GRADA®

David Janák, Pavel Hála

ECMO pro chirurgickou praxi

GRADA®

David Janák, Pavel Hála

ECMO pro chirurgickou praxi

Grada Publishing

Upozornění pro čtenáře a uživatele této knihy
Všechna práva vyhrazena. Žádná část této tištěné či elektronické knihy nesmí být reprodukována a šířena v papírové, elektronické či jiné podobě bez předchozího písemného souhlasu nakladatele. Neoprávněné užití této knihy bude trestně stíháno.

ECMO pro chirurgickou praxi

Autoři:
MUDr. David Janák, Ph.D.,
Klinika kardiovaskulární chirurgie 2. LF UK a FN Motol, Praha
MUDr. Pavel Hála, Ph.D.,
Kardiologické oddělení Nemocnice Na Homolce, Praha

Recenzent:
MUDr. Jaroslav Kudlička, Ph.D.

© Grada Publishing, a.s., 2023
Cover Photo © depositphotos.com, 2023. Originální olejová malba plachet a moře na plátně. Moderní impresionismus. Autor: borojoint
Schémata David Janák, fotografie z archivu autorů

Vydala Grada Publishing, a.s.
U Průhonu 22, Praha 7
jako svou 8695. publikaci
Odpovědná redaktorka Mgr. Ivana Podmolíková
Sazba a zlom Karel Mikula
Počet stran 112
1. vydání, Praha 2023
Vytiskla TISKÁRNA V RÁJI, s.r.o., Pardubice

Názvy produktů, firem apod. použité v knize mohou být ochrannými známkami nebo registrovanými ochrannými známkami příslušných vlastníků, což není zvláštním způsobem vyznačeno.

Postupy a příklady v této knize, rovněž tak informace o lécích, jejich formách, dávkování a aplikaci jsou sestaveny s nejlepším vědomím autorů. Z jejich praktického uplatnění však pro autory ani pro nakladatelství nevyplývají žádné právní důsledky.

ISBN 978-80-271-7088-3 (ePub)
ISBN 978-80-271-7087-6 (pdf)
ISBN 978-80-271-5176-9 (print)

Obsah

Úvod
David Janák **9**

1 Historie podpor ECMO
Pavel Hála **13**

2 ECMO – typy zapojení
David Janák **17**
2.1 VA ECMO 17
2.2 VV ECMO 18
2.3 VVA ECMO 19
2.4 VAV ECMO 20
2.5 VPa ECMO 21

3 Hemodynamika ECMO
Pavel Hála **23**
3.1 VA ECMO 24
3.2 Interakce více cirkulací 24
3.3 Změny tlakové křivky 25
3.4 Srdeční hemodynamika 25
3.5 Progrese do plicního městnání 26
3.6 Perfuze myokardu 27
3.7 Pulzatilní formy ECMO 28
3.8 Metody unloadování levé komory 28
3.8.1 Síňová septostomie 28
3.8.2 Metody přímého ventování 29
3.8.3 Balonková kontrapulzace 29
3.8.4 Přímá podpora levé komory 29
3.8.5 Mísení žilní krve a recirkulace okruhem 30

4 VA ECMO
David Janák **33**
4.1 Indikace VA ECMO 34
4.1.1 Kardiogenní šok 34
4.1.2 Srdeční zástava 35

4.1.3 Souvislost s kardiochirurgickou operací, postkardiotomický šok . . . 36
4.1.4 Zajištění rizikové srdeční endovaskulární procedury . . . 36
4.1.5 Myokarditida . . . 37
4.1.6 Septický šok . . . 38
4.1.7 Plicní hypertenze . . . 39
4.1.8 Akutní plicní embolie . . . 39
4.1.9 Otravy . . . 39
4.1.10 ECMO u traumatu . . . 40
4.2 Kontraindikace VA ECMO . . . 40

5 VV ECMO
David Janák . . . **45**
5.1 Indikace VV ECMO . . . 45
5.2 Kontraindikace VV ECMO . . . 48

6 Okruh ECMO
David Janák . . . **52**

7 Monitorování pacienta na terapii ECMO
David Janák . . . **58**
7.1 Průtok okruhem ECMO, MAP a hemodynamické monitorování . . . 58
7.2 Echokardiografie . . . 60
7.3 Výměna plynů a ventilace . . . 61
7.4 Ventilátor . . . 62
7.5 SvO_2 a laktát . . . 63
7.6 Antikoagulační terapie . . . 64
7.7 Kardiomarkery . . . 64
7.8 Pulzatilita . . . 65
7.9 Neurofyziologické monitorování mozkové činnosti . . . 65
7.10 Kontrola perfuze končetiny . . . 66
7.11 Okruh ECMO . . . 67
7.12 Kontrola srdečního rytmu . . . 67
7.13 Farmakokinetika . . . 67
7.14 Ošetřovatelská péče . . . 68

8 Komplikace při terapii ECMO
David Janák **72**
8.1 Krvácení 72
8.2 Neurologické komplikace 74
8.3 Tromboembolické komplikace 75
8.4 Infekční komplikace 76
8.5 Hemolýza 76
8.6 Komplikace během kanylace a dekanylace 77
8.7 Ischemické komplikace 77
8.8 Specifické komplikace ECMO 78
8.9 Další komplikace 79

9 Kanylace ECMO
David Janák **84**
9.1 Periferní kanylace VA ECMO pro srdeční podporu 85
9.2 Kanylace VV ECMO pro respirační podporu 93
9.3 Femoro-femorální VV ECMO 93
9.4 Femoro-jugulární VV ECMO 94
9.5 Bikavální, dvoulumenová kanyla pro zavádění z jednoho místa vstupu 94

10 Terapie ECMO u novorozenců a pediatrických pacientů
Pavel Hála **98**
10.1 Indikace terapie ECMO u dětí 98
10.1.1 Respirační indikace u novorozenců a pediatrických pacientů 98
10.1.2 Kardiální indikace u novorozenců a pediatrických pacientů 98
10.2 Modality podpory ECMO u pediatrických pacientů 99
10.3 Kanyly a kanylace 100
10.4 Umělá plicní ventilace 100
10.5 Požadavky na personální zastoupení a vybavení 101
10.6 Klinický význam komplikací vyskytujících se u novorozenců a dětí při terapii ECMO 101

Zkratky . . . . . **.104**

Rejstřík . . . . . **.107**

Úvod

David Janák

Extrakorporální membránová oxygenace (*extracorporeal membrane oxygenation*, ECMO) zaznamenala v posledních letech pozoruhodný pokrok a stala se neocenitelným nástrojem v péči o dospělé a děti s těžkou srdeční a plicní dysfunkcí. Mechanická kardiopulmonální podpora má mnoho druhů a jejím zastřešujícím obecným názvem je mimotělní podpora života. Při použití přístroje na operačním sále ve veno-arteriálním režimu k poskytnutí celkové podpory funkce srdce a plic k usnadnění srdečních operací je tato technika běžně nazývána jako kardiopulmonální bypass (*cardiopulmonary bypass*, CPB). Kardiopulmonální bypass byl poprvé úspěšně použit v roce 1953, kdy dr. John H. Gibbon opravil defekt síňového septa u 18leté ženy. Při použití této metody s extratorakální kanylací pro podporu dýchání se tato technika nazývá extrakorporální membránová oxygenace (ECMO), při mimotělním odstranění CO_2 *extracorporeal carbon dioxide removal* (ECCOR) a při mimotělní plicní asistenci *extracorporeal lung assist* (ECLA). Při použití s extratorakálními kanylami pro nouzovou srdeční podporu se tato technika nazývá kardiopulmonální podpora (*cardiopulmonary support*, CPS) nebo mimotělní kardiopulmonální resuscitace (ECPR). Krevní pumpy samotné lze použít jako zařízení na podporu pravé srdeční komory (*right ventricular assist device*, RVAD), zařízení na podporu levé srdeční komory (*left ventricular assist device*, LVAD) nebo obou komor (*biventricular assist device*, BiVAD). Zkratky ECMO a ECLS (*extracorporeal life support*) se používají jako synonyma pro prodloužený mimotělní oběh pomocí mechanických zařízení (Zwischenberger, Bartlett). ECLS lze použít pro mechanickou pomoc při plicním nebo srdečním selhání, ke kterému dochází u dospělých i novorozenců. Nejenže technologie ECMO byla přenesena z operačního sálu k lůžku pacienta, což lékařům umožnilo pomáhat při péči o kriticky nemocné pacienty vyžadující plicní nebo kardiopulmonální podporu, ale ECMO se stalo také pozoruhodně přenosným a umožnilo intra- a internemocniční transport u jinak nestabilních pacientů. V závislosti na aplikaci lze ECMO použít ve veno-arteriálním a veno-venózním režimu. Pro optimalizaci péče o pacienty, kteří potřebují ECLS, byla založena Extracorporeal Life Support Organization

(ELSO) – studijní skupina složená z klinických center, kde se ECLS používá. Nejdůležitější činností ELSO je udržovat rozsáhlou centrální databázi zahrnující registr všech případů použití ECLS (již přes 10 000), kontrolu zařízení a komplikací, stav sledování a aktivitu jednotlivých center. ELSO koordinuje prospektivní studie, publikuje doporučení, použití a praxi ECLS, usnadňuje výuku, metodiku, standardizaci, komunikaci a slouží jako profesionální autorita pro technologii ECLS.

Extrakorporální membránová oxygenace je metoda umožňující mimotělní podporu životních funkcí. Pacienti se srdečním, respiračním nebo kombinovaným selháním vyžadují komplexní specializovanou péči. U pacientů se srdečním selháním je farmakoterapie s dietními a režimovými opatřeními a resynchronizační terapií brána jako konvenční léčba. Terapie ECMO je indikována u potenciálně reverzibilních, život ohrožujících stavů postihujících srdce nebo plíce, které jsou refrakterní ke konvenční léčbě. Tato metoda je využívaná v intenzivní medicíně jak u dospělých a pediatrických pacientů, tak u novorozenců a umožňuje dočasně nahradit funkci plic a srdce. ECMO je invazivní, život zachraňující terapeutická metoda, jejíž výhodou je rychlost zavedení, vysoká účinnost, ale nevýhodou zároveň značná invazivita zavedení. Jedná se o princip extrakorporálního krevního oběhu, kdy se pomocí drénovací žilní kanyly nasává žilní krev pacienta do oxygenátoru, kde dochází k výměně plynů, krev se obohatí o kyslík, odstraní se oxid uhličitý a okysličená krev se vrací pomocí arteriální kanyly zpět do krevního oběhu nemocného. Volba typu podpory ECMO je závislá na hemodynamických parametrech pacienta. Podpora veno-venózní (VV) ECMO se používá u plicní patologie s dobrou funkcí srdečních komor. Podpora veno-arteriální (VA) ECMO se používá při společném postižení srdce a plic nebo při izolovaném postižení srdce. Periferní VA ECMO lze zavést perkutánně nebo chirurgicky na operačním sále i mimo operační sál u pacientů s refrakterním kardiogenním šokem se srdeční zástavou přes femorální cévy. Centrální VA ECMO je primárně zaváděno na operačním sále a poskytuje krátkodobou podporu, většinou u pacientů po kardiochirurgických výkonech, kteří nemohou být odpojeni od mimotělního oběhu. VV ECMO je metoda, která zvyšuje přežívání u pacientů s těžkým respiračním selháním. Jak uvedl Warren Zapol, jeden z otců respiračního ECMO, v New England Journal of Medicine v roce 1972, cílem ECLS je „koupit si čas“ a přitom udržet adekvátní tkáňovou perfuzi organismu.

Indikace podpor ECMO se v dnešní době rozšiřují na další použití na jednotkách intenzivní péče – jako most k transplantaci plic a srdce (*bridge to transplant*), jako podpora u resekcí plic, polytraumat, septického šoku a u nestabilních pacientů. V současné době při zvyšujícím se počtu použití podpor ECMO, se zlepšujícím se vybavením a zkušenostmi lékařů se metoda stala spolehlivější, což se odráží ve zlepšujících se výsledcích podpory oběhu u selhávajících pacientů. V kontextu teorie a praxe je třeba si uvědomit, že terapie ECMO je primárně podpůrná metoda, ne léčba modifikující základní onemocnění sama o sobě. Nutný je individuální přístup k pacientovi, správná indikace zavedení a typu podpory ECMO, optimální management průběhu podpory a předvídání možných periprocedurálních komplikací.

Literatura

- ABRAMS, D., COMBES, A., BRODIE, D. Extracorporeal membrane oxygenation in cardiopulmonary disease in adults. *J Am Coll Cardiol* 2014; 63: 2769–2778.
- BIANCARI, F., PERROTTI, A., DALÉN, M. et al. Meta-analysis of the outcome after postcardiotomy venoarterial extracorporeal membrane oxygenation in adult patients. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2018; 32: 1175–1182.
- FRASER, J. F., SHEKAR, K., DIAB, S. et al. ECMO – the clinician's view. *ISBT Sci Ser* 2012; 7: 82–88.
- CHUNG, M., SHILOH, A. L., CARLESE, A. Monitoring of the Adult Patient on Venoarterial Extracorporeal Membrane Oxygenation. *Sci World*, vol. 2014, Article ID 393258, 10 pages.
- JANÁK, D. *Regionální průtok a množství mikroembolů v a. carotis communis při různých úrovních hemodynamiky řízené VA-ECMO*. Dizertační práce. Univerzita Karlova, 1. lékařská fakulta, Fyziologický ústav 1. LF UK. Praha, 2019.
- *What is ECLS?: An Introduction to Extracorporeal Life Support* by Joseph B. Zwischenberger, MD and Robert H. Bartlett, MD Dostupné z: https://www.med.umich.edu/ecmo/about/what.html.
- MacLAREN, G., COMBES, A., BARTLETT, R. H. Contemporary extracorporeal membrane oxygenation for adult respiratory failure: life support in the new era. *Intensive Care Med* 2012; 38: 210–220.
- MARASCO, S. F., LUKAS, G., McDONALD, M. et al. Review of ECMO (extracorporeal membrane oxygenation) support in critically ill adult patients. *Heart Lung Circ* 2008; 17: 41–47.

- PRANIKOFF, T., HIRSCHL, R. B., STEIMLE, C. N. et al. Efficacy of extracorporeal life support in the setting of adult cardiorespiratory failure. *ASAIO* 1994; 40: 339–342.
- RINIERI, P., PEILLON, C., BESSOU, J. P. et al. National review of use of extracorporeal membrane oxygenation as respiratory support in thoracic surgery. *Eur J Cardiothorac Surg* 2015; 47(1): 87–94.
- SHEKAR, K., MULLANY, D. V., THOMSON, B. et al. Extracorporeal life support devices and strategies for management of acute cardiorespiratory failure in adult patients: a comprehensive review. *Crit Care* 2014; 18(3): 219.
- WANG, L., WANG, H., HOU, X. Clinical outcomes of adult patients who receive extracorporeal membrane oxygenation for postcardiotomy cardiogenic shock: a systematic review and meta-analysis. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2018; 32(5): 2087–2093.
- ZAPOL, W. M., KITZ, R. Buying time with artificial lungs. *N Engl J Med* 1972; 286(12): 657–658.