

## Kardiopulmonální mechanická podpora v Dětském kardiocentru\*

Pavel Vojtovič, Vladimír Kučera, Tomáš Tláškal, Tomáš Matějka, Roman Gebauer, Jan Janoušek, Bohumil Hučín, Oleg Reich, Ivana Černá, Jitka Kuzinová, Jan Škovránek

*Dětské kardiocentrum, Fakultní nemocnice v Motole, Praha, Česká republika*

Vojtovič P, Kučera V, Tláškal T, Matějka T, Gebauer R, Janoušek J, Hučín B, Reich O, Černá I, Kuzinová J, Škovránek J (Dětské kardiocentrum, Fakultní nemocnice v Motole, Praha, Česká republika). **Kardiopulmonální mechanická podpora v Dětském kardiocentru.** *Cor Vasa* 2008;50(7–8):281–286.

**Cíl:** Souhrnná analýza zkušeností jednoho centra s použitím mechanické podpory oběhu a ventilace u dětských pacientů při terapii konzervativně nezvládnutelného oběhového a respiračního selhání.

**Metodika:** Retrospektivní studie údajů všech dětských pacientů, kteří byli léčeni metodou kardiopulmonální mechanické podpory v Dětském kardiocentru FN Motol, se zaměřením na rizikové faktory ovlivňující mortalitu tohoto souboru.

**Soubor:** V letech 1991–2007 jsme provedli 38 kardiopulmonálních (KP) mechanických podpor u dětí ve věku 1 den–17,9 roku (medián 2,2 roku) s hmotností od 2,2 do 73 kg (medián 11,6 kg). Ze souboru 38 pacientů mělo 36 vrozenou srdeční vadu (VSV). Indikací k zahájení KP mechanické podpory byla intolerance odpojení pacienta od mimotělního oběhu po kardiochirurgickém výkonu (časné postkardiotomické selhání) u 19 pacientů (50%), oběhová zástava s následnou kardiopulmonální resuscitací u 11 pacientů (29%), oběhová instabilita s nízkým srdečním výdejem nereagující na konvenční terapii či otevření hrudníku po operaci (pozdní postkardiotomické selhání) u 4 pacientů (10,5%), akutní respirační selhání po kardiochirurgické operaci u 3 pacientů (8%) a srdeční selhání nereagující na konvenční terapii u jednoho pacienta (2,5%). Ve 35 případech byla zavedena podpora srdce i plic se zapojením membránového oxygenátoru do cirkulačního okruhu (ECMO); u 3 dětí byl použit levostranný bypass s pomocí centrifugální pumpy k podpoře funkce levé komory (LVAD).

**Výsledky:** Od mechanické podpory se podařilo úspěšně odpojit 19/38 pacientů (50%). Střední doba trvání KP mechanické podpory byla u přeživších pacientů 16 hodin a u zemřelých 40 hodin. Ve skupině 19 (50%) zemřelých pacientů byl statisticky významně vyšší výskyt renálního selhání s nutností zavedení eliminační metody u 12/19 pacientů (63%) a četnost krvácení z operační rány a plic u 11/19 pacientů (57%). Ve střednědobém sledování po dobu 2 měsíce–13,7 roku (medián 3,1 roku) žije v současnosti 17 pacientů (45%). Z 11 dětí napojených na mechanickou podporu v průběhu kardiopulmonální resuscitace žije bez neurologického deficitu šest (54%).

**Závěr:** KP mechanická podpora byla účinná v léčbě konzervativně nezvládnutelného selhání srdce a plic až u 50% pacientů. Tato metoda je nezastupitelná v komplexní péči o děti s vrozenou srdeční vadou.

**Klíčová slova:** Mechanická podpora oběhu – Vrozená srdeční vada – Kardiopulmonální selhání – Dětský věk

Vojtovič P, Kučera V, Tláškal T, Matějka T, Gebauer R, Janoušek J, Hučín B, Reich O, Černá I, Kuzinová J, Škovránek J (Kardiocentrum, University Hospital Motol, Prague, Czech Republic). **Cardiopulmonary mechanical support in a Pediatric Heart Center.** *Cor Vasa* 2008;50(7–8):281–286.

**Aim:** A pooled analysis of the experience of a single center with the use of mechanical circulatory and ventilatory support in pediatric patients in the treatment of circulatory and respiratory failure unresponsive to conservative therapy.

**Methods:** A retrospective study of all pediatric patients treated by cardiopulmonary (CP) mechanical support in the Pediatric Heart Center of Prague-based Motol University Hospital, with emphasis on the risk factors affecting mortality in this patient population.

**Group of patients:** Over the years 1991–2007, we performed CP mechanical support in 38 children aged 1 day–17.9 years (median 2.2 years) with a body weight of 2.2–73 kg (median 11.6 kg). Thirty-six of the 38 patients had congenital heart disease. Indications for initiating CP mechanical support included patient's intolerance of weaning from the extracorporeal circuit following cardiac surgery (early post-cardiotomy failure) in 19 patients (50%), circulatory arrest with subsequent CP resuscitation in 11 patients (29%), circulatory instability with a low cardiac output refractory to conventional therapy or postoperative chest opening following cardiac surgery (late post-cardiotomy failure) in 4 patients (10.5%), acute respiratory failure after cardiac surgery in 3 patients (8%), and heart failure unresponsive to conventional therapy in one patient (2.5%). Cardiopulmonary support using extracorporeal circuit membrane oxygenation (ECMO) was employed in 35 cases and left ventricular assist device (LVAD) using centrifugal pump was used in 3 children.

**Results:** Nineteen of the 38 patients (50%) could be successfully weaned from mechanical support. The mean times of CP mechanical support were 16 and 40 hours with patients who survived and died, respectively. In the group of 19 (50%) deceased patients, there was a significantly higher incidence of renal failure requiring the institution of an elimination method in 12/19 patients (63%) and bleeding from the surgical wound and lungs in 11/19 patients (57%). Seventeen

\*Práce byla podpořena Výzkumným záměrem Fakultní nemocnice v Motole VZ FNM 00064203, projekt č. 6303.

patients (45%) are currently alive over an intermediate follow-up period of 2 months–13.7 years (median, 3.1 years). Among 11 children connected to mechanical support during CP resuscitation, 6 (54%) are alive without a neurological deficit.

**Conclusion:** Cardiopulmonary mechanical support was effective in the management of heart and lung failure refractory to conservative therapy in up to 50% of patients. This method is essential in comprehensive care of children with congenital heart disease.

**Key words:** Mechanical circulatory support – Congenital heart disease – Cardiopulmonary failure – Pediatric age

**Adresa:** MUDr. Pavel Vojtovič, Dětské kardiocentrum, Fakultní nemocnice v Motole, V úvalu 84, 15006 Praha 5, Česká republika, e-mail: pvojtovic@seznam.cz

## ÚVOD

V klinické praxi se na pediatrických jednotkách intenzivní péče můžeme setkat se stavy konzervativně nezvládnutelného kardiopulmonálního selhání. Nejrizikovější skupinou jsou pacienti po operaci vrozené srdeční vady se známkami srdečního selhání s nízkým srdečním výdejem, který nelze zajistit ani při maximální konvenční terapii s použitím katecholaminů spolu s vazodilatačními léky či inhibitory fosfodiesterázy. Akutní respirační selhání tyto kritické stavy často doprovází. Metoda kardiopulmonální mechanické podpory u takto kriticky nemocných dětských pacientů představuje poslední a jedinou možnost, jak odvrátit fatální průběh onemocnění. Abychom mohli objektivně zhodnotit účinnost této metody na našem pracovišti, provedli jsme retrospektivní analýzu souboru takto léčených pacientů.

## MATERIÁL A METODIKA

K retrospektivní analýze jsme použili údaje 38 konsekutivních pacientů Dětského kardiocentra FN v Motole, u kterých byla zavedena kardiopulmonální (KP) mechanická podpora v letech 1991 až 2007. Délka sledování našeho souboru – medián 3,1 let (1,5 měsíce až 13,7 roku).

Podkladem k práci byly chorobopisy pacientů s demografickými údaji, záznamy z hospitalizace, pooperačního průběhu, včetně operačních protokolů a protokolů o mimotělní perfuzi a rovněž záznamy z ambulantních kontrol. Základní údaje celého souboru jsou shrnuty v *tabulce I*.

Z celkového počtu 38 pacientů, u kterých byla KP mechanická podpora zavedena, mělo 36 pacientů vrozenou srdeční vadu, z toho 34 pacientů bylo napojeno v časném pooperačním období a dva pacienti v delším odstupu od operačního výkonu. U dvou pacientů byla KP mechanická podpora použita bez souvislosti s vrozenými srdečními vadami (VSV).

**Tabulka I**  
Charakteristika souboru

Počet pacientů	38
Věk (medián)	2,1 let (0–17,9 let)
Hmotnost (medián)	11,6 kg (2,2–73 kg)
Pohlaví mužské	15
Pohlaví ženské	23
Vrozená srdeční vada	36
Jiné onemocnění	2
KP mechanická podpora na operačním sále	29
KP mechanická podpora na pooperační JIP	9
Délka KP mechanické podpory (medián)	20,5 h (2–133 h)

Příčinami akutního oběhového selhání byla u jednoho pacienta fulminantně probíhající akutní myokarditida a u druhého suicidální otrava antiarytmikem (propafenonem).

Indikací k zahájení KP mechanické podpory v našem souboru pacientů byla:

- intolerance odpojení pacienta od mimotělního oběhu po kardiokirurgickém výkonu – časné postkardiotomické selhání;
- oběhová instabilita s nízkým srdečním výdejem nereagující na konvenční terapii či otevření hrudníku po operaci – pozdní postkardiotomické selhání;
- oběhová zástava s následnou kardiopulmonální resuscitací;
- srdeční selhání nereagující na konvenční léčbu;
- akutní respirační selhání po operaci.

Kritériem úspěšnosti metody bylo přežití pacienta déle než 30 dní od odpojení od KP mechanické podpory. Tým rozhodující o indikaci k zahájení KP mechanické podpory byl složen z dětského kardiokirurga, pediatrického kardiologa, perfuzionisty a anesteziologa. Před rozhodnutím o mechanické podpoře bylo u dětí po operaci vrozené srdeční vady provedeno echokardiografické vyšetření k vyloučení hemodynamicky významných reziduálních nálezů.

Jako technické vybavení pro KP mechanickou podporu jsme u 35/38 pacientů použili systém pumpy se začleněním membránového oxygenátoru v uzavřeném veno-arteriálním okruhu – ECMO (extracorporeal membrane oxygenation). U 30/35 pacientů ECMO okruh sestával z rotačního válečkového čerpadla (Stöckert Instruments, München, Německo) a kapi-lárního membránového oxygenátoru s venózním vakem (Dideco Liliput D 901, Dideco D 705, Mirandola, Itálie). U 5/35 pacientů jsme použili centrifugální pumpu (BioMedicus, Minneapolis, USA) spolu se speciálním ECMO „heparin coated“ oxygenátorem (Jostra Quadrox, Jostra, Německo; MiniMax, Medtronic, USA). U 3/38 pacientů byla zavedena levostranná podpora oběhu – LVAD (left ventricular assist device) pomocí centrifugální pumpy při dysfunkci levé komory srdeční a dobré funkci komory pravé, zajišťující dostatečný plicní průtok s dobrou oxemíí (*obrázek 1*). U tří pacientů bylo možné po 24 hodinách při zlepšené funkci pravé komory a plic přejít z podpory ECMO na LVAD.

Kanylace velkých cév byla provedena kardiokirurgem ze střední sternotomie u 36 pacientů, u jednoho novorozence byly kanylovány krční cévy (arteria carotis communis a vena jugularis interna vpravo) a u jednoho pacienta byla kanylace provedena z třísla (femorální arterie a žíla vpravo). U KP mechanické podpory s oxygenátorem byly kanylovány pravá síň nebo duté žíly pro drenáž a arteriální kanyla byla



**Obr. 1** Levostranná podpora oběhu (LVAD) pomocí centrifugální pumpy BioMedicus

zavedena do ascendentní aorty. U LVAD byla kanylována levá síň přímo nebo přes levostrannou horní plicní žílu k drenáži a arteriální kanyla do ascendentní či descendentní aorty. Zavedení kanyl a iniciace KP mechanické podpory byla provedena u 16 pacientů na operačním sále a v ostatních případech jsme kanylaci prováděli na pooperační jednotce intenzivní péče. U 11 pacientů byla KP mechanická podpora zaváděna při současně probíhající přímé kardiopulmonální resuscitaci.

V průběhu mechanické podpory byli pacienti plně monitorováni se zápisem životních funkcí a bilancí tekutin do speciální dokumentace, vedené na pooperační jednotce intenzivní péče. Měli zaveden perfuzní protokol se sledováním průtoku, systémového tlaku, krevních plynů a acidobazické rovnováhy (ABR) a antikoagulace (activated clotting time [ACT], aktivovaného parciálního tromboplastinového času [APTT]). Perfuze byla vedena s ohledem na udržení dostatečného středního arteriálního tlaku u novorozenců a malých dětí 30–40 mmHg, u větších dětí a adolescentů 50–70 mmHg. Antikoagulace byla nastavena heparinem v kontinuální infuzi 10–50 U/kg/h k udržení ACT v rozmezí 200–300 s u okruhu ECMO a 180–220 s u okruhu LVAD. Trombocyty jsme hrádi trombocytárním náplavem či trombokoncentrátem při poklesu koncentrace pod  $75 \times 10^9/l$  nebo při klinicky významném krvácení.

Inotropní podpora byla snížena na minimum (dopamin 3–5  $\mu g/kg/min$ ), pokud nebylo nutné podpořit pravou komoru u pacientů s levostranným selháním na LVAD podpoře. Umělá plicní ventilace u pacientů

na ECMO podpoře byla nastavena na PEEP (positive end-expiratory pressure) 5 cm  $H_2O$ , dechová frekvence 10–15/min, inspirační tlaky do 20 cm  $H_2O$ . U pacientů na LVAD byla ventilace korigována k udržení příznivých krevních plynů  $pCO_2$  35–40 mmHg a  $pO_2$  okolo 100 mmHg. U jednoho pacienta na LVAD jsme napojili do ventilačního okruhu přístroj Pulmomix Mini (Messer Griesheim, GmbH, Rakousko) k dávkování oxidu dusnatého (NO) pro snížení odporu v plicním řečišti a zlepšení oxemie s příznivým účinkem. Všichni pacienti byli v analgosedaci a relaxování. Kromě sledování celkového laboratorního profilu pacienta jsme pravidelně po šesti hodinách vyšetřovali krevní obraz a kompletní koagulace. Monitorace ACT, APTT, ABR jsme pravidelně kontrolovali v hodinových intervalech. Echokardiografické vyšetření jsme prováděli nejméně jednou denně k posouzení srdeční funkce u všech pacientů napojených na KP mechanickou podporu.

Indikací k odpojování od podpory byla zlepšená funkce komor hodnocená echokardiograficky nebo chirurgicky a nezvládnutelné krvácení při vynucené antikoagulaci. U plicní indikace KP mechanické podpory bylo důvodem k odpojení zlepšení RTG nálezu a dostatečná výměna krevních plynů při minimálním ovlivnění oxygenátorem. Odpojování od mechanické podpory jsme prováděli postupně snižováním průtoku pumpou o 25 % za 15 až 30 minut při maximálně nastavené inotropní podpoře a zahájené umělé plicní ventilační podpoře. Po zastavení pumpy jsme pacienta dekanylovali a zastavili kontinuální infuzi heparinu spolu s podáním protaminu. Kritériem úspěšnosti metody bylo přežití pacienta do 30 dní po odpojení od KP mechanické podpory.

## STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ

Ke zpracování demografických údajů, údajů z operace, perfuze a pooperačního období jsme použili popisnou statistiku programu Excel, Microsoft Office 2000. Statistické výpočty byly provedeny s užitím programu SigmaStat 3.5 (SPSS inc.). Porovnávání souborů spojitých údajů byly testovány na normální rozložení a na shodu variance. Protože v žádném případě nebyly tyto podmínky splněny, použili jsme k jejich srovnání neparametrického testu (Mannův-Whitneyův rank sum test). Výsledky jsou uvedeny jako medián (25. percentil/75. percentil). Rozdíly v incidencích byly testovány  $\chi^2$  testem nebo Fisherovým testem podle frekvencí pozitivních nálezů. Za statisticky významné jsme považovali rozdíly a korelace s hodnotou  $p < 0,05$ .

## VÝSLEDKY

V Dětském kardiocentru FN Motol jsme v letech 1991–2007 provedli 38 KP mechanických podpor u 23 dívek a 15 chlapců ve stáří jednoho dne až 17,9 let (medián 2,2 roku) při hmotnosti od 2,2 do 73 kg (medián 11,6 kg). Ze souboru 38 dětí mělo 36 pacientů vrozenou srdeční vadu (VSV), dva pacienti měli strukturálně zdravé srdce. Nejčastějšími VSV v našem souboru byly transpozice velkých arterií u 9 pacientů, funkčně společná komora u pěti a Fallotova tetralogie u čtyř pacientů. Dvou-

komorovou srdeční cirkulaci mělo 31 pacientů, jednokomorovou pět pacientů. U prvního pacienta se strukturálně normálním srdcem byla příčinou srdečního selhání fulminantně probíhající akutní myokarditida s kompletní AV bloádou, u druhého pacienta suicidální otrava propafenonem, vyžadující trvalou KP resuscitaci. Přehled zastoupení jednotlivých diagnóz v souboru ukazuje *tabulka II*.

Indikací k zahájení KP mechanické podpory byla intolerance odpojení pacienta od mimotělního oběhu po kardiokirurgickém výkonu – časné postkardiotomické selhání u 19 pacientů (50%), oběhová zástava s následnou kardiopulmonální resuscitací u 11 pacientů (29%), oběhová instabilita s nízkým srdečním výdejem nereagující na konvenční terapii či otevření hrudníku po operaci – pozdní postkardiotomické selhání u čtyř pacientů (10,5%), akutní respirační selhání po kardiokirurgické operaci u tří pacientů (8%) a srdeční selhání nereagující na konvenční terapii u jednoho pacienta (2,5%).

ECMO podpora systémem válečková rotační pumpa + membránový oxygenátor byla použita u 27 pacientů s délkou trvání od 2 do 130 hodin (medián 17 hodin), z toho úspěšně bylo odpojeno a propuštěno 14 pacientů (52%). ECMO-podpora systémem centrifugální pumpa a membránový „heparin coated“ oxygenátor byla použita u pěti pacientů v délce trvání 48 až 133 h (medián 64 h) s úspěšným odpojením a propuštěním dvou pacientů (40%). Systém levostranné podpory (LVAD) za pomoci centrifugálního čerpadla jsme použili u tří pacientů s délkou podpory od 21 do 90 hodin (medián 72 h) s úspěšným odpojením a propuštěním dvou pacientů (66%). Kombinovaná podpora s přechodem z ECMO na LVAD byla použita u tří pacientů při zlepšené funkci pravé komory a s délkou podpory od 92 do 96 h (medián

94 h) a úspěšným odpojením a propuštěním jednoho pacienta (33%).

Nejčastější komplikací, která se objevila v průběhu mimotělní perfuze, bylo krvácení u 17 pacientů (45%), z toho u 14 z chirurgické rány a u tří krvácení do plic. Pro krvácení z operační rány bylo provedeno celkem 36 operačních revizí s počtem 1–5 na jednoho pacienta. Renální selhání, vyžadující použití eliminační metody (peritoneální dialýza nebo kontinuální arterio-venózní hemofiltrace – CAVH), nastalo u 17 pacientů (45%). V průběhu mechanické podpory jsme řešili technické problémy vyžadující časnou výměnu oxygenátoru u dvou pacientů, u jednoho pacienta došlo k nahromadění koagul ve venózním rezervoáru okruhu. U dvou pacientů se rozvinula diseminovaná intravaskulární koagulopatie. Z pozdních komplikací po úspěšném odpojení od mechanické podpory jsme u dvou pacientů léčili mediastinitidu s následným významným kožním defektem, která byla po konzervativní terapii (lokální aplikace sacharózy a i. v. antibiotika) definitivně řešena plastickou operací s velmi dobrým výsledkem. U jednoho pacienta se objevila hluboká žilní trombóza po kanylaci femorální žíly.

Od mechanické podpory se podařilo úspěšně odpojit 19/38 pacientů (50%). Střední doba trvání KP mechanické podpory byla u přeživších pacientů 16 hodin a u zemřelých 40 hodin. I když střední doba podpory u přeživších byla výrazně kratší než u zemřelých, nebyl tento rozdíl mezi skupinami vzhledem k počtu pacientů a velkému rozptylu statisticky významný. Ve skupině 19 (50%) zemřelých pacientů byl statisticky významně vyšší výskyt renálního selhání s nutností zavedení eliminační metody u 12/19 pacientů (63%); také byla nápadná četnost krvácení z operační rány a plic u 11/19 pacientů (57%). Napojení pacienta na mechanickou podporu v průběhu kardiopulmonální resuscitace bylo účinné u 6/11 pacientů (54%). Srovnání skupin úspěšně odpojených a zemřelých pacientů, jež shrnuje demografické údaje a výskyt komplikací, je uvedeno v *tabulce III*.

Ve střednědobém sledování po dobu 2 měsíce–13,7 roku (medián 3,1 roku) žije v současnosti 17 pacientů (45%), u nichž je kvalita života podle klasifikace NYHA a „ability indexu“ velmi dobrá. V kategorii NYHA I je dvanáct a v NYHA II pět pacientů. Nikdo z nich nemá významný neurologický deficit. Ze souboru úspěšně odpojených pacientů zemřel jeden nemocný na akutní rejekci po transplantaci srdce za dva měsíce po propuštění z našeho pracoviště a druhý pacient na septickou komplikaci v jiném zdravotnickém zařízení za měsíc od propuštění.

## DISKUSE

První klinické zkušenosti s použitím metody ECMO u dětských pacientů s respiračním selháním byly publikovány v roce 1977.<sup>(1)</sup> V průběhu let, vlivem technologického pokroku a narůstajících zkušeností světových pracovišť, se stala mechanická podpora kardiorepiračního selhání „rescue“ metodou pro řešení kritických situací na jednotkách intenzivní péče v souvislosti s časným postkardiotomickým syndromem, akutním srdečním selháním, akutním respiračním selháním či jako překlenovací metoda k transplantaci srdce.<sup>(2)</sup> O rozvoji a účinnosti metody

**Tabulka II**  
Diagnózy pacientů v souboru

Diagnóza	Počet pacientů	Odpojení a přežili
TGA	9	4
Funkčně společná komora	5	2
Fallotova tetralogie	4	2
TAPVD	3	0
ALCA	3	3
AVSD	3	3
VSD	2	1
DORV	2	1
PA/VSD	1	0
Pulmonální stenóza	1	1
AS, AI	1	0
Ebsteinova anomálie trikuspidální chlopně	1	0
Marfanův syndrom	1	0
Myokarditis	1	1
Otrava antiarytmikem	1	1
Celkem	38	19 (50%)

TGA – transpozice velkých arterií, TAPVD – totální anomální návrat plicních žil, ALCA – anomální odstup levé koronární arterie z plicnice, AVSD – kompletní forma defektu atrio-ventrikulárního septa, DORV – dvojvýtoková pravá komora, PA/VSD – pulmonální atrezie s defektem komorového septa, AS, AI – kombinovaná aortální vada se stenózou a insuficiencí na chlopní

Tabulka III

Srovnání úspěšně odpojených a zemřelých pacientů podle demografických údajů a výskytu komplikací

	<b>Odpojení a přežili (n = 19)</b>	<b>Zemřeli (n = 19)</b>	<b>p</b>
<b>Demografické údaje a délka podpory</b>			
Věk při KP mechanické podpoře (dny)	362 (100/3645)	1794 (79/3 755)	0,977
Hmotnost (kg)	14,5 (3,8/26,2)	15 (11,9/26,2)	0,273
Univentrikulární cirkulace	2/19	3/19	1,000
Délka KP mechanické podpory (dny)	16 (4/48)	40 (15/58,5)	0,118
<b>Komplikace</b>			
Krvácení	6/19	11/19	0,192
Renální selhání s PD či UF	5/19	12/19	0,005
Technické problémy	1/19	2/19	1,000
Mediastinitida	2/19	0	0,486
DIC	0	2/19	0,486
Hluboká žilní trombóza	1/19	0	1,000

PD – akutní peritoneální dialýza, UF – ultrafiltrace v okruhu KP mechanické podpory, DIC – diseminovaná intravaskulární koagulopatie

Spojité data jsou udána jako medián (25. percentil/75. percentil), incidence jako pozitivní nálezy/počet pacientů.

KP mechanické podpory u dětských pacientů se srdečním onemocněním od novorozeneckého věku až po adolescenty svědčí publikační aktivita posledních 15 let.<sup>(3-4)</sup> Přežívání dětských pacientů léčených metodou ECMO po operaci vrozené srdeční vady se uvádí v rozmezí 40–50 %.<sup>(5-7)</sup>

Obecnou indikací k zahájení KP mechanické podpory je nedostatečné zajištění dodávky kyslíku tkáním v důsledku nízkého srdečního výdeje nebo kritické hypoxemie při globální respirační insuficienci. Jestliže i přes maximální využití konvenční terapie srdečního selhání s vysokou inotropní a vazoaktivní podporou, objemovou resuscitací, otevřením hrudníku a maximální konvenční i nekonvenční ventilací, nedochází ke zlepšení oxygenace, je na místě zahájit přípravu k mechanické podpoře.

V kardiokirurgii vrozených srdečních vad je nejčastější indikací myokardiální dysfunkce po operaci – časný postkardiotomický syndrom, kdy se nepodaří odpojit pacienta od mimotělního oběhu.<sup>(8)</sup> Největší počet pacientů s touto indikací byl i v našem souboru (46 %). V této situaci pokračujeme v podpoře stejným přístrojovým vybavením nebo přepojujeme pacienta na ECMO okruh se speciálním ECMO oxygenátorem. Tato skupina pacientů má nižší procento úspěšnosti přežití pro významné pooperační krvácení a často jde o pacienty s komplexní vrozenou srdeční vadou po paliativní korektivní operaci.<sup>(8)</sup> U některých pacientů i přes úspěšné odpojení od mimotělního oběhu dochází v bezprostředním pooperačním období, nejčastěji v prvních 24 hodinách, k progresivnímu srdečnímu selhání s nízkým srdečním výdejem – pozdní kardiotoomický syndrom. Elektivní napojení na mechanickou podporu umožňuje restauraci srdeční funkce při dekompresi srdce a optimalizaci perfuze všech tkání s dobrým účinkem. Náhlá srdeční zástava v pooperačním období při vyloučení možných řešitelných příčin kritického stavu je indikací k mechanické podpoře oběhu. Stav je většinou velmi dramatický, spojený s otevřením hrudníku a kanylací při probíhající přímé masáži srdeční. I přes urgen- ci, složitost a riziko zavedení se nám podařilo 55 % dětí z této podpory úspěšně odpojit.

Preferovaná metoda KP mechanické podpory u novorozenců a menších dětí je ECMO, s využitím rotační válečkové nebo centrifugální pumpy spolu s membránovým oxygenátorem. Jde o uzavřený mimotělní oběh bez kontaktu se vzduchem ke krátkodobé podpoře (do 30 dnů). Pro univentrikulární podporu je pak vhodná metoda VAD (ventricular assist device) s použitím centrifugální pumpy jako čerpadla. Pro dlouhodobou podporu (více než 30 dní) jsou všeobecně preferována pulsální mechanická čerpadla, jako je např. Berlin Heart (Berlin Heart GmbH, Berlín, Německo) či Thoratec (Thoratec Corporation, Pleasanton, USA), která však mají pro nejnižší věkové kategorie své limitace a vyžadují dokonalé technické zázemí. Jsou používána jako překlenovací k transplantaci srdce.<sup>(9)</sup> Na mnoha pracovištích již existují pracovní týmy, které se problematice KP mechanické podpory trvale věnují a dále ji rozvíjejí. Četnost použití kardiopulmonální mechanické podpory časně po kardiokirurgické operaci je v Dětském kardiocentru malá – 0,01 % (34 pacientů) z celkového počtu 5381 operací provedených v letech 1991–2007. Přesto je třeba se problematice KP mechanické podpory v zájmu našich pacientů důsledně věnovat.

## ZÁVĚR

I přesto, že jsou naše zkušenosti s použitím KP mechanické podpory limitované, podařilo se v mnoha jednotlivých případech účinně zvládnout neřešitelnou situaci u takto kriticky nemocných dětských pacientů. To, že se nám podařilo úspěšně odpojit 50 % pacientů, je velmi povzbudivé a odpovídá obecnému trendu na jiných pracovištích (42–64 %).<sup>(10)</sup>

Z našeho pohledu je třeba kriticky zhodnotit četnost krvácivých komplikací a operačních revizí, které se u našich pacientů vyskytovaly. Zdá se, že bude nutné upravit antikoagulaci na ACT okolo 160–180 sekund při zjevném krvácení spolu s udržením dostatečné koncentrace trombocytů 100–150 × 10<sup>9</sup>/l. Nelze zapomenout na technologický pokrok, který přináší nové komponenty do cirkulačních okruhů KP mechanických podpor, což může snížit četnost komplikací.

Aplikace této metody v našich podmínkách s sebou přináší mnoho otázek, jako např. materiálně-technické a personální zabezpečení metody; navozuje otázky etické ve spojení s těžkým stavem pacienta a vede k provázanosti mnoha lékařských oborů, např. kardiologie, neonatologie, kardiologie, intenzivní medicína, anestezie, transplantační medicína, pediatrie a hematologie.

Je třeba uvést, že v naší univerzitní nemocnici s celorepublikovým spádem neexistuje nepřetržitý ECMO servis pro dětské pacienty, a je proto nutné spoléhat se na maximální vstřícnost a flexibilitu všech zainteresovaných poskytovatelů léčebné péče.

## LITERATURA

1. Barlett RH, Gazzaniga AB, Huxtable RF, et al. Extracorporeal circulation in neonatal respiratory failure. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1977;74:826–33.
2. Barlett RH, Roloff DW, Custer JR, Zounger JG, Hirsch RB. Extracorporeal life support. The University Michigan experience. *JAMA* 2000;283:904–8.
3. Beghetti M, Rimensberger PC. Mechanical circulatory support in pediatric patients. *Intensive Care Med* 2000; 6:350–2.
4. Duncan BW. Mechanical circulatory support for infants and children with cardiac disease. *Ann Thorac Surg* 2002;73:1670–7.
5. Duncan BW, Hraska V, Jonas RA, et al. Mechanical circulatory support in children with cardiac disease. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1999;117:529–42.
6. Del Nido PJ. Extracorporeal membrane oxygenation for cardiac support in children. *Ann Thorac Surg* 1996; 61:336–9.
7. Ibrahim AE, Duncan BW, Blume ED, et al. Long-term follow-up of pediatric patients requiring mechanical circulatory support. *Ann Thorac Surg* 2000;69:186–92.
8. Aharon AS, Drinkwater DC Jr, Churchwell KB, et al. Extracorporeal membrane oxygenation in children after repair of congenital cardiac lesions. *Ann Thorac Surg* 2001;2095–102.
9. Chang AC, McKezie LB. Mechanical cardiopulmonary support in children and young adults: Extracorporeal membrane oxygenation. Ventricular assist devices and long-term support devices. *Pediatr Cardiol* 2005;26: 2–28.
10. ECLS registry report July 2000. Extracorporeal Life Support Organization. Ann Arbor, Michigan, USA.

---

*Došlo do redakce 20. 4. 2008*

*Přijato k otištění 29. 5. 2008*