

# Iniciálne skúsenosti s implantabilnými mechanickými podporami ľavej komory v programe transplantácie srdca v Národnom ústave srdcových a cievnych chorôb

<sup>1</sup>EVA GONCALVESOVÁ, <sup>2</sup>MICHAL HULMAN, <sup>3</sup>INGRID OLEJÁROVÁ, <sup>1</sup>PETER LESNÝ,  
<sup>2</sup>PETER LUKÁČ, <sup>1</sup>MILAN LUKNÁR, <sup>1</sup>JURAJ FABIÁN  
Bratislava, Slovenská republika

GONCALVESOVÁ E, HULMAN M, OLEJÁROVÁ I, LESNÝ P, LUKÁČ P, LUKNÁR M, FABIÁN J. **Iniciálne skúsenosti s implantabilnými mechanickými podporami ľavej komory v programe transplantácie srdca v Národnom ústave srdcových a cievnych chorôb.** *Cardiol* 2008;17(3):101–108

**Úvod:** Používanie mechanických podpôr ľavej komory sa stáva štandardnou súčasťou programov transplantácie srdca, najčastejšie ako metóda premostenia k transplantácii u kriticky chorých pacientov s pokročilým srdcovým zlyhávaním.

**Súbor chorých a výsledky:** V starostlivosti Národného ústavu srdcových a cievnych chorôb v Bratislave bolo/je päť pacientov (jedna žena a štyria muži) vo veku 27 – 57 rokov s implantabilnou portabilnou mechanickou podporou ľavej komory. Dvomi pacientom sa mechanická podpora ľavej komory indikovala ako premostenie k transplantácii srdca (pacienti boli v čase implantácie na čakacej listine) a trom ako premostenie ku kandidácii na transplantáciu srdca (predpokladá sa, že po implantácii mechanickej podpory ľavej komory budú môcť byť na listinu čakateľov zaradení). Dvaja pacienti boli operovaní v Národnom ústave srdcových a cievnych chorôb v Bratislave, jeden vo Východoslovenskom ústave srdcových chorôb v Košiciach, jeden v IKEM v Prahe a jeden v AKH vo Viedni. Dvaja boli v stave terminálneho srdcového zlyhávania s dilatálnou kardiomyopatiou, jeden s koronárnou chorobou, jeden s reumatickou chorobou srdca a jeden bol v subakútnom štádiu anteroextenzívneho infarktu myokardu, po chirurgickej revaskularizácii a na balónikovej kontrapulzácii. U všetkých sa použili mechanické podpory ľavej komory druhej generácie – u štyroch Heart Mate II (Thoratec) a u jedného DeBakey (MicroMed). Po implantácii všetkých prepustili do ambulantnej starostlivosti. K 14. januáru 2008 bol čas trvania mechanickej podpory 483, respektíve 355, 157, 124 a 48 dní. Dvaja pacienti podstúpili transplantáciu srdca, jeden je zaradený na listinu čakateľov v elektívnom poradí. U dvoch zatiaľ hodnoty pľúcnej vaskulárnej rezistencie transplantáciu srdca vylučujú. Z komplikácií sa u dvoch vyvinulo zlyhávanie pravej komory, jeden má lokálnu infekciu vo vstupe napájacieho kábla. Dvaja pacienti významne anemizovali, jeden pri hemolýze a jeden v dôsledku opakovaného krvácania. Alarmy upozorňujúce na poruchu chodu pumpy sa vyskytli dvakrát. Raz pravdepodobne pre mikrotromby v čerpadle a v druhom prípade pri chybnom použití vybitých elektrických článkov. Okrem krátkych elektívnych kontrol bolo pre sprievodné komplikácie alebo nejasné ťažkosti potrebných šesť hospitalizácií. Pacientov vždy opätovne prepustili do ambulantnej starostlivosti.

**Záver:** Mechanické podpory ľavej komory druhej generácie sú systémy, ktoré umožňujú bezpečný ambulantný liečebný režim a premostenie k transplantácii.  
**Kľúčové slová:** pokročilé srdcové zlyhávanie – mechanické podpory obehu – transplantácia srdca

GONCALVESOVA E, HULMAN M, OLEJAROVA I, LESNY P, LUKAC P, LUKNAR M, FABIAN J. **Initial experience with an implantable left ventricular assist device in the heart transplant programme of the National Institute of Cardiovascular Diseases.** *Cardiol* 2008;17(3):101–108

**Background:** The use of mechanical left ventricular assist devices has become a standard part of heart transplant programmes, predominantly as a bridging method to heart transplant in critically ill patients with advanced heart failure.

**Patients and results:** Five patients 27 – 57 years old with implantable portable mechanical left ventricular assist devices, have been included in the care of the National Institute of Cardiovascular Diseases, Bratislava (one female). In two patients, mechanical left ventricular assist devices were indicated as a bridge to heart transplant (patients were listed for heart transplant at the time of implantation) and in three as a bridge to candidacy for heart transplant (the patients are anticipated to be included in the waiting list for heart transplant after the mechanical left ventricular assist devices implant). Surgery took place in National Institute of Cardiovascular Diseases Bratislava in two cases, in the Eastern Slovak Institute of Cardiovascular Diseases, Košice, IKEM, Prague, and the AKH, Vienna, in one case, respectively. Two patients, were in terminal heart failure caused by dilated cardiomyopathy, one by coronary artery disease, rheumatic heart disease, respectively and one in the subacute stage of anteroextensive myocardial infarction, after surgical revascularization and on intraaortic balloon contrapulsation. In all patients, second generation mechanical left ventricular assist devices were used – Heart Mate II (Thoratec) in four and DeBakey (MicroMed) in one. After the implant, all were discharged home. As of January 15, 2008, the mechanical support periods were 483, 355, 157, 124, and 48 days, respectively. Two patients underwent heart transplant, one is included in the elective waiting list. At the present time, heart transplant is still excluded by increased values of pulmonary vascular resistance. As for complications, two patients have developed right heart failure: one suffers from local infection at the pump power cord implantation site. Two patients developed severe anemia, one as a result of hemolysis and after repeated bleeding. Pump malfunction alarms occurred twice: once for likely pump microthrombi and, in the second case, after incidental use of discharged batteries. Apart from short elective hospital admissions, accompanying complications or unclear problems required six hospitalizations. The patients were always discharged to outpatient care.

**Conclusion:** Second generation mechanical left ventricular assist devices are systems allowing for a safe outpatient regimen and bridging to transplantation.  
**Key word:** Heart failure – Ventricular assist device – Heart transplantation

Z <sup>1</sup>Oddelenia zlyhávania a transplantácie srdca, NÚSCH v Bratislave, <sup>2</sup>Klinika srdcovej chirurgie, NÚSCH v Bratislave a <sup>3</sup>Oddelenia anesteziológie a intenzívnej medicíny, NÚSCH v Bratislave, Slovenská republika

Do redakcie došlo dňa 18. januára 2008; prijaté dňa 28. marca 2008  
**Adresa pre korešpondenciu:** doc. MUDr. Eva Goncalvesová, CSc., OZaTS, NÚSCH, Pod Krásnou hôrkou 1, 833 48 Bratislava, Slovenská republika, e-mail: eva.goncalvesova@nusch.sk

Implantácie podporných obehových čerpadiel a v menšej miere umelého srdca sa v ostatných piatich rokoch stávajú integrálnou súčasťou transplantčných programov. Ich vývoj a používanie prikazuje trvalý a stále sa prehľbujúci nedostatok darcov na jednej strane a pribúdajúci počet pacientov so srdcovým zlyhávaním (SZ) na druhej strane. Od týchto súvislostí sa odvíja aj základná indikácia použitia takého systému, ktorou je premostenie k transplantácii srdca (HTx). Podporné čerpadlo sa implantuje pacientom zaradeným na čakaciu listinu na HTx, u ktorých dochádza ku kritickej nestabilite cirkulácie. V tejto situácii sa znižuje nielen pravdepodobnosť dožitia sa vhodného darcu, ale aj pravdepodobnosť úspešnej transplantácie.

Technologický pokrok v oblasti konštrukcie a materiálov, vypracovanie postupov pre starostlivosť pacientov s mechanickou podporou obehu a aj samotná klinická prax však ukazujú, že u časti pacientov je implantácia mechanickej podpory obehu definitívnym a akceptovateľným riešením terminálneho SZ. V týchto prípadoch hovoríme o tzv. destinačnej liečbe. Oprávnené možno predpokladať, že pri súčasných trendoch epidemiológii SZ a súčasne pokrokoch v oblasti podporných čerpadiel a umelého srdca bude v budúcnosti počet pacientov s mechanickou podporou srdca ako definitívnym riešením terminálneho SZ narastať.

Asi u 5 % pacientov, u ktorých sa podporné čerpadlo implantuje ako premostenie k transplantácii, dochádza k zotaveniu funkcie ľavej komory (LK), čo umožňuje explantáciu systému. Tieto pozorovania vedú k intenzívnym snahám o pochopenie procesu reverznej remodelácie LK a reštitúcie jej funkcie a vývoju postupov, ktoré by ho podporili (1).

V súčasnosti je na trhu niekoľko typov rozličným spôsobom konštruovaných čerpadiel, či už úplne implantabilných alebo uložených parakorporálne. Ich širší opis presahuje zameranie tohto článku a publikovali sme ho už skôr (2).

Systematická príprava na implantácie mechanických podpôr v rámci programu HTx v Národnom ústave srdcových a cievnych chorôb (NÚSCH) bola iniciovaná v januári 2006, kedy vznikla pracovná skupina zameraná na riešenie čiastkových otázok od kritérií indikácií, cez typ volenej podpory, operačné postupy, problematiku bezprostrednej pooperačnej starostlivosti až po dlhodobú starostlivosť o operovaných chorých.

Cieľom práce je prezentovať iniciálne skúsenosti s mechanickými podporami LK (LVAD – left ventricular assist device) a formulovať stanoviská k systematickej indikácii LVAD v programe HTx v NÚSCH.

Pre prezentáciu výsledkov sme volili formu krátkych kazuistík, a to najmä preto, že počty pacientov s LVAD v Slovenskej republike len ťažko dosiahnu hranicu štatisticky hodnotiteľného súboru. V kazuistickom spracovaní tiež zreteľnejšie vynikne multidisciplinárny a často aj multiinštitucionálny charakter starostlivosti o pacientov s implantabilnou mechanickou podporou obehu, jej kontinuálny charakter a komplexnosť riešených problémov.

## Súbor chorých a výsledky

V dlhodobej starostlivosti NÚSCH je, respektíve bolo päť pacientov: štyria muži a jedna žena, ktorým bolo implantované podporné čerpadlo pre kritický stav cirkulácie pri pokročilom SZ. Dvaja z nich pred implantáciou čakali na HTx, u ďalších troch sa mechanická podpora LK použila s perspektívou následného zaradenia na čakaciu listinu. Dvaja pacienti boli operovaní v NÚSCH, po jednom vo VÚSCH, Košice, AKH, Viedeň a IKEM, Praha (**tabuľka 1**). U všetkých piatich pacientov sa použilo implantabilné čerpadlo s axiálnym prúdením, ktoré kontinuálne prečerpáva krv z LK cez kanylu umiestnenú v jej hrote do vzostupnej aorty. Samotná pumpa je skrutka, ktorá rotuje nastaviteľnou rýchlosťou v prietokovej komore. Elektrický pohon čerpadla zabezpečujú extrakorporálne uložené

**Tabuľka 1** Prehľad pacientov s implantovanou mechanickou podporou ľavej komory žijúcich v Slovenskej republike  
**Table 1** Patients living in the Slovak Republic with implanted mechanical left ventricular assist device

Pacient (Patient)	Vek (roky) (Age in years)	Dátum (Date)	Miesto operácie (Place of surgery)	Diagnóza (Diagnosis)	Indikácia (Indication)	Aktuálny stav (Current condition)
FK	28	6/2006	VÚSCH (VUSCH)	IM (MI)	B → C	HTx
ZI	38	8/2006	Viedeň (Vienna)	DKMP (DCMP)	B → T	HTx
MS	59	8/2007	Praha (Prague)	ICHS (CAD)	B → C	WL?
PP	37	9/2007	NÚSCH (NUSCH)	DKMP (DCMP)	B → T	WL
MS	57	11/2007	NÚSCH (NUSCH)	ICHS (CAD)	B → C	WL?

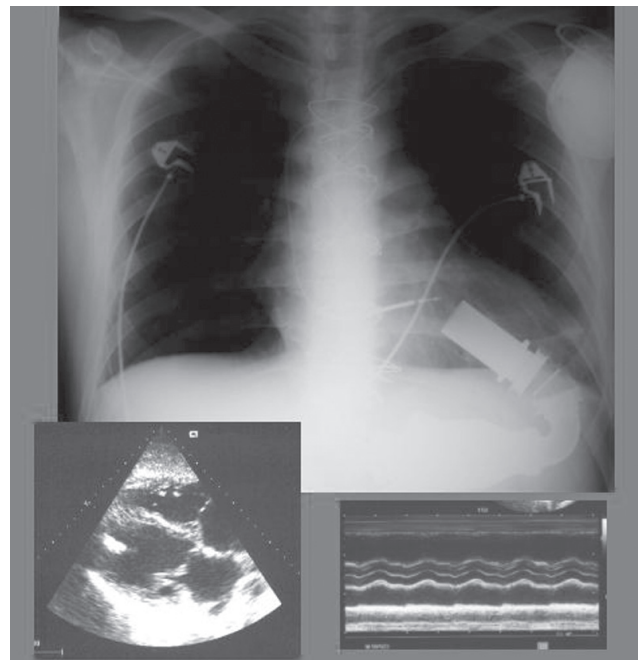
IM – infarkt myokardu (MI – Myocardial infarction), DKMP – dilatčná kardiomyopatia (DCMP – Dilated cardiomyopathy), ICHS – ischemická choroba srdca (CAD – Coronary artery disease), B – premostenie (Bridge), T – transplantácia (Transplantation), C – kandidát na transplantáciu (Candidate for transplantation), WL – čakacia listina (Waiting list), HTx – transplantácia srdca (Heart transplantation), WL? – čaká na zaradenie na WL (Waiting to be placed on the waiting list)



**Obrázok 1** Schéma uloženia a zapojenia mechanického podporného čerpadla Heart Mate II pre ľavú komoru

*Figure 1* Scheme of placement and connecting of mechanical left ventricular assist device Heart Mate II

elektrické zdroje spojené s čerpadlom transkutánnym káblom vyvedeným v pravom dolnom brušnom kvadrante (**obrázok 1**). Dvaja pacienti boli v terminálnom SZ pri dilatáčnej kardiomyopatii, jeden s koronárnou chorobou, jeden s reumatickou chorobou srdca a jeden bol v subakútnom štádiu anteroextenzívneho infarktu myokardu (IM), po chirurgickej revaskularizácii a na balónikovej kontrapulzácii. U všetkých sa použili LVAD druhej generácie – u štyroch Heart Mate II (Thoratec) (**obrázok 2**) a u jednej pacientky DeBakey (MicroMed). Po implantácii všetkých prepustili do ambulantnej starostlivosti. K 14. januáru 2008 bol čas trvania mechanickej podpory 483, respektíve 355, 157, 124 a 48 dní. Dvaja pacienti podstúpili HTx, jeden je zaradený na listinu čakateľov v elektívnom poradí. U dvoch zatiaľ hodnoty pľúcnej vaskulárnej rezistencie ortotopickú HTx vylučujú. Z komplikácií sa u dvoch vyvinulo zlyhávanie pravej komory (PK), jeden má lokálnu infekciu vo vstupe napájacieho kábla. Dvaja pacienti významne anemizovali, jeden pri hemolýze a jeden najmä v dôsledku opakovaného krvácania. Alarmy upozorňujúce na poruchu chodu pumpy sa vyskytli dvakrát. Raz pravdepodobne pre mikrotromby v čerpadle a v druhom prípade pri chybnom



**Obrázok 2** RTG snímka pacienta s LVAD Heart Mate II. Dole vľavo echokardiografický obraz longitudinálneho prierezu ľavou komorou s vyústením prítokovej kanyly v jej hrote. Dole vpravo M mode záznam pohybu aortálnej chlopne. Táto ostáva uzavretá, funkciu ľavej komory úplne preberá čerpadlo.

*Figure 2* X-ray of patient with LVAD Heart Mate II. Below left: echocardiographic view of longitudinal cross section of the left ventricle with inflow cannula in the apex. Below right: M mode tracing of aortic valve movement. It is closed. Left ventricle is fully supported.

LVAD – mechanická podpora ľavej komory (Left ventricular assist device)

nom použití vybitých elektrických článkov. Okrem krátkych elektívnych kontrol bolo pre sprievodné komplikácie alebo nejasné ťažkosti potrebných šesť hospitalizácií. Pacientov vždy opätovne prepustili do ambulantnej starostlivosti.

Prvou pacientkou, ktorá bola indikovaná na implantáciu LVAD v NÚSCH, bola 37-ročná žena s dilatáčnou kardiomyopatiou. Na Oddelení zlyhávania a transplantácie srdca (OZaTS) bola dispenzarizovaná ako potenciálna kandidátka HTx od roku 2000. (Dilatačná kardiomyopatia bola zámä od roku 1990). Jej stav bol dlhodobo stabilizovaný vo funkčnej triede NYHA I – II napriek ťažkej systolickej dysfunkcii LK. V roku 2002 pacientka otehotnela a v 7. mesiaci gravidity porodila v NÚSCH cisárskym rezom zdravé dieťa. Nasledujúce tri roky nebola hospitalizovaná a bola úplne sebestačná. Stav sa začal zhoršovať na začiatku roka 2006. Pre dekompenzáciu SZ ju opakovane hospitalizovali v regionálnej nemocnici aj v NUSCH a v máji 2006 zaradili na čakaciu listinu na HTx. Koncom júna bola prijatá pre obojstranné zlyhávanie s hypotenziou a prejavmi hypoperfúzie vitálnych orgánov. Indikovali sme implantáciu mechanickej podpory LK. Táto sa realizovala 6. augusta 2006 v AKH, Viedeň. Pooperačný prie-



**Obrázok 3** Prvá pacientka indikovaná na implantáciu LVAD v NÚSCH. Na obrázku so synom už po transplantácii srdca.

*Figure 3* The first patient indicated for implantation of LVAD in NUSCH. With her son after heart transplantation.

LVAD – mechanická podpora ľavej komory (Left ventricular assist device)

beh skomplikovalo zlyhanie PK a opakované krvácanie, pre ktoré bola reoperovaná. Po ôsmich týždňoch bola preložená do NÚSCH a v novembri 2006 opätovne zaradená na čakaciu listinu. V júli 2007 po 355 dňoch trvania podpory podstúpila HTx. Skorý pooperačný priebeh komplikovala dysfunkcia štepu a krvácanie. Pri komplexnej liečbe sa stav stabilizoval a pacientka bola po piatich týždňoch prepustená. V súčasnosti je bez významnejších zdravotných problémov, stará sa o dieťa a pracuje v treťom sektore (**obrázok 3**).

Historicky prvým pacientom, u ktorého bol implantovaný LVAD v Slovenskej republike, bol 26-ročný muž po roziahlom prednom akútnom infarkte myokardu. Koronárna intervencia ani následná chirurgická revaskularizácia nezlepšili funkciu LK, pacient bol hypotenzný na kontinuálnej kombinovanej inotropnej podpore a balónikovej kontrapulzácii. Jediným riešením pre záchranu života bola implantácia mechanickej podpory LK. Operácia sa usku-



**Obrázok 4** Zľava doc. MUDr. Eva Goncalvesová, CSc. (primárka OZaTS), P. P. – prvý pacient s LVAD, operovaný v NÚSCH, pred prepustením do domácej liečby, F. K. – prvý pacient operovaný v Slovenskej repbulike. Na obrázku tri týždne po transplantácii srdca, ktorá sa uskutočnila po 483. dňoch života s podporným čerpadlom a MUDr. Michal Hulman (primár Kliniky srdcovej chirurgie, NÚSCH).

*Figure 4* From left ASSOC. PROF. MUDr. Eva Goncalvesová, CSc. (senior consultant OZaTS), P. P. – the first patient with LVAD operated in NUSCH before discharge, F. K. – the first patient operated on in the Slovak Republic: three weeks after heart transplantation performed, after 483 days of life with mechanical assist device, and Michal Hulman, M.D. (senior consultant of the Heart surgery clinic, NUSCH).

LVAD – mechanická podpora ľavej komory (Left ventricular assist device)

točnila 19. júna 2006 vo VÚSCH v Košiciach pod vedením vtedajšieho primára Kardiochirurgického oddelenia MUDr. Michala Hulmana. Pacientov stav sa po implantácii rýchlo zlepšil a po zvládnutí infekčných komplikácií ho prepustili do ambulantnej liečby. Do NÚSCH bol prijatý v septembri 2006 pre posúdenie možnosti transplantácie srdca. Zistila sa prítomnosť chronickej infekcie vírusom hepatitídy C bez aktuálnych prejavov hepatálnej lézie, hyperkoagulačný stav a stenóza trachey po tracheostómii. Po vypracovaní individuálnej stratégie imunosupresívnej liečby, preventívnej virostatickej liečby a resekci stenózy trachey sme pacienta zaradili na čakaciu listinu.

Z hľadiska podporného čerpadla bolo obdobie čakania bez komplikácií, okrem epizódy ohrozenia zastavením pumpy v dôsledku mylného použitia vybitých batérií. Počas celého času čakania bol pacient doma, úplne mobilný a sociálne aktívny.

15. októbra 2007 sa uskutočnila transplantácia srdca. Pooperačný priebeh sa komplikoval trómbózou hornej dutej žily, ktorá ohrozovala pacienta nielen svojím charakterom, ale komplikovala tiež realizáciu endomyokardiálnych biopsií.

Po šiestich týždňoch sme pacienta prepustili do ambulantnej starostlivosti (**obrázok 4**). Po niekoľkých dňoch od prepustenia sme dostali faxom list od matky pacienta,

ktorá okrem poďakovania celému kolektívu lekárov a sestier píše „...boh vyslyšal naše prosby a transplantovali mu zdravé, živé, bijúce srdce... nočná mora s chorým srdcom na baterky sa tým definitívne skončila...“.

Ďalší pacient, ktorý je v súčasnosti v starostlivosti OZaTS, je 55-ročný muž, ktorému implantovali podporné čerpadlo LK typu Heart Mate II v auguste 2007 v IKEM, Praha. V roku 1994 podstúpil náhradu aortálnej chlopne pre jej insuficienciu a súčasne bol implantovaný kardiostimulátor. V roku 2003 došlo k disekcii aorty (Stanford A), ktorá sa riešila konzervatívne. SZ sa klinicky prejavilo v júli 2006 ako nočná záchvatová dýchavica a edémy pľúc. Zistila sa dilatácia a ťažká systolická dysfunkcia LK, parciálna ruptúra závesného aparátu mitrálnej chlopne s regurgitáciou IV. stupňa. Disekcia aorty siahala po bránicu, ascendntná aorta bola ťažko dilatovaná (10 x 11 cm), falošný lúmen mal 72 mm a bol trombotizovaný. Pre vysoké operačné riziko sa neindikovala konvenčná operácia. HTx považoval chirurg v NÚSCH za technicky nenerealizovateľnú. Pre refraktérne SZ bolo konzultované pracovisko v zahraničí so skúsenosťami s implantáciami mechanických podpôr. Pri hospitalizácii v IKEM, Praha sa ukázalo, že prekážkou transplantácie je ťažká pľúcna hypertenzia a rozhodlo sa o implantácii LVAD. Okrem implantácie podporného čerpadla sa realizovala resekcia aneurizmy ascendntnej aorty a jej náhrada protézou.

Základnou myšlienkou tohto riešenia bol predpoklad reverzibility pľúcnej hypertenzie pri odbremenení LK, čo by umožnilo zaradenie pacienta na listinu čakateľov na HTx.

Päť týždňov po operácii pacienta preložili na OZaTS. Pri prijatí bol chodiaci, bez klinických prejavov srdcovej nedostatočnosti. Po týždni hospitalizácie a zaučení do obsluhy čerpadla ho prepustili do ambulantnej liečby. Pri hospitalizačnej kontrole v decembri 2007 bol úplne mobilný, sebestačný, v pomerne dobrom stave. Pretrvávala pľúcna hypertenzia s tlakom 75/32/52 mmHg, minútový srdcový výdaj bol vyššie 6 l/min. Zistili sme purulentnú infekciu v mieste výstupu kábla a ťažkú anémiu (Hb 75 g/l) kombinovanej etiológie. Po zmene konzervatívnej liečby, nastavenia výkonu pumpy a zabezpečenia dôsledného ošetrovania lokálnej infekcie sme ho prepustili do ambulantnej starostlivosti.

Prvým pacientom, ktorému bolo implantované LVAD Heart Mate II v NÚSCH, Bratislava, je 34-ročný muž s dilatálnou kardiomyopatiou. Ochorenie sa prvýkrát prejavilo v máji 2005. Od marca 2007 postupne narastala dýchavica, opúchali dolné končatiny a opakovali sa hospitalizácie v regionálnej nemocnici. Na čakáciu listinu na HTx bol zaradený v júli. V priebehu

čakania sa stav opäť zhoršil a pacienta prijali na OZaTS z regionálnej jednotky intenzívnej starostlivosti koncom augusta. Bol kachektický, udržanie adekvátnej cirkulácie si vyžadovalo inotropnú podporu a i. v. diuretickú liečbu. Vzhľadom na tento vývoj sa indikovala implantácia podporného čerpadla. Operácia sa uskutočnila 12. septembra 2007. Nasledujúci priebeh bol bez komplikácií a pacienta 10. októbra 2007 prepustili do ambulantnej liečby. Mesiac po prepustení sa stal šťastným otcom dievčatka. Pri ambulantných kontrolách sa pacient sťažoval na plnosť v oblasti epigastria a opúchanie dolných končatín, spôsobené nedostatočnosťou PK. Túto sa podarilo zvládnuť zmenou nastavenia chodu pumpy a intenzifikáciou konzervatívnej liečby. Jeho súčasný zdravotný stav mu umožňuje úplne sa zapojiť do rodinného života. Opäť je zaradený na čakaciu listinu na transplantáciu srdca.

Piatym a v súčasnosti posledným pacientom s LVAD je 57-ročný muž. Implantácia sa uskutočnila 27. novembra 2007 v NÚSCH, Bratislava. V roku 2002 pacient prekonal rozsiahly predný infarkt myokardu s prejavmi zlyhávania LK. Liečený bol trombolýzou. Následná koronárna angiografia ukázala hemodynamicky nevýznamné zmeny koronárnych artérií. Po vyhojení infarktu došlo k postupnej dilatácii, remodelácii a progredujúcej dysfunkcii LK. Funkčný stav bol dlhodobo stabilizovaný v štádiu NYHA II. Od začiatku roka 2006 sa zhoršovala fyzická výkonnosť a pacienta znova hospitalizovali pre obojstrannú kardiálnu dekompenzáciu. Pri prehodnotení stanoviska k HTx v apríli 2006 sa zistila závažná pľúcna hypertenzia nedostatočne reverzibilná v akútnom vazodilatačnom teste, čo aktuálne vylučovalo možnosť HTx. Zmenou medikamentózneho liečby sa dosiahlo zlepšenie a opätovná stabilizácia stavu. K ďalšiemu zhoršeniu došlo v apríli 2007 po chrípke s následnou bronchopneumóniou. Pacient bol hypotenzný, čo limitovalo možnosti farmakoterapie. Postupne kachektizoval. S cieľom ovplyvniť pľúcnu hypertenziu sme začali liečbu sildenafilom. Po desiatich týždňoch pacientovi signifikantne klesol stredný tlak v pľúcnicí, čo dokumentovalo reverzibilný charakter pľúcnej hypertenzie. Pľúcna vaskulárna rezistencia a transpulmonálny gradient však zostávali v pásme neakceptovateľnom pre ortotopickú HTx. Pacient bol vo funkčnom štádiu NYHA IV. Jeho stav vyžadoval i. v. liečbu diuretikami a intermitentnú inotropnú podporu. Na základe dynamického charakteru pľúcnej hypertenzie sme sa rozhodli pre implantáciu mechanickej podpory LK, pretože predpokladáme pokles tlaku v pľúcnicí pri dlhodobom znížení plniaceho tlaku LK a cielenej vazoaktívnej liečbe. Z pooperačných komplikácií sme sa najviac obávali zly-

hania PK, a preto sa pacientovi od odpojenia z mimotelového obehu podával NO a sildenafil. Bezprostredný pooperačný priebeh nebol komplikovaný. Neskôr došlo k rozvoju pravostranej bronchopneumónie sprevádzanej závažnou hypoxémiou. Ventiláciu zhoršovali rozsiahle obojstranné pleurálne výpotky. Po ich evakuácii a agresívnej širokospektrálnej antibiotickej liečbe došlo k zlepšeniu stavu a rezolúcii pneumónie. Po rehabilitácii a zaškolení do obsluhy prístroja pacienta prepustili do domácej starostlivosti.

## Diskusia

*Mechanické podporné čerpadlá* (VA – ventricular assist device) 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.

Ich postavenie v oblasti terminálneho SZ spočíva v preklenutí kritického obdobia, pre *premostenie* času do konečného riešenia refraktérnej srdcovej slabosti transplantáciou („bridge to transplant“). Niektoré implantabilné podporné systémy možno použiť aj ako *konečné riešenie* terminálneho zlyhávania srdca, kde HTx neprichádza do úvahy („destination therapy“). V ojedinelých prípadoch sa u chorých s dilatačnou kardionopatiou stáva, že dlhodobé odbremenenie LK vedie k *zotaveniu* jej funkcie, vtedy sa hovorí o „bridge to recovery“ (3).

V súčasnosti je na trhu niekoľko typov rozlične konštruovaných prístrojov, ktoré sa používajú v oblasti terminálneho SZ a HTx. V podstate ich možno rozdeliť na parakorporálne a implantabilné.

Pri *parakorporálnych* systémoch sú komory čerpadiel aj pohonná jednotka uložené mimo tela, podobne ako pohon aj zdroj energie, čo obmedzuje pacientovu fyzickú aktivitu. Takto konštruované systémy sú určené predovšetkým pre nemocničnú starostlivosť (2, 4). Naopak, ich výhodou je, že ich možno použiť nielen na zabezpečenie činnosti ľavej, ale aj pravej či oboch komôr. *Implantovateľné* pumpy umožňujú voľný pohyb pacienta. Komora čerpadla a pohonná jednotka sú implantované a zdroje energie nosí pacient v špeciálnej veste, alebo na opasku. Jedinou komunikáciou s vonkajším prostredím je kábel na dobíjanie batérií pohonnej jednotky. V najmodernejších, tzv. úplne implantabilných typoch prístrojov je dobíjanie prispôbené tak, aby sa mohlo robiť transkutánne (5, 6).

Princípom podporných mechanických systémov je vytvorenie cirkulačného okruhu, v ktorom sa prečerpáva krv z LK do aorty (LVAD – left ventricular assist device),

alebo z pravej predsiene do pľúcnice (RVAD – right ventricular assist device). Tým sa zabezpečí efektívna cirkulácia a odbremení príslušná komora. 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 a pôvodná úvaha o transplantácii nie je aktuálna (1, 3).

Iným filozofickým prístupom zabezpečenia cirkulácie u chorých s ireverzibilným ťažkým SZ je ortotopická implantácia kompletného umelého srdca. Prvé umelé srdce bolo implantované už v roku 1969 a po dlhých rokoch vývoja v roku 2004 FDA aj EMEA na základe skúseností so 670 implantáciami povolili klinické používanie umelého srdca CardioWest u chorých s biventrikulárnym zlyhaním srdca (7). O jeho používaní v NÚSCH zatiaľ neuvádzame.

Účinnosť LVAD v indikácii „premostenie ku transplantácii“ sa sledovala prospektívne v 16 štúdiách s rôznymi typmi prístrojov. Najviac skúseností je s prístrojmi Heart Mate LVAD a Novacor LVAD, ktoré predstavujú tzv. prvú generáciu implantabilných portabilných systémov. Ich účinnosť je porovnateľná. Tri mesiace preživalo 64 % urgentných čakačov na HTx s inotropnou liečbou a 81 % s LVAD (5). Podľa medzinárodného registra LVAD do šiestich mesiacov po implantácii 51 % pacientov podstúpi HTx, 10 % umiera, 33 % čaká na transplantáciu a u 6 % sa systém explantuje pre zlepšenie stavu (8). Doterajšie skúsenosti ukazujú aj ďalšiu významnú skutočnosť. Prežívanie po HTx je lepšie u tých pacientov, u ktorých sa pred HTx pre podporu cirkulácie použil VAD, ako tých, ktorí boli na inotropnej liečbe (9). Na druhej strane u pacientov s VAD dochádza, z nie úplne objasnených dôvodov, k senzitivizácii na HLA antigény I. a II. triedy, čo si vyžaduje špeciálny prístup pri výbere vhodného darcu (8). Zásadné poznatky o liečbe terminálneho SZ implantáciou LVAD priniesla štúdia REMATCH (10). Porovnávalo sa prežívanie a kvalita života 129 chorých s terminálnym SZ, u ktorých HTx nebola vhodná. Celý súbor bol rozdelený na dve skupiny. Jedna skupina bola liečená optimalizovanou konzervatívnou liečbou (n = 61) a druhej implantovali VAD Heart Mate VE (n = 68). Jednoročné prežívanie pacientov s VAD bolo v 52 % a pacientov liečených konzervatívne v 25 %. Implantácia VAD zlepšila aj kvalitu života pacientov. U chorých s VAD však bolo 2,5-násobne viac závažných, najmä infekčných a krvácajúcich, nežiaducich príhod.

V ostatnom čase sa čoraz viac presadzuje použitie podporných čerpadiel s kontinuálnym prietokom tzv.

**Tabuľka 2** Indikácia podporných čerpadiel pre ľavú komoru v programe transplantácie srdca NÚSCH

**Table 2** Indication of mechanical left ventricular assist devices in the heart transplantation programme in NUSCH

**Indikácie** (Indication)

Podporné čerpadlo ľavej komory je indikované pre pacientov v terminálnej fáze chronického srdcového zlyhávania (Mechanical left ventricular assist device is indicated for patients in the terminal phase of chronic heart failure):

- zaradených na čakaciu listinu v urgentom poradí, keď udržanie cirkulácie (perfúzie orgánov) vyžaduje farmakologickú alebo mechanickú podporu (**bridge to transplantation**) [Listed urgent in the event that circulation (perfusion of organs) maintenance requires pharmacological or mechanical support (bridge to transplantation)]
- u pacientov v terminálnej fáze chronického srdcového zlyhávania, ak implantácia podporného čerpadla umožní ich zaradenie na čakaciu listinu na HTx (**bridge to candidacy**) (In patients in the terminal phase of chronic heart failure, if a mechanical assist device helps them to be placed on the waiting list (bridge to candidacy))

**Klinické kritériá pre implantáciu LVAD** (Clinical criteria for LVAD transplant)

NYHA IV

Intolerancia (ACE inhibítora a/alebo betablokátoru) [Intolerance (ACE inhibitor and/or betablocker)]

Podpora cirkulácie farmakologická/mechanická (Circulation support – pharmacological/mechanical)

- i. v. inotropná liečba (ak je tolerovaná) [i. v. inotropic therapy (if tolerated)]
- levosimendan < 5 dní (pred indikáciou) [Levosimendan 5 days (before indication)]
- IABK

CI < 2,0 PCWP > 20 mmHg, mTK (BP) ≤ 80 mmHg

**Optimálny metabolicko/nutrično/regulačný stav pri indikácii** (Optimal metabolic, nutritional and regulatory condition at indication)

Parametre (Parameters)

Renálne (Renal)

urea < 18 mmol/l, kreatinín (creatinine) < 220 umol/l

Hematologické (Haematological)

INR < 1,2, Hgb > 100 g/l, Tr > 150 000

Nutričia (Nutrients)

albumín (Albumin) > 25 g/l, BMI > 22, transferín (Transferin) > 22 umol/l

Hepatálne (Hepatal)

celkový bilirubín (Total bilirubin) < 42 umol/l, ALT, AST < 2 x norma

LVAD – mechanická podpora ľavej komory (Left ventricular assist device), HTx – transplantácia srdca (Heart transplantation), CI – kardiálny index (Cardial index), PCWP – tlak v arteria pulmonalis (Pulmonary capillary wedge pressure), TK – tlak krvi (BP – Blood pressure), BMI – Body mass index, IABK – balóniková kontrapulzácia (Balloon contrapulsation)

LVAD druhej generácie. Ich výhodou oproti starším pulzatilným systémom s pneumatickým pohonom je menšia hmotnosť, ktorá umožňuje ich použitie u menších dospelých, žien aj detí, zjednodušenie konštrukcie aj obsluhy. V observačnej štúdii s preddefinovanými cieľmi (11) 133 urgentným kandidátom HTx implantovali mechanickú podporu obehu Heart Mate II. Z nich 75 % dosiahlo primárny cieľ – podstúpilo HTx (56 pacientov) alebo prežilo 180 dní so zotrvaním na čakacej listine (43 chorých), u jedného došlo k zotaveniu funkcie myokardu. Dvadsaťpäť z nich zomrelo, u piatich sa vyvinuli kontraindikácie na transplantáciu a trom bol implantovaný iný typ mechanickej podpory. Po troch mesiacoch od implantácie bolo 83 % pacientov vo funkčnej triede NYHA I alebo II. V porovnaní s pulzatilnými typmi podpôr sa zistila nižšia incidencia závažného krvácania, cievnych mozgových príhod, infekcií a zlyhávanií PK.

V súčasnosti sa v NÚSCH koncentrujeme na používanie implantabilných a portabilných druhogeneračných čerpadiel podpôr EK s kontinuálnym prúdením. O implantácii VAD uvažujeme u čakateľov na HTx, ktorí sú vo funkčnom štádiu NYHA IV a u ktorých sa napriek komplexnej konzervatívnej liečbe, vrátane inotropnej podpory nedarí udržať prijateľnú perfúziu vitálne dôleži-

tých orgánov. Implantácia LVAD až vo fáze multiorgánového zlyhávania sa však považuje za nevhodnú (1, 8, 9). Indikácie implantácie LVAD v programe HTx prijaté v NÚSCH sú zhrnuté v **tabuľke 2**.

## Záver

Naše prvé skúsenosti s mechanickými podporami EK s kontinuálnym prúdením sú povzbudivé. Implantácie LVAD nielenže umožňujú, respektíve zvyšujú pravdepodobnosť dožitia sa vhodného darcu, ale aj zlepšujú vyhlídky na úspech transplantácie. Nemenej dôležitá je skutočnosť, že umožňujú prepustenie pacientov do domácej starostlivosti a zlepšujú ich funkčný stav.

### Podakovanie:

**Autori ďakujú prof. Jánovi Pirkovi a prof. Georgovi Wiselthalerovi za ich podiel pri záchrane života našich pacientov a mnohé cenné rady a názory. Naša vďaka patrí aj lekárom a ďalším zdravotníckym pracovníkom NÚSCH a VÚSCH, ktorí sa na komplexnej a multidisciplinárnej starostlivosti o týchto chorých zúčastňovali alebo zúčastňujú.**

---

---

## Literatúra

1. Birks EJ, Tansley PD, Hardy J, et al. Left ventricular assist device and drug therapy for the reversal of heart failure. *N Engl J Med* 2006;355:1873–1884.
2. Goncalvesová E, Fabián J. Mechanické podporné systémy v programe transplantácie srdca. *Kardiol pre prax* 2007;5:20–25.
3. Joharchi MS, Neiser U, Lenschow U. Thoratec left ventricular assist device for bridging to recovery in fulminant acute myocarditis. *Ann Thorac Surg* 2002;74:234–235.
4. Kettner J, Pirk J, Netuka I. Mechanical cardiac support – the first use in Czech Republic. *Cas Le Ces* 2005;144:38–42.
5. Clegg AJ, Scott DA, Loveman E. The clinical and cost-effectiveness of left ventricular assist devices for end-stage heart failure: a systematic review and economic evaluation. *Health Technol Assess* 2005;9:1–148.
6. Ato CJ, Forrester MD, Myers TJ. Thirty-five years of mechanical circulatory support at the Texas Heart Institute: an updated overview. *Tex Heart Inst* 2005;32:168–177.
7. Copeland JG, Smith RG, Arabia FA. Cardiwest total artificial heart investigators cardiac replacement with a total artificial heart as a bridge to transplantation. *N Engl J Med* 2004;351:859–867.
8. Deng MC, Edwards LB, Hertz MI. International Society for Heart and Lung Transplantation. Mechanical circulatory support device database of the International Society for Heart and Lung Transplantation: third annual report-2005. *J Heart Lung Transplant* 2005;24:1182–1187.
9. Aaronson KD, Patel H, Pagani FD. Patient selection for left ventricular assist device therapy. *Ann Thorac Surg* 2003;75(Suppl):29–35.
10. Rose EA, Gelijns AC, Moskowitz AJ. Randomized Evaluation of Mechanical Assistance for the Treatment of Congestive Heart Failure (REMATCH) Study Group. Long-term mechanical left ventricular assistance for end-stage heart failure. *N Engl J Med* 2001;345:1435–1443.
11. Miller LW, Pagani, FD, Russell SD, et al. Use of a continuous-flow device in patients awaiting heart transplantation. *NEJM* 2007;357:885–896.