

ECMO

protokol pro všeobecnou sestru
intenzivní a resuscitační péče

Kateřina Talašová



**Fakulta zdravotnických věd
Univerzita Palackého v Olomouci
Fakultní nemocnice Olomouc**

ECMO protokol

pro všeobecnou sestru intenzivní a resuscitační péče

Kateřina Talašová

Olomouc 2024



Fakulta
zdravotnických věd



FAKULTNÍ NEMOCNICE®
OLOMOUC

Odborní recenzenti

doc. MUDr. Martin Šimek, PhD.

doc. MUDr. Petr Němec, CSc., MBA

Mgr. Pavel Hedvičák

Mgr. Regina Gavlasová

Mgr. Zuzana Smolková

Text neprošel jazykovou korekturou. Za obsahovou, jazykovou a stylistickou správnost odpovídá autor.

Neoprávněné užití tohoto díla je porušením autorských práv a může zakládat občanskoprávní, správněprávní, popř. trestněprávní odpovědnost.

© Kateřina Talašová, 2024

© Univerzita Palackého v Olomouci, 2024

1. vydání

DOI: <https://doi.org/10.5507/fzv.24.24465173>

ISBN 978-80-244-6517-3 (tisk)

ISBN 978-80-244-6518-0 (online: iPDF)

Obsah

Obsah	3
Úvod.....	5
Zkratky	6
1 Definice, využití a popis ECMO	8
1.1 Co je ECMO a kdy se používá	8
1.2 Indikace a kontraindikace ECMO	8
1.3 Součásti ECMO, jejich funkce a popis	11
1.3.1 Kanyly	11
1.3.2 Krevní pumpa/čerpadlo.....	12
1.3.3 Oxygenátor.....	13
1.3.4 Směšovač plynů (O ₂ a vzduch)	14
1.3.5 Řídící jednotka	14
1.3.6 Tepelný výměník.....	15
2 Modality ECMO.....	16
2.1 Základní modality ECMO	16
2.1.1 Veno-venózní (V-V) ECMO	16
2.1.2 Veno-arteriální (V-A) ECMO	17
2.2 Pokročilé modality ECMO	18
2.2.1 Veno-arterio-venózní (V-A-V) ECMO	18
2.2.2 Veno-veno-arteriální (V-V-A) ECMO.....	18
2.3 Přístupy	19
2.3.1 Periferní přístup	19
2.3.2 Centrální přístup.....	19
2.4 Charakteristické postupy u V-V a V-A ECMO	20
3 Průběh ECMO a jeho kontrola.....	21
3.1 Antikoagulační terapie a další zajištění	21
3.2 Komplikace	22
3.3 Doporučený základní monitoring	23
4 Vřazení přidavných zařízení do okruhu ECMO.....	24
4.1 ECMO a CRRT.....	24
4.2 ECMO a Cytosorb.....	27
5 Ošetrovatelská péče o pacienta s ECMO na oddělení intenzivní péče	28
5.1 Zavedení kanyl a spuštění ECMO.....	30
5.2 Mobilizace/polohování pacienta s ECMO na oddělení intenzivní péče	33
5.3 Pronační poloha (PP) u pacientů s ECMO na oddělení intenzivní péče.....	34
5.4 Řešení závažných akutních komplikací	37
5.5 Weaning a odpojení ECMO	39
Referenční seznam.....	41
Přílohy.....	44
Seznam tabulek, obrázků a příloh.....	46

Význam použitých ikon

Studijní cíle kapitoly



Klíčová slova kapitoly



Výklad – prezentace učiva



Kontrolní otázky a úkoly



Úvod

Předkládané informace jsou určeny nejen pro studenty ošetrovatelských oborů, všeobecné sestry, ale i pro nelékařské zdravotnické pracovníky, kteří poskytují péči pacientům napojeným na ECMO na JIP a ARO. Jednotlivé kapitoly jsou obsahově zaměřeny na poskytování ošetrovatelské péče metodou ošetrovatelského procesu u pacientů s respiračním a srdečním selháním s nutností využití ECMO.

Text studijních skript je rozdělen na jednotlivé kapitoly. V úvodní části textu je zařazen slovníček odborných termínů, pojmů, zkratk. Obsahem jednotlivých kapitol je seznámení se se systémem ECMO, indikace a kontraindikace napojení, monitoring pacientů s ECMO, spojení ECMO a CRRT, specifika ošetrovatelské péče, polohování, možné komplikace a jejich řešení, weaning.

Cílem předkládaných textů je prohloubení informací a dovedností, které mohou být aplikovány při poskytování ošetrovatelské péče u pacientů s ECMO v rámci JIP a ARO.

Zkratky

ARDS	Syndrom akutní dechové tísně
KPR	Kardiopulmonální resuscitace
ECMO	Extrakorporální membránová oxygenace
V-A	Veno-arteriální
V-A-V	Veno-arterio-venózní
V-V	Veno-venózní
V-V-A	Veno-veno-arteriální
ELSO	Mezinárodní organizace zabývající se mimotělní podporou
FNOL	Fakultní nemocnice Olomouc
UPV	Umělá plicní ventilace
AIM	Akutní infarkt myokardu
LTX	Transplantace plic
CPC	Kategorie mozkové výkonnosti
CNS	Centrální nervový systém
LVAD	Levokomorová srdeční podpora
ECPR	Extrakorporální kardiopulmonální resuscitace
DNR	Kategorie neposkytnout KPR
DNI	Kategorie neposkytnout OTI
IABK	Intraaortální balónková kontrapulsace
TK	Krevní tlak
P	Pulz
CVP	Centrální venózní tlak
SpO ₂	Saturace periferní krve kyslíkem
NIRS	Tkáňová infračervená spektroskopie
TT	Tělesná teplota
DF	Dechová frekvence
LPM	Průtok litrů krve za minutu
RPM	Počet otáček za minutu
HDŽ	Horní dutá žíla
DDŽ	Dolní dutá žíla
PS	Pravá síň
AFsin	Levá femorální arterie
AFdx	Pravá femorální arterie
VCI	Dolní dutá žíla
VCS	Horní dutá žíla
LK	Levá komora
LS	Levá síň
TEE	Transesofageální echokardiografie
EDV	Objem na konci diastoly LK
EDP	Tlak na konci diastoly LK
ACT	Aktivovaný koagulační test
KI	Kontraindikace
NÚ	Nežádoucí účinky
AVR	Náhrada aortální chlopně
DK	Dolní končetina
CRRT	Kontinuální náhrada renálních funkcí

HDK	Hemodialyzační kanyla
JIP	Jednotka intenzivní péče
aPTT	Aktivovaný parciální tromboplastinový čas
ABR	Acidobazická rovnováha
DC	Dýchací cesty
OPS	Operační sál
FF	Fyziologické funkce
AT	Antitrombin
MAP	Střední arteriální tlak
NLZP	Nelékařský zdravotnický personál
PMK	Permanentní močový katetr
PP	Pronační poloha
ETK	Endotracheální kanyla
EKG	Elektrokardiogram
KB	Krevní banka
KF	Komorová fibrilace
KT	Komorová tachykardie
Fr.	French
HTX	Transplantace srdce
ECMELLA	Spojení systému IMPELLA a ECMO
ECPELLA	Spojení systému IMPELLA a ECMO

1 Definice, využití a popis ECMO

Obsahem kapitoly jsou základní informace o systému ECMO, jeho součástech a principu fungování nejen jako celku, ale i jeho jednotlivých částí. K základním znalostem je správná indikace a kontraindikace jeho použití.

Studijní cíle

Po prostudování kapitoly

- dokážete definovat, co je to ECMO
- stanovíte jeho indikaci a kontraindikaci
- popíšete jednotlivé části ECMO
- vysvětlíte funkce jednotlivých částí
- budete znát fungování ECMO jako celku

Klíčová slova

ECMO, extrakorporální membránová oxygenace, mimotělní krevní oběh, výměna krevních plynů, vyšší přežití pacienta, kvalita života, srdeční a plicní selhání

1.1 Co je ECMO a kdy se používá

ECMO = Extrakorporální membránová oxygenace

- Podpůrná mechanická modalita.
- Poskytuje odpočinek nemocnému orgánu (srdce, plíce) a čas na zotavení.
- Poskytuje čas pro stanovení další strategie léčby, pro vyšetření a další intervence.
- Uzavřený mimotělní okruh, zajišťující výměnu krevních plynů a formující teplotu krve.

ECMO je spojeno s vyšším přežitím a zlepšením kvality života u pacientů s plicním a srdečním selháním, ale i přesto vysoká úmrtnost pacientů přetrvává. Ovlivňujícími faktory jsou rozsah pacientova onemocnění, druh onemocnění, stav dalších orgánů a případné komplikace s ním spojené.

1.2 Indikace a kontraindikace ECMO

Indikace

- Závažné respirační selhání (ARDS, pneumonie, ...).
- Srdeční selhání, kardiogenní šok, při nemožnosti odpojení od mimotělního oběhu při kardiokirurgických operacích, refrakterní arytmiické bouře, refrakterní srdeční zástava, u pacientů intoxikovaných např. tisem červeným, aj.



čas na zotavení,
vyšetření, další
intervence,
stanovení další
strategie léčby

srdeční a plicní
selhání

faktory vyšší
šance přežití
pacienta

Indikace

- Kombinace respiračního a srdečního selhání (sepsy, přemostění u transplantací srdce a plic).

Kontraindikace

- **Absolutní kontraindikace** (mohou se lišit v rámci jednotlivých zařízení): odmítnutí pacientem, terminální stadium maligního procesu, masivní intracerebrální krvácení, ireverzibilní poškození koncových orgánů, kontraindikace k antikoagulační léčbě, DNR.

U veno-venózního ECMO (V-V ECMO, viz kapitola 2.1.1):

- ireverzibilní poškození plic bez možnosti transplantace,
- těžká plicní hypertenze.

U veno-arteriálního ECMO (V-A ECMO, viz kapitola 2.1.2):

- těžká aortální regurgitace, disekce aorty.

Některé instituce absolutní kontraindikace odmítají. Guidelines ELSO z roku 2017 konstatuje, že většina kontraindikací je relativních.

- **Relativní kontraindikace:** poškození mozku, poruchy koagulace, cévní aneurysma, pokročilý věk (>70 let), ireverzibilní poškození plic bez možnosti transplantace, nedostupnost kanyláčnických cév, imunokompromitovaní pacienti, těžký septický stav.

• Institucionální kritéria

Ve FNOL jsou indikační a kontraindikační kritéria stanovena ECMO centrem.

Kontraindikace

- Absolutní

V-V ECMO

V-A ECMO

- Relativní

Indikační
a kontraindikační
kritéria

Tabulka 1 Indikační a kontraindikační kritéria napojení V-V ECMO

Indikační kritéria napojení na V-V ECMO podporu pro refrakterní selhání plic
Hypoxemické selhání plic: $\text{paO}_2/\text{FiO}_2 \leq 80$ (≥ 6 h) nebo $\text{paO}_2/\text{FiO}_2 \leq 60$ (≥ 3 h)
Hyperkapnické selhání plic: $\text{pH} \leq 7,2$ a $\text{paCO}_2 \geq 80$ mm Hg
Závažný air leak syndrom (barotrauma) při UPV/traumatu/barotrauma s UPV za hranicí protektivity
Absolutní kontraindikace
Věk ≥ 75 let
UPV ≥ 10 dnů
Plicní malignita/závažné plicní postižení bez indikace LTX v anamnéze
Nekontrolovatelné dutinové krvácení (hlava/hrudník/břicho)
Těžké neurologické postižení ($\text{CPC} \geq 3$) / Terminální monoorgánové postižení
Jiný maligní proces v léčbě nebo s předpokládanou délkou dožití $\leq 1\text{R}$
Závažné multiorgánové selhání
Probíhající KPR
Vysoká fragilita (Frailty scale ≥ 4)
Relativní kontraindikace:
Věk ≥ 65 let / BMI ≥ 40 kg/m ²
Kontraindikace podání antikoagulační léčby (CNS krvácení ≤ 7 dnů, nekontrolovatelné krvácení)
Kombinovaná imunosupresivní léčba

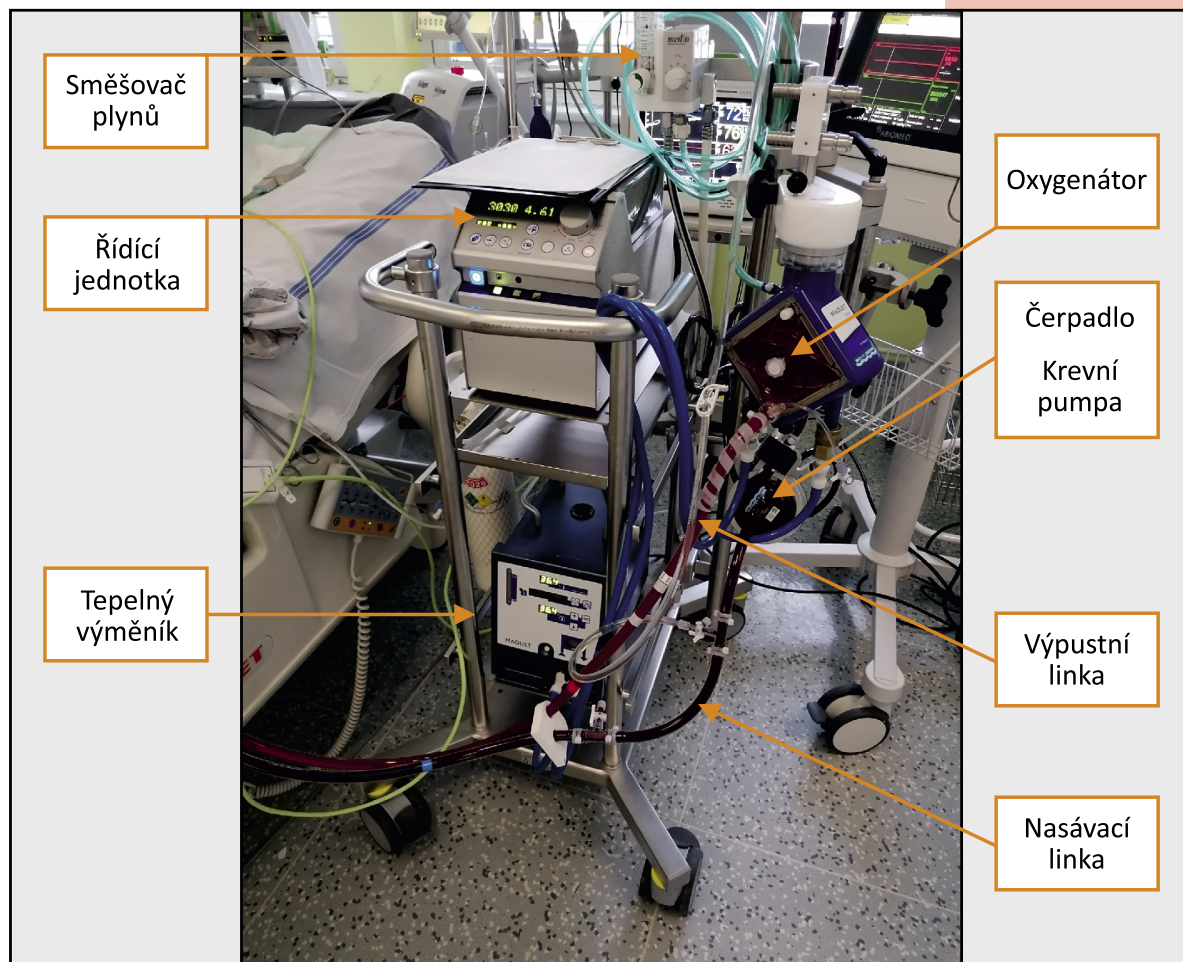
Tabulka 2 Indikační a kontraindikace napojení V-A ECMO

Indikační kritéria napojení na V-A ECMO
Refrakterní oběhové selhání nereagující na konvenční léčbu (doplnění volumu, inotropní a vasoaktivní podpora)
Kardiogenní šok (AIM, APE, myokarditida, postkardiotomické selhání, stresová-, peripartuální-, septická kardiomyopatie, myokardiální kontuze, akutní dekompenzace srdečního selhání, selhání LVAD)
Refrakterní arytmogenní bouře (KF,KT)
Intoxikace kardio-,vasodepresivními léky
Refrakterní zástava oběhu (ECPR indikace)
Embolizace amniovou tekutinou
Absolutní kontraindikace
Věk ≥ 75 let
DNR/DNI status
Terminální nebo pokročilá fáze malignity, multi- nebo orgánovaného postižení bez indikace transplantace nebo orgánové podpory
Kontraindikace podání antikoagulační léčby (CNS krvácení ≤ 7 dnů, nekontrolovatelné krvácení)
Nedostupnost kanyláčích cév (femorální, axilární ateroskleróza/trombóza)
Významná aortální regurgitace (≥ 2 . st)
Aortální disekce
ECPR kontraindikace
Relativní kontraindikace:
věk ≥ 70 let + přítomnost závažných komorbidit
BMI ≥ 40 kg/m ²
Těžký metabolický rozvrat (pH $\leq 6,7$, laktát ≥ 18 mmol/l, pO ₂ ≤ 50 mm Hg)
Nekontrolovatelná seps, septický šok, refrakterní vasoplegie
Kombinovaná imunosuprese *

* Indikovaní pacienti po transplantaci mohou být napojeni na ECMO

1.3 Součásti ECMO, jejich funkce a popis

Obrázek 1 Přístroj/okruh ECMO



1.3.1 Kanyly

Výběr kanyl je zásadní pro to, aby ECMO fungovala optimálně s co nejmenšími komplikacemi. Existuje velké množství kanyl klasifikovaných podle vnitřního průměru, délky a povrchové úpravy. Termín vstupní nasávací (inflow) kanyla se používá pro žilní drenážní kanylu vedoucí neokysličenou krev z těla pacienta a reinfuzní výpustní (outflow) kanyla pro kanylu, která přivádí okysličenou krev z oxygenátoru k pacientovi (zavádí se buď do tepny nebo do žíly, podle toho, jaký typ ECMO je použit).

- **Nasávací/vstupní/inflow kanyla**
 - vede krev z těla pacienta do přístroje
 - průměr kanyly je 19–29 Fr.
- **Výpustní/reinfusní/outflow kanyla**
 - vede krev zpět do těla pacienta
 - průměr kanyly je 15–23 Fr.

Kanyly

Vstupní nasávací
(inflow) kanyla

Reinfuzní
výpustní
(outflow) kanyla

Mezi kanyly je patrný rozdíl v barvě krve. **Inflow kanyla vede tmavě červenou** (odkysličenou krev) a **outflow kanyla** začíná za oxygenátorem a vede krev **světle červenou** (okysličenou krev).

Poloha kanyl ECMO je kontrolována sonograficky nebo skiagraficky.

Kanyly je nejvhodnější zavádět na katetrizačním sále pod skiaskopickou kontrolou. Mimo to je ale možné zavést je na operačním sále, urgentním příjmu nebo přímo na oddělení na lůžku pacienta.

Při předpokládané době využití ECMO **přesahující 12–24 hodin** se doporučuje použít kanyly potažené heparinem (heparin-coated).

U pacienta napojeného na ECMO může dojít ke **chvění/cukání kanyl** (žilní). Případy, kdy je cukání linky pravidelné a normální:

- Když srdce obnoví pulzaci u pacientů s V-A ECMO, hadičky ECMO mohou vibrovat rytmem pacientova srdce.
- Pokud má pacient balónkovou pumpu (IABK), hadičky ECMO se budou chvět v rytmu balónkové pumpy.

V ostatních případech je chvění s největší pravděpodobností způsobeno hypovolémií. Chvění se stává problémem, když je spojeno s kolísáním průtoku a nestabilními životními funkcemi.

1.3.2 Krevní pumpa/čerpadlo

- Čerpá krev
- Ovládána řídicí jednotkou s nastavenými požadovanými otáčkami
- Výkon pumpy je ovlivněn přítokem krve do pumpy a odporem za pumpou (v závislosti na nich se mění)

Obrázek 2 Krevní pumpa/čerpadlo



Všechna čerpadla jsou vybavena nouzovou **ruční klikou** pro kompenzaci poruchy provozu čerpadla.

Barevné odlišení kanyl

Poloha kanyl

Zavádění kanyl

Heparin-coated kanyly pro delší čas použití

Chvění/cukání kanyl

Krevní pumpa/čerpadlo

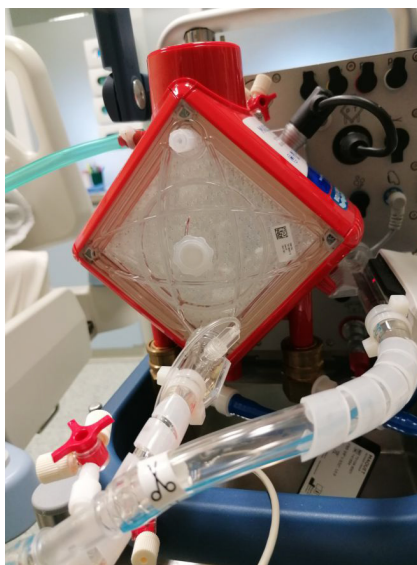
Funkce

Ruční klika

V ECMO používáme odstředivé (nejčastěji centrifugální) čerpadlo. Jedná se o neokluzivní pumpu, která funguje na principu strhávání krve do pumpy pomocí vířivého působení rotujících lopatek oběžného kola nebo rotujících kuželů. Oběžná kola nebo kužely jsou magneticky spojeny s elektromotorem a při rychlém otáčení vytvářejí tlakový rozdíl, který způsobuje pohyb krve. Průtok je měřen (ultrazvukovým senzorem) v L/min. Rychlost závisí především na vstupu (objemu krve a volbě velikosti kanyly) a výstupním tlaku (vaskulárním odporu). Odstředivá čerpadla jsou neokluzivní, což znamená, že krev se může pohybovat jedním nebo druhým směrem. Proto může docházet ke zpětnému toku krve pacienta, která se vrací zpět do pumpy. To je vidět nejčastěji, když je průtok ECMO nízký a tlak generovaný pacientovým srdcem je vyšší/výraznější. Na čerpadlech je systém proti zpětnému toku, ale pravidelný monitoring je nezbytný a důležité je zacvaknout/zaklepnout kteroukoli z kanyl, když čerpadlo neběží.

1.3.3 Oxygenátor

- Zajišťuje výměnu krevních plynů
- Použitelnost několik hodin až 30 dní
- Teplotní management



Obrázek 3 Oxygenátor

Krev prochází polypropylenovými (omezená doba použitelnosti cca 6 hodin)/polymethylpentenenovými dutými vlákny, ty umožňují výměnu plynů za účelem okysličení a odstranění CO_2 . Oxygenátor nahrazuje alveolární kapilární funkci. Moderní oxygenátory jsou složeny z více dutých vláken o průměru 0,5 mm, potažených hydrofobním polymerem, umožňujícím průchod plynu (parciální tlakový gradient), ale ne krve. Plyn proudí uvnitř vláken a krev je na vnější straně. Ve srovnání se zdravými plicemi jsou přenosové kapacity v membráně (umělé plíce) více než desetkrát nižší (3000 vs 200–250 ml/min). Přenosy O_2 a CO_2 jsou určeny výměnným povrchem a průměrem pórů vláken.

Popis čerpadla

Oxygenátor

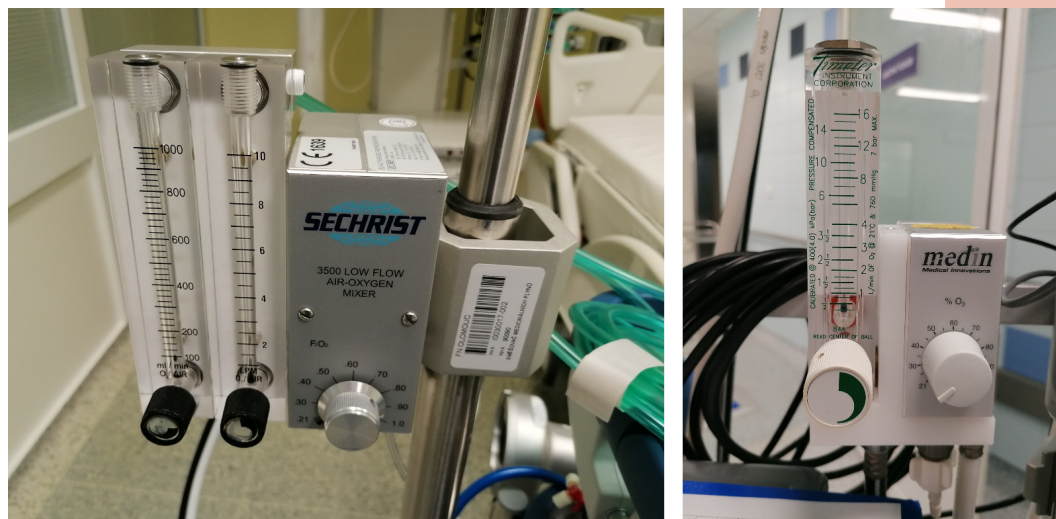
Funkce

Popis

1.3.4 Směšovač plynů (O_2 a vzduch)

- Reguluje průtok a frakci O_2 v plynu vedeného do oxygenátoru a hodnotu CO_2
- Napojený ke zdroji O_2 a vzduchu a na oxygenátor

Obrázek 4 Směšovač plynů



Směšovač plynů

Funkce

Vzduch a kyslík jsou napojeny na směšovač, který zajišťuje mixování těchto plynů. Směšovač je pak připojen k oxygenátoru ECMO pomocí jednoduché hadičky. Přívod kyslíku se nastavuje přes FiO_2 a odvod CO_2 proudem plynu. Nastavení směšovače a následné změny v nastavení musí být zaznamenávány. Kromě periferní saturace kyslíku pacienta, nastavení ventilátoru a výsledků krevních plynů umožňují včasné rozhodování.

Popis

1.3.5 Řídící jednotka

- Stanoví požadovaný počet otáček a zobrazí průtok krve
- Minutový průtok extrakorporálního oběhu dosahuje až 7l/min (60–100 ml/kg)
- Alarmové limity, musí být nastaveny s ohledem na terapeutický cíl

Obrázek 5 Řídící jednotka



Řídící jednotka

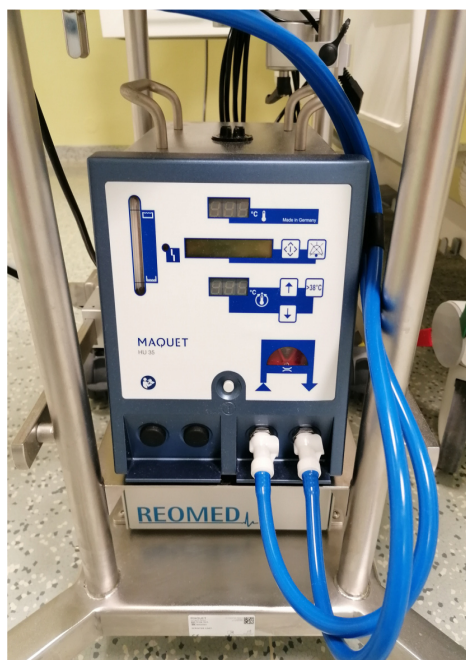
Funkce

Parametry na řídicí jednotce jsou mimo jiné otáčky za minutu (RPM) a průtok krve (LPM) v L/min. Terapeutický cíl stanovený týmem je průtok krve. Průtok musí být vždy nad 2 l/min. Při poklesu otáček pod minimální stanovenou hodnotu existuje riziko zpětného toku, což vede k neefektivnímu běhu ECMO. RPM a průtok krve nejsou v korelaci. Při stejných otáčkách může klesnout průtok krve bez ohledu na záměrné snížení. Může to být projev hypovolémie, v důsledku krevních ztrát nebo může být částečně zalomená některá z linek nebo vlivem zvýšení krevního tlaku.

1.3.6 Tepelný výměník

- Reguluje tělesnou teplotu pacienta

Obrázek 6 Tepelný výměník



Jedná se o miniaturní tepelnou jednotku obsahující vodu, která dokáže ohřívat krev pacienta konvekci. Teplá voda cirkuluje tepelnou jednotkou kolem oxygenátoru, a tím nepřímo ohřívá krev pacienta.

Kontrolní otázky a úkoly

1. Co je to ECMO?
2. Jaké jsou indikace a kontraindikace ECMO?
3. Vyjmenuj součásti přístroje ECMO a popiš jejich funkci.

Popis

Tepelný výměník

Funkce

Popis



2 Modality ECMO

V této kapitole budou popsány různé typy ECMO podle způsobu zavedení kanyl do těla pacienta a v jakých případech se které používají.

Studijní cíle

Po prostudování kapitoly

- dokážete vyjmenovat a popsat modality ECMO
- budete znát indikaci příslušných modalit vzhledem k prevenci různých komplikací

Klíčová slova

modalita ECMO, indikace typu ECMO, princip fungování, kanyla, přístupy, zavedení kanyl

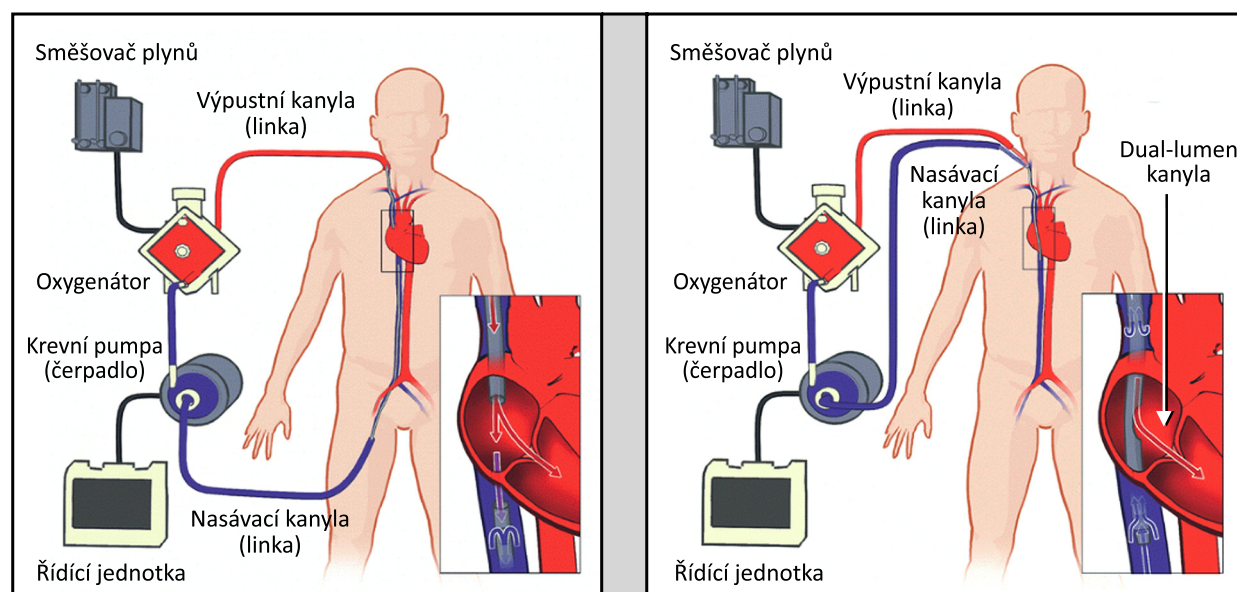
2.1 Základní modality ECMO

2.1.1 Veno-venózní (V-V) ECMO

- U pacientů s respiračním selháním, kde NENÍ nutná podpora srdce.
- Ulehčuje práci plic.
- Účinně odstraňuje CO_2 a koriguje koncentraci O_2 .

Obrázek 7 Veno-venózní ECMO

Zdroj: <https://thoracickey.com/ecmo-for-respiratory-support-in-adults/>



Veno-venózní
(v-v) ECMO

Indikace
V-V ECMO

Princip

Inflow kanyla je nejčastěji zavedená do DDŽ přes femorální žílu. Kanylou je pomocí čerpadla nasávána krev do oxygenátoru, kde dojde k výměně krevních plynů a dál je krev vrácena outflow kanylou vedenou nejčastěji přes v.jugul.interna do HDŽ nebo do PS. Možnost je také vést obě kanyly přes femorální žíly (AFsin a AFdx), kdy inflow kanyla je zavedená do DDŽ a outflow kanyla sahá až k PS. Další možností je využít dual-lumen kanylu (nasávací otvor ve VCI+ VCS a výpustní otvor v PS).

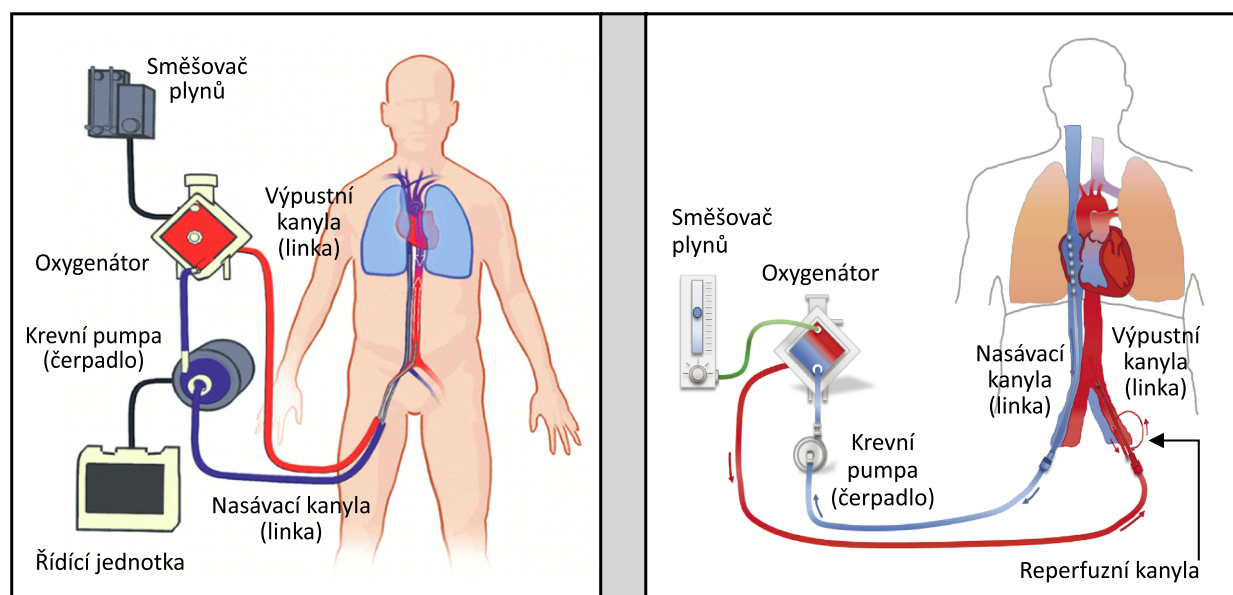
2.1.2 Veno-arteriální (V-A) ECMO

- U pacientů se srdečním selháním nebo kombinovaným selháním srdce a plic.
- Zajišťuje výměnu krevních plynů.
- Částečně nebo zcela nahrazuje čerpací funkci srdce.

Obrázek 8 Veno-arteriální ECMO

Zdroj: <https://thoracickey.com/ecmo-for-respiratory-support-in-adults/>

Zdroj: <https://www.mdpi.com/2077-0383/10/3/534>



Princip

Neokysličená (žilní) krev je inflow kanylou z PS nebo z DDŽ nasáta pomocí čerpadla do okruhu s oxygenátorem a po výměně krevních plynů se vrací outflow kanylou do aorty nejčastěji přes femorální tepnu.

Princip V-V ECMO

Veno-arteriální (V-A) ECMO

Indikace
V-A ECMO

Princip V-A ECMO

2.2 Pokročilé modality ECMO

2.2.1 Veno-arterio-venózní (V-A-V) ECMO

- Kombinace V-V a V-A ECMO.
- Při přechodu z V-A na V-V ECMO.
- Při Harlekýnském syndromu/syndromu sever-jih

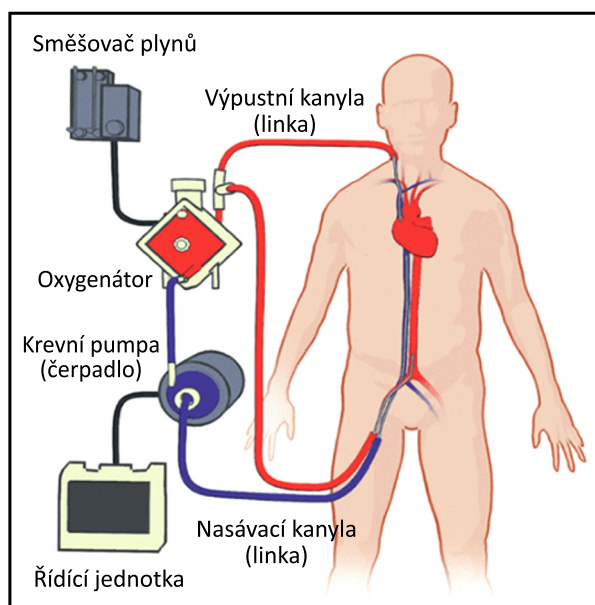
Veno-arterio-venózní (V-A-V) ECMO

Obrázek 9 Veno-arterio-venózní ECMO

Zdroj: <https://thoracickey.com/ecmo-for-respiratory-support-in-adults/>

Princip

K arteriální outflow kanyle se přidá Y spojka a další kanyla napojená na outflow kanylu je vedena do žilního systému k pravé v. jugularis do HDŽ. Návrat okysličené krve je tímto zajištěn dvěma přístupy, arteriálním a venózním systémem.



2.2.2 Veno-veno-arteriální (V-V-A) ECMO

- Distenze LK
- Nedostatečný průtok u V-A ECMO vedoucí k hypoperfuzi koncových orgánů

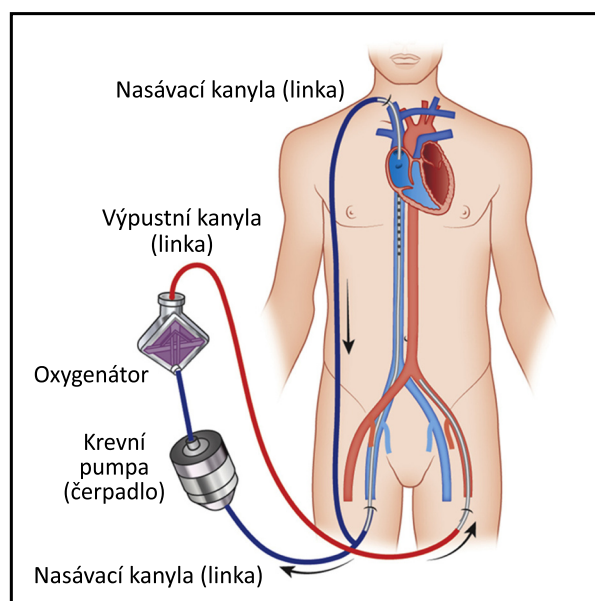
Veno-veno-arteriální (V-V-A) ECMO

Obrázek 10 Veno-veno-arteriální ECMO

Zdroj: [https://www.jtcvstechniques.org/article/S2666-2507\(21\)00173-5/fulltext](https://www.jtcvstechniques.org/article/S2666-2507(21)00173-5/fulltext)

Princip

Pomocí Y spojky se ke stávající inflow kanyle přidá další drenážní (nasávací) kanyla. Jako vhodná se jeví kombinace jedné kanyly zavedené přes femorální žílu do DDŽ a přídatné druhé kanyly zavedené přes pravou jugulární žílu do HDŽ nebo PS (minimalizuje návrat neokysličené krve do levého srdce). Alternativou je zavedení druhé přídatné kanyly do v. femoralis nebo v. subclavia.



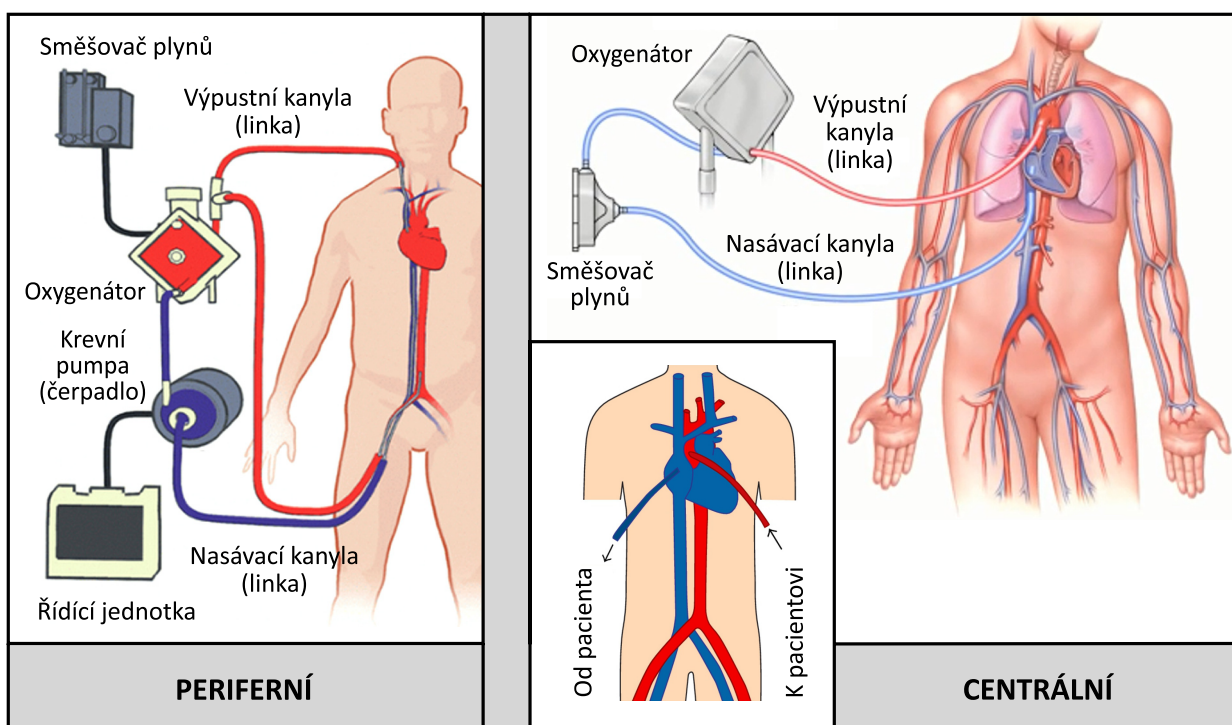
2.3 Přístupy

- Punkční, preparační, hybridní

Obrázek 11 Typy přístupů ECMO

Zdroj: <https://thoracickey.com/ecmo-for-respiratory-support-in-adults>

Zdroj: <https://www.hindawi.com/journals/tswj/2014/393258/>



2.3.1 Periferní přístup

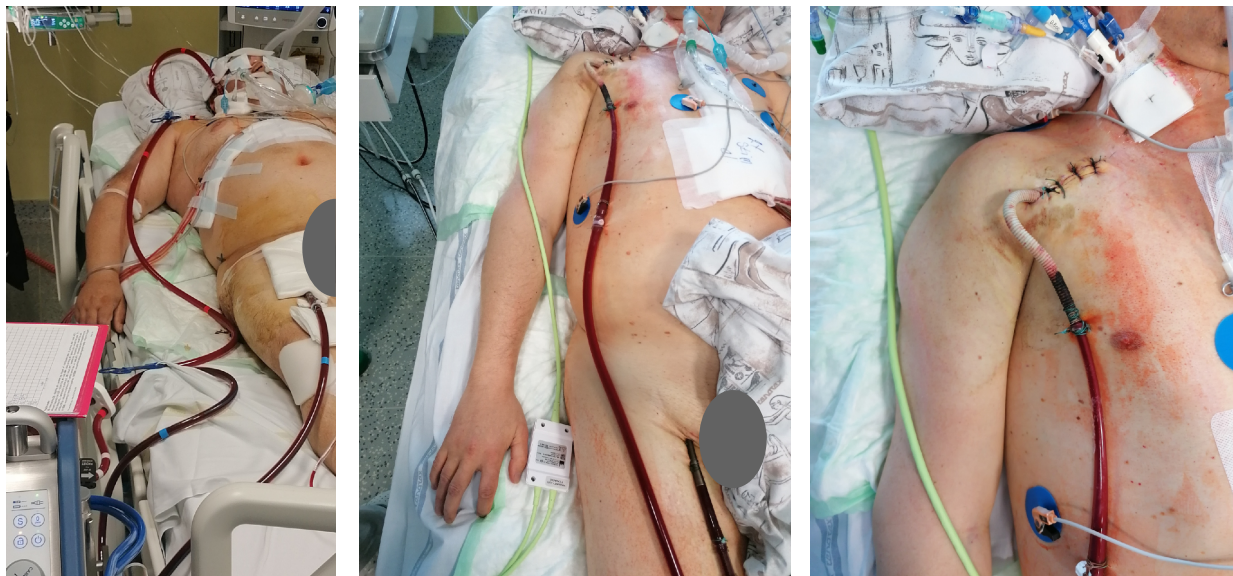
- ECMO kanyly jsou vedeny cestou velkých periferních žil a tepen (nejčastější přístup).
- Nejčastější vedení je cestou femoro-femorální (pro V-A) nebo femoro-jugulární (pro V-V). Alternativou pro V-A ECMO je zavedení outflow kanyly do arterie axilaris nebo arterie subclaviae (tunelizací nebo pomocí cévní protézy).
- V-V ECMO, V-A ECMO, V-A-V ECMO, V-V-A ECMO

2.3.2 Centrální přístup

- Využívaný v kardiokirurgii, kdy při otevřeném hrudníku je inflow kanyla zavedena do velkých cév nebo do pravostranných srdečních oddílů, popř. i LS a outflow kanyla nejčastěji do ascendentní aorty. Hrudník může zůstat otevřený nebo se uzavře (kanyly se tunelizují)
- Indikace: postkardiotomický šok, nedosažení adekvátních průtoků při periferním přístupu V-A ECMO, nemožnost zavedení arteriální kanyly periferní cestou (malá céva, cévní onemocnění)
- V-A ECMO

Periferní přístup

Centrální přístup

Obrázek 12 Aplikace periferního přístupu

2.4 Charakteristické postupy u V-V a V-A ECMO

- U V-A ECMO nemusí být zahájena KPR (systémová cirkulace u srdečního a plicního systému je zajištěna systémem ECMO).
- U V-A ECMO se maligní arytmie zpravidla defibrují při prvotním vzniku, při refrakterních arytmiích je opakovaná defibrilace na zvážení, v rámci dalších diagnostických a terapeutických postupů.
- U V-A ECMO je značně omezena mobilizace, polohování pacienta (obzvláště při centrálním zavedení kanylu, riziko vysoké poptávky kyslíku, vyšší riziko krvácení, atd.).
- U V-V ECMO je KPR a defibrilace NUTNÁ!!!!
- U V-V ECMO je mobilizace a polohování pacienta dostupnější.

Kontrolní otázky a úkoly

1. Vyjmenuj a popiš základní a pokročilé modality ECMO.
2. Jakými přístupy jsou vedeny kanyly do těla pacienta?
3. uveď zvláštnosti V-V a V-A ECMO.

Charakteristické postupy u V-V a V-A ECMO



3 Průběh ECMO a jeho kontrola

Tato kapitola vás seznámí se zajištěním hladkého průběhu terapie ECMO, základními komplikacemi, jejich předcházení a řešení, např. antikoagulační terapií. Doporučí základní postup monitoringu jak jednotlivých součástí zařízení ECMO, tak i celku v průběhu procesu, ale především tělesných hodnot a stavu pacienta během procesu.

Studijní cíle

Po prostudování kapitoly

- budete znát základní zajištění správného průběhu terapie ECMO
- dokážete vyjmenovat základní komplikace při terapii ECMO
- popíšete základní monitoring procesu ECMO

Klíčová slova

antikoagulační terapie, distenze LK, komplikace, základní monitoring, tělesné hodnoty pacienta, stav pacienta

3.1 Antikoagulační terapie a další zajištění

- Po zvolení modality ECMO musí být okruh naplněn balancovaným krystaloidním roztokem (např. heparinizovaným), za přísně aseptických podmínek. Dále je zajištěna antikoagulace kontinuálním intravenózním podáváním Heparinu (vyzkoušený a nejrozšířenější antikoagulant u ECMO).
- Je vhodné osadit arteriální kanylu trojcestným kohoutem pro následné možné zajištění distální perfuze kanylované končetiny a minimalizovat tak ischemizaci končetiny. Příhodné je také osadit trojcestným kohoutem venózní linku, pro tzv. venting LK. V případě **distenze LK** (vlivem zvýšeného afterloadu v případě periferního zavedení V-A ECMO) a její špatné funkce, která vede během několika hodin k těžkému plicnímu edému a poškození plic, je zapotřebí přistoupit k několika možným řešením:
 - navýšení inotropní podpory,
 - zavedení IABK,
 - zavedení speciální nasávací kanyly transseptálně do LS nebo tzv. **Venting LK** (jeden z nejčastějších postupů): Zavede se pig-tail katetr (VENT) do LK a napojí se na inflow kanylu, která zajistí nasávání krve z LK. Tím je dosaženo efektivnějšího vyprázdnění LK.
 - Jednou z možností odlehčení LK je také zavedení systému **Impella**: Katetr s mikroaxiální rotační krevní pumpou se zavádí axilární tepnou nebo femorální tepnou retrográdně přes aortální chlopuň do LK. Rotační pumpa nasává krev z LK do ascendentní aorty. Nasávací výkon závisí na průměru katetru a je v rozmezí 2,5–5 L/min. Umístění se kontroluje skiaskopicky



Antikoagulační
terapie

Heparin

Distenze LK

Venting LK

Impella

nebo TEE. Nasávací část je umístěna pod aortální chlopeč, výpustní část nad aortální chlopeč. Efektem je odlehčení LK, nižší spotřeba O₂ a vyšší průtok krve myokardem, snížení EDV a EDP, snížení napětí stěny LK. Spolu s ECMO zvyšuje srdeční výdej, snižuje velikost a tlak v LK. Jednou z částí systému je vysokotlaková infuzní pumpa, která kontinuálně proplachuje elektromotor roztokem glukózy s heparinem pod tlakem 300–700 mmHg (brání vniknutí krve do motoru). Je nutná systémová antikoagulační léčba heparinem (ACT 250s–500s). Doba použití systému Impella se pohybuje v rozmezí několika hodin až dní (některé studie uvádějí až 30 dní). KI: AVR mech., těžká aortální stenóza či insuficience, stenóza aorty, aj. NÚ: ischemie DK, infekce, hemolýza, krvácení, mechanické poškození aortální chl., aortální regurgitace, poranění LK, komorové arytmie. Spojení systému Impella a ECMO se označuje „ECMELLA“ nebo „ECPELLA“.

- Dalším možným řešením je také kardiokirurgická implantace levokomorové podpory popř. centrální zavedení ECMO.
- Synchronizovaný pulsatilní tok ECMO (prozatím stále v experimentální pozici léčby).

3.2 Komplikace

Trombóza

Jako důsledek aktivace koagulační kaskády. Při zvýšené koagulaci může docházet ke tvorbě trombu. Čím více spojení je na okruhu přítomno, tím více dochází ke stagnaci krve a tím se zvyšuje riziko tvorby sraženin.

Krvácení

Zapříčiněno kontinuální aplikací heparinu, poruchou koagulačních procesů, poškozením cév a krevních buněk.

Infekce

Riziko se zvyšuje z důvodů zavedení velkých kanyl do vaskulárního systému a z důvodu jejich umístění v blízkosti míst s potenciálně vyšším rizikem vzniku infekce (trísla).

Končetinová ischemie

Kanyla ECMO obturuje průsvit cévy a snižuje průtok krve do končetiny (kanylace arterie).

Dislokace kanyl

Nechtěné povytažení kanyly nebo uvolnění fixace jako důsledek neopatrné manipulace nebo nedostatečné fixace.

Syndrom sever-jih/Harlekyň syndrom

Z důvodu paralelního zapojení dvou krevních oběhů. Retrogradně okysličená krev se přetlačuje s nativním antegradním oběhem.

Komplikace

Trombóza

Krvácení

Infekce

Končetinová
ischemie

Dislokace kanyl

Syndrom sever-jih
neboli Harlekýň
syndrom

Cévní mozková příhoda

Vlivem aktivace koagulačních procesů a extrakorporálního vedení krve hrozí riziko trombembolizace do mozku nebo jako důsledek Harlekýn syndromu (ischemická CMP).

Intracerebrální krvácení

Z důvodu systémové antikoagulace, poruchy koagulačních procesů.

Hypoxické poškození mozku

Jako důsledek Harlekýn syndromu.

Hyperperfuzní syndrom

Vlivem zvýšené perfuze části těla, např. při napojení outflow kanyly do axilární nebo subclavikulární arterie (hyperperfuze HK). Riziko kompartment syndromu.

Cévní mozková
příhoda

Intracerebrální
krvácení

Hypoxické
poškození mozku

Hyperperfuzní
syndrom

3.3 Doporučený základní monitoring

- TK (krevní tlak): invazivní, kontinuální
- P (puls): kontinuální, EKG křivka
- CVP (centrální venózní tlak): kontinuální
- SpO₂ (pulzní oxymetrie): kontinuální
- NIRS (blízká infračervená spektroskopie): kontinuální
- TT (tělesná teplota): kontinuální
- DF (dechová frekvence): kontinuální
- Ventilační parametry (UPV)
- LPM a RPM (průtok krve a rychlost otáček)
- Laboratorní parametry (koagulace, KO, laktát, ASTRUP, hepatorenální parametry, aj.)
- Srdeční výdej
- Krvácení
- Infekce
- Kanyly
- Zornice
- Končetiny
- Moč

Monitoring
tělesných hodnot
pacienta

Stav pacienta

Kontrolní otázky a úkoly

1. Vysvětli pojem antikoagulační terapie.
2. Co je to distenze LK a k čemu vede?
3. Vyjmenuj základní komplikace procesu ECMO.



4 Vřazení přídavných zařízení do okruhu ECMO

V následující kapitole se dovíte, jaká přídavná zařízení se mohou vřadit do systému ECMO, jako například hemofiltr nebo CRRT. Všechny typy zapojení CRRT jsou znázorněny schémata a popsány. Další podkapitola znázorňuje připojení absorberu Cytosorb.

Studijní cíle

Po prostudování kapitoly

- vysvětlíte, co znamená systém CRRT
- budete znát jednotlivé způsoby vřazení CRRT do okruhu ECMO
- vyjmenujete výhody a nevýhody
- vysvětlíte, co je a k čemu slouží Cytosorb

Klíčová slova

CRRT, vřazení CRRT do okruhu ECMO, výhody, nevýhody, Cytosorb

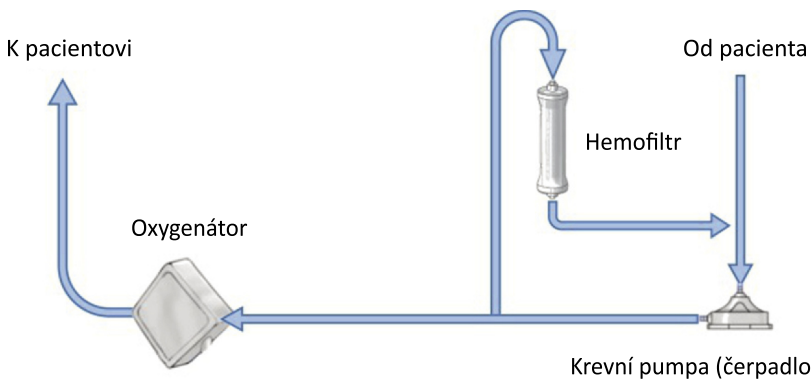
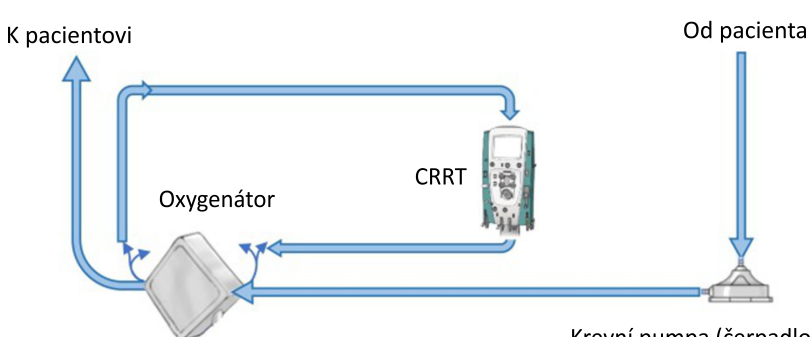
4.1 ECMO a CRRT

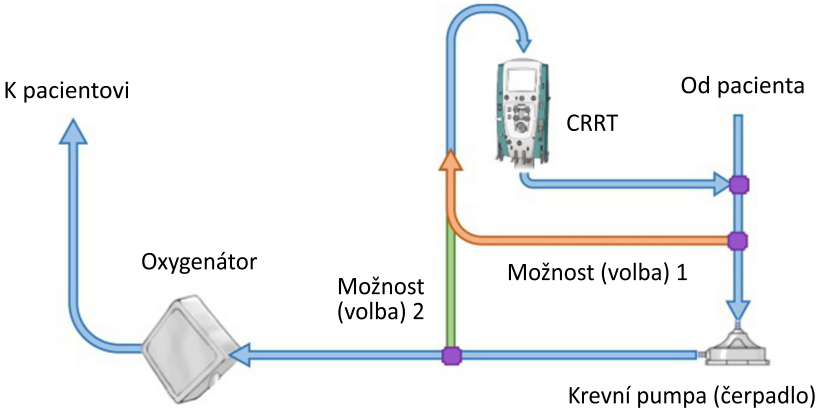
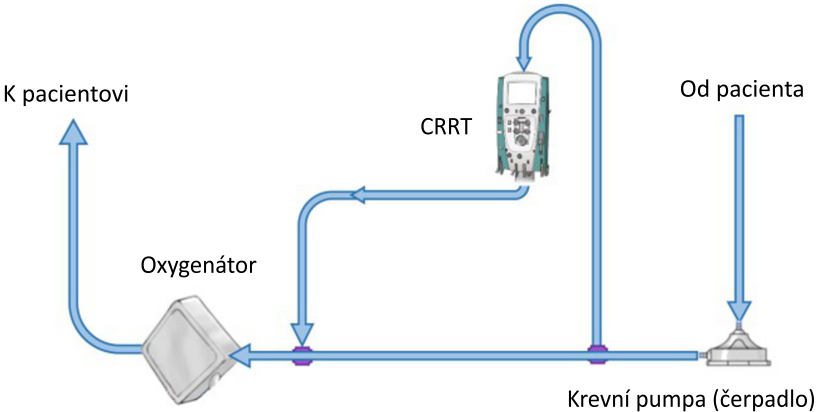
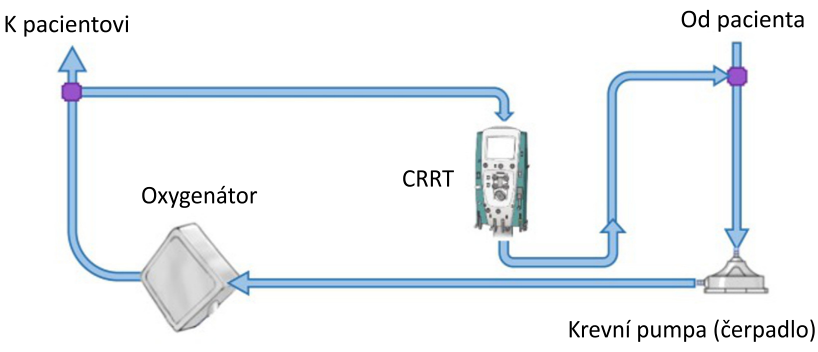
ECMO může také poskytnout napojení CRRT (kontinuální renální terapie) přímo do vlastního obvodu. Může se tímto ušetřit další kanylace pacienta HDK (hemodialyzační kanylou) a snížit tak riziko krvácení z důvodu aplikované systémové antikoagulace. Také tímto mohou být ušetřena další potenciální místa v případě nutnosti překanylování ECMO. Má ale i své nevýhody (změna tlaků v CRRT, riziko vzniku trombu, mikroembolizace, zvýšení ošetrovatelské náročnosti, aj.).



CRRT
(kontinuální
renální terapie)

Obrázek 13 Vřazení CRRT do okruhu ECMOZdroj: <https://doi.org/10.1016/j.ejccm.2018.12.006>

POUZE HEMOFILTR	
CELÝ SYSTÉM CRRT	Do obvodu ECMO je vřazen celý systém CRRT. Využití celého přístroje CRRT se uvádí jako nejpřesnější a nejbezpečnější. Vysoký průtok v obvodu ECMO však způsobí i vysoké tlaky v systému CRRT, s čímž je nutno počítat. Není proto vhodné přepojení již běžícího procesu CRRT z jiného místa do obvodu ECMO. Změna tlaků v přístroji CRRT způsobí jeho zastavení.
Tento případ napojení je pravděpodobně nejméně invazivní, nejjednodušší a nejbezpečnější. VÝHODY Výhodou jsou integrované porty oxygenátoru, eliminace vzduchových bublin a sraženin. NEVÝHODY Nevýhodou jsou vyšší tlaky v CRRT.	a) CRRT před a za oxygenátor   

NEVÝHODY V případě napojení výstupní linky CRRT před čerpadlo je riziko spuštění alarmu nízkého návratového tlaku v CRRT. Toto může vést k nízkému podtlaku, k hemolýze a mikroembolizaci.	b) CRRT před a za čerpadlo 
VÝHODY Výhodou je, že oxygenátor slouží jako lapač vzduchových bublin. NEVÝHODY V případě tohoto napojení jsou generovány vysoké tlaky ve vstupní i výstupní lince CRRT. Je také nutné připojení dalších konektorů, které zvyšují riziko vzniku trombu.	c) CRRT mezi čerpadlo a oxygenátor 
Vstupní linka CRRT připojena k outflow kanyli a výstupní linka CRRT k inflow kanyli. Obě linky v blízkosti ústí ECMO kanyl. NEVÝHODY V tomto případě se jeví jako nevýhoda přítomnost dvou okruhů v blízkosti pacienta a ztížená ošetrovatelská péče.	d) CRRT v blízkosti ústí ECMO 

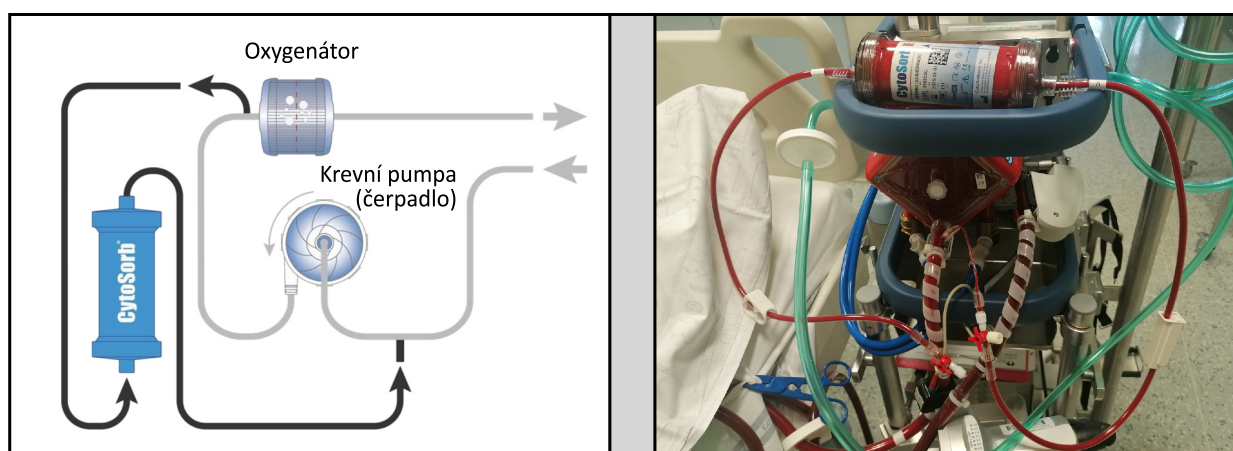
4.2 ECMO a Cytosorb

Do obvodu ECMO je možné vřadit i absorbér Cytosorb, zdravotnický prostředek k odstranění cytokinů, bilirubinu a myoglobinu na principu absorbce. Indikace: septický stav, akutní pankreatitis, jaterní selhání, kardiogenní šok, vasoplegický šok neinfekční, po kardiochirurgické operaci., aj.. Životnost absorbéru je až 24 hodin.

Obrázek 14 Vřazení Cytosorbu do okruhu ECMO

Zdroj: <https://www.mdpi.com/2077-0383/11/20/5990>

Cytosorb



Kontrolní otázky a úkoly

1. Co je to systém CRRT?
2. Jaké znáš způsoby vřazení CRRT do okruhu ECMO?
3. Co je to Cytosorb?



5 Ošetrovateľská péče o pacienta s ECMO na oddělení intenzivní péče

Tato kapitola vás provede všemi fázemi ošetrovateľské péče o pacienta s ECMO na oddělení intenzivní péče od přípravy a polohování pacienta až po úkony nutné po ukončení procesu ECMO a odpojení pacienta dekanylací od zařízení. Nastíní zásady krizového managementu v průběhu procesu ECMO spadajících do kompetencí všeobecné sestry intenzivní a resuscitační péče.

Studijní cíle

Po prostudování kapitoly

- budete umět připravit pacienta před a po zavedení kanylu
- popíšete uložení pacienta do pronační polohy
- dokážete popsat, co je třeba zajistit po ukončení procesu ECMO
- budete znát řešení závažných akutních komplikací

Klíčová slova

příprava pacienta, kanylace, dekanylace, mobilizace/polohování, pronace, komplikace, krizový management

Pacienti s ECMO jsou považováni za nejtěžší pacienty na JIP. Aby mohla být poskytnuta optimální úroveň ošetrovateľské péče u pacientů s ECMO, je nutné vzdělání a příprava ošetrujícího personálu nad rámec základního ošetrovateľského vzdělání. V mnohých světových institucích musí všeobecné sestry absolvovat speciální školení v péči o pacienty s ECMO, simulační výcvik a musí mít praxi v intenzivní péči nejméně 5 let, aby mohly pečovat o pacienty s ECMO. Mimo běžnou péči poskytovanou na JIP představuje ošetrovateľská péče o pacienta s ECMO péči specifickou, vyžadující dobrou fyzickou i psychickou odolnost ošetrujícího personálu a znalosti dané problematiky. U pacientů s ECMO by měl být při ošetrování zachován poměr sestra pacient 1:1.



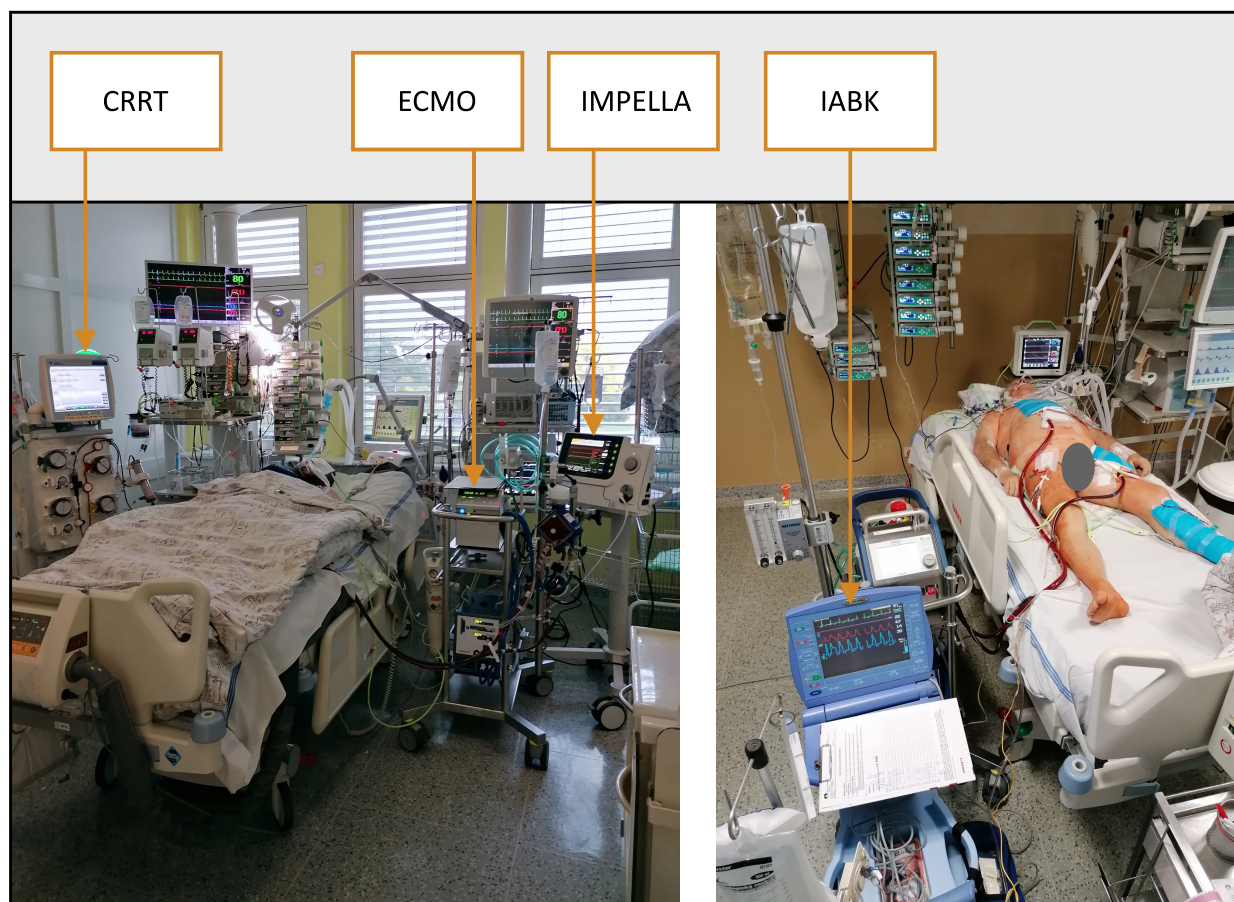
Pacient na JIP

Ošetrovateľská péče

Speciální výcvik všeobecné sestry

Praxe 5 let

Obrázek 15 Pacient na JIP (CRRT, ECMO, IMPELLA, IABK+ jiné technické vybavení)

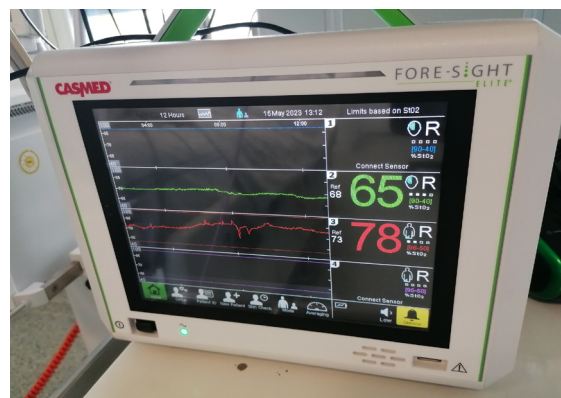


NIRS

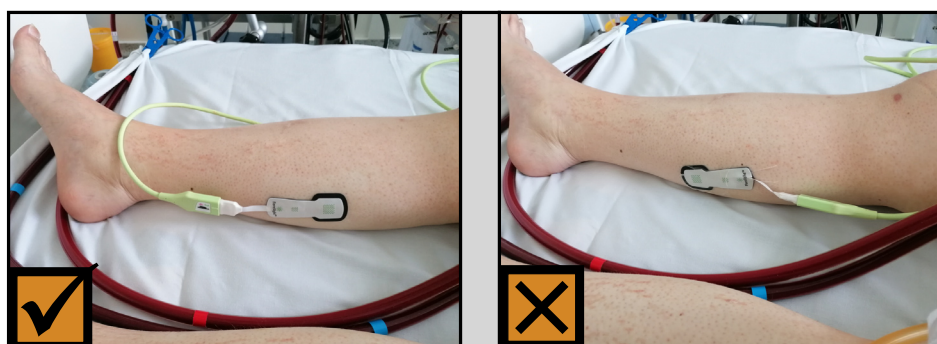
(tkáňová infračervená spektroskopie)

NIRS se umístí na končetinu (např. lýtkový sval) s kanylou zavedenou do arterie a na čelo, popř. na další místa dle domluvy s lékařem. NIRS kontinuálně informuje o účincích terapie a možných cévních poruchách, slouží k monitoraci saturace tkání. Podrobněji na [str. 30](#) bod 2.

Obrázek 16 NIRS



Obrázek 17
Správné
napojení NIRS



5.1 Zavedení kanyl a spuštění ECMO

Před zavedením kanyl a spuštěním ECMO sestra:

- Odebere krev na ACT nebo aPTT (popř. kompletní koagulaci) po domluvě s lékařem nebo dle zvyklostí pracoviště.³
- Odebere krev na krevní plyny, laktát, ABR.
- Zjistí, popř. zajistí krevní transfuze na/z krevní banky, dle pokynů lékaře.
- Provede toaletu DC.
- Uloží pacienta do supinné polohy.
- Provede depilaci místa kanylace (připraví se všechna eventuální místa pro případ selhání primárního).
- Očistí místa kanylace (odmastí, odezinfikuje).
- Podloží místa plánované kanylace savými podložkami.
- Přichystá sterilní stolek (dle situace, s nebo bez instrumentářky).
- Pokud není přítomna instrumentářka, zajistí z OPS nezbytné pomůcky (instrumentační kazetu s nástroji, rouškování) nebo dle zvyklostí pracoviště zajistí pomůcky z oddělení.
- Obstará další pomůcky (ochranný plášť, ústenku, ochranné brýle).
- V případě nepřítomnosti perfuzního týmu zajistí přístroj ECMO, vhodné kanyly (velikost Fr., délka), zaváděcí soupravu a jeho nasetování.
- Zajistí elektrokauter.
- Zajistí ultrazvuk a sterilní návlek.
- Zajistí chirurgickou lampu, světlo.
- Připraví naordinovanou medikaci.
- Sleduje FF a projevy pacienta během výkonu.

Po zavedení kanyl a po spuštění ECMO sestra:

- Zajistí dostatečnou a kvalitní fixaci ECMO kanyl (mimo fixaci provedenou chirurgem).¹
- Napojí tkáňovou infračervenou spektroskopii (NIRS), např. FORESIGHT.²
- Odebere krevní vzorky po spuštění ECMO (dále v pravidelných intervalech) dle ordinace lékaře, krevní plyny, vyšetření elektrolytů, koagulace (ACT, aPTT, AT, hladina anti faktoru Xa nebo na vyšetření pomocí trombelastografu), dle zvyklostí pracoviště.³

Čísla za jednotlivými položkami dále podrobně přibližují a odůvodňují daný postup ošetřujícího personálu.

1. Fixace kanyl ke končetině, mimo chirurgickou fixaci stehy, se provede pomocí náplasti vhodné na kůži nebo speciálními fixačními držáky (dle vybavení pracoviště). Dále se hadicový systém fixuje k prostěradlu, popř. lůžku pacienta (POZOR při manipulaci/polohování, vždy všechny fixátory uložené mimo kočetu uvolnit!!!)
2. NIRS se umístí na končetinu (např. lýtkový sval) s kanylou zavedenou do arterie a na čelo, popř. na další místa dle domluvy s lékařem. NIRS kontinuálně informuje o účinných terapiích a možných cévních poruchách, slouží k monitoraci saturace tkání. Monitoruje periferní i cerebrální oxymetrii. Považuje se za standardní monitorovací techniku u pacientů s ECMO. Toto zahájit bezprostředně po zavedení kanyl a spuštění ECMO. Hodnota saturace pomocí techniky NIRS by neměla být nižší než 40-50 %. Pokles hodnot saturace kyslíku pod hodnotu 40 % nebo ztráta signálu NIRS může značit ischemii kanylované končetiny nebo mozku. Toto zjištění vyžaduje okamžitou reakci ze stran ošetřujícího personálu a další zásah. Sledujeme nejen aktuální hodnoty, ale i trendy vývoje. Směr vedení kabelů NIRS připojených na kontaktní snímač musí vést směrem od středu těla ven. Hodnoty NIRS se zaznamenávají 1x/hod.
3. Před samotnou kanylací se odebere krevní vzorek na ACT (aktivovaný koagulační test), aPTT a AT (popř. kompletní koagulace), na základě ordinace lékaře nebo zvyklostí pracoviště. Hodnota ACT před zavedením > 200s, hodnota aPTT > 60s. Po spuštění ECMO sestra vzorky krve odebírá v intervalech po dohodě s lékařem popř. s perfuzionistou (dle zvyklostí pracoviště). V průběhu chodu ECMO by měla být hodnota ACT 160-200s, hodnota aPTT 45-60s (hodnoty sestry hlásí lékaři popř. perfuzionistovi). Zpravidla se tyto odběry odebírají v rozmezí 4-8 hodin, pokud lékař neurčí jinak nebo není stanoveno zvyklostmi oddělení. NLZP může pozměnit dávku systémového heparinu, dle aktuální hodnoty aPTT (nebo po domluvě s perfuzionistou). O změně lékaře informuje dle domluvy. AT je nejdůležitějším antikoagulantem v krvi. Nízká hodnota AT je prokazatelně spojena s vyšším rizikem TEN. Má přímé spojení s heparinem. Heparin umocňuje antikoagulační účinek AT. Bez AT nemůže heparin rozvinout svůj účinek a jeho nízká hladina výrazně narušuje jeho působení. Hodnota AT by měla dosahovat minimálně 60 %.

- U V-A ECMO odebírá vzorky krve k analýze krevních plynů z pravé radiální tepny. U V-V ECMO je odběr variabilní. ⁴
- Monitoruje hodnoty laktátu. ⁵
- U V-A ECMO umístí pulzní oxymetr ke sledování tkáňové saturace na pravou končetinu. U V-V ECMO je umístění variabilní. ⁶
- Sleduje hodnoty kardiopulsačního systému (srdeční frekvence, invazivní arteriální krevní tlak, centrální venózní tlak, saturace oxyhemoglobinu). ⁷
- Sleduje střední arteriální tlak (MAP) a perfuzní tlak. ⁸
- Hodnoty arteriálního tlaku zapisuje v takové formě, která odpovídá aktuálnímu záznamu arteriální křivky. ⁹
- Kontroluje kanyly ECMO a okolí jejich zavedení. ¹⁰
- Sleduje projevy cyanózy v horní polovině těla. ¹¹
- Sleduje známky krvácení (v místě zavedení kanyl ECMO, z dýchacích cest, ze sliznic dutiny ústní, z močového ústrojí, retroperitoneální krvácení, krvácení z gastrointestinálního traktu a další..). ¹²

4. U V-A ECMO dochází v podstatě k paralelnímu zapojení dvou krevních oběhů, což má vliv na hodnoty krevních plynů v různých oblastech. Odvíjí se od poměru vlastního průtoku v oběhu a oběhu extrakorporálního. Tento poměr mění rozsah tkání, které vlastní a extrakorporální oběh zásobují. K měření krevních plynů z vlastního oběhu se nejčastěji využívá arterie radialis dextra. Tato tepna bude s největší pravděpodobností zásobována vlastním oběhem (je-li zachován pulsatilní tok). Může se tak odhalit syndrom sever-jih/Harlekyň syndrom.

5. Hodnoty laktátu z arteriální krve slouží k monitoraci kvality tkáňové perfuze.

6. Pulzní oxymetrii můžeme využívat k monitoraci jen v případě, je-li zachován vlastní pulsatilní tok a vlastní srdeční výdej (u V-A ECMO). U V-A ECMO je umístění na PHK důležité z důvodu možného rozpoznání syndromu sever-jih/Harlekyň syndrom (pokles saturace). Hodnoty SpO₂ se zaznamenávají 1x/hod.

7. Preferuje se invazivní kontinuální monitoring krevního tlaku, monitorace srdeční frekvence, saturace kyslíkem, dechové frekvence, tělesné teploty. V-A ECMO může způsobit systolicko-diastolický nepulzatilní tok krve, a proto neinvazivní měření tlaku krve je nemožné, také pulzní oxymetrie v tomto případě nevykazuje žádné hodnoty. Hodnoty se zaznamenávají 1x/hod.

8. Střední arteriální tlak (MAP) je využíván jako náhradní ukazatel perfuze tkání. Nízké hodnoty MAP mohou vést ke snížení perfuze v koncových orgánech, k poruše mikrocirkulace. Hodnoty MAP nad 65 mmHg jsou nezbytné pro znovuoobnovení orgánové perfuze u šokovaných pacientů. Ideální MAP krve při podpoře ECMO není znám a v klinických studiích se jeho ideální hodnota při ECMO liší. Pohybuje se v rozmezí 60-90 mmHg. Pokud srdce nemá vlastní srdeční výdej, arteriální tlak je nepulzatilní, hovoříme o tlaku perfuzním (u V-A ECMO).

9. Při nepulzatilním toku arteriálním řečištěm se zpravidla zapisují hodnoty perfuzního tlaku = vedené na monitoru jako MAP. V případě zachovaného pulzatilního tlaku se pak zapisují standardní hodnoty = SYST/DIAST. Hodnoty se zaznamenávají 1x/hod (u V-A ECMO).

10. Může dojít ke komplikacím jako dislokace kanyly, uvolnění fixace nebo vznik popř. rozšíření hematomu. Neúmyslné dekanylace se lze vyhnout respektováním jednoduchých, ale velmi přísných pokynů před mobilizací a manipulací s pacientem. Ošetrovatel musí mít kompletní povědomí o okruhu. Pravidelně kontrolujte veškerou fixaci a místa zavedení kanyl. Zjistí-li uvolnění fixace, vznik hematomu nebo jeho rozšíření volá lékaře popř. perfuzionistu. Sestra kontroluje barevný rozdíl mezi kanylami (změna barvy krve v kanylách může značit poruchu oxygenace).

11. Hrozí riziko syndromu sever-jih/Harlekyňský syndrom. Může vzniknout při zapojení obou oběhů (vlastní a extrakorporální). Retrogradně okysličená krev se přetlačuje s nativním antegradním oběhem, což vede k hypoxii krve a následně může dojít k hypoxii horní části těla a mozku (u V-A ECMO).

12. Krvácení je zapříčiněno kontinuální aplikací heparinu, poruchou koagulačních procesů, poškozením cév a krevních buněk v důsledku zavedení ECMO.

- Sleduje stav končetin, barvu, teplotu, přítomnost pulzace, kapilární náplň končetin. ¹³
- Monitoruje saturaci kyslíku v žilní krvi. ¹⁴
- Monitoruje rychlost, průtok krve a ostatní parametry na řídící jednotce ECMO a přítomnost trombů v systému ECMO. ¹⁵
- Zasáhne v případě ohrožení pacienta a zastaví chod ECMO v případě zjištění přítomnosti vzduchu nebo trombu v arteriální nebo venózní lince. ¹⁶
- Sleduje známky infekce. ¹⁷
- Sleduje tělesnou teplotu, barvu a vlhkost kůže těla. ¹⁸
- Sleduje stav vědomí, sleduje a hodnotí stav zornic. ¹⁹

13. Zvýšenou pozornost je třeba věnovat končetině, ve které je zavedena kanyla do femorální tepny, hrozí ischemie končetiny nebo hyperperfuzní syndrom (v případě kanylace a. axilaris nebo a. subclaviae). Kanyla ECMO obturuje průsvit cévy a snižuje průtok krve do končetiny. Bledost, mramoráž končetiny, chladná kůže, nepřítomnost pulzace, motorická paralýza, stejně jako vznik bolesti mohou svědčit o ischemizaci končetiny. Jako ischemizace se může jevit i hyperperfuzní syndrom, spojený s edémem končetiny a s rizikem vzniku kompartment syndromu. Stav končetin se zaznamenává 1x/hod.

14. Saturace kyslíku v žilní krvi je odrazem okysličování tkání, využití kyslíku a efektu výměny krevních plynů ve tkáních. Normální hodnota saturace kyslíku v žilní krvi je 65-75%. Nižší hodnoty nás informují o hypoxii tkání. Odběr krve se provádí na základě ordinace lékaře nebo po dohodě s perfuzionistou.

15. Průtok krve v ECMO musí být vždy nad 2 l/min. Při nezměněných otáčkách může klesnout průtok krve bez ohledu na záměrné snížení. Může to být projev hypovolémie, v důsledku krevních ztrát nebo může být částečně zalomená některá z linek. Při spuštění ECMO dochází k systémové zánětlivé odpovědi, k následné reakci imunitního systému, zvýší se kapilární permeabilita a aktivuje se koagulační kaskáda. Následkem zvýšené koagulace může docházet ke tvoření trombu a následně k embolizacím nebo mikroembolizacím. Celý okruh (kanyly, hadičky a oxygenátor) by měl být kontrolován baterkou. Sestra hledá sraženiny nebo fibrinové pláty/kusy. Čím více spojení je na okruhu přítomno, tím více se vytváří stagnace krve. Zvyšuje se riziko tvorby sraženin. Proto je nutné složitý obvod sledovat s mnohem větší opatrností. Pravidlo 3C.

16. Pokud je detekována sraženina nebo vzduch v okruhu ECMO musí sestra ihned přístroj zastavit a zaklempovat kanyly. Poté ihned přivolá lékaře a popř. perfuzionistu. Viz řešení závažných akutních komplikací (pravidlo 3C).

17. Při spuštění ECMO dochází u pacientů k systémové zánětlivé odpovědi, k následné reakci imunitního systému. Riziko infekce je zvýšené z důvodů zavedení velkých kanyl do vaskulárního systému a z důvodu jejich umístění v blízkosti míst s potenciálně vyšším rizikem vzniku infekce (trísla). Příznaky infekce je u pacientů s podporou ECMO obtížné monitorovat, protože systémová zánětlivá reakce je aktivována již zavedením kanyl, bez přítomnosti aktivní infekce. Běžné ukazatele aktivní infekce jako je horečka a leukocytóza jsou u pacientů s ECMO nespolehlivé. ECMO může skrýt zvýšenou teplotu pacienta, protože krev vedena mimo tělo se v okruhu ochlazuje. Sledujeme hnisavou sekreci a zarudnutí v okolí kanyl ECMO nebo jiných invazivních vstupů, množství a charakter sputa z DC, elevaci zánětlivých markerů, trend hodnot TT.

18. Krev vedená extrakorporálně se přirozeně ochlazuje, monitorace tělesné teploty kontinuální technikou je výhodou. Nejlépe poslouží PMK s termistorem.

19. Z důvodů aktivace koagulačních procesů a extrakorporálního vedení krve hrozí riziko trombembolizace do mozku. Naproti tomu z důvodu systémové antikoagulace může dojít ke krvácení do mozku. Komplikací může být také syndrom sever-jih/Harlekyň syndrom, který může způsobit hypoxické poškození mozku. Změna velikosti zornic může být známkou takovéto komplikace. Hodnoty se zaznamenávají 1x/hod.

- Sleduje barvu moči a přítomnost známek žloutenky. ²⁰
- Sleduje výdej moči. ²¹
- Provádí převazy ústí a fixačních míst kanyl ECMO za přísně aseptických podmínek dle potřeby. ²²
- Provádí mikropolohování. ²³
- Podkládá místa kontaktu ECMO kanyl s kůží pacienta, předchází vzniku dekubitů v co největší míře. ²⁴
- Odebírá krevní vzorky k vyšetření krevního obrazu, jaterních, ledvinových, srdečních funkcí a jiné dle požadavků lékaře nebo dle zvyklostí oddělení. V intervalech, které určí lékař popř. dle zvyklostí pracoviště.
- Sleduje hodnoty laboratorních vyšetření, jejich vývoj a po vyhodnocení informuje lékaře.
- Provádí hygienickou péči dle dohody s lékařem (popř. za asistence perfuzionisty).
- Polohuje pacienta po domluvě s lékařem a dle aktuálního stavu pacienta.
- V případě chvění kanyl informuje lékaře a perfuzionistu.
- Komunikuje s pacientem, i když je pod vlivem sedativ.

20. Vlivem ECMO může dojít k hemolýze červených krvinek.

21. Snížený výdej moči může značit hypoperfuzi ledvin.

22. Krvácení, sekrece a nepřilnavé krytí jsou indikací k převazu (případě masivního krvácení je vhodné zvážit vážení krycího materiálu).

23. Mikropolohování je zásadní u pacientů, kteří nemohou být polohováni v plném rozsahu. V ideálním případě se provádí každou hodinu (pootočení hlavy, malá změna polohy končetin, změna vypodložení).

24. Pomocí longet se podloží kanyly v místech, kde přímo naléhají na kůži. **Nezapomínej!!** na pravidelné přemístění ušního saturačního čidla nebo jej měnit za prstové!

5.2 Mobilizace/polohování pacienta s ECMO na oddělení intenzivní péče

Lehká úroveň fyzioterapie je přínosem. Standardní ošetrovatelské péče může vést k zintenzivňování fyzioterapie. V první řadě by měl být prováděn pasivní pohyb, aby se předešlo svalovým kontrakturám, byla zachována pohyblivost kloubů, flexibilita měkkých tkání a celkové zachování funkcí. Polohování pacientů na lůžku a pasivní rehabilitace také podporují funkci plic a drenáž sekretů z dýchacích cest. Neustále je nezbytné hodnotit stav pacienta a polohu kanyl.

Mobilizace/polohování pacienta s ECMO je možná jen na základě ordinace lékaře.

Před mobilizací/polohováním sestra:

- Má kompletní přehled o obvodu ECMO: zaváděcí body, kanyly, hadičky, řídicí jednotku atd.
- Zkontroluje fixaci kanyl: stehy a případné další fixační prostředky.
- Posoudí délku kanyl/hadiček: ne vždy usnadní mobilizaci na lůžku. Aby se předešlo nepříznivým událostem, posune přístroj ECMO, aby nedošlo k zauzlování nebo napětí při otáčení pacienta a předešlo se proležením nebo dislokaci kanyl.
- Zhodnotí úroveň vědomí pacienta: pokud pacient reaguje, měla by sestra před zahájením procesu vysvětlit mobilizovanému, co se od něj očekává, a posoudit, zda potřebuje analgetika. Pokud,

Mobilizace/
polohování
pacienta s ECMO

Kontrola stavu
pacienta a polohy
kanyl

Úkony sestry
před mobilizací/
polohováním

je pacient pod sedativy může dojít k potřebě navýšení sedativ nebo analgetik, aby se předešlo nežádoucí oběhové nestabilitě nebo ventilační interferenci a nechtěnému dráždění pacienta.

- Zajistí dostatek pečovatелů, aby pomohli.

5.3 Pronační poloha (PP) u pacientů s ECMO na oddělení intenzivní péče

PP není bezrizikovou metodou. Rizika představují dislokace kanyl, poškození hrudníku a obličeje, oběhovou nestabilitu, krvácení, aj. Naproti tomu poloha na břicho snižuje plicní edém, atelektázu a podporuje plicní ventilaci. Pozitivně působí na mechaniku dýchání, na poddajnost plic a okysličení. Snižuje plicní tlak. Ale není zcela jednoznačné, že pacienti s ECMO z PP profitují.

Je využívána především u pacientů s V-V ECMO.

PP je možná, pokud nejsou jisté kontraindikace a nehrozí dislokace kanyl a vždy na základě ordinace lékaře.

Relativní kontraindikace: nedávná sternotomie, oběhová nestabilita, operace v oblasti obličeje, těhotenství, vícečetná traumata.

Možné komplikace: dočasný pokles saturace, oběhová nestabilita, nechtěná extubace, dekubitus, zvracení, navýšení sedace, poškození nervu nebo krvácení v oblasti kanyl.

Vyžaduje minimálně 6členný tým, ale nejlépe 8 členů. 4 na samotné otáčení (NLZP), 1 zajišťuje polohu ETK (lékař), 1 zajišťuje kontrolu ECMO kanyl (NLZP, lékař nebo perfuzionista). Hlavní koordinátor je lékař, každý má jasně danou pozici a hlídá konkrétní oblast (pro NLZP určí osobní sestra pacienta).

Před pronací sestry:

- Proveďte důkladnou toaletu DC.
- Zkontroluje tlak v obturační manžetě kanyly zajišťující DC.
- Aplikuje do očí mast a překryje oči proti vysychání rohovky.
- Nalepí pěnové podložky na predilekční místa v pronaci (brada, tváře, hřebeny kostí kyčelních, kolena, kotníky, nártý).
- Zastaví enterální výživu (2 hod předem) a uzavře set před samotným polohováním a odpojí jej od enterální sondy.
- Po domluvě s lékařem navýší sedativa a analgetika.
- Z hrudníku sejme elektrody EKG.
- Zafixuje hadičky a drény napojené na pacienta (co je možné odpojit, se odpojí!).
- U mužů se musí zabránit kompresi varlat močovým katetrem.
- Zajistí speciální polohovací pomůcky vhodné k pronaci.

Pronační poloha (PP)

Využití PP

Relativní kontraindikace

Komplikace

Nároky na členy týmu

Úkony sestry před pronací

- V případě chybění speciálních polohovacích pomůcek využije běžně dostupné pomůcky (např. lůžkoviny).
- Po celou dobu přetáčení sleduje FF a projevy pacienta.

Obrázek 18

Pronační polohovací pomůcky

Není známá žádná standardní technika polohování do pronační polohy.

Optimální doba pronační polohy zatím nebyla jednoznačně stanovena. Často se hovoří o době 16–20 hodin.



Příklady uvedení pacienta do pronační polohy:

Postup č. 1

Se speciálními polohovacími pomůckami:

Pacient přetáčený se směrem doleva se posune s prostěradlem na pravý okraj postele. Na levou část postele se položí nová podložka/prostěradlo. Levá ruka pacienta se co nejvíce podsune pod levý bok a hýždě pacienta. Hlava je neustále přidržována. Poté se pacient postupně přetáčí za koordinaci všech zúčastněných. Po uložení na břicho je původní prostěradlo vytaženo a s novým je pacient vycentrován doprostřed lůžka. Poté se nadzvedne a vypodloží pánev, následuje oblast hrudníku, oblast subclavikulární a ramen. Jako poslední je podložena hlava a končetiny. V případě potřeby se vypodloží oblast břicha, aby nedocházelo k prohnutí v bederní oblasti. Upraví se poloha ventilačního okruhu a ECMO kanyl rovnoběžně s osou těla.

Postup č. 2

Bez speciálních polohovacích pomůcek:

Na tělo pacienta sestra položí 3 polštáře: na horní část hrudníku, do oblasti stydké kosti a na kolena. Poté se přes pacienta položí prostěradlo. Vrchní a spodní okraje prostěradel jsou po delších stranách k sobě srolovány. Na lékařův pokyn se přesouvá pacient na okraj postele a poté je převrácen a posunut do středu lůžka. Upraví se poloha polštářů do optimální pozice, upraví se poloha ventilačního okruhu a ECMO kanyl rovnoběžně s osou těla.

Obrázek 19 Příprava předlékání míst před pronací



Po dokončení pronace sestra:

- Nalepí EKG elektrody na záda pacienta.
- Zkontroluje oči, musí být mimo polohovací pomůcku, aby na ně nebyl vyvíjen tlak.
- Zkontroluje polohu kanyly zajišťující DC, její průchodnost, fixaci.
- Pod oblast DÚ a nosu vloží výměnné sací podložky, pro případ exkrece.
- Zkontroluje polohu uší, aby nedocházelo k jejich zalomení.
- Napojí všechny odpojené hadičky, sondy a drény → spustí parenterální a enterální příjem.
- U mužů se musí zabránit kompresi varlat močovým katetrem.
- Paže uloží podél těla dlaněmi vzhůru nebo je uloží nahoru do pozice svícnu (musí být řádně podloženy).

Úkony sestry
po dokončení
pronace

Obrázek 20 Pacient v pronační poloze



- Postel uveďte do mírné antitrendelenburgovy polohy.
- Provádí masáž na opěrných bodech minimálně každé 2 hodiny (lokty, kolena, obličej, kyčelní hřebeny).
- Kontroluje polohu kanyl, jejich uskřínutí, krvácení v okolí atd.
- Kontroluje ventilační parametry a parametry ECMO.
- Kontroluje případnou regurgitaci trávicího traktu.
- Provádí mikropohovávání.

Obrázek 21
Pacient po otočení
z pronace



5.4 Řešení závažných akutních komplikací

Nechtěná dekanylace, dislokace kanyly

Je to vzácná, ale obávaná komplikace. Když k ní ale dojde, ošetrovatelský tým musí reagovat rychle a efektivně. Bohužel každé zpoždění, byť jen několik sekund, může být pro pacienta smrtelné.

Opatření, která je třeba podniknout: **Pravidlo 3C**

CLAMP (zacvaknutí), **CALL HELP** (Volání pomoci), **COMPRESSION** (Komprimace)

Nechtěná
dekanylace,
dislokace kanyly

Pravidlo 3C:

- Clamp
- Call help
- Compression

1. Zacvaknutí/zaklemování/zalomení: To je první věc, kterou **MUSÍTE** udělat. V ošetrovatelské škole se sestry vždy učí nejprve zkontrolovat pacienta a poté stroje. To je jeden případ, kdy toto pravidlo neplatí, předností v případě dekanylace je zabránit větší ztrátě krve a vzduchové embolii. Použijte svorky/velké peány (klemy), které musí být dostupné na vozíku ECMO. Pokud je bohužel k dispozici pouze jedna svorka, zajistěte reinfuzní outflow kanylu, abyste zabránili vzduchové embolii. **A pokud žádné svorky nejsou hned k dispozici, zalomte kanylu (kteroukoli) ručně.**

2. Volání o pomoc: Tuto situaci není možné zvládnout sám. Čím rychleji zavoláte pomoc, tím je to pro pacienta bezpečnější. Všichni členové ošetrovatelského týmu musí vědět, kde najdou nouzový materiál nebo telefonní číslo, na které mají zavolat lékaře a perfuzionistu.

3. Komprimujte: Pacient může krvácet z místa zavedení, takže jakmile jsou kanyly uzavřeny, pevně místa stlačte.

Obrázek 22 Zalomení kanyly



Po těchto třech krocích musí být přijata všechna opatření ke stabilizaci pacienta (KPR, transfuze, nastavení nového ECMO).

Porucha čerpadla

Selhání čerpadla je jako dekanylace, život ohrožující stav.

Opatření, která je třeba podniknout:

1. Zalomte nebo zaklemujte kanyly
2. Snižte otáčky na nulu
3. Volejte lékaře a perfuzionistu

Přítomnost trombu nebo vzduchu

Opatření, která je třeba podniknout:

1. Zalomte nebo zaklemujte kanylu (kteroukoli)
2. Volejte lékaře a perfuzionistu

Selhání oxygenátoru

Příčinou selhání oxygenátoru může být přítomnost čtených sraženin nebo zvýšení počtu sraženin a fibrinu, popřípadě vliv léčiv. Patrná je změna krevních plynů bez jakýchkoli změn parametrů ECMO a celkového stavu pacienta nebo viditelná přítomnost velkých sraženin nebo fibrinu.

Opatření, která je třeba podniknout:

1. Volejte lékaře a perfuzionistu

Porucha čerpadla

Přítomnost
trombu nebo
vzduchu

Selhání
oxygenátoru

Pohotovostní
sada

Pohotovostní sada

Součástí krizového managementu by měla být na jednotkách pracujících s ECMO **pohotovostní sada** obsahující tyto pomůcky:

- svorky/klemy,
- nouzová ruční klika,
- nouzové zásoby (příslušné velké konektory, nůžky, hadičky/vedení pro rychlý přístup, roztok, spony a poutka, sterilní rukavice.

Měla by být k dispozici u lůžka nebo na jednotce a umožnit okamžitou reakci na jakékoli nepříznivé události. Nejdůležitější pomůckou prvních vteřin při závažných komplikacích (viz výše) jsou velké peány „klemy“.

Obrázek 23 Velké peány „klemy“



5.5 Weaning a odpojení ECMO

K „weaningu“ se přistupuje při **obnovení plicních nebo srdečních funkcí**.

K ukončení ECMO bez „weaningu“ se přistupuje v případě infaustního stavu (např. smrt mozku aj.).

u V-V ECMO

- Pozvolna se snižuje průtok plynů oxygenátorem i krevní průtok, až do snížení KP na 1L/min a zastavení přívodu plynů do oxygenátoru.

u V-A ECMO

- Pozvolna se snižuje KP až k hodnotě 1–1,5 L/min, spolu se snižováním průtoku plynů do oxygenátoru až k hodnotě 1L/min a na směšovači je nastaveno < 50 % FiO₂.
- Průtok plynů se nezastavuje úplně.
- Zůstává zachována dostatečná oxygenace arteriální krve.
- Monitorují se případné změny TK, tkáňové a orgánové perfuze.
- Pomocí ECHO se zmonitorují srdeční funkce.
- Musí být splněné ECHO parametry pro odpojení.

Před odpojením sestra:

- Zajistí ultrazvuk.
- Odebírá vzorky krve k vyšetření na základě ordinace lékaře.
- Zjistí, popř. zajistí přítomnost krevních transfuzí na/z KB.
- Podá naordinovanou medikaci na základě ordinace lékaře, popř. navyšuje kontinuální medikaci ke zklidnění pacienta.
- Sleduje hemodynamické parametry a parametry řídicí jednotky ECMO.
- Připraví pacienta k výkonu a k transportu na OPS (samotná dekanylace probíhá zpravidla na OPS, v případě V-A ECMO, popř. na JIP dle zvyklostí pracoviště u V-V ECMO).
- V antikoagulaci se může pokračovat až do dekanylace (na základě ordinace lékaře).

Po dekanylaci sestra:

- Sleduje místa původního zavedení ECMO kanyl (tvorba hematomu, krvácení, zn. infekce, atd.).
- Po dekanylaci je na zvážení podat přiměřenou dávku Protaminu (v příp. podávaného Heparinu, na základě ordinace lékaře).
- Monitoruje hemodynamické parametry a celkový stav pacienta.
- Přiloží kompresi na místa po dekanylaci (ponechá 6–12 hodin, na základě ordinace lékaře).
- Manipuluje s pacientem až na základě ordinace lékaře.

Obnovení plicních nebo srdečních funkcí

u V-V ECMO

u V-A ECMO

Úkony sestry před odpojením

Úkony sestry po dekanylaci

Kontrolní otázky a úkoly

1. Co je to NIRS a jak se správně napojuje?
2. Jaké úkony sestra provádí před zavedením kanyl a spuštěním procesu ECMO?
3. Jaké úkony sestra provádí po zavedení kanyl a spuštění ECMO?
4. Co víte o polohování pacienta s ECMO na JIP?
5. Popište pronáční polohu pacienta.
6. Co musí provést sestra před pronací?
7. Jaké úkony sestra provádí po ukončení pronace?
8. Jaké znáte nejčastější závažné komplikace při procesu ECMO?
9. Jak budete postupovat při nechtěné dekanylaci?
10. Co je to pravidlo 3C?
11. Co obsahuje pohotovostní sada?
12. Co je to weaning?
13. Jak posupuje sestra před odpojením pacienta od ECMO?
14. Jaké úkony sestra provádí po dekanylaci?



Referenční seznam

- ASBER, S. R. a kol., 2020. Nursing Management of Patients Requiring Acute Mechanical Circulatory Support Devices. *Critical Care Nurse* [online]. 40(1), e1-e11 [cit. 2021-11-12]. ISSN 19408250. Dostupné z: <https://doi.org/10.4037/ccn2020764>
- BULL, T. a kol., 2019. Cannula and circuit management in peripheral extracorporeal membrane oxygenation: An international survey of 45 countries. *PloS ONE* [online]. 14(12), e0227248 [cit. 2021-10-23]. ISSN 19326203. Dostupné z: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0227248>
- CALHOUN, A., 2018. ECMO: Nursing Care of Adult Patients on ECMO. *Critical Care Nursing Quarterly* [online]. 41(4), 394–398 [cit. 2021-07-19]. ISSN 15505111. Dostupné z: <https://doi.org/10.1097/CNQ.0000000000000226>
- DALY, K. J. R., 2017. Practical proning on ECMO. *Qatar Medical Journal* [online]. 2017(1), 1–2 [cit. 2021-09-14]. ISSN 02538253. Dostupné z: <https://doi.org/10.5339/qmj.2017.swacelso.19>
- DU, Z. a kol., 2018. Effect of increasing mean arterial blood pressure on microcirculation in patients with cardiogenic shock supported by extracorporeal membrane oxygenation. *Clinical Hemorheology and Microcirculation* [online]. 70(1), 27–37 [cit. 2021-11-15]. ISSN 18758622. Dostupné z: <https://doi.org/10.3233/CH-16156>
- DYK, M. van, 2018. The use of CRRT in ECMO patients. *The Egyptian Journal of Critical Care Medicine* [online]. 6(3), 95-100 [cit. 2023-05-16]. ISSN 20907303. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.ejccm.2018.12.006>
- ECMO CENTRUM. *Fakultní nemocnice Olomouc* [online]. Fakultní nemocnice Olomouc [cit. 2023-06-16]. Dostupné z: <https://www.fnol.cz/kliniky-ustavy-oddeleni/ecmo-centrum>
- ELSO GUIDELINES. ELSO Guidelines for Patient Care, Respiratory & Cardiac Support, ECMO in COVID-19. *Extracorporeal Life Support Organization* [online]. ©Extracorporeal Life Support Organization, 2023 [cit. 2023-06-16]. Dostupné z: <https://www.else.org/ecmo-resources/else-ecmo-guidelines.aspx>
- GIRAUD, R. B., ASSOULINE, B., BANFI C. a BENDJELID, K., 2022. Impella combined with veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation (VA-ECMO) for advanced hemodynamic support. *Reviews in Cardiovascular Medicine* [online]. 23(1) [cit. 2023-04-20]. ISSN 1530-6550. Dostupné z: <https://doi.org/10.31083/j.rcm2301003>
- HARNISCH, L. O. a MOERER, O., 2021. Contraindications to the Initiation of Veno-Venous ECMO for Severe Acute Respiratory Failure in Adults: A Systematic Review and Practical Approach Based on the Current Literature. *Membranes* [online]. 11(8) [cit. 2023-05-27]. ISSN 2077-0375. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/membranes11080584>
- HIJJEH, M., 2017. ECMO nurse specialist: Qatar experience. *Qatar Medical Journal* [online]. 2017(1), 1-2 [cit. 2021-11-12]. ISSN 02538253. Dostupné z: <https://doi.org/10.5339/qmj.2017.swacelso.55>
- CHANAN, E. L., 2020. Early Detection, Prevention, and Management of Acute Limb Ischemia in Adults Supported With Venoarterial Extracorporeal Membrane Oxygenation. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia* [online]. 34(11), 3125–3132 [cit. 2021-08-08]. ISSN 15328422. Dostupné z: <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2020.02.020>
- CHEN, Y. -CH. a kol., 2014. Acute kidney injury in adults receiving extracorporeal membrane oxygenation. *Journal of the Formosan Medical Association* [online]. 11(8) [cit. 2023-05-27]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jfma.2014.04.006>

- KIERSBILCK, C. van a kol., 2016. Ten things that nurses should know about ECMO. *Intensive Care Medicine* [online]. 42(5), 753–755 [cit. 2021-10-29]. ISSN 14321238. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s00134-016-4293-8>
- KOONS, B. a SIEBERT, J., 2020. Extracorporeal Membrane Oxygenation as a Bridge to Lung Transplant: Considerations for Critical Care Nursing Practice. *Critical Care Nurse* [online]. 40(3), 49–57 [cit. 2021-07-19]. ISSN 02795442. Dostupné z: <https://doi.org/10.4037/ccn2020918>
- LAMB, K. M. a kol., 2017. Arterial protocol including prophylactic distal perfusion catheter decreases limb ischemia complications in patients undergoing extracorporeal membrane oxygenation. *Journal of Vascular Surgery* [online]. 65(4), 1074–1079 [cit. 2021-11-15]. ISSN 10976809. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2016.10.059>
- LU, S.-J. a WANG, S.-P., 2018. Prone position and nursing care. *Hu Li Za Zhi* [online]. 65(3), 96–102 [cit. 2022-03-03]. Dostupné z: [https://doi.org/10.6224/JN.201806_65\(3\).13](https://doi.org/10.6224/JN.201806_65(3).13)
- MELNIKOV, S. a kol., 2021. Recommendations From the Professional Advisory Committee on Nursing Practice in the Care of ECMO–Supported Patients. *Critical Care Nurse* [online]. 41(3), e1–e8 [cit. 2021-11-07]. ISSN 02795442. Dostupné z: <https://doi.org/10.4037/ccn2021415>
- MICA, P. Péče o pacienta léčeného pomocí ECMO. *Florence*. 2021, 17(5), 34–37. ISSN 1801-464X.
- MOSSADEGH, CH. a COMBES, A., 2017. *Nursing Care and ECMO*. Cham: Springer International Publishing. ISBN 978-3-319-20100-9.
- MUHAMED ALEEF, M. C. a LABIB, A., 2017. Early mobilization and ICU rehabilitation of ECMO patients. *Qatar Medical Journal* [online]. 2017(1), 1–3 [cit. 2021-10-02]. ISSN 02538253. Dostupné z: <https://doi.org/10.5339/qmj.2017.swacelso.71>
- MUNSHI, L. a kol., 2017. Intensive Care Physiotherapy during Extracorporeal Membrane Oxygenation for Acute Respiratory Distress Syndrome. *Annals of the American Thoracic Society* [online]. 14(2), 246–253 [cit. 2021-10-02]. ISSN 23256621. Dostupné z: <https://doi.org/10.1513/AnnalsATS.201606-484OC>
- NIE, Q., YE, A. a WEI, S., 2020. Nursing Management of Severe COVID-19 Patients Undergoing Extracorporeal Membrane Oxygenation Combined with Prone Position Ventilation. *The Heart Surgery Forum* [online]. 23(4), E422–E425 [cit. 2021-09-14]. ISSN 15226662. Dostupné z: <https://doi.org/10.1532/hfs.3045>
- OŠTÁDAL, P. a kol., 2018. *ECMO: Extracorporeal Membrane oxygenation: Manual for Use in Adult Patients*. Praha: Maxdorf. ISBN 978-80-7345-564-4.
- PAVLUSHKOV, E., BERMAN, M. a VALCHANOV, K., 2017. Cannulation techniques for extracorporeal life support. *Annals of Translational Medicine* [online]. 5(4), 70–70 [cit. 2023-06-07]. ISSN 23055839. Dostupné z: <https://doi.org/10.21037/atm.2016.11.47>
- PEŠEK, J. a kol., 2011. Využití systému Impella 2, 5 u vysoce rizikové perkutánní koronární intervence. *Intervenční a akutní kardiologie* [online]. 10(3) [cit. 2023-04-20]. ISSN 1803-5302. Dostupné z: <https://www.iakardiologie.cz/pdfs/kar/2011/03/06.pdf>
- POLASTRI, M. a kol., 2016. Physiotherapy for Patients on Awake Extracorporeal Membrane Oxygenation: A Systematic Review. *Physiotherapy Research International* [online]. 21(4), 203–209 [cit. 2021-09-15]. ISSN 13582267. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/pri.1644>
- POZZEBON, S. a kol., 2018. Cerebral Near-Infrared Spectroscopy in Adult Patients Undergoing Veno-Arterial Extracorporeal Membrane Oxygenation. *Neurocritical Care* [online]. 29(1), 94–104 [cit. 2021-11-15]. ISSN 15416933. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s12028-018-0512-1>

- RADAKOVIC, D. a kol., 2021. Central Versus Peripheral Arterial Cannulation for Veno-Arterial Extracorporeal Membrane Oxygenation in Post-Cardiotomy Patients. *ASAIO Journal* [online]. 67(1), 67-73 [cit. 2023-06-07]. ISSN 1058-2916. Dostupné z: <https://doi.org/10.1097/MAT.0000000000001202>
- REDAELLI, S. a kol., 2016. Daily nursing care on patients undergoing venous-venous extracorporeal membrane oxygenation: a challenging procedure. *Journal of Artificial Organs* [online]. 19(4), 343-349 [cit. 2021-07-19]. ISSN 16190904. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s10047-016-0912-y>
- SALNA, M. a kol., 2019. Transcranial Doppler is an effective method in assessing cerebral blood flow patterns during peripheral venoarterial extracorporeal membrane oxygenation. *Journal of Cardiac Surgery* [online]. 34(6), 447-452 [cit. 2021-08-08]. ISSN 1540-8191. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/jocs.14060>
- SHAH, A. a kol., 2021. Hybrid and parallel extracorporeal membrane oxygenation circuits. *JTCVS Techniques* [online]. 8, 77-85 [cit. 2023-06-07]. ISSN 26662507. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.xjtc.2021.02.024>
- SHI, L. a WANG, J., 2020. Clinical Nursing Coordination Points of Extracorporeal Membrane Oxygenation (ECMO) in the Treatment Process. *Revista Argentina de Clínica Psicológica* [online]. 29(3), 826-833 [cit. 2021-08-08]. Dostupné z: <https://revistaclinica-psicologica.com/data-cms/articles/oldissue/20200930090753pm.pdf>
- SOROKIN, V. a kol., 2017. Choosing the appropriate configuration and cannulation strategies for extracorporeal membrane oxygenation: the potential dynamic process of organ support and importance of hybrid modes. *European Journal of Heart Failure* [online]. 19, 75-83 [cit. 2023-06-07]. ISSN 13889842. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/ehf.849>
- ŠTROS, J. a kol., 2019. Extrakorporální membránová oxygenace u pacienta s otravou tisem a escitalopramem. *Cor et Vasa* [online]. 61(5), 529-533 [cit. 2021-08-08]. ISSN 0010-8650. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.crvasa.2018.08.003>
- TU, Z. a kol., 2020. Nursing of Patients Critically Ill With Coronavirus Disease Treated With Extracorporeal Membrane Oxygenation. *Journal of Emergency Nursing* [online]. 46(6), 862-868.e2 [cit. 2021-08-08]. ISSN 1527-2966. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jen.2020.07.006>
- TYMOWSKI, CH. P. de a kol., 2017. CRRT Connected to ECMO: Managing High Pressures. *ASAIO Journal* [online]. 63(1), 48-52 [cit. 2023-05-16]. ISSN 1058-2916. Dostupné z: <https://doi.org/10.1097/MAT.0000000000000441>
- VOELKER, M. T. a kol., 2016. [Prone positioning of patients during venovenous extracorporeal membrane oxygenation is safe and feasible]. *Der Anaesthetist* [online]. 65(4), 250-257 [cit. 2021-08-08]. ISSN 1432-055X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s00101-015-0131-6>
- YEN, C.-C. a kol., 2018. Identifying the Risk Factor and Prevention of Limb Ischemia in Extracorporeal Membrane Oxygenation with Femoral Artery Cannulation. *The Heart Surgery Forum* [online]. 21(1), E018-E022 [cit. 2021-08-08]. ISSN 15226662. Dostupné z: <https://doi.org/10.1532/hsf.1824>

Přílohy

Příloha 1 Záznam ECMO/IABK

Identifikační štítek pacienta

Pacient – jméno a příjmení:		Rodné číslo (číslo pojištění):	
Datum narození: (není-li rodné číslo)		Kód zdravotní pojišťovny:	
Adresa trvalého pobytu pacienta: (případně jiná adresa)			

Typ / modalita	
Datum a čas zavedení	
Místo zavedení Inflow kanyly	
Místo zavedení Outflow kanyly	
Datum záznamu / list číslo	

ČAS	MÍSTO ZAVEDENÍ/VPICH		KONČETINA						PODPIS
	KRVÁCENÍ								
	INFLOW	OUTFLOW	puls	teplota	barva	puls	teplota	barva	
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
1									
2									
3									
4									
5									
6									

VYSVĚTLIVKY

TYP/MODALITA	ECMO periferní			ECMO centrální V-A	IABK
	V-V	V-A	V-A-V		
MÍSTO ZAVEDENÍ	V. JUGUL. DX.	V. FEMOR. DX/SIN		A. FEMOR. DX/SIN	
	A. SUBCLAVIA	A. AXILARIS	STERNUM		
KONČETINA	LDK	DK	LHK	PHK	

- KRVÁCENÍ:**
- = MÍSTO VPICHU NEKRVÁCÍ, MAXIMÁLNĚ OTISK NA PRIMÁRNÍM KRYTÍ
 - + = SLABÉ (NEVÝZNAMNÉ) KRVÁCENÍ
převaz obvazového krytí je nutné provést v rozmezí 6–12 hodin
 - ++ = STŘEDNĚ VÝZNAMNÉ KRVÁCENÍ
převaz obvazového krytí je nutné provést v rozmezí 2–6 hodin
 - +++ = VÝZNAMNÉ, MASIVNÍ KRVÁCENÍ
převaz obvazového krytí je nutné provést za méně jak 2 hodiny
- PULSACE:**
- + = PŘÍTOMNA, PULS NA KONČETINĚ JE HMATNÝ
 - = NEPŘÍTOMNA, PULS NA KONČETINĚ JE NEHMATNÝ
- TEPLOTA:**
- + = KONČETINA JE TEPLÁ, *teplota se neliší od zbytku těla*
 - ++ = KONČETINA JE HORKÁ, *teplota je vyšší než teplota zbytku těla*
 - = KONČETINA JE CHLADNÁ, *teplota se mírně liší od zbytku těla*
 - = KONČETINA JE STUDENÁ, *teplota se výrazně liší od zbytku těla*
- BARVA:**
- RŮŽ = BARVA KONČETINY JE RŮŽOVÁ, TĚLOVÁ, *neliší se od zbytku těla*
ČER = KONČETINA JE ZBARVENA DOČERVENA, *liší se barvou od zbytku těla*
FIAL = KONČETINA JE ZBARVENA DOFIALOVA, *liší se barvou od zbytku těla*
BLED = KONČETINA JE BLEDA AŽ ŠEDÁ, *liší se barvou od zbytku těla*
MRAM = NA KONČETINĚ JE PATRNÁ MRAMORÁŽ,
lze pozorovat několik barev, liší se od zbytku těla
BÍLÁ = NA KONČETINĚ JE PATRNÉ BÍLÉ ZABARVENÍ,
především v akrálních částech, liší se od zbytku těla
Je možná i kombinace ČER/FIAL, MRAM/BÍLÁ, atd.
- SEKRECE:**
- = NEPŘÍTOMNA
 - + = PŘÍTOMNA (*dále specifikuj v denním hlášení*)
- FIXACE:**
- PEV = PEVNÁ, KANYLA JE NEHYBNÁ V MÍSTĚ VPICHU
žádná z fixací není uvolněná, stehy neprořezané
POV = POVOLENÁ, KANYLA SE VOLNĚ POHYBUJE V MÍSTĚ VPICHU
některá z fixací je uvolněná, stehy prořezané
- JINÉ:**
- UVÁDÍ SE MÍSTO = *inflow kanyla, outflow kanyla*
UVÁDÍ SE ZMĚNY/PATOLOGIE = *hematom, puchýř, stržená kůže, zarudnutí*

Seznam tabulek, obrázků a příloh

Tabulky

Tabulka 1	Indikační a kontraindikační kritéria napojení V-V ECMO	9
Tabulka 2	Indikační a kontraindikační kritéria napojení V-A ECMO.....	10

Obrázky

Obrázek 1	Přístroj/okruh ECMO	11
Obrázek 2	Krevní pumpa/čerpadlo.....	12
Obrázek 3	Oxygenátor.....	13
Obrázek 4	Směšovač plynů.....	14
Obrázek 5	Řídící jednotka.....	14
Obrázek 6	Tepelný výměník.....	15
Obrázek 7	Veno-venózní ECMO	16
Obrázek 8	Veno-arteriální ECMO	17
Obrázek 9	Veno-arterio-venózní ECMO	18
Obrázek 10	Veno-veno-arteriální ECMO.....	18
Obrázek 11	Typy přístupů ECMO	19
Obrázek 12	Aplikace periferního přístupu	20
Obrázek 13	Vřazení CRRT do okruhu ECMO.....	25
Obrázek 14	Vřazení Cytosorbu do okruhu ECMO	27
Obrázek 15	Pacient na JIP (CRRT, ECMO, IMPELLA, IABK+ jiné technické vybavení)	29
Obrázek 16	NIRS	29
Obrázek 17	Správné napojení NIRS.....	29
Obrázek 18	Pronační polohovací pomůcky	35
Obrázek 19	Příprava predilekčních míst před pronací	35
Obrázek 20	Pacient v pronační poloze.....	36
Obrázek 21	Pacient po otočení z pronace	37
Obrázek 22	Zalomení kanyly	37
Obrázek 23	Velké peány „klemý“	38

Přílohy

Příloha 1	Záznam ECMO/IABK.....	44
-----------	-----------------------	----

Bc. Kateřina Talašová

ECMO protokol pro všeobecnou sestru intenzivní a resuscitační péče

Určeno pro studenty

Výkonný redaktor doc. PhDr. Helena Kisvetrová, Ph.D.
Odpovědný redaktor Bc. Otakar Loutocký
Technická redakce Mgr. Šárka Rýznarová

Vydala Univerzita Palackého v Olomouci
Křížkovského 8, 771 47 Olomouc
www.vydavatelstvi.upol.cz
vupshop.cz
vup@upol.cz

1. vydání

Olomouc 2024

DOI: <https://www.doi.org/10.5507/fzv.24.24465173>
VUP 2024/0361, 0362
ISBN 978-80-244-6517-3 (tisk)
ISBN 978-80-244-6518-0 (online: iPDF)