

Profil pacientů léčených extrakorporální membránovou oxygenací (ECMO)

Jan Bělohlávek¹, Vilém Rohn², Jan Kunstýř³, Jan Tošovský², Martin Balík³, Michal Semrád², Jan Horák¹, Michal Lipš³, Severyn Romaniv³, František Mlejnský², Igor Vykydal², Jan Křištof³, Martin Stříteský³, Vratislav Mrázek¹, Aleš Linhart¹, Jaroslav Lindner²

Kardiocentrum VFN a 1. LF UK, Praha

¹II. interní klinika kardiologie a angiologie VFN a 1. LF UK, Praha

²II. chirurgická klinika kardiiovaskulární chirurgie VFN a 1. LF UK, Praha

³Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny VFN a 1. LF UK, Praha

Úvod: Extrakorporální membránová oxygenace (ECMO) je uznávanou záchrannou („rescue“) metodou v léčbě těžkého respiračního anebo kardiálního selhání u dětí a novorozenců a v posledních letech je stále častěji využívána i u dospělých. Podpora systémem ECMO může být zahájena velmi rychle v urgentních situacích jak perkutánním, tak chirurgickým přístupem a umožňuje překlenutí k rozhodnutí o dalším postupu, k jiným podpůrným systémům nebo k urgentní orgánové transplantaci.

Cíl: Seznámit odbornou veřejnost se zkušenostmi ECMO programu v kardiocentru.

Metody, pacienti a výsledky: Za indikaci a průběh ECMO podpory u všech pacientů je zodpovědný tzv. ECMO tým složený ze zástupců jednotlivých oborů, které se na ECMO programu podílejí. Od založení ECMO týmu v naší instituci v říjnu 2007 bylo do konce února roku 2010 indikováno k mechanické srdeční podpoře celkem 30 konsekutivních pacientů. ECMO podpora byla nakonec zahájena u 27 nemocných, 1 pacientka zemřela během implantace, 1 nemocná měla systém napojen jako pravostrannou srdeční podporu a jedna nemocná byla připojena na levostrannou srdeční podporu. U ECMO pacientů byl použit celkem 18× veno-arteriální přístup, 9× veno-venózní, 3× byl zvolen centrální chirurgický přístup, u zbylých pacientů periferní. Dva pacienti byli ošetřeni jako plánovaní před riskantní perkutánní koronární intervencí, u všech ostatních se jednalo o urgentní stavy. Nejčastější indikací k ECMO podpoře byl postkardiotomický kardiogenní šok (14×) a nezvladatelné respirační selhání charakteru ARDS (9×, z toho 5× v souvislosti s infekcí virem chřipky typu H1N1). U 4 pacientů se jednalo o těžké pravostranné srdeční selhání a 3 pacienti měli akutní infarkt myokardu s rupturou mezikomorové přepážky. Průměrná doba podpory byla 8 dní (1–28 dní). Čtrnáct pacientů (52 %) bylo úspěšně od ECMO odpojeno, z nich 2 zemřeli po dlouhotrvající následné hospitalizaci, 10 (37 %) se dožilo propuštění a 2 nemocní jsou v době přípravy článku stále hospitalizováni.

Závěr: ECMO umožňuje stabilizaci a léčbu nemocných v těžkém kardiorespiračním selhání, nejčastějšími důvody indikace ECMO podpory v kardiocentru je postkardiotomický kardiogenní šok, těžké ARDS a kardiogenní šok u infarktu s rupturou komorového septa. S ohledem na kritický stav nemocných hodnotíme cca 60 % mortalitu za přijatelný výsledek. Autoři považují ECMO program za opodstatněnou součást komplexu terapeutických metod v moderním kardiocentru. Základním předpokladem úspěšného ošetřování nemocných je konstruktivní multidisciplinární přístup a spolupráce.

Klíčová slova: extrakorporální membránová oxygenace, kardiogenní šok, respirační selhání, srdeční selhání, tým.

Profile of patients treated with extracorporeal membrane oxygenation (ECMO)

Introduction: Extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) is a recognized rescue method in severe respiratory and/or cardiac failure in children and neonates and, in recent years, it has been increasingly used in adults as well. Support with the ECMO system can be started very rapidly in urgent situations using both percutaneous and surgical approach and provides a bridge to decision, switch to other supportive measures or urgent organ transplantation.

Objective: To introduce the expert public to the experience with the ECMO programme at the Heart Centre.

Methods, patients and results: The so-called ECMO team consisting of representatives of individual fields involved in the ECMO programme is responsible for the indication and course of ECMO support in all patients. Since establishing the ECMO team at our institution in October 2007, a total of 30 consecutive patients were indicated for mechanical cardiac support by the end of February 2010. ECMO support was eventually started in 27 patients, one female patient died during implantation, one was connected to right ventricle assist device and one to left ventricle assist device. In ECMO patients, venoarterial approach was used in 18 cases, venovenous in nine, central surgical approach was chosen in three and, in the remaining patients, peripheral approach was used. Two patients were treated as planned prior to high-risk percutaneous coronary intervention, in all the others it was an urgent setting. The most frequent indication for ECMO support was postcardiotomy cardiogenic shock (14 cases) and unmanageable respiratory failure characteristic of ARDS (9 cases, 5 of which were related to H1N1 infection). Four patients had severe right-sided cardiac failure and three patients had acute myocardial infarction with ventricular septal rupture. The mean time on support was 8 days (1–28 days). Fourteen patients (52 %) were successfully weaned from ECMO, of whom two died after a subsequent long-term hospitalization, ten (37 %) survived to discharge and two patients were still hospitalized when this paper was being prepared.

Conclusion: ECMO allows stabilization and treatment of patients with severe cardiorespiratory failure and, in the Heart Centre, ECMO support is most commonly indicated for postcardiotomy cardiogenic shock, severe ARDS and cardiogenic shock in postinfarction ventricular septal rupture. With respect to the critical condition of the patients, the mortality of 60 percent is regarded as an acceptable outcome. The authors consider the ECMO programme a justifiable part of a set of therapeutical methods in a modern heart centre. An essential prerequisite of successful patient care is a constructive multidisciplinary approach and cooperation.

Key words: extracorporeal membrane oxygenation, cardiogenic shock, respiratory failure, cardiac failure, team.

Interv Akut Kardiol 2010; 9(3): 121–128

Úvod

Extracorpórální membránová oxygenace (extracorporeal membrane oxygenation – ECMO) je uznávanou záchrannou („rescue“) metodou v léčbě těžkého respiračního nebo kardiálního selhání jak v pediatričké, tak dospělé intenzivní péči (1–3). ECMO může být zahájeno urgentně u lůžka pacienta, dokonce i během srdeční zástavy (4), umožňuje pacienta v takto kritickém stavu transportovat (5, 6) a poskytuje čas k překlenutí („bridging“) k uzdravení, zahájení jiných podpůrných metod nebo k orgánové transplantaci (7). V případě srdečního selhání je nejvhodnější indikací k ECMO kardiogenní šok různé etiologie, který je rezistentní ke standardní léčbě včetně catecholaminové podpory, vazopresorů i intraaortální balonkové kontrapulzace. Příčinou může být řada stavů, jako je těžká kardiomyopatie, myokarditida, komplikované akutní koronární syndromy, předávkování kardiodepresivními léky, kardiochirurgům známý postkardiotomický syndrom včetně kardiogenního šoku po srdeční transplantaci (8–11). Byly publikovány rovněž případy použití ECMO u akcidentální

hypotermie (12–14). V případě respiračního selhání lze využít ECMO u pacientů s těžkým akutním poškozením plic (ALI – acute lung injury) nebo přímo ARDS (acute respiratory distress syndrome) z příčin primárních nebo sekundárních při pneumonii, traumatu, selhání štěpu po transplantaci nebo při reperfučním edému po transplantaci nebo po plicní endarterektomii (15–18). Recentní randomizovaná studie CESAR potvrdila příznivý vliv ECMO podpory u pacientů s těžkým ARDS (19). ECMO je také široce používáno u novorozenců a v pediatričké intenzivní péči, především u novorozenců s nezralými plícemi (20). Zahájení ECMO podpory může ošetřujícímu týmu poskytnout dostatek času k rozhodnutí o dalším postupu, ke konzultacím s dalšími experty a s rodinnými příslušníky (21).

ECMO podporu lze také využít v kardiocentrech, kde jsou prováděny komplexní perkutánní koronární intervence (PCI), radiofrekvenční ablace hemodynamicky kompromitujících komorových arytmií a složité kardiochirurgické výkony, jako je plicní endarterektomie nebo transplantace srdce a plic (22–23).

O ECMO jako mechanické srdeční podpoře u komplikované PCI bylo poprvé v České republice recentně referováno Kruegerem a kol. (24).

Z výše uvedených důvodů jsme se v našem kardiocentru rozhodli v roce 2007 založit ECMO program a zahájit činnost ECMO týmu. Smyslem následujícího přehledu je seznámit odbornou veřejnost s našimi prvními zkušenostmi a s profilem pacientů, kteří byli indikováni k této mechanické srdeční podpoře.

Metody, přístroj, pacienti

ECMO tým složený ze spoluautorů tohoto sdělení společně vypracoval interní indikační kritéria k zahájení mechanické srdeční podpory (tabulka 1) a jeho členové se pravidelně schází jak u jednotlivých pacientů během ošetření, tak na seminářích ECMO týmu, kde jsou jednotlivé případy podrobně analyzovány. Tento tým se skládá ze zástupců čtyř zúčastněných specializací: kardiochirurgické, kardioanesteziologické, kardiologické a perfuzionistické. Při indikaci nemocného k zahájení mechanické srdeční podpory je vyžadován písemný souhlas alespoň tří

Tabulka 1. Indikace k zahájení ECMO podpory

Kardiologické	Elektivní:	■ Pacienti plánovaní k vysoce rizikové perkutánní koronární intervenci (z důvodu povahy intervence nebo s ohledem na srdeční funkci a komorbiditu). ■ Pacienti plánovaní k radiofrekvenční ablaci potenciálně hemodynamicky kompromitující komorové arytmie.
	Akutní:	■ Hemodynamický kolaps nebo srdeční zástava během perkutánní koronární intervence. ■ Kardiogenní šok způsobený akutním koronárním syndromem, který je šok refrakterní ke standardní farmakologické podpoře i IABK. ■ Těžká hemodynamická nestabilita nebo kardiogenní šok refrakterní ke standardní farmakologické podpoře i IABK s potenciálem reverzibility, například při akutní myokarditidě, kardiomyopatii jakékoli etiologie, dekompenzaci srdečního selhání, rezistentních hemodynamicky kompromitujících komorových arytmiích. ■ Náhlá srdeční zástava před svědky, která je rezistentní ke konvenční resuscitaci, ale jen u pacientů s adekvátně prováděnou rozšířenou KPR s minimálním rizikem nevratného mozkového poškození. Tito nemocní podstoupí zároveň protokol mírné hypotermie. ■ Těžká hemodynamická nestabilita u pacientů s předávkováním kardiodepresivními léky.
Kardiochirurgické	Elektivní:	■ Pacienti s těžkou systolickou dysfunkcí levé komory před plánovaným kardiochirurgickým výkonem.
	Akutní:	■ Postkardiotomický kardiogenní šok nebo konvenčně nezvladatelné postkardiotomické respirační selhání u vybraných pacientů (s ohledem na věk, povahu a průběh chirurgického výkonu a nepřítomnost multiorgánového selhání), který se vyvine buď během (pacienti neodpojitelní z mimotělního oběhu přes farmakologickou podporu i kontrapulzaci) nebo velmi časně po chirurgickém výkonu.
Ostatní		■ Konvenčně nezvladatelné stavy hemodynamické nestability z jakéhokoli důvodu (např. masivní plicní embolie, akcidentální hypotermie apod.). ■ Těžká respirační insuficience rezistentní ke konvenční umělé plicní ventilaci (tj. jakékoli potenciálně reverzibilní těžké ALI/ARDS).

Zkratky: IABK – intraaortální balonková kontrapulzace; KPR – kardiopulmonální resuscitace; ALI – acute lung injury; ARDS – acute respiratory distress syndrome

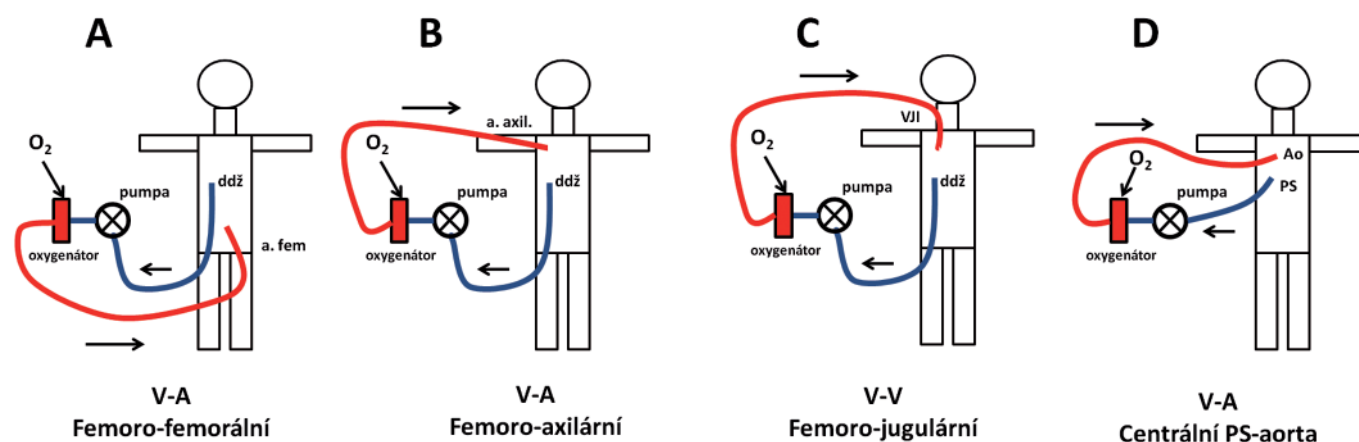
Obrázek 1. Nemocný s těžkým ARDS na veno-venózním ECMO femoro-jugulárním přístupem s použitím systému MAQUET-PLS (MAQUET Cardiopulmonary AG, Hirrlingen, Germany)



Obrázek 2. Kriticky nemocný v kardiogenním šoku po kardiopulmonální resuscitaci napojený na veno-arteriální ECMO (červená šipka) s použitím systému Medtronic 550 Bio-Console (Medtronic Perfusion Systems, Brooklyn Park, MN, USA), na umělé plicní ventilaci, léčený mírnou hypotermií s pomocí systému THERMOGARD XP™ (modrá šipka)



Obrázek 3. Schéma nejčastěji používaných zapojení mimotělního okruhu ECMO. Na panelech A až C jsou zobrazeny periferní přístupy, na panelu D centrální přístup. **Panel A:** veno-arteriální (V-A) femoro-femorální přístup znamená zavedení žilní kanyly do dolní duté žíly (ddž), z ní je krev pumpou nasávána a vedena přes oxygenátor zpět arteriální kanylou do descendentní aorty cestou femorální arterie (a. fem.). **Panel B:** veno-arteriální femoro-axilární přístup je obdobný jako na panelu A, ale krev je vracena do ascendentní aorty cestou nejčastěji pravé a. axilaris. Tento přístup má oproti femoro-femorálnímu tu výhodu, že krev není vracena retrográdním způsobem a při mísení oxygenované krve z ECMO s vlastní deoxygenovanou krví tak nehrozí riziko dodávky deoxygenované krve do tepen odstupujících z ascendentní aorty. Nevýhodou tohoto přístupu je většinou nutnost chirurgického zavedení kanyly do a. axilaris, resp. subclavia. **Panel C:** veno-venózní (V-V) femoro-jugulární přístup se používá u nemocných s respiračním selháním pro podporu nebo náhradu oxygenace a eliminaci CO₂. Krev je opět odsávána žilní kanylou zavedenou do dolní duté žíly femorální cestou pod pravou síň a oxygenovaná krev je vracena zpět cestou nejčastěji vnitřní jugulární žíly (VJI) před nebo do horní části pravé síně. Přesná poloha kanyl je důležitá pro minimalizaci recirkulace, tj. opětovného nasávání již oxygenované krve do mimotělního okruhu z pravé síně. **Panel D:** při centrálním veno-arteriálním přístupu jsou kanyly zaváděny chirurgicky a je při něm krev odváděna z pravé síně a vracena do ascendentní aorty



ze čtyř zúčastněných specializací, obdobně i při ukončení.

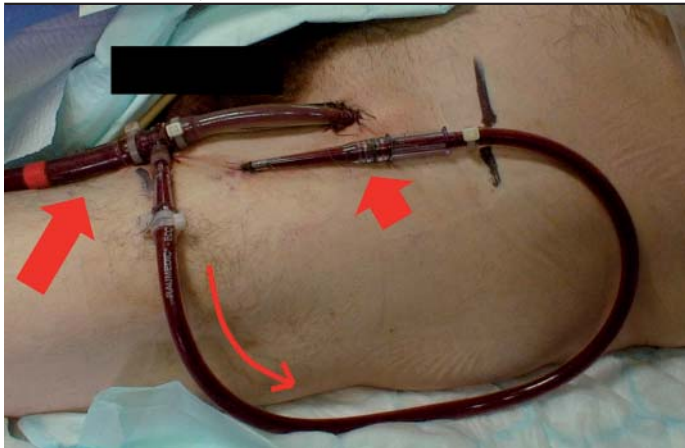
ECMO přístroj, okruh a kanylace

ECMO okruh se skládá z centrální jednotky (MAQUET PLS Permanent Life Support) (MAQUET Cardiopulmonary AG, Hirrlingen, Germany) (obrázek 1) případně alternativně z jednotky Medtronic 550 Bio-Console (Medtronic Perfusion Systems, Brooklyn Park, MN, USA) s adaptérem (obrázek 2), z Rotaflow RF 32 centrifugální pumpy s oxygenátorem Quadrox PLS hollow fibre BIOLINE® (MAQUET Cardiopulmonary AG, Hirrlingen, Germany), hadicového setu

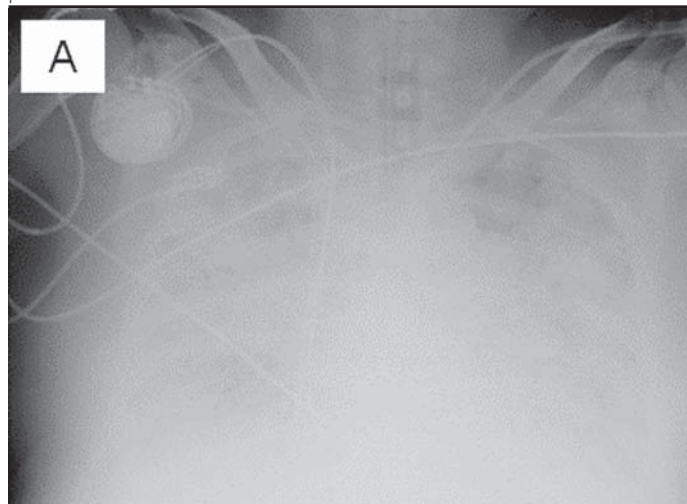
MAQUET PLS tubing set a směšovače plynů (Sechrist, Anaheim, CA, USA). Používány jsou kanyly Edwards (Fem-Flex Cannulae, Edwards Lifesciences Research Medical Inc., Midvale, UT, USA), které jsou zaváděny nejčastěji perkutánně standardní seldingerovskou technikou po opakovaných dilatacích podkoží a femorální tepny a žíly. Kanylaci předchází vyšetření cév ultrazvukem nebo angiograficky, pokud to situace umožní. V případě veno-arteriálního (V-A) přístupu, používaného z indikace převážně kardiálního selhání, je venózní kanyla zavedena cestou femorální žíly do dolní duté žíly pod pravou síň (konec kanyly je kontrolován

s pomocí transtorakální nebo transezofageální echokardiografie) a arteriální kanyla je zavedena do femorální tepny. V případě veno-venózního přístupu, používaného v případě respiračního selhání (kardiální selhání, levo- i pravostranné je kontraindikací tohoto přístupu), je žilní přívodná kanyla opět stejným způsobem zavedena cestou femorální žíly do dolní duté žíly pod pravou síň a druhá žilní kanyla do horní duté žíly nad pravou síň cestou nejčastěji pravé vnitřní jugulární žíly (obrázek 3). V případě rozvoje kritické končetinové ischemie končetiny, kde je zavedena arteriální kanyla, nebo pro prevenci jejího vzniku, lze provést prográdní ipsilaterální kanylaci povrchní

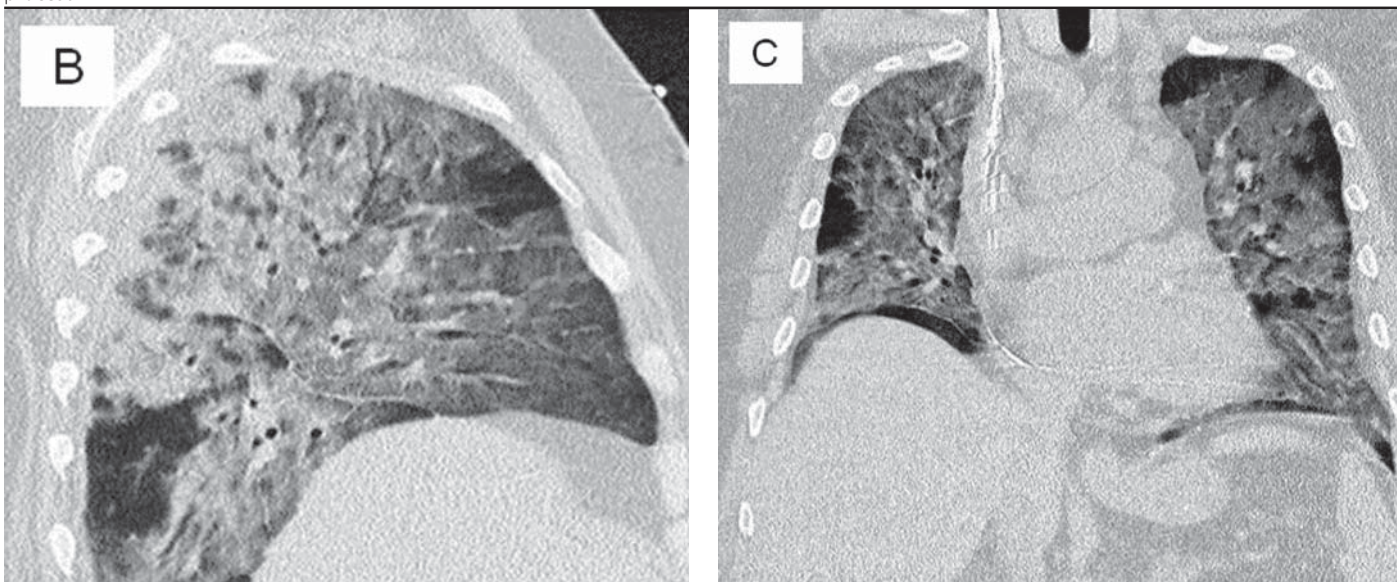
Obrázek 4. Rešení kritické končetinové ischemie, resp. její prevence při parciální či úplné obturaci femorální tepny arteriální kanylou (velká silná červená šipka). Z kanyly je odbočkou vedena oxygenovaná krev (dlouhá tenká červená šipka) do další kanyly zavedené do a. femoralis superficialis progradně (malá silná červená šipka)



Obrázek 5A. Skiagram nemocného s infekcí virem chřipky H1N1 a rozvojem těžkého ARDS. Je patrný difuzní nález těžkého intersticiálního plicního procesu



Obrázek 5B + C. CT hrudníku nemocného s infekcí virem chřipky H1N1 a rozvojem těžkého ARDS. Je patrný difuzní nález těžkého intersticiálního plicního procesu



stehenní tepny a připojení spojkou k arteriální kanyle k poskytnutí perfuze postižené končetiny oxygenovanou krví (obrázek 4). Konstatní teplota okruhu a pacienta je udržována ohřívací jednotkou HU 35 (MAQUET Cardiopulmonary AG, Hirrlingen, Germany). U některých pacientů byly kontinuálně monitorovány krevní plyny (CDI™ Blood Parameter Monitoring System 500, Terumo Cardiovascular Systems Corporation, Ann Arbor MI, USA). Pokud nebyla kontraindikace, pacienti byli antikoagulováni heparinem s cílovým aPTT 2–3× vyšším než kontrola. Okruh a konzole byly pravidelně kontrolovány perfuzionistou.

Pacienti, výsledky, komplikace

Od založení ECMO týmu v říjnu 2007 bylo do konce února roku 2010 indikováno k mechanické srdeční podpoře v našem kardiocentru

celkem 30 konsekutivních pacientů průměrného věku 55 let, z toho 11 žen (tabulka 2). ECMO podpora byla nakonec zahájena u 27 nemocných, protože 1 pacientka zemřela ještě během implantace a napojena nebyla, 1 nemocná měla systém napojen jako pravostrannou srdeční podporu bez oxygenátoru (RVAD- right ventricle assist device) a jedna nemocná byla připojena na levostrannou srdeční podporu (LVAD – left ventricle assist device) systémem Levitronix®-CentriMag® (Levitronix LLC, USA). U 27 ECMO pacientů byl použit celkem 18× veno-arteriální přístup, 9× veno-venózní, 3× byl ECMO okruh implantován centrálním chirurgickým přístupem, u zbylých pacientů byl použit periferní přístup. Dva pacienti byli ošetřeni jako plánovaní před riskantní perkutánní koronární intervencí, u všech ostatních se jednalo o urgentní stavy. Nejčastější indikací k ECMO podpoře byl postkardiotomický

kardiogenní šok nebo těžké respirační selhání (14×) (včetně pacientky, u které ECMO nebylo zahájeno) a nezvladatelné respirační selhání charakteru ARDS (9×, z toho 5× v souvislosti s infekcí virem chřipky typu H1N1). U 4 pacientů se jednalo o těžké pravostranné srdeční selhání a 3 pacienti měli akutní infarkt myokardu s rupturou mezikomorové přepážky. Průměrná doba podpory byla 8 dní (1–28 dní). Kardiopulmonální resuscitaci bezprostředně před implantací ECMO nebo při napojování systému prodělalo 7 (26%) nemocných, intraaortální balonkovou kontrapulzaci (IABK) mělo zavedenou 7 (26%) pacientů a kontinuální hemoelimační metodou (CRRT – continuous renal replacement therapy) zároveň s ECMO bylo ošetřováno 8 (30%) nemocných. Pacientka na RVAD měla zároveň i CRRT a nemocná na LVAD prodělala resuscitaci a byla ošetřována IABK i CRRT. Nejčastější byly

Tabulka 2. Přehledná charakteristika všech 30 konsektivních pacientů

Pořadí	Iniciály	Věk	Pohlaví	Hlavní diagnóza	Indikace k ECMO	KPR před ECMO	IABK	CRRT	Podpora (dní)	Urgentnost	Typ podpory	Implantační technika	Průběh, komplikace	Výsledek
1	E-V	62	F	AIM, DSK	Kardiogenní šok	0	1	0	11	Urgentní	V-A	chirurgická kanylace třísel	krvácení okolo kanyl, revize	propuštěna
2	M-C	75	M	ICHs, 3VD, EF LK 15 %	High-risk PCI	0	0	0	1	Elektivní	V-A	perkutánní	bez komplikací	propuštěn
3	M-F	33	M	Lymfom, po transplantaci kostní dřeně, pneumonie	ARDS	0	0	0	2	Urgentní	V-V	perkutánní	intrakraniální krvácení	+
4	M-S	71	F	ICHs, 3VD, náhrada mitrální chlopně	Postkardiotomický kardiogenní šok, ARDS	1	0	0	6	Urgentní	V-V	perkutánní	krvácení kolem kanyl, revize	ECMO odpojeno, úmrtí za 3 měsíce poté na JIP
5	R-P	40	M	Plicní arteriální hypertenze	Kardiogenní šok, těžké selhání PK	0	0	0	16	Urgentní	V-A	perkutánní	sepsy, krvácení podél kanyly	propuštěn
6	A-V	65	M	AIM, DSK	Kardiogenní šok	0	1	0	3	Urgentní	V-A	perkutánní	dislokace arteriální kanyly	+
7	H-P	57	F	Plicní arteriální hypertenze	Kardiogenní šok, těžké selhání PK	0	0	0	13	Urgentní	V-A	perkutánní	trombocytopenie, jednostranné srdeční selhání	+
8	J-C	62	M	Infekční endokarditida na Ao náhradě, reoperace, Bentall	Postkardiotomický kardiogenní šok	0	0	0	4	Urgentní	V-A	perkutánní	ischemie končetiny	+
9	S-V	69	M	ICHs, 3VD, aortální stenóza	Postkardiotomický kardiogenní šok	0	0	0	5	Urgentní	V-A	perkutánní	intrakardiální trombóza	+
10	M-F	51	M	CTEPH, masivní PE, mobilní trombus PS/PK	Kardiogenní šok, těžké selhání PK, oběhový kolaps při dislokaci trombu	0	0	0	5	Urgentní	V-A	perkutánní	ischemie končetiny	propuštěn
11	M-Š	42	F	VVV srdce, Eisenmengerův syndrom, DSS	Akutní respirační selhání, akutní selhání PK	1	0	0	12	Urgentní	V-A	perkutánní	krvácení z míst kanylace, 2x revize	+
12	J-Š	52	M	Fabryho nemoc, ICHs, MR, dysfunkce LK, EF 36 %	Postkardiotomický kardiogenní šok, EMD	1	0	0	1	Urgentní	V-A	perkutánní	ischemie končetiny	+
13	B-P	65	M	ICHs, 3VD, CABG	Postkardiotomický kardiogenní šok	0	1	0	7	Urgentní	V-A	centrální chirurgická – PS/a. axilaris sin.	krvácení ECMO vstupu do a. axilaris, PE při ukončení ECMO	propuštěn
14	I-H	62	F	CTEPH + mitrální regurgitace	Selhání plic po PEA	0	0	1	8	Urgentní	V-V	perkutánní	ECMO bez komplikací	ECMO odpojeno, úmrtí za 3 měsíce poté na JIP
15	B-K	78	M	ICHs, těžká systolická dysfunkce LK	Elektivní PCI kmene levé věnčité tepny	0	0	0	1	Elektivní	V-A	perkutánní	krvácení z třísla, revize	propuštěn
16	M-S	74	M	Náhrada mitralis, ruptura LS, selhání PK	Postkardiotomické selhání PK, kardiogenní šok	0	1	1	5	Urgentní	V-A	perkutánně v. fem/chi-rurgicky a. subclavia dx.	bez komplikací	+
17	H-P	62	F	AIM spodní stěny + PK, PCI ACD	Kardiogenní šok při infarktu PK	0	0	1	1	Urgentní	RVAD	perkutánně fem-fem PS/AP	bez komplikací	+

Tabulka 2. Přehledná charakteristika všech 30 konsektivních pacientů

Pořadí	Iniciály	Věk	Pohlaví	Hlavní diagnóza	Indikace k ECMO	KPR před ECMO	IABK	CRRT	Podpora (dni)	Urgentnost	Typ podpory	Implantační technika	Průběh, komplikace	Výsledek
18	J-P	63	M	Kombinovaná významná aortální vada, ICHS, recentní IM	Pooperační hemoragický šok při uvolnění stehu na aortě, ARDS (TRALI)	0	0	1	2	Urgentní	V-V	chirurgická kanylace třísla/perkutánně VJI	krvácení při zavádění ECMO kanylí, revize třísla, chirurgická kanylace fem. žíly	+
19	M-M	59	M	H1N1 intersticiální pneumonie	Těžké ARDS	0	0	0	6	Urgentní	V-V	perkutánní	krvácení do hrudníku po hrudní punkci	+
20	K-N	63	M	ICHS, reoperace OPCAB LIMA	Postkardiotomický kardiogenní šok, perioperační IM	0	1	1	8	Urgentní	V-A	perkutánní v. fem./chirurgicky a. axilaris sin.	ischemie LHK při zavedení ECMO, revize	propuštěn
21	M-P	34	F	H1N1 intersticiální pneumonie, poporodní	Těžké ARDS, barotrauma	0	0	0	28	Urgentní	V-V	perkutánní	difuzní krvácení při trombocytopenii	úmrtí na ECMO po Tx plic
22	P-R	41	M	H1N1 intersticiální pneumonie	Těžké ARDS, barotrauma	0	0	0	10	Urgentní	V-V	perkutánní	bez komplikací, resp. susp. trombus ve VJI u ECMO kanylí, spontánně vymizel	propuštěn
23	I-R	26	F	H1N1 intersticiální pneumonie, těhotenství	Těžké ARDS, barotrauma	0	0	0	15	Urgentní	V-V	perkutánní	bez komplikací, porod na ECMO	propuštěna
24	M-S	33	F	H1N1 intersticiální pneumonie	Těžké ARDS, barotrauma, srdeční zástava/KPCR	1	0	0	15	Urgentní	V-V	perkutánní	krvácení z dýchacích cest, barotrauma	+
25	S-H	35	F	Akutní disekce asc. aorty, AoR, MR, dysfunkce LK	Postkardiotomický kardiogenní šok, selhání obou komor	1	1	1	8	Urgentní	LVAD	centrální chirurgická LS/aorta	revize pro tamponádu	propuštěna
26	T-K	32	M	Konstriktivní perikarditis, tamponáda	Postkardiotomický kardiogenní šok, selhání PK	0	0	1	11	Urgentní	V-A	perkutánní	ECMO, bez komplikací, opakované sepse	dosud hospitalizován
27	V-P	49	M	AIM přední stěny, DSK, sutura defektu	Postkardiotomický kardiogenní šok	0	1	1	17	Urgentní	V-A	perkutánní	urgentní reimplantace ECMO po weaningu, recidiva VSD, závislost na IABK	dosud hospitalizován
28	J-P	66	M	AIM, arytmogenní bouře	Srdeční zástava, protrahovaná KPR	1	1	1	11	Urgentní	V-A	perkutánní	ECMO bez komplikací	+
29	M-H	71	F	CTEPH, PEA	Perooperační srdeční zástava	1	0	0	-	Urgentní	-	implantace nedokončena	masivní krvácení z plic po PEA	úmrtí před spuštěním ECMO
30	J-A	50	M	CTEPH, post PEA	Postkardiotomický kardiogenní šok, selhání PK, reziduální plicní hypertenze	0	0	1	7	Urgentní	V-A	centrální chirurgická PS/aorta	krvácení po centrálním zavedení ECMO, nezvladatelná sepse	+

Zkratky: AIM – akutní infarkt myokardu; DSK – defekt septa komor; ICHS – ischemická choroba srdeční; 3VD – triple vessel disease, choroba tří tepen; EF LK – ejekční frakce levé komory; PCI – perkutánní koronární intervence; ARDS – acute respiratory distress syndrome; PK – pravá komora; CTEPH – chronická tromboembolická plicní hypertenze; PEA – plicní endarterektomie; LK – levá síň; ACD – arteria coronaria dextra; OPCAB LIMA – off-pump coronary artery bypass left internal mammary artery; AoR – aortální regurgitace; KPR – kardiopulmonální resuscitace; TRALI – transfusion related acute lung injury; IABK – intraaortální balonková kontrapulzace; CRRT – continuous renal replacement therapy; V-A – veno-arteriální; V-V – veno-venózní; RVAD – right ventricle assist device; LVAD – left ventricle assist device; AP – arteria pulmonalis; PE – plicní embolie; VJI – vena jugularis interna; LHK – levá horní končetina; Tx – transplantace; JIP – jednotka intenzivní péče

krvácivé komplikace. Celkově se vyskytly u 16 (53 %) pacientů. Většinou se jednalo o krvácení kolem invazivních vstupů. Jednou jsme zaznamenali fatální intrakraniální krvácení. Ve čtyřech případech se vyskytla kritická končetinová ischemie, která si vyžádala řešení alternativní perfuzí končetiny nebo chirurgickou revizí a výměnou přístupu. U jednoho nemocného došlo k závažné dislokaci arteriální kanyly s fatálním důsledkem. Výskyt krvácivých komplikací v souvislosti s invazivními vstupy klesal s počtem ošetřených pacientů.

Přežití

Čtrnáct pacientů (52 %) bylo úspěšně od ECMO odpojeno. Dva z nich zemřeli po dlouhotrvající následné hospitalizaci, 10 (37 %) se dožilo propuštění a 2 nemocní jsou v době přípravy článku ještě hospitalizováni.

Diskuze

Prezentované zkušenosti se zahájením ECMO programu v našem kardiocentru dobře demonstrují náročnost metodiky a nezbytnost úzké spolupráce specialistů – kardiologů, kardiochirurgů, kardioanesteziologů i perfuzionistů. Předpokladem úspěšného ECMO programu je prakticky trvalá dostupnost a ochota členů ECMO týmu řešit všechny medicínské, organizační i technické problémy spojené s touto vysoce invazivní mechanickou podporou. Dostatečně jasně deklarovaná podpora managementu instituce je dalším klíčovým faktorem úspěšného rozvoje ECMO programu (25).

Pacienti vhodní k zahájení ECMO musí být dobře selektováni a jak již bylo zmíněno, k indikaci vyžadujeme písemný souhlas zástupců tří ze čtyř zúčastněných specializací. Rozvinutou multiorgánovou dysfunkci nebo selhání (MODS/MOF – multiple organ dysfunction syndrome/failure) považujeme za kontraindikaci zahájení této podpory, naopak, smyslem jejího zahájení je právě prevence rozvoje MODS/MOF, stabilizace orgánových funkcí a umožnění spontánní úpravy funkce poškozených orgánů, získání času k rozhodnutí o dalším postupu, případně zvážení použití dlouhodobějšího podpůrného systému nebo indikace k orgánové transplantaci. ECMO je krátkodobá mechanická srdeční podpora s certifikátem použití jednoho originálního mimotělního okruhu na 14 dní, přesto jsme několik pacientů ošetřovali delší dobu a pro prevenci trombózy na oxygenátoru okruh měnili.

Očekávané nejčastějšími indikacemi k zahájení ECMO byly kardiochirurgické peroperační komplikace, a to postkardiotomický kardiogenní

šok a těžké respirační selhání, dále akutní těžké pravostranné srdeční selhání u pacientů s akutně dekompenzovanou plicní arteriální hypertenzí, masivní plicní embolií a vrozenou vývojovou vadou a nakonec akutní infarkt myokardu s kardiogenním šokem při ruptuře mezikomorové přepážky. Zajímavá je potřeba použití ECMO u 5 pacientů s těžkým respiračním selháním při infekci virem chřipky typu H1N1. Jednalo se většinou o mladé, dosud jinak zdravé nemocné, 2 obézní muže a 3 ženy, z toho jednu 2 týdny po porodu a druhou aktuálně gravidní. Z těchto nemocných přežili dva, jedna pacientka s ireverzibilním poškozením plic byla dokonce indikována k urgentní plicní transplantaci za ECMO podpory, bohužel po operaci v transplantačním centru zemřela. U všech nemocných bylo přítomno velmi těžké difúzní intersticiální plicní poškození (obrázek 5). Naše zkušenosti s touto sezónní epidemií jsou v souladu s publikovanými daty (29). Oba elektivní pacienti, kterým byla na ECMO provedena komplikovaná koronární intervence, výkon snesli dobře a byli propuštěni.

Přes snahu o prevenci komplikací byl jejich výskyt vysoký a přesahoval 50 %, což je ale počet u kohorty ECMO pacientů v literatuře zmiňovaný i jinými centry (2, 26). Naše zkušenosti ukazují, že nejčastěji jsou komplikace spojeny s invazivními vstupy. Jsou používány kanyly kalibru 18–24 F, kde hrozí poškození cévy při zavádění s následným krvácením a naopak obturace cévy po zavedení s rozvojem kritické končetinové ischemie. Proto považujeme za vhodné, pokud to samozřejmě situace z časového hlediska umožní, vyšetřit ultrazvukem nebo angiograficky příslušné tepny, změřit jejich průměr a podle toho vybrat vhodnou kanylu a případně rovnou přistoupit k preventivním opatřením ve smyslu prevence rozvoje ischemie distálně od zavedené ECMO kanyly, jak je již uvedeno výše. Každý další inzult zhoršuje pacientovu prognózu. Pacienti na ECMO krvácí nejen z důvodu provedených náročných invazivních procedur (zavedení 20 F arteriální kanyly do femorální tepny a 24 F kanyly do femorální žíly nemusí být jednoduché výkony ani pro zkušeného invazivního kardiologa), ale i díky nutné antikoagulaci, poklesu absolutního počtu trombocytů a jejich aktivaci na mimotělním okruhu a oxygenátoru a v neposlední řadě i v souvislosti s kritickým onemocněním jako takovým (27, 28). Naše jedno fatální mozkové krvácení se vyskytlo u nemocného s hraniční hodnotou trombocytů po transplantaci kostní dřeně, tedy u nemocného v tomto směru rizikového. V australské práci o ECMO u H1N1 pacientů byl popsán výskyt krvácivých komplikací

u 54 % nemocných, a to nejčastěji z invazivních vstupů (22 %). Nitrolební krvácení se vyskytlo dokonce u 9 % pacientů (29).

Celkově hodnoceno, přes polovinu (52 %) úspěšně odpojených pacientů považujeme za dobrý výsledek a do chvíle přípravy tohoto článku celkově 60 % mortalitu, jak všech pacientů indikovaných k akutní mechanické srdeční podpoře, tak ECMO pacientů, hodnotíme jako přijatelnou a vzhledem k závažnosti onemocnění pacientů jako očekávanou. Relativně častý výskyt nutnosti resuscitace a použití hemoeliminačních metod pro akutní selhání ledvin toto dokládá.

Závěr

Extrakorporální membránová oxygenace (ECMO) je vysoce invazivní léčebná metoda, která umožňuje stabilizaci a léčbu nemocných v těžkém kardiopulmárním selhání. Nejčastějšími indikacemi ECMO podpory v našem kardiocentru byl postkardiotomický kardiogenní šok, těžké ARDS, těžké pravostranné srdeční selhání a kardiogenní šok u infarktu s rupturou komorového septa. S ohledem na kritický stav nemocných hodnotíme 60 % mortalitu jako přijatelný výsledek. Autoři považují ECMO program za opodstatněnou součást komplexu terapeutických metod v moderním kardiocentru. Základním předpokladem úspěšného ošetřování nemocných je ale konstruktivní multidisciplinární přístup a spolupráce zúčastněných specialistů. Přesto je výskyt závažných komplikací častý, což je způsobeno jak invazivitou metody, tak složitostí kritických stavů, které podporu ECMO vyžadují.

*Práce byla podpořena
z prostředků VZ MŠMT 0021620817.*

Literatura

1. Schwarz B, Mair P, Margreiter J, et al. Experience with percutaneous venoarterial cardiopulmonary bypass for emergency circulatory support. *Crit Care Med* 2003; 31: 758–764.
2. Hemmila MR, Rowe SA, et al. Extracorporeal Life Support for Severe Acute Respiratory Distress Syndrome in Adults. *Annals of Surgery* 2004; 240(4): 595–607.
3. Bakhtiary F, Keller H, Dogan S, et al. Venoarterial extracorporeal membrane oxygenation for treatment of cardiogenic shock: clinical experiences in 45 adult patients. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2008; 135(2): 382–388.

4. Thiagarajan RR, Brogan TV, Scheurer MA, Laussen PC, Rykus PT, Bratton SL. Extracorporeal Membrane Oxygenation to Support Cardiopulmonary Resuscitation in Adults. *Ann Thorac Surg* 2009; 87: 778–785.
5. Arlt M, Philipp A, Zimmermann M, et al. First experiences with a new miniaturised life support system for mobile percutaneous cardiopulmonary bypass. *Resuscitation* 2008; 77(3): 345–50. Epub 2008 Mar 4.
6. Haneya A, Philipp A, Foltan M, et al. Extracorporeal circulatory systems in the interhospital transfer of critically ill patients: experience of a single institution. *Ann Saudi Med* 2009; 29(2): 110–114.
7. Gregoric ID, Chandra D, Myers TJ, Scheinin SA, Loyalka P, Kar B. Extracorporeal membrane oxygenation as a bridge to emergency heart-lung transplantation in a patient with idiopathic pulmonary arterial hypertension. *J Heart Lung Transplant* 2008; 27(4): 466–468.
8. Marasco SF, Lukas G, McDonald M, McMillan J, Ihle B. Review of ECMO (extra corporeal membrane oxygenation) support in critically ill adult patients. *Heart Lung Circ* 2008; 17(Suppl 4): S41–S47. Epub 2008 Oct 29.
9. Fiser S, Tribble CG, Kaza AK, et al. When to discontinue extracorporeal membrane oxygenation for postcardiotomy support. *Ann Thorac Surg* 2001; 71: 210–214.
10. Marasco SF, Esmore DS, Negri J, et al. Early institution of mechanical support improves outcomes in primary cardiac allograft failure. *J Heart Lung Transplant* 2005; 24(12): 2037–2042.
11. Asaumi Y, Yasuda S, Morii I, et al. Favourable clinical outcome in patients with cardiogenic shock due to fulminant myocarditis supported by percutaneous extracorporeal membrane oxygenation. *Eur Heart J* 2005; 26(20): 2185–2192. Epub 2005 Jul 13.
12. Scaife ER, Connors RC, Morris SE, et al. An established extracorporeal membrane oxygenation protocol promotes survival in extreme hypothermia. *J Pediatr Surg* 2007; 42(12): 2012–2016.
13. Ruttman E, Weissenbacher A, Ulmer H, et al. Prolonged extracorporeal membrane oxygenation-assisted support provides improved survival in hypothermic patients with cardiocirculatory arrest. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2007; 134(3): 594–600.
14. Guenther U, Varelmann D, Putensen C, Wrigge H. Extended therapeutic hypothermia for several days during extracorporeal membrane-oxygenation after drowning and cardiac arrest. Two cases of survival with no neurological sequelae. *Resuscitation* 2009; 80(3): 379–381. Epub 2009 Jan 15.
15. Pereszlenyi A, Lang G, Steltzer H, et al. Bilateral lung transplantation with intra- and postoperatively prolonged ECMO support in patients with pulmonary hypertension. *Eur J Cardiothorac Surg* 2002; 21(5): 858–863.
16. Aigner C, Wisser W, Taghavi S, et al. Institutional experience with extracorporeal membrane oxygenation in lung transplantation. *Eur J Cardiothorac Surg* 2007; 31(3): 468–473; discussion 473–474. Epub 2007 Jan 12.
17. Hsu HH, Ko WJ, Chen JS, et al. Extracorporeal membrane oxygenation in pulmonary crisis and primary graft dysfunction. *J Heart Lung Transplant* 2008; 27(2): 233–237.
18. Berman M, Tsui S, Vuylsteke A, et al. Successful extracorporeal membrane oxygenation after pulmonary thromboendarterectomy. *Ann Thorac Surg* 2008; 86: 1261–1267.

19. Peek GJ, Mugford M, Tiruvoipati R, Wilson A, Allen E, Thalanany MM, Hibbert CL, Truesdale A, Clemens F, Cooper N, Firmin RK, Elbourne D, CESAR trial collaboration. Efficacy and economic assessment of conventional ventilatory support versus extracorporeal membrane oxygenation for severe adult respiratory failure (CESAR): a multicentre randomised controlled trial. *Lancet*. 2009; 374(9698): 1351–1363. Epub 2009 Sep 15.
20. Horton S, Thuys C, Bennett M, Augustin S, Rosenberg M, Brizard C. Experience with the Jostra Rotaflow and QuadroxD oxygenator for ECMO. *Perfusion* 2004; 19(1): 17–23.
21. Camboni D, Philipp A, Hirt S, Schmid C. Possibilities and limitations of a miniaturized long-term extracorporeal life support system as bridge to transplantation in a case with biventricular heart failure. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2009; 8(1): 168–170. Epub 2008 Oct 1.
22. Booth KL, Roth SJ, Perry SB, del Nido PJ, Wessel DL, Laussen PC. Cardiac catheterization of patients supported by extracorporeal membrane oxygenation. *J Am Coll Cardiol* 2002; 40(9): 1681–1686.
23. Carmichael TB, Walsh EP, Roth SJ. Anticipatory use of venoarterial extracorporeal membrane oxygenation for a high-risk interventional cardiac procedure. *Respir Care* 2002; 47(9): 1002–1006.
24. Krüger A, Ošťádal P, Kmoníček P, et al. Profylaktické použití mimotělní podpory oběhu s membránovým oxygenátorem u rizikové perkutánní koronární intervence. *Cor Vasa* 2010; 52: 141–144.
25. Kahn J, Müller H, Marte W, et al. Establishing extracorporeal membrane oxygenation in a university clinic: case series. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2007; 21(3): 384–387. Epub 2007 Mar 21.
26. Luo XJ, Wang W, Hu SS, et al. Extracorporeal membrane oxygenation for treatment of cardiac failure in adult patients. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2009. [Epub ahead of print].
27. Ovrum E, Mollnes TE, Fosse E, et al. High and low heparin dose with heparin-coated cardiopulmonary bypass: activation of complement and granulocytes. *Ann Thorac Surg* 1995; 60: 1755.
28. Aldea GS, Soltow LO, Chandler WL, et al. Limitation of thrombin generation, platelet activation, and inflammation by elimination of cardiomyotomy suction in patients undergoing coronary artery bypass grafting treated with heparin-bonded circuits. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2002; 123: 742.
29. Extracorporeal Membrane Oxygenation for 2009 Influenza A (H1N1) Acute Respiratory Distress Syndrome. The Australia and New Zealand Extracorporeal Membrane Oxygenation (ANZ ECMO) Influenza Investigators. *JAMA*. 2009; 302(17): 1888–1895.

*Článek přijat redakcí: 7. 4. 2010
Článek přijat k publikaci: 19. 4. 2010*

MUDr. Jan Bělohávek, Ph.D.

*II. interní klinika kardiologie a angiologie VFN a 1. LF UK
U Nemocnice 2, 128 00 Praha 2
jbelo@vfn.cz*