
Die Ross-Operation

Klinik für Herzchirurgie des Universitätsklinikums S-H, Campus Lübeck

Übersicht

Alle herkömmlichen Aortenklappenprothesen weisen Probleme wie thrombotische und thromboembolische Ereignisse, Blutungskomplikationen unter Therapie mit Gerinnungshemmern, Klappendegeneration, funktionelle Unzulänglichkeit, Endokarditis (Herzklappenentzündung) und Geräuschentwicklung auf. Als vielversprechende Alternative gewinnt der Ersatz der defekten Aortenklappe durch die körpereigene Lungenschlagaderklappe (Ross-Operation) für geeignete Patienten zunehmende Bedeutung. Die Vorteile der Ross-Operation bestehen in einer optimalen Hämodynamik bei voller Belastbarkeit des Patienten, einer ausgezeichneten Langzeitfunktion und einem uneingeschränkten Lebensstil mit unproblematischer beruflicher Wiedereingliederung. Eine Antikoagulantientherapie (mit z. B. Marcumar®, Falithrom®, Coumadin®) ist nicht erforderlich. Trotz der o. g. Vorteile hat die Ross-Operation auch eine Achillesferse. Sie besteht in der möglichen Obstruktion des Homografts im rechtsventrikulären Ausflusstrakt und ist ein bislang trotz der Verfeinerungen der Ross-Operationstechniken ein bislang ungelöstes, klinisch nicht zu vernachlässigendes Problem.

Einleitung

Der Herzklappenersatz mit den derzeit handelsüblichen mechanischen und biologischen Prothesen führt zu einer verbesserten Hämodynamik, Leistungsfähigkeit und Lebenserwartung. Alle Ersatzventile weisen jedoch Probleme wie Klappendegeneration, erneute Operation, thrombotische und thromboembolische Ereignisse, Blutungskomplikationen unter oraler Antikoagulantientherapie, hämodynamische Unzulänglichkeiten, Klappeninfektion und Geräuschentwicklung auf. Die autologe Pulmonalklappe (eigene Lungenschlagaderklappe) erfüllt die Qualitätskriterien eines idealen Ersatzventils. Sie ist mit der gesunden Aortenklappe hinsichtlich Bauweise, Verträglichkeit, Vitalität, Sterilität, Wachstumsfähigkeit, Geräuschlosigkeit und Lebensdauer vergleichbar. Die pulmonale Autograft-Operation, auch Ross-Operation genannt, bezeichnet ein chirurgisches Verfahren, das den Ersatz der Aortenklappe durch die autologe Pulmonalklappe sowie die dadurch notwendig gewordene Rekonstruktion der Ausflußbahn der rechten Herzkammer mit einer Spenderklappe (Homograft) beinhaltet.

Geschichtlicher Überblick

1960 implantierte R. R. Lower im Tierversuch die Pulmonalklappe in die Aorta ascendens (Hauptschlagader) und 1966 R. C. Pillsbury in die Aortenklappenwurzel. Ein Jahr später gelang Donald Ross der erste klinische Aortenklappenersatz mit einer autologen Pulmonalklappe. Aufgrund der Komplexität dieser Operation einerseits und der sich andererseits rasch entwickelnden, einfach zu implantierenden mechanischen Ersatzventile und Bioprothesen fand die Ross-Operation zunächst keine weitere Verbreitung. Erst durch die Publikationen exzellenter klinischer Ergebnisse Ende der 80er Jahre und den immer deutlicher werdenden Nachteilen der herkömmlichen Ersatzventile gewann dieses Verfahren zunehmende Attraktivität, so dass 1993 für die Ross-Operation ein internationales Register eingerichtet wurde. Seit 1987 ist weltweit ein exponentieller Anstieg der Operationszahlen von anfangs 30 Eingriffen pro Jahr auf über 600 im Jahr 1996 zu verzeichnen. Die Gesamtanzahl der Ross-Operationen betrug bis Mitte 2003 ca. 5500 Operationen.

Indikationen und Kontraindikationen

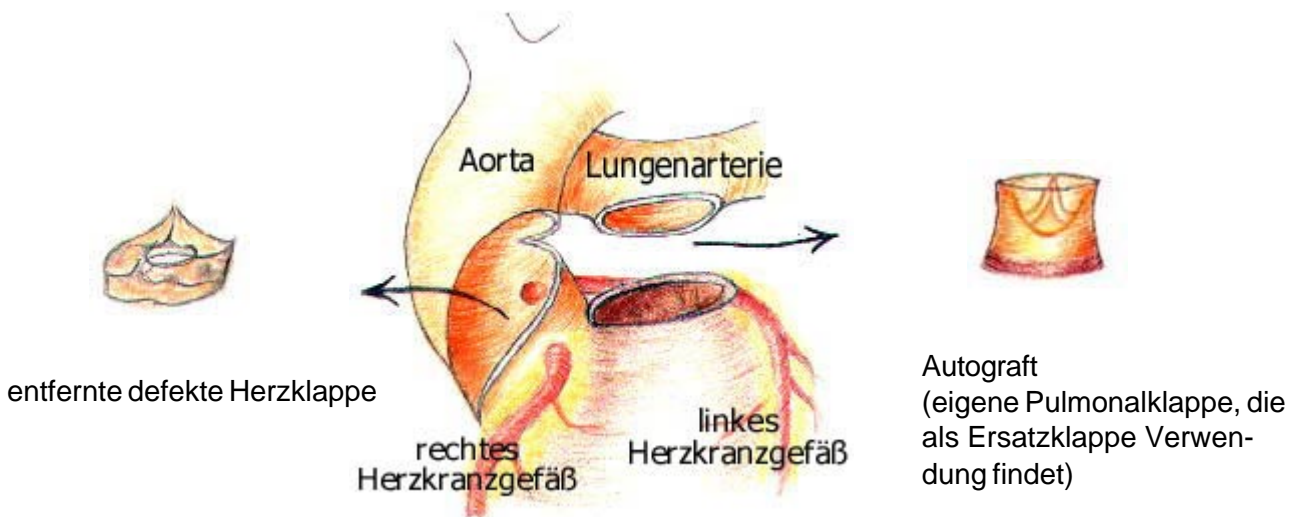
Zur Zeit gilt als generell akzeptierte Indikation die isolierte Aortenklappenerkrankung bei jungen Patienten im Alter zwischen 11 und 55 Jahren. Insbesondere profitieren von dieser Operationsmethode Patienten, die keine gerinnungshemmende Therapie vertragen, aktive Menschen mit sportlichen Ambitionen, Kinder (da die implantierte eigene Lungenschlagaderklappe mit wächst) und Frauen mit Kinderwunsch. Weiterhin scheint sich die Ross-Operation besonders bei einer auf die Aortenklappe begrenzte Endokarditis (Herzklappenentzündung) zu bewähren.

Mit zunehmenden Erkenntnissen erweitert sich in Zentren mit umfangreichen Erfahrungen auch das Indikationsspektrum. So werden in diesen Zentren auch Kombinationseingriffe, Notfalloperationen oder

eine erneute Operation nach vorangegangenem Aortenklappenersatz oder -korrektur nach dem Ross-Verfahren durchgeführt. Auch besteht eine Altersgrenze nur noch insoweit, als die Indikation für eine Ross-Operation zurückhaltend gestellt werden sollte, wenn die allgemeine Lebenserwartung mit großer Wahrscheinlichkeit unter derjenigen einer Bioprothese liegt. Neugeborene und aktive Patienten in der 6. Lebensdekade können gleichermaßen von einer Ross-Operation profitieren. Als klare Kontraindikationen gelten anatomische und strukturelle Defekte der Pulmonalklappe, Bindegewebserkrankungen wie zum Beispiel das Marfan-Syndrom, eine schwere koronare Herzkrankheit, ein reduzierter Allgemeinzustand, eine stark eingeschränkte Herzfunktion oder starke Verkalkungen im Bereich der Koronarostien (Abgänge der Herzkranzgefäße) sowie insbesondere aktive Erkrankungen aus dem rheumatischen Formenkreis. Eine Aortenklappenringverengung stellt keine Kontraindikation dar, da der Aortenklappenring plastisch auf die gewünschte Größe reduziert werden kann. Besondere Beachtung sollte auch Patienten mit einem arteriellen Hypertonus geschenkt werden, da durch einen im postoperativen Verlauf erhöhten Blutdruck Klappeninsuffizienzen auftreten können.

Chirurgische Technik

In moderater Perfusionshypothermie von 28 bis 30° C und künstlichem Herzstillstand wird über eine kurze Inzision oberhalb der Kommissuren die Pulmonalklappe auf ihre Verwendungsfähigkeit untersucht. Anschließend erfolgt unter besonderer Berücksichtigung des Koronararterienhauptstammes und des ersten Septumastes des Ramus interventricularis anterior die Exzision der Pulmonalklappe (Abb.1)



Der Einbau der autologen Pulmonalklappe in Aortenposition kann prinzipiell in drei verschiedenen Techniken vorgenommen werden:

- freistehender Aortenwurzeleratz
- Subkoronartechnik
- Wurzelinklusionstechnik



1. Freistehender Aortenwurzelerersatz

Die gesamte Pulmonalklappe inklusive Wandanteilen wird als freie Wurzel verwendet mit Reimplantation der Koronararterien (Herzkranzgefäße) in die Neoaortenwurzel (ursprüngliche Pulmonalklappenwurzel).

Vorteil: relativ einfache Technik, kaum Verziehen der Geometrie durch die Operation

Nachteil: Gefahr der übermäßigen Erweiterung der Pulmonalklappenwurzel durch den Systemdruck im Laufe der Jahre nach der Operation mit dem Risiko einer möglichen erneuten Operation

2. Subkoronartechnik

Die körpereigene Pulmonalklappe wird in die Wurzel der eigenen Aortenklappe implantiert, wobei das Pulmonalwandgewebe weitestgehend entfernt wird und die Nähte unterhalb der Herzkranzgefäßabgänge liegen.

Vorteil: keine übermäßige, ungewünschte Erweiterung der Aortenklappenwurzel

Nachteil: etwas kompliziertere Technik

3. Wurzelinklusionstechnik

Die gesamte Pulmonaliswurzel wird mit Wandanteilen in die Aortenwurzel des Patienten eingefügt.

Vorteil: keine Erweiterung der Neoaortenwurzel zu befürchten, Erhalt der Geometrie

Nachteil: komplizierte Operationstechnik

In den letzten Jahren wird vornehmlich die Technik der freistehenden Wurzeltransposition angewendet. Die Autoren bevorzugen die ursprüngliche Subkoronartechnik, weil hierdurch die Gefahr der späteren aneurysmatischen Erweiterung der Neoaortenwurzel vermieden werden kann. Größenunterschiede des Pulmonal- und Aortenklappenringes sollten durch Aortenklappenringerweiterungs- und -einengungsplastiken annähernd ausgeglichen werden. Der rechtsventrikuläre Ausflusstrakt wird durch Implantation einer pulmonalen Spenderklappe von ähnlicher Größe wie der Aortenklappenringdurchmesser wiederhergestellt.

Operationszeiten

Die operationsbedingten langen Bypass- und Ischämiezeiten des Herzens bedeuten bei den modernen Perfusionstechniken und Protektionsmöglichkeiten des Myokards keine gravierende Einschränkung für diese Operationsmethode.

Patienten- und Operationsdaten

Von Februar 1990 bis Mai 2004 wurden von den Autoren insgesamt 350 Patienten der Ross-Operation unterzogen. Die Patienten erhielten postoperativ keine orale Antikoagulantientherapie, sofern keine anderweitigen Indikationen hierfür auftraten. Am häufigsten (n=320; 91 %) wurde die subkoronare Operationstechnik angewendet, gefolgt von der Wurzelinklusion (n=17; 5 %) und dem totalen Wurzelerersatz (n=13; 4 %). Seit 1994 wird die Ross-Operation fast ausschließlich in Subkoronartechnik durchgeführt. Das mittlere Alter der 65 weiblichen und 231 männlichen Patienten, die von Juni 1994 bis Juli 2003 in der Subkoronartechnik und Wurzelinklusionstechnik operiert wurden, betrug $45 \pm 13,2$ Jahre (Spannweite 15 bis 70 Jahre). Der klinische Schweregrad konnte präoperativ gemäß der Klassifizierung der New York Heart Association (NYHA) folgendermaßen eingeteilt werden: NYHA I 29,9 %, NYHA II 47,4 %, NYHA III 21,5 % und NYHA IV 1,2 %.

Langzeitergebnisse

Überlebensraten und Komplikationen

Der Vergleich von Langzeitergebnissen nach Aortenklappenersatz ist schwierig. Dieses ist nicht nur bedingt durch die Unterschiede bezüglich der Dauer der Nachbeobachtungszeit, der Demographie der Patienten, der Operationstechnik und des Prothesentyps, sondern auch durch die statistische Darstellung der Ergebnisse. So wird die nach der Methode von Kaplan-Meier bestimmte, aktuarielle Langzeitüberlebensrate nach einer Ross-Operation (mittleres Operationsalter 32 Jahre) von Chambers

mit 85 % nach 10 Jahren und 61 % nach 20 Jahren angegeben. Bei einer hinsichtlich des Operationsalters vergleichbaren Gruppe wird von Fann über eine aktuarielle Überlebensrate, die nach Cutler-Ederer berechnet wurde, von 70 % 10 Jahre nach Bioprothesenimplantation berichtet. In dem hier vorgestellten Patientenkollektiv mit 98 % Nachuntersuchungsvollständigkeit traten zwei Früh- und fünf Spätodesfälle nichtkardialer Ursache auf, dieses entspricht einer Spätmortalitätsrate nach 14 Jahren von 1,69 %. Hammermeister gibt eine Überlebenswahrscheinlichkeit (mittleres Operationsalter: 59 Jahre) von 52 % nach 10 Jahren bei mechanischem Klappenersatz und von 45 % nach 10 Jahren bei Bioprothesenimplantation an. Patienten mit mechanischen Herzklappenprothesen weisen eine höhere Rate an Blutungskomplikationen und Thromboembolien auf. Der Langzeitverlauf der Patienten mit Bioprothesen ist dagegen durch häufigeres Klappenversagen mit nachfolgenden Reoperationen gekennzeichnet. Bei Patienten nach Ross-Operation wird über eine niedrigere Komplikationsrate berichtet, wobei die Autografdysfunktion, die häufig technisch bedingt ist, sowie die Dysfunktion des Homografts im Vordergrund stehen. Die Reoperationsfreiheit hinsichtlich der Autografts beträgt nach Chambers nach 20 Jahren 75 %, diejenige der Homografts nach 20 Jahren 92 %. Für eine endgültige Beurteilung der Ross-Operation im Vergleich zu den gängigen Verfahren des Aortenklappenersatzes müssen insbesondere die Langzeitergebnisse von prospektiv randomisierten Studien abgewartet werden.

Klappenfunktion

Die Beurteilung der Klappenfunktion durch transthorakale Echokardiographie ergab in der Serie von Chambers nach 20 Jahren folgende Ergebnisse: Keine Stenose im Bereich des Autografts, 75 Prozent Freiheit von signifikanter Aortenklappeninsuffizienz. Von 40 aortalen Homografts zeigten 36 keine bedeutende Regurgitation, aber 25 wiesen einen Gradienten von mehr als 20 mmHg auf. Im internationalen Register (Stand 09/2003) wird die postoperative Aortenklappeninsuffizienz als trivial (0-I°) bei 44 Prozent der Patienten, als gering (Grad I) bei 44,4 Prozent, als mäßig (Grad II) bei 8,1 Prozent, als mittelschwer (Grad III) bei 2,1 Prozent und als schwer (Grad IV) bei 1,3 Prozent angegeben. Als hämodynamische Besonderheit der Ross-Operation gilt, dass auch unter Belastung der Druckgradient über dem Autograft - im Gegensatz zu dem bei mechanischen Klappen und Bioprothesen - nicht ansteigt.

Zirkulierende Mikroembolien

Durch transkranielle Dopplersonographie konnte bei Patienten nach Ross-Operation im Vergleich zu denjenigen nach Aortenklappenersatz mit mechanischer Prothese eine signifikant niedrigere Rate und Inzidenz an für Mikroembolien charakteristischen Signalen in der Arteria cerebri media nachgewiesen werden. Obwohl neuere Untersuchungen ergeben haben, dass diese Mikroembolien bei Patienten nach mechanischem Herzklappenersatz hauptsächlich aus Gas bestehen und zum Zeitpunkt der Untersuchung klinisch unauffällig verliefen, bleibt die Frage offen, ob diese Ereignisse auf Dauer klinisch relevant werden können und zu neurologisch-psychiatrischen Problemen bei den Patienten führen.

Probleme und potentielle Komplikationen

Hält die eigene Pulmonalklappe dem höheren Systemdruck stand?

Die häufig diskutierte Frage, ob die aus dem Niederdrucksystem stammende Pulmonalklappe akut dem Systemdruck standhält, konnte durch die Arbeiten von Gorczynski insofern bejaht werden, als die Pulmonalklappe eine höhere Zugfestigkeit aufweist als die Aortenklappe. Bestätigung finden diese Ergebnisse in der Tatsache, dass die Autografts direkt nach der Implantation nicht zu einer strukturell bedingten akuten Aortenklappeninsuffizienz neigen. Sie weisen eine stabile Funktion im Langzeitverlauf auf und sind nach 24 Jahren noch vital. Dennoch wird von den Autoren streng darauf geachtet, dass in der direkten postoperativen Phase hypertensive Kreislaufsituationen zum Schutz der Aortenklappensegel vermieden werden.

Neo-Aortenklappeninsuffizienzen

Die postoperativen Aortenklappeninsuffizienzen können grundsätzlich in zwei Gruppen unterteilt werden. Die direkt postoperativ nachweisbaren signifikanten Aortenklappeninsuffizienzen entstehen häufig im Verlauf der Operation. Sie können mit wachsender chirurgischer Erfahrung vermieden werden. Ob triviale Regurgitationen funktionell bedingt sind oder durch die unvermeidliche Denerivierung der Autografts und damit der Semilunarklappen unterstützt werden, ist noch unklar. Diese frühpostoperativen Insuffizienzen bleiben im Langzeitverlauf meistens stabil. In Einzelfällen kann es auch zu einer Verringerung der Insuffizienzen kommen. Die spätpostoperativen, sich im Langzeitverlauf entwickelnden Aortenklappeninsuffizienzen sind meistens durch allgemeine pathologische Prozesse, die auch die anderen Herzklappen befallen können, verursacht. Ein besonderes Problem stellen junge Patienten mit akuten Erkrankungen aus dem rheumatischen Formenkreis dar. Bei ihnen können diese Prozesse auch den Autograft mit der Gefahr der Entwicklung einer Aortenklappeninsuffizienz einbeziehen. Dieses konnte bei zwei jungen Patienten in dem hier vorgestellten Patientenkollektiv ebenfalls beobachtet werden. Bei Vorliegen oder auch bei Verdacht auf eine derartige Grunderkrankung ist zur Zurückhaltung bei der Indikationsstellung zu raten.

Kann es zu Abstoßungsreaktionen der Spenderklappe kommen?

Der Homograft in der rechtsventrikulären Ausflussbahn besteht aus Fremdgewebe und neigt somit zu Fremdkörperreaktionen. Möglicherweise können diese Vorgänge für die bei einigen Patienten direkt postoperativ auftretenden, anderweitig nicht zu erklärenden Temperaturen verantwortlich sein und Degenerationsprozesse gefolgt von Klappendysfunktionen auslösen. Diese werden zwar im Niederdrucksystem des rechten Ventrikels eher toleriert als in Aortenposition, können aber im Langzeitverlauf zu Reoperationen führen. In der Nachbeobachtungsperiode von 25 Jahren aus der Veröffentlichung von Chambers war eine Homograftdysfunktion nur selten an der postoperativen Mortalität und Morbidität beteiligt. Die durch Homograftdysfunktion bedingte Reoperationsrate betrug für antibiotisch sterilisierte aortale Homografts nach 20 Jahren 8 Prozent und liegt damit deutlich niedriger als die für Bioprothesen angegebene Reoperationsrate. In diesem Kontext sind sorgfältige Nachuntersuchungen des Homografts und insbesondere der rechtsventrikulären Funktion wichtig.

Zusammenfassung

- Die Ross-Operation gewährleistet bei niedrigem Operationsrisiko einen exzellenten Klappenersatz mit annähernd normaler Funktion und ausgezeichneten Langzeitergebnissen.
- Die Reoperationsrate ist niedrig.
- Makro- und Mikroembolien treten äußerst selten auf.
- Die Ross-Operation ist ein technisch komplexes und anspruchsvolles Therapieverfahren.

Wir danken für die freundliche Genehmigung zum Nachdruck

Kontakt:

Klinik für Herzchirurgie des Universitätsklinikums S-H, Campus Lübeck
Ratzeburger Allee 160, 23538 Lübeck
Tel.: +49 451 500-2108
Fax: +49 451 500-2051
E-Mail: contact@herzchirurgie-luebeck.de

Weitere interessante Informationen finden Sie im Internet unter www.herzchirurgie-luebeck.de