

INTENZIVNÍ MEDICÍNA

SOUBORNÝ REFERÁT

Současné možnosti mechanické podpory cirkulace

Březina A.¹, Říha H.¹, Mašín J.²

¹Klinika anesteziologie a resuscitace IKEM, Praha

²Klinika kardiovaskulární chirurgie IKEM, Praha

Souhrn

Mechanická podpora cirkulace představuje v současnosti alternativu léčby srdečního selhání všude tam, kde selhává maximální farmakologická léčba a standardní chirurgické řešení není možné. V článku je uveden krátký historický přehled vývoje mechanických cirkulačních podpor, jsou shrnuty indikace k zavedení, popsány fyziologické důsledky zavedení, a nakonec uveden přehled nejdůležitějších, dnes používaných přístrojů.

Klíčová slova: mechanická cirkulační podpora – intraaortální balonková kontrapulzace – levostranná srdeční podpora – pravostranná srdeční podpora – biventrikulární srdeční podpora – umělé srdce

Abstract

Current methods of mechanical circulatory support

Mechanical circulatory support is a system designed to help the failing heart in the case of pharmacological support failure and if cardiac surgery is not possible option. The article is divided into four parts. It starts with a short historical overview of mechanical circulatory support development, followed by indications for use with physiological implications. At the end there is a review of the most important devices used today.

Key words: mechanical circulatory support – intraaortal ballon pump – left ventricular assist device – right ventricular assist device – biventricular assist device – arteficial heart

Anest. intenziv. Med., 17, 2006, č. 1, s. 38–44.

Úvod

Zdokonalení léčby řady srdečních onemocnění s sebou paradoxně přináší stoupající počet nemocných se srdečním selháním.

Nejčastější příčinou bývá infarkt myokardu, stavy po mimotělním oběhu, kardiomyopatie, vrozené srdeční vady a traumata. Přes velké pokroky v terapii srdečního selhání stoupá počet případů, u nichž není léčba dostatečná a nevede k zotavení myokardu. Moderní farmakoterapie sice prodlužuje život těchto nemocných a zlepšuje jeho kvalitu, ale často nevede k vyléčení vlastního onemocnění.

Konečná stadia srdečního selhávání nelze vždy ovlivnit pouze medikamentózní léčbou. Další možnosti nabízejí specializované nefarmakologické postupy. Transplantace srdce je v současnosti jediným prokázaným a uznávaným řešením terminální fáze srdečního selhání s přijatelnými dlouhodobými výsledky. Má jasně definované místo v léčbě srdečního selhání refrakterního k medikamentózní léčbě tam, kde standardní kardiochirurgická léčba není možná. Indikační

a kontraindikační kritéria příjemců a dárců a zejména absolutní nedostatek dárců způsobují, že tato metoda léčby je stále dostupná jen omezenému počtu nemocných. Nakonec i u kandidátů indikovaných k transplantaci srdce může dojít kdykoliv v čekací době k refrakternímu selhání srdce. Proto jsou hledány další nefarmakologické postupy, které by podpořily nebo nahradily činnost selhávajícího srdce. Mezi nejúčinnější patří mechanické podpory krevního oběhu (mechanical circulatory support – MCS). Smyslem jejich použití je překlenout kritické období srdeční insuficience, zlepšit nebo normalizovat funkci hypoperfundovaných orgánů a umožnit zotavení funkce myokardu nebo vyčkání na transplantaci srdce. V některých speciálních případech jsou MCS využívány jako trvalá náhrada srdeční činnosti [1].

V USA je MCS používána ročně asi u 6000 nemocných po operaci srdce, a 20–40 % těchto nemocných je později propuštěno domů. K bridgingu před ortotopickou transplantací srdce (OTS) je v USA používána u 300–400 nemocných za rok, z nichž 50–70 % se dočká OTS [2].

V ČR je léčba MCS dostupná od roku 2003, kdy byl

v Kardiocentru IKEM v Praze implantován první systém biventrikulární srdeční podpory [3]. Do současnosti (červen 2005) bylo provedeno 16 implantací. Nejčastější indikací k zavedení představuje překlenu-tí kritické fáze srdečního selhání u kandidátů OTS [4].

Historický přehled vývoje MCS

Ačkoliv myšlenka umělé náhrady srdce byla vyslo-vena již v roce 1930, výzkum a vývoj trval několik desetiletí. V roce 1953 zavedl John Gibbon do klinic-ké praxe mimotělní oběh, který umožnil operace na otevřeném srdci. Dalším krokem vpřed byl objev intraaortální balonkové kontrapulzace (IABK) S. D. Mouloupoulosem et al. v roce 1961. O klinické rozšíře-ní metody se zasloužil o šest let později A. Kantrowitz a jeho spolupracovníci. Tento systém je velmi užiteč-ný pro nemocné s reverzibilním poškozením funkce levé komory srdeční (LK) a je dodnes nejrozšířenější metodou mechanické cirkulační podpory na světě.

V časných šedesátých letech se objevily první pokusy s použitím umělého srdce jako totální srdeč-ní náhrady (total artificial heart – TAH). Provedli je dr. Tetsuzo Akutsu a Willem Kolff na zvířatech. Přes četné problémy se během následujících deseti let prodloužilo přežití zvířat s umělým srdcem na dobu delší než jeden týden. Po těchto úspěšných poku-sech bylo TAH v roce 1969 poprvé implantováno člo-věku. Operace byla provedena v Houstonu týmem profesora Dentona A. Cooleyho. Srdce, které zkon-struoval dr. Domingo Liotta, bylo implantováno 47letému muži, kterého nebylo možno odpojit od mimotělního oběhu po kardiokirurgické operaci. TAH bylo použito jako dočasná srdeční náhrada a fungo-valo 64 hodin, po nichž byla provedena úspěšná transplantace srdce. Tento případ prokázal, že mechanická srdeční náhrada může sloužit jako most k transplantaci srdce.

Druhá implantace TAH člověku proběhla až v čer-venci roku 1981 po vylepšení technických parametrů prvního umělého srdce. Operace byla provedena na stejném pracovišti. Autorem nového modelu umělého srdce byl dr. Tetsuzo Akutsu. Příjemcem byl 36letý muž se srdečním selháním bezprostředně po opera-ci pro ischemickou chorobu srdeční. TAH bylo implan-továno na dobu 39 hodin, po nichž byla provedena transplantace srdce. Po transplantaci žil nemocný týden a zemřel na infekci a multiorgánové selhání.

První použití TAH jako trvalé srdeční náhrady pro-běhlo v roce 1982 v Salt Lake City v Utahu. Tým, vedený profesorem Williamem De Vriesem, implanta-val umělé srdce typu Jarvik-7 sestavené dr. Wille-mem Kolffem a Robertem Jarvikem.

Příjemcem byl stomatolog dr. Barny Clark, který žil s umělým srdcem 112 dní. V letech 1984–1985 byl Jarvik-7 implantován dalším čtyřem nemocným, při-čemž nejdelší přežití bylo 620 dní. Žádný z těchto nemocných nezemřel na krvácivé nebo tromboembo-lické komplikace.

První nemocný s TAH byl propuštěn z nemocnice do domácího ošetření v roce 1985.

Paralelně s vývojem TAH probíhal také výzkum podpůrných srdečních systémů (ventricular assist device – VAD). Jednalo se o zařízení nahrazující funkci pouze jedné srdeční komory, které na rozdíl od umělého srdce funguje současně se srdcem pacien-ta. Podle umístění rozlišujeme podpůrný systém pro levou komoru srdeční (LVAD), pravou komoru srdeč-ní (RVAD) nebo obě komory současně (BiVAD).

Poprvé použil LVAD v roce 1978 opět profesor Den-ton A. Cooley v Houstonu. Pacientem byl 21letý muž, u kterého se rozvinula těžká ischemická kontrakce myokardu (stone heart) bezprostředně po kardiochi-rurgické operaci. Nemocnému byla implantována jed-nokomorová pneumatická, externě poháněná krevní pumpa do oblasti břicha, která udržovala pacientovu cir-kulaci po dobu 5 dní. Poté byla provedena transplan-tace srdce. Nemocný zemřel na infekční komplikace o deset dní později. Roku 1984 byl implantován první LVAD, s nímž byl nemocný propuštěn z nemocnice do domácího ošetření [5].

V roce 1988 byl představen nový netradičně řeše-ný LVAD, jehož autorem byl Richard K. Wampler, sestavený jako axiální čerpadlo umístěné uvnitř katetru. Toto čerpadlo zaváděné perkutánně cestou femorální tepny do LK, se umísťuje přes aortální chlopek do dutiny LK. Umožňuje tak přečerpávat krev ze selhávající LK do aorty.

Z technického hlediska rozdělujeme MCS podle zajištění průtoku krve na pulzatilní a nepulzatilní, podle umístění pohonné jednotky na mobilní a stacio-nární, podle umístění čerpadel na implantovatelné a extrakorporální, podle způsobu pohonu na pneu-matické nebo elektrické.

Indikace k použití MCS

Bez ohledu na příčinu onemocnění je klinickým důvodem pro použití VAD i TAH snaha o obnovení dostatečného průtoku krve a zajištění orgánové per-fuze u nemocných v kardiogenním šoku, u nichž selhává maximální farmakologická léčba. Podle toho, která část srdce selhává, můžeme použít LVAD, RVAD, BiVAD nebo náhradu celého srdce (TAH). Podmínkou pro použití všech těchto systémů je

Tabulka 1. Indikace k zavedení MCS

- | |
|--|
| 1. Reverzibilní poškození myokardu
Akutní infarkt myokardu – refrakterní na léčbu
Syndrom nízkého srdečního výdeje po mimotělním oběhu
Akutní dekompenzace chronického srdečního selhání – refrakterní na léčbu
Akutní myokarditida – refrakterní na léčbu |
| 2. Ireverzibilní poškození myokardu
A) Překlenutí období do OTS
Chronická dekompenzace městnavého srdečního selhání – refrakterní na léčbu
Elevace plicní vaskulární resistance kontraindikující OTS
B) Trvalá náhrada srdce
Alternativa OTS tam, kde ji nelze provést. |

zachování normální funkce plic, které zajišťují dostatečnou oxygenaci přečerpávané krve. Zvláštní indikací k použití BiVAD je pokus o snížení farmakologicky neovlivnitelné plicní vaskulární rezistence (PVR), která je kontraindikací plánované OTS [6]. Obvyklé indikace k použití MCS jsou shrnuty v tabulce 1, nejčastější kontraindikace pak v tabulce 2.

Tabulka 2. Kontraindikace zavedení MCS

- | |
|---|
| <p>A) Absolutní kontraindikace:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Irreversibilní porucha jaterních funkcí (pozitivní biopsie) 2. Aktivní systémová infekce 3. Koagulopatie v anamnéze 4. Cerebrovaskulární onemocnění 5. Závažná onemocnění aorty (aneurysma, disekce, koarktace) 6. Těžká dysfunkce pravé komory srdeční s vysokou PVR (platí pouze pro zavedení LVAD) <p>B) Relativní kontraindikace:</p> <p>Porucha renálních funkcí, plicní onemocnění, arytmie, cévní mozková příhoda v anamnéze, lokální infekce, věk, malý tělesný povrch.</p> |
|---|

Fyziologické aspekty zavedení MCS

Volba mezi podporou jedné nebo obou komor současně závisí na klinických projevech selhávání (PK, LK, obou komor), na omezení preloadu (PVR, SVR) a stupni orgánového selhávání. Biventrikulární podporu volíme vždy při maligních arytmiích, selhání více než dvou orgánů, těžké dysfunkci PK a současném selhávání LK. Opožděné použití mechanické cirkulační podpory vede k rozvoji dysfunkce periferních orgánů. MCS, stejně jako normální zdravá komora, produkují tepový objem (SV) proporcionálně k velikosti náplně. Faktory, které omezují preload, mohou limitovat také výkon přístroje. Každý přístroj má specifickou senzitivitu plnění čerpadel, která určuje maximální dosažitelný průtok, stejně jako přizpůsobení se potřebám cirkulace. Vhodně vybraný přístroj dokáže udržet plnicí tlak v konstantním rozmezí a tato stabilita plnicího tlaku zajišťuje zpětně stabilní výkon čerpadla. Na druhou stranu však stabilní výkon přístroje ještě nezaručuje, že bude dosaženo adekvátního průtoku krve jednotlivými orgány [7].

Použití MCS je spojeno s poškozením červených krvinek a trombocytů při průtoku krve čerpadlem. Hemolýza, anémie a koagulační poruchy jsou běžnými komplikacemi. Rutinně jsou proto sledovány hodnoty hemoglobinu, hematokritu, hladina volného hemoglobinu v plazmě a počet trombocytů. Vzhledem k tomu, že krev dočasně opouští krevní řečiště a dostává se do styku se smáčivým povrchem, který působí protromboticky, je nutná antikoagulační nebo antiagregační léčba (podle typu přístroje). Rovněž se zvyšuje fibrinolytická aktivita, což se projevuje zvýšením hladiny D-dimerů. Současně dochází k aktivaci multifaktoriální systémové zánětlivé odpovědi spojené s dysfunkcí endotelu. Nejčastější komplikace spojené s použitím MCS shrnuje tabulka 3.

Dělení MCS přístrojů do jednotlivých skupin je obtížné. Existují nejrůznější kritéria dělení (technická, medicínská, firemní). Z hlediska klinického využití se jeví účelné dělit MCS podle předpokládáné doby použití přístroje (tab. 4). Dalším důležitým aspektem s ohledem na výskyt komplikací, komfort nemocného, ale i cenu přístroje je skutečnost, zda je krevní pumpa umístěna v těle nemocného nebo na jeho povrchu (tabulka 5).

Tabulka 3. Nejčastější komplikace při použití MCS

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Sepse 2. Multiorgánové selhání 3. Krvácení 4. Tromboembolie (cévní mozková příhoda) 5. Mechanické selhání podpory |
|--|

Tabulka 4. Rozdělení MCS přístrojů podle doby použití

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Pro krátkodobé použití:
Slouží k léčbě reverzibilní dysfunkce myokardu.
IABK, Haemopump, Impela, Biomedicus 2. Pro střednědobé použití:
Slouží k léčbě reverzibilní dysfunkce myokardu nebo jako přemostění období do OTS.
Biomedicus, Abiomed BVS 5000, Thoratec VAD, Jarvik 2000 3. Pro dlouhodobé použití:
Slouží jako přemostění období do OTS nebo jako trvalá srdeční náhrada.
AbioCor 2000, CardioWest C-70, Novacor, HeartMate |
|---|

Tabulka 5. Rozdělení MCS přístrojů podle umístění krevních čerpadel

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Parakorporální
Krevní čerpadla jsou umístěna vně těla pacienta.
Thoratec VAD, Abiomed BVS 5000
Pohon – pneumatický nebo elektrický, 2. Implantabilní
Krevní čerpadla jsou umístěna v těle nemocného.
Novacor, HeartMate, Jarvik 2000
Pohon – elektrický |
|---|

Parakorporální podpory jsou používány především ke krátkodobé či střednědobé podpoře u kandidátů OTS nebo k podpoře cirkulace po provedené kardiologické operaci.

Implantabilní systémy, jejichž výhodou je zachování celistvosti kůže a tím snížení rizika infekčních a krvácivých komplikací, bývají užívány k dlouhodobé podpoře cirkulace nebo jako trvalé řešení místo OTS. Tyto systémy zvyšují mobilitu a komfort nemocných. Elektrický pohon je zajištěn dobíjecími bateriemi umístěnými na opasku ve výši pasu nemocného. Přenos elektrické energie probíhá přiblížením baterie k implantovanému vodiči přes neporušenou kůži [8].

Přehled nejčastěji používaných MCS v klinické praxi

A) Extrakorporální

Centrifugální pumpy

Biomedicus Bio-Pump (Medtronic, Inc., Minneapolis, MN)

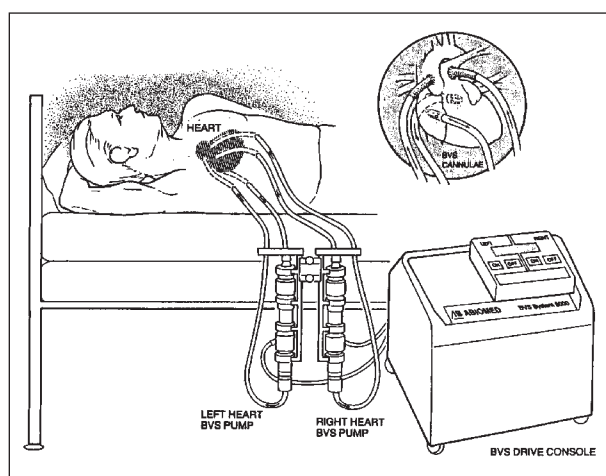
Sarns/3M Centrifugal Systém (Sarns/3M, Ann Arbor, MI)

Jedná se o neokluzivní centrifugální rotační čerpadla pro parakorporální použití. Čerpadlo je magneticky vázáno s pohonnou jednotkou a dosahuje výkonu asi 5 l/min při 5 000 otáčkách/min. Velkou výhodou těchto čerpadel je menší poškození krevních elementů a nižší stupeň nutné antikoagulace v porovnání s čerpadly okluzivními. Jsou využívána jak pro univentrikulární, tak biventrikulární podporu srdeční činnosti.

Na podobném principu pracují i čerpadla Jostra-Rotaflow a Cobe-Dolphin.

Abiomed BVS 5000 (Abiomed Cardiovascular, Inc., Danvers, MA)

Je parakorporální, gravitačně plněný, pulzatilní podpůrný systém, který může být použit jako univentrikulární nebo biventrikulární podpora (obr. 1). Plnění čerpadla je ovlivněno výškovým rozdílem mezi síněmi nemocného a umístěním čerpadel. Každé čerpadlo, vyrobené z polyuretanu, je tvořeno dvěma dutinami, které odpovídají síni a komoře. Směr toku krve je zajišťován dvěma trojcípými chlopněmi pro každou dutinu. Pohon čerpadla je pneumatický. V roce 1988 získalo toto zařízení, jako první svého druhu, atest FDA pro krátkodobou podporu srdeční činnosti po kardiochirurgických operacích.

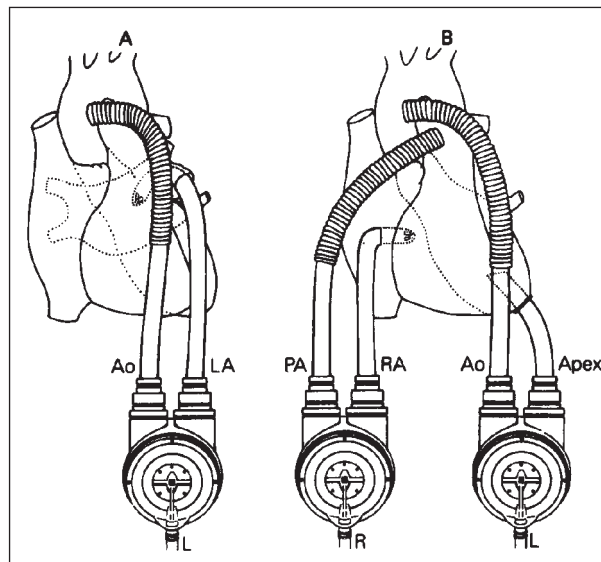


Obr. 1. Abiomed BVS 5000

Thoratec VAD System (Thoratec Laboratories Corp., Pleasanton, CA)

Jedná se o parakorporální, pulzatilní podpůrný komorový systém používaný pro univentrikulární i biventrikulární podporu (obr. 2).

Systém se skládá z polyuretanové komory o obje-



Obr. 2. Thoratec VAD System

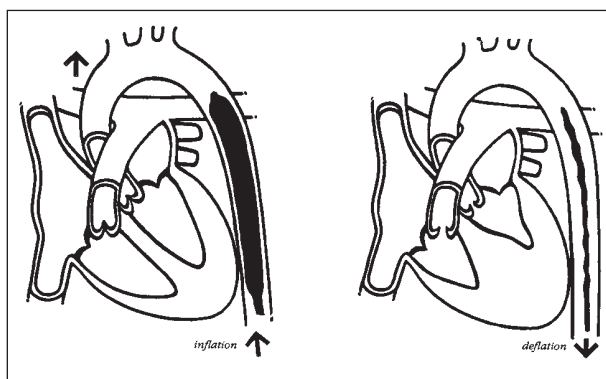
mu 65 ml, kanyl pro spojení se síní a srdeční komorou nemocného, diskových mechanických chlopní a pohonné a řídicí jednotky. Stěna komory má dvě vrstvy, z nichž jedna zajišťuje elasticitu a druhá, pokrytá kyslíčnickem uhlíčitým, trombo rezistenci. Celá komora je pak uzavřena v pevném, nárazuvzdorném obalu. Pneumatická pohonná jednotka generuje střídavě pozitivní a negativní tlak zajišťující plnění a vyprazdňování komory. Řídicí jednotka zajišťuje tři různé programy, které používáme podle potřeb pacienta: asynchronní režim s fixní frekvencí, objemový režim – po naplnění komory dojde k jejímu vyprázdnění (variabilní frekvence), a synchronní režim se srdeční akcí pacienta. Objemový režim (vyprázdnění komory po jejím naplnění) je nejčastěji používaný, protože automaticky zajišťuje frekvenci a tím i odtok krve podle žilního přítoku, a tedy potřeb organismu. Výhodou tohoto systému je jeho univerzálnost.

Tento typ cirkulační podpory jsme začali používat na našem pracovišti (Kardiocentrum IKEM, Praha) v roce 2003 [3]. Jednalo se o první použití umělé mechanické srdeční podpory v zemích bývalého východního bloku. Byl použit jako biventrikulární podpora u nemocného v terminální fázi srdečního selhání s počínající orgánovou dysfunkcí, kterou nebylo možné zvládnout intravenózní farmakologickou léčbou [4]. Podpora fungovala 30 dní, po nichž byla nemocnému provedena úspěšná OTS.

B) Intrakorporální

Intraaortální balonková kontrapulzace (IABK)

Je zařízením určeným ke zlepšení funkce myokardu zvýšením koronární perfuze v průběhu diastoly a snížením afterloadu komory v době systoly (obr. 3). Jedná se o balonkový katétr (plněný oxidem uhlíčitým nebo heliem) zaváděný do descendentní hrudní aorty k podpoře funkce LK nebo do plicnice k podpoře funkce PK. Synchronizace se srdeční činností je zajištěna podle elektrokardiografické křivky. V aortál-

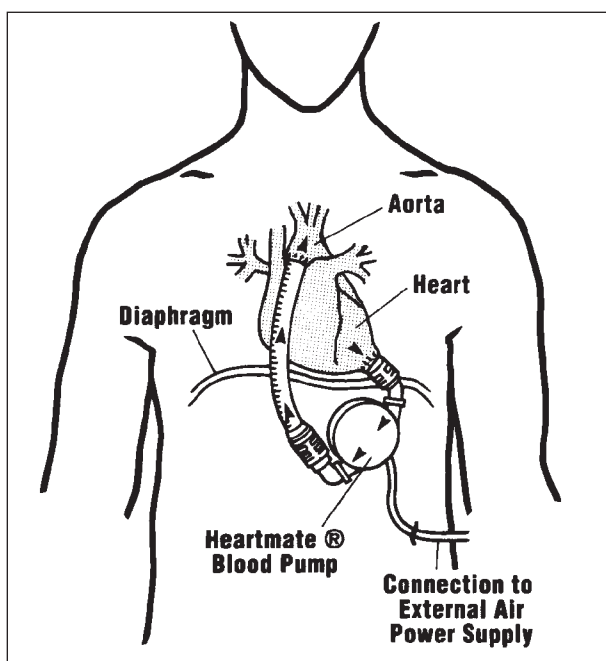


Obr. 3. Intraaortální balonková kontrapulzace

ní pozici vede inflace balonu v diastole k augmentaci diastolického krevního tlaku, který zlepšuje koronární perfuzi. Naopak v časně systole vede deflace kontrapulzačního balonu k poklesu afterloadu LK, a tím ke snížení její tepové práce. Účinnost zařízení je fyzikálně omezena a může snížit mechanickou práci srdce maximálně o 25 %. Zavádí se perkutánně cestou femorální tepny. Pohon je pneumatický, extrakorporální.

Thoratec HeartMate (Thoratec Laboratories Corp., Pleasanton, CA)

Je implantabilní levostranný podpůrný systém (LVAD). Starší modely byly vybaveny pneumatickým pohonem, novější pak elektrickým (obr. 4). Novinkou tohoto vylepšeného systému byl implantabilní elektromotor, spojený s externím zdrojem vodičem vedeným přes kůži, a dále tkaninový vnitřní povrch ploch, které jsou v kontaktu s krví, což vede k vytvoření biokompatibilního povrchu po kontaktu s krevními elementy. Systém používá rovněž biologické chlopně. Tím se snižuje riziko vzniku trombů i při dlouhodo-



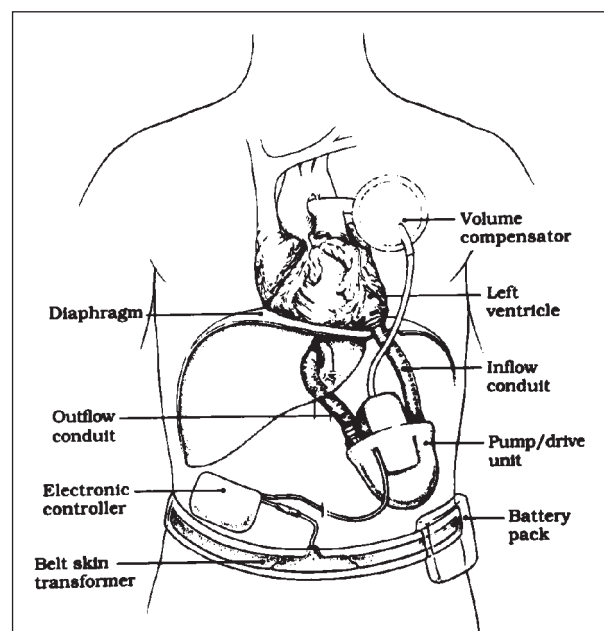
Obr. 4. Thoratec HeartMate

bém použití. Systém je implantován do levého horního břišního kvadrantu s vtokovým vedením z hrotu LK a výtokem do aorty. Krevní pumpa má maximální objem 83 ml a výkon do 10 l/min.

Novacor N 1000 PC (Baxter Healthcare Corp., Berkeley, CA)

Je implantabilní levostranný podpůrný systém (LVAD) s elektrickým pohonem, koncipovaný pro dlouhodobou cirkulační podporu. Elektrický pohon z bateriového zdroje je zajištěn implantabilním páskem, který umožňuje přenos energie přes neporušenou kůži (obr. 5). Systém má variabilní kompenzátor objemu (VVC), který dovoluje autoregulaci podle fyziologických potřeb organismu. Specifickými parametry jsou nízký plicní tlak, který je dostatečný pro plný výkon čerpadla a možnost úplné náhrady srdečního výdeje. Velkou výhodou tohoto systému je spolehlivost a minimální zátěž pro nemocného.

Čerpadlo je implantováno do břišní stěny v levém horním kvadrantu. Vtoková a výtoková část je vyvedena bránicí u žeberního okraje a spojuje srdeční hrot a ascendentní aortu. VVC je uložen v levém pleurálním prostoru a komunikuje s čerpadlem. Elektronická kontrola systému je implantována v pravém subkostálním prostoru a spojena flexibilním vedením s čerpadlem a podkožním páskem přenášejícím elektrickou energii. Zdroj energie umístěný na opasku dovoluje nemocnému zcela nezávislý pohyb.



Obr. 5. Novacor N 1000 PC

C) TAH

CardioWest C-70 (Jarvik-7) (CardioWest Technologies, Inc., Tuscon, AZ)

Jedná se o umělé srdce (TAH), které je tvořeno plastickou, biventrikulární pumpou s externím pneumatickým pohonem. Existuje ve dvou provedeních – s komorami o objemu 70 nebo 100 ml. Komory jsou polyureta-

nové s grafitovou antitrombogenní úpravou vnitřní vrstvy, se dvěma mechanickými chlopněmi pro každou komoru. Srdeční výdej umělého srdce závisí na plicním tlaku. Předpokládaný výkon při hodnotě centrálního žilního tlaku (CVP) 5 mm Hg je 4–5 l/min, a může vzrůst až na 10–12 l/min při CVP 10–15 mm Hg.

Komory jsou poháněny stlačeným vzduchem. Nastavuje se zvlášť řídicí tlak levé a pravé komory, srdeční frekvence a časové nastavení dovolující stanovit procenta času na vyprázdnění srdce (systoly) nebo naplnění (diastoly). Řídicí tlak se nastavuje dostatečně vysoký tak, aby zcela vyprázdnil komoru při každém úderu. Objemový režim dovoluje automatické nastavení objemů pumpovaných mezi pravou a levou komorou. Se zvýšením žilního návratu stoupá i výkon čerpadla.

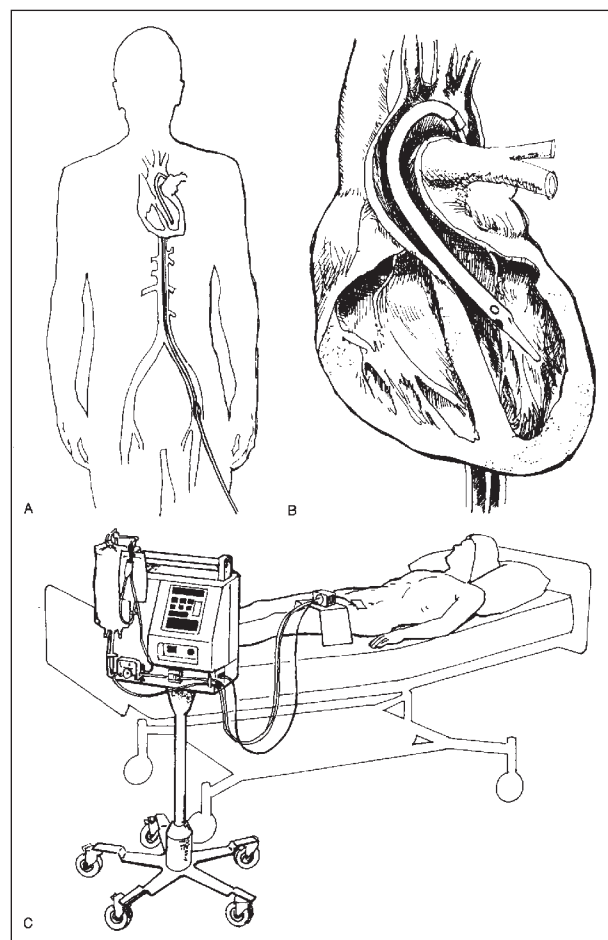
Abiomed TAH-2000 (Abiomed Cardiovascular, Inc., Danvers, MA)

Je nejnovějším výrobkem této firmy. Jedná se o umělé srdce uložené v titanovém pouzdře s elektrickým pohonem, určeném jako dočasná i trvalá srdeční náhrada.

D) Axiální

Haemopump

Je axiální čerpadlo umístěné uvnitř katétru s vněj-



Obr. 6. Haemopump

ším průměrem 21 Fr, které je schopno přečerpávat 0,5–2,5 l/min krve při 25 000 otáčkách za minutu. Zavádí se z periferní tepny, většinou *a. femoralis*. Čerpadlo je umístěno v dutině LK a vede přes aortální chlopeň do ascendentní aorty, kam také přečerpává krev z LK (obr. 6). Průtok čerpadlem je kontinuální, nepulzatilní, bez nutnosti synchronizace s funkcí srdce. Použití tohoto systému snižuje endsystolický i enddiastolický tlak v LK. Střední arteriální tlak zůstává nezměněn a koronární průtok se zvyšuje přibližně dvojnásobně. Velkou předností systému Haemopump je snadné zavedení. Pohon je elektrický, extrakorpórně umístěným motorkem. Spojení mezi turbinovým čerpadlem a motorem zajišťuje bowden vedoucí katétre. Lubrikaci bowdenu zajišťuje kontinuální infuze 40% dextransů a vody v dávce 200 ml/den, která se dostává do cirkulace nemocného.

Impella Recover[®] Pumpsystem (Impella Cardio Systems AG, Aachen, D; Abiomed Cardiovascular, Inc., Danvers, MA)

Je zařízení velmi podobné systému Haemopump, avšak axiální turbínové čerpadlo má vlastní elektrický motorek. Zavádí se rovněž pomocí katétru z periferního tepenného řečiště a má i stejné umístění. Výhodou zařízení je menší náchylnost k mechanickým poruchám, protože v katétru je umístěn pouze elektrický vodič. Výkon elektromotorku v jednotkách wattů dosahuje až 30 000 otáček/min.

Používá se k podpoře cirkulace v plicním i systémovém řečišti. Proto má i speciální konfiguraci pro pravo- a levostranné použití.

Jarvik 2000 Heart (Jarvik Heart, New York, NY)

Je implantabilní levostranný podpůrný systém (LVAD), který vytváří pomocí axiálního rotačního čerpadla kontinuální nepulzatilní tok krve z levé komory do aorty. Kontinuální průtok zmenšuje městnání krve v komoře a významně snižuje riziko vzniku trombózy. Použití axiálního čerpadla také eliminuje potřebu umělé komory, chlopní a vtokového systému, které byly nezbytné u předešlých typů LVAD. Vzhledem k plynule nastavitelnému výdeji čerpadla může systém sloužit skutečně jako podpůrný, a tím vytvářet optimální podmínky pro zotavení LK, zatímco klasické LVAD funkci komory převážně nahrazují. Abdominální uložení čerpadel klasických LVAD ovšem také působí problémy u dětí a dospělých malého vzrůstu [9].

Jarvik 2000 se implantuje do dutiny LK a výtoková část prochází hrotem levé komory a ústí pomocí umělé protězy do descendentní hrudní aorty. Operace může být provedena z levostranné thorakotomie, což významně snižuje riziko reoperace po operacích ze střední sternotomie. Pohon systému je elektrický. Zdroj energie je umístěn na opasku s perkutánním propojením.

Závěr

Mechanická podpora cirkulace představuje významný pokrok v léčbě nemocných s terminálním srdečním selháním [10]. V roce 2001 byla publikována velká randomizovaná studie [11], která prokázala výhody dlouhodobé aplikace mechanických cirkulačních podpor u nemocných se závažným srdečním selháním nevhodných k OTS oproti maximální medikamentózní terapii. Ve studii REMATCH (Randomized Evaluation of Mechanical Assistance for the Treatment of Congestive Heart Failure) bylo randomizováno 129 nemocných (68 pacientů s mechanickou podporou proti 61 pacientům léčených medikamentózně). Medián přežití ve skupině s mechanickou podporou byl 408 dnů vs 150 dnů ve skupině farmakologické léčby [11].

Literatura

1. Kettner, J. Mechanické podpory krevního oběhu. *Cor Vasa*, 2003, 45, s. 437–443.
2. Mechanical Cardiac Support 2000: Current applications and future trial design. Consensus Conference Report. June 2000, Bethesda, Maryland.
3. Kettner, J., Pirk, J., Netuka, I., Malý, J., Březina, A., Mašín, J. První použití mechanické srdeční podpory v České republice. *Interv. akut. Kardiol.*, 2004, 3, s. 86–88.
4. Kettner, J., Pirk, J., Netuka, I., Březina, A., Říha, H., Malý,

J., Mašín, J. Použití mechanické srdeční podpory – první zkušenosti v České republice. *Čas. Lék. čes.*, 2005, 144, s. 38–42.

5. Lewis, T., Graham, T. G. Mechanical circulatory support. Edward Arnold, 1995.
6. Wieselthaler, G. M. Indications for mechanical circulation support and patient selection criteria. In *Manual of the Department of Cardiothoracic Surgery*. Vienna : University of Vienna 2003.
7. Schima, H. Hemodynamic management of LVAD- and BiVAD-patients. In *Manual of the Department of Cardiothoracic Surgery*. Institute of Biomedical Engineering and Physics. Vienna : University of Vienna 2003.
8. Petrou, M. Implantable left ventricular assist device. *Br. J. Cardiol.*, 2003, 10, AIC, p. 78–81.
9. Nussmeier, N. A., Probert, Ch. B., Hirsch, D., Cooper, J. R., Jr., Gregoric, I. D., Myers, T. J., Frazier, O. H. Anesthetic management for implantation of the Jarvik 2000™ left ventricular assist system. *Anesth. Analg.*, 2003, 97, p. 964–971.
10. Kaplan, J. A. *Cardiac anesthesia*. 3. vyd. Philadelphia : W. B. Saunders Company 1993, p. 1122–1145.
11. Rose, E. A., Gelijns, A. C., Moskowitz, A. J. et al. Long-term use of a left ventricular assist device for end-stage heart failure. *N. Eng. J. Med.*, 2001, 345, p. 1435–1443.

Došlo 5. 5. 2004.

Přijato 1. 9. 2005.

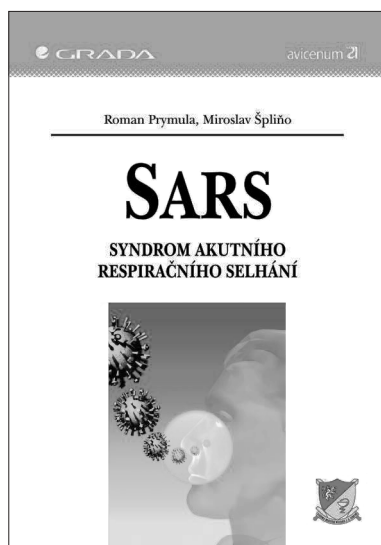
Adresa pro korespondenci:
MUDr. Aleš Březina, CSc.

IKEM

Vídeňská 1958/9

140 21 Praha 4-Krč

e-mail: ales.brezina@medicon.cz



SARS – Syndrom akutního respiračního selhání

Roman Prymula, Miroslav Šplího

Publikace přináší ucelené a kvalitní zpracování mimořádně aktuálního tématu – průběhu pandemie 21. století. Zároveň dává důležité informace o hrozbě SARS v kombinaci s rizikem bioterorismu, hrozící pandemií chřipky či ptačí chřipky... Určeno nejen epidemiologům, mikrobiologům a infekcionistům – ale i široké zdravotnické veřejnosti, která v ní najde poučení i informace, jak postupovat a jak se chránit při pandemii nejen SARS.

Vydala Grada Publishing v roce 2005, ISBN 80-247-1550-3, kat. číslo 1062, formát 15x21, brožovaná vazba, 144 stran, cena 195 Kč.

Objednávku můžete poslat na adresu: Nakladatelské a tiskové středisko ČLS JEP, Sokolská 31, 120 26 Praha 2, fax: 224 266 226, e-mail: nts@cls.cz