

# Mechanická podpora srdca „má zelenú“

Adrian Kolesár<sup>1</sup>, Ján Luczy<sup>1</sup>, Marta Jakubová<sup>2</sup>, Martin Studenčan<sup>3</sup>, Albert Hermely<sup>2</sup>, Monika Jankajová<sup>3</sup>, František Sabol<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Klinika srdcovej chirurgie, <sup>2</sup> Oddelenie anesteziológie a intenzívnej medicíny, <sup>3</sup> Klinika kardiológie, Východoslovenský ústav srdcových a cievnych chorôb, a. s., Košice, Slovenská republika

Kolesár A, Luczy J, Jakubová M, et al. **Mechanická podpora srdca „má zelenú“.** *Cor Vasa* 2010;52:265–269.

Mechanické podpory srdca sú v súčasnej dobe jednou z najdynamickejších sa rozvíjajúcich oblastí modernej kardiológie a kardiochirurgie v terapii akútneho i chronického srdcového zlyhania. Hlavným cieľom je zlepšenie alebo úplné opätovné nastolenie odpovedajúcich hemodynamických parametrov a dostatočnej orgánovej perfúzie. V tomto prípade prezentujeme tragický prípad pacientky, u ktorej sa na základe koronarografie a IVUS kvantifikácie dvoch stenóz nepodarilo odhadnúť nepriaznivý klinický trend, po troch mesiacoch došlo k vzniku akútneho infarktu myokardu v dôsledku kritickej stenózy na kmeni ACS, a to v mieste, ktoré bolo pôvodne popisované ako „zdravé“. Záchrana pacientky bola komplikovaná jej negatívnym postojom a emergentná kardiochirurgická revaskularizácia bola začatá s dvojhodinovým oneskorením, už v rozvíjajúcom sa kardiogénnom šoku. Napriek komplexným opatreniam, vrátane úspešnej revaskularizácie, zavedenej balónkovej kontrapulzácie a implantácii obojkomorovej mechanickej podpory obehu (Levitronix) sa nepodarilo zabrániť rozvoju multiorgánového zlyhania, ARDS a neskôr exitu pacientky. K intervenčnej či chirurgickej revaskularizácii myokardu sa pristupuje pri prítomnosti stenóz nad 50–60 % diametra. Veríme, že v budúcnosti dokážeme takýmto prípadom predchádzať.

**Kľúčové slová:** Mechanická podpora Levitronix CentiMag – Akútny infarkt myokardu – Kardiogénny šok – Aortokoronárny bypass

Kolesár A, Luczy J, Jakubová M, et al. **Mechanical cardiac support has been given the green light.** *Cor Vasa* 2010;52:265–269.

Mechanical cardiac support is currently one of the most dynamic areas of modern cardiology and cardiac surgery in the treatment of acute and chronic heart failure. The main objective is to improve or completely restore the corresponding hemodynamic parameters and adequate organ perfusion. In this paper, we present the tragic case of a female patient, in whom coronary angiography and quantification of two stenoses by intravascular ultrasound failed to predict an unfavourable clinical trend; three months later, the patient suffered an acute myocardial infarction due to critical stenosis of the left main coronary artery at a site originally described as “intact”. Patient salvage was complicated by her unwillingness and emergency cardiac surgery revascularization was started with a two-hour delay, already in the presence of evolving cardiogenic shock. Comprehensive measures including successful revascularization, intra-aortic balloon contrapulsation and implantation of a biventricular assist device (Levitronix) failed to prevent the development of multiorgan failure, acute respiratory distress syndrome, and subsequent death of the patient. The interventional or surgical myocardial revascularizations are used in the presence of stenoses exceeding 50–60% of diameter. We believe, we will anticipate such cases from happening.

**Key words:** Levitronix ventricular assist device – Acute myocardial infarction – Cardiogenic shock

**Adresa:** MUDr. Adrian Kolesár, Klinika srdcovej chirurgie, VÚSCH, a. s., Ondavská 8, 040 11 Košice, Slovenská republika, e-mail: akolesar@vuschi.sk

Vývoj mechanických podpor srdcovej činnosti sa začal už pred druhou svetovou vojnou. Zostavenie a prvé klinické využitie systému sa pripisuje dr. Johnovi Gibbonovi v roku 1953. „Kolískou“ mechanických podpor a náhrad je Texas Heart Institute v USA, o ďalší vývoj a aplikáciu týchto systémov sa zaslúžili Domingo Liotta, John Norman, Tetsuzo Akutsu, Denton A. Cooley a O. H. Frazier.<sup>1</sup>

Existujú tri typy mechanických podpor cirkulácie:

1. intraaortálna balónková kontrapulzácia (IABK);
2. mechanické pumpy (VAD), ktoré podporujú alebo nahrádzajú funkciu jednej alebo oboch srdcových komôr;
3. umelé srdce ako totálna náhrada srdca.

Intraaortálna balónková kontrapulzácia je najčastejšie používanou podporou zlyhávajúceho srdca. Jej zavedenie je jednoduché, rýchle a finančne najmenej náročné. Princípom je lepšie diastolické plnenie koronárnych tepien pri nafúknutom balóniku v aorta descendens a uľahčenie vyprázdnenia EKS krátko po sfúknutí balónika. Činnosť balónika je synchronizovaná s EKG, prípadne tlakovou krivkou.

Systém VAD (ventricular assist device) je definovaný ako systém, ktorý je schopný úplne, alebo čiastočne prevziať čerpaciu funkciu srdca tak, aby boli dosiahnuté akceptovateľné hemodynamické a perfúzne parametre u kriticky

ohrozených pacientov. Hlavnou indikáciou použitia pumpy je zlyhanie srdca po kardiochirurgickej operácii s cieľom umožniť zotavenie operovaného srdca, ale aj preklenúť obdobie terminálnej fázy srdcového zlyhania po transplantácii srdca. Vzácnnejšou indikáciou je riešenie terminálnej fázy srdcového zlyhania u chorých, kde je transplantácia srdca kontraindikovaná.<sup>2</sup>

Systémy možno deliť z viacerých hľadísk. Z časového hľadiska ich možno rozdeliť na *krátkodobé* (u pacientov v kardiogénnom šoku, niekoľko dní až týždňov), *stredne dlho pôsobiace* (jeden mesiac až rok) a *dlhodobé* (od šiesti mesiacov po dobu niekoľko rokov). Z pohľadu umiestnenia podpory srdcového oddielu potom hovoríme o RVAD (right ventricular assist device – pravostranná podpora), LVAD (left ventricular assist device – ľavostranná podpora) alebo BiVAD (biventricular assist device – obojstranná podpora).<sup>3</sup> Výhody a nevýhody jednotlivých typov mechanických pump zobrazuje *tabuľka 1*.<sup>1</sup>

V nasledujúcej kazuistike predstavujeme prípad pacientky, ktorý dokumentuje, že napriek použitému koronarografickému a IVUS vyšetreniu sa nepredpokladal nepriaznivý klinický trend a po troch mesiacoch vznik akútneho infarktu myokardu. Napriek komplexnej starostlivosti v špecializovanom kardiocentre a nasadením všetkých odborných a technických možností sa nedokázalo zabrániť tragickému vyústeniu.

## Popis prípadu

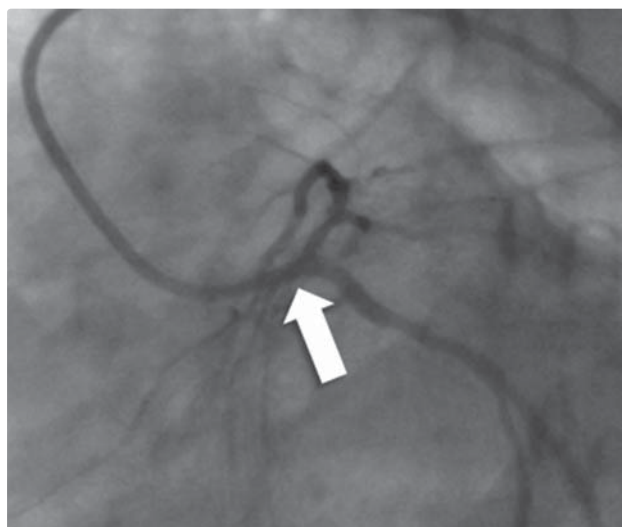
Štyridsaťpetiročná žena s dokumentovanou dyslipidémiou a artériovou hypertenziou, v minulosti preliečená chemoterapiou a rádioterapiou pre morbus Hodgkin, bola prijatá na kliniku kardiológie pre recidivujúci NSTEMI. Echokardiografické vyšetrenie (ECHOKG) dokumentuje stredne závažnú dysfunkciu ľavej komory (EF 35–40 %) a nezávaž-

nú aortálnu a mitrálnu regurgitáciu. Koronarografickým vyšetrením sme zistili uzáver ACD (arteria coronaria dextra) a hraničné stenózy na RIA (ramus interventricularis anterior) a RCX (ramus circumflexus), kmeň ACS (arteria coronaria sinistra) bol bez zmien (*obrázok 1*). Za účelom kvantifikácie hraničných stenóz sme zrealizovali IVUS vyšetrenie (*obrázok 2*), pri ktorom bola popísaná RIA „area stenosis“ 63 % (*obrázok 3A, 3B*), RCX „area stenosis“ 65,7 % a obe stenózy boli zhodnotené ako nesignifikantné. Na základe IVUS vyšetrenia bolo rozhodnuté o konzervatívnom postupe.

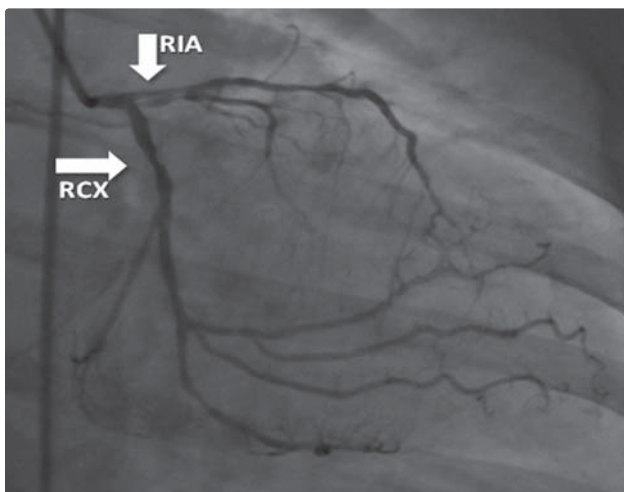
O tri mesiace bola pacientka akútne hospitalizovaná na koronárnej jednotke pre viachodinové tlakové bolesti v ľavej časti hrudníka s vyžarovaním do ľavej hornej končatiny a EKG obrazom predného STEMI, ľavostranne kardiálne dekompenzovaná. Pri emergentnom koronarografickom vyšetrení bola zistená závažná (80 %) stenóza kmeňa ACS (*obrázok 4*) a trojcievne koronárne postihnutie. Echokardiografické vyšetrenie dokumentovalo rozsiahle poruchy kinetiky s EF 25 %. Pacientka bola indikovaná na kardiochirurgický operačný výkon, ktorý však zásadne odmietla. Dochádza však k postupnému poklesu krvného tlaku, jej stav sa začína zhoršovať. Vzhľadom na závažnosť situácie napokon s operačným riešením súhlasí, no zdržanie trvá dve hodiny! U pacientky dochádza k závažnej hypotenzii, stredný TK udržiavaný na vysokej inotropnej a vasopresorickej podpore, postupne sa rozvíjajú symptómy kardiogénneho šoku. V rámci „life-saving“ indikácie je transportovaná na kardiochirurgickú operačnú sálu, kde je zavedená IABK a na mimotelovom obeh (ECC) našíte venózne bypassy na RIA a RMS (ramus marginalis sinister). Aortokoronárny bypass na ACD alebo jej povodie nebol vykonaný z dôvodu inoperabilného nálezu. Po odpojení od mimotelového obeh (ECC) je k udržaniu systémového a perfúzneho tlaku nutná vysoká inotropná podpora (dobutamín, noradrenalín, adrenalín, milrinon, levosimendan) a IABK v pomere 1 : 1. Po krátkej epizóde bez ECC dochádza

Tabuľka 1 Základný prehľad typov mechanických pump pre podporu srdca (podľa Kettnera)

Typ pumpy	Výhody	Nevýhody
extrakorporálna nepulzatilná	<ul style="list-style-type: none"> <li>jednoduchá kanylácia uni- či biventrikulárna</li> <li>rozsiahle klinické skúsenosti</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>krátkodobá podpora</li> <li>nutný školený personál</li> <li>nutná antikoagulačná terapia</li> <li>obmedzená rehabilitácia</li> </ul>
extrakorporálna pulzatilná	<ul style="list-style-type: none"> <li>uni- či biventrikulárna</li> <li>rozsiahle klinické skúsenosti</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>krátkodobá podpora</li> <li>nutný školený personál</li> <li>nutná antikoagulačná terapia</li> <li>obmedzená rehabilitácia</li> </ul>
implantabilná pulzatilná	<ul style="list-style-type: none"> <li>dlhodobé použitie i ambulantná možnosť rehabilitácie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>nutná drahá antikoagulačná terapia</li> <li>riziko infekcie a tromboembólie</li> </ul>
totálne umelé srdce	<ul style="list-style-type: none"> <li>biventrikulárne ortotopické umiestnenie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>drahé</li> <li>nutná antikoagulačná terapia</li> <li>nevrátne riešenie</li> </ul>



Obrázok 1 Koronarografia, šípkou je označený kmeň ACS (jún 2009)



Obrázok 2 Koronarografia, šípkami sú vyznačené miesta vyšetrované pomocou IVUS

k závažnej hypotenzii, k viditeľnému zhoršeniu kinetiky komôr, ktorá nereaguje ani na maximálne bolusové dávky katecholamínov. Príčinou je suspektný myokardiálny stunning ako následok ischemicko-reperfúzneho poškodenia myokardu. Z vitálnej indikácie a vzhľadom k veku pacientky je implantovaná biventrikulárna mechanická podpora: Levitronix CentriMag BVAD (Levitronix LLC, Waltham, MA, *obrázok 5A, 5B*). Mechanickou pumpou sú v tom období prečerpávané približne tri štvrtiny cirkulujúcej krvi pacientky. Po napojení BVAD je pacientka odpojená od ECC, na minimálnej inotropnej a vasopresorickej podpore. Neskôr ponechávame len malú dávku noradrenalinu ako vazopresorickú podporu na udržanie systémovej vaskulárnej rezistencie. Vo včasnom pooperačnom období echokardiografické vyšetrenie verifikuje EFLK do cca 15 %, akinézu a hypokinézu väčšiny segmentov ľavej komory, stredne závažnú aortálnu a mitrálnu regurgitáciu, bez známok tamponády srdca. Na základe röntgenovej snímky, pre fluidothorax je drénovaná ľavá pleurálna dutina. Na piaty pooperačný deň je pacientka pri vedomí, adekvátne reaguje, rpm (minutový výkon mechanickej podpory) je postupne, podľa protokolu, znižovaný. Pooperačný priebeh je komplikovaný fibriláciou

predsiení, po podaní antiarytmík je navodený sínusový rytmus. Ďalšie dni sa stav pacientky postupne upravuje, EFLK je zvýšená na cca 35–40 %. S pomocou mechanickej podpory dochádza k úprave funkcie srdca, na desiaty pooperačný deň je preto na operačnej sále bez komplikácií zrušená. Po celý čas (desať dní) nie sú s obojkomorovou mechanicou podporou žiadne ťažkosti, jej funkcia je spoľahlivá. Celkový pooperačný priebeh je komplikovaný akútnym renálnym poškodením, s oligo- až anúriou, preto začíname eliminačnou liečbou pri lôžku pacientky (CVVHD), ale tiež poškodením funkcie pľúcneho tkaniva s následkom ARDS, ktorý diagnostikujeme laboratórne, fyzikálne aj pomocou zobrazovacích metód (CT hrudníka) (*obrázok 6A, 6B*).

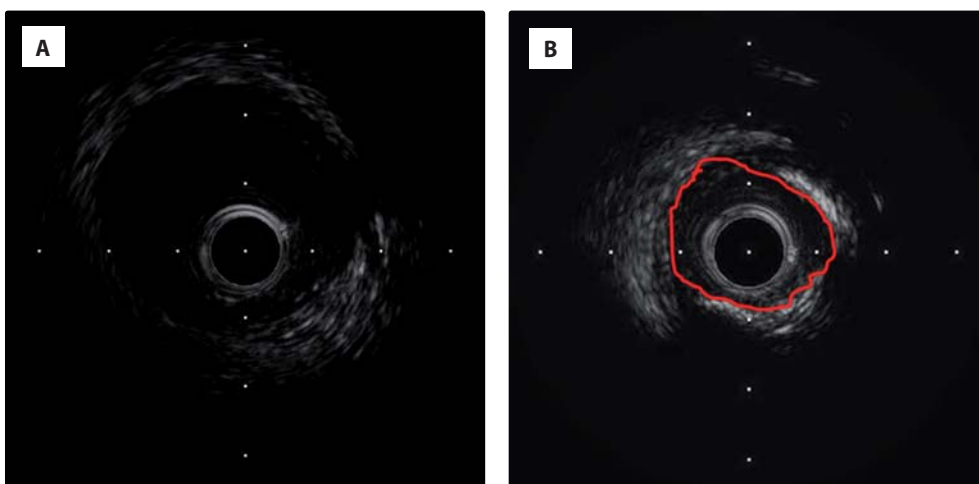
Na dvadsiaty deň je vykonaná tracheostómia. Pacientka je pri vedomí, spolupracuje. Respiračný weaning opakovane po krátkom trvaní spontánnej ventilácie zlyháva. Poddajnosť pľúc je za hranicou odpojenia od ventilátora. Pľúcne tkanivo nie je schopné zaistiť transport a výmenu plynov i pri maximálnej podpornej ventilácii. Počas hospitalizácie je dohodnutý preklad do Fakultnej nemocnice v Motole za účelom transplantácie pľúc.

Napriek extrémnemu úsiliu, emergentnej chirurgickej revaskularizácii, obojkomorovej mechanickej podpore a intenzívnej pooperačnej starostlivosti pacientka na 39. pooperačný deň, na následky proťahovanej hypoxie a ireverzibilného multiorgánového zlyhania exituje.

## Diskusia

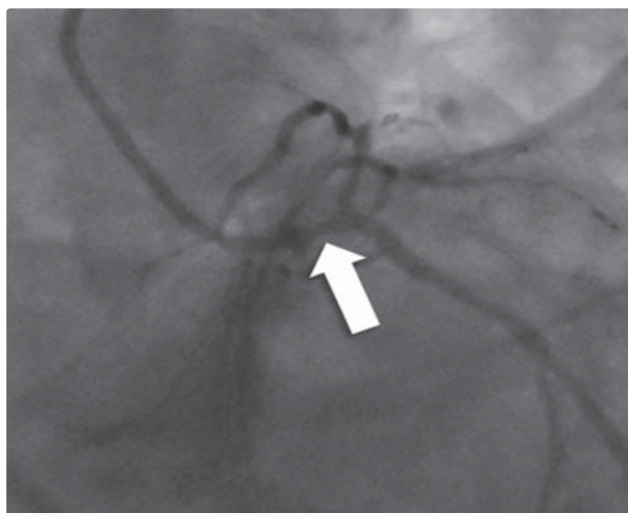
V prípade našej pacientky napriek koronarografii vrátane IVUS vyšetrenia sa nepodarilo odhadnúť nepriaznivý klinický vývoj a po troch mesiacoch došlo k rozvoju kritickej stenózy na kmeni ACS. Šanca na záchranu pacientky bola minimalizovaná jej prvotným negatívnym postojom k navrhnutej emergentnej kardiochirurgickej revaskularizácii.

Pri akútnom infarkte myokardu je rozhodujúci časový faktor, s každou minútou sa šanca na záchranu života znižuje. V danom prípade bolo váhanie pacientky v akútnej fáze rozhodujúce, pretože sa na operačný stôl dostala už v kardiogénnom šoku. Pri elektívnej operácii sa mor-



Obrázok 3 IVUS vyšetrenie RIA, (A) IVUS – referenčný lúmen, (B) IVUS – axiálne zobrazenie cievy v mieste maximálnej stenózy





Obrázok 4 **Koronarografia**, šípkou je označená závažná stenóza v kmeni ACS (september 2009)

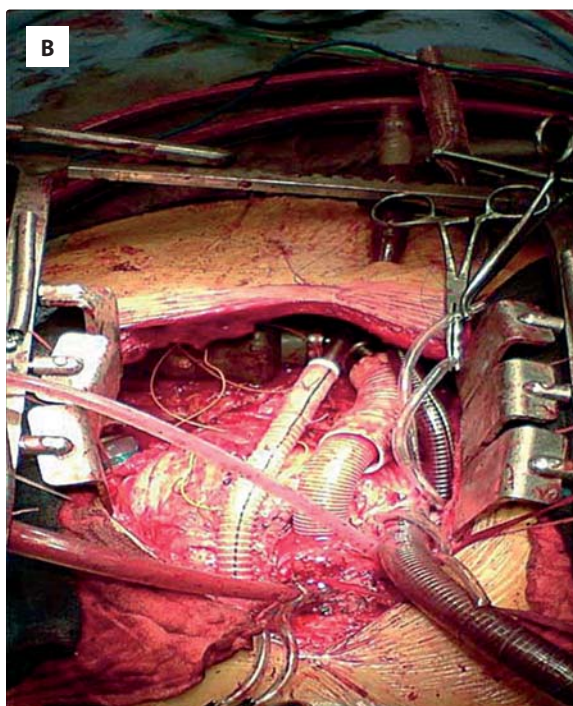
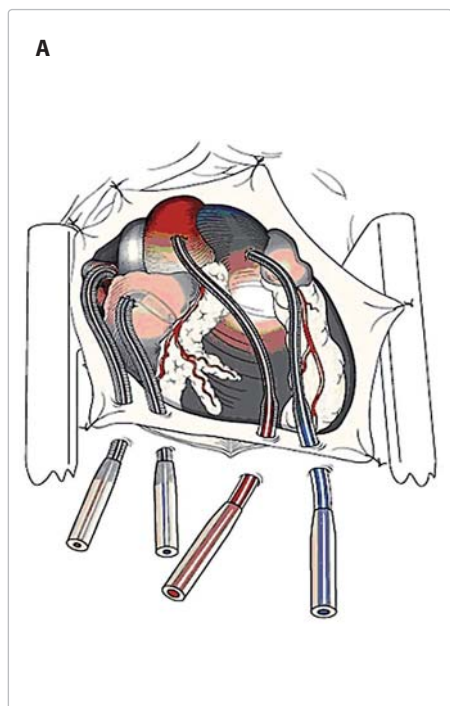
talita pohybuje medzi 2–4 %, pri urgentných operáciách (pri akútnom infarkte myokardu, po neúspešnej PTCA, u pacientov v kardiogénnom šoku) je výrazne vyššia.<sup>4</sup>

Mechanické podporné čerpadlá sú rôznym spôsobom konštruované zariadenia, ktoré sú schopné vo väčšej alebo menšej miere, na dlhší alebo kratší čas podporiť, alebo aj úplne nahradiť funkciu srdca ako pumpy. Zavedenie mechanickej podpory prinieslo priaznivý zvrát v priebehu ochorenia. Indikácia a následne promptná implantácia dočasnej biventrikulárnej mechanickej podpory Levitronix CentriMag<sup>5</sup> evidentne zabránila exitu pacientky v bezprostrednom pooperačnom priebehu.

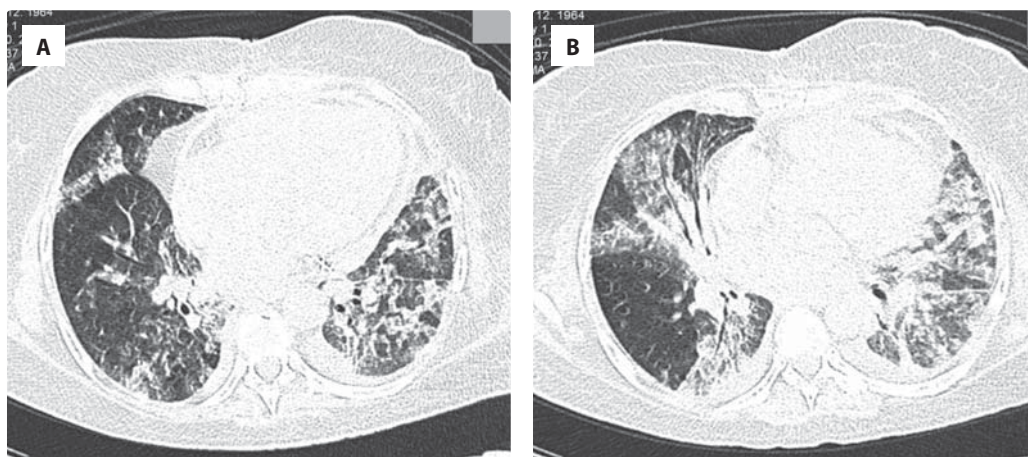
Pri akútnom zlyhaní srdca s potenciálnou možnosťou skorého odpojenia mechanickej podpory pre obnovenú funkciu myokardu sa implantujú krátkodobé podpory

obeu, ide o tzv. bridge-to-recovery („most k uzdraveniu“). Najčastejšie sa používa, ak nie je možné odpojiť pacienta od mimotelového obehu,<sup>6</sup> čo bol aj náš prípad. Levitronix možno použiť aj pri kongestívnom srdcovom zlyhaní zapríčinenom kardiomyopatiou (vrátane dilatačnej), IM, po infekcii a zápale, zriedkavejšie aj po srdcovom zlyhaní spôsobeným plesňovými infekciami.<sup>7</sup> Pri širšom používaní mechanických podporných systémov sa ukázalo, že aj niektoré poškodenia myokardu, doteraz považované za nezvratiteľné, sú po účinnej, nezriedka dlhodobej mechanickej podpore cirkulácie, reverzibilné. Po zrušení podpory môže dôjsť aj k dlhodobej stabilizácii krvného obehu.<sup>6,8</sup> Vzhľadom na odstredivé čerpadlo, ktoré je súčasťou Levitronixu, sa eliminuje trenie, a minimalizuje sa tak krvná trauma.<sup>9</sup>

Napriek komplexnému nasadeniu všetkých existujúcich možností liečby sa nám pacientku zachrániť nepodarilo, i keď bola kardiálne stabilizovaná a výkon ľavej i pravej komory dostačujúci, a to i bez inotropnej podpory. Na 39. pooperačný deň v dôsledku neschopnosti pľúc transportovať krvné plyny, dochádza k multiorgánovému zlyhaniu a k exitu pacientky. Medzi najčastejšie komplikácie po implantácii mechanickej podpory patrí krvácanie, infekcia a sepsa s multiorgánovým zlyhaním, tromboembólia a mechanické zlyhanie podpory.<sup>10</sup> Súčasný trend u dlhodobých postupov ukazuje odklon od implantácie biventrikulárnych podpor (BiVAD) a snahu riešiť tieto prípady iba pomocou LVAD (ak je to nutné, prípadne s krátkodobou RVAD podporou – Levitronix). Ďalšie generácie VAD systémov by mali priniesť celkom ešte menšiu veľkosť s možnosťou dlhšej doby podpory, plnú implantabilitu systému s energetickou náročnosťou a vyššou energetickou údržbou, a najmä vyššou bezpečnosťou pre pacienta.



Obrázok 5A, 5B  
**Obojkomorová  
mechanická podpora  
Levitronix CentriMag**



Obrázok 6A, 6B  
CT vyšetrenie  
hrudníka, obraz  
respiračnej dychovej  
tiesne (ARDS)

## Záver

V našej kazuistike je prezentovaný tragický prípad pacientky, u ktorej sa na základe koronarografie a IVUS kvantifikácie dvoch stenóz nepodarilo odhadnúť nepriaznivý klinický trend, po troch mesiacoch došlo k vzniku akútneho infarktu myokardu v dôsledku kritickej stenózy na kmeni ACS, a to v mieste, ktoré bolo pôvodne popisované ako „zdravé“. Záchrana pacientky bola komplikovaná jej negatívnym postojom a emergentná kardiochirurgická revaskularizácia bola začatá s dvojhodinovým oneskorením, už v rozvíjajúcom sa kardiogénnom šoku. Napriek komplexným opatreniam, vrátane úspešnej revaskularizácie, zavedenej balónkovej kontrapulzácie a implantácii obojkomorovej mechanickej podpory obehu (Levitronix), ktorá pracovala spoľahlivo po dobu desiatich dní, sa nepodarilo zabrániť rozvoju multiorgánového zlyhania, ARDS a neskôr exitu pacientky.

Najčastejšími komplikáciami po implantácii mechanickej podpory sú krvácanie, infekcia, septický stav s multiorgánovým zlyhaním, tromboembólia a mechanické zlyhanie podpory ako pumpy. V našej kazuistike sme nezaznamenali žiadnu z hore uvedených komplikácií.

## Literatúra

1. Kettner J. Mechanické srdeční podpory a náhrady. Kardioforum 2004; 1:28–32.
2. Mechanical Cardiac Support 2000: Current application and future trial design. Consensus Conference Report. June 15.–16. 2000; Bethesda, Maryland.
3. Hetzer R, Muller JH, Weng Y, et al. Bridging-to-recovery. Ann Thorac Surg 2001;71:S109–S113.
4. Zeman M. Speciální chirurgie. Praha: Galén, 2004:575.
5. Ranjit J, Kenneth L, Katherine L, et al. Experience with the Levitronix CentriMag circulatory support system as a bridge to decision in patients with refractory acute cardiogenic shock and multisystem organ failure. J Thorac Cardiovasc Surg 2007;134:351–358.
6. Clough RE, Vallely MP, Henein MY, Pepper JR. Levitronix ventricular assist device as a bridge-to-recovery for post-cardiotomy cardiogenic shock. Int J Cardiol 2008;134:408–409.
7. Bryan AW, Jonathan D, et al. Levitronix ventricular assist devices as a bridge to recovery after profound biventricular heart failure associated with pulmonary aspergillosis. Heart Lung Transplant 2007;26:345–349.
8. Shuhaiber JH, Jenkins D, Berman M, et al. The Papworth experience with the Levitronix CentriMag ventricular assist device. J Heart Lung Transplant 2008;27:158–164.
9. Korfer R, El-Banayosy A, Arusoglu L, et al. Single-center experience with the thoratec ventricular assist device. J Thorac Cardiovasc Surg 2000;119: 596–600.
10. Favaloro RR, Bertolotti A, Diez M, et al. Adequate systemic perfusion maintained by a CentriMag during acute heart failure. Tex Heart Inst J 2008; 35:334–339.

Došlo do redakcie 28. 1. 2010

Přijato 30. 1. 2010