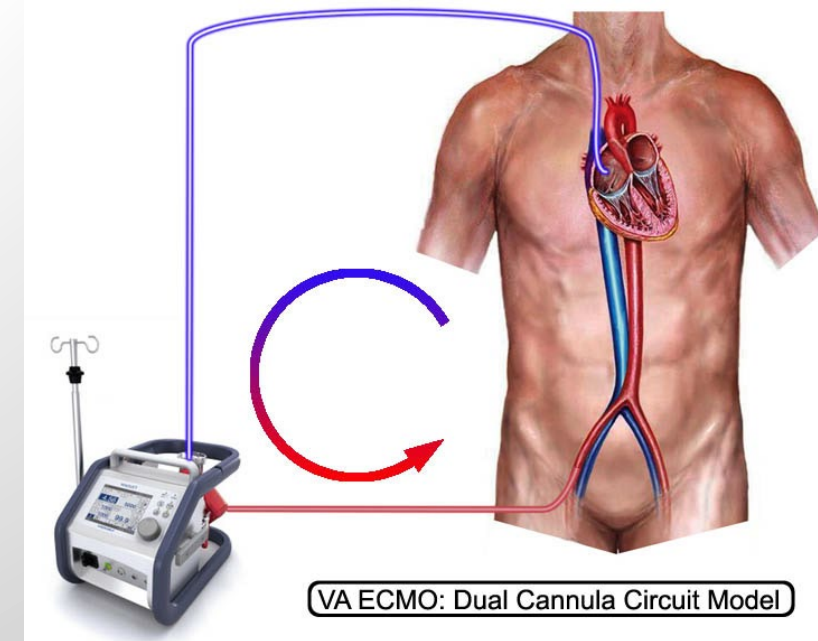
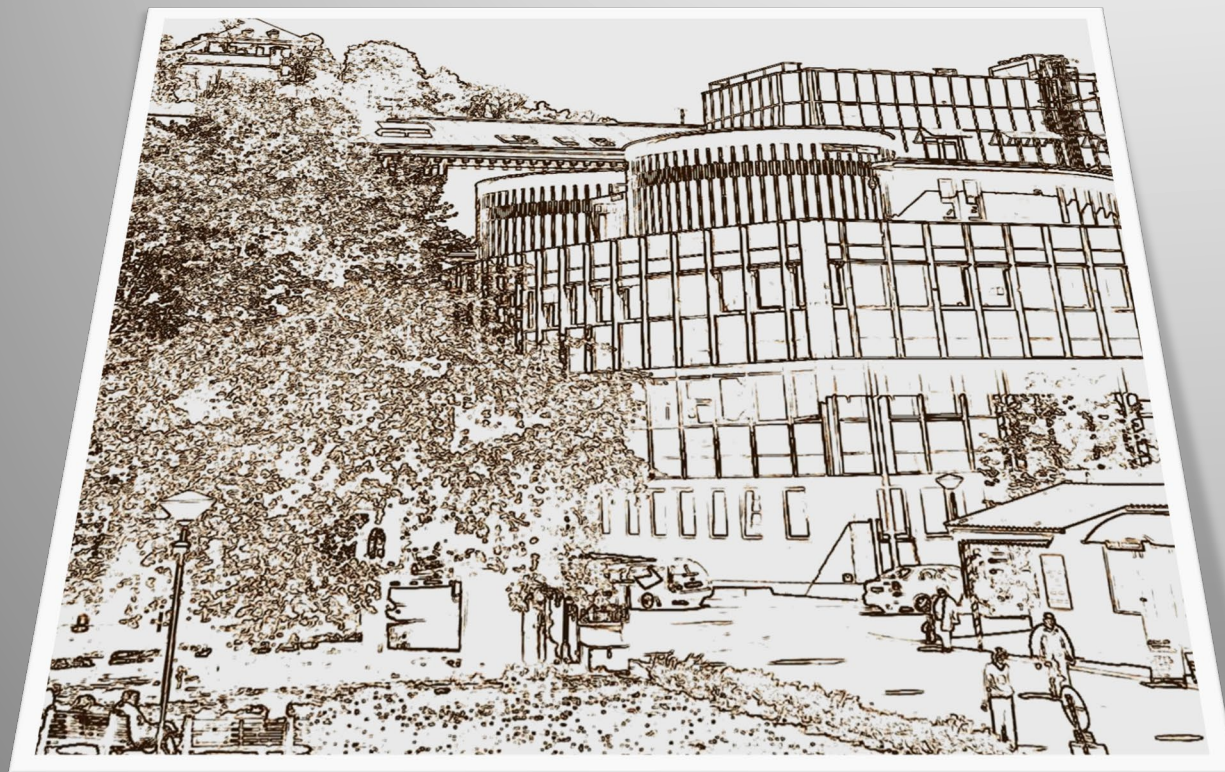


ECMO u postkardiotomického šoku, kdy a proč?



Petr Pavlík

Centrum kardiovaskulární a
transplantační chirurgie Brno



Historie

- KCH a ECC historie
- Centrifugální pumpa Biomedicus + oxygenátor
- Firemní systémy s dlouhodobou životností oxygenátoru
- Dlouhodobé podpory oběhu jako bridge



Specifika ECMO v KCH

- Dominantní VA-ECMO
- Pracoviště s programem Tx a dlouhodobých podpor oběhu
- ECMO u pacienta po KCH operaci - poskardiotomické srdeční selhání

Structured review of post-cardiotomy extracorporeal membrane oxygenation: part 1—Adult patients

Roberto Lorusso, MD, PhD,^{a,1} Giuseppe Maria Raffa, MD,^{b,1}
Khalid Alenizy, MD,^a Niels Sluijpers, MD,^a Maged Makhoul, MD,^a
Daniel Brodie, MD,^c Mike McMullan, MD,^d I-Wen Wang, MD,^e
Paolo Meani, MD,^f Graeme MacLaren, MD,^g Mariusz Kowalewski, MD,^h
Heidi Dalton, MD,ⁱ Ryan Barbaro, MD,^j Xiaotong Hou, MD,^k
Nicholas Cavarocchi, MD,^l Yih-Sharng Chen, MD, PhD,^m
Ravi Thiagarajan, MD, PhD,ⁿ Peta Alexander, MBBS,ⁿ
Bahaaldin Alsoufi, MD, PhD,^o Christian A. Bermudez, MD,^p
Ashish S. Shah, MD,^q Jonathan Haft, MD,^r David A. D'Alessandro, MD,^s
Udo Boeken, MD, PhD,^t and Glenn J.R. Whitman, MD^u

Postkardiotomické ECMO – Review 2019 JHLT

Table 2 Characteristics of Extracorporeal Membrane Oxygenation (ECMO) Placement and Duration of Support in Adult Patients Undergoing Post-Cardiotomy ECMO

Author ^{reference} –Year of publication	ECMO implantation location, %	Time: surgery-to-ECMO implant	ECMO cannulation, %	IAB, %	Left Ventricular venting, %	Limb perfusio, %	ECMO Duration, means ± SD (range)
Magovern ¹⁴ - 1994	OR 54.5 ICU 45.5	1-48 hours	Central 76.2 Peripheral 23.8	100	0	na	42.1 hours (19-92 hours)
Kodera ¹⁵ - 1996	na	Weaned patients 2.85 ± 1.8hrs Unweaned patients 15.8 ± 7.5hrs	Central and Peripheral	100	100	na	11.3 ± 6.0/31.0±12.8 ^a hours
Fiser ¹⁶ - 2001	OR 43.1 ICU 56.8	na	Central and Peripheral	na	na	na	85 ± 12.5/64.7 ± 9.2 hours
Smedira ¹⁷ - 2001	na	na	Central 33 Peripheral 67	na	na	na ^b	48-72 hours
Ko ¹⁸ - 2002	OR 51.3 ICU 48.7	na	Central 19.7 Peripheral 80.3 (open 56.4—percutaneous 21.7)	69	2.6	26.3 of femoral cannulation cases	99 ± 33 hours
Zhang ¹⁹ - 2006	na	na	Central 40.6 Peripheral 53.1 Subcl. Art.-Fem. Vein 6.3	31.2	na	na	2.7 ± 1.7 days
Bakhtiyar ²⁰ - 2007	OR 67 ICU 33	24-48 hours (in 6 patients)	Central 18 Peripheral 64 Subcl. Art.-Fem. Vein 18	67	0	na ^c	6.4 ± 4.5 days
Hsu ²¹ - 2010	na	na	Central 0 Peripheral 100	100	na	100 ^d	7.5 ± 6.7 days
Rastan ²² - 2010	OR 41.9 ICU 58.1	62.6 hours (in 58.1% of the patients)	Central 60.8 Peripheral 39.2	74.1	na	23.4 of femoral cannulation cases	78.7 ± 68.4 hours
Elsharkawy ²³ - 2010	OR and ICU	na	Central 33 Peripheral 67	na	na	na	na
Pokersnik ²⁴ - 2012	na	na	Central 35 Peripheral 65	59.2	na	60	3.1 (±2.1) ^e /4.1 (±3.7) ^f /4.3 (±3.0) ^g days
Mikus ²⁵ - 2013	OR 85.7 ICU 14.3	48 hours	Central 57.1 Peripheral 42.9	100	100 ^h	100	5 days (1-55 days)
Slottosch ²⁶ - 2013	OR 44.2 ICU 55.8	45 ± 69 hours	Peripheral 100 (open)	93.5	0	91	79 ± 57 hours
Unosawa ²⁷ - 2013	OR 70.2 ICU 29.8	na	Central and Peripheral	83	0	100 ⁱ	63.5 ± 61.5 hours
Ariyaratnam ²⁸ - 2014	na	na	Central 100 Peripheral 0	na	na	na	1-14 days
Li ²⁹ - 2015	OR 49.6 ICU 50.4	na	Central 0 Peripheral 100 (open)	59.3	na	na	4.4 ± 3.7 days
Saxena ³⁰ - 2015 ^j	OR 57.8 ICU 42.2	na	Central 66 Peripheral 34	na	na	na	103 ± 74.3 hours
Khorsandi ³¹ - 2016	na	na	Central 67 Peripheral 33	na	na	na	>1-33 days

(continued on next page)

Postkardiotomické ECMO – Review 2019 JHLT

- Incidence použití 0,3% – 3,7%
- Weaning = (?) recovery 31% - 76%
- Přežívání 16% - 52% (20 let beze změn)
(po OTS o 45% lepší)
- Komplikace
 - krvácení 6,2% - 91%
 - neurologické komplikace 0% - 30% (oproti 15% u neKCH indikací)
 - MOF 10%
 - ischemie DK 0% - 29%
 - selhání ledvin 4% - 87%

VA-ECMO CKTCH 2016 - 2019

VA-ECMO CKTCH 2016 - 2019				2011 - 2015
	Celkem n pac = 141, n impl = 147	Po KCH operaci n = 59 (3xVV-ECMO)	Zemřelí n = 76 (po KCH 32 – 42%)	N = 73 24 po KCH -
věk	59,7 (17 až 83 let)	68,9 (47 až 83 let)	61,2 (60 (18 – 82 let)
mortalita	76 (53,9%)	35 (59,3%)	-	33 (45%)
recovery	56 (39,7%)	24 (40,6%)	-	27 (37%)
Po OTS	17 (14% z 121 OTS)	-	7	13 (17,8%)
Po LVAD	5 (9,1% z 55 implantací)	-	3	3 (4,1%)
ECMO - LVAD	6 (4,3%)	-	-	7 (9,5%)
ECMO – OTS	9 (6,4%)	-	-	6 (8,2%)

VA-ECMO CKTCH 2016 - 2019

VA-ECMO CKTCH 2016 - 2019				2011 - 2015
	Celkem n pac = 141, n impl = 147	Po KCH operaci n = 59 (3xVV-ECMO)	Zemřelí n = 76 (po KCH 32 – 42%)	N = 73 24 po KCH -
věk	59,7 (17 až 83 let)	68,9 (47 až 83 let)	61,2	60 (18 – 82 let)
mortalita	76 (53,9%)	35 (59,3%)	-	33 (45%)
recovery	56 (39,7%)	24 (40,6%)	-	27 (37%)
Po OTS	17 (14% z 121 OTS)	-	7	13 (17,8%)
Po LVAD	5 (9,1% z 55 implantací)	-	3	3 (4,1%)
ECMO - LVAD	6 (4,3%)	-	-	7 (9,5%)
ECMO – OTS	9 (6,4%)	-	-	6 (8,2%)

VA-ECMO CKTCH 2016 - 2019

	VA-ECMO CKTCH 2016 - 2019			2011 - 2015
	Celkem n pac = 141, n impl = 147	Po KCH operaci n = 59 (3xVV-ECMO)	Zemřelí n = 76 (po KCH 32 – 42%)	N = 73 24 po KCH -
věk	59,7 (17 až 83 let)	68,9 (47 až 83 let)	61,2 (60 (18 – 82 let)
mortalita	76 (53,9%)	35 (59,3%)	-	33 (45%)
recovery	56 (39,7%)	24 (40,6%)	-	27 (37%)
Po OTS	17 (14% z 121 OTS)	-	7	13 (17,8%)
Po LVAD	5 (9,1% z 55 implantací)	-	3	3 (4,1%)
ECMO - LVAD	6 (4,3%)	-	-	7 (9,5%)
ECMO – OTS	9 (6,4%)	-	-	6 (8,2%)

VA-ECMO CKTCH 2016 - 2019

	VA-ECMO CKTCH 2016 - 2019			2011 - 2015
	Celkem n pac = 141, n impl = 147	Po KCH operaci n = 59 (3xVV-ECMO)	Zemřelí n = 76 (po KCH 32 – 42%)	N = 73 24 po KCH -
věk	59,7 (17 až 83 let)	68,9 (47 až 83 let)	61,2 (60 (18 – 82 let)
mortalita	76 (53,9%)	35 (59,3%)	-	33 (45%)
recovery	56 (39,7%)	24 (40,6%)	-	27 (37%)
Po OTS	17 (14% z 121 OTS)	-	7	13 (17,8%)
Po LVAD	5 (9,1% z 55 implantací)	-	3	3 (4,1%)
ECMO - LVAD	6 (4,3%)	-	-	7 (9,5%)
ECMO – OTS	9 (6,4%)	-	-	6 (8,2%)

VA-ECMO CKTCH 2016 - 2019

	VA-ECMO CKTCH 2016 - 2019			2011 - 2015
	Celkem n pac = 141, n impl = 147	Po KCH operaci n = 59 (3xVV-ECMO)	Zemřelí n = 76 (po KCH 32 – 42%)	N = 73 24 po KCH -
věk	59,7 (17 až 83 let)	68,9 (47 až 83 let)	61,2 (60 (18 – 82 let)
mortalita	76 (53,9%)	35 (59,3%)	-	33 (45%)
recovery	56 (39,7%)	24 (40,6%)	-	27 (37%)
Po OTS	17 (14% z 121 OTS)	-	7	13 (17,8%)
Po LVAD	5 (9,1% z 55 implantací)	-	3	3 (4,1%)
ECMO - LVAD	6 (4,3%)	-	-	7 (9,5%)
ECMO – OTS	9 (6,4%)	-	-	6 (8,2%)

VA-ECMO CKTCH 2016 - 2019

VA-ECMO CKTCH 2016 - 2019				2011 - 2015
	Celkem n pac = 141, n impl = 147	Po KCH operaci n = 59 (3 x VV-ECMO)	Zemřelí n = 76	N = 73 24 po KCH -
Doba ECMO	8,08 dne (1 až 50 dní)	6,3 dne (1 až 17 dní)	6 dní (1 až 12 dní)	
CRRT	68 (47%)	32 (55%)	52 (71%)	
Jaterní selhání	33 (23%)	15 (25%)	26 (36%)	
Revize pro krvácení	37 (26%)	11 (19%)	18 (24,7%)	13 (17,8%)
Jiné krvácení	54 (38%)	19 (33%)	24 (33%)	9 (12,3%)
CMP isch	8 (0,05%)	2 (0,03%)	6 (0,08%)	4 (0,05%)
CMP hemorh	5 (0,03%)	1 (0,02%)	4 (0,05%)	3 (0,04%)
Kvalit porucha vědomí	39 (27%)	18 (31%)	19 (26%)	26 (35,6%)
Kvant porucha vědomí	40 (28%)	16 (27%)	30 (41%)	14 (19%)

VA-ECMO CKTCH 2016 - 2019

VA-ECMO CKTCH 2016 - 2019				2011 - 2015
	Celkem n pac = 141, n impl = 147	Po KCH operaci n = 59 (3 x VV-ECMO)	Zemřelí n = 76	N = 73 24 po KCH -
Doba ECMO	8,08 dne (1 až 50 dní)	6,3 dne (1 až 17 dní)	6 dní (1 až 12 dní)	
CRRT	68 (47%)	32 (55%)	52 (71%)	
Jaterní selhání	33 (23%)	15 (25%)	26 (36%)	
Revize pro krvácení	37 (26%)	11 (19%)	18 (24,7%)	13 (17,8%)
Jiné krvácení	54 (38%)	19 (33%)	24 (33%)	19 (26%)
CMP isch	8 (0,05%)	2 (0,03%)	6 (0,08%)	4 (0,05%)
CMP hemorh	5 (0,03%)	1 (0,02%)	4 (0,05%)	3 (0,04%)
Kvalit porucha vědomí	39 (27%)	18 (31%)	19 (26%)	26 (35,6%)
Kvant porucha vědomí	40 (28%)	16 (27%)	30 (41%)	14 (19%)

VA-ECMO CKTCH 2016 - 2019

	VA-ECMO CKTCH 2016 - 2019			2011 - 2015
	Celkem n pac = 141, n impl = 147	Po KCH operaci n = 59 (3 x VV-ECMO)	Zemřelí n = 76	N = 73 24 po KCH -
Doba ECMO	8,08 dne (1 až 50 dní)	6,3 dne (1 až 17 dní)	6 dní (1 až 12 dní)	
CRRT	68 (47%)	32 (55%)	52 (71%)	
Jaterní selhání	33 (23%)	15 (25%)	26 (36%)	
Revize pro krvácení	37 (26%)	11 (19%)	18 (24,7%)	13 (17,8%)
Jiné krvácení	54 (38%)	19 (33%)	24 (33%)	19 (26%)
CMP isch	8 (0,05%)	2 (0,03%)	6 (0,08%)	4 (0,05%)
CMP hemorh	5 (0,03%)	1 (0,02%)	4 (0,05%)	3 (0,04%)
Kvalit porucha vědomí	39 (27%)	18 (31%)	19 (26%)	26 (35,6%)
Kvant porucha vědomí	40 (28%)	16 (27%)	30 (41%)	14 (19%)

VA-ECMO CKTCH 2016 - 2019

VA-ECMO CKTCH 2016 - 2019				2011 - 2015
	Celkem n pac = 141, n impl = 147	Po KCH operaci n = 59 (3 x VV-ECMO)	Zemřelí n = 76	N = 73 24 po KCH -
Doba ECMO	8,08 dne (1 až 50 dní)	6,3 dne (1 až 17 dní)	6 dní (1 až 12 dní)	
CRRT	68 (47%)	32 (55%)	52 (71%)	
Jaterní selhání	33 (23%)	15 (25%)	26 (36%)	
Revize pro krvácení	37 (26%)	11 (19%)	18 (24,7%)	13 (17,8%)
Jiné krvácení	54 (38%)	19 (33%)	24 (33%)	19 (26%)
CMP isch	8 (0,05%)	2 (0,03%)	6 (0,08%)	4 (0,05%)
CMP hemorh	5 (0,03%)	1 (0,02%)	4 (0,05%)	3 (0,04%)
Kvalit porucha vědomí	39 (27%)	18 (31%)	19 (26%)	26 (35,6%)
Kvant porucha vědomí	40 (28%)	16 (27%)	30 (41%)	14 (19%)

VA-ECMO CKTCH 2016 - 2019







VA-ECMO CKTCH 2016 - 2019				2011 - 2015
	Celkem n pac = 141, n impl = 147	Po KCH operaci n = 59 (3 x VV-ECMO)	Zemřelí n = 76	N = 73 24 po KCH -
Doba ECMO	8,08 dne (1 až 50 dní)	6,3 dne (1 až 17 dní)	6 dní (1 až 12 dní)	
CRRT	68 (47%)	32 (55%)	52 (71%)	
Jaterní selhání	33 (23%)	15 (25%)	26 (36%)	
Revize pro krvácení	37 (26%)	11 (19%)	18 (24,7%)	13 (17,8%)
Jiné krvácení	54 (38%)	19 (33%)	24 (33%)	19 (26%)
CMP isch	8 (0,05%)	2 (0,03%)	6 (0,08%)	4 (0,05%)
CMP hemorh	5 (0,03%)	1 (0,02%)	4 (0,05%)	3 (0,04%)
Kvalit porucha vědomí	39 (27%)	18 (31%)	19 (26%)	26 (35,6%)
Kvant porucha vědomí	40 (28%)	16 (27%)	30 (41%)	14 (19%)

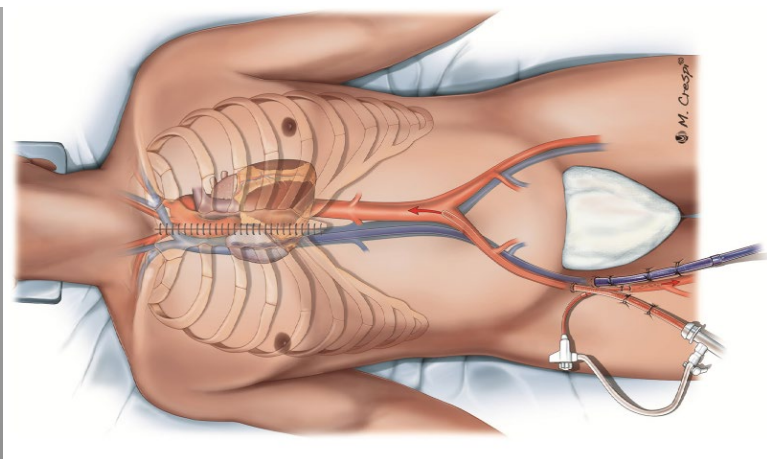
VA-ECMO CKTCH 2016 - 2019

VA-ECMO CKTCH 2016 - 2019				2011 - 2015
	Celkem n pac = 141, n impl = 147	Po KCH operaci n = 59 (3 x VV-ECMO)	Zemřelí n = 76	N = 73 24 po KCH -
Doba ECMO	8,08 dne (1 až 50 dní)	6,3 dne (1 až 17 dní)	6 dní (1 až 12 dní)	
CRRT	68 (47%)	32 (55%)	52 (71%)	
Jaterní selhání	33 (23%)	15 (25%)	26 (36%)	
Revize pro krvácení	37 (26%)	11 (19%)	18 (24,7%)	13 (17,8%)
Jiné krvácení	54 (38%)	19 (33%)	24 (33%)	19 (26%)
CMP isch	8 (0,05%)	2 (0,03%)	6 (0,08%)	4 (0,05%)
CMP hemorh	5 (0,03%)	1 (0,02%)	4 (0,05%)	3 (0,04%)
Kvalit porucha vědomí	39 (27%)	18 (31%)	19 (26%)	26 (35,6%)
Kvant porucha vědomí	40 (28%)	16 (27%)	30 (41%)	14 (19%)

ORIGINAL RESEARCH

Patient and Management Variables Associated With Survival After Postcardiotomy Extracorporeal Membrane Oxygenation in Adults: The PELS-1 Multicenter Cohort Study

Silvia Mariani , MD; Samuel Heuts , PhD; Bas C. T. van Bussel , PhD; Michele Di Mauro , PhD; Dominik Wiedemann , PhD; Diyar Saeed , PhD; Matteo Pozzi , PhD; Antonio Loforte , PhD; Udo Boeken , PhD; Robertas Samalavicius , PhD; Karl Bounader, MD; Xiaotong Hou, PhD; Jeroen J. H. Bunge , MD; Hergen Buscher , MD; Leonardo Salazar, MD; Bart Meyns, PhD; Daniel Herr , PhD; Marco L. Sacha Matteucci , MD; Sandro Sponga , PhD; Graeme MacLaren , MSc; Claudio Russo , MD; Francesco Formica , MD; Pranya Sakiyalak, MD; Antonio Fiore, MD; Daniele Camboni, PhD; Giuseppe Maria Raffa, PhD; Rodrigo Diaz , MD; I-wen Wang , PhD; Jae-Seung Jung , PhD; Jan Belohlavek , PhD; Vin Pellegrino , PhD; Giacomo Bianchi , PhD; Matteo Pettinari , MD; Alessandro Barbone , PhD; José P. Garcia, MD; Kiran Shekar , PhD; Glenn J. R. Whitman, PhD; Roberto Lorusso , PhD; on behalf of the PELS-1 Investigators*



Incidence	0,5-1,5%
Věk medián	65
Medián ECMO	5 dní
Úspěšný weaning	60%
Přežití nemocniční	40%
Přežití 2 – 5 let	28-30%

Podmínky k dosažení dobrých výsledků

- 1. Správný management pacienta
tj. prevence a řešení komplikací**
- 2. Výběr pacienta**
- 3. Protokoly / rozhodovací algoritmy ohledně weaningu / ukončení terapie**

Komplikace



Související s intravazálními kanylami

- ischemie dolní končetiny
- hyperemie horní končetiny
- **krvácení kolem vstupů**
- malpozice venosní kanyly
- kalibr arteriální kanyly limitující průtok

Související s nutností antikoagulační terapie

- **krvácení**
- **tamponáda**
- **koagulopatie (komsumpční, hemolýza)**
- **trombembolické příhody (CNS)**
- vysrážení v oxygenátoru

Související s vlastní terapií

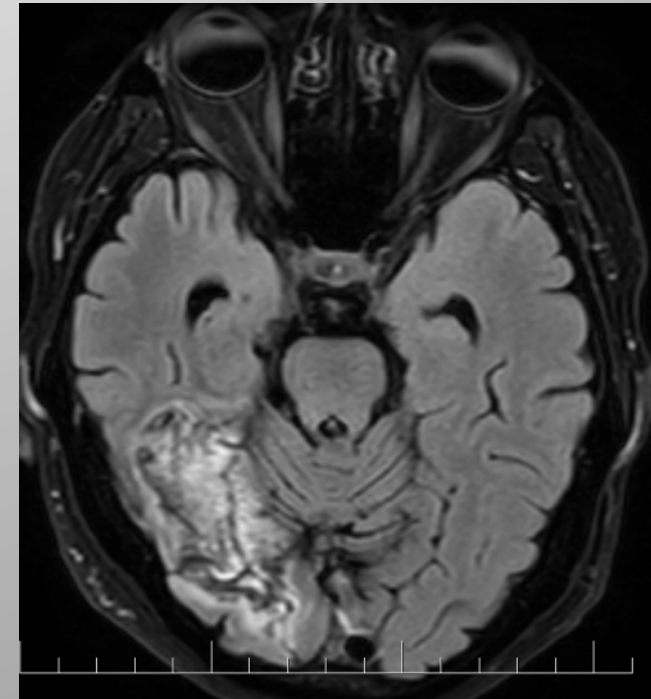
- **edém plic**
- harlekýn syndrom
- nepoměr možností ECMO a potřeb pacienta (sepsy, velký pacient)

Sepse

Neurologické komplikace

CMP ischemické, hemorgagické, encefalopatie

- Monitorace klinická (NIRS)
- ECHO – otevírání Ao chlopně, tromby, smoke
- Unloading LKS
- Časně zobrazovací techniky
- Antikoagulační terapie



ECMO - krvácivé komplikace

• „Patient-related“

- .věk, pohlaví
- .nonkompliance
- .preexistující koagulopatie
 - hyperkoagulační stavy
 - infekce , sepse
 - trauma
 - post KPCR

• „Management related“

- .různé antikoagulační protokoly
- .farmaka ovlivňující trombocytární funkce
- .dyslokace, malpozice inflow kanyly
- .zalomení, malpozice outflow kanyly
- .management sepse
- .nízké otáčky na ECMO

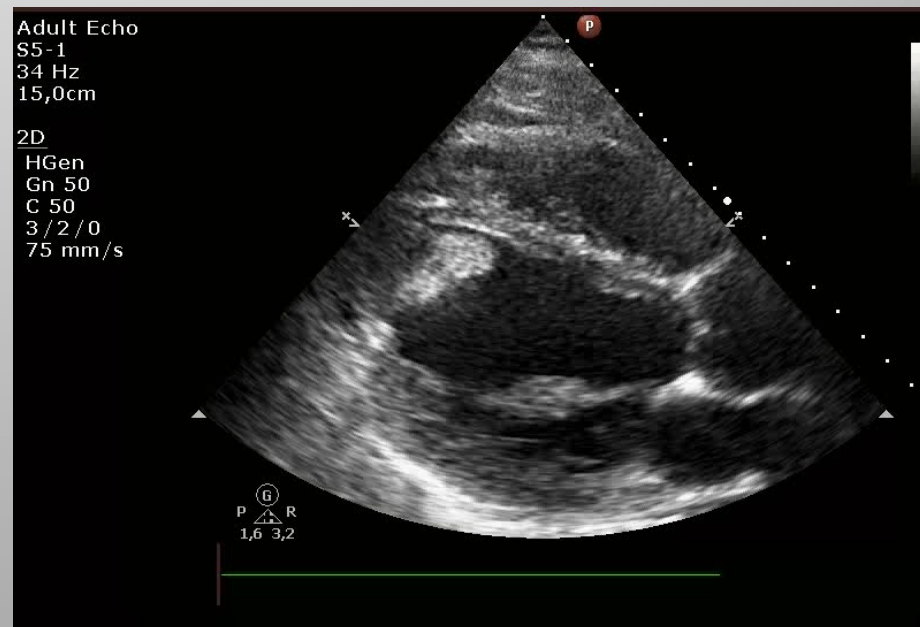
• „ECMO-Device-related“

- .turbulentní proudění
- .shear stress
- .vyšší teplota v pumpě
- .konzumpce trombocytů a bílkovin plasmy na membráně oxygenátoru
- .abnormality v proudění
 - zóny stagnace
 - zóny pomalého proudění
 - zóny zpětného toku
- .podtlak
 - hemolýza
- Aktivace prokoagulačních dějů a inflamace na membráně oxygenátoru
 - hemolýza zvyšující trombogenitu
 - fibrinolýza
 - deplece VWf

Plícní postižení - edém



- Těžká hypokontraktilita LKS
- Ao chlopeč zavřená
- Mitrální insuficience



Prevence/terapie plicního edému u pacienta na VA-ECMO

- Inotropní podpora LKS
- Co nejnižší průtoky na ECMO k zajištění orgánové perfúze
- Minimální afterload – cílový MAP kolem 65-70 mmHg
- IABC (diskutovaná)
- Unloading levého srdce:
 - Atriální septotomie
 - Impella
 - Transeptální drenáž LA transvazální kanylou (v. femoralis)
 - Přímá drenáž LKS - transapikálně

Antikoagulační terapie/koagulopatie a monitoring na ECMO

- **UNFH** (nefrakcionovaný heparín) s cílovými hodnotami aPTT-R 1.7 – 1.9
- **Monitorace laboratorní:**
Koagulační parametry
 - aPTT-R á 6 hod , AntiXa
 - KO (Tr) alespoň 1xD
 - F-gen, ATIII, D-dimery, INR 1xDZnámky hemolýzy
 - LDH, volný Hb, bili,
- **Monitorace klinická:**
 - zjevné krvácení (kolem kanyl ECMO, CVK, hematurie, enterorhagie....)
 - rtg, ECHO, UZ břicha
 - parametry ECMO – makroskopie oxygenátoru, ΔP

Jak snížit incidenci komplikací

- Punkční implantace, perfuze DK (NIRS DKK)
- ECHO monitoring, neuromonitoring (NIRS hlava)
- Unloading levého srdce
- Laboratorní monitoring komplexní – trendy (Koagulace, hemolýza, parametry ECMO)
- Časná výměna oxygenátoru (laboratoř, parametry ECMO, krvácení/koagulopatie)
- Od implantace hledat další řešení (LVAD, OTS)
- Rozhodnutí o ukončení terapie jako nedílná součást programu krátkodobých MCS

Pro koho, kdy?

- **Rizikové faktory pro postkardiotomické selhání oběhu:**
 - reoperace,
 - pokročilý věk,
 - urgentnost výkonu
 - nízká kardiální rezerva před operací
- **Okolnosti:**
 - tlak operačního týmu na zavedení MCS
- **Rizikové faktory nepříznivého průběhu:**
 - věk
 - fibrilace síní
 - AKI
 - sepse

Pro koho, kdy?

- **Na operačním sále / odloženě / preemptivně**
- čím delší odstup od operace a pobyt na JIP, tím horší výsledky
- **Respektování kontraindikací**
- absolutní ale téměř nejsou u elektivního pacienta („přece jej nenecháme umřít“ často i u velmi hraničních indikací k elektivním výkonům)
- Operací je **vyřešená základní patologie** a je **předpoklad reverzibility srdečního postižení**
- **Pro pacienta máme potencionální další řešení (LVAD, OTS)**
vhodný věk, anamnéza, předchorobí, nepřítomnost kontraindikací
- Jak si poradit s „**postoperační selektivní encefalopatií kardiochirurga**“,

Závěr – postkardiotomické ECMO

- **Benefit pro pacienta**
 - často jediné řešení kardiogenního šoku
 - riziková skupina s velmi vysokou mortalitou
- **Prevence a časné řešení komplikací**
 - monitorace
 - ikonografie (ECHO, CT...)
 - respektování indikací a kontraindikací
- **Správný výběr pacienta**
 - protokoly
 - součást indikace k operaci s určením terapeutických hranic
 - rozhodnutí o ukončení terapie