

PERKUTÁNNĚ ZAVÁDĚNÁ MECHANICKÁ PODPORA LEVÉ SRDEČNÍ KOMORY (PVAD) U NEMOCNÝCH S KARDIOGENNÍM ŠOKEM – TECHNIKA IMPLANTACE

Petr Neužil¹, Petr Kmoníček¹, Vivek Reddy², Pavel Formánek¹, Lucie Šedivá¹, Miloš Táborský¹, Ondřej Aschermann¹, Jana Matoušková¹, Roman Vopálka³, Viktor Pavlíček⁴, Michael Stern⁵, Štěpán Černý⁶, Petr Niederle¹

¹Kardiologické oddělení Nemocnice Na Homolce, Praha

²Arrhythmia service, Massachusetts General Hospital, Boston, USA

³Oddělení zdravotnické techniky Nemocnice Na Homolce, Praha

⁴Cardiac Assist Inc., Pittsburgh, USA

⁵Anesteziologickoresuscitační oddělení Nemocnice Na Homolce, Praha

⁶Kardiochirurgické oddělení Nemocnice Na Homolce, Praha

První klinicky používaný perkutánně zaváděný systém mechanické podpory levé komory srdeční (pVAD Tandem Heart™ vyvinutý firmou CardiacAssist Inc, Pittsburgh, PA, USA) je určen pro oběhovou stabilizaci nemocných v kardiogenním šoku, kteří se mohou dočkat definitivního řešení katetrizační intervencí nebo chirurgickým zákrokem. Systém pracuje na principu by-passu levá síň – stehenní tepna. Využívá nízkorychlostní centrifugální pumpu s kontinuálním tokem. Lze ho zavádět na pracovišti intervenční kardiologie, výhradně perkutánní technikou bez nutnosti chirurgické intervence.

Systém využíváme na našem pracovišti od ledna 2005. V našem sdělení referujeme jednotlivé případy nemocných v kardiogenním šoku, u kterých byl systém pVAD použit v rozmezí několika hodin až několika dnů.

Tato nově zavedená metoda může pomoci snížit mortalitu nemocných s rozvojem akutního kardiogenního šoku.

Klíčová slova: akutní kardiogenní šok, mechanická podpora levé komory.

PERCUTANEOUS VENTRICULAR ASSISTING DEVICE (PVAD) IN CARDIOGENIC SHOCK PATIENTS TECHNIQUE OF IMPLANTATION

The first clinically used percutaneous ventricular assisting device (pVAD Tandem Heart™ developed by CardiacAssist Inc, Pittsburgh, PA, USA) is designed to stabilize circulation in cardiogenic shock patients who are candidates for definitive therapy with catheterization or surgery. The device is based on the principle of left atrial-to-femoral arterial bypass using a low-speed continuous-flow centrifugal pump. It can be inserted solely by percutaneous technique without the need for surgical intervention in an intervention cardiology setting.

This system has been employed at our centre since January 2005. We report cases of cardiogenic shock patients in whom pVAD system was used within several hours to several days.

This newly introduced method may assist in decreasing the mortality rate in patients in whom cardiogenic shock develops.

Key words: acute cardiogenic shock, ventricular assisting device.

Interv Akut Kardiolog 2006;3:131–134

Úvod

V posledních deseti letech došlo k velmi rychlému rozvoji chirurgicky zaváděných mechanických podpor určených k podpoře selhávající levé komory srdeční nebo podpor biventrikulárních (VAD – ventricle assist device), které umožňují zajistit účinnou podporu cirkulace.

Nově se však uplatňují i přístroje určené k dočasnému, výrazně kratšímu použití, zaváděných katetrizační technikou perkutánní cestou. Jde jednak o již dlouhou dobu využívanou balónkovou kontrapulzaci (IABK) (1), ale v posledních dvou letech byly zavedeny do klinického použití i dva zcela odlišné typy aktivní perkutánní mechanické podpory oběhu (pVAD): Tandem Heart™ fa Cardiac Assist Technologies Inc (Pittsburgh, Pennsylvania, USA) – a systémem Impella™ fa Abiomed Inc. (Danvers, Massachusetts, USA) jednak v pro-

vedení 2,5 a 5,0l/min⁽²⁾. Oba jsou určeny pro oběhovou stabilizaci nemocných s hrozícím nebo probíhajícím kardiogenním šokem, u kterých je perspektiva dalšího kurativního řešení katetrizační intervencí nebo chirurgickým zákrokem. Jejich odlišnost nespočívá pouze v odlišnosti čerpadel, které využívají (centrifugální pumpa u Tandem Heart™ a axiální pumpa u systému Impella™), hlavní odlišností je způsob jejich zavádění. Tandem Heart™ vyžaduje provedení transseptální punkce pro zavedení nasávací kanyly do levé síně a další návratné kanyly zaváděné stehenní tepnou do sestupné aorty, zatímco Impella vyžaduje pouze jedinou punkci stehenní tepny a zavedení katétru s vestavěným čerpadlem transaortální cestou do levé komory. V tomto sdělení popisujeme naše zkušenosti se zavedením systému Tandem Heart™ (pVAD) v klinické praxi.

MUDr. Petr Neužil, CSc.

Kardiologické oddělení Nemocnice Na Homolce, Roentgenova 2, 150 30 Praha 5
e mail: petr.neuzil@homolka.cz

Článek přijat redakcí: 4. 5. 2006
Článek přijat k publikaci: 30. 5. 2006

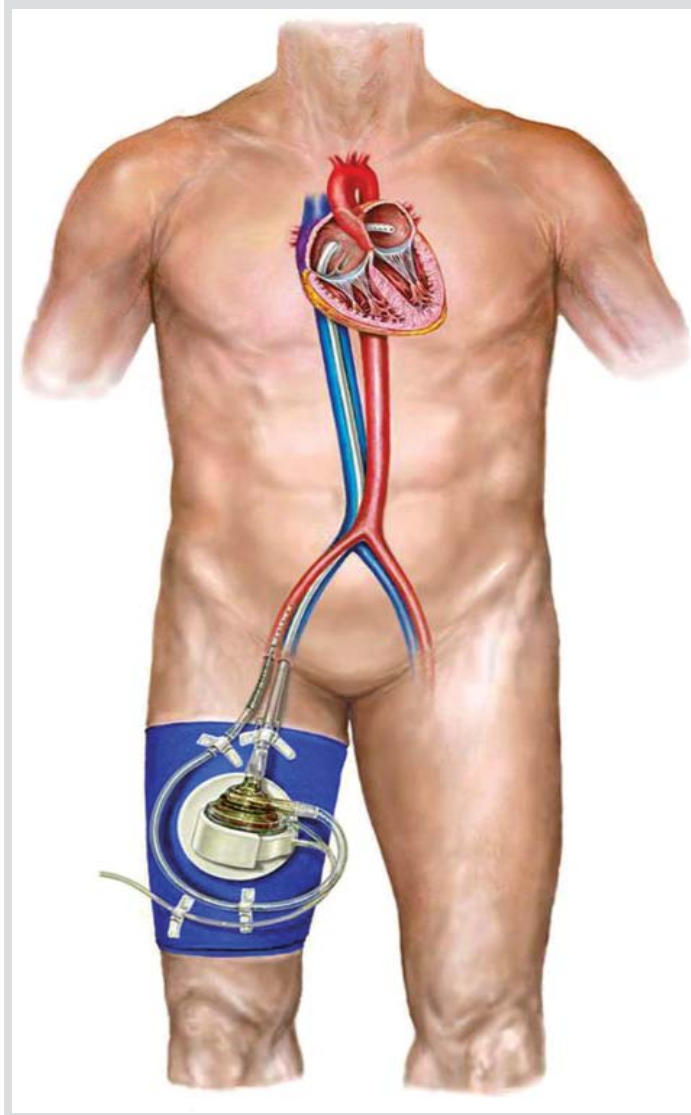
Metoda

Systém Tandem HeartTM(3) pracuje na obdobném principu jako chirurgicky zavedené VAD: nasávací kanyla, která je zavedená v levé síni, přivádí oxyslíčenou krev do centrifugální pumpy, odkud je vhnána kanylou zavedenou stehenní tepnou do úrovně descendentní aorty. Jde tedy o by-pass levá síň – aorta. Centrifugální pumpa s kontinuálním průtokem je nízkorychlostní, tj. maximální rychlost je 7 500 otáček/min. Vlastní prostor pumpy má snížený objem (7 ml), aby rotace byla co nejšetrnější ke krevním elementům. Rotace čerpadla je zajištěna na principu elektromagnetického pole, tj. „vrtulka“ rotuje volně v prostoru pumpy, aniž by byla ukotvena osičkou k podložce. Těmito konstrukčními vlastnostmi má být zajištěna šetrnost ke krevním elementům. Zároveň je menším prostorem pumpy usnadněno použití antikoagulancií. Výhoda celého systému je v čistě katetrizační technice jejího zavedení.

Obě dvě kanyly se zavádějí punkční technikou. První se provádí punkce stehenní žíly (nejlépe vpravo) s následnou transseptální punkcí. Na našem pracovišti využíváme ke kontrole místa průniku septem intrakardiální ultrazvuk (9 Fr ultrazvukový katétr firmy Acuson Inc). Přes septum zavádíme nejdříve standardní transseptální zavaděč (např. Multipurpose firmy Cordis) se zavedením stabilizačního Amplatzova převlečného výměnného drátěného vodiče do levé horní plicní žíly. Tak je umožněna dostatečná stabilita pro provedení dilatace punkčního místa v síňovém septu. Po drobné incizi v místě kožního vpichu se místo pro zavedení kanyly pro levou síň nejdříve dilatuje dvoustupňovým dilatátorem s distálním koncem 14 Fr, který se konicky rozšiřuje na 21 Fr. Po provedení dilatace se opět po Amplatzově převlečném drátěném vodiči zavádí kanyla spolu s dilatátorem, který je opatřen konicky se rozšiřujícím distálním koncem. Kanyla zaváděná do levé síně obsahuje vícečetné postranní otvory (celkem 14), čímž se docílí výrazně lepších parametrů sání a sníží se riziko pro zaklínění hlavního čelního otvoru při posunutí kanyly směrem ke stěně levé síně. Návrtnou arteriální kanylu (využíváme kanylu fa Biomedicus, která má vnitřní průměr 17 Fr.) zavádíme druhostrannou (oproti levosíňové kanyle) tepnou, tedy nejčastěji levou stehenní tepnou. Stěna kanyly je opatřena kovovou spirálou omezující riziko kinkingu. V případě nemocných s ischemickou chorobou dolních končetin lze použít i dvě Y spojkou spojené 15 Fr kanyly tak, aby byl zajištěn optimální průtok celým systémem. Terapeutické rozmezí otáček je 2 000–7 500 otáček/min, s minutovým průtokem až 4,5 litru. Pokud je rychlost otáček nižší než 2 000 a minutový průtok poklesne pod 1 500 l/min. hrozí nebezpečí z „obrácení oběhu“, ke kterému může dojít při dostatečném zotavení vlastní mechanické funkce LK. Napojení zavedených kanyl k centrifugální pumpě probíhá tak, že nejdříve spojíme arteriálně zavedenou (návrtnou) kanylu a prostor pumpy naplníme již heparinizovanou krví retrográdní cestou. Používáme několika svorek, abychom omezili zbytečnou krevní ztrátu. V poslední fázi připojení je nutné spojit kanylu přivádějící krev z levé síně s již krví naplněnou pumpou tak, abychom zamezili vniknutí vzduchových bublin. Pokud jsme systém spojili a nehrozí riziko recirkulace bublin, pomalu navyšujeme rychlost otáček, abychom se dostali k průměrnému výkonu kolem 3 l/min, tj. počet otáček cca 5–6 500/min. Celková doba provozu zapojeného a plně funkčního systému by neměla překročit tři týdny, aniž by se zvýšilo riziko krvácivých komplikací a zvláště ohrožení nemocného infekcí.

K obsluze pumpy slouží mobilní konzole, která se sestává ze dvou řídicích jednotek (jedna jako zajišťující v případech poruchy). Konzole zároveň obsahuje i infuzní pumpu, která konstantní neměnnou rychlostí zajišťuje kontinuální průplach pumpy heparinizovaným fyziologickým roztokem. Bez zapojení do zdroje udrží plně nabitá baterie konzoli v provozu 60 minut. Řídicí konzole má velmi jednoduché kontrolní prvky, které spočívají prakticky pouze v možnosti nastavení rychlosti otáček. Na obrazovce je nepřetržitě zobrazována informace o aktuálním nastavení otáček a minutovým průtokem pumpou. Použití Tandem HeartTM lze rozdělit prakticky do tří částí: zavedení, udržování provozu tak, aby odpovídal

Obrázek 1. Schéma zavedeného systému Tandem Heart: přívodná kanyla zavedená do levé síně přivádí krev do centrifugální pumpy a odvodná kanyla vrací arteriální cestou krev zpět do sestupné aorty

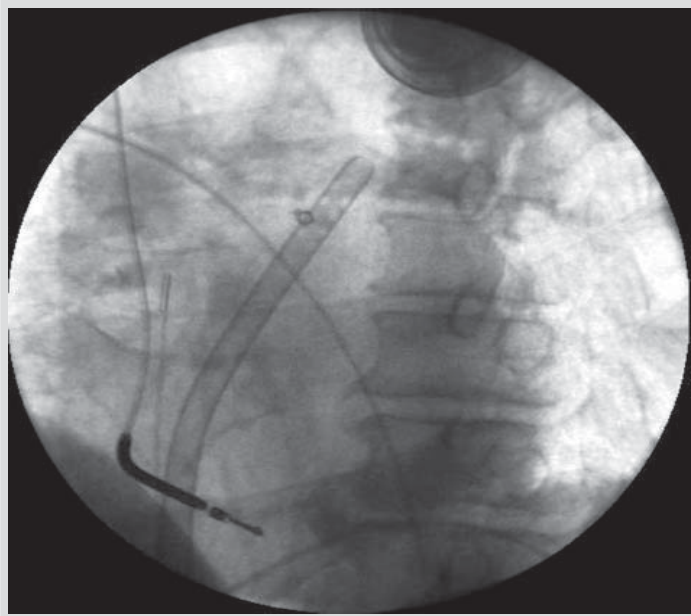


individuálnímu nemocnému a konečná fáze, odpojování přístroje. Nelze říci, zda ta která fáze má větší význam pro úspěšný provoz v klinické praxi.

Vlastní použití

Od roku 2004, kdy jsme byli vyškoleni v použití pVAD Tandem HeartTM, jsme do současné doby použili perkutánní mechanickou podporu u pěti nemocných (3 M/2 Ž, průměrný věk 56,2 let). U všech pěti nemocných jsme byli schopni systém zprovoznit a docílit účinné mechanické podpory. Od provedení prvních nádechů, vlastního zavedení kanyly do levé síně transseptální cestou, zavedení arteriální návratové kanyly a jejich napojení na čerpadlo Tandem HeartTM s dosažením plné funkce pVAD trvalo zprovoznění systému v průměru 68,6 minut. Při zahájení práce čerpadla jsme se vždy snažili o dosažení plného výkonu, tj. otáčky jsme nastavovali na 6–7 000/minutu. Také spektrum nemocných bylo vysoce heterogenní, což ovlivňuje i způsob použití mechanické podpory. V jednom případě šlo o nemocného, u kterého se při uzávěru kmene levé věnčité tepny vyvinul během několika hodin kardiogenní šok a nejdříve byla zavedena balónková kontrapulzace, teprve druhý den jsme se rozhodli pro zavedení Tandem HeartTM. U další ženy po náhradě aortální chlopně došlo k rozvoji kardiogenního šoku při známkách selhání mechanické funkce levé komory srdeční se zavedením IABK a následně po dvou dnech byla zavedena pVAD. Třetí muž byl pacient

Obrázek 2. Zavedená kanyla v levé síni (zřetelné boční otvory k zajištění dostatečného sání)



s již několik let trvající dysfunkcí levé komory srdeční po implantaci ICD, u kterého se rozvinula incesantní forma komorové tachykardie, která vedla ke zhroutení oběhu. Proto byl opět nejdříve zaveden katétr pro balónkovou kontrapulzaci a po třech dnech jsme provedli zavedení Tandem Heart™ s následnou komplexní katetrizační ablací arytmogenního substrátu. Čtvrtá žena byla již pátý den po provedeném aortokoronárním bypasse (proveden na základě technicky neúspěšné katetrizační intervence na kmene levé věnčité tepny) spolu s implantací chlopenní náhrady v mitrální pozici pro významnou mitrální insuficienci. Jako v předchozích případech byla nejdříve zajištěna IABK a následně při vyčerpání všech dostupných prostředků včetně maximalizace dávek katecholaminů, bylo rozhodnuto o zavedení Tandem Heart™. Pátý muž byl nemocný, u kterého byla několikaměsíční evidence o náhlém zhoršení ejekční frakce levé komory s extrémními projevy remodelace a výraznou dilatací levé komory srdeční. Také on měl implantovaný ICD a pro rozvoj arytmogenní bouře s nedostatečnou odezvou na medikamentózní terapii antiarytmiky jsme se rozhodli o zavedení Tandem Heart™ k zajištění elektroanatomického mapování srdečních arytmí. Tento muž byl jediným v řadě, u něhož před aplikací pVAD nepředcházelo použití balónkové kontrapulzace. U nemocných s primárně zavedenou balónkovou kontrapulzací jsme v rámci jednoho výkonu před zavedením pVAD balónkovou kontrapulzaci odstranili s jedinou výjimkou.

Také celková doba použití pVAD Tandem Heart™ svědčí o poměrně bezpečném dlouhodobém provozu, v průměru to bylo 85,4 hodin, přičemž nejkratší provozní doba byla 22 hodin a nejdelší 222 hodin. Monitoraci hematologických a biochemických parametrů, komplikace a technické aspekty spojené s dlouhodobějším zapojením popisujeme souhrnně v odlišném sdělení, nicméně je nutné zmínit, že nejdůležitějšími aspekty provozu Tandem Heart™ jsou koagulační parametry a riziko infekce. Nesetkali jsme se s vážnější komplikací spojenou s technickými problémy řídicí jednotky, jedenkrát bylo nutné při výpadku elektrické energie zapojit záložní řídicí jednotku a jedenkrát jsme museli řešit problémy s nedostatečným proplachem kontinuální pumpy zajišťující heparinizaci čerpadla. V jednom případě jsme museli povytáhnout nasávací kanylu o 2 cm, protože po stabilizaci oběhu došlo ke zmenšení objemu levé síně a nasávací kanyla se částečně přisávala k její stěně. Po dosažení optimální polohy bylo možné docílit maximálních otáček. Ve čtyřech případech při odstranění kanyly z cévního systému jsme místa ošetřili pouhou kompresí, v jednom případě ženy po

222 hodinách byla místa vpichu ošetřena chirurgicky suturou. U nemocných, kteří byli propuštěni z naší péče, jsme ani v jediném případě nezaznamenali jakékoli známky ischémie dolní končetiny na straně zavedené arteriální kanyly.

Třem z pěti nemocných se podařilo fázi akutního selhání funkce LK přečkat díky mechanické podpoře, dva nemocní (obě ženy) zemřeli. Jedna žena pod obrazem refrakterního selhání LK, druhá žena po 222 hodinách na nestavitelné krvácení do plic při známkách trombocytopenie. Trombocytopenie se vyskytla u všech čtyř nemocných, u kterých bylo použití pumpy delší než 24 hodin. Jeden muž (uzávěr kmene levé věnčité tepny) je po provedené úspěšné ortotopické transplantaci srdce, druhý muž (incesantní komorová tachykardie) je ve stabilizovaném stavu, nadále bez registrace jediné komorové tachyarytmie a třetí muž (vleklé srdeční selhání s remodelací levé komory a arytmií) je čekatelem ortotopické transplantace srdce. Ani u jednoho z žijících nemocných jsme nezaznamenali žádné negativní následky na cévní systém související s perkutánním zavedením obou poměrně velmi masivních kanyl. Pokud po zvládnutí šokového stavu nebo ukončení prováděné intervence uvažujeme o odpojení systému Tandem Heart™, je vhodné posoudit, jak hemodynamické parametry, tak klinický stav nemocného. Za kritéria k odpojení pVAD se uvažuje srdeční index (CI) > 2,2 l/min/m², střední arteriální tlak (MAP) > 70 mmHg a tlak v plicnici během zaklínění (PCwp) < 15 mmHg. Z klinických kritérií jsou to kontinuální snižování dávek podávaných katecholaminů a známky dobré perfúze orgánů.

Diskuze

Doposud všechny mechanické podpory oběhu určené pro nemocné v konečném stádiu srdečního selhání na čekací listině k srdeční transplantaci byly zavedeny nemocným chirurgickou cestou⁽⁴⁾. Ať již jde o systémy parakorporální, pulzatilní, nepulzatilní nebo systémy pracující s axiální pumpou⁽⁵⁾. Mechanické podpory cirkulace se tak liší především na principu udržení cirkulace. V poslední době jsou stále častěji používány náhrady pracující s využitím malé turbíny, které mají jednoznačně výhodu v menší velikosti a delší životnosti⁽⁶⁾. Mnohdy se spekuluje o jejich vlivu na krevní elementy (krevní destičky, červené krvinky), nicméně doposud ale nebyl přesvědčivě prokázán vysloveně nežádoucí vliv ve smyslu život ohrožující hemolýzy či rozpadu specifických krevních elementů⁽⁷⁾. V případě našich nemocných jsme při poměrně dlouhodobém použití (průměrná doba 85,4 hodiny) zaznamenali již významný pokles zvláště krevních destiček. Mechanismus je nejasný, dochází patrně k jejich vystupňované konsumpci. Nepozorovali jsme žádné známky přesvědčivě prokazující hemolýzy. Výrobce není striktně určen žádný časový limit pro vlastní použití, doba kontinuálního použití by neměla překročit tři týdny. Pak již hrozí zvýšená četnost infekce a krvácení⁽⁸⁾.

Diskutovanou nevýhodou systému Tandem Heart™ oproti jiným katetrizačně zaváděným podporám může být nutnost transeptálního přístupu při zavádění kanyly do levé síně. Impella™, která je opatřena atraumatickým pigtailem na konci katétru, je zaváděna retrográdní cestou přes aortální ústí a zvláště menší varianta může být zavedena velmi rychle a zvláště její méně výkonnější varianta může být zavedena prakticky bez jakýchkoliv technických potíží, zavádění by měl zvládnout každý erudovaný intervenční kardiolog.

Protiargumentem je přeci jen jiná funkce obou systémů: celková přečerpávací funkce pumpy Impella není srovnatelná se systémem Tandem Heart™ (katetrizačně zaváděný systém Impella je schopen přečerpat pouze 2,5 l/min oproti nejméně 4,5 l/min druhého systému) a také délka možného bezpečného provozu je u čerpadla Impella™ výrazně kratší. Nicméně přesto jde o velmi účinný systém vybavený axiální pumpou a pro určitý typ nemocných je jistě výhodnější (výhled velmi rychlého výkonu, zvláště „rychlá“ intervence koronárního řečiště u nemocných, u kterých ještě nedošlo k plnému rozvoji kardiogenního šoku, mají

však již výrazně menší kontraktální rezervu). Proti prvním dvěma nemocným⁽⁹⁾ se doba zavedení systému Tandem Heart™ u dalších nemocných příliš nezkrátila.

V našich pěti případech, bez ohledu na fakt, že přežili tři z pěti nemocných, dokumentujeme výrazně individuálně odlišné indikace k použití pVAD. Nicméně přes tuto výraznou odlišnost všech případů, je stále výraznější nutnost provedení rychlého rozhodnutí o použití systému pVAD u nemocných, u kterých se kardiogenní šok již rozvinul, ale stav nemocného je ještě řešitelný intervenčním základem. Rozhodovací algoritmus má zásadní vliv na další prognózu nemocného, neboť příliš časně a naopak ještě hůře příliš oddálené rozhodnutí k zavedení pVAD může vést ke ztrátě nemocného. Přemostění k velmi rizikové katetrizační intervenci kmene levé věnčité tepny jsou v literatuře dostatečně popsány a jsou jednou z „nosných“ indikací⁽¹⁰⁾. Přemostění nemocných k provedení katetrizační ablace netolerované komorové tachykardie pomocí pVAD ještě ve světové literatuře popsáno nebylo (je popsáno provedení katetrizační ablace u nemocného s dlouhodobě implantovanou mechanickou podporou). Pokud je nutné provádět kardiopulmonální resuscitaci s externím defibrilačním výbojem, je nutné čerpadlo od řídicí jednotky odpojit. Jistě velmi zajímavou indikací se jeví použití Tandem Heart™ u nemocných s akutně perforovanou mezikomorovou přepážkou jako následek akutní nekrózy myokardu. Velmi recentně byla publikována srovnávací studie, kde bylo použito u stejné skupiny nemocných randomizované pVAD Tandem Heart™ a balónková kontrapulzace⁽¹¹⁾. IABP bylo použito u 20 a pVAD u 21 nemocných, hemodynamické a metabolické parametry byly ovlivněny efektivněji při použití pVAD, 30denní mortalita se významněji nelišila (IABP 45 % vs pVAD 43 %). Jednou z významných li-

mitací použití pVAD v tomto souboru byla nutnost podání krevní transfuze u 19 z 20 nemocných se zavedením pVAD. Tato komplikace mohla být spojena s výukovou křivkou použití pVAD na uvedeném pracovišti.

Protože každé kardiocentrum v ČR by mělo být schopné provádět bezpečně transseptální punkce, je jistě otázkou dalšího vývoje, zda pVAD systém Tandem Heart™ najde širšího uplatnění v klinické praxi (jistě velmi limitujícím faktorem dalšího rozšíření se jeví nikoliv provádění transseptální punkce, ale především vysoká cena čerpadla – 400 000 Kč. Systém Impella™ lze pořídit za poloviční cenu). Výuková křivka s vynikající klinickou podporou ze strany distribuční firmy je otázkou pouze jednoho či dvou prvních použití, na dostatečně kvalifikovaném pracovišti lze systém zavést i v době kratší než jedna hodina.

V každém případě se jedná o další z možností, jak můžeme daleko efektivněji zvládnout akutní kardiogenní šok. V rámci indikace lze tedy uvažovat nejenom zajištění velmi rizikových katetrizačních intervencí (PCI), dovedení nemocného k provedení definitivního kardiologického zákroku, ale obdobně jako v našem případě dvou nemocných, podpora oběhu sloužila po dobu několika hodin k přemostění katetrizační ablace mnohočetných komorových tachykardií. Obecně lze pVAD využít i v takových případech, kde plánujeme ortotopickou transplantaci srdce v rámci „bridge to bridge“, tj do provedení dlouhodobě pracující implantabilní mechanické podpory oběhu⁽¹²⁾.

Zavedení a činnost systému Tandem Heart™ jako vůbec prvního systému pVAD je možné tedy hodnotit jako velmi efektivní. Je také důkazem toho, že katetrizační intervenční techniky stále neřekly své poslední slovo.

Literatura

- Hochman JS, Sleeper LA, Webb JG, et al. Early revascularisation in acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock SHOCK Investigators. Should we emergently revascularize occluded coronaries for cardiogenic shock *N Engl J Med* 1999; 341: 625–634.
- Meyns B, Dnes J, Sergeant P, Herijgers P, Daenen W, Flameng W. Initial experiences with Impella device in patients with cardiogenic shock-Impella support for cardiogenic shock *Thorac Cardiovasc Surg* 2003; 51: 312–317.
- Thiele H, Lauer B, Hambrecht R, et al. Reversal of cardiogenic shock by percutaneous left atrial-to-femoral arterial bypass assistance *Circulation* 2001; 104: 2917–2922.
- Pirk J, Netuka I. Možnosti chirurgické léčby chronického srdečního selhání *Kardiologické fórum* 2005; 3: 36–38.
- Kettner J. Mechanické podpory krevního oběhu *Cor Vasa* 2003; 45: 437–443.
- Meyns B, Stolinski J, Leuens V, Verbeken E, Flameng W. Left ventricular support by catheter-mounted axial flow pump reduces infarct size. *J Am Coll Cardiol* 2003; 41: 1087–1095.
- Duru F, Candinas R, Lachat M, et al. electrical and mechanical support in advanced heart failure *Eur Heart J* 2002; 23: 1005–1010.
- Frazier OH, Myers TJ, Gregoric ID, et al. Initial clinical experience with the Jarvic 2000 implantable axial-flow left ventricular assist system *Circulation* 2002; 105: 2855–2860.
- Neužil P, Kmoníček P, Niederle P, Reddy V, Šedivá L, Táborský M, et al. Perkutánně zaváděná mechanická podpora levé srdeční komory (pVAD Tandem Heart™) u nemocných v kardiogenním šoku: přemostění k život zachraňující intervenci – kazuistika dvou nemocných. *Cor Vasa* 2005; 47: 484–490.
- Ramondo A, Tarantini G, Chioin R. Refractory angina with severe left ventricular dysfunction: a case for percutaneous transseptal ventricular assistance supported revascularization *Ital Heart J* 2002; 3: 673–675.
- Thiele H, Sick P, Boudriot E, Diederich KW, Hambrecht R, Niebauer J, Schuler G. Randomized comparison of intra-aortic balloon support with a percutaneous left ventricular assist device in patients with revascularized acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock. *Eur Heart J* 2005; 26(13): 1276–83.
- Kar B, Butkevich A, Civitello AB, et al. Hemodynamic support with a percutaneous left ventricular assist device during stenting of an unprotected left main coronary artery *Tx Heart Inst J* 2004; 31: 84–86.