PETER FEINDT und ARTUR LICHTENBERG

Neue Wege – alte Ziele: Was macht moderne Herzchirurgie im Jahr 2010 aus?

Man kann die Augen nicht heilen ohne den Kopf, den Kopf nicht ohne den Leib, den Leib nicht ohne die Seele.

Platon

Einleitung

Herzchirurgie im Jahr 2010 beinhaltet neue Wege in Bezug auf operative Zugänge, schonendere Eingriffe, minimalinvasive Verfahren, technische Innovationen und vieles mehr unter Beibehaltung alter Ziele – der optimalen Versorgung der meist schwerkranken Patienten mit dem bestmöglichen Resultat für den Patient in seiner besonderen Lebenssituation und seine Angehörigen. Dabei werden alt gediente herzchirurgische Prinzipien wie die Herz-Lungen-Maschine in moderne Konzepte, wie beispielsweise das endoskopische Operieren, integriert. Durch diese Vervielfältigung der zur Verfügung stehenden Behandlungsmethoden ist die moderne Herzchirurgie in der Lage, notwendige Eingriffe individuell auf den speziellen Patienten abzustimmen und den aktuellen Entwicklungen auch von Seiten des Patienten Rechnung zu tragen. Dies sind im Besonderen die ständig steigende Altersstruktur herzchirurgischer Patienten und die Zunahme an Begleiterkrankungen – unsere Patienten werden immer älter und kränker, die Kehrseite der Medaille immer besserer Versorgungsstrukturen und Behandlungsmethoden. So überleben heute viele Patienten aufgrund dieser verbesserten Behandlungsmethoden ihren ersten, zweiten und vielleicht auch dritten Herzinfarkt, sind aber dann bei herzchirurgisch notwendigen Eingriffen älter und häufig schon von ihrer Pumpfunktion deutlich eingeschränkt.¹ Diese Entwicklungen und die fortschreitenden technischen Möglichkeiten haben dazu geführt, dass sich in den letzten zehn Jahren viele neue Wege aufgetan haben, einen Bypass zu legen, eine Herzklappe zu implantieren oder eine Herztransplantation überflüssig zu machen. Die folgende Übersicht soll einen kurzen Überblick über die moderne Herzchirurgie im Jahr 2010 vermitteln, berücksichtigt wurden dabei nur bereits in der Klinik etablierte Verfahren.

Extrakorporale Zirkulation (EKZ)

Die Einführung der Herz-Lungen-Maschine (HLM) in den 1950er Jahren und die dadurch gegebene Möglichkeit zur Etablierung einer extrakorporalen Zirkulation (EKZ) erlaubte die routinemäßige Durchführung von Operationen am offenen Herzen. Dieser bahnbrechenden Entwicklung schloss sich eine Verbesserung der HLM und ihrer Komponenten an. Auswirkungen der EKZ auf Organsysteme wie Niere, Lunge und Hirn sind dadurch auf ein Minimum reduziert. Technische Komplikationen sind heute durch ein

---

¹ Vgl. Brucknerberger (2008).

modernes Monitoring und spezielle Kanülierungstechniken extrem selten. Dieser hohe Standard bei der Durchführung der EKZ wird durch speziell qualifiziertes Personal und durch modernste Technik für alle Komponenten einer HLM garantiert.

Abb. 1: Lifebridge-System (transportable Herz-Lungen-Maschine). Rechts: Einbringen der Schläuche für die Herz-Lungen-Maschine über die Leistenvene- und -arterie in Seldinger-Technik.

Durch Miniaturisierung und technische Innovationen entstanden aus der ursprünglichen HLM zwei eigenständige therapeutische Verfahren, die sogenannten mechanischen Herzunterstützungssysteme (wie beispielsweise Kunstherz oder Kunstventrikel) zur Behandlung der chronischen Herzinsuffizienz und die mobilen Herz-Lungen-Maschinen zur Behandlung der akuten Herz- und/oder Lungeninsuffizienz. Diese mobilen Herz-Kreislauf-Unterstützungssysteme (zum Beispiel HLM, *Extracorporale-life-support-Systeme* (ECLS), extracorporale Membranoxygenierung (ECMO)) können heute auch außerhalb eines herzchirurgischen Operationssaals eingesetzt werden (Abb. 1). Mit ihrer Hilfe ist es prinzipiell möglich, Patienten mit fortgeschrittener Herz-Kreislauf-Insuffizienz oder protrahierten Schockzuständen hämodynamisch zu unterstützen und/oder Patienten mit einem therapierefraktären Lungenversagen zu behandeln. Mit entsprechender fachlicher Expertise und Begleitung können diese Patienten dann auch über weite Strecken zu einem geeigneten Zentrum mit herzchirurgischer Versorgung transportiert werden (Abb. 2). Voraussetzung hierfür ist die Bildung von Netzwerken, bestehend aus niedergelassenen Ärzten sowie Krankenhäusern verschiedener Größe und Kompetenz, in deren Mitte eine Herzchirurgie stehen muss. Die mobilen Systeme ermöglichen stabilere Kreislaufverhältnisse, die weder durch medikamentöse Therapien, noch durch Implantation einer intraaortalen Ballonpumpe (IABP) oder gar durch kardiopulmonale Reanimation erreichbar wären. Die Anwendung mobiler Herz-Kreislauf-Unterstützungssysteme außerhalb eines herzchirurgischen Operationssaals stellt eine weitere Option zur Behandlung akuter kardialer oder pulmonaler Schockzustände dar. Die jetzt anstehenden Aufgaben sind eher ordnungspolitischer und organisatorischer Art und es bleibt abzuwarten, wie schnell diese zukunftsweisende Therapieform mit der gebotenen Sorgfalt umfassend im Gesundheitswesen zur Verfügung stehen wird.²

Des Weiteren werden bei vielen herzchirurgischen Eingriffen miniaturisierte Herz-Lungen-Maschinen eingesetzt, die durch kleinere körperfremde Oberflächen zu einer geringeren Hemodilution, zu einer Einsparung von Fremdblut und einem niedrigeren

² Vgl. Feindt, Dalyanoglu und Lichtenberg (2009) sowie Feindt *et al.* (2010).

Abb. 2: Transport eines Patienten über weite Strecke an einem Lifebridge-System (transportable Herz-Lungen-Maschine)

Verbrauch von Katecholaminen führen. Damit nähern sich diese Systeme immer mehr der physiologischen Perfusion durch das Herz und der physiologischen Oxygenierung durch die Lungen.³ Die neusten Entwicklungen legen dabei großen Wert auf eine modulare Anordnung der einzelnen Komponenten der HLM, um somit individuell auf den Patient abgestimmt agieren zu können und die Systeme schnell an sich ändernde Situationen anzupassen (Abb. 3).

Abb. 3: Schematische Darstellung einer minimierten Herz-Lungen-Maschine (MECC-System)

³ Vgl. Immer *et al.* (2007), Mazzei *et al.* (2007) sowie Remadi *et al.* (2004).

Koronarchirurgie

Die koronare Bypasschirurgie ist die zahlenmäßig am häufigsten durchgeführte Operation in der Herzchirurgie weltweit. Mit ihr werden Patienten mit einer Koronaren Herzerkrankung behandelt, bei denen es durch eine Arteriosklerose zu einer Verengung der Herzkranzgefäße mit daraus resultierender Blutminderversorgung des Herzmuskels kommt. Das Prinzip der Operation ist es, mit Hilfe eines Bypasses Blut an der Verengung vorbei in die Koronararterien zu transportieren, um so eine wieder ausreichende Sauerstoffversorgung des Herzmuskels zu gewährleisten.

Abb. 4: Beispiel für eine Standard Bypass-Operation mit Venenbypässen und Herz-Lungen-Maschine

Dieses Versorgungskonzept wurde vor circa 40 Jahren schnell flächendeckend eingeführt, damals als rein venöse Bypasschirurgie, mit ausschließlicher Verwendung von Venengrafts (*V. saphena magna* des rechten und linken Beins) als Umgehungen. Diesem Konzept folgte dann schnell eine Umstellung auf eine Kombinationstherapie mit Verwendung der linken *A. thoracica interna* (linke Brustwandarterie, *A. mamaria*, LIMA) zur Revaskularisation des *Ramus interventricularis anterior* (RIVA, LAD) und venöser Grafts für die übrigen Zielgefäße (Abb. 4). Ausschlaggebend für diesen Wandel waren die hervorragenden Langzeitoffenheitsraten des arteriellen LIMA-Bypasses von über 90 Prozent nach zehn Jahren in Verbindung mit höheren Überlebensraten, geringeren Myokardinfarktraten, weniger Angina-pectoris-Schmerzen und einer geringeren Notwendigkeit zu erneuten Revaskularisationsmaßnahmen.⁴ Durch diese Ergebnisse getriggert, haben sich heute in der modernen Koronarchirurgie viele neue Konzepte und Verfahren etabliert, deren Ziele darin bestehen, den Erfolg der Operation zu verbessern, die Komplikationsmöglichkeiten zu senken und die Langzeiterfolge zu stabi-

⁴ Vgl. Loop *et al.* (1986) sowie den Qualitätsreport der Bundesgeschäftsstelle für Qualität in der Medizin (2006).

lisieren. Die Veränderungen zur klassischen Bypassoperation beziehen sich dabei auf die Zugangswege, die Verwendung der Herz-Lungen-Maschine, die Graftauswahl und die Revaskularisationskonzepte.

Zugangswege

Der klassische Zugangsweg für eine koronare Bypassoperation ist die mediane Sternotomie mit Durchtrennung des Brustbeins; sie erlaubt die Anlage von Bypassen an der Vorder- und Hinterwand des Herzens. Die Länge der Inzision kann dabei auf 10 bis 15 Zentimeter reduziert werden, ohne wesentliche Einbußen für Sicherheit und Exposition.

Des Weiteren kann eine Bypassoperation über eine sogenannte anterolaterale Mini-thorakotomie im 4. bis 5. Intercostalraum auf der linken Seite erfolgen. Dabei wird in der Regel die LIMA auf den RIVA anastomosiert; Koronararterienäste der Seitenwand werden gegebenenfalls sequentiell oder mit venösen Bypassen versorgt (Abb. 5).

Abb. 5: Schematisches Beispiel für eine Bypass-Operation ohne Herz-Lungen-Maschine über eine Mini-Thorakotomie auf der linken Seite (MIDCAB)

Bypasschirurgie kann prinzipiell auch endoskopisch beziehungsweise mit Hybrid-techniken durchgeführt werden. Dabei wird entweder der Thorax über einen Minischnitt über dem Zielgefäß eröffnet und die Anastomose offen genäht. Alternativ kann beim vollständigen endoskopischen Vorgehen die Anastomose innen mit Hilfe von automatischen Anastomosegeräten „angeschossen“ werden.

Verwendung der Herz-Lungen-Maschine

Aufgrund der Tatsache, dass sich die Koronararterien auf der Oberfläche des Herzmuskels befinden und bei einer Operation keine Herzzinnenräume eröffnet werden müssen, ist es möglich, solche Eingriffe auch ohne den Einsatz der Herz-Lungen-Maschine durchzuführen. Anstatt, wie beim Einsatz mit der HLM, am vollständig stillgestellten

Herzen die Anastomosen zu nähen, werden in der sogenannten *Off-pump*-Koronarchirurgie am schlagenden Herzen nur die Stellen mit speziellen Stabilisatoren über wenige Zentimeter nach und nach still gestellt, an denen die Anastomosen genäht werden müssen. Während dieser Operation hält das Herz seine normale Pumpfunktion aufrecht (Abb. 6). Gründe, die HLM bei Bypassoperationen nicht einzusetzen, bestehen darin, Nebenwirkungen der HLM, wie beispielsweise inflammatorische Reaktionen auf die körperfremden Oberflächen oder auch neurologische Komplikationen durch die Perfusion, auszuschalten oder zu verringern. Dabei ist neben der Entscheidung für oder gegen die HLM das Gesamtkonzept des Eingriffs von wesentlicher Bedeutung. So ist es zum Beispiel nicht sinnvoll, bei einer Operation auf die HLM zu verzichten, dann aber die bei diesen Patienten häufig verkalkte *A. ascendens* für proximale Anastomosen von Venenbypassen mehrfach zu klemmen und so das Risiko einer Kalkembolie mit neurologischer Symptomatik zu riskieren.⁵

Abb. 6: Beispiel für eine *Off-pump*-Bypassoperation (ohne Herz-Lungen-Maschine); distale Anastomose ist mit Hilfe eines Stabilisators bereits genäht.

Graftauswahl

Wie bereits dargestellt, zeigte sich in der Bypasschirurgie ein günstiger Effekt bei Verwendung arterieller Grafts (linke *A. mammaria interna*). Diese Tatsache führte in der Folge dazu, mehr und mehr arterielle Grafts anstelle der bisher meist verwendeten venösen Grafts zu benutzen. Heute gilt es bei Einhaltung gewisser Kriterien als gesichert, dass sowohl die linke und rechte *A. mammaria interna* (LIMA, RIMA) als auch die *A. radialis* des Unterarms Vorteile in den Langzeitergebnissen zeigen, insbesondere bei der Offenheitsrate nach fünf und zehn Jahren.⁶

Revaskularisationskonzepte

Neben einer sorgfältigen Gewinnung der Grafts (schonendes operatives Vorgehen), einer exakten Anastomosennahttechnik und einer kontrollierten Auswahl des Ortes der

⁵ Vgl. Karolak *et al.* (2007) sowie Novitzky *et al.* (2007).

⁶ Vgl. Loop *et al.* (1986) sowie den Qualitätsreport der Bundesgeschäftsstelle für Qualität in der Medizin (2006).

Anastomose ist die Planung der Bypassoperation und das verfolgte Konzept von entscheidender Bedeutung für den Erfolg der Maßnahme.

Als modernes Konzept ist hier an erster Stelle die sogenannte komplett arterielle Revascularisation (TAR = total arterial revascularisation) in OPCAB (*Off-pump-coronary artery-bypass-Technik*) zu nennen (Abb. 7). Dabei werden am schlagenden Herzen ausschließlich Arterien als Bypassgrafts verwendet. Um auch die Hinterwand des Herzmuskels zu versorgen, näht man in verschiedenen Techniken als Y- oder T-Graft die rechte RIMA in die linke LIMA, um so mit der LIMA die LAD und mit der RIMA die Koronararterienäste der Hinterwand zu bypassen.⁷ Die Vorteile dieser Technik sind vielfältig: Es muss keine Venenentnahme an den Beinen erfolgen, wodurch die Patienten postoperativ schneller mobilisierbar sind; die Nebenwirkungen der extrakorporalen Zirkulation werden durch Weglassen der HLM vermieden; die ausschließliche Verwendung von arteriellen Grafts führt zu besseren Langzeitergebnissen und durch das Fehlen jeglicher Manipulationen an der *A. ascendens* sinkt die Gefahr neurologisch bedeutsamer embolischer Ereignisse dramatisch (sogenannte Aorta-no-touch-Technik).⁸

Abb. 7: Total arterielle Bypass-Operation ohne Herz-Lungen-Maschine (TAR-OPCAB) mit rechter und linken *A. mammaria* als T-Graft

Klappenchirurgie

Die retrospektive Auswertung der letzten zehn Jahre zeigt auf dem Gebiet der Herzklappenchirurgie die rasante Weiterentwicklung der Herzchirurgie am deutlichsten. Moderne Klappenchirurgie spiegelt sich wider in den chirurgischen Techniken („Lieber reparieren als ersetzen“), in den Operationsverfahren („Je kleiner der Schnitt desto besser“)

⁷ Vgl. Lytle *et al.* (2004) sowie Yilmaz *et al.* (2002).

⁸ Vgl. Barner *et al.* (2001).

und nicht zuletzt in den aktuellen Auswahlmöglichkeiten verschiedenster Herzklappenprothesen, die eine gewisse „Qual der Wahl“ suggerieren.

Ausgehend von der Tatsache, dass die ideale Herzklappe bisher immer noch die unversehrte, funktionstüchtige eigene Herzklappe des betreffenden Patienten ist, wurden chirurgische Techniken entwickelt, unzureichend schließende Herzklappen zu rekonstruieren. Diese Verfahren werden heute hauptsächlich bei der am zweithäufigsten auftretenden Herzklappenerkrankung, der sogenannten Mitralklappeninsuffizienz angewendet. Hierbei besteht ein nicht ausreichender Verschluss des Ventils zwischen linker Herzkammer und linkem Vorhof, ausgelöst durch verschiedene Ursachen. Mit den über 20 verschiedenen Techniken der Rekonstruktion, die zum Teil auch kombiniert angewendet werden, ist es in über 80 Prozent der Fälle möglich, eine gute Schlussfähigkeit der Mitralklappe zu erreichen. Durch Einnähen eines Kunststoffringes im Bereich des nativen Klappenringes wird eine jahrelange Stabilität des Rekonstruktionserfolges gewährleistet (Abb. 8). Diese Rekonstruktionsverfahren werden auch mit großem Erfolg im Bereich der Tricuspidalklappe benutzt, in zunehmendem Maße ebenfalls im Bereich der Aortenklappe, immer voraussetzend, dass es sich um Insuffizienzen dieser Herzventile handelt.⁹

Abb. 8: Beispiel für eine rekonstruierte Mitralklappe mit einem Mitralklappenring

Die Operationsverfahren für die Herzklappen haben ebenfalls einschneidende Veränderungen erfahren. Hier sind vor allem zwei Verfahren zu den ursprünglichen Standardverfahren hinzugekommen, die eine optimale individuelle Operationsplanung ermöglichen.

(1) Die sogenannte MIC-Klappenchirurgie (*minimal invasive cardiac surgery*)

Hierbei wird die notwendige Herz-Lungen-Maschine über Schlauchsysteme initiiert,

⁹ Vgl. Carpentier (1983) sowie Anderson und Chitwood (2009).

die über die Leistengefäße eingebracht werden, gleichzeitig wird über einen kleinen Schnitt die Herzklappe repariert oder ersetzt. Bei diesen endoskopischen Operationen werden die Augen des Operateurs durch eine Videokamera im Thorax ersetzt, die ihre Bilder auf einen Monitor übermittelt. Durch den kleinen Schnitt hindurch erfolgt dann der eigentliche Eingriff. Im Unterschied zu offenen Operationen sind die Instrumente um circa 20 Zentimeter verlängert. Die Vorteile solcher minimal-invasiven endoskopischen Verfahren für den Patienten bestehen in weniger Schmerzen, einer schnelleren Wundheilung, einem kürzeren Krankenhausaufenthalt, weniger Wundheilungsstörungen, geringeren Infektionsraten und natürlich auch einem besseren kosmetischen Ergebnis (Abb. 9).¹⁰

Abb. 9: Operationssitus bei einer endoskopischen Mitralklappenoperation, Implantation der Herz-Lungen-Maschine über die rechten Leistengefäße, Operation über die rechte Brustseite.

(2) Die kathetergestützte Klappenimplantation ohne HLM im Bereich der Aorten- oder Pulmonalklappe

Mit dieser Methode wird insbesondere die häufigste Herzklappenerkrankung – die Aortenklappenstenose – behandelt. Dabei handelt es sich um eine Verengung der Klappe zwischen dem linken Ventrikel und der Hauptschlagader. Das Prinzip des Eingriffs besteht darin, zunächst über eine Arterie in der Leiste *retrograd* oder durch einen kleinen Schnitt über der Herzspitze *antegrad* einen Ballonkatheter unter Röntgenkontrolle in die Ebene der verengten Herzklappe vorzuschieben und durch Aufblasen des Ballons die Verengung zu beseitigen. Daran anschließend wird über den geschlossenen Ballonkatheter eine zusammengefaltete Aorten-Bioprothese gestülpt, die in einem zweiten Schritt dann in der Ebene des Aortenklappenringes entfaltet wird, sich dort verhakt und als neue Aortenklappe dient (Abb. 10). Da diese Methode noch sehr neu ist und noch nicht genügend Langzeitergebnisse vorliegen,

¹⁰ Vgl. Casselmann *et al.* (2003) sowie Richardson *et al.* (2008).

wird sie gegenwärtig nur bei Patienten eingesetzt, die Kontraindikationen für eine offene Standardoperation aufweisen. Es ist jedoch davon auszugehen, dass sich diese Methode des kathetergestützten Herzklappenersatzes aufgrund der enormen Vorteile für die Patienten (unter anderem fehlende Notwendigkeit einer Brustkorberöffnung, keine Herz-Lungen-Maschine, geringe Operationsdauer von circa einer Stunde, zum Teil lediglich Lokalanästhesie, kurzer Krankenhausaufenthalt) in Zukunft weiter ausdehnen wird – sowohl hinsichtlich der Indikationen als auch der Lokalisierung der erkrankten Klappe.¹¹

Abb. 10: Schematischer Operationssitus bei der Katheter gestützten Implantation einer Aortenklappen-Bioprothese (TAVI)

Kann eine Herzklappe nicht repariert werden, muss ein Ersatz erfolgen. Auch hier haben sich aufgrund technischer Neuerungen und Weiterentwicklungen von Herzklappenprothesen zahlreiche neue Möglichkeiten ergeben. Prinzipiell unterscheidet man mechanische von biologischen Prothesen mit oder ohne Stützgürst. Beide Arten von Prothesen haben Vor- und Nachteile, eine individuelle Auswahl für einen bestimmten Patienten erfolgt in Abhängigkeit des Patientenalters, der Position der Klappe, den vorliegenden Begleiterkrankungen, den individuellen Risiken einer Antikoagulation (obligat bei mechanischen Prothesen) und natürlich auch dem Wunsch des Patienten nach vorheriger ausführlicher Aufklärung. Insgesamt hat in den letzten zehn Jahren eine dramatische Umverteilung bei den implantierten Prothesen weltweit stattgefunden, weg von den mechanischen hin zu den biologischen Prothesen. So wurden im Jahr 2007 in Deutschland bereits 9.280 biologische und nur noch 2.814 mechanische Prothesen implantiert.¹² Diese Umverteilung ist begründet durch eine schnellere Erholung der

¹¹ Vgl. Cribier *et al.* (2002) sowie Walther *et al.* (2007).

¹² Vgl. Brucknerberger (2008).

linken Herzkammer nach biologischem Ersatz, durch die fehlende Notwendigkeit einer Blutverdünnung nach dem Eingriff und vor allem durch die Tatsache, dass biologische Prothesen der neuen Generation, anders als früher, auch über eine wesentlich längere Haltbarkeit verfügen (Abb. 11).

Abb. 11: Beispiele für moderne Klappen-Bioprothesen mit und ohne Stützgerüst

Dem Endziel der Behandlung von Herzklappenerkrankungen – eine körpereigene Bioprothese, die in minimal-invasiver Technik ohne Herz-Lungen-Maschine implantierbar ist – kommt die moderne Herzchirurgie heute schon sehr nah.

Aortenchirurgie

Die Chirurgie der Aorta im thorakalen Bereich beinhaltet hauptsächlich die Behandlung von Aneurysmen und Dissektionen. Aneurysmen sind Aussackungen der Arterienwand die zu einer Durchmesserzunahme des Gefäßes führen. Die häufigste Ursache ist eine länger bestehende unbehandelte Hypertonie. Durch die Größenzunahme kommt es zu einem dramatischen Anstieg der Wandspannung mit den möglichen Folgen eines Einreißen aller Wandschichten des Gefäßes (freie Ruptur) oder ausschließlich des inneren Teils (Intimaeinriss = Dissektion). Im letzteren Fall – einer Aortendissektion – wühlt sich das Blut durch den Intimaeinriss längs durch die Wand der Aorta und kann so zu schweren Durchblutungsstörungen (beispielsweise im Kopf, in Armen und Beinen oder im Abdomen) führen oder ebenfalls frei nach außen perforieren mit der Folge eines inneren Verblutens des Patienten. Um diesen schweren Verlauf abzuwenden, besteht für die Aortendissektion im Bereich der *A. ascendens* und des Aortenbogens eine absolute, dringende Operationsindikation. Ziel der Operation ist es, die zerstörte Wand in diesen Bereichen der Hauptschlagader mit Hilfe von Gefäßprothesen zu ersetzen. Während dies bisher nur durch ausgedehnte Operationen mit einer medianen Sternotomie, dem Einsatz der HLM und – im Falle eines Bogenersatzes – mit einem Kreislaufstillstand oder einer selektiven Hirnperfusion möglich war, existieren heute neue Konzepte, die weniger invasiv sind und die enorm hohen Komorbiditäten dieser großen Eingriffe vermeiden sollen. Da die Aorta von der linken Herzkammer durch die Aortenklappe, die im Anfangsteil der *A. ascendens* sitzt, getrennt ist, liegt in vielen Fällen einer *A.-ascendens*-Dissektion oder eines Ascendens-Aneurysmas auch eine Insuffizienz dieser Klappe vor. Bei Anwendung älterer Techniken wurde in diesem Fall grundsätzlich die Aortenklappe durch eine Prothese ersetzt. Heute ist es in den meisten Fällen möglich,

Abb. 12: Beispiel für eine rekonstruierte, native Aortenklappe, die im Rahmen einer Aneurysmaoperation in eine Gefäßprothese wieder eingenäht wurde.

Abb. 13: Computertomografie eines Patienten nach Komplettersatz der A. ascendens sowie des Bogens und innerer Schienung der A. descendens mittels endoluminaler Prothese bei einer Aortendissektion

die Aortenklappe mit verschiedenen Techniken zu rekonstruieren (beispielsweise durch eine sogenannte David-Operation) und in einer Gefäßprothese zu verankern (Abb. 12).¹³

Zur Vermeidung großer Operationen bei sehr alten Patienten ist es heute möglich, durch sogenannte Hybrideingriffe nur den eingerissenen Teil der Aorta zu ersetzen und die anderen Abschnitte durch endoluminale Prothesen von innen zu schienen (Abb. 13). Mit diesem Vorgehen können die Operationszeiten verkürzt werden, im besten Fall kann auf eine offene ausgedehnte Operation verzichtet werden. Ein weiteres Konzept besteht darin, die supraaortalen Gefäße, die zum Kopf führen, zu „debranchen“. Dies bedeutet, dass in einem kleineren Eingriff ohne HLM oder Kreislaufstillstand mit Hilfe von Gefäßprothesen im ersten Schritt die Kopfgefäße an einen nicht erkrankten Abschnitt der Hauptschlagader anastomosiert werden, im zweiten Schritt wird dann beispielsweise der erkrankte Aortenbogen mit Endoprothesen von innen geschient (Abb. 14). Voraussetzung für diese kombinierten Eingriffe sind Operationsräume, in denen eine Röntgendarstellung mit Kontrastmittel in allen Operationsgebieten möglich ist. Solche Operationsräume bezeichnet man als Hybridsäle.¹⁴

Abb. 14: Schematische Darstellung einer endoluminalen Gefäßprothese in der A. descendens

Chirurgie der Herzinsuffizienz

Auch die Chirurgie der akuten oder chronischen Herzinsuffizienz hat in den beiden letzten Jahrzehnten eine deutliche Zunahme zu verzeichnen. Dies liegt an zwei wesentlichen Ursachen: Zum einen steigt die Zahl an Patienten mit einer therapiebedürftigen Herzinsuffizienz von Jahr zu Jahr dramatisch an, zum anderen hat sich die Zahl der zur Verfügung stehenden Therapieoptionen deutlich erhöht. Während vor dieser Zeit an chirurgischen Verfahren bei einer medikamentös ausgeprägten Herzinsuffizienz nur

¹³ Vgl. David *et al.* (1992) sowie David (2010).

¹⁴ Vgl. Antoniou *et al.* (2010).

noch eine Herztransplantation möglich war, ist diese heutzutage zumindest aus epidemiologischer Sicht eher in den Hintergrund getreten.¹⁵

Die Herzinsuffizienz ist die krankhafte Unfähigkeit des Herzens, die vom Körper benötigte Blutmenge (Herzzeitvolumen) ohne Druckanstieg in den Herzvorhöfen zu fördern. Leitsymptome sind Ödeme (Wasseransammlungen) und zunehmende Dyspnoe (Luftnot). Prävalenz und Inzidenz der Herzinsuffizienz sind altersabhängig. Im Alter von 45 bis 55 Jahren leiden weniger als 1 Prozent der Bevölkerung an einer Herzinsuffizienz, 65- bis 75-Jährige bereits zu 2 bis 5 Prozent und über 80-Jährige zu fast 10 Prozent. Männer sind etwa 1,5-fach häufiger betroffen als gleichaltrige Frauen. Mit zunehmendem Lebensalter steigt der Anteil der diastolischen Herzinsuffizienz auf mehr als 30 Prozent, bei Frauen auf mehr als 40 Prozent. In der Todesursachenstatistik Deutschlands des statistischen Bundesamtes von 2006 liegt die Herzinsuffizienz auf Platz drei noch vor Krebserkrankungen wie Brust-, Lungen- oder Darmkrebs. Bei Frauen rückt die Herzinsuffizienz mit einem Anteil von 7,4 Prozent unter den häufigsten Todesursachen sogar an die zweite Stelle vor.¹⁶

Die Therapie der Herzinsuffizienz beginnt in der Regel medikamentös (Diuretika, Digitalis, Betablocker und ACE-Hemmer). Aber auch chirurgische Maßnahmen wie Herzklappenoperationen oder die Erweiterung beziehungsweise Aufdehnung der Herzkranzgefäße und die Stimulation mit speziellen biventrikulären Schrittmachersystemen (kardiale Resynchronisation) gehören je nach Grunderkrankung bereits zur frühen therapeutischen Strategie. Viele schwerkranke Patienten, bei denen die Erkrankung bereits weit fortgeschritten ist, können jedoch nur noch auf eine Herztransplantation hoffen. Aufgrund des Mangels an Spenderorganen lässt sich diese Möglichkeit jedoch nur für eine äußerst geringe Zahl an Herzinsuffizienz-Patienten realisieren.¹⁷ Außerdem gibt es eine große Anzahl von Patienten, die aufgrund des Alters oder anderer Grunderkrankungen von der Möglichkeit einer Herztransplantation ausgeschlossen werden müssen. In diesem fortgeschrittenen Stadium besteht die einzige Möglichkeit, diese Patienten mit einer terminalen Herzinsuffizienz vor dem Tode zu bewahren, im Einsatz von Kunstherzsystemen oder Herzunterstützungssystemen. Herzunterstützungssysteme sind Blutpumpen, die entweder das erkrankte Herz unterstützen (VAD – *ventricular assist device*, LVAD für den linken Ventrikel, RVAD für den rechten Ventrikel, BVAD für beide Ventrikel; Abb. 15) oder sogar komplett ersetzen (TAH – *total artificial heart*). Diese Unterstützungssysteme werden als Überbrückung zur Herztransplantation (BTT – *bridge to transplantation*), Dauertherapie (DT – *destination therapy*) oder Überbrückung zur Erholung (BTR – *bridge to recovery*) eingesetzt. Außerdem werden einige Patienten in Notfallsituationen mit kurzfristigen Herzunterstützungssystemen (Abb. 16) versorgt, als Überbrückung zu einer Entscheidung (BTD – *bridge to decision*) bis sie unter stabilen Bedingungen ein langfristiges System bekommen können oder sich erholen. Bei der Vielzahl der heute auf dem Markt befindlichen unterschiedlichen Pumpsystemen ist die Auswahl eines speziellen Systems ganz individuell für jeden Patienten zu handhaben. Dabei müssen vor dem Eingriff eine Vielzahl von Fragen geklärt werden, so zum Beispiel, wie stark die Unterstützung sein

---

¹⁵ Vgl. Bruckenberg (2008).

¹⁶ Vgl. Bruckenberg (2008).

¹⁷ Vgl. Bruckenberg (2008).

Abb. 15: Beispiel für ein extrakorporales R/LVAD System (Berlin Heart Excor); links: Kunstventrikel in verschiedenen Größen; rechts: pneumatischer Antrieb.

Abb. 16: Schematische Darstellung eines kurzfristigen Unterstützungssystems (Centrimag, Levitronix) als R/LVAD oder BVAD

Abb. 17: Beispiel für ein intrakorporales Langzeit-LVAD (Berlin Heart Incor)

muss, wie invasiv der Einbau sein darf, in welcher Zeit der Einbau erfolgen muss, welcher Ventrikel unterstützt werden muss und welche Mobilität für den Patienten erreicht werden soll. Auch von technischer Seite gibt es die unterschiedlichsten Bauarten für diese Systeme, beispielsweise axiale Pumpen, radiale Pumpen und diagonale Pumpen, die einen pulsatilen oder auch einen kontinuierlichen Fluss erzeugen (Abb. 17).¹⁸

Insgesamt existieren somit heute für die Therapie der Herzinsuffizienz viele chirurgische Optionen, die wachsende Zahl von Patienten trotz der stagnierenden Zahl an Spenderorganen ausreichend behandeln zu können. Dabei werden in Zukunft noch mehr individuelle und vor allem kombinierte Therapiekonzepte Berücksichtigung finden, um Patienten ein normales alltägliches Leben zu ermöglichen.

Das Herz ist unsere Mitte. Es steht für das Leben und für den Tod. Deshalb erforschen Mediziner den kräftigen Muskel bis in jede Kammer und Zelle. Immer mehr biologische Abläufe können sie erklären. Das Wichtigste aber verstehen sie häufig nicht mehr: Die Sprache des Herzens.

Bastian (1996)

Ausblick

Herzchirurgie im Jahr 2010 bedeutet technische Innovation im klinischen Alltag und damit eine enorme Spezialisierung. Sie bedeutet aber auch eine hohe Verantwortung bei den klinisch Erfahrenen. Zu häufig entsteht in der Öffentlichkeit der Eindruck, dass alles möglich ist. Die Schnitte werden immer kleiner, Roboter helfen den Chirurgen bei ihrer Arbeit, es werden endoskopische Operationsbilder online in alle Welt übertragen, kleine Blutpumpen werden in verschiedene Regionen des Herz-Kreislauf-Systems implantiert und Herzklappen werden via Katheter ins Herz eingesetzt. Das alles ist Wirklichkeit und beeindruckt Patienten in gleichem Maße wie auch junge Kollegen. Gute Medizin ist aber nicht nur technische Machbarkeit, sondern eben auch, nicht immer zu machen, was machbar wäre – als Entscheidung für den Patienten.

Wenn die technische Seite der Medizin quantitativ wächst und sich qualitativ ausdifferenziert, dann gilt: je technischer wir in der asymmetrischen Beziehung sind, um so menschlicher müssen wir sein. Die Hoffnung, dass die Menschen angesichts neuer Herausforderungen moralischer werden, mag illusorisch sein. Aber den Beteiligten ist strukturell die Chance zu geben, sich auf ihre Verantwortung vielseitig vorzubereiten.

Mieth und Marckmann (1996)

Literatur

- ANDERSON, C. A. und W. R. CHITWOOD (2009). „Advances in mitral valve repair“, *Future Cardiology* 5, 511–516.
- ANTONIOU, G. A. *et al.* (2010). „Hybrid treatment of complex aortic arch disease with supra-aortic debranching and endovascular stent graft repair“, *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery* 39, 683–690.
- BARNER, H. B. *et al.* (2001). „Midterm results of complete arterial revascularization in more than 1.000 patients using an internal thoracic artery / radial artery T graft“, *Annals of Surgery* 234, 447–453.
- BASTIAN, Till (1996). „Verblaßte Mythen. Das Herz“, *Süddeutsche Zeitung*, 20.07.1996.

¹⁸ Vgl. DeRose *et al.* (1997) sowie Rose *et al.* (2001).

- BRUCKENBERGER, E. (2008). *Herzbericht 2008*. <http://www.herzbericht.de> (15.11.2010).
- BUNDESGESCHÄFTSSTELLE FÜR QUALITÄT IN DER MEDIZIN (2006). *Qualitätsreport 2006*.
- CARPENTIER, A. (1983). „Cardiac valve surgery – the „French correction“, *The Journal of Thoracic Cardiovascular Surgery* 86, 323–337.
- CASSELMAN, Filip P. *et al.* (2003). „Endoscopic mitral valve repair: Feasible, reproducible and durable“, *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 125, 273–282.
- CRIBIER, A. *et al.* (2002). „Percutaneous transcatheter implantation of an aortic valve prosthesis for calcific aortic stenosis“, *Circulation* 106, 3006–3008.
- DAVID, T. E. *et al.* (1992). „An aortic valve-sparing operation for patients with aortic incompetence and aneurysm of the ascending aorta“, *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 103, 617–627.
- DAVID, T. E. (2010). „Surgical treatment of ascending aorta and aortic root aneurysms“, *Prog Cardiovasc Dis* 52, 438–444.
- DEROSE, J. J. *et al.* (1997). „Implantable left ventricular assist devices provide an excellent outpatient bridge to transplantation and recovery“, *Journal of American College of Cardiology* 30, 1773–1780.
- FEINDT, P., H. DALYANOGLU und A. LICHTENBERG (2009). „Extracorporeal circulatory systems in the interhospital transfer of critically ill patients: experience of a single institution“, *Annals of Saudi Medicine* 29(2), 110–114.
- FEINDT, P. *et al.* (2010). „Einsatz einer extrakorporalen Zirkulation (EKZ) außerhalb eines herzchirurgischen Operationssaals“, *Kardiotechnik* 19(3), 58–60.
- IMMER, F. F. *et al.* (2007). „Minimal extracorporeal circulation is a promising technique for coronary artery bypass grafting“, *Annals of Thoracic Surgery* 84, 1515–1521.
- KAROLAK, W. *et al.* (2007). „Medium-term outcomes of coronary artery bypass graft surgery on pump versus off pump: results from a randomized controlled trial“, *American Heart Journal* 153, 689–695.
- LOOP, F. D. *et al.* (1986). „Influence of the internal-mammary-artery graft on 10-year survival and other cardiac events“, *New England Journal of Medicine* 314, 1–6.
- LYTLE, B. W. *et al.* (2004). „The effect of bilateral internal thoracic artery grafting on survival during 20 postoperative years“, *Annals of Thoracic Surgery* 78, 2005–2014.
- MAZZEI, V. *et al.* (2007). „Prospective randomized comparison of coronary bypass grafting with minimal extracorporeal circulation system (MECC) versus off-pump coronary surgery“, *Circulation* 116, 1761–1767.
- MIETH, D. und G. MARCKMANN (1996). *Die Zukunft der Medizin*. Heidelberg.
- NOVITZKY, D. *et al.* (2007). „A study to assess the safety and efficacy of on-pump versus off-pump coronary bypass grafting: the ROOBY trial“, *Clinical Trials* 4, 81–91.
- REMADI, J. P. *et al.* (2004). „Aortic valve replacement with the minimal extracorporeal circulation (Jostra MECC system) versus standard cardiopulmonary bypass: a randomized prospective trial“, *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 128, 436–441.
- RICHARDSON, H. L. *et al.* (2008). „Is a port-access mitral valve repair superior to the sternotomy approach in accelerating postoperative recovery?“, *Interactive Cardiovascular Thoracic Surgery*, 7, 678–683. doi:10.1510/icvts.2008.180182.
- ROSE, E. A. *et al.* (2001). „Long-term use of a left ventricular assist device for end-stage heart failure. REMATCH-STUDY“, *New England Journal of Medicine* 345, 1435–1443.
- WALTHER, T. *et al.* (2007). „Transapical minimally invasive aortic valve implantation multicenter experience“, *Circulation*, 116 (Supplement), I-240–I-245.
- YILMAZ, A. T. *et al.* (2002). „The results of radial artery Y-graft for complete arterial revascularization. *European Journal of Cardiothoracic Surgery* 21, 794–799.

Prof. Dr. Stefanie Ritz-Timme

Stefanie Ritz-Timme absolvierte von 1982 bis 1988 ein Studium der Humanmedizin an der Justus-Liebig Universität Gießen. Sie promovierte 1990, die Venia Legendi für das Fach Rechtsmedizin wurde ihr 1998 erteilt (Christian-Albrechts-Universität zu Kiel). 2001 wurde sie mit dem Konrad-Händel-Preis ausgezeichnet. Seit 2004 hat sie eine Professur für Rechtsmedizin an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf inne und ist Direktorin des Institutes für Rechtsmedizin im

Universitätsklinikum Düsseldorf; die Professur ist gleichzeitig Netzwerkprofessur im Netzwerk Frauen- und Geschlechterforschung NRW. Ihre Forschungsschwerpunkte sind posttranslationale Proteinmodifikationen in permanenten Proteinen, die Qualität der medizinischen Versorgung von Gewaltopfern sowie die morphologische Analyse von Gesichtern zur (Photo-)Identifikation und Lebensaltersschätzung. Seit 2007 ist Stefanie Ritz-Timme Studiendekanin der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf. 2009 wurde ihr der Lehrpreis der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf verliehen.

Ulrike Brunenberg-Piel

Ulrike Brunenberg-Piel, geboren 1957 in Krefeld, legte 1976 ihr Abitur ab. Von 1976 bis 1979 besuchte sie das Bibliothekar-Lehrinstitut Köln (seit 1995 Fachhochschule Köln, Fachbereich Informations- und Kommunikationswissenschaften) und absolvierte an der Hochschulbibliothek der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen ein Praktikum. 1979 legte sie das Examen zur Diplombibliothekarin für das Wissenschaftliche Bibliothekswesen ab.

Von 1979 bis 1988 war Ulrike Brunenberg-Piel Auskunftsbibliothekarin auf dem Lesegeschoss 01 der Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf, von 1996 bis 2002 war sie im Informationszentrum der Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf tätig. Seit 2002 leitet sie die Stabsstelle „Büroleitung/Gebäudemanagement“ der Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf. Von 2003 bis 2005 hatte sie gemeinsam mit Dr. Kreische die Projektleitung für die Durchführung des „Bibliothekartags 2005“ in Düsseldorf. Sie war Baubeauftragte der Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf für den Neubau der Fachbibliothek Rechtswissenschaft, Bezug 2005, und ist gegenwärtig Baubeauftragte für den Neubau der Fachbibliothek Medizin in der O.A.S.E., Bezug 2011.

Ulrike Brunenberg-Piel verfasste einen Zeitschriftenaufsatz über den Neubau der Fachbibliothek Rechtswissenschaft und hielt einen Vortrag über den Planungsprozess der O.A.S.E. auf der Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft für Medizinisches Bibliothekswesen 2010 in Mainz.

Volker Weuthen

Volker Weuthen wurde 1957 in Mönchengladbach geboren und studierte an der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen Architektur und Städtebau. Seine Diplomarbeit wurde 1985 mit dem Springorum-Preis ausgezeichnet. Bis 1992 war er in den Büros HPP und JSK tätig und führte mit Jürgen Bahl eine Architektenpartnerschaft in Hagen. 1992 kam er zum HPP Büro in Düsseldorf, zunächst als Projektleiter, seit 2000 als Projektpartner. Seit 2007 ist er Gesellschafter der HPP Hentrich-Petschnigg & Partner GmbH + Co. KG.

Prof. Dr. Ulrich K. M. Decking

Ulrich K. M. Decking, geboren 1963 in Lippstadt, studierte Medizin an der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen sowie an der University of Glasgow und schloss sein Studium 1989 ab.

„Ist interstitielles Adenosin der entscheidende Mediator in der Regulation des koronaren Flusses?“ war das Thema seiner Doktorarbeit bei Prof. Kammermeier an der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen. Nach Forschungstätigkeit am Guy's Hospital, London baute er am Institut für Herz- und Kreislaufphysiologie der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf (Prof. J. Schrader) eine Arbeitsgruppe auf und habilitierte sich 1999 mit einer Arbeit zum Thema „In vivo NMR spektroskopische Untersuchungen des kardialen Stoffwechsels“. Es folgte ein Forschungsaufenthalt am NIH, Bethesda, USA bei R. S. Balaban. 2005 wurde er zum außerplanmäßigen Professor an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf ernannt und ist am Institut für Herz- und Kreislaufphysiologie als Geschäftsführer des Studiendekanats und Stellvertretender Studiendekan der Medizinischen Fakultät tätig. Zu seinem wissenschaftlichen Werk gehören über 43 Publikationen und sieben Buchbeiträge.

Prof. Dr. Alfons Hugger

Alfons Hugger absolvierte von 1985 bis 1990 das Studium der Zahnmedizin an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf. 1990 arbeitete er als Wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik (Direktor: Prof. Dr. U. Stüttgen), Westdeutsche Kieferklinik.

1991 erfolgte die Promotion (*summa cum laude*), 1999 die Habilitation. Alfons Hugger arbeitete anschließend als Privatdozent und Oberarzt.

2004 wurde er zum außerplanmäßigen Professor ernannt. Seit 2005 ist er Stellvertretender Studiendekan der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf mit dem Tätigkeitsbereich Zahnmedizin.

An der Universität Heidelberg erwarb er 2010 den Master of Medical Education (MME).

Prof. Dr. Matthias Schneider

Matthias Schneider studierte von 1974 bis 1980 im Modellstudiengang Humanmedizin an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster und wurde früh in wissenschaftliche Projekte eingebunden, unter anderem in den Sonderforschungsbereich 104/A4.

Seine wissenschaftlichen Untersuchungen fokussierte er in der Zeit seiner Weiterbildung zum Arzt für Innere Medizin, Rheumatologie, Endokrinologie an der

Westfälischen Wilhelms-Universität Münster auf entzündlich rheumatische Erkrankungen, insbesondere rheumatoide Arthritis und systemischen *Lupus erythematoses*.

Seit seiner Berufung an die Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf hat er in verschiedenen nationalen und internationalen Projekten vor allem die Schwerpunkte Qualitätsmanagement und Versorgungsforschung intensiviert, zum Beispiel über das Rheumazentrum Rhein-Ruhr, das Kompetenznetz Rheuma, die EULAR, vor allem aber auch über die Selbsthilfeorganisationen. Von zentraler Bedeutung ist für ihn die gute Ausbildung der angehenden Mediziner, für die er sich seit 2006 als Stellvertretender Studiendekan einsetzt. Dabei nutzt er seine Qualifikation als Coach für Contextuelles Coaching.