2019, s. 229). Výborné výsledky uvádějí autoři i u požití ECMO při emergentním zajištění dětí po aspiraci cizích těles (Anton – Martin, 2019).

„Riziko prolongace startu metody z důvodu nemožnosti zajistit cévní vstupy“ označili lékaři jako střední. Přínosem v této oblasti je používání ultrazvukové navigace při kanylaci cévy (Ahn, 2018, s. 520).

U dalších pojmenovaných rizik respondenti shodně mluvili o výhodách přítomnosti perfuziologa při transportu a při ošetrovatelské péči o pacienta na ECMO. V souvislosti s „rizikem pozdní detekcí komplikace metody“ a „nesprávné interpretace dat“ byla zmiňována edukace personálu jako nejdůležitější intervence při eliminaci těchto rizik. Autoři „Pozičního dokumentu ELSO“ vyjadřují názor, že „Každé středisko ECMO by mělo mít dobře definovaný program pro ECMO: školení lékaře a personálu, certifikace a re-certifikace.“ (Abrams a spol., 2018, s. 718) Uvádějí také, že člen týmu, který nepřišel do kontaktu s ECMO po dobu delší než 3 měsíce, by měl absolvovat opět re-certifikační kurz. Tyto podmínky se zdají být přísné, ale dle našeho mínění metoda ECMO takovéto opatření vyžaduje.

„Riziko selhávání metody z důvodu nesprávné péče o přístroj a komponenta“ je podle respondentu nejnižší a je eliminováno tím, že technicky zajišťuje servis tým perfuziologů. Myslíme si, i s ohledem na výsledky dotazníkového šetření v otázce kompetencí NELZP, že by měl být personál proškolen ve smyslu „úkony, které v souvislosti s ECMO sestry provést musí, které v případě potřeby provést mohou a co dělat nesmějí“ (Annich et al., 2012, s. 491).

Ve druhé části rozhovorů všichni lékaři vyjádřili, že je pro jejich pracoviště ECMO podpora přínosem, že ji na svém pracovišti chtějí poskytovat a že považují svoje pracoviště za schopné poskytnout pacientovi s ECMO adekvátní péči. Všichni jsou také více – méně se zavedeným ECMO servisem spokojeni, ale jednoznačně by uvítali, ale dané zdravotnické zařízení disponovalo perfuziologem na pracovišti v nepřetržitém provozu. Všichni lékaři by uvítali cyklické školení o metodě ECMO pro NELZP, všichni projevíli zájem o konání seminářů také pro lékaře, s prezentací výsledků ECMO metody u jednotlivých pacientů. V reakci na vznik pozice „ECMO specialista“ byla respondentem 4 zmíněna rozvaha České kardiologické společnosti o formulování ECMO specializace pro lékaře. Většina respondentů souhlasila s vyčleněním „ECMO specialisty“ z řad NELZP.

Použití VA-ECMO jako záchranné léčby pro obnovení spontánního oběhu (ROCS) se stává běžnou praxí. Výsledky této techniky se ale mohou jevit jako nepřesvědčivé (mortalita 60 – 80 %), což zdůrazňuje nutnost výběru správné indikace u správného

pacienta (Vojáček, 2016, s. 115). Dalším aspektem maximalizace úspěchu V-A ECMO je dokonalé pochopení principu mimotělního oběhu. Podpora VA-ECMO by proto měla být používána týmy s dostatečnými zkušenostmi a zahájena po důkladné multidisciplinární diskusi o pacientově anamnéze, patologii a předpokládaném vývoji onemocnění (LeGall, 2017, s. 261).

Predikovat riziko ECMO metody u dospělých pacientů pomocí skórovacích systémů zůstává problematické. Důvodem je nedostatek případů v jednotlivých centrech na vytvoření rizikového modelu, rychlý vývoj postupů a také velké rozdíly v praxi jednotlivých center. Poskytovatelé zdravotní péče se i nadále snaží obecně určit, kteří pacienti jsou „optimálními“ kandidáty na ECMO. Světově rozšířené skórovací systémy „PRESET“ a „RESP“ mají také značná omezení, nicméně jejich použití by mělo umožnit lepší stratifikaci rizika ECMO (Mazzeffi, 2019, s. 918). V českých podmínkách byla autorkou Dirgisovou navržena klinická aplikace pro výpočet predikce úspěchu ECMO u pacientů s respirační dysfunkcí či plicním selháním. Testování tohoto systému proběhlo ve Fakultní nemocnici v Ostravě a je tam nadále využíváno (Dirgisová, 2018, s. 51).

Náš pohled na přínos metody ECMO ovlivňují výsledky publikovaných i probíhajících studií. Randomizace studií, která zajišťuje její validnost, je ale z etického hlediska mnohdy problémem. Často je slyšet názor, že potenciálně život zachraňující zákroky by neměly být randomizovány a každý, kdo má naději na záchranu léčbou ECMO by jí měl dostat. Dalším etickým problémem je odpojení pacienta v případě ztracení naděje na uzdravení či na dožití se cílové terapie. Nastává situace, kdy ECMO vlastně brání tomu, aby pacient umřel. Kdo v těchto případech „rozhoduje“? (Schellongowski, 2018, s. 2251) Nezbytné je plánování péče již dopředu, spolu se zavedením etických konzultací v konfliktních situacích. V podmínkách daného zdravotnického zařízení byl zřízen krizový intervent, který je dostupný nepřetržitě. Výhodou je dostupnost duchovní a paliativní péče.

Diskutovaná je i finanční náročnost ECMO metody. Fichtl obhájil v roce 2015 diplomovou práci s názvem Ekonomická analýza ECMO terapie. Na zkoumaném vzorku pacientů z Všeobecné fakultní nemocnice v Praze zjistil nákladovost terapie v rozpětí 711 711-1 171 504 Kč, v závislosti na typu používaného přístroje a klinice, kde je pacient hospitalizován. Existují indikace, kde je nákladovost únosná a poměrně efektivní, jako taková se mu jeví indikace u pediatrických pacientů z důvodu respiračního selhání (Fichtl, 2015). Metoda ECMO je nepochybně velmi nákladnou terapií, ale ve většině případů je

jedinou nadějí na přežití. Velmi autentické výpovědi pacientů, kteří kritický stav překlenuli pomocí ECMO podpory nás ujišťují, že i jeden zachráněný život, který by jinak vyhasnul, za to stojí. V roce 2017 vznikl v České republice spolek „znovudoživota“, který sdružuje osoby po srdeční zástavě s nutností léčby pomocí mechanické orgánové podpory. Klade si za cíl poskytovat osobám po srdeční zástavě i jejich rodinám konzultace a pomoc a zvýšit povědomí veřejnosti o této metodě.

Světovým trendem je zvyšování kvality a bezpečí, které si žádá revizi procesů a jejich aktualizaci tak, aby péče o pacienta byla co nejefektivnější. Naše práce se v souladu s touto myšlenkou zaměřila na aktuální podmínky poskytování ECMO podpory v daném zdravotnickém zařízení. Pojmenovali jsme rizikové situace, určili možnosti řešení těchto situací a identifikovali potřebu zdravotníků vést diskuzi o způsobech, jak optimalizovat ECMO program v daném zdravotnickém zařízení.

ZÁVĚR

Poskytování ECMO metody je záležitost finančně nákladná, technicky i logisticky náročná a přináší řadu komplikací. Vyžaduje si speciálně vyškolený personál z řad lékařů i nelékařů a úzkou mezioborovou spoluprací – specialistu na intenzivní medicínu, perfuziologa, dále kardiologa a kardiochirurga. I přesto se stává standardní součástí léčby kriticky nemocných pacientů. Výrazně k tomu přispívá zdokonalování samotných přístrojů - nejnovější modely jsou malé, kompaktní, s jednodušší obsluhou a s možností automaticky monitorovat množství parametrů.

Teoretická část se zabývá vývojem podpory ECMO, historickým přehledem i argumentací důvodů, proč je metoda i přes svoji náročnost rozšířená. Značná část je věnována popisu přístroje a jednotlivých komponent, obšírnému popisu a řešení komplikací, které mohou nastat u pacienta i které mohou být technického rázu. Samostatnou kapitolu tvoří specifika péče o pacienta na ECMO. Obsahuje i ucelenou interpretaci kompetencí obsluhy ECMO metody v podmínkách českých zdravotnických zařízení. Teoretická část může sloužit jako studijní materiál pro zdravotníky, kteří se setkávají s metodou ECMO.

V práci jsme pojmenovali rizika metody a prostřednictvím výzkumného šetření hledali optimální zajištění metody ECMO pro efektivní řízení rizik, které s sebou metoda nese. Na základě výsledků šetření byl vytvořen a vedení zdravotnického zařízení předán soubor doporučení pro praxi. Dokument nemohl být vzhledem k citlivosti údajů součástí práce.

Dalším výstupem práce bude prezentace výsledků šetření na konferenci Českého spolku pro mimotělní oběh. Výsledky budou také prezentovány na konferenci ošetřovatelství „Cesta poznávání a vzdělávání v ošetřovatelství X.“.

Po vyslechnutí připomínek odborné komise mohou být výsledky šetření eventuálně předány také Českému spolku pro mimotělní oběh, který zajišťuje vzdělávání odborníků pro mimotělní techniky, s návrhem vytvoření dalšího vzdělávání pro NELZP v oboru „ECMO specialista“.

ECMO je technologicky závislá terapie využívaná u kriticky nemocných pacientů. Úspěšný výsledek použití této metody je vysoce závislý na bezpečnosti programu ECMO,

proto je neustálé aktivní zvyšování úrovně znalostí a dovedností v zájmu pacientů i zdravotníků.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. **ABRAMS, D. et al.** Position paper for the organization of ECMO programs for cardiac failure in adults. *Intensive Care Medicine* . [on line] 2018, 44, 717–729. [cit. 2019-01-29]
Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s00134-018-5064-5>
2. **ANNICH, G., LYNCH, W., MACLAREN, G., WILSON, J., et R. BARTLETT.** *ECMO: extracorporeal cardiopulmonary support in critical care* (4th ed.)2012. Ann Arbor: Extracorporeal Life Support Organization.
3. **AHN, J., LEE J., JOO K., YOU Y., RYU S., LEE J. et S. KIM** . Point-of-Care Ultrasound-Guided Percutaneous Cannulation of Extracorporeal Membrane Oxygenation: Make it Simple. *Journal of Emergency Medicine*. [on line] 2018, 54(4), 507-513[cit. 2019-01-29] DOI: 10.1016 / j.jemermed.2017.12.013
4. **ANTON-MARTIN, P., BHATTARAI P., RYCUS P., RAMAN L., et R. POTERA.** The Use of Extracorporeal Membrane Oxygenation in Life-Threatening Foreign Body Aspiration: Case Series, *Review of Extracorporeal Life Support Organization Registry Data, and Systematic Literature Review*. [on line] 2019, 14. pii: S0736-4679(19)30051-4. [cit. 2019-01-29 DOI: 10.1016/j.jemermed.2019.01.036
5. **ARGUDO, Eduard, RIERA Jordi, DIAZ Candido, ENCINA Belen, NAVARRO Ana Maria, JUVANTENY Marta, HUMET Anna, ZAFRA Isabel, GALLART Elisabet et Ricard FERRER.** Pitfalls of servo control during ECMO. Key role of the ECMO team for a safe run. *Perfusion*. 2018. 33(IS), s. 146
6. **ATTHASIT, K., RYUZO A., TATEISHI Y., TAKAHASHI Y., GOTO Y., WADA K., FURUKAWA Y., SUGIURA A., IMAEDA T., SUGA N., HATTORI N., et SHIGETO ODA.** (2019) Establishing extracorporeal membrane oxygenation team increased number of patients and improved data recording. *Journal of Intensive Care*. [on line] 2019, 7(1). [cit. 2019-02-27] Dostupné z: <https://doi.org/10.1186/s40560-019-0366-4>

7. **BARTŮNĚK, Petr, JURÁSKOVÁ Dana, HECZKOVÁ Jana a Daniel NALOS**, ed. *Vybrané kapitoly z intenzivní péče*. Praha: Grada, 2016. Sestra. ISBN 978-802-4743-431.

8. **BELOHLAVEK, J., KUCERA K., JARKOVSKY J., FRANEK O., POKORNA M., DANDA J., SKRIPSKY R., KANDRNAL V., BALIK M., KUNSTYR J., HORAK J., SMID O., VALASEK J., MRAZEK V., SCHWARZ Z. et A. LINHART**. 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(163) [cit. 2019-03-17] DOI: 10.1186/1479-5876-10-163. Dostupné z <https://translate.google.com/translate?hl=cs&sl=en&u=https://clinicaltrials.gov/ct2/search&prev=search>

9. **BLUMENSTEIN, J., LEICK J., LIEBETRAU C.**, 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] 2015, [cit. 2019-03-22]. DOI: 10.1177/2048872615612454. ISSN 20488726. Dostupné z: <http://acc.sagepub.com/lookup/doi/10.1177/2048872615612454>

10. Databáze Kardiochirurgického oddělení Fakultní nemocnice Plzeň , 2019, formát Microsoft Excel, pořízena z nemocničního informačního systému WinMedicalc

11. **DEBATY, Guillaume, BABAZ Valentin, DURAND Michel, CHEVRONNAY Lucie Gaide, FOURNEL Emmanuel, BLANCHER Marc, BOUVAIST Hélène, CHAVANON Olivier, MAIGNAN Maxima, BOUZAT Pierre, ALBALADEJO Pierre et LABARÈRE José**. Prognostic factors for extracorporeal cardiopulmonary resuscitation recipients following out-of-hospital refractory cardiac arrest. A systematic review and meta-analysis. *Resuscitace* [on-line]. 2017. 112, 1-10[cit.28.4.2018]. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2016.12.011>

12. Double lumen kanyla. [online]. [citováno 2018-11-17].
Dostupné z: <http://www.arcothova.com/2017/02/07/tres-interessante-revue-dexperts-lecmo-vv/>
13. ECMO přístroj a komponenta. [online]. [citováno 2018-11-17]. Dostupné z: <https://ecmo-ecls.org/technical-information/>
14. **FICHTL, Jaromír**. Ekonomická analýza ecmo terapie. Magisterská práce. Praha, 2015.
15. **FLETCHER, K., CHAPMAN R. et S. KEENE**. An overview of medical ECMO for neonates. *Seminars in Perinatology*. [online] 2018, 42(2), 68-79[cit. 2019-02-18] DOI: 10.1053/j.semperi.2017.12.002 Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29336834>
16. **FLETCHER-SANDERSJÖÖ, Alexander, THELIN Eric Peter, BARTEK Jiri JR., ELMI-TERANDER Adrian, BROMAN Mikael et Bo-Michael BELLANDER**. Management of intracranial hemorrhage in adult patients on extracorporeal membrane oxygenation (ECMO): An observational cohort study. *Public library of science* [online]. 2017, 12(12), 1-17 [cit. 2018-04-23]. DOI: 10.1371/journal.pone.0190365. ISSN 19326203.
17. **FRIEDLOVÁ, Karolína**. Bazální stimulace® pro pečující, terapeuty, logopedy a speciální pedagogy: praktická příručka pro pracující v sociálních službách, dlouhodobé péči a ve speciálních školách. Tábor: Asociace poskytovatelů sociálních služeb ČR, 2015. ISBN 978-80-904668-9-0.
18. **GÜRCÜ, Mustafa Emre, ERKILINÇ Atakan, ŞAVLUK Ömer Faruk, GÜZELMERİÇ Füsün, CEVIRME Deniz**, et Servet İZCI. Implantation of ECMO Instead of Left Ventricular Assist Device Because of Right Atrial Thrombus Detected by Intraoperative Transesophageal Echocardiography. *Journal of the Society of Thoracic Carido-Vascular Anaesthesia* [online]. 2016, 22(3), 121-124 [cit. 2018-04-23]. DOI: 10.5222/GKDAD.2016.121. ISSN 13015680.

<http://web.b.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=12&sid=d6e2c29f-96ab-42d6-9700-6af28746957c%40sessionmgr120&bdata=Jmxhbmc9Y3Mmc2l0ZT1laG9zdC1saXZI#AN=118088269&db=asn>

19. **HABALOVÁ, J., KANTA M., EHLER E., NÁHLOVSKÝ J., a M. BARTOŠ**. Využití regionální mozkové oxymetrie jako neinvazivní metody ke sledování pacientů v neurointenzivní péči. *Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie*. [on line] 2010; 73/106(3): 285-293[cit. 2019-01-20].

Dostupné z: http://www.csnn.eu/ceska-slovenska-neurologie-clanek/vyuziti-regionalni-mozkove-oxymetrie-jako-neinvazivni-metody-ke-sledovani-pacientu-v-neurointenzivni-peci-33816?confirm_rules=1

20. Harlekýnský syndrom. [online]. [citováno 2018-11-17]. Dostupné z: <http://www.learnecmo.com/va-ecmo>

21. **HÁJKOVÁ, Pavlína, BOSMAN Roman, HÁJEK Tomáš, SVOBODA Karel a Martin STASZKO**. Zkušenosti s ohříváním podchlazených nemocných. Česká lékařská společnost J. Ev. Purkyně, Spolek lékařů v Plzni, ústní sdělení na Odborné večery spolku lékařů, 2005

22. **HILL, D. , O'BRIEN T. , MURRAY J. , DONTIGNY L. , BRAMSON M. , ACGI, OSBORN J. et F. GERBODE**. Prolonged extracorporeal oxygenation for acute post-traumatic respiratory failure (shock-lung syndrome) use of the Bramson membrane lung. *The New England Journal of Medicine*. [online] 1972; 286:629-634[cit. 2019-03-20].

DOI: 10.1056 / NEJM197203232861204Prolonged

Dostupné z: <https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJM197203232861204>

23. **HORKÝ, J. Studie OHCA: Míra přežití je vyšší, než se čekalo. Tep, zpravodaj ZZS HMP**. [on line] 2017. [cit. 2019-03-10]

Dostupné z: <https://tep.zzshmp.cz/tep-zpravodaj-zzshmp-11-2017/studie-ohca-mira-preziti-je-vyssi-nez-se-cekalo/>

24. **HOUDEK, F.** Srdce na sále: 60 let mimotělního oběhu. *Kapitoly z kardiologie pro praktické lékaře*. 2012.

25. **HROMÁDKA, Milan, KARVUNIDIS Thomas a Richard ROKYTA** . Kardiogenní a septický šok při akutním infarktu myokardu. *Intervenční a akutní kardiologie*. 2015, 14(4), 148-153. ISSN 1213-807X.

Dostupné z: <http://www.iakardiologie.cz/archiv.php>

<https://www.medvik.cz/bmc/view.do?cgid=1105644&ctype=iso>

26. **HRUBÁ, Eva**. Pacient s extrakorporální membránovou oxygenoterapií. Diplomová práce. Brno, 2018

27. **HYOUNG, K. and P. SUNGHOON**. Blood Transfusion Strategies in Patients Undergoing Extracorporeal Membrane Oxygenation. *Korean Journal of Critical Care Medicine* .[on line] 2017; 32(1): 22-28. [cit. 2019-03-09]DOI: <https://doi.org/10.4266/kjccm.2016.00983>

28. **JEŽEK, Filip, DOLEŽALOVÁ Anna a Marek Mateják**. Vývoj modelu pro výukovou aplikaci ECMO. *Medsoft: sborník příspěvků*. [online]. Praha, 2012. [cit. 2019-03-27]http://www.creativeconnections.cz/medsoft/2014/Medsoft_2014_Jezek.pdf

29. **CHEN, Yih-Sharng, LIN Jou-Wei, YU Hsi-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. 2019-03-20]. DOI: 10.1016/S0140-6736(08)60958-7. ISSN 01406736. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0140673608609587>

30. **KAPOUNOVÁ, Gabriela**. *Ošetrovatelství v intenzivní péči*. Praha: Grada, 2007. Sestra. ISBN 978-80-247-1830-9.

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

32. **KETTNER, Jiří.** Mechanické podpory srdce a oběhu. Postgraduální medicína. *Kardiologie.* 2017, 19 (Příl. 1), 77-84. ISSN 1212-4184.

<https://www.medvik.cz/bmc/view.do?cgid=1231505&ctype=iso>

33. **KUNEŠ, Petr.** Interleukin-10 a protizánětlivá odpověď v kardiochirurgii. *Praktický lékař.* 2001; (10), 555-560 Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/prakticky-lekar/2001-10/interleukin-10-a-protizanetliva-odpoved-v-kardiochirurgii-25042>

34. **LAZZERI C., G. CIANCHI, T. MAURI, et al.** A novel risk score for severe ARDS patients undergoing ECMO after retrieval from peripheral hospitals. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica.* [online]. 2018, 62(1), 38-48 [cit. 2018-04-23]. DOI: 10.1111/aas.13022. ISSN 00015172.

35. **LE GALL, Arthur, FOLLIN Arnaud, CHOLLEY Bernard, MANTZ Jean, AISSAOUI Nadia et Romain PIRRACCHIO.** Venous-arterial-ECMO in the intensive care unit: From technical aspects to clinical practice. *Anaesthesia, critical care & pain medicine.* 2017. ISSN: 2352-5568, 37(3), 259-268
<http://doi.org/10.1016/j.accpm.2017.08.007>

Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352556817300590>

36. **LONSKÝ, Vladimír.** *Mimotělní oběh v klinické praxi.* 1.vyd. Praha: Grada, 2004. ISBN 80-247-0653-9.

37. **MARHONG, Jonathan, DEBACKER Julian, VIAU-LAPOINTE Julien, MUNSHI Laveena, DEL SORBO Lorenzo, BURRY Lisa, FAN Eddy, et Sangeeta MEHTA.** Sedation and Mobilization During Venovenous Extracorporeal Membrane Oxygenation for Acute Respiratory Failure: An International Survey. *Critical Care Medicine* [online]. 2017, 45 (11),1893-1899. DOI: <https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000002702>

38. Ministerstvo zdravotnictví České republiky. Vzdělávací program specializačního vzdělávání v oboru Perfuziologie. [online] Dostupné z: <http://www.mzcr.cz/Admin/Soubor.ashx?souborID=19081&typ=application/pdf&nazev=P%C5%99%C3%ADloha+%C4%8D.+58+-+Perfuziologie.pdf>

39. MAQUET Cardiopulmonary AG. Uživatelská příručka podpurný systém mimotělního oběhu Cardiohelp, verze 1.02, 2013.

40. **MLEJNSKÝ, F.** Současné možnosti použití centrifugálního čerpadla v kardiochirurgii. Autoreferát disertační práce. Praha, 2016

41. **MUSIAŁ, Robert, OCHOŃSKA Krystyna, PROC Andrzej, STOLIŃSKI Jarosław , PLICNER Dariusz , KAPELAK Bogusław et Rafał DRWIŁA.** Venoarterial extracorporeal membrane oxygenation as cardiogenic shock therapy support in adult patients after heart surgery. *Polish Journal of Thoracic* [online]. 2017, 14(1), 32-36 [cit. 2018-04-23]. DOI: 10.5114/kitp.2017.66927. ISSN 17315530.

<http://web.b.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=10&sid=d6e2c29f-96ab-42d6-9700-6af28746957c%40sessionmgr120&bdata=Jmxhbmc9Y3Mmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#AN=122433473&db=asn>

42. **NAIR P., D. AUSTIN, S. KERR, S. AL-SOUFI, M. CONNELLAN et P. SPRATT.** (692) - Infectious Complications in Extracorporeal Membrane Oxygenation (ECMO) Patients. *Journal of Heart* [online]. 2016, 35, S254 [cit. 2018-04-23]. DOI: 10.1016/j.healun.2016.01.721. ISSN 10532498.

<http://web.b.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=8&sid=d6e2c29f-96ab-42d6-9700-6af28746957c%40sessionmgr120&bdata=Jmxhbmc9Y3Mmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#AN=114574629&db=asn>

43. **OLDŘICHOVÁ, L.** Když je ECMO denní rutina. *Medical tribune*. [on line] 2018, 16. [cit. 2019-01-05]

Dostupné z: <https://www.tribune.cz/clanek/43648-kdyz-je-ecmo-denni-rutina>

44. Organizace na mimotělní podporu života (ELSO). Směrnice ELSO. 2019 [online]. Ann Arbor,ELSO[cit.2019-02-12]. Dostupné z:

<https://www.else.org/Resources/Guidelines.aspx> .

45. **OŠŤÁDAL, Petr, BĚLOHLÁVEK Jan, BALÍK Martin a Hynek ŘÍHA.** ECMO: extrakorporální membránová oxygenace : manuál pro použití u dospělých. 2. aktualizované vydání. Praha: Maxdorf, 2018. Jessenius. ISBN 978-80-7345-591-0.

46. **PAŘENICA, Jiří.** Zánětlivá reakce a akutní poškození ledvin u pacientů s akutním infarktem myokardu komplikovaným kardiogenním šokem. Habilitační práce. Brno 2015

47. **PEEK, G., MUGFORD M., TIRUVOIPATI R., WILSON A., ALLEN E., THALANANY M., HIBBERT C., TRUESDALE A., CLEMENS F., COOPER N., FIRMIN R. et D. ELBOURNE.** Efficacy and economic assessment of conventional ventilatory support versus extracorporeal membrane oxygenation for severe adult respiratory failure (CESAR): a multicentre randomised controlled trial. *The Lancet*. [online]. 2009, 374 (9698), 1351-1363. [cit. 2019-02-10] DOI: 10.1016/S0140-6736(09)61069-2 Dostupné z: <https://ueaeprints.uea.ac.uk/28697/>

48. **PÉREZ, Javier, CARMONA Immaculada, CUZCO Cecilia et Laura ZAMORA.** Nursing care to avoid complications derived from ECMO therapy. *Perfusion*. 2018. 33(IS), s. 154-155

49. **PINKASOVÁ, Dagmar.** Vliv celoživotního vzdělávání na osobní a profesní život všeobecných sester. Diplomová práce. Příbram, 2012

50. **PLEVOVÁ, Ilona.** Management v ošetrovatelství. Praha: Grada, 2012. Sestra (Grada). ISBN 978-80-247-3871-0.

51. **POLÁK, Martin.** Urgentní příjem: nejčastější znaky, příznaky a nemoci na oddělení urgentního příjmu. Druhé, přepracované a doplněné vydání. Praha: Mladá fronta, 2016. Edice postgraduální medicíny. ISBN 978-80-204-3939-0.

52. **PUNCH, Keith.** Základy kvantitativního šetření. Praha: Portál, 2008. ISBN 978-80-7367-381-9.

53. **RIDER A., SCHREINER R. et A. UNDAR.** Pulsatile Perfusion During Cardiopulmonary Bypass Procedures in Neonates, Infants, and Small Children. *American Society for Artificial Internal Organs:1992*. [online] 2007, 53(6), 706-9 [cit. 2019-02-12]
DOI: 10.1097 / MAT.0b013e318158e3f9 Dostupné z:
https://www.researchgate.net/publication/5805054_Pulsatile_Perfusion_During_Cardiopulmonary_Bypass_Procedures_in_Neonates_Infants_and_Small_Children

54. **RICHARDSON, Alexander C., SCHMIDT Matthieu, BAILEY Michael, PELLEGRINO Vincent A., RYCUS Peter T, et David V. PILCHER.** ECMO Cardio-Pulmonary Resuscitation (ECPR), trends in survival from an international multicentre cohort study over 12-years. *Resuscitation* [online]. 2017, 112, 34-40 [cit. 2018-04-23].
DOI: 10.1016/j.resuscitation.2016.12.009. ISSN 03009572.
<http://web.b.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=20&sid=d6e2c29f-96ab-42d6-9700-6af28746957c%40sessionmgr120&bdata=Jmxhbmc9Y3Mmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#AN=121132469&db=asn>

55. Řídící jednotka ECMO. [online]. [citováno 2018-11-17]. Dostupné z:
https://www.medgadget.com/2008/11/cardiohelp_worlds_smallest_bypass_machine.html

56. **SANGALLI F., PATRONITI N. et A. PESENTI.** ECMO- History of extracorporeal life support in adults. Springer, Milano 2014 *Ecmo-extracorporeal life support in adults*. 2014, New York: Springer, ISBN 978-88-470-5426-4.
DOI: https://doi.org/10.1007/978-88-470-5427-1_1

57. **SCOTT B. H. , KELLY R. E., FOGLIA R. P., BARCLIFF L. et L. PETZ.** Decreasing transfusion exposure risk during extracorporeal membrane oxygenation (ECMO). *Transfusion Medicine*. 1992 2: 43-49. doi:10.1111/j.1365-3148.1992.tb00133.x
<https://onlinelibrary.wiley.com/action/showCitFormats?doi=10.1111%2Fj.1365-3148.1992.tb00133.x>

58. **SHIN TAE GUN, JO IK JOON, SIM MIN SEOB, 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>

59. **SCHEEREN, T. W., SCHOBER P. et L. SCHWARTE.** Monitoring tissue oxygenation by near infrared spectroscopy (NIRS): background and current applications. *Journal of clinical monitoring and computing*. 2012. 26(4), 279-87.

DOI: 10.1007/s10877-012-9348-y

60. **SCHELLONGOWSKI P., COMBES A. et M. MØLLER.** Focus on extracorporeal life support. *Intensive Care Medicine*. [online] 2018, 44(12), 2251-2253. [cit. 2019-03-12] DOI <https://doi.org/10.1007/s00134-018-5465-5>

61. Schéma zapojení ECMO. [online]. [citováno 2018-11-17]. Dostupné z: <https://www.maquet.com/>

62. **SCHRAVEN L., KAESLER A., FLEGE Ch., Kopp R., Schmitz-Rode T., Steinseifer U. et J. ARENS.** Effects of Pulsatile Blood Flow on Oxygenator Performance. *Artificial Organs*. [online] 2018, 24(2) [cit. 2019-02-12] DOI: 10.1111 / aor.13088 Dostupné z https://www.researchgate.net/publication/323151765_Effects_of_Pulsatile_Blood_Flow_on_Oxygenator_Performance_EFFECTS_OF_PULSATILE_BLOOD_FLOW

63. **SINGAL Rohit K., SINGAL Deepa, BEDNARCZYK Joseph, LAMARCHE Yoan, SINGH Gurmeet, RAO Vivek, KANJI Hussein, ARORA Rakesh C., MANJI Rizwan A., FAN Eddy et NAGPAL Dave.** Current and Future Status of Extracorporeal Cardiopulmonary Resuscitation for In-Hospital Cardiac Arrest. *Canadian Journal of Cardiology* [on-line]. 2017. 33(1),51-60[cit.28.4.2018]. Dostupné prostřednictvím ScienceDirect. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cjca.2016.10.024>

64. **SIMEK, Martin, ZUSCICH Ondrej, LANGOVA Katerina, CHUDOBA Adam, HAJEK Roman, HUTYRA Martin, KLEMENTOVA Olga, SANTAVY Petr et Vladimír LONSKY.** Extracorporeal membrane oxygenation at the University hospital of Oomouc. Establishing a service and results. *Perfusion*, 2018. 33(IS), 166-167
65. **SORBO Lorenzo, FAN Eddy et Sangeeta MEHTA.** Sedation and Mobilization During Venovenous Extracorporeal Membrane Oxygenation for Acute Respiratory Failure: An International Survey *Critical Care Medicine*. [on line] 2017, 45(11), 1893–1899. [cit. 2019-03-09] DOI: 10.1097 / CCM.0000000000002702
66. Standardní postup SNL/DOS/SOP/092/01, Ošetrovatelská péče o pacienta napojeného na ECMO podporu, FN Plzeň, 2016
67. **SVEJKOVSKÁ, Marie.** Mechanická srdeční podpora z pohledu sestry [online]. Brno, 2017 [cit. 2019-03-22]. Dostupné z: <https://theses.cz/id/o7edj0/>
68. **ŠEVČÍK, Pavel a Martin MATĚJOVIČ, a spol.** Intenzivní medicína. 3., přepracované a rozšířené vydání. Praha: Galén, c2014. ISBN 978-80-7492-066-0.
69. **ŠOUPAL, J.** Extrakorporální membránová oxygenace u pacientů v kritickém stavu. Bakalářská práce. Pardubice, [online]. 2016.
Dostupné z: <http://docplayer.cz/31496575-Univerzita-pardubice-fakultazdravotnickych-studii.html>
70. **ŠUPŠÁKOVÁ, Petra.** Řízení rizik při poskytování zdravotních služeb: manuál pro praxi. Praha: Grada Publishing, 2017. ISBN 978-80-271-0062-0.
71. **ŠVARÍČEK, Roman a Klára ŠEĐOVÁ.** Kvalitativní výzkum v pedagogických vědách. Vyd. 2. Praha: Portál, 2014. ISBN 978-80-262-0644-6.
72. Zákon č. 372/2011 Sb., Zákon o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování (zákon o zdravotních službách). Sbirka zákonů 2011. [online].
Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-372>

73. Vyhláška č. 55/2011 Sb., Vyhláška o činnostech zdravotnických pracovníků a jiných odborných pracovníků. Sbírka zákonů 2011. [online].

Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-55>

74. Zákon č. 268/2014 Sb., Zákon o zdravotnických prostředcích a o změně zákona č. 634/2004 Sb., o správních poplatcích, ve znění pozdějších předpisů. Sbírka zákonů 2011. [online].

Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2014-268>

75. Univerzitní nemocnice Chikago, nabídka práce. [online].

Dostupné z: <https://www.uchicagomedicine.org/about-us/careers>

76. **VOJÁČEK, Jan.** *Akutní kardiologie: přehled současných diagnostických a léčebných postupů v akutní kardiologii.* 2. vydání. Praha: Mladá fronta, 2016. Aeskulap. ISBN 978-80-204-3942-0.

77. **YASTREBOV, K. et KAPALLI T.** Malposition of Double Lumen Bicaval Venovenous Extracorporeal Membrane Oxygenation (VV ECMO) cannula resulting in hepatic venous congestion. *Australasian Journal of Ultrasound in Medicine.* 2013. 16, 193-197. doi:10.1002/j.2205-0140.2013.tb00247.x

<https://onlinelibrary.wiley.com/action/showCitFormats?doi=10.1002%2Fj.2205-0140.2013.tb00247.x>

78. **YEUNG NG, Pauline, WONG Chiu Cheuk Alfred, YOUNG Karl, KWONG Yin-Yee et Wai-Ching SIN.** Complication of venovenous extracorporeal membrane oxygenation cannulation - the significance of an inferior vena cava anomaly. *Clinical Case Reports* [online]. 2016, 4(12), 1132-1134 [cit. 2018-04-23]. DOI: 10.1002/ccr3.708. ISSN 20500904.

<http://web.b.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=13&sid=d6e2c29f-96ab-42d6-9700-6af28746957c%40sessionmgr120&bdata=Jmxhbmc9Y3Mmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#AN=119881221&db=asn>

79. **ZAPOL W. M., SNIDER M. T., HILL J. D., FALLAT R. J., BARTLETT R. H., EDMUNDS L. H. et R. G. MILLER Jr.** Extracorporeal membrane oxygenation in severe acute respiratory failure. A randomized prospective study. *The Journal of the American Medical Association*. (1979). 242(20), 2193-2196.

80. **ZLOCHOVÁ, Lada.** ECMO ve Fakultní nemocnici Plzeň. Diplomová práce. Praha, 2014.

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A - Povolení sběru informací ve FN Plzeň

Příloha B - Dotazník určený NELZP

Příloha C - Záznamový arch pro rozhovor s lékaři

Příloha D - Schéma nejčastějšího zapojení ECMO

Příloha E - Double lumen kanyla

Příloha F - Řídící jednotka ECMO

Příloha G – Harlekýnský syndrom

Příloha H – CPC skóre

Příloha I – Murrayho skóre

Příloha J – Graf 28, Graf 29, Graf 30, Graf 31, Graf 32, Graf 33

PŘÍLOHY

Příloha A, Povolení sběru informací ve FN Plzeň

Vážená paní
Anna Slachová, Bc.
Studentka oboru Ošetrovatelská péče v chirurgických oborech
Fakulta zdravotnických studií, Katedra ošetrovatelství a porodní asistence
Západočeská univerzita v Plzni

Povolení sběru informací ve FN Plzeň

Na základě Vaší žádosti Vám jménem Útvaru náměstkyně pro ošetrovatelskou péči FN Plzeň **povolují** sběr informací na níže uvedených ZOK FN Plzeň:

- *Kardiochirurgické oddělení*
- *Kliniky – I. interní, anestezie, resuscitace a intenzivní medicíny, kardiologická.*

Sběr informací budete provádět v souvislosti s vypracováním Vaší diplomové práce s názvem „Management rizik při extrakorporální membránové oxygenaci“. Vaše šetření bude probíhat pomocí rozhovoru vedeného s lékaři, dotazníku určeného všeobecným sestřám / zdravotnickým záchranářům výše uvedených ZOK, a dále sběrem informací o léčebných metodách / ošetrovatelských postupech na KCH FN Plzeň.

Podmínky, za kterých Vám bude umožněna realizace Vašeho šetření ve FN Plzeň:

- Vrchní sestry oslovených ZOK souhlasí s Vaším postupem.
- Vaše šetření osobně povedete.
- Vaše šetření nenaruší chod pracoviště ve smyslu provozního zajištění dle platných směrnic FN Plzeň, ochrany dat pacientů a dodržování Hygienického plánu FN Plzeň. **Vaše šetření bude provedeno za dodržení všech legislativních norem, zejména s ohledem na platnost zákona č. 372/2011 Sb., o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování,** v platném znění.
- Jakékoliv údaje ze zdravotnické dokumentace pacientů, které budou uvedeny ve Vaší práci, musí být zcela anonymizovány.
- **Sběr informací pro Vaši diplomovou práci budete provádět pod přímým vedením paní Dagmar Pinkasové, Mgr., vrchní sestry KCH FN Plzeň.**

Po zpracování Vámi zjištěných údajů **poskytnete** Útvaru náměstkyně pro ošetrovatelskou péči FN Plzeň závěry Vašeho šetření na níže uvedený e-mail, nejpozději k datu vaší obhajoby a budete se aktivně podílet na případné prezentaci výsledků Vašeho šetření na vzdělávacích akcích pořádaných FN Plzeň.

Toto povolení nezakládá povinnost zaměstnanců FN Plzeň s Vámi spolupracovat, pokud by spolupráce s Vámi narušovala plnění pracovních povinností zaměstnanců, pokud by zaměstnanci s dotazováním nevyslovili souhlas či pokud by respondenti spolupráci s Vámi pocítovali jako újmu. Účast respondentů na Vašem šetření je dobrovolná.

Přeji Vám hodně úspěchů při studiu.

Mgr. Bc. Světluše Chabrová
manažerka pro vzdělávání a výuku NELZP
zástupkyně náměstkyně pro oš. péči

Útvar náměstkyně pro oš. péči FN Plzeň
tel.. 377 103 204, 377 402 207
e-mail: chabrovas@fnplzen.cz

19. 9. 2018

Příloha B, Dotazník určený NELZP

Dobrý den, dostal se Vám do ruky dotazník související s metodou ECMO. Je určen všem NELZP, kteří pracují na lůžkové části KARIM, na oddělení KCH-RES, MET-JIP a K-JIP ve Fakultní nemocnici Plzeň, a to i těm, kteří ještě o pacienta na ECMO nepečovali. Jmenuji se Anna Slachová, pracuji jako perfuziolog v naší nemocnici a jako součást své kvalifikační práce bych chtěla zjistit, jestli vy - personál pečující o pacienta a o ECMO přístroj, vnímáte podmínky pro svoji práci jako optimální. Zda máte zájem o další vzdělávání v této oblasti, případně o trénink a simulaci problémových situací. Jestli si myslíte, že je třeba něco v zavedené praxi změnit nebo nikoliv. Dotazník je anonymní a jeho vyplněním udělujete souhlas se zpracováním získaných dat. Po vyplnění prosím vložte v příložené obálce do sběrného boxu na sesterně.

Za Váš čas a spolupráci velmi děkuji.

Slachová

1. Na jakém oddělení pracujete?

- KARIM KCH-RES MET-JIP K-JIP

2. Délka praxe na výše zmíněných JIP odděleních

- do 2 let do 10 let nad 10 let

3. Absolvování Specializačního vzdělávání v intenzivní péči (dříve ARIP)

- ne ano právě studuji

4. Kde jste naby/a vědomosti o ECMO metodě? (možno označit víc)

- studium (VŠ, VOŠ, ...)
 Specializační vzdělávání v intenzivní péči (dříve ARIP)
 Standardní postup FN Plzeň
 na oddělení (školící sestra, kolegyně, lékař)
 sloužící perfuziolog
 jiné

5. Podílela jste se aktivně na ošetrovatelské péči o pacienta na ECMO?

- ano ne, přeskočte otázku 6, 7, 8

6. Setkal/a jste se s komplikací při probíhající ECMO metodě?

- ano ne, přeskočte otázku 7 a 8

7. S jakou komplikací se u ECMO metody setkáváte a jak často ?

četnost komplikace (hodící se označte křížkem)	nikdy	zřídka	občas	často	vždy
krvácení					
zalomení kanyl případně hadicového systému					
snížený průtok krve v systému					
ischemie dolní končetiny					
Harlekýnsky syndrom					
vytažení kanyl					
zastavení pumpy					
zavzdušnění systému					
zánětlivá reakce					
jiné.....					

8. Jak jste komplikace metody řešil/a? Prosím o procentuální odhad (celkem 100%).

- já sama, ev. s kolegyní%
- s lékařem na oddělení%
- s perfuziologem%
- jinak%

	Hodící se zaškrtněte	Určitě ano	Spíše ano	Spíše ne	Určitě ne	Nevím
9.	Vím, k čemu metoda ECMO slouží					
10.	Dovedu popsat rozdíl mezi V-A a V-V ECMO					
11.	Správná interpretace dat ECMO přístroje je klíčová pro účinnost metody					
12.	Vím, jaký má dopad nízký průtok krve v systému oproti plánovanému průtoku krve					
13.	Jsem kompetentní ECMO přístroj obsluhovat					
14.	Dovedu správně pečovat o pacienta s ECMO					
15.	Dovedu řešit komplikace metody ECMO					
16.	Míra pracovního stresu při péči o pacienta na ECMO je vyšší než při péči o pacienta bez ECMO					
17.	Pacienti s ECMO mají být centralizováni na jedno oddělení, které o ně bude pečovat					
18.	Perfuziolog má být dostupný na pracovišti 24hod./denně					
19.	Sestry mají mít možnost vzdělávání a tréninku péče o pacienta s ECMO formou „periodického semináře“					
20.	Měla by vzniknout pozice „ECMO specialista“ s jasně danými kompetencemi					
21.	V naší nemocnici je ECMO metoda zvládnutá a další opatření nejsou nutná					
22.	Chci absolvovat „periodický seminář“ ECMO					
23.	Chci se stát „ECMO specialista“ (absolvovat certifikovaný kurz)					

Příloha C, Záznamový arch pro rozhovor s lékaři

ZÁZNAMOVÝ ARCH PRO ROZHOVOR S LÉKAŘI

Vedoucí lékař K-JIP, KARIM, MET-JIP, KCH-RES

Rozhovor polostrukturovaný, zaznamenaný na nahrávací zařízení, uskutečněn v měsících listopad a prosinec 2018 v seminární místnosti kardiochirurgického oddělení

TÉMA – MANAGEMENT RIZIK PŘI EXTRAKORPORÁLNÍ MEMBRÁNOVÉ OXYGENACI

	Určitě ano	Spíše ano	Spíše ne	Určitě ne	Nevím
Metoda ECMO je na našem pracovišti přínosná					
Metodu ECMO chceme na našem pracovišti nadále poskytovat					
S ECMO servisem ve FN jsem spokojen/á					
Naše pracoviště je kompetentní metodu poskytovat					
Pacienti s ECMO mají být centralizováni na jedno oddělení, které o ně bude pečovat					
Perfuziolog má být dostupný na pracovišti 24hod./denně					
Sestry mají mít možnost vzdělávání a tréninku péče o pacienta s ECMO formou „periodického semináře“					
Lékaři mají mít možnost dalšího vzdělávání o metodě ECMO formou „periodického semináře“ i s prezentací konkrétních výsledků u pacientů s ECMO					
Měla by vzniknout pozice „ECMO specialista“ s jasně danými kompetencemi					
V naší nemocnici je ECMO metoda zvládnutá a další opatření nejsou nutná					

Prostor pro vlastní vyjádření

	Okruh rizik	Míra rizika na škále 0 - 5	Četnost na škále 0 - 5
1	Riziko prodlouženého startu metody z důvodu nedostupnosti ECMO týmu.		
Návrh řešení			
2	Riziko prodlouženého startu metody z důvodu zdlouhavé indikace.		
Návrh řešení			
3	Riziko prodlouženého startu metody z důvodu nemožnosti zajistit cévní vstupy.		
Návrh řešení			
4	Riziko vzniku komplikací při transportu pacienta na ECMO na diagnostické či terapeutické zákroky.		
Návrh řešení			
5	Riziko vzniku komplikací při ošetrovatelské péči o pacienta.		
Návrh řešení			
6	Riziko selhání ECMO metody z důvodu pozdní detekce komplikace metody.		
Návrh řešení			
7	Riziko selhání ECMO metody z důvodu nesprávné interpretace dat ovládacího panelu přístroje.		
Návrh řešení			
8	Riziko selhávání metody z důvodu nesprávné péče o přístroj a komponenta.		
Návrh řešení			

Příloha D, Schéma nejčastějšího zapojení ECMO

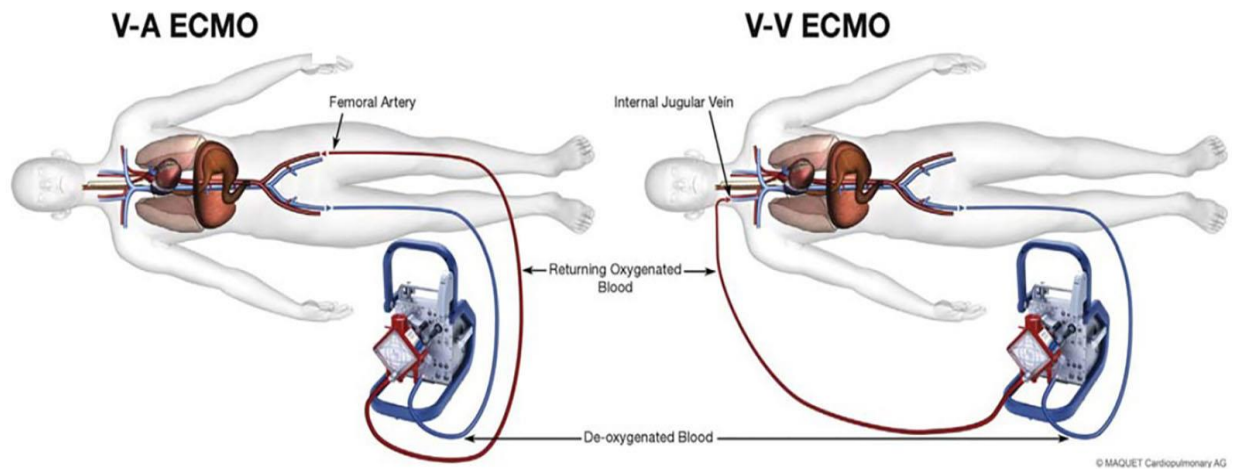
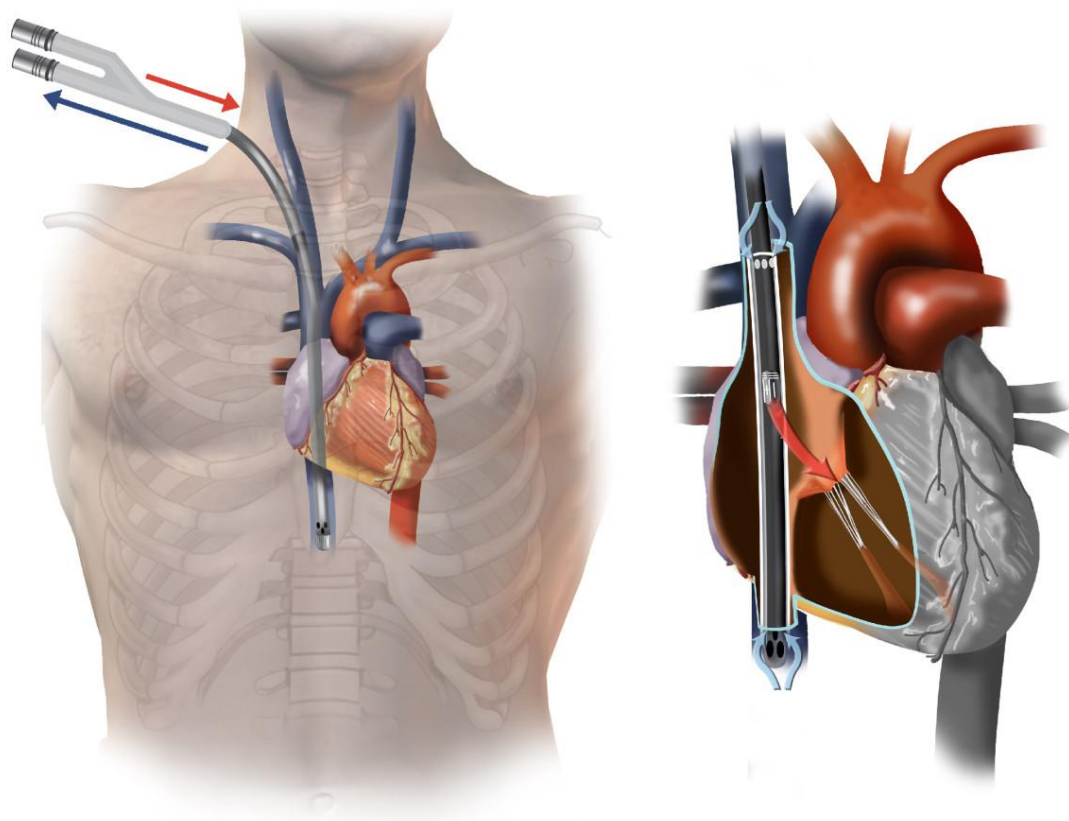


Schéma zapojení ECMO . [online]. [citováno 2018-11-17].

Dostupné z:

<https://www.maquet.com/>

Příloha E, Double lumen kanyla



Double lumen kanyla. [online]. [citováno 2018-11-17].

Dostupné z: <http://www.arcothova.com/2017/02/07/tres-interessante-revue-dexperts-lecmo-vv/>

Příloha F, Řídící jednotka ECMO

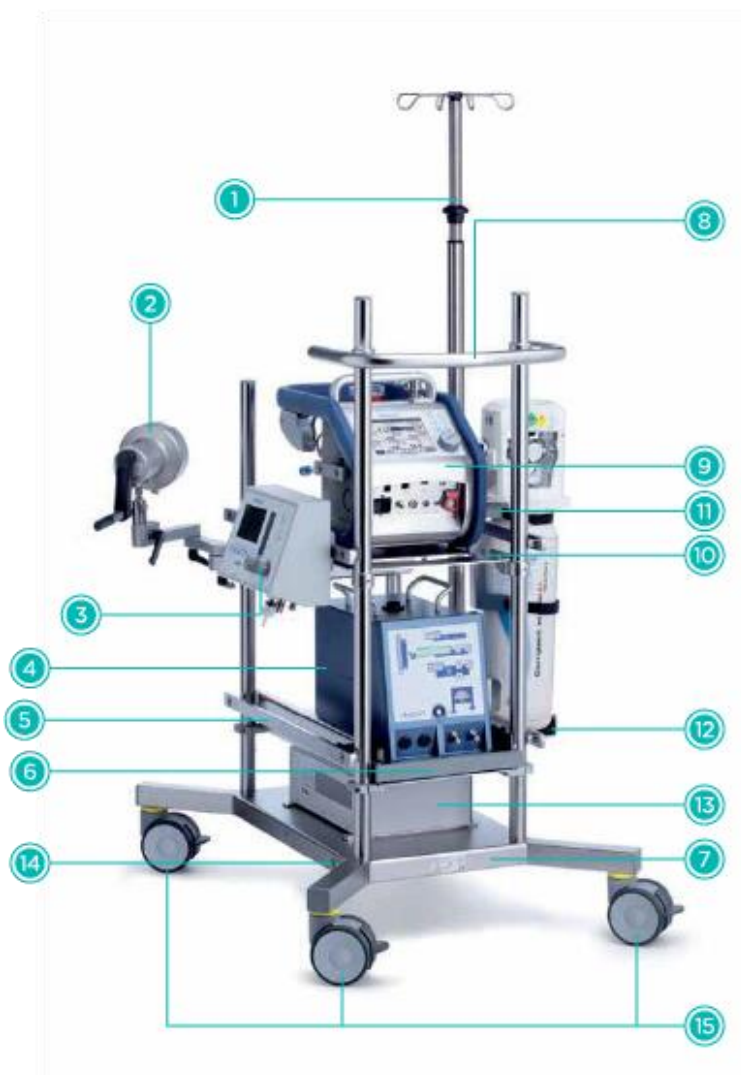


Řídící jednotka ECMO. [online]. [citováno 2018-11-17].

Dostupné z:

https://www.medgadget.com/2008/11/cardiohelp_worlds_smallest_bypass_machine.html

Příloha G, ECMO přístroj a komponenta



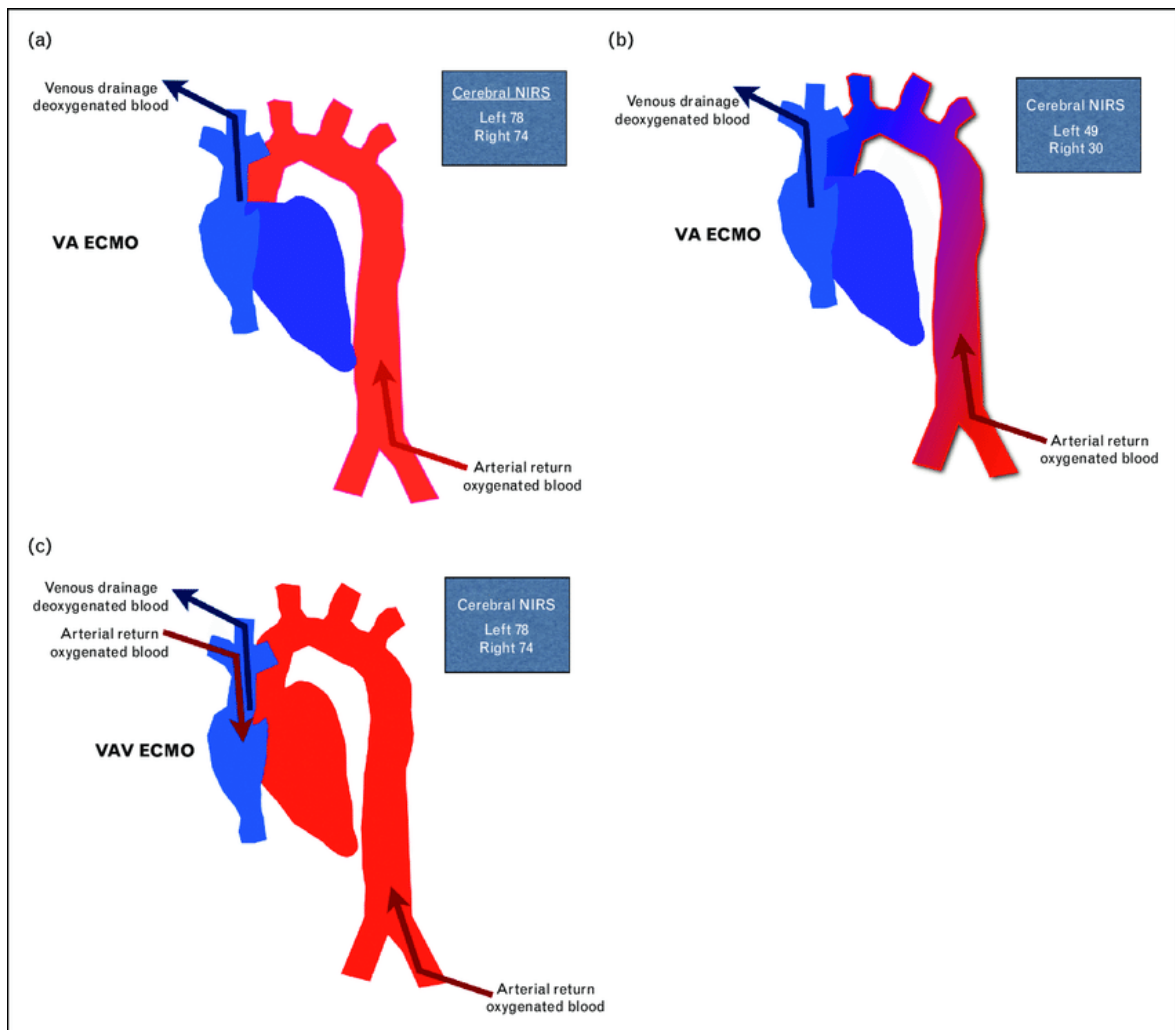
1. Nastavitelný výškový sloup
2. Nouzový pohon CARDIOHELP s podporou
3. Elektronický směšovač plynů
4. Topná jednotka
5. Standardní kolejnice.
6. Nastavitelný výškově nastavitelný zásobník pro hypotermii.
7. Základna s otvory pro montáž izolačního transformátoru.
8. Rukojeť pro zatlačení nebo tažení.
9. Zařízení CARDIOHELP
10. Vrchní podnosy nastavitelné výšky.

11. Podpora plynové láhve (část 1)
12. Podpora plynové láhve (část 2)
13. Izolační transformátor pro lékařské použití s fixačním systémem
14. Připojení k ekvipotenciálnímu uzemnění
15. Vedení kol s blokovacími zarážkami

ECMO přístroj a komponenta. [online]. [citováno 2018-11-17].

Dostupné z: <https://ecmo-ecls.org/technical-information/>

Příloha H, Harlekýnský syndrom



Situace a: Žilní kanyla drénuje deoxygenovanou krev do ECMO, vlastní srdeční výdej je malý, arteriální kanyla podává oxygenovanou krev cestou a. femoralis, cereberální oxymetrie (NIRS) je uspokojivá.

Situace b: Žilní kanyla drénuje deoxygenovanou krev do ECMO, vlastní srdeční výdej je významný. Srdce čerpá do oběhu deoxygenovanou krev, protože plicní funkce jsou nedostatečné. Deoxygenovaná krev zásobuje brachiocephalický tepny, arteriální kanyla podává oxygenovanou krev cestou a. femoralis proti odporu generovému srdcem, cereberální oxymetrie (NIRS) je neuspokojivá.

Situace c: Žilní kanyla drénuje deoxygenovanou krev do ECMO, jedna arteriální kanyla podává oxygenovanou krev do plicního oběhu. Vlastní srdeční výdej je významný, srdce čerpá oxygenovanou krev podanou ECMO. Druhá arteriální kanyla podává oxygenovanou krev cestou a. femoralis, cereberální oxymetrie (NIRS) je uspokojivá.

Harlekýnský syndrom. [online]. [citováno 2018-11-17]. Dostupné z: <http://www.learnecmo.com/va-ecmo>

Příloha H – CPC skóre

CPC (Cerebral Performance Categories) skóre. [online]. Volný překlad: autor
Dostupné z: https://www.researchgate.net/figure/Comparison-of-Glasgow-Pittsburgh-cerebral-performance-categories-CPC-and-Glasgow_tbl2_46414941

CPC stupeň	Specifikace mozkové výkonnosti
1	dobrý mozkový výkon: vědomý a ostražitý, s normální neurologickou funkcí nebo jen mírným postižením mozku
2	mírné mozkové postižení: vědomé a dostatečné mozkové funkce pro práci na částečný úvazek v chráněném prostředí nebo nezávislé činnosti každodenního života
3	závažné mozkové postižení: závislost na pomoci při každodenních činnostech pro zhoršené funkce mozku
4	kóma, vegetativní stav
5	mozková smrt, smrt

Příloha I – Murrayho skóre

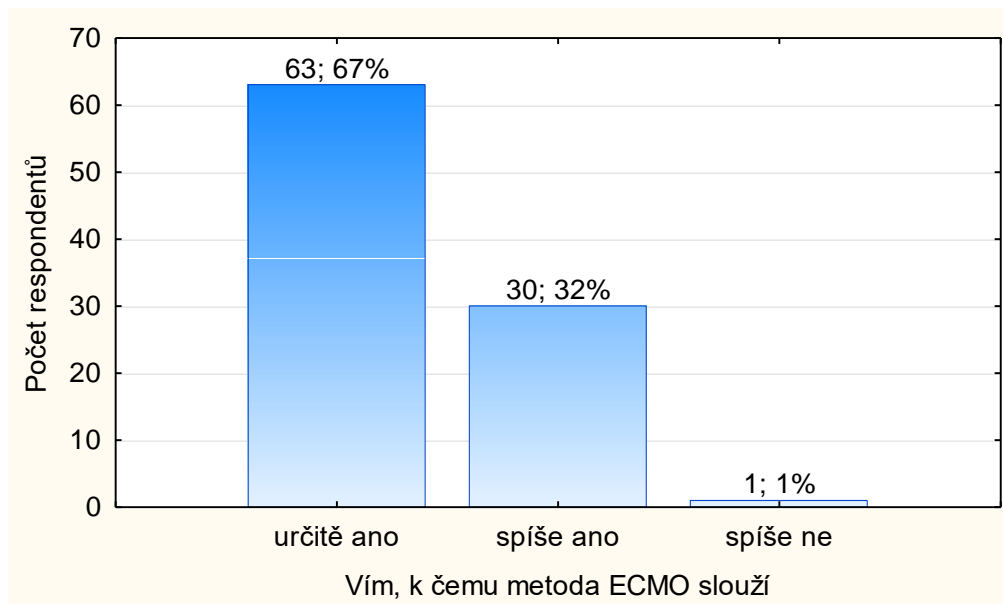
Murrayho skóre	0	1	2	3	4
P_aO_2/FiO_2 na 100% O_2 (kPa)	≥ 40	30–40	23–30	13–23	≤ 13
RTG nález (počet postižených kvadrantů)	norma	1	2	3	4
PEEP (cm H_2O)	≤ 5	6–8	9–11	12–14	≥ 15
Compliance plicní (ml/cm H_2O)	≥ 80	60–79	40–59	20–39	≤ 19

Murrayho skóre.[online]. [citováno 2018-12-22].

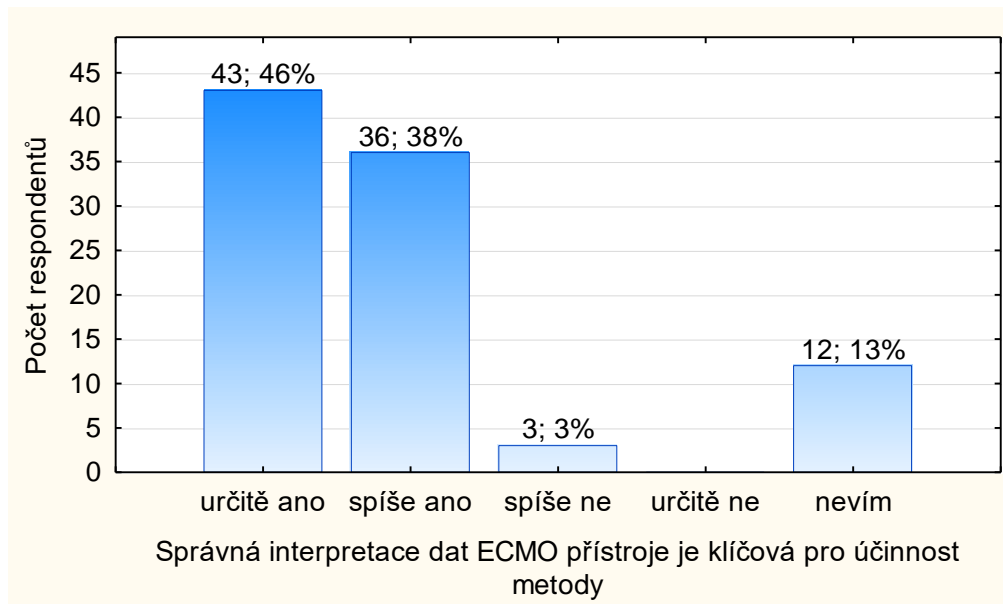
Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/casopis-lekaru-ceskych/2015-6-4/nekardialni-plicni-edem-syndrom-akutni-dechove-tisne-57039>

Příloha J – Graf 28, Graf 29, Graf 30, Graf 31, Graf 32, Graf 33

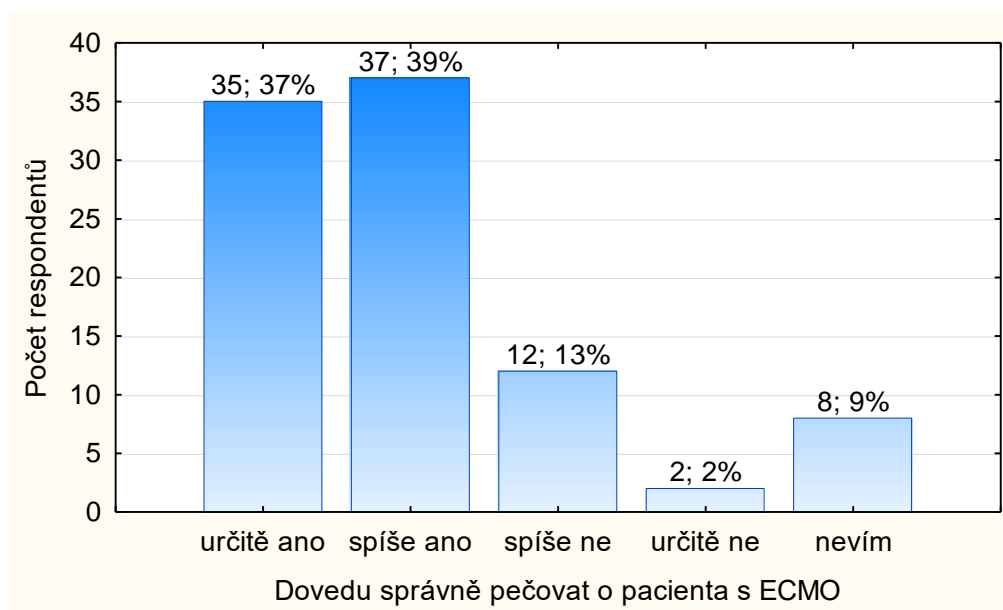
Graf 28: Vyhodnocení odpovědí „Vím, k čemu ECMO metoda slouží“



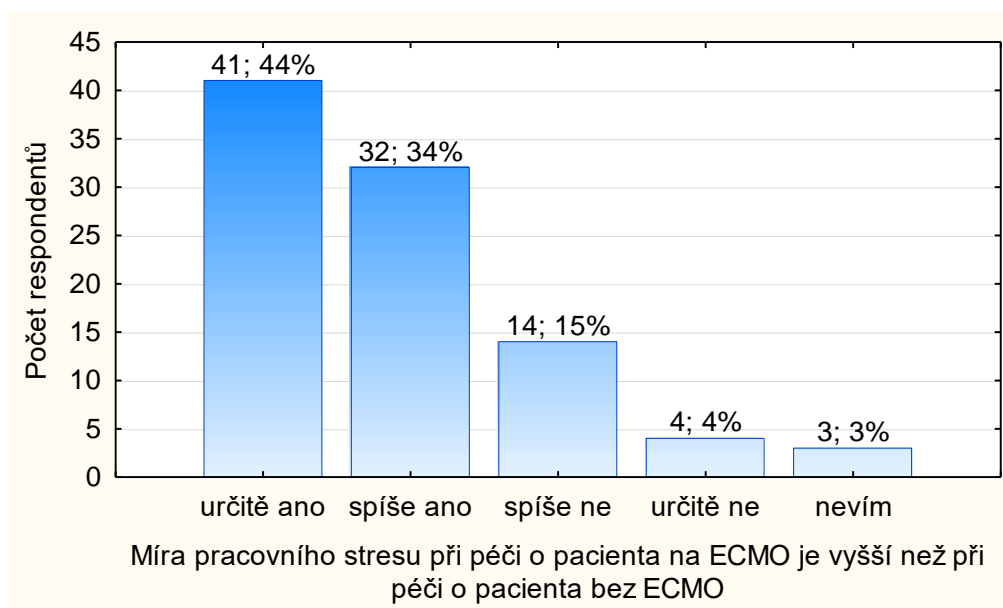
Graf 29: Vyhodnocení odpovědí „Správná interpretace dat ECMO přístroje je klíčová pro účinnost metody.“



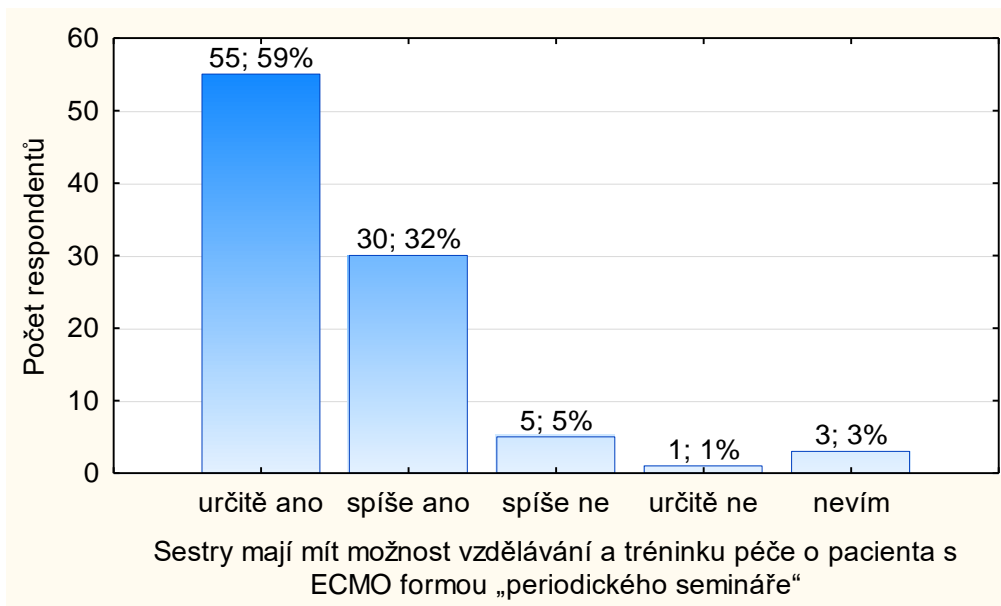
Graf 30: Vyhodnocení odpovědí „Dovedu správně pečovat o pacienta s ECMO.“



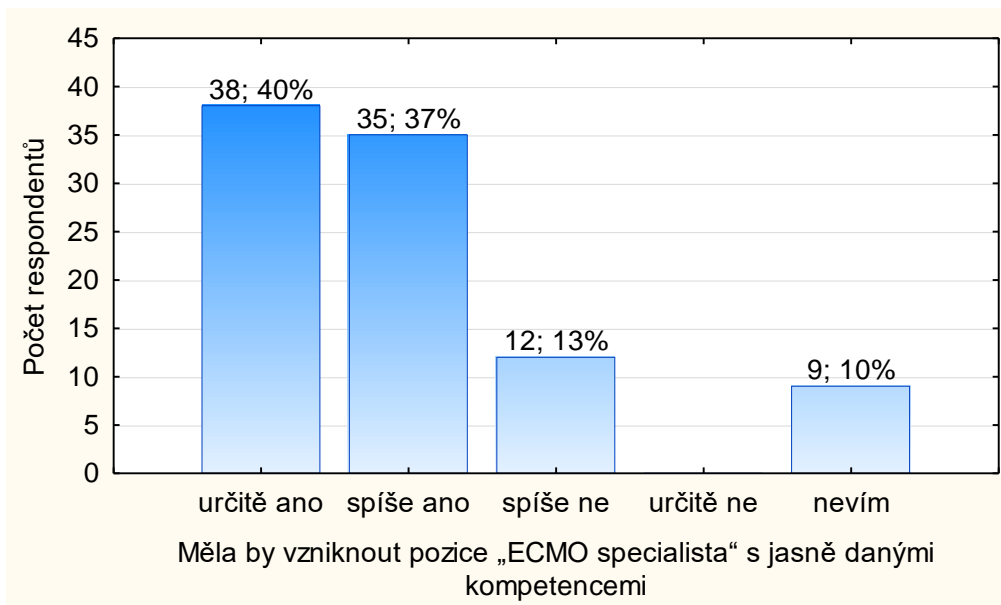
Graf 31: Vyhodnocení odpovědí „Míra pracovního stresu o pacienta na ECMO je vyšší než při péči o jiného pacienta.“



Graf 32: Vyhodnocení odpovědí „Sestry mají mít možnost vzdělávání a tréninku péče o pacienta s ECMO formou „periodického semináře.“



Graf 33: Vyhodnocení odpovědí „Měla by vzniknout pozice „ECMO specialista“ s jasně danými kompetencemi“



SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Vývoj počtů pacientů v letech 2014 - 2018

Graf 2: Vývoj věku pacientů v letech 2014 - 2018

Graf 3: Vývoj indikací k ECMO podpoře - vývoj v letech 2014 – 2018

Graf 4: Hospitalizace pacientů na jednotlivých odděleních - vývoj v letech 2014 - 2018

Graf 5: Použitá modifikace ECMO metody – vývoj v letech 2014 - 2018

Graf 6: Rozdělení respondentů podle domovského oddělení

Graf 7: Rozdělení respondentů podle délky praxe na JIP

Graf 8: Rozdělení respondentů podle absolvování specializačního vzdělávání

Graf 9: Určení zdroje informací o ECMO metodě

Graf 10: Rozdělení respondentů podle zkušeností s péčí o pacienta na ECMO.

Graf 11: Rozdělení respondentů podle zkušeností s komplikacemi během metody ECMO.

Graf 12: Kategorizovaný histogram komplikací.

Graf 13: Řešení komplikace metody ECMO „sám/a, ev. s kolegyní“

Graf 14: Řešení komplikace metody ECMO s lékařem na oddělení

Graf 15: Řešení komplikace metody ECMO s perfuziologem

Graf 16: Znalost principu ECMO v různých modifikacích.

Graf 17: Vyhodnocení odpovědí „Jsem kompetentní ECMO přístroj obsluhovat“

Graf 18: Vyhodnocení odpovědí „Dovedu řešit komplikace metody ECMO.“

Graf 19: Vyhodnocení odpovědí „Pacienti s ECMO mají být centralizovaní na jedno oddělení, které o ně bude pečovat“

Graf 20: Vyhodnocení odpovědí „Perfuziolog má být dostupný na pracovišti 24hod./denně.“

Graf 21: Vyhodnocení odpovědí „V naší nemocnici je ECMO metoda zvládnutá a další opatření nejsou nutná“

Graf 22: Vyhodnocení odpovědí „Chci absolvovat „periodický seminář“ ECMO

Graf 23: Vyhodnocení odpovědí „Chci se stát „ECMO specialistou“

Graf 24: Souhrn grafů prezentující deklarovanou schopnost řešit komplikace metody

Graf 25: Souhrn grafů prezentující míru zájmu o absolvování „periodického semináře“

Graf 26: Souhrn grafů prezentující míru zájmu o absolvování kurzu „ECMO specialista“

Graf 27: Souhrn grafů prezentujících míru zájmu o stálou přítomnost perfuziologa

Graf 28: Vyhodnocení odpovědí „Vím, k čemu ECMO metoda slouží“

Graf 29: Vyhodnocení odpovědí „Správná interpretace dat ECMO přístroje je klíčová pro účinnost metody.“

Graf 29: Vyhodnocení odpovědí „Vím, jaký má dopad nízký průtok krve v systému oproti plánovanému průtoku krve.“

Graf 30: Vyhodnocení odpovědí „Dovedu správně pečovat o pacienta s ECMO.“

Graf 31: Vyhodnocení odpovědí „Míra pracovního stresu o pacienta na ECMO je vyšší než při péči o jiného pacienta.“

Graf 32: Vyhodnocení odpovědí „Sestry mají mít možnost vzdělávání a tréninku péče o pacienta s ECMO formou „periodického semináře.“

Graf 33: Vyhodnocení odpovědí „Měla by vzniknout pozice „ECMO specialista“ s jasně danými kompetencemi“

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Kontingenční tabulka testování 1H

Tabulka 2: Post – hoc testy

Tabulka 3: Kontingenční tabulka testování 2H

Tabulka 4: Kontingenční tabulka 3H

Tabulka 5: Kontingenční tabulka 4H

Tabulka 6: Testování pomocí Friedmanova ANOVA

Tabulka 7: Souhrn vyjádření respondentů k jednotlivým rizikům

Tabulka 8: Určení rizika pomocí metody FMEA

SEZNAM ZKRATEK

ACT	aktivovaný koagulační čas
AMCS	specialista na akutní mechanickou cirkulační podporu
APTT	aktivovaný parciální tromboplastinový čas
ARDS	acute respiratory distress syndrom
ARO	anesteziologické a resuscitační oddělení
AT	antitrombin
BMI	body mass index
CCPR	conventional cardiopulmonary resuscitation
CNS	centrální nervová soustava
CPC	cerebral performance category
CRP	C – reaktivný protein
ČSMO	Český spolek pro mimotělní oběh
ECMO	extrakorporální membránová oxygenace
ECPR	extracorporeal cardiopulmonary resuscitation
ELSO	extracorporeal life support organization
et al.	et alii
FiO ₂	fraction of inspired oxygen O ₂ (frakce kyslíku ve vdechované směsi)
FN	fakultní nemocnice
GCS	Glasgow coma scale
GIT	gastrointestinální trakt
H ₀	hypotéza nulová
HA	hypotéza alternativní
HIT	heparinem indukovaná trombocytopenie
IHCA	intra hospital cardiac arrest (nemocniční zástava oběhu)
JIP	jednotka intenzivní péče
KARIM	Klinika anestezie, resuscitace a intenzivní medicíny
KCH-RES	Kardiochirurgie – resuscitační oddělení
KPR	kardiopulmonální resuscitace
LPM	litres per minute (litry za minu)
MAP	mean arterial pressure (střední arteriální tlak)
NELZP	nelékařský zdravotnický pracovník
NIRS	near infrared spectroscopy (blízká infračervená spektroskopie)

OHCA	Out of hospital cardiac arrest (mimonemocniční zástava oběhu)
RASS skóre	Richmond agitation-sedation scale (skóre hodnotící hloubku analgosedace a aktivace pacienta dle Richmonda)
ROSC	restoration of spontaneous circulation (obnovení spontánního oběhu)
RPM	revolutions per minute (otáčky za minutu)
SaO ₂	Saturace arteriální krve kyslíkem
SIRS	systemová zánětlivá odpověď
SpO ₂	saturation of peripheral oxygen (saturace krve kyslíkem)
SvO ₂	saturace žilní krve kyslíkem
TEG	tromboelastografie
TJ	transfuzní jednotka
TK	tlak krve
TT	tělesná teplota
UPV	umělá plicní ventilace
V-A ECMO	veno – arteriální ECMO
V-V ECMO	veno – venózní ECMO
ZZS	Záchranná zdravotnická služba