

ECMO

Extrakorporálna membránová oxygenácia



TEODOR BACHLEDA



Patofyziológia



- porucha funkcie pumpy
- porucha prúdenia plynov
- porucha výmeny plynov

ECMO - prehľad najvýznamnejšej literatúry



- 1968 - 1. ECMO prístroj Kobolow (ventilácia)
- 1. publikácia Hill (24 r. post-trauma pacient - 75 hodín)

Prolonged Extracorporeal Oxygenation for Acute Post-Traumatic Respiratory Failure (Shock-Lung Syndrome) — Use of the Bramson Membrane Lung

J. Donald Hill, M.D., Thomas G. O'Brien, M.D., James J. Murray, M.D., Leon Dontigny, M.D., M. L. Bramson, A.C.G.I., J. J. Osborn, M.D., and F. Gerbode, M.D.

N Engl J Med 1972; 286:629-634 | March 23, 1972

- 1976 Bartlett – 1. použitie u novorodenca

Extracorporeal Life Support for Neonatal Respiratory Failure A 20-Year Experience

Charles J. Shanley, M.D.,* Ronald B. Hirschl, M.D.,* Robert E. Schumacher, M.D.,† Michael C. Overbeck, B.S.,* Thomas N. Delosh,‡ Robin A. Chapman, R.N.,* Arnold G. Coran, M.D.,* and Robert H. Bartlett, M.D.*

ECMO - prehľad najvýznamnejšej literatúry

- 2009 Peek – najvýznamnejšia ECMO štúdia (Lancet)

Efficacy and economic assessment of conventional ventilatory support versus extracorporeal membrane oxygenation for severe adult respiratory failure (CESAR): a multicentre randomised controlled trial

Giles J Peek, Miranda Mugford, Ravindranath Tiruvoipati, Andrew Wilson, Elizabeth Allen, Mariamma M Thalanany, Clare L Hibbert, Ann Truesdale, Felicity Clemens, Nicola Cooper, Richard K Firmin, Diana Elbourne, for the CESAR trial collaboration

- 2009 Davies – ECMO pri influenze H1N1 (JAMA)

JAMA-EXPRESS

Extracorporeal Membrane Oxygenation for 2009 Influenza A(H1N1) Acute Respiratory Distress Syndrome

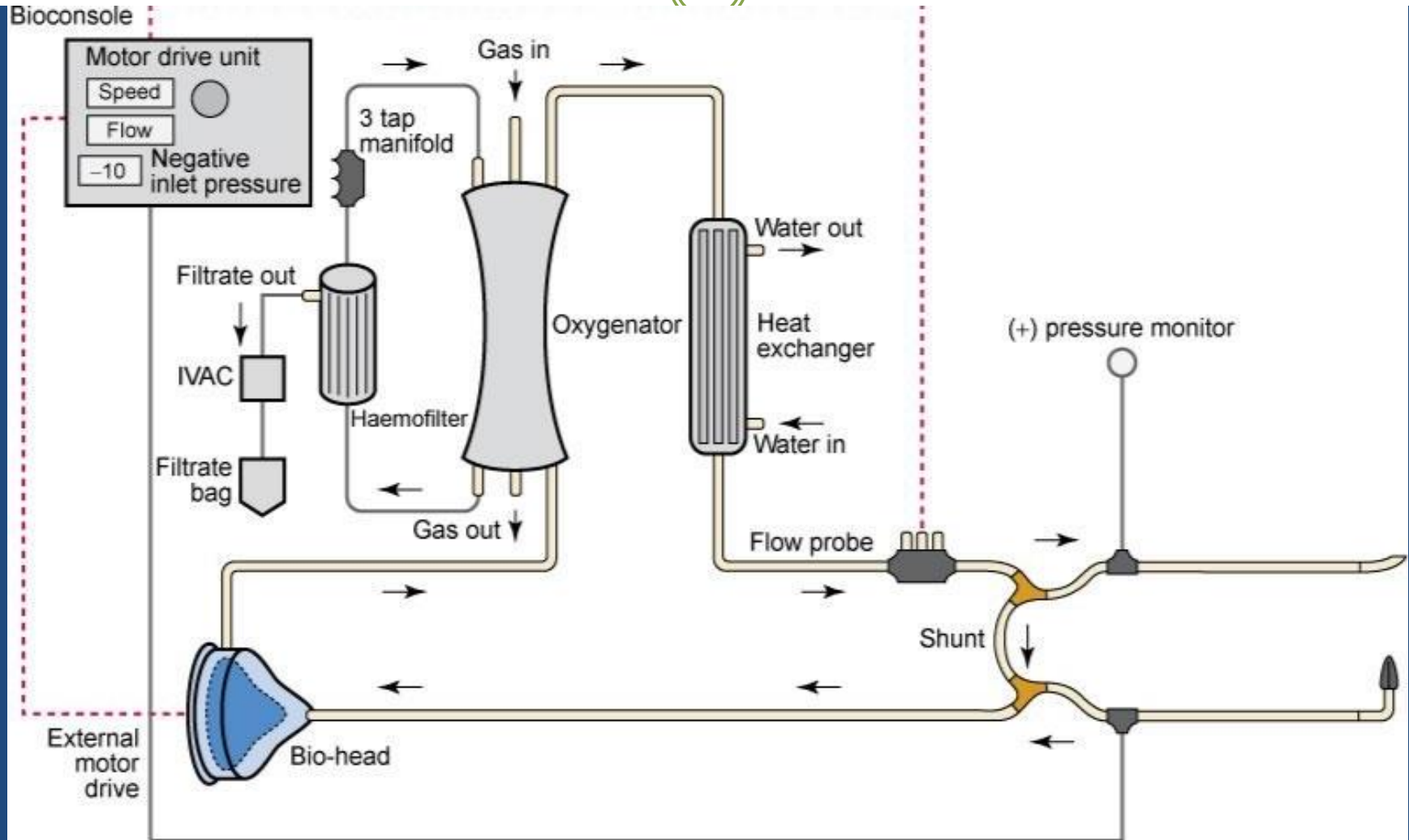
The Australia and New Zealand Extracorporeal Membrane Oxygenation (ANZ ECMO) Influenza Investigators*

ECMO - zloženie

- centrifugálna (rotačná) pumpa – tzv. hlava
- oxygenátor z dutého vlákna
- zmiešavač kyslíka
- výmenník tepla (ohrievač)
- riadiaca konzola



ECMO schéma



výhradne respiračná podpora – *bridging UVP*

Jednostranná kanylácia

- vyššia morbidita
- vyššie riziko recirkulácie
- 2 kanyly
 - VCI (V.fem.)
 - ECMO
 - VCS (VJI)



Obojstranná kanylácia

- nižšia morbidita
- nižšie riziko recirkulácie
- 1 kanyla
 - - biluminálna
 - VCS (VJI)



respiračná a mechanická podpora – náhrada CPB



Spôsob kanylácie

- Femoro-femorálne
 - jednoduchá technika, možnosť zavedenia urgentne - počas CPR
 - zvýšená recirkulácia v dolnej časti tela
 - cievna oklúzia, ischémia
- Femoro-subklavikulárne
 - A. subclavia (end-to-side dakrongraft) / V. femoralis
 - lepšia prevencia cievnej trombózy, znížená recirkulácia
 - náročnejšia technika
- Centrálné
 - na veľké cievy srdca, príp. pravú predsieň
 - výlučne intraoperačne s použitím CPB kanýl

Arterio-venózne ECMO

výlučne na extrakorporálnu elimináciu CO₂



- okruh bez pumpy
- hnacia sila – arteriálny tlak pacienta
- menšia kanyla - vhodná len na elimináciu CO₂
- limitované použite – zvlášť u ARDS pacientov

Indikácie použitia ECMO

- Pôvodné indikácie:
 - ťažké formy ARDS a astmy (refraktérne na konv. UPV liečbu)
 - pľúcna embólia
 - chron. pľúcne ochorenie u čakajúcich na transplantáciu pľúc



www.elseo.org

ELSO kritériá pre vv-ECMO

ECMO indikovať

- Riziko mortality > 80% pri $p_aO_2/FiO_2 < 80$ mmHg pri $FiO_2 > 0,9$ a/alebo Murrayovom skóre 3–4
- žiadne absolútne KI

ECMO zvažiť

- Hypoxické respiračné zlyhanie pri riziku mortality > 50% pri $p_aO_2/FiO_2 < 150$ mmHg pri $FiO_2 > 0,9$ a/alebo Murrayovom skóre 2–3

CAVE

- UPV > 7 dní, ťažké imunosupr. stavy a recentné krvácania do CNS – zlá prognóza

ELSO guidelines for Adult Respiratory Failure 2013



A: Indications

1. In hypoxic respiratory failure due to any cause (primary or secondary) ECLS should be considered when the risk of mortality is 50% or greater, and is indicated when the risk of mortality is 80% or greater.

a. 50% mortality risk is associated with a $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 150$ on $\text{FiO}_2 > 90\%$ and/or Murray score 2-3.

b. 80% mortality risk is associated with a $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 100$ on $\text{FiO}_2 > 90\%$ and/or Murray score 3-4 despite optimal care for 6 hours or more.

2. CO₂ retention on mechanical ventilation despite high P_{plat} (>30 cm H₂O)

3. Severe air leak syndromes

4. Need for intubation in a patient on lung transplant list

5. Immediate cardiac or respiratory collapse (PE, blocked airway, unresponsive to optimal care)

CESAR kritéria pre vv-ECMO

Indikácie

- ťažká hypoxémia ($p_aO_2/FiO_2 < 80$) pri PEEP 15–20 cmH₂O min. 6 h u pacienta s potenciálne reverzibilným respiračným zlyhaním
- dekompenzovaná hyperkapnia s acidémiou (pH < 7,2)
- excesívne $P_{plat} > 35–45$ cmH₂O v dýchacích cestách

Relatívne KI

- ventilácia vysokým $P_{plat} > 30$ cmH₂O príp. $FiO_2 > 0,8$ nad 7 dní
- zlý cievny prístup
- prítomnosť orgánovej dysfunkcie, ktorá by mohla ohroziť weaning z ECMO (ireverzibilné poškodenie mozgu alebo metastatické ochorenie)

Absolútna KI

- stav vylučujúci použitie antikoagulačnej liečby

H1N1 kritériá pre vv-ECMO

Okamžite zvážiť zahájenie

- u pacientov s ťažkým priebehom chrípky pri $p_aO_2/FiO_2 < 60$ mmHg alebo hyperkapnii $p_aCO_2 > 100$ mmHg s $p_aO_2/FiO_2 < 100$

KI zahájenia ECMO

- **jednoznačne preexistujúce komorbidity**
 - ireverzibilné neurologické ochorenia, cirhóza s ascitom, encefalopatia, krvácanie z ezofageálnych varixov v anamnéze, aktívne alebo rapídne postupujúce fatálne zhubné ochorenie, HIV infekcia, hmotnosť nad 120 kg, pľúcna hypertenzia a zastavenie obehu

Indikácie va-ECMO



Priame - terapia voľby podľa guidelines

- ultima ratio terapia
- bridging
 - to recovery
 - to therapy
 - to transplantation

Nepriame - „eminence based“

- progredujúca hladina laktátu
- vizuálne potvrdenie poruchy kontraktility myokardu pomocou TEE
- podľa interných guidelines ECMO centra

Kritériá va-ECMO



Indikácie

- postkardiotomický kardiogénny šok so zníženým srdcovým výdajom (low output syndrom, myocardial stunning) – terapia voľby (Guidelines)
- problematický weaning z protrahovaného mimotelového obehu
- kardiogénny šok počas non-kardiochirurgického výkonu
- zlyhanie štepú po transplantácii (Host vs. Graft reaction)
- zastavenie obehu v nemocničnom zariadení
- kardiogénny šok po akútnom infarkte myokardu (Guidelines)
- masívna pľúcna embólia so šokom
- akútny pľúcny edém
- podporná liečba na operačnej sále a v katetrizačnom laboratóriu
- rescue liečba po CPR
- predávkovanie liekmi
- fulminantná myokarditída
- postpartálna kardiomyopatia

Kritériá va-ECMO



Relatívne KI

- nemožnosť antikoagulácie, vyšší vek a obezita

Absolútne KI

- nezotavujúce sa srdce pacienta kontraindikovaného pre VAD, Tx
- prolongovaná resuscitácia bez adekvátnej perfúzie tkanív (zastavenie obehu trvajúce viac ako 30 min, zastavenie obehu bez svedkov)
- chronická orgánová dysfunkcia (cirhóza, zlyhanie obličiek a emfyzém)
- multiorgánové zlyhanie
- ireverzibilné neurologické postihnutie

CAVE - indikácie sú väčšinou nepriame

- progredujúca hladina laktátu intraoperačne
- vizuálne potvrdenie poruchy kontraktility myokardu pomocou TEE

Weaning z ECMO



- po fáze stabilizácie, redukcii katecholamínovej podpory a optimalizovaní stavu volémie
- zlepšenie pľúcnej, resp. srdcovej funkcie
 - krvné plyny
 - laktát
 - pľúcna compliance
 - echokardiografia (opakovane)
- UPV v zmysle protektívnej ventilácie
- redukcia ECMO prietoku $< 1/3$ natívneho CO
- fakultatívne podpora Levosimendan alebo Dobutamín
- explantácia pri dobrej tolerancii pacienta niekoľko hodín

Komplikácie ECMO (všeob.)

súvisiace s okruhom

- zlyhanie oxygenátora (18%)
- krvné zrazeniny v oxygenátore (12%) alebo v okruhu (18%)
- problémy súvisiace s kanylou (8%)
- iné mechanické komplikácie (8%)

nesúvisiace s okruhom

- krvácanie
 - primárne chirurgické krvácanie (19%)
 - krvácanie z miesta kanylácie (17%)
 - pľúcna hemorágia (8%)
 - intrakraniálna hemorágia (5%)
- hemolýza (7%)
- DIC (4%)
- mikrobiologicky potvrdená infekcia (21%).

Komplikácie va-ECMO



Distenzia ľavej komory

- zvýšený preload z bronchiálnej cirkulácie
- zvýšený afterload po zavedení vaECMO
- → zvýšené napätie komory a pl'. kongescia

Terapia

- ✦ vazodilatátory, inotropiká, zmena prietoku, event. IABP
- Trombus v aortae ascendens

73 pacientov: Akútny kardiogénny šok + va-ECMO



- 47 preživších
- u 3 implantovaný po fáze bridgingu VAD
- u ostatných bezproblémová explantácia
- celkové prežitie 45% pacientov
- rizikové faktory pre negatívny outcome
 - vek, kreatín-kinázový index a transfúzie erytrocytov

Loforte A, Montalto A, Ranocchi F, et al. Peripheral extracorporeal membrane oxygenation system as salvage treatment of patients with refractory cardiogenic shock: preliminary outcome evaluation. *Artificial organs*. Mar 2012;36(3):E53-61.

42 ECMO pacientov 33 kardio-/ 19 nekardiochir.



- krátkodobá mortalita bola nižšia u nekardiochirurgických 63% vs. 45%
- z hľadiska dlhodobej mortality rozdiel ešte značnejší 63% kardiochirurgických vs. 33% u nekardiochirurgických

Liden H, Wiklund L, Haraldsson A, Berglin E, Hultman J, Dellgren G. Temporary circulatory support with extra corporeal membrane oxygenation in adults with refractory cardiogenic shock. *Scandinavian cardiovascular journal : SCJ*. Aug 2009;43(4):226-232.

20 pacientov: kardiogénny šok po IM + ECMO (počas CPR)



- s predlžujúcou sa resuscitáciou a časom mechanickej podpory klesá ejekčná frakcia a hladina albumínu
- stúpajú hladiny kardiošpecifických enzýmov
- hlavné komplikácie ECMO zároveň predstavujú hlavné rizikové faktory mortality
- 14 pacientov úspešne odpojených z ECMO a 10 pacientov sa dožilo prepustenia z nemocnice

Chung SY, Sheu JJ, Lin YJ, et al. Outcome of patients with profound cardiogenic shock after cardiopulmonary resuscitation and prompt extracorporeal membrane oxygenation support. A single-center observational study. *Circulation journal : official journal of the Japanese Circulation Society*. 2012;76(6):1385-1392.



- End-point: kvalita života po prepustení u kohorty
- 34% pacientov sa dožilo prepustenia z nemocnice a u 57% bola zistená minimálne jedna významnejšia komplikácia ECMO liečby
- nezávislé prediktory úmrtia na ICU
 - zavedenie ECMO počas resuscitácie
 - diuréza pod 500 ml
 - aktivita protrombínu nižšia ako 50%
 - ženské pohlavie
 - *u myokarditídy paradoxne lepšia prognóza*

Combes A, Leprince P, Luyt CE, et al. Outcomes and long-term quality-of-life of patients supported by extracorporeal membrane oxygenation for refractory cardiogenic shock. *Critical care medicine*. May 2008;36(5):1404-1411



- rozlišujú sa výrazne v metodike aj cieľových parametroch
- mortalita pri liečbe len zriedka klesá pod 40% (až do 60%)

Subramaniam K, Boisen M, Shah PR, Ramesh V, Pete A. Mechanical circulatory support for cardiogenic shock. *Best practice & research. Clinical anaesthesiology*. Jun 2012;26(2):131-146.

Status quo in Pubmed...



- cca 1000 prác s ECMO problematikou
- podiel prác zaoberajúcich sa va-ECMO okolo 20%
- veľmi heterogénna metodika
- prospektívne randomizované štúdie takmer žiadne

ELSO Guidelines ???

- použitie va-ECMO ako mechanickej podpory pri kardiogénnom šoku nie je spoľahlivo zadokumentované ani v odporúčaníach ELSO
- uvádzanie do praxe je mimo pôvodných cieľov vývinu a konštrukcie ECMO

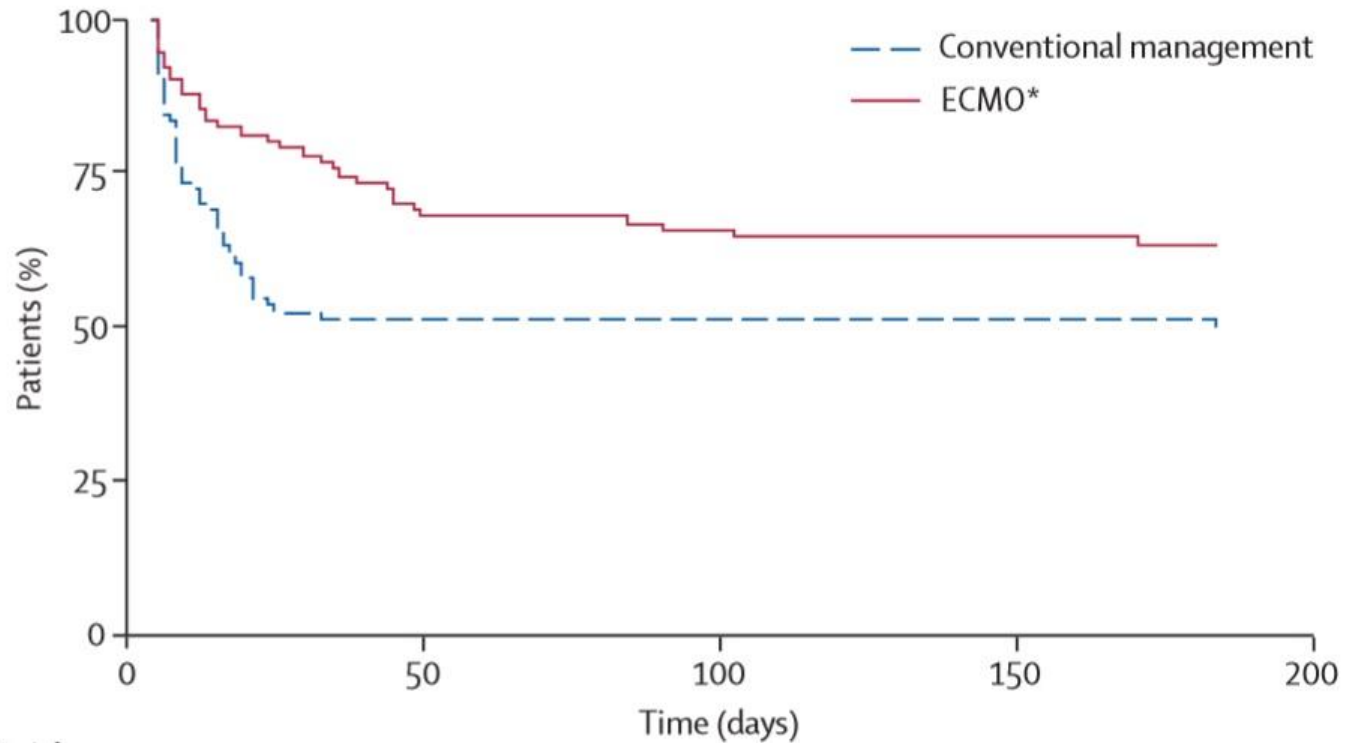


pri ultima ratio liečbe kardiogénneho šoku



- včasné rozhodnutie a zahájenie ECMO liečby, skôr než dôjde ku zlyhaniu koncových orgánov a ich nenávratnému poškodeniu
- precízny ECMO menežment s opatrnou antikoaguláciou, adekvátnou kardiálnou dekompresiou a prietokom zodpovedajúcim reálnym potrebám organizmu, pomáha predchádzať typickým krvácajúcim a ischemickým komplikáciám, zlepšovať perfúziu a oxygenáciu orgánov a zvyšovať dlhodobé prežívanie pacientov
- uvedenie do praxe nových pokročilých technológií (VAD) a ich kombinácia s terajšou liečbou

Bridge to recovery



Patients at risk		0	50	100	150	200
Conventional management	90	45	44	44	0	0
ECMO*	90	61	59	58	0	0

Peek GJ et al. Lancet 2009 1351–63 (CESAR trial)

Nové trendy v ECMO vývoji a technológiách



- kanyly s antiagregačným povrchom
- okrúhly tvar oxygenátorov
- prúdenie krvi mimo vlákien oxygenátora
- automatická regulácia prietoku podľa aktuálneho metabolizmu
- miniaturizácia
- destination therapy u chronického zlyh.

Cardiohelp System (portable)



Multidisciplinárna spolupráca

- anestéziológ-intenzivista
- kardiochirurg
- perfuzionista
- kardiológ
- fyzioterapeut
- špeciálne vyškolený personál

Sústredenie v regionálnych ECMO centrách

- interdisciplinárne pracovisko
- kardiochirurgická sála
- možnosť mimotelového obehu