

# Minimalinvasiv implantation av mekanisk hjärtpump

## Gott resultat vid det första ingreppet i Sverige

**MAGNUS DALÉN**, AT-läkare, doktorand, thoraxkliniken; institutionen för molekylär medicin och kirurgi  
magnus.dalen@karolinska.se  
**PETER SVENARUD**, överläkare, med dr, thoraxkliniken; institutionen för molekylär medicin och kirurgi  
**LARS H LUND**, överläkare, docent, hjärtkliniken; institutionen för medicin

**AGNETA MÅNSSON-BROBERG**, biträdande överläkare, med dr, hjärtkliniken; institutionen för medicin  
**KARL-HENRIK GRINNEMO**, biträdande överläkare, med dr, thoraxkliniken; institutionen för molekylär medicin och kirurgi; samtliga Karolinska universitetssjukhuset och Karolinska institutet, Stockholm

Framstegen inom utvecklingen av mekaniska hjärtpumpar (left ventricular assist devices, LVAD) har lett till att dessa idag är vedertagen behandling vid svår terapiresistent hjärtsvikt. Resultaten efter implantation är goda, och i selekterade material är ettårsöverlevnaden ca 90 procent [1-5], vilket är i paritet med resultaten efter hjärttransplantation.

Initialt implanterades LVAD uteslutande på patienter med svår hjärtsvikt i väntan på hjärttransplantation («bridge to transplant»). Hos ett fåtal patienter med dilaterad kardiomyopati eller peripartumkardiomyopati har hjärtfunktionen återhämtat sig under LVAD-behandlingen, som därmed kunnat avvecklas («bridge to recovery») [6-8]. I Europa har sedan år 2005 mekaniska hjärtpumpar implanterats som permanent behandling hos patienter med kontraindikation mot hjärttransplantation (destinationsterapi). I Sverige implanterades den första destinationspumpen 2007 [9].

En LVAD understödjer vänsterkammarmfunktionen genom en inflödeskanyl som ansluts till vänsterkammarens apex och ett utflödesgraft som anastomoseras till aorta ascendens. LVAD-systemet drivs med externa batterier, anslutna till pumpsystemet via en transkutan elkabel. Drifttiden för de nyare litiumjonbatterierna överstiger tio timmar, vilket gör att patienten kan röra sig fritt dagtid. LVAD-systemet kan leverera ett flöde på ca 10 liter/minut och kan därmed helt ersätta vänsterkammarmfunktionen. Behandlingen är dock beroende av en intakt högerkammarmfunktion, och högerkammarsvikt utgör i många fall en kontraindikation mot LVAD-implantation.

### Traditionell kontra minimalinvasiv teknik

Traditionellt sett är implantation av pumpsystemet ett stort ingrepp och inkluderar full median sternotomi, stöd av hjärt-lungmaskin och dislokation av hjärtat för exponering av vänsterkammarens apex. Det kirurgiska traumat medför risk för stora blödningar, och dislokation av hjärtat innebär sänkt hö-

gerkammarmperfusion under ingreppet, vilket kan leda till försämrad högerkammarmfunktion postoperativt [5].

Minimalinvasiv implantationsteknik används vid andra toraxkirurgiska ingrepp, såsom implantation av klaffproteser i aorta- och mitralisposition, och kan även ha fördelar vid LVAD-implantation jämfört med traditionell teknik. Minimalinvasiv implantation kräver dock ett miniatyriserat LVAD-system. HeartWare VAD (HVAD, HeartWare Inc, Framingham, USA; Figur 1) tillhör tredje generationens LVAD. Det är betydligt mindre än det tidigare ledande systemet HeartMate II (Thoratec Corp, Pleasanton, USA) och möjliggör implantation i perikardiet. HVAD-systemet består av en hydrodynamisk centrifugalpump med magnetisk upphängning av en impeller som levererar ett kontinuerligt flöde [2, 4, 10]. Långtidresultaten vid behandling med HVAD har varit goda med avseende på både livskvalitet, hjärtsviktssymtom och förekomst av komplikationer [1-4]. HVAD tillåter minimalinvasiv implantation, och den första beskrivna minimalinvasiva implantationen skedde via bilaterala anteriora torakotomier [11]. I denna artikel rapporterar vi våra erfarenheter av den första minimalinvasiva implantationen av HVAD i Sverige.

### FALLET

Fallet rör en 68-årig man med ischemisk hjärtsjukdom och grav hjärtsvikt i NYHA-funktionsklass IV som remitterades till thoraxkliniken, Karolinska universitetssjukhuset, Stockholm, för ställningstagande till implantation av LVAD som destinationsterapi. Ekokardiografi visade uttalat nedsatt vänsterkammarmfunktion men bibehållen högerkammarmfunktion. Hjärtkateterisering visade kraftigt nedsatt hjärtminutvolum, 1,6 liter/minut.

Implantation av HVAD skedde under generell anestesi och med användning av peroperativ transesofageal ekokardiografi. Via en 6 cm lång hudincision över sternums övre del kunde en ministernotomi utföras. Sternum delades i mittlinjen uppfifrån och ner till en nivå motsvarande tredje interkostalrummet. Här vinklades sternotomin ut åt höger in i interkostalrummet. Perikardiet inciderades över aorta ascendens. Samtidigt utfördes en vänstersidig anterior minitorakotomi i femte interkostalrummet via en 8 cm lång hudincision, och perikardiet kunde även här öppnas för att med hjälp av en särskild retraktor exponera vänsterkammarens apex (Figur 2).

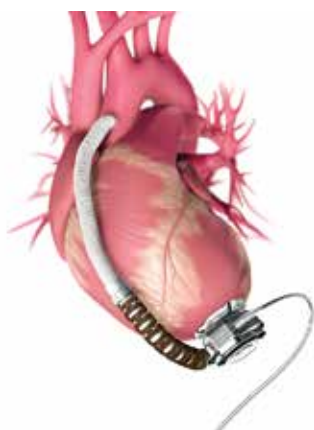
Efter heparinisering kanylerades höger vena femoralis percutant med Seldingerteknik och aorta ascendens med sedvanlig teknik, och patienten anslöts till hjärt-lungmaskin. Under fibrillering av hjärtat insuturerades en sykrage utanpå vänsterkammarens apex (Figur 3). Myokardiet inom sykragen inciderades och utstansades. Pumphusets inflödeskanyl anslöts till vänsterkammaren via sykragen, och utflödesgraftet tunnelerades intraperikardiellt och anastomoseras till aorta ascendens. Den transkutana elkabeln tunnelerades till bukens övre vänstra kvadrant. Vänsterkammarmstödet pump-

### SAMMANFATTAT

**Mekaniska hjärtpumpar** används i väntan på hjärttransplantation, vid återhämtning av hjärtfunktionen och som permanent behandling då hjärttransplantation är kontraindicerad.  
**Kort- och långtidsöverlevnaden** är god, och implantationsfrekvensen ökar kontinuerligt i Europa och USA.  
**Median sternotomi** är standardincision för implantation av en mekanisk hjärtpump.

**Miniatyriserade** hjärtpumpar möjliggör minimalinvasiv implantation.  
**Minimalinvasiv implantation** kan minska både det kirurgiska traumat och den intraoperativa belastningen på höger kammare.  
**Endast ett fåtal** rapporter om minimalinvasiv implantation av mekanisk hjärtpump finns tillgängliga, varför det är för tidigt att utvärdera eventuella fördelar med ingreppet.

## KLINIK &amp; VETENSKAP FALLBESKRIVNING



**Figur 1.** Mekanisk hjärtpump av typen HeartWare implanterad med inflöde till vänsterkammarens apex och utflöde via ett syntetiskt graft till aorta ascendens. Nederst ses den transkutana elkabeln. Publiceras med tillstånd av HeartWare Inc.

de extuberas 65 timmar efter att operationen avslutats och vårdades tre dygn på intensivvårdsavdelning följt av sex dygn på intermediärvårdsavdelning. Det postoperativa förloppet var okomplicerat, fränsett utvecklandet av en sentamponad med sekundär njursvikt, som krävde tre dygns kontinuerlig hemodialys. Efter 59 dygn på vårdavdelning kunde patienten skrivas ut till hemmet i gott skick. Tre månader efter operationen är patienten i NYHA-funktionsklass II. Livskvaliteten uppskattades med hjälp av hälsoenkäten SF-36. Resultatet för fysisk hälsa (physical component summary, PCS) var 32,1 och för mental hälsa (mental component summary, MCS) 63,8 (normerade skalor, där medelvärdet är 50).

## DISKUSSION

Med minimalinvasiv LVAD-implantation reduceras det kirurgiska traumat och dislokation av hjärtat kan undvikas, vilket minskar påfrestningen på högerkammaren. Endast ett fåtal rapporter av LVAD-implantation med minimalinvasiv teknik har hittills publicerats [1], vilket innebär att det ännu är för tidigt att utvärdera tekniken.

Det reducerade kirurgiska traumat kan minska risken för blödning och postoperativ smärta. Median sternotomi är förenad med risk för postoperativ mediastinit, ett tillstånd med hög morbiditet och mortalitet. Incidensen av mediastinit kan eventuellt minskas med minimalinvasiva incisioner. Den minimalinvasiva tekniken kan vara av extra värde för patienter



**Figur 2.** Incisioner vid minimalinvasiv implantation av mekanisk hjärtpump. Ovan vänstersidig anterior minitorakotomi, nedan ministernotomi.



**Figur 3.** Insuturering av sykrage till vänsterkammarens apex. Sykragen utgör utflödeskanalens förankring till myokardiet.

flöde ökades gradvis samtidigt som hjärt-lungmaskinen kunde avvecklas. Ministernotomin slöts med cerklage och minitorakotomin med interkostalsuturer. Patienten kunde

som redan genomgått hjärtkirurgi, då median resternotomi är förenad med risk för skada på hjärtat och eventuella graft. Att undvika median sternotomi vid LVAD-implantation är också till fördel för patienter som senare hjärttransplanteras, då dessa patienter inte behöver genomgå resternotomi.

Fördelar med minimalinvasiv implantationsteknik har visats vid andra hjärtkirurgiska ingrepp. Patienter som genomgick minimalinvasiv aortaklaffimplantation med högersidig minitorakotomi krävde mindre blodtransfusioner och hade kortare ventilator- och vårdtider än patienter som genomgick konventionell aortaklaffimplantation [12]. Patienter som genomgick minimalinvasiv mitralklaffkirurgi med minitorakotomi krävde färre blodtransfusioner och hade lägre grad av tidig återinläggning på sjukhus efter ingreppet [13].

Med ökad prevalens av hjärtsvikt, brist på donatorhjärtan och snabb teknisk utveckling förespås antalet implantationer av mekaniska hjärtpumpar öka. Den tekniska utvecklingen av LVAD-systemen möjliggör en implantationsteknik som kan leda till förbättrade resultat. Minimalinvasiv implantation av LVAD är ett viktigt steg i utvecklingen av LVAD-behandling; på Karolinska universitetssjukhuset kommer denna teknik att fortsätta att användas och utvecklas. Det låga antalet genomförda minimalinvasiva implantationer innebär dock att det ännu är för tidigt att utvärdera potentiella fördelar med tekniken.

■ *Potentiella bindningar eller jävsförhållanden: LH Lund har erhållit forskningsmedel samt konsult- och föreläsningsarvoden från HeartWare och Thoratec. P Svenarud har erhållit föreläsningsarvoden från HeartWare, Thoratec, Mediplast och Vingmed.*

## REFERENSER

- Lahpor J, Khaghani A, Hetzer R, et al. European results with a continuous-flow ventricular assist device for advanced heart failure patients. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2010;37:357-61.
- Strueber M, O'Driscoll G, Jansz P, et al. Multicenter evaluation of an intrapericardial left ventricular assist system. *J Am Coll Cardiol.* 2011;57:1375-82.
- Starling RC, Naka Y, Boyle AJ, et al. Results of the Post-U.S. Food and Drug Administration-approval study with a continuous flow left ventricular assist device as a bridge to heart transplantation: a prospective study using the INTERMACS (Interagency Registry for Mechanically Assisted Circulatory Support). *J Am Coll Cardiol.* 2011;57:1890-8.
- Aaronson KD, Slaughter MS, Miller LW, et al. HeartWare Ventricular Assist Device (HVAD) Bridge to Transplant ADVANCE Trial Investigators. Use of an intrapericardial, continuous-flow, centrifugal pump in patients awaiting heart transplantation. *Circulation.* 2012;125:3191-200.
- Lund LH, Matthews J, Aaronson K. Patient selection for left ventricular assist devices. *Eur J Heart Fail.* 2010;12:434-43.
- Birks EJ, George RS, Firouzi A, et al. Long-term outcomes of patients bridged to recovery versus patients bridged to transplantation. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2012;144:190-6.
- Birks EJ, Transley PD, Hardy J, et al. Left ventricular assist device and drug therapy for the reversal of heart failure. *N Engl J Med.* 2006;355:1873-84.
- Lund LH, Grinnemo KH, Svenarud P, et al. Myocardial recovery in peri-partum cardiomyopathy after continuous flow left ventricular assist device. *J Cardiothorac Surg.* 2011;6:150.
- Svenarud P, Grinnemo KH, van der Linden J, et al. Mekanisk hjärtpump alternativt då transplantation är kontraindicerad. Permanent behandling nu möjlig tack vare snabb teknisk utveckling. *Läkartidningen.* 2009;106:1354-6.
- Wieselthaler GM, O'Driscoll G, Jansz P, et al. for the HVAD Clinical Investigators. Initial clinical experience with a novel left ventricular assist device with a magnetically levitated rotor in a multi-institutional trial. *J Heart Lung Transplant.* 2010;29:1218-25.
- Popov AF, Hosseini MT, Zych B, et al. HeartWare left ventricular assist device implantation through bilateral anterior thoracotomy. *Ann Thorac Surg.* 2012;93:674-6.
- Glauber M, Miceli A, Gilmanov D, et al. Right anterior minithoracotomy versus conventional aortic valve replacement: a propensity score matched study. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2013;145:1222-6.
- Goldstone AB, Atluri P, Szeto WY, et al. Minimally invasive approach provides at least equivalent results for surgical correction of mitral regurgitation: a propensity-matched comparison. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2013;145:748-56.

---

**■ SUMMARY**

Left ventricular assist devices are implanted as bridge to transplant, bridge to recovery, bridge to decision, and as destination therapy when heart transplantation is contraindicated. Short- and long-term survival is good and number of implantations is continuously increasing in Europe and the USA. Median sternotomy is today the incision of choice for implantation. However, miniaturized left ventricular assist devices enable minimally invasive implantation, with reduced surgical trauma as a result. There is only a limited number of reports regarding minimally invasive implantation of left ventricular assist devices and it is too early to draw any conclusions regarding the potential advantages with this technique.