

Intenzivní péče o pacienty po implantaci mechanických srdečních podpor

Hynek Říha^{1,4}, Tomáš Kotulák¹, Ivan Netuka^{2,4}, Marian Pindák¹, Petr Kramář¹, Petr Syrovátka¹, Pavel Kellovský¹, Leona Říhová¹, Jiří Malý^{2,4}, Ondrej Szárszoi^{2,4}, Daniel Turek², Jiří Kettner³, Jan Pirk^{2,4}

¹ Klinika anesteziologie a resuscitace, ² Klinika kardiovaskulární chirurgie, ³ Klinika kardiologie, Institut klinické a experimentální medicíny, Praha, ⁴ Centrum výzkumu chorob srdce a cév, Praha, Česká republika

Říha H, Kotulák T, Netuka I, et al. **Intenzivní péče o pacienty po implantaci mechanických srdečních podpor.** *Cor Vasa* 2011;53:94–98.

Mechanické srdeční podpory představují významný terapeutický přínos pro pacienty s akutním i chronickým srdečním selháním. Článek přehledně popisuje specifické aspekty intenzivní péče – rozděleně podle jednotlivých orgánových systémů – o pacienty po implantaci dlouhodobých podpůrných systémů pro srdeční komory v konfrontaci s výsledky programu implantace těchto systémů v Kardiocentru IKEM.

Klíčová slova: Mechanické srdeční podpory – Podpůrné systémy pro srdeční komory – Srdeční selhání – Transplantace srdce – Orgánové funkce

Říha H, Kotulák T, Netuka I, et al. **Intensive care of patients after mechanical support device implantation.** *Cor Vasa* 2011;53:94–98. Mechanical circulatory support devices represent an important therapeutic option for patients with acute and chronic heart failure. The paper reviews specific aspects of intensive care – divided by individual organ systems – in patients with long-term ventricular assist devices (VAD) as reflected in the outcomes of the VAD program in Heart Centre at the Institute for Clinical and Experimental Medicine. **Key words:** Mechanical circulatory support – Ventricular assist devices – Heart failure – Heart transplantation – Organ functions

Adresa: MUDr. Hynek Říha, DEAA, FCCP, Klinika anesteziologie a resuscitace, IKEM, Vídeňská 1958/9, 140 21 Praha 4, e-mail: hynek.riha@ikem.cz

Úvod

I přes neustávající pokrok v medikamentózní i nemedikamentózní léčbě akutního a chronického srdečního selhání narůstá v posledních letech v terapii srdečního selhání význam mechanických srdečních podpor (mechanical circulatory support devices – MCS).¹ Mechanické srdeční podpory nalézají uplatnění v léčbě terminální fáze chronického srdečního selhání² ve třech indikacích:

1. jako most k ortotopické transplantaci srdce (OTS) (bridge-to-transplantation),
2. jako most k zařazení na čekací listinu pro OTS při vysoké plicní hypertenzi,³ event. kardiální kachexii (bridge-to-candidacy) nebo
3. jako permanentní léčba (destination therapy).⁴

Zároveň se ovšem MCS stále více používají v terapii akutního srdečního selhání,⁵ tj. indikace bridge-to-recovery (zotavení např. po akutním infarktu myokardu, myokarditidě nebo rozsáhlém kardiochirurgickém výkonu) nebo

bridge-to-decision, kdy MCS zajistí adekvátní srdeční výdej (a v případě extrakorporální membránové oxygenace i výměnu krevních plynů) s postupnou obnovou poškozených orgánových funkcí, a tím poskytne čas pro další řešení vlastní příčiny akutního srdečního selhání.

Definice a klasifikace

Jako MCS se označují všechna mechanická zařízení, která podporují myokard v jeho základní funkci, tzn. přečerpávání krve (funkce krevní pumpy). Všechny dříve i nyní používané MCS lze rozdělit na dvě základní skupiny: pasivní (samy o sobě nečerpají žádnou krev, pouze různými způsoby zlepšují funkci myokardu jako pumpy) a aktivní (ty jsou schopny buď částečně, nebo úplně zajistit celý srdeční výdej).

K pasivním MCS patří především intraaortální balonková kontrapulsace (historicky nejdéle a nejčastěji používaný systém MCS) a dále např. některé pasivní podpůrné systémy,

Podpořeno výzkumným záměrem MZ ČR č. MZO 00023001 a MŠMT ČR č. 1M0510.

jako CorCap Cardiac Support Device (Acorn Cardiovascular, St. Paul, MN, USA).⁶

Aktivní MCS se dělí do tří základních skupin: extrakorporální membránová oxygenace (ECMO), aktivní podpůrné systémy pro srdeční komory (ventricular assist device [VAD] nebo ventricular assist system [VAS]) a kompletní srdeční náhrada (total artificial heart – TAH).

Vlastní aktivní podpůrné systémy pro srdeční komory (VAD) lze klasifikovat podle mnoha kritérií: podle lokalizace krevního čerpadla (pumpy) na extra(para)-korporální a implantabilní, podle podporované srdeční komory na levostranné (LVAD), pravostranné (RVAD) a biventrikulární (BiVAD), podle charakteru generovaného průtoku krve na pulsatilní a nepulsatilní, podle způsobu zavedení na implantované perkutánně (katetrizačně) a kardiochirurgicky (ze sternotomie nebo thorakotomie) a podle časového hlediska trvání podpory na krátkodobé (≤ 1 měsíc), střednědobé (jeden až několik měsíců) a dlouhodobé (roky).

Systémy VAD používané v IKEM

V Kardiocentru Institutu klinické a experimentální medicíny (IKEM) byl zahájen systematický program používání dlouhodobých VAD v indikaci most k OTS v roce 2003,⁷ a to jako na prvním pracovišti v postkomunistických zemích střední a východní Evropy. Zpočátku byl používán parakorporální systém Thoratec PVAD (Thoratec Corp., Pleasanton, CA, USA) generující pulsatilní průtok krve, a to většinou v biventrikulární konfiguraci.⁸ Od roku 2006 se těžiště implantovaných dlouhodobých MCS postupně přesouvá – v souladu se světovým trendem – k implantabilním levostranným MCS; v našem centru využíváme HeartMate II LVAD (left ventricular assist device)⁹ firmy Thoratec Corp., který generuje nepulsatilní krevní průtok a po určité době hospitalizace umožňuje propuštění pacientů z nemocniční do domácí péče a jejich další ambulantní sledování před OTS. Od roku 2006 se jako krátkodobý systém VAD používá podpora CentriMag (Levitronix, Curych, Švýcarsko), která umožňuje univerzální zapojení ve všech třech konfiguracích (LVAD, RVAD i BiVAD). Všechna výše uvedená zařízení VAD jsou implantována chirurgicky. V *tabulce 1* uvádíme počty systémů VAD implantovaných v Kardiocentru IKEM od dubna 2003 do konce září 2010.

Implantace

Ač některé systémy (např. CentriMag) umožňují implantaci i bez použití mimotělního oběhu (MO), většina dlouhodobých systémů VAD je zaváděna s použitím MO na bijícím srdci. V některých případech je implantace zařízení VAD kombinována s jiným indikovaným kardiochirurgickým výkonem (náhrada aortální chlopně, plastika trikuspidální chlopně apod.).¹⁰ Vzhledem k předoperačnímu stavu pacientů indikovaných k implantaci zařízení VAD, tzn. srdeční selhání s různým stupněm multiorgánové dysfunkce včetně postižení hemokoagulačního systému, bývá výkon zatížen vyšší krevní ztrátou s větší aplikací transfuzních přípravků (a to zvláště v případě reoperací).

Tabulka 1 Počet systémů VAD kardiochirurgicky implantovaných v Kardiocentru IKEM od dubna 2003 do září 2010

Systém VAD	Konfigurace	Počet implantací
Thoratec PVAD	BiVAD	49
	LVAD	3
	RVAD	1
Thoratec IVAD	BiVAD	2
	LVAD	0
	RVAD	0
Levitronix CentriMag	BiVAD	6
	LVAD	15
	RVAD	19
HeartMate II LVAD	LVAD	47
	RVAD	1

BiVAD – biventricular assist device, LVAD – left ventricular assist device, RVAD – right ventricular assist device, VAD – ventricular assist device

V *tabulce 2* uvádíme předoperační hodnoty některých hemodynamických a laboratorních parametrů u našich pacientů, které vyjadřují stupeň dysfunkce různých orgánových systémů před implantací dlouhodobých VAD v indikaci most k OTS. Z údajů je zřejmé, že na začátku programu šlo o akutní indikace pro implantaci systému VAD u pacientů na čekací listině v počínajícím kardiogenním šoku (BiVAD konfigurace), přičemž postupně došlo k posunu indikací k časnějším stadiím dekompenzovaného srdečního selhání s počínající mírnou deteriorací orgánových funkcí (LVAD konfigurace), která již nebyla zvládnutelná medikamentózní podporou kardiovaskulárního systému.

Důležitou roli během implantace systémů VAD hraje rozšířená hemodynamická monitorace včetně využití údajů z plicnicového katetru. Nezastupitelné místo má jícnová echokardiografie, která umožňuje sledovat funkci

Tabulka 2 Hodnoty vybraných hemodynamických a laboratorních parametrů odrážejících některé orgánové funkce před implantací dlouhodobých systémů VAD v indikaci most k transplantaci srdce

Parametr	Thoratec BiVAD (období 2003–2006; n = 36)	HeartMate II LVAD (období 2006–2010; n = 47)
EFLK (%)	19 ± 8	23 ± 10
CI (l/min/m ²)	1,7 ± 0,7	2,1 ± 1,2
UPV (%)	36,1	12,5
AST (μkat/l)	6,5 ± 22,5	2,9 ± 1,2
ALT (μkat/l)	6,7 ± 18,1	4,2 ± 1,4
Quickův čas (%)	53 ± 13	65 ± 18
Kreatinin (μmol/l)	190,2 ± 75,1	134,7 ± 60,1
Urea (mmol/l)	20,0 ± 8,3	12,3 ± 6,2

Údaje jsou uváděny jako průměr ± směrodatná odchylka.

ALT – alaninaminotransferáza; AST – aspartátaminotransferáza; CI – srdeční index (u většiny pacientů, kde byl měřen termidilučně); EFLK – ejekční frakce levé komory; UPV – umělá plicní ventilace již před implantací VAD

mechanicky nepodporované komory, stupeň regurgitace na atrioventrikulárních chlopních, polohu interventrikulárního septa (IVS), polohu vtokových a výtokových kanálů a krevní průtok kanály systému VAD.¹¹

Časná pooperační intenzivní péče

Vzhledem k adekvátnímu srdečnímu výdeji zajištěnému mechanicky (VAD) dochází po implantaci postupně k normalizaci předoperačně poškozených orgánových funkcí. Doba nutná k jejich restituci je samozřejmě výrazně delší u pacientů, jimž je systém VAD zaváděn ve fázi pokročilého a mnoho měsíců trvajícího srdečního selhávání, kdy bývá přítomna i srdeční kachexie různého stupně. Níže uvádíme některá specifika časné intenzivní péče na resuscitačním oddělení o pacienty s implantovaným systémem VAD.

Kardiovaskulární systém

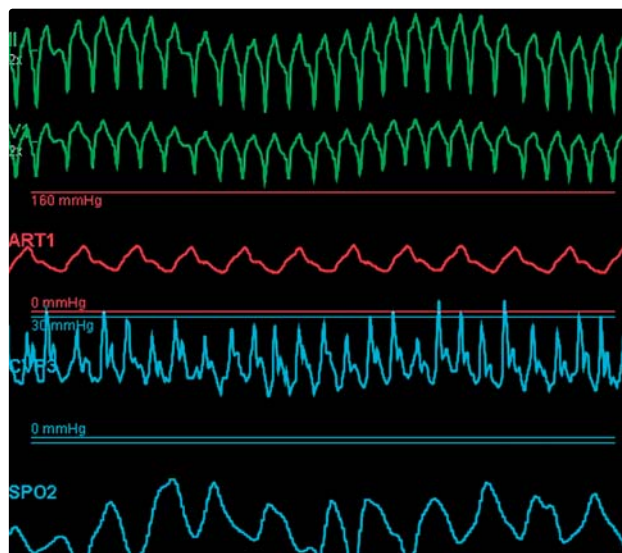
Základní rozdíl mezi situací před implantací systému VAD (typicky nedostatečný srdeční výdej závislý na různém stupni farmakologické podpory) a po jeho implantaci je v srdečním výdeji, kdy plně funkční systém VAD zajišťuje adekvátní srdeční výdej a také kompletní dekompresi (unloading) podporované srdeční komory, což vede k významnému poklesu napětí ve stěně myokardu, a tím ke snížení spotřeby kyslíku myokardem. U většiny pacientů, u nichž jednou z příčin epizod maligních komorových arytmií bylo významné selhávání srdeční komory/komor, vede dekomprese komory/komor k vymizení výskytu těchto arytmií.

V případě BiVAD konfigurace, kdy jsou podporovány obě srdeční komory, je okamžitě vysazována medikamentózní inotropní podpora a ponechána pouze podpora vasopresorická (typicky noradrenalinem). U konfigurace BiVAD nepředstavuje ani setrvalá komorová tachykardie/komorová fibrilace problém, který by bylo nezbytné urgentně řešit (obrázek 1), i když je samozřejmě cílovým rytmem rytmus sinusový.

V případě unilaterálního systému VAD je nutné zajistit adekvátní srdeční výdej mechanicky nepodporované komory, kdy určitý stupeň inotropní podpory časně po implantaci VAD bývá pravidlem. V případě zavedení LVAD v indikaci most k OTS je funkce pravé komory ovlivňována faktory, které lze rozdělit do tří hlavních skupin:

- poškození funkce pravé komory základním onemocněním (ischemická choroba srdeční, dilatační kardiomyopatie apod.),
- vliv vlastní implantace LVAD (kardiochirurgický výkon s použitím MO, aplikace většího množství transfuzních přípravků atd.),
- patofyziologické změny navozené funkcí LVAD pumpy (pokles postkapilární plicní hypertenze, změny polohy IVS, vzestup žilního návratu k pravé komoře atd.).

Všechny výše zmíněné faktory vedou k nutnosti podporovat funkci pravé komory farmaky, event. v některých případech mechanicky (RVAD), a to do doby obnovy její adekvátní funkce. V případě významnější plicní hypertenze



Obrázek 1 Komorová tachykardie doprovázená normální arteriální křivkou invazivně monitorovaného systémového krevního tlaku (obrazový archiv KAR KC IKEM)

a systolické dysfunkce pravé komory je indikováno použití selektivních vasodilatací plicního řečiště (např. inhalační oxid dusnatý); po extubaci a obnově perorálního příjmu je součástí terapie standardně sildenafil. V našem souboru 21 pacientů směřujících k OTS, jimž byla implantována levostranná mechanická podpora HeartMate II LVAD, jsme ve všech případech použili inotropní podporu dobutaminem a milrinonem, u pěti pacientů jsme již na operačním sále přidávali levosimendan (což bylo u dvou z těchto pacientů nezbytné zopakovat v časné pooperační období), a u tří pacientů bylo nutné pro farmakologicky nevládnutelnou dysfunkci pravé komory implantovat krátkodobý RVAD systém.¹²

Ve většině případů dochází po implantaci VAD také k obnově systémové cévní rezistence, takže vasopresorická podpora noradrenalinem je po výkonu výrazně nižší a během několika hodin až dnů je vysazována. Někdy se ovšem již na operačním sále během MO rozvíjí tzv. vasoplegický šok (abnormálně nízká systémová cévní rezistence), kdy k udržení adekvátního perfuzního tlaku je nutná vyšší dávka noradrenalinu ($> 0,5 \mu\text{g/kg/min}$). V těchto situacích je indikována aplikace dalších farmak zvyšujících systémovou cévní rezistenci, např. vasopresinu, event. jako „rescue“ postup lze podat methylenovou modř.^{13,14}

Respirační systém

Po definitivní sutuře sternotomické rány přistupujeme k postupnému odvykání od umělé plicní ventilace (UPV). Nejsou-li opakované pooperační revize (krvácení či srdeční tamponáda) nezbytné a je-li svalová síla pacienta dobrá, nepředstavuje odvykání od UPV větší problém.

U některých pacientů je odvykání od UPV prodloužené – typicky tam, kde bylo přítomno dlouhodobé srdeční selhávání s počínající srdeční kachexií, event. při komorbiditách v respirační oblasti (chronická obstrukční plicní nemoc apod.). U těchto pacientů je potom výhodné

provedení tracheostomie, která umožňuje snížit/ukončit analgosedaci, zajistit kvalitní toaletu dýchacích cest a usnadnit dlouhodobější ventilační podporu s postupným odvykáním od UPV.¹⁵ Tracheostomie se většinou provádí již při zahájení antikoagulaci, což je jeden z důvodů, proč pro tracheostomii preferujeme perkutánní dilatační techniku. V našem souboru 37 kandidátů OTS s implantovaným VAD v období 2003–2007 jsme provedli perkutánní dilatační tracheostomii u sedmi pacientů v průměru po $8,6 \pm 2,5$ dnech (rozsah 5–13 dnů) od implantace systému VAD při průměrné hodnotě aPTT (aktivovaný parciální tromboplastinový čas) $68,7 \pm 5,1$ s, a to s minimem komplikací,¹⁶ což odpovídá zkušenostem ze zahraničních pracovišť.¹⁷

Hemokoagulační systém

Každý výrobce zařízení VAD definuje cílové parametry antikoagulačního režimu pro svůj systém, tzn. cílové hodnoty antikoagulace (např. INR [international normalized ratio], aPTT) a rámcový způsob jejich dosažení (např. heparinizace s postupným dosažením určitého poměru aPTT a následná warfarinizace k cílové hodnotě INR).

Velkou výhodou moderních zařízení VAD generujících nepulsatilní průtok je velmi malá trombogenicita, která umožňuje zahájit antikoagulaci s časovým odstupem (hodiny, dny) od implantace.^{18,19} Je samozřejmé, že za některých okolností v průběhu podpory systémem VAD, např. při krvácení z gastrointestinálního traktu nebo při nutnosti provést chirurgický zákrok (cholecystektomii, appendektomii apod.), je nutné antikoagulaci po nezbytně nutnou dobu snížit, event. zastavit.²⁰ Cílové antikoagulační parametry u dlouhodobých systémů VAD, které používáme v Kardiocentru IKEM, jsou: Thoratec PVAD – INR 3,0; HeartMate II LVAD – INR 2,0–2,5; CentriMag – poměr aPTT 2,0. Antikoagulační protokol zahajujeme v momentě malých krevních ztrát z mediastinálních drénů (< 50 ml po dobu několika hodin), a typicky zahrnuje postupnou heparinizaci s přechodem na warfarin a prolongované ponechání mediastinálních drénů *in situ* (dny). Významnější krvácení do mediastinálních drénů si může vynutit operační revizi. Počet revizí pro krvácení a srdeční tamponádu jsme na našem pracovišti úspěšně snížili systematickým používáním dočasného uzávěru sternotomické rány rouškami, kdy je po 18–24 hodinách elektivně provedena revize operační rány s definitivní suturou.

S používáním systémů VAD (nebiologický povrch v přímém kontaktu s krví) jsou spojeny tromboembolické komplikace, které mohou mít velmi závažné důsledky pro další osud pacienta. Naše zkušenosti s HeartMate II LVAD ukazují, že v případě problémů s čerpadlem (pokles krevního výdeje čerpadlem, vzestup spotřeby elektrické energie, pulsatilní arteriální křivka namísto nepulsatilní apod.) je jedním z prvních opatření vyloučení trombu u vtokové kanyly v hrotu levé komory nebo v samotné vtokové kanyle či systému VAD, což nemusí být jednoduché.²¹ Terapeutickým opatřením je heparinizace s vyšším poměrem aPTT; v případě přetrvávajících problémů s funkcí pumpy může být nezbytná výměna čerpadla – v našem souboru

47 pacientů s HeartMate II LVAD byla indikována výměna pumpy pro trombus v čerpadle pouze jednou. V některých případech může být příčinou vzniku trombu malpozice vtokové kanyly se stázou krve v hrotu levé komory (např. u pacientů s výrazně dilatovanou levou komorou při dilatační kardiomyopatii), což může znamenat nutnost operační revize s úpravou polohy kanyly.

Ledviny

Významná renální dysfunkce před implantací systému VAD nepředstavuje absolutní kontraindikaci implantace, ale spíše významný rizikový faktor pro morbiditu po implantaci.²² U mnoha pacientů je vyjádřen některý z typů kardiorenálního syndromu,²³ většina pacientů je léčena vyššími dávkami kličkových diuretik. V případě akutního renálního selhání po implantaci systému VAD jsou standardně používány metody kontinuální náhrady funkce ledvin (continuous renal replacement therapy – CRRT) podobně jako v jiných oblastech intenzivní medicíny.²⁴ U většiny pacientů dochází postupně k obnově renálních funkcí, i když např. pomalu odeznívající dysfunkce pravé komory po implantaci LVAD vyžadující protražovanou medikamentózní podporu může být z důvodu městnání před pravou komorou faktorem, který prodlužuje čas nutný k obnově renálních funkcí.

Při analýze parametrů renálních funkcí u prvních jedenácti pacientů, jimž bylo implantováno zařízení Thoratec PVAD v BiVAD konfiguraci, došlo v prvních pěti dnech k výraznému poklesu sérové koncentrace kreatininu ($193,7 \pm 87,6$ $\mu\text{mol/l}$ vs. $101,2 \pm 21,4$ $\mu\text{mol/l}$), přičemž u tří pacientů bylo nutné přechodně ($13,0 \pm 5,3$ dnů) použít metodu CRRT.²⁵ V některých případech jsme zaznamenali takové zlepšení renálních funkcí, že pacienta bylo možné dokonce vyřadit z čekací listiny na transplantaci ledvin.²⁶

Další aspekty intenzivní péče

Intenzivní péče o pacienty po implantaci systémů VAD zahrnuje mnoho dalších aspektů, které nebyly detailně zmiňovány. Jde především o antibiotickou profylaxi (typicky do odstranění mediastinálních drénů) a léčbu infekcí, nutriční intervenci (především u manifestní srdeční kachexie) a rehabilitaci. Vzhledem k transkutánně zavedeným kanylám (Thoratec PVAD, CentriMag) nebo kabelu řídící jednotky (HeartMate II LVAD) je zvýšené riziko vzniku infekčních komplikací v místě průniku kůže, které mohou vyžadovat dlouhodobou léčbu.²⁷ U mnoha pacientů se i přes zlepšení klinického stavu oproti situaci před implantací systému VAD prohlubuje nebo začíná rozvíjet deprese, takže je indikováno časně zahájení (tzn. intravenózně ještě na resuscitačním oddělení) aplikace moderních antidepresiv (SSRI). V začátcích našeho programu zůstávali pacienti se systémy VAD po celou dobu hospitalizace na resuscitačním oddělení, což platí dodnes pro pacienty s implantovaným systémem CentriMag. Průměrná doba pobytu na resuscitačním oddělení u 47 pacientů po implantaci HeartMate II LVAD v období let 2006–2010 je $13,3 \pm 12,9$ dne. Se získáváním zkušeností se pacienti po zlepšení stavu začali postupně přesouvat na kardiokirurgickou jednotku in-

tenzivní péče, pak na standardní oddělení, a dnes většina pacientů s implantovaným HeartMate II LVAD čeká na OTS doma a do nemocnice přichází na ambulantní kontroly.

Závěr

Ačkoli je situace u pacientů se systémy VAD do určité míry jednodušší díky dostatečnému srdečnímu výdeji, který je zajišťován mechanicky, představuje intenzivní péče důležitou oblast, ve které o úspěchu rozhoduje komplexní a týmový přístup (intenzivista, kardiochirurg, sestry). Nezastupitelnou roli v monitoraci funkce systémů VAD, a to především při jakýchkoli problémech s jejich funkcí, má echokardiografie. Důležitým krokem vpřed pro program VAD Kardiocentra IKEM u indikací most k OTS bylo získání důvěry kardiologů, a díky tomu lepší spolupráce ve smyslu optimálního načasování implantace (tzn. ještě před rozvojem multiorgánového selhání), které umožňuje elektivní/semielektivní zavedení systémů VAD s lepšími výsledky.

Literatura

1. Augoustides JG, Říha H. Recent progress in heart failure treatment and heart transplantation. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2009;23:738–748.
2. Netuka I, Malý J, Szárszoi O. Mechanické srdeční podpory v terapii terminálního srdečního selhání. *Cor Vasa* 2008;50:207–214.
3. Liden H, Haraldsson A, Ricksten SE, et al. Does pretransplant left ventricular assist device therapy improve results after heart transplantation in patients with elevated pulmonary vascular resistance? *Eur J Cardiothorac Surg* 2009;35:1029–1034.
4. Rose EA, Gelijns AC, Moskowitz AJ, et al. Long-term mechanical left ventricular assistance for end-stage heart failure. *N Engl J Med* 2001;345:1435–1443.
5. Březina A, Říha H, Mašín J. Současné možnosti mechanické podpory cirkulace. *Anest Intenziv Med* 2006;17:38–44.
6. Szárszoi O, Netuka I, Malý J, et al. Vliv „CorCap Cardiac Support Device“ na remodelaci levé komory srdeční: jednoleté sledování u prvního pacienta v IKEM. *Cor Vasa* 2009;51:717–719.
7. Kettner J, Netuka I, Pirk J, et al. První použití mechanické srdeční podpory v České republice. *Interv Akut Kardiolog* 2004;3:86–88.
8. Kettner J, Pirk J, Netuka I, et al. Použití mechanické srdeční podpory – první zkušenosti v České republice. *Čas Lék Česk* 2005;144:38–42.
9. Struber M, Sander K, Lahpor J, et al. HeartMate II left ventricular assist device; early European experience. *Eur J Cardiothorac Surg* 2008;34:289–294.
10. Netuka I, Malý J, Szárszoi O, et al. Single-stage extensive chronic type A dissecting aortic aneurysm repair and continuous-flow ventricular assist device implantation. *J Heart Lung Transplant* 2009;28:523–526.
11. Chumnanvej S, Wood MJ, MacGillivray TE, Melo MF. Perioperative echocardiographic examination for ventricular assist device implantation. *Anesth Analg* 2007;105:583–601.
12. Říha H, Netuka I, Kotulák T, et al. Dysfunkce pravé komory po implantaci levostranné mechanické srdeční podpory. *Vnitř Lék* 2010;56:30–36.
13. Říha H, Říhová L, Pindák M, et al. Metylénová modř v léčbě vazoplegického syndromu po kardiokirurických operacích. *Čas Lék Česk* 2006;145:322–324.
14. Leyh RG, Kofidis T, Struber M, et al. Methylene blue: the drug of choice for catecholamine-refractory vasoplegia after cardiopulmonary bypass? *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003;125:1426–1431.
15. Mallick A, Bodenham AR. Tracheostomy in critically ill patients. *Eur J Anaesthesiol* 2010;27:676–682.
16. Říha H, Pindák M, Netuka I, et al. Percutaneous tracheostomy in the patients with mechanical ventricular assist device [abstract]. *Intensive Care Med* 2007;33:S269.
17. Gregoric ID, Harting MT, Kosir R, et al. Percutaneous tracheostomy after mechanical ventricular assist device implantation. *J Heart Lung Transplant* 2005;24:1513–1516.
18. John R, Kamdar F, Liao K, et al. Low thromboembolic risk for patients with the Heartmate II left ventricular assist device. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2008;136:1318–1323.
19. Slaughter MS, Naka Y, John R, et al. Post-operative heparin may not be required for transitioning patients with a HeartMate II left ventricular assist system to long-term warfarin therapy. *J Heart Lung Transplant* 2010;29:616–624.
20. Říha H, Netuka I, Kotulák T, et al. Anesthesia management of a patient with a ventricular assist device for noncardiac surgery. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth* 2010;14:29–31.
21. Bhamidipati CM, Ailawadi G, Bergin J, Kern JA. Early thrombus in a HeartMate II left ventricular assist device: a potential cause of hemolysis and diagnostic dilemma. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2010;140:e7–e8.
22. Khot UN, Mishra M, Yamani MH, et al. Severe renal dysfunction complicating cardiogenic shock is not a contraindication to mechanical support as a bridge to cardiac transplantation. *J Am Coll Cardiol* 2003;41:381–385.
23. Ronco C, Haapio M, House AA, et al. Cardiorenal syndrome. *J Am Coll Cardiol* 2008;52:1527–1539.
24. Bělohávek J, Dytrych V, Kovárník T, et al. Akutní selhání ledvin s nutností kontinuálních hemoeliminačních metod na koronární jednotce kardiocentra. *Cor Vasa* 2010;52:121–126.
25. Říha H, Netuka I, Březina A, et al. Serum creatinine in the patients with mechanical support as a bridge to heart transplantation [abstract]. *Intensive Care Med* 2005;31:S68.
26. Urban M, Netuka I, Paříková A, et al. Vliv mechanické srdeční podpory na dynamiku renálních funkcí u pacienta v terminálním stadiu srdečního selhání. *Čas Lék Česk* 2010;149:129–132.
27. Turek D, Netuka I, Malý J, et al. Terapie závažných raných infekcí u pacientů se zavedenou mechanickou srdeční podporou pomocí V.A.C. systému. *Rozhl Chir* 2009;88:693–696.

Došlo do redakce 2. 1. 2011

Přijato 2. 1. 2011