

# HET EINDE VAN HARTZIEKTEN

● Het kunstmatige hart is de *heilige graal* van prothesemakers. Al meer dan veertig jaar proberen technologen een mechanisch apparaat te ontwikkelen dat kan dienen als vervanging voor het belangrijkste menselijk orgaan, maar tot nu toe hebben ze weinig successen behaald. Inmiddels worden wel goede resultaten geboekt met een nieuw soort pomp die *samenwerkt met het hart* en de levensduur van patiënten verlengt. Nu de techniek steeds verfijnder wordt vraag je je af: is dit de opstap naar een nieuw tijdperk? Wordt een *stenuhart* net zo gewoon als een *boorapparaat*?

DOOR OLIVER BROUDV & EMILT VAN HARDEVELD  
FOTOGRAFIE MAX AGUIRRA-HELLEWEG

Greg Jones zit onder-  
uitgezaakt in een  
kantoorstoel in  
zijn eengezinswo-  
ning, zes kilometer  
uit het centrum  
van Chicago. Een  
Windows-scherm  
bevroren op de com-

puter achter hem. Ik trek voorover en voel  
aan zijn pols. Maar ik voel geen polsslag.  
Ik voel nog een keer schuif mijn vingers  
over zijn huid op zoek naar de slagader.

● Ik voel steeds voel ik niets. Dan kijk ik naar  
zijn gezicht, dat van oor tot oor begint te  
glimlachen. Greg Jones is niet dood. Onder  
de paarse sweater stijgt en daalt zijn borstkas

met een ljeeren regelmaat. Op zijn 38 heeft  
Jones een bedrijf in catering, dat is gespeci-  
aliseerd in het geven van barbecues. Door  
zijn ontspannen houding is het makkelijk  
om hem voor te stellen terwijl hij zich buigt  
over een grote rokende barbecue. Hij is fors  
gebouwd, met zijn 1,93 meter en 125 kilo.  
Een echte storman, zij het wat minder  
sterk dan toen hij nog basketbal speelde op  
de middelbare school.

Even goed heeft Jones geen signaleerbare  
polsslag. Het bloed dat door zijn aderen  
stroomt, wordt gestaag voorgestuwd door  
de *Thoratec HeartMate II*, een pomp die  
een onafgebroken stroming veroorzaakt en  
die bij experts bekend staat als IVAD (left  
ventricular assist device). Leken hebben

het liever over een 'stenuhart'. Pompen als  
deze zijn de meest recente ontwikkeling  
op het gebied van stenuharten en het zijn  
ware levensredders voor mensen als Jones,  
van wie het hart niet sterk genoeg is om de  
bloedsomloop zelfstandig aan te drijven.

Na vele jaren waarin is geprobeerd om  
de werking van het hart na te bootsen, mei  
kunstmatige kleppen en kamers, realiseer-  
den de technici zich dat wat het best werkt  
voor vlees nog niet het best hoeft te werken  
voor plastic en metaal. Het resultaat: een  
tweede generatie IVAD's die niet werken als  
een blaasbalg, maar meer als een pomp. Het  
enige bewegende deel in de HeartMate II is  
een bijna vier centimeter lange schroef, die  
draait met 8.000 tot 12.000 omwentelingen



#### HET HART

*Het menselijke hart bestaat in principe uit twee pompen die tegen elkaar aan liggen. De zwakere rechter hartkamer die bloed naar het lichaam pompt, en de kleinere linker hartkamer die bloed naar de longen stuurt. De kleinere geneante slaanbatterijen onderaan de linkerhartkamer en aan het rechter hart pompen. Ze kunnen worden gebruikt om een hele reeks van problemen te behandelen, van hartinfarcten, spierziekten van het hart of de hartkleppen, en aangeboren hartafwijkingen.*

per minuut om zuurstofrijk bloed door het lichaam te sturen.

'Soms, als het echt stil is en ik op een bepaalde manier lig,' zegt Jones, 'Hoor ik het geluid, een heel zacht mmmmmmmmm.'

Als de jaren 90 het decennium van de medicijnen zijn, met het succes van cholesterolverlagende statines en de ACE-remmers, dan is het eerste decennium van het nieuwe millennium dat van de medische apparaten. Alleen al in Amerika zijn al meer dan 11.000 steunharten geïmplanteed bij hartpatiënten en in Nederland werden in er het UMC recht al 115 geplaatst. In laboratoria over hele wereld wordt gewerkt aan nieuwe generaties.

De laatste versies hebben net zo veel gemeen met de eerste kunstmatige harten – zoals de *Jarvik 7* uit 1982 die van stroom werd voorzien door een apparaat ter grootte van

uitzoeken wat echt werkt.

In deze technologische ontdekkingsstocht staat enorm veel op het spel. Want ook al weten we van alles over het belang van gezonde voeding en regelmatige lichaamsbeweging, ook al hebben we statines en kunnen dichtslubbende slagaders worden gedotterd, jaarlijks wordt alleen al in Nederland bij zo'n 35.000 mensen hartfalen vastgesteld. Zo'n 6.000 van hen zullen eraan overlijden. En dat wordt de komende jaren alleen maar meer. Het RIVM verwacht dat het zich voordoen van hartfalen tussen 2005 en 2025 in Nederland alleen al door de vergrijzing met 46,9 procent zal stijgen.

Voor de patiënten die in het absolute eindstadium van de ziekte zijn beland is er geen ander alternatief dan harttransplantatie, of de nieuwe steunharten. Het grote probleem met harttransplantatie is het geringe aanbod;

om cijfers en bedragen: 'Vandaag had ik een jonge vrouw op consult die we net voor ze over het randje kukelde hebben geopereerd. En nu stelt ze dat ze in het dagelijks leven nauwelijks merkt dat ze een steunhart heeft. De meeste mensen die ik opereer hebben normaal gesproken nog maar een paar dagen te leven. Dankzij een steunhart keren ze terug naar een normaal leven, ook al is dat met enkele beperkingen.'

### Leven op een accu

Met de nijver pompende HeartMate II in zijn borstholte kan ook Jones een redelijk normaal leven leiden. Tuinieren in zijn achtertuin, in het weekeinde een potje basketballen met zijn zoon, en een inkomen bij elkaar koken. De enige zichtbare aanwijzingen dat hij niet helemaal op eigen kracht functioneert, zijn de zwarte accu's

## Jaarlijks wordt alleen al in Nederland bij zo'n 35.000 mensen hartfalen vastgesteld. Zo'n 6.000 van hen zullen eraan overlijden

een koelkast – als je iPod met de lampenradio van je grootvader. De hedendaagse steunharten wegen minder dan drie ons en passen in de borstholte als een zakmes in je broekzak.

De LVAD's zijn min of meer het volgende hoofdstuk in de ontwikkelende samenwerking tussen vlees en technologie, een samenwerking die begon in de tijd van de Egyptenaren, die zeeschelpen in hun wandvlees ramden om als kronen te dienen. Een vervanging voor zieke harten werd in 1964 een serieuze optie, toen de Amerikaanse president Johnson opdracht gaf om het eerste kunsthart te ontwikkelen. Dat project zou naar verwachting vijf jaar gaan duren en 581.000 dollar moeten kosten. Maar die schatting was zacht gezegd belachelijk optimistisch. Tot op de dag van vandaag is nog geen hart ontwikkeld waarmee mensen meer dan anderhalf jaar hebben overleefd.

De wetenschap ontdekte wel met succes een andere manier om het leven te verlengen van ten dode opgeschreven hartpatiënten. Niet door het hart te vervangen, maar door het hart te helpen. Het was een nieuwe manier van denken. Een kleine revolutie die, net als de uitvinding van de stoommachine of de ritssluiting, in één klap een geweldige nieuwe ontwikkeling inluide. En vandaag de dag is de oorspronkelijke idee om een apparaat te maken dat de motor van het lichaam kon vervangen door een meer praktisch doel:

in Nederland kwamen vorig jaar maar 55 harten beschikbaar voor transplantatie. Voor de patiënten die tijdens de lange wachttijd op een donorhart dreigen te bezwijken, is het steunhart een levensreddend alternatief.

Een duur alternatief ook. De HeartMate II, het steunhart dat in Nederland wordt toegepast, kost 75.000 euro. Samen met plaatsen en nazorg komen de kosten voor het eerste jaar ongeveer twee ton. Een Nederlandse pionier op het gebied van steunharten is dr. Jaap Lahpor. Hij voorzorg in 1993 de eerste Nederlandse patiënt van een steunhart, en deed bijna alle operaties die sindsdien in het UMC Utrecht zijn verricht. Lahpor benadrukt dat het niet alleen gaat

onder zijn armen en het controlekastje aan zijn riem (ter grootte van een forse gesp). Uit deze 'gesp' ontspringt een kabeltje dat door een gat in zijn buikwand loopt en de stroom van de accu's bij het pompje aflevert. Als één van de 12-volts accu's leeg raakt, klinkt een handig klein alarm. Niet als ze allebei leeg zijn natuurlijk, dan zou de patiënt wellicht overlijden.

Het hele ding ziet eruit als het wapentuig van een stripheld. Eerdere versies van het steunhart waren zo mogelijk nog vreemder. Zo heeft bijvoorbeeld de *HeartMate XVE*, die ook vandaag de dag nog in gebruik is, een reservepomp die bevestigd kan worden als de motor de geest geeft. Het is een apparaat met twee handvatten dat wat weg heeft van een heggenschaar. Als je de handvatten naar elkaar toe beweegt, persen die een pomp samen ter grootte van een tennisbal. En dat houdt je in leven tot het moment dat je armen het opgeven. Ik ken het verhaal van een patiënt bij wie de pomp er midden in de nacht de brui aan gaf. Hij moest twee uur rijden naar het dichtstbijzijnde ziekenhuis. Zijn vrouw en hij pompten om de beurt tot ze er waren.

De eigen pomp van Jones dreigde hem tien jaar geleden in de steek te laten. Aanvankelijk dacht hij dat hij slechts een koutje had gevat. Maar hij voelde zich steeds slechter en ontwikkelde al snel de symptomen van griep. 'Ik had geen idee dat mijn hart niet in orde

### DE PATIËNT

Greg Jones, 38 jaar, kreeg zijn LVAD op 15 mei 2006. Hij werd ooit door de politie aangehouden omdat bij ze hem ervan verdachten schouderholsters te dragen.



was,' zegt hij. 'Ik was ergens in de twintig en had het in het leven uitstekend naar mijn zin.' Maar in het duister van zijn borstholte was zijn hart gegroeid tot anderhalf keer de normale grootte, en bij elke hartslag werd slechts tien procent van het bloed dat zijn linker hartkamer had bereikt uitgestoten (normaal gesproken moet dat minstens 50 procent zijn). De rest van het bloed bleef hangen. Toen Jones zichzelf eenmaal naar een ziekenhuis had gesleept konden de dokters aanvankelijk niet vaststellen wat zijn klachten had veroorzaakt. Mogelijk was het een kwestie van erfelijkheid, of was hij besmet met een virus. Jones' geval van vaatvernauwing is niet uitzonderlijk, jaarlijks wordt deze conditie ook bij duizenden Nederlanders vastgesteld. Vaak zijn het mannen van veertig jaar en ouder.

Op enig moment beginnen de cellen in de hartspier voortijdig te verouderen. Het hart reageert daarop door te gaan groeien en de hartspier wordt dikker. Maar als het hart veel groter wordt, verliest het zijn oorspronkelijke vorm.

Wat ook meespeelt: het gegroeide hart heeft meer zuurstof nodig om te blijven pompen. Maar de kransslagaderen van Jones waren gewend een hart van gemiddelde grootte te bedienen en geen reuzenhart. En zo kon het dat het hart ijverig bloed aan het wegpompen was, maar er zelf een schreeuwend tekort aan had. En dat werd zo erg dat stukjes van de hartspier begonnen af te sterven, en littekenweefsel kreeg in een serie kleine, nauwelijks merkbare hartaanvallen.

En al die tijd bleef het hart pompen. Met zijn unieke metabolisme is het hart de enige spier die dat klaar kan spelen. Verrek je een spier in je been, dan hink je tot hij is genezen. Maar zo werkt het niet bij het hart, dat schier oneindig voortzwoegt, voortdurend opgejaagd door elektrische impulsen. En zo komt het dat het voortzwoegend ten onder kan gaan.

In een ziekenhuis vlak bij Chicago vertelden artsen Jones dat zijn enige optie bestond uit afwachten en hopen dat hij sterk genoeg was om een harttransplantatie te overleven. Maar Jones besloot zijn licht op te steken bij een naburig ziekenhuis, het *Advocate Christ Medical Center*, en had het geluk dat daar een uitgebreid steunhart-programma bestond. Hij kwam in contact met dokter Mark Slaughter. Omdat de linkerhartkamer de eigenlijke machinekamer van het hart is (die pompt het bloed naar het hele lichaam, terwijl de rechterkamer alleen bloed naar de longen stuurt), vertelde dr. Slaughter hem,



#### DE CHIRURG

*Dr. Mark Slaughter heeft al 22 jaar een steunhart ingezet, maar vertaart zich de eerste keer als de slag van sistolen. Om eerlijk te zijn, de taal mijn artikel in 'De Slaughter baant hier de Thomas Heart Clinic II, een in het Advocate Christ Medical Center in Chicago.*

zou een LVAD hem in staat kunnen stellen zijn gewone leven op te pakken tot een donorhart beschikbaar zou komen.

'Ze vertelden me ook dat een donorhart een jaar of zeven mee zou gaan,' zegt Jones. 'En dit steunhart gaat al tien jaar mee. En als het kapot is, kan ik een ander hart krijgen. Een harttransplantatie is dat eenmalig. Een eindstation.'

De Nederlandse specialist Lahpor relateert dat: 'Het aanbrengen van een steunhart blijft een operatie met een hoog risico met een operatiemortaliteit van 10 procent. En van de patienten die een donorhart hebben gekregen is tien jaar later nog 50 procent in leven. Steunharten kunnen dat nog lang niet waarmaken.'

Maar het verhaal van Jones is een successtory. Toen na zijn operatie de tijd verstreek, gebeurde iets merkwaardigs. Omdat het steunhart het leeuwendeel van de arbeid verrichtte, begon Jones' hart te verbeteren. En nu functioneert zijn hart zo goed dat hij volgens zijn dokter misschien helemaal geen harttransplantatie meer nodig heeft.

In het verleden werd hartfalen altijd gezien als een progressieve ziekte. Een eenrichtingsstraat waarin je je tempo wel kunt vertragen, maar die geen kansen biedt om te keren. Maar de ervaringen met steunharten leren dat omkeren misschien wel degelijk mogelijk is.

Door de bank genomen overleeft slechts de helft van de patiënten die een harttransplantatie hebben ondergaan de eerste tien jaar. De modernste steunharten bestaan nog niet zo lang, maar de gebruiksgegevens suggereren dat ze betere overlevingskansen bieden. En met elk jaar dat verstrijkt wordt meer informatie vergaard en het imago van de steunharten beter.

Dr. Slaughter stelt dat het aantal mensen dat met behulp van een steunhart van harte falen kan herstellen op tien procent. Het lijkt een klein percentage, maar het groter stelt hij. De truc is exact te weten op welk moment je moet ingrijpen. 'Er is een bepaalde periode waarin het hart nog de kans heeft om de misvorming met behulp van een steunhart om te draaien. Die periode eindigt wanneer littekenweefsel in het hart verschijnt. Littekenweefsel is dood weefsel. Het enige dat hier weer leven in zou kunnen brengen is stamceltherapie. En dat is nog minstens tien jaar van ons verwijderd.'

#### De garantie verlengen

Om echt te begrijpen hoe vlees en metaal gezamenlijk de bloedsomloop kunnen verzorgen moet je eigenlijk zien hoe een steunhart wordt aangebracht. Dr. Slaughter stemt met één klein armgebaar in met het idee, dus vind ik mijzelf op een ochtend

terug bij de voorbespreking voor een operatie in het Advocate Christ Medical Center. Dr. Slaughter ziet er jonger uit dan zijn 49 jaar. Zijn handen zijn onafgebroken in beweging. Krabben aan een elleboog, trekken aan een oor of begraven zich in de kromming van zijn arm. De 43-jarige patiënt bevindt zich ruwweg in dezelfde toestand als Greg Jones twee jaar geleden. Vaatvernauwing heeft zijn hart overblazen tot twee keer de normale grootte, en het pompt nu op ongeveer 20 procent

van de capaciteit. Zonder te opereren zou de kans om nog langer dan een jaar te leven niet groter zijn dan 10 tot 15 procent, vermoedt dr. Slaughter.

'God zegene iedereen in de kamer,' zegt de patiënt als hij even later in het operatietheater wordt binnengereden. Tegels bedekken de muren en alles in de kamer dat niet ademt – monitors, rekken om zakken vloeistof aan te hangen, tafels die zijn bedekt met oneindig veel instrumenten – staat op wielen. De

hele operatiezaal kan gemakkelijk worden schoongespoten in het geval dat er iets is gaan spetteren.

Zodra de patiënt naar de operatietafel is overgebracht, buigen de operatieassistenten zich over hem heen met infuusnaalden en elektrische sensors om een verbinding te leggen tussen zijn falende lichaam en hun kalm piepende monitors.

'Je gaapt, Vervelen we je soms,' grapt één van hen tegen de patiënt, terwijl hij een cirkel-

## DE NIEUWE PREVENTIEREGELS

*Hart- en vaatziekten gaan sluipenderwijs te werk. Je kunt je risico op een hartaanval met 80 procent verminderen. Lees hoe je dat doet.*

1

### ACTIVITEIT

#### DE BESTE OEFENING VOOR JE RIKKETIK Leer je hart meer bloed te pompen

De lichaamsbeweging is goed, je kunt je cholesterolniveaus lager krijgen, het risico op bloedsuikerlесаs verlagen en zelfs het tempo van hart- en vaatziekten terugdragen. Arteriosclerose (dichting van de aders) kan op meerdere wijzen per week een half uur matig intensief te bewegen. Maar aan actieve te hebben, intensieve training. Het verhoogt de slagfrequentie van je hart door het pompsysteem te verbeteren. Het is niet als bij elke andere sport, als je hart sterker wilt maken, moet je hart belasten. Intensieve training werkt beter dan andere trainingvormen doordat de rustperiodes je in staat stellen om weer te gaan bij de inspanning. Deze hartversterkende workout draait een kleine drie kwartier. Doe het twee keer per week en wees heel af met je krachttrainingen.

*Doe je niet niet dat sport, vraag dan je dokter om te besluiten wat je hart te benodigen voor je aan een dergelijk programma begint.*

#### Activiteit

Rennen, of elke andere cardiovasculaire activiteit waarmee je je grote spiergroepen gebruikt moeten, fietsen, zwemmen)

#### Warm-up

Doe vijf minuten lang een looppas met een snelheid waarbij je nog makkelijk kunt praten.

#### Intervalen van vijf minuten

Minuut 1: Ren op 90 tot 95 procent van je maximale hartslag.  
Minuut 2: Ren op 75 tot 80 procent van je maximale hartslag.  
Minuut 3: Ren op 90 tot 95 procent van je maximale hartslag.  
Minuut 4: Ren op 75 tot 80 procent van je

maximale hartslag.  
Minuut 5: Ren op 90 tot 95 procent van je maximale hartslag.

#### Actief herstel:

Wandel of jog gedurende drie minuten. Herhaal de volledige cyclus van vijf minuut-intervalen en actief herstel nog drie keer.

#### Cooling-down

Wandel of jog vijf minuten in een tempo waarin je makkelijk kunt praten.

#### Bonus: crossfit

Voor de fitness van je hart nog een tipje op door intervallen op de loopband of te wisselen met andere cardio-apparatuur. Hoe meer grote spiergroepen je gebruikt

en hoe meer afwisseling in de soorten beweging, des te beter het is voor je cardiovasculaire fitness.

Tip 1: De workout bestaat uit 12 sprints van één minuut. Deel ze zo in dat je ook de laatste sprint nog het zo hard loopt als de eerste. Het is zelfs nog wat harder.

Tip 2: Noem in het begin rustig wat meer rust tussen de sprints om te zorgen dat je de hells training op hetzelfde niveau kunt volhouden. Als je hartslag niet maximaal 20 slagen zak tussen twee intervallen, neem dan meer rust en sluit er één over.

2

### VOEDING

#### DE TIEN BESTE VOEDINGSMIDDELEN VOOR JE HART Eet je cholesterol omlaag

Je weet nu al hoe je voeding snuif zou moeten zien, maar in de praktijk komt er niet veel terecht van dat idee tot granen, fruit, groenten en vis. Je hebt aan discipline zou je fatas kunnen worden. Een hartvriendelijk dieet kan je LDL (slecht) cholesterol met 30% doen dalen, dat is gelijk aan de daling die je met statines bereikt. Deze voedingsmiddelen zijn toppers: ze verlagen je LDL cholesterol, verhogen je 'goede' HDL cholesterol, en ze zijn zonder recept verkrijgbaar.

**1 Noten:** Wie meer dan vier keer per week een half onse noten eet (walnoten, pistachenoten en manden zijn het beste) heeft 37 procent minder kans op hart- en vaatziekten dan wie zelden noten eet, meldt een recente studie in het *British Journal of Nutrition*.

**2 Vis:** Twee keer per week een portie vette vis is alles wat je nodig hebt om je risico op hart- en vaatziekten te laten kelderen. Docosahexaënoëzuur (DHA) en eicosapeentenoëzuur (EPA) zijn de omega-3 vetzuren in vis die je vaten schoon houden. Wilde zalm en Atlantische makreel bevatten er erg veel van.

**3 Haven:** We periodiek (zesenhalve portie volkorenproducten eet (havermout, bruine rijst, gerst) vermindert zijn risico op hart- en vaatziekten met 21 procent, aldus een artikel in het blad *Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases*.

**4 Avocado's:** Boordevol enkelvoudig onverzadigde vetzuren en betasitosterol, stoffen die je LDL-cholesterol laten dalen. Ze

zijn ook rijk aan foliumzuur, een in water oplosbare vitamine B die de hoeveelheid homocysteïne in je bloed omlaag brengt. Dat is een aminozuur dat wordt gelinkt aan vaat schade.

**5 Zwarte bonen:** Mensen die een keer per dag een klein onse zwarte bonen eten, verminderen het risico op een hartaanval met 38 procent, stelt een recent onderzoek in het *Journal of Nutrition*. Zwarte bonen zitten vol super voedingsstoffen, zoals eiwit, gezonde vetten, foliumzuur, magnesium, b-vitaminen, kalium en voedingsvezels.

**6 Lijnzaad:** Bij een recent onderzoek bij mensen met een hoge cholesterolspiegel werd behandeling met statines vergeleken met dagelijkse toediening van 20 gram lijnzaad. Na 60 dagen werkte lijnzaad niet zo goed als de statines. Streek wat lijnzaad erover je havermout, muesli of salades.

**7 Groene thee:** EGCG, een antioxidant die hart- en vaatziekten bestrijdt, zit in behoorlijke hoeveelheden

in groene thee. Drink het als vaster: vijf koppen per dag kan de vitaliteit van je bloedvaten verhogen. Maar doe er geen melk bij, dat doet het effect teniet.

#### 8 Watermeloen:

Vol bleedsuikerverlagen, kalium, een goede bron van ontstekingsremmende vitamine C en rijk aan lycopenen.

#### 9 Spinazie:

Zit vol kalium en magnesium en is een van de beste bronnen van Maag, een antioxidant die mogelijke verstoppte vaten voorkomt. Eet het vers of gekookt.

#### 10 Rode wijn:

De resveratrol, een bestanddeel dat je slechte cholesterol laat dalen, je goede cholesterol laat stijgen en bloedklonting voorkomt, kan je leven redden. De American Heart Association raadt aan twee glazen per dag te drinken. Rode wijn is ook een rijk bron van flavonoiden, antioxidanten die de beklading van je bloedvaten in goede conditie houdt. Geen dranker Knabbel dan donkere chocolade, daar zitten ook goede antioxidanten in.

vormige plakker op zijn voorhoofd plakt om de hersengolven te kunnen registreren.

Dan komt het gas. Eerst zuurstof, om de stikstof uit zijn bloed te verdrijven. Dan het zwaardere spul.

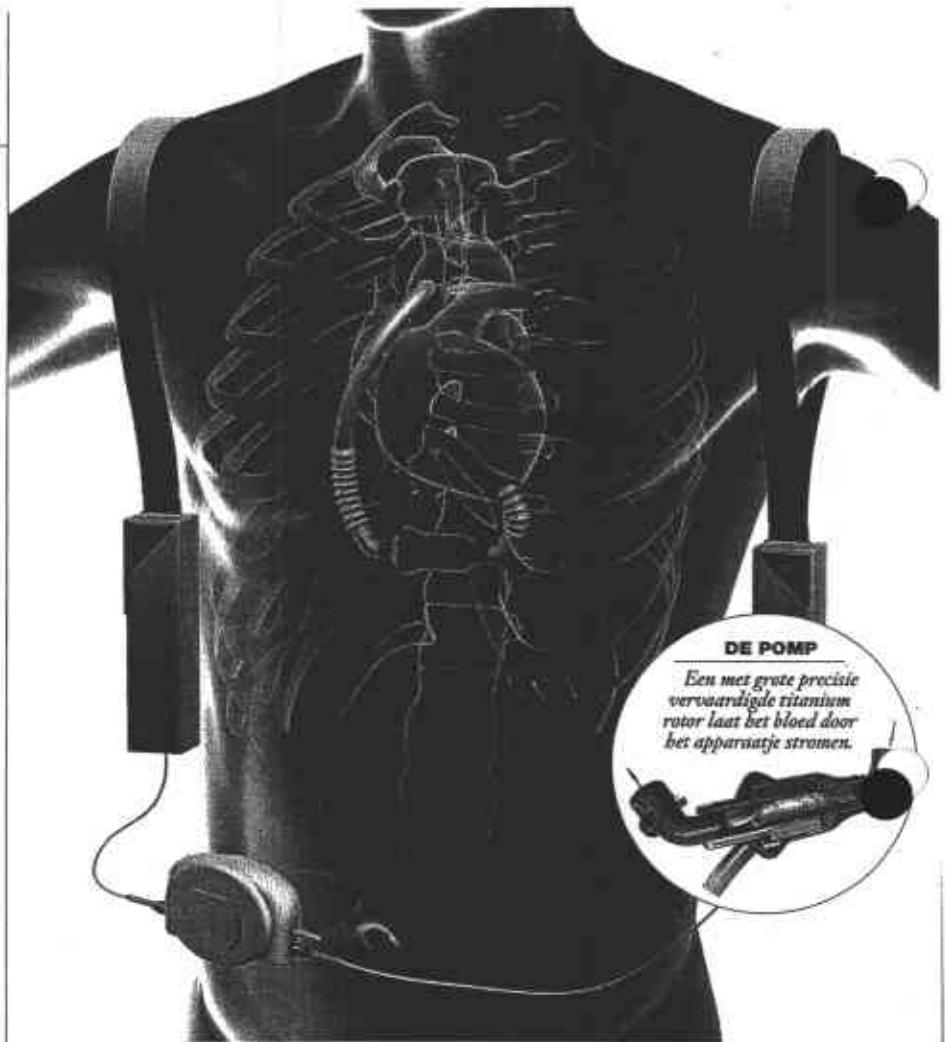
'Haal diep adem, alsof je in een zwembad gaat duiken,' zegt de anesthesist. 'En laat je lekker wegzakken.'

Binnen een paar minuten zakt zijn hartslag van 80 naar 60 slagen. Dan wordt een buis aangebracht in de luchtpijp en worden de dekens verwijderd. Daar ligt de patiënt, naakt en bewusteloos, klaar voor de scalpel van de chirurg. Of, in dit geval, de elektrische zaag. Een operatieassistent plakt de oogleden van de patiënt vast en brengt een catheter aan in de polslagader om de bloedgassen te registreren. Een andere pakt de penis van de patiënt en steekt er een catheter in. 'Elke opening krijgt een buisje,' verklaart hij ernstig. Het is het enige moment dat ik mijn ogen moet afwenden.

De elektrische zaag is op de een of andere manier veel minder afstotend. Zeker omdat ik al vijf horrorfilms met hetzelfde thema heb gezien. En trouwens, ik krijg ook een speciale plastic bril zodat ik niet bang hoef te zijn voor gespetter. Nadat hij een lange incisie over het borstbeen heeft gemaakt, pakt dr. Slaughter een elektrische zaag en plaatst die precies in het midden. De muzikale begeleiding bij deze procedure wordt verzorgd door de soundtrack van *School of Rock*, met The Who, The Doors, Led Zeppelin en Cream. Elke arts heeft een andere smaak. Hij zet een retractor tussen het borstbeen en trekt de twee helften van de ribbenkast uit elkaar.

'Zie je dat rood, geel en witte spul bovenop liggen?' vraagt Dawn, de assistente van de arts. 'Dat is de hartzak. Daar zit het hart onder'. De zak trilt mee op het geluid van het piepje op de achtergrond. Hij is gevuld met vloeistof, om te voorkomen dat het slaande hart langs ribben of organen schuurt. Dr. Slaughter legt de zak opzij en het hart komt bloot te liggen.

Je zou verwachten dat het zou reageren op de ruwe benadering, maar in plaats daarvan klopt het nijver door. De rechterboezem, paarsachtig van kleur, ligt naar voren. De retractor heeft een gat van een centimeter of vijf gemaakt. Dr. Slaughter begint een holte te maken voor het steunhart met een *Bovie*, een soort overmaatse stroomstang met één knop om dicht te schroeven en één knop om te snijden. Hij duwt een namaak steunhart in de holte om te kijken of er al genoeg plaats is; net of hij in een overvolle koffer



#### DE THORATEC HEARTMATE II LEFT VENTRICULAR ASSIST DEVICE

1 De patiënt draagt twee accu's. Samen kunnen die het systeem gedurende ongeveer een uur van stroom voorzien. Als er nog een kwartier over is, klinkt een alarm. Een tweede alarm gaat af als er nog vijf minuten te gaan zijn. 2 Een extern controlekastje regelt de stroomvoelheid die nodig is om de snelheid te handhaven, afhankelijk van de behoefte van het lichaam. 3 Door de buikwand voert een kabel naar het apparaat. Het gebied waar deze kabel door de huid voert, moet dagelijks worden ontsmet om infectie te voorkomen.

nog een plaatsje voor een camera probeert te vinden. Ik ben geschokt door de variatie in de hoeveelheid kracht die de dokter moet gebruiken. Het ene moment hangt hij aan de aandrijfkabel als een sportvisser die een tonijn aan de haak heeft geslagen, het volgende moment leunt hij voorover met een naald, even nauwgezet als een kind dat de vieze champignons van zijn pizza peutert. Op een gegeven moment haalt hij een soort kurkentrekker te voorschijn en maakt een perfect, 2 centimeter groot gat aan de onderkant van de linker hartkamer, waar de inlaatbuis van de LVAD in past. En zelfs nu slaat het hart nog door. Bloed gutst uit het gat, de borstholte in.

Als het moment is aangebroken om de twee pompen samen te brengen – de één glanzend, machinaal, de ander roze, bubbelend en gorgelend, blijkt het verbindende element een draadje te zijn. Of, beter gezegd, een hecht-draad, ongeveer anderhalve meter lang.

De rusteloze handen van de arts binden de knopen één voor een af, terwijl Jim Morrisson

kweelt op de achtergrond. In een uur tijd wordt de patiënt weer dichtgenaaid. Alles wat nog zichtbaar is, is een dunne rode lijn midden over zijn borst. In de borstholte is het hart verder, nu geholpen door de retractor, rondraait met een kleine 9.400 toeren.

#### In de laboratoria

De weg naar de huidige steunharten was lang en grillig. In de jaren 70 werd gewerkt aan een prototype dat op plutonium werkte. Een kleine nucleaire reactor in de buikholte stuurde stoom naar een pompje in de borstholte. Het probleem bij dit apparaat bleek niet zo zeer in de radioactieve straling te liggen, maar in het beheersen van de warmteontwikkeling. De reactor werkte bij een temperatuur van een dikke 500 graden. Onderzoekers dachten er aan de blaas te gebruiken voor het afvoeren van de warmte, maar kwamen er na berekeningen achter dat je om je blaas onder het kookpunt te houden per uur wel 8,5 liter urine moest produceren.

Er zijn een paar bedrijven die nog steeds werken aan een kunsthart volgens de oude definitie. Leider in dit segment is het Amerikaanse Abiomed, gestationeerd in de staat Massachusetts. Toen ik een bezoekje aan heb bedrijf bracht, werd ik naar binnen getroond door Michael Minogue, de CEO, die me meteen naar de testkamer bracht. Die was helemaal volgepakt met planken vol kunst-harten, ieder in een eigen proefopstelling als een kikker in een terrarium. Het oudje van de collectie pompt gestaag door, al sinds 27 april 2000. Als je door een klein kijkgat kijkt, zie je het zien, ondergedompeld in warm water.

Het hart van Abiomed, de *AbioCor* geheten, is onlangs goedgekeurd door de Amerikaanse Food and Drug Administration, maar alleen voor 'humanitair gebruik'.

Dokter Deborah Ascheim is de leider van klinisch onderzoek aan het *International Center for Health Outcomes and Innovation*

*Research* aan de universiteit van Columbia. Zij werkt samen met hartcentra in alle uit-hoeken van de Verenigde Staten aan tests met kunst- en steunharten. 'We werden eerlijk gezegd niet erg opgewonden van de *AbioCor*,' stelt zij. Er waren nog enorm veel problemen, ik denk dat we allemaal behoorlijk geschokt waren toen het toch werd goedgekeurd.' Zelfs Minogue scheen zijn twijfels te hebben over het totaal vervangen van een levend orgaan door dood mensenwerk. 'Ik denk dat het in de toekomst meer zal draaien om het bewaren van hartspierweefsel dan om het vervangen of verwijderen ervan,' vertelde hij me.

Terwijl steunharten veel effectiever blijken te zijn dan de *AbioCor*, worstelen ze met dezelfde problemen wat betreft bloedklontering en infecties. Zelfs de kleinste onregelmatigheid in de bloeddorstrooming kan leiden tot een stolseltje, legt dr. Ascheim uit. Als dat losschiet en in het brein belandt, ontstaat een beroerte. 'Die onregelmatigheid kan bijvoor-

beeld liggen in de hoek van de propellor, die moet op fracties van millimeters nauwkeurig zijn. Of in de coating van de oppervlakte, of in de lengte van het uitstroomkanaal, of allemaal tegelijk.'

'Het pompen van bloed is als het pompen van lijm,' zegt John Woodard, onderzoeks-leider bij *Ventracor*, één van *Thoratecs* concurrenten. 'Zelfs met de beste coating van de wereld, die van ons lichaam, ontstaan stolseltjes.' Vanuit constructief oogpunt, zegt hij, zijn er twee potentiële oplossingen: of je maakt het oppervlak van het apparaatje ruw, zodat er bloedcellen aan hechten die zelf een soort kunstmatige huid vormen, of je probeert het oppervlak superglad te maken. 'Wij bekleden onze apparaatjes met diamant. Niets blijft eraan plakken.'

Wereldwijd werken momenteel 19 bedrijven aan de volgende generaties steunharten, en de wetenschappers onderzoeken nu ook de toepassing bij patiënten met hartziekten in een minder vergevorderd stadium. Abiomed heeft grote vooruitgang geboekt met technieken waarbij de stroomvoorziening direct door de huid wordt gestraald, zodat geen infectiegevoelige leiding meer door de buikwand hoeft te lopen zoals bij de meeste steunharten. Andere bedrijven experimenteren met magnetische velden om de rotor van het steunhart in een magnetisch veld te laten draaien, om zo de wrijving helemaal te elimineren.

'De machine zelf gaat, vanuit constructief oogpunt, oneindig mee,' stelt Karl Nelson, de onderzoeksleider van *WorldHeart*, maker van de *Levacor* maglev LVAD. 'We proberen deze pompen zo snel mogelijk op de markt te brengen.'

De stroomvoorziening blijft een heikel punt. Mogelijk ligt een oplossing in het analyseren van de manier waarop het lichaam zelf het hart aandrijft, denkt Dennis Trumble, een biomedisch technicus aan het *Allegheny General Hospital* in Pennsylvania. Momenteel onderzoekt hij hoe de brede rugspieren kunnen worden gebruikt als een lichaamseigen steunhart. Een pacemaker zou een constante spiersamentrekking kunnen veroorzaken, en die samentrekking zou het hart kunnen aandrijven. 'Dit is dezelfde spier die veel plastisch chirurgen gebruiken,' zegt Trumble. 'Omdat het zo'n brede spier is, kun je er makkelijk één stuk van gebruiken om andere plaatsen te repareren.' Voor de stroomvoorziening zou slechts de standaard batterij van een pacemaker al genoeg zijn. Honden die experimentele chirurgie hebben

## Het klontje groeit

Sinds het einde van de jaren 90 hebben wetenschappers hard gestudeerd op ontstekingsprocessen in slagaders om hartaanvallen te doorgronden. Momenteel wordt aangenomen dat 85 procent van de hartaanvallen optreedt als overtollige cholesterol in de wand van een slagader zorgt voor ontstekingsprocessen die de groei van een plaque. Als die scheurt, kan een stolsel vrijkomen dat de bloedstroom naar het hart blokkeert.

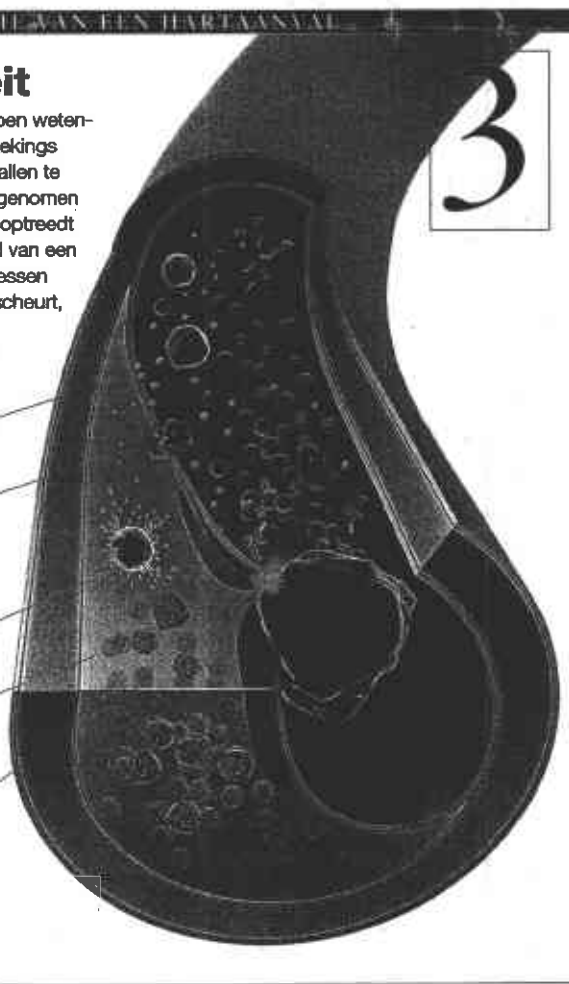
1 LDL cholesteroldeeltjes worden opgenomen door de slagaderwand en zetten daar cellen aan om het immuunsysteem te mobiliseren.

2 Witte bloedcellen, onderdeel van het immuunsysteem, dringen de vaatwand binnen. De witte bloedcellen zenden chemische signalen uit die ontsteking veroorzaken, vooral minuscule pinnetjes die meer drijvende immuuncellen aantrekken.

3 De witte bloedcellen veranderen in macrofagen, die groeien en LDL cholesteroldeeltjes opnemen. Dit is het begin van plaque.

4 Sommige witte bloedcellen sterven af. Daarbij komen gifstoffen vrij. De plaque wordt groter en het lichaam dekt hem af met een laagje littekenweefsel en spiercellen.

5 Het laagje scheurt open, mogelijk door een plotselinge stijging van de bloeddruk, of door een chronische ontsteking, dat is nog niet met zekerheid bekend. De plaque, een mix van vetmoleculen, cholesterol en dode witte bloedcellen, valt uit de breuk in de slagader. Dit trekt bloedcellen aan, die een klont vormen die uiteindelijk de slagader kan verstoppen en een hartaanval kan veroorzaken.



ondergaan, lijken zich na verloop van tijd niet meer bewust te zijn van de continu samentrekkende spier, en Trumble gelooft dat ook mensen zich zouden aanpassen.

Als ik eindelijk op pad ga om Thoratec te bezoeken, in een zonnige buitenwijk van het Californische Oakland, neemt de pr-functionaris me mee naar een conferentiezaal om kennis te maken met Doug Petty, vicepresident wereldwijde marketing. Op de tafel voor ons ligt een hele reeks LVAD's, waaronder ook de HeartMate II, een kleine zilveren urn waar aan een kant een slang uitkomt. Het ziet er uit als een hightech-waterpijp.

'In tegenstelling tot een defibrillator, die het maar één keer in de zoveel tijd hoeft te doen,' zegt Petty, 'Werkt dit ding 24 uur per dag, 365 dagen per jaar. Hoeveel slagen maakt een hart?' Hij kijkt naar zijn onderzoeksman, David Farrar, aan de andere kant van de tafel.

'Veertig miljoen per jaar,' zegt die met grote precisie.

Petty laat me graag zien hoe de HeartMate II wordt gemaakt, dus gaan we naar de 'clean room', waar vier werknemers van Thoratec in lichtblauwe overalls stappen.

Hygiëne is hier bij Thoratec van levensbelang, waar één klein stofdeeltje makkelijk zou kunnen leiden tot een minutenlange onderbreking van de assemblagelijijn waar de schoepenwieljes gemaakt worden. Vandaar ook dat de hele ruimte onder druk staat, zodat geen lucht naar binnen stroomt, behalve door de ingebouwde luchtfilters. De deur gaat open, en we gaan een lange witte gang in met veel interne ramen waarachter mysterieuze figuren in overalls werken aan hun mysterieuze en waarschijnlijk belangrijke werk. Het hele complex doet denken aan het geheime laboratorium van een of andere vijand van James Bond. Maar die indruk verglijdt zodra ik word voorgesteld aan Lee DeRosa, de maker van de HeartMate II. DeRosa draagt niet alleen een haarkapje, maar ook een klein doekje over zijn bovenlip, waarvan ik uiteindelijk besef dat het is bedoeld om zijn snor te bedekken. 'Wat we doen; we pakken dit draadje en dan bevestigen we aan bepaalde pinnetje en dan verbinden we het met de andere kant van de capsule om te kijken of alles goed werkt,' zegt DeRosa onder andere met nog veel meer onbegrijpelijke dingen.

Eén ding dat opvalt als je omgeven bent door blinkend witte muren en onberispelijke oppervlakken en in het gezicht van een

man in een overall kijkt, zijn alle oneffenheden en rimpels in zijn huid. Buiten zou zijn huid er waarschijnlijk gezond uit zien, maar hier, in de clean zone, ziet hij er vlekkerig en bobbelig, ja sterfelijk uit. Hier valt op hoe imperfect we zijn, vergeleken met bijvoorbeeld een roestvrijstalen werkbank. Maar aan de andere kant, in tegenstelling tot roestvrij staal en het machinaal bewerkte titanium van Thoratecs steunhartten, vlees kan zichzelf repareren. Machines niet. Daarom moeten ze perfect worden gemaakt, en zo blijven, zelfs als ze moeten functioneren in warm, zoutig vlees, en continu tien liter bloed per minuut moeten pompen. Jarenlang.

Zelfs als de problemen met bloedstolsels, de energievoorziening en infecties zijn bezworen, zijn er nog de langetermijneffecten van het ontbreken van een hartslag. 'Alle processen in het lichaam volgen een soort golfbeweging van pieken en dalen de spijsvertering, de ademhaling, het samentrekken van de spieren, en ook de polsslag,' zegt Garrick Stewart, een cardioloog uit het Brigham and Women's Hospital in Boston. 'De vraag is wat er gebeurt als dat opeens uitblijft.'

Als ik die vraag voorleg aan de mannen bij Thoratec, vrouwen ze hem – naar verwachting – weg. 'In de haarvaatjes is van de hartslag sowieso weinig meer over,' zegt Farrar. Maar, houd ik aan, waarom hebben we dan überhaupt een hartslag? Het zal toch wel enig biologisch doel dienen?

'Misschien zelf-reiniging,' bekent Farrar, tot zichtbaar ongenoegen van zijn pr-collega. Met elke contractie, zegt hij, reinigt het hart als het ware zijn eigen kleppen.

Het is een interessante gedachte. In principe is het bloed er niet alleen om allerlei stoffen door het lichaam te transporteren, maar ook om het hartvaatsysteem netjes en schoon te houden. Het is de vraag wat die klus beter kan klaren: pulserend bloed of een gestage stroming. Gevoelsmatig zou je voor het eerste kiezen, de keukenvloer veeg je ook het best met meerdere korte vegen dan met één lange slepende.

Garu Burbach, CEO en president van Thoratec, vertelt me dat de volgende generatie LVAD's, met maar één bewegend deel in een wrijvingsvrij veld, waarschijnlijk zo kan worden gemaakt dat er sprake is van een soort pulsen. Mogelijk zou dat op de lange termijn ook weer nadelen kunnen hebben, maar dat krijg je als je op het scherpst van de snede opereert. Je weet het nooit zeker tot je de onderzoeksresultaten onder ogen krijgt. Onvermijdelijk komt het neer op wat de eerste dokter van Greg Jones zei: 'Het is afwachten geblazen.' Het grote verschil met LVAD's is, dat het wachten heel wat langer duurt. En ondertussen worden mensen als Jones elke ochtend wakker met hun partner, zien hun kinderen opgroeien. 'Ik was letterlijk op weg om te sterven,' zegt Jones. 'Dit is prachtig voor mij. In één woord: prachtig.' *bl*



#### DE PROCEDURE:

Een levensreparatie operatie hoeft niet meer dan drie uur te duren te duren, een stuk sneller dan de acht uur die nodig is voor een harttransplantatie. Elke stap wordt nauwkeurig voorbereid, 'in mijn hoofd' op ik, om te zorgen dat er na de operatie niets overblijft,' zegt Shugart. In deze operatie wordt gebruik gemaakt van de eerste generatie van de HeartMate II.