

Aus der Medizinischen Klinik III, Kardiologie und Angiologie
des Herzzentrums
am Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf
Direktor: Prof. Dr. T. Meinertz

**Modifizierte Ummantelungstechnik nach Reduktionsplastik der
Aorta ascendens zur operativen Therapie von Aneurysmen der
Aorta ascendens
Klinische Ergebnisse**

Dissertation
zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
im Fachbereich Medizin der Universität Hamburg

vorgelegt von
Beate Reiter
aus Darmstadt

Hamburg 2004

Angenommen vom Fachbereich Medizin
der Universität Hamburg am:

Veröffentlicht mit Genehmigung des Fachbereichs
Medizin der Universität Hamburg

Prüfungsausschuß, der/die Vorsitzende:

Prüfungsausschuß, 2. Gutachter/in:

Prüfungsausschuß, 3. Gutachter/in

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Arbeitshypothese und Fragestellung	3
2. Einleitung	4
3. Material und Methoden	9
3.1. Konzept und Datenerhebung	9
3.2. Operatives Verfahren	9
3.3. Patientenselektion	16
4. Ergebnisse	17
4.1. Präoperative Daten	17
4.1.1. Patientendaten	17
4.1.2. Klinische Befunde	18
4.1.3. Nebenerkrankungen und Risikofaktoren	19
4.1.4. Präoperative Untersuchungsergebnisse	20
4.1.4.1. Echokardiographische Ergebnisse	22
4.1.4.2. Computer- und magnetresonanztomographische Ergebnisse	22
4.1.4.3. Vergleich der TTE- / TEE- und CT- / MR-Befunde	24
4.2. Perioperative Daten	25
4.2.1. Operationszeiten	26
4.2.2. Art der operativen Eingriffe	28
4.2.3. Perioperative Fremdblutgabe	29
4.3. Frühe postoperative Verlaufsdaten	30
4.3.1. Beatmungszeit	30
4.3.2. Nachblutung	31
4.3.3. Mobilisation und Intensivzeit	31
4.3.4. Fallanalyse der Komplikationen	31
4.4. Entlassungsdaten	32
4.4.1. Postoperative Untersuchungsergebnisse	33
4.4.1.1. Echokardiographische Ergebnisse	33

	Seite
4.4.1.2. Computer- und magnetresonanztomographische Ergebnisse	34
4.5. Verlaufsdaten	34
4.5.1. Klinische Befunde	35
4.5.2. Fallanalyse der Komplikation	35
4.5.3. Untersuchungsergebnisse im Verlauf	36
4.5.3.1. Echokardiographische Ergebnisse	36
3.5.3.2. Computer- und magnetresonanztomographische Ergebnisse	37
4.5.3.3. Vergleich der Ergebnisse im Verlauf	39
4.6. Auswertung der histologischen Befunde	39
4.6.1. Histologische Befunde der Aortenklappe	40
4.6.2. Histologische Befunde der Aortenwand	40
5. Diskussion	42
5.1. Ätiologie	42
5.2. Operationsindikation	44
5.3. Patientendaten	47
5.3.1. Präoperative Vergleichsdaten	48
5.3.2. Perioperative Vergleichsdaten	52
5.3.3. Nachuntersuchungsdaten	57
5.4. Rezidivoperationen	60
5.5. Allgemeine Aspekte	62
5.6. Schlußfolgerung	63
6. Zusammenfassung	65
7. Literaturverzeichnis	67
8. Abkürzungsverzeichnis	74
Danksagung	
Lebenslauf	
Erklärung	

1. Arbeitshypothese und Fragestellung

Die operative Therapie von Aneurysmen der Aorta ascendens mit Beteiligung der Aortenwurzel stellt in der Herzchirurgie weiterhin einen Eingriff mit einem hohen peri- und postoperativem Risiko für die Patienten dar. Der komplette Ersatz der Aorta ascendens mit klappentragendem Conduit (Composite Graft) und Re-Implantation der Koronararterien ist eine Operation, die großes chirurgisches Können voraussetzt, so daß langjähriges Training notwendig ist, um gute operative Ergebnisse zu erzielen. Noch komplexer ist der klappenerhaltende Ersatz der Aorta ascendens (Operation nach David oder Yacoub). Diese Operation wird in den letzten Jahren besonders bei jungen Patienten durchgeführt.

Im Rahmen dieser Dissertation sollte eine modifizierte Ummantelungstechnik nach Reduktionsplastik der Aorta ascendens und Aortenwurzel mit der Möglichkeit der freien Wahl der Klappenprothese oder erhaltenden Eingriffen der nativen Aortenklappe als alternative Operationstechnik nachuntersucht werden.

Die Arbeit sollte so aufgebaut werden, daß aus den vorhandenen klinischen Daten die peri- und postoperativen Risiken und Letalität erhoben werden konnte, um eine vergleichende Diskussion mit Literaturdaten zu ermöglichen. Besonders die Entwicklung von einem Rezidiv, der Morphologie der Aorta ascendens und die klinische Allgemeinsituation der Patienten sollte durch die Datenerhebung zufriedenstellend beantwortet werden.

Es wurden die peri- und postoperativen Daten erhoben. Im Rahmen einer klinischen Nachuntersuchung, die im Mittel 30 Monate nach dem Operationszeitpunkt durchgeführt wurde, konnten die mittelfristigen Verlaufsergebnisse dargestellt werden. Zur Beurteilung wurden echokardiographische und Schnittbilddarstellungen (Computertomogramm und Magnetresonanztomographie) ausgewertet.

2. Einleitung

In der modernen Herzchirurgie sind operative Eingriffe zur Versorgung von Aortenaneurysmen weiterhin mit einem relativ hohen operativen Risiko verbunden. In der vorliegenden Arbeit wird eine alternative Methode der operativen Therapie von Aneurysmen der Aorta ascendens unter Einbeziehung der Aortenwurzel beschrieben. Die Ergebnisse der Nachuntersuchung von 26 Patienten werden dargestellt.

Die chirurgische Therapie von Aneurysmen der Aorta ascendens hat bereits eine hundertjährige Tradition. 1902 wurde durch Tuffier eine der ersten operativen Eingriffe an einem Aneurysma der Aorta ascendens beschrieben [1]. Im weiteren Verlauf gab es 1938 den Versuch, eine drohende Ruptur eines Ascendensaneurysmas durch eine Drahtumwicklung zu verhindern [2] und zehn Jahre später von Poppe die Idee, thorakale Aneurysmen mit einer Cellophanumhüllung zu stabilisieren [3]. 1948 wurde durch Gross der erste Ersatz eines Segments der thorakalen Aorta durchgeführt. Er resezierte ein Stück der Aorta descendens mit einer Coarctation und ersetzte es mit einem aortalen Allograft [4]. Im Bereich der Aorta ascendens war es zunächst nur möglich, ausgesackte Anteile der Wand partiell zu resezieren und durch Nähte zu verkleinern [5, 6].

Mit Entwicklung der Herz-Lungen-Maschine, die 1953 von Gibbon in die Herzchirurgie eingeführt wurde [7], konnte man auch an einen Ersatz der Aorta ascendens denken. Es waren Cooley und DeBakey 1955 [8, 9] sowie Bahnson und Nelson 1956 [10], die diese Eingriffe als erste durchführten und veröffentlichten. Der resezierte Abschnitt der Aorta ascendens wurde durch einen Allograft ersetzt.

Die weitere Entwicklung der Chirurgie der Aorta ascendens war durch zwei Erfindungen geprägt. Zum einen war es möglich, die Aorta durch künstliche Rohrprothesen zu ersetzen und es wurden Klappenprothesen entwickelt, so daß eine suffiziente Versorgung erkrankter Aortenklappen durchgeführt werden konnte. Der erste Ersatz der Aorta mit einer Kunststoffprothese wird von Blakemore und Voorhees 1954 berichtet [11]. 1960 wurde der erste

Kombinationseingriff mit einem supracoronaren Ersatz der Aorta ascendens und der Rekonstruktion einer insuffizienten Aortenklappe beschrieben [12]. Bereits drei Jahre später gelang Starr der getrennte Ersatz der supracoronaren Aorta mit einer Rohrprothese und der Aortenklappe mit einem mechanischen Ventil [13]. Frühzeitig wurde erkannt, daß ein grundlegender Therapieansatz darin bestehen mußte, die gesamte wandveränderte Aorta ascendens zu ersetzen. Der entscheidende operative Eingriff, in dem erstmalig die Aorta ascendens bis auf Ränder um die Mündung der Koronarostien ersetzt wurde, war der Verdienst von Wheat et al. 1964 [14]. Sie führten im Zusammenhang mit einem Aortenklappenersatz einen separaten Ersatz der Aorta ascendens auf die beschriebene Weise mit einer Rohrprothese durch.

Der klassische Ersatz der Aorta ascendens mit einem klappentragenden Conduit oder Composite Graft und Reimplantation der Koronarostien wurde 1968 von Bentall und de Bono in die Herzchirurgie eingeführt [15]. Diese Operation, auch in modifizierter Technik (z. B. beschrieben durch Edwards und Kerr [16]), wird heute noch als Standard betrachtet, besonders da das Ziel, eine sichere Stabilisierung der Aortenwurzel durchzuführen, damit langfristig erreicht werden kann. Gleichzeitig ist es eine Operation, die operative Erfahrung voraussetzt. Klassische operative Risiken sind erhebliche Blutungsprobleme und perioperative Herzinfarkte durch fehlerhafte Reinsertion der Koronarostien. Bei Langzeitstudien hat sich zudem gezeigt, daß im Bereich der Aortenwandknöpfe um die reimplantierten Ostien erneut Aneurysmen entstehen können. Es werden immer wieder aktuelle operative Technik zur Versorgung solcher Aussackungen vorgestellt [17]. Es entstehen zudem Pseudoaneurysmen durch das Belassen der Aortenwand. Um die Blutungskomplikationen zu beherrschen, wird die implantierte Rohrprothese darin eingepackt.

Eine Innovation erfuhr der Ersatz der Aorta ascendens 1981 durch die von Cabrol entwickelte Technik. Die Koronararterien wurden nicht mehr direkt an den Ostien re-implantiert, sondern durch Zwischenschaltung von im Lumen angepaßten Gefäßprothesen [18] angeschlossen.

Neben der Verwendung der üblichen Kombinationsprothesen, die aus einem mechanischen Ventil und einer Rohrprothese aus kollagen- oder

gelatineimprägnierten gewebten Dacron bestehen und damit eine Antikoagulationsbehandlung notwendig machen, wurden auch immer Homografts verwendet. Diese Methode ist nach der von Ross 1967 beschriebenen Operation, autologe Pulmonalisgrafts für den Ersatz der erkrankten Aorta inklusive der Aortenklappe zu nutzen und einen Allograft in Pulmonalklappenposition zu implantieren [19], zunehmend, besonders bei jungen Patienten und besonders Kindern, in Mode gekommen.

Durch die Engpässe bei Homografts, die weiterhin nur in begrenzter Anzahl zur Verfügung stehen, sind durch die modernen (gerüstlose biologische) Klappenprothesen Alternativen entstanden, die zu neuen Ansätzen geführt haben. Eine Veröffentlichung zu diesem Thema wird hier beispielhaft zitiert [20].

Erfahrungen aus den letzten Jahren haben zu einem Umdenken der operativen Versorgung der Aneurysmen im Bereich der Aorta ascendens geführt. Man hat beobachtet und verstanden, daß es zwei grundsätzlich unterschiedliche Mechanismen gibt, über die eine Dilatation der ascendierenden Aorta entsteht.

Zum einen führt ein Aortenklappenvitium zu unphysiologischen turbulentem Blutfluß und sekundär zu einer Dilatation der Aortenwand, die einer erheblichen mechanischen Belastung ausgesetzt ist und in der Regel zusätzlich morphologische Veränderungen aufweist. Zum anderen kann die Aortenklappe an sich morphologisch komplett unauffällig und nur durch eine primäre Dilatation des Aortenannulus insuffizient geworden sein. Dies ist zum Beispiel beim Marfan-Syndrom der Fall. In diesem Fall sollte es möglich sein, die native Aortenklappe zu belassen und durch Reduzierung des Durchmessers auf Höhe des Annulus im Rahmen des Ersatzes der erkrankten Aortenwand wieder suffiziente Klappenverhältnisse zu schaffen.

Eine weitere Beobachtung ist in neue Therapieansätze eingeflossen. Für eine physiologische Strömung des Blutes und davon abhängig auch die mechanische Belastung der Aortenklappentaschen ist es wichtig, daß die Geometrie des Aortenbulbus und der Sinus valsalvae erhalten wird [21].

In Konsequenz daraus wurden in den letzten zehn Jahren die Techniken zur Rekonstruktion der Aortenklappe im Rahmen eines prothetischen Ascendensersatz entwickelt. Durch David wurde 1992 eine entsprechende

Operation vorgestellt [22]. Hier wird eine Reimplantation der Aortenwurzel durchgeführt. Eine alternative Technik stellt die von Yacoub beschriebene Operation des Remodellings der Aortenwurzel dar [23]. Aus den oben dargestellten Überlegungen haben diese klappenerhaltenden Operationen neben der "Ross-Procedure" einen wichtigen Stellenwert in der modernen Herzchirurgie, sind aber in ihrer Komplexität operativ anspruchsvoll. Der Erfolg ist erheblich von der persönlichen Erfahrung des Chirurgen abhängig.

Neben dem bisher beschriebenen Weg, die gesamte Aorta ascendens zu ersetzen, gab es immer auch Arbeitsgruppen, die versucht haben, durch eine Ummantelung der Aorta nach Reduktionsplastik, häufig im Zusammenhang mit einem klassischen Aortenklappenersatz, eine dauerhafte Versorgung einer aneurysmatischen Aorta ascendens zu erreichen [24,25]. Der offensichtliche Vorteil dieser Methode ist das einfachere operative Vorgehen und damit verbundene geringere perioperative Risiko. Ein Nachteil, der bisher nie behoben wurde und der diese Methoden limitiert, ist, daß nie die komplette ascendierende Aorta bis auf Höhe des Annulus inklusive der Aortenwurzel versorgt wurde. Es konnte daher nie der Anspruch erfüllt werden, den annulotubulären Übergang und die Aortenwurzel mit zu stabilisieren. Dies führte dazu, daß ein Ummanteln der Aorta sehr in Verruf geraten ist und nur zurückhaltend angewendet wurde. Es wurde auf Patienten im höheren Lebensalter beschränkt, die per se ein erhöhtes operatives Risiko hatten.

Robicsek hat eine Methode des Wrappings beschrieben, die bisher am ehesten zu einer Stabilisierung der Aortenwurzel geführt hat [26]. Durch eine partielle Fixierung der Ummantelungsprothese auf Höhe des Aortenannulus wurde ein Hochrutschen des Mantels verhindert.

In Anlehnung daran wurde nun eine modifizierte Technik entwickelt. Die Ummantelungsprothese wird durch die Nähte der Aortenklappenprothese zirkulär auf Höhe des Aortenannulus fixiert. Die Koronarostien werden ausgespart und die Aortenwurzel auch infracoronar durch die Rohrprothese stabilisiert. Durch diese Modifizierung ist es möglich, die beschriebenen Schwachpunkte der Wrapping-Technik zu beheben und gleichzeitig die einfachen und sicheren operativen Schritte, die mit dem Ummanteln der Aorta verbunden sind, beizubehalten.

Diese Operationstechnik soll mit der vorliegenden Arbeit dargestellt und die vorliegenden Ergebnisse im Zusammenhang mit der aktuellen Literatur diskutiert werden. Ein Vergleich der Ergebnisse, besonders mit den bekannten Daten zum Ersatz der Aorta ascendens durch ein klappentragendes Conduit, soll versuchen, die Qualität dieser Operation beschreiben.

3. Material und Methoden

3.1. Konzept und Datenerhebung

Diese Studie bezieht sich auf 26 Patienten, die in der Zeit von September 1996 bis Juli 2001 von einem Chirurgen mit der untersuchten Methode operiert wurden. In die Untersuchung wurden alle Patienten mit einbezogen, die bis zu diesem Zeitpunkt operiert waren. Die prä- und perioperativen Daten wurden in einem festen Schema durch die retrospektive Auswertung der Krankenakte gesammelt. Sie stammen aus den Untersuchungen, die sich aus der klinischen Versorgung der Patienten ergeben haben. Für die Durchführung der Studie wurden die Untersuchungen der Patienten nicht erweitert oder in standardisierter Form durchgeführt. Dies hat zu Lücken geführt, die bei der Auswertung entsprechend ausgearbeitet und kenntlich gemacht wurden.

Für die Verlaufskontrolle im Jahr 2002 nahmen wir erneut zu allen Patienten Kontakt auf und konnten 22 Patienten selbst nach untersuchen. Von den restlichen Patienten haben wir entsprechende Befunde über die betreuenden Hausärzte und Kardiologen angefordert.

Die Patienten waren im Rahmen der operativen Versorgung ausführlich über den Eingriff, Risiken und Alternativen aufgeklärt. Sie waren mit der Nachuntersuchung einverstanden. Die veröffentlichten Daten und Fotos sind so anonymisiert, daß der Datenschutz gewährleistet ist.

3.2. Operatives Verfahren

Nach einer medianen Sternotomie wird das Pericard eröffnet. Es erfolgt die Darstellung des Herzens und der Aorta ascendens wie gewöhnlich (**Abbildung 1**). Die Präparation der Aorta ascendens und Mobilisierung vom Pulmonalarterienstamm erfolgt, soweit wie möglich, vor Anschluß der extrakorporalen Zirkulation und ggf. bis in den mittleren

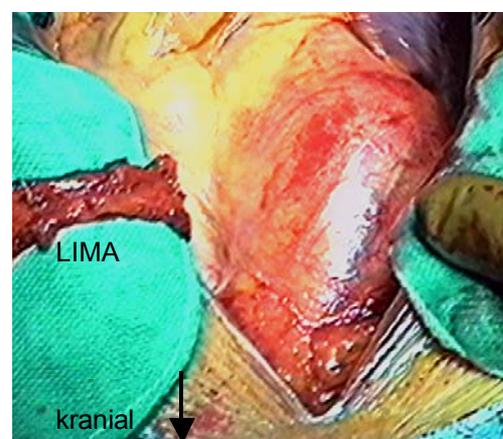


Abbildung 1:
Aneurysma der Aorta ascendens und vorbereiteter Pedicel der A. mammaria li.

Aortenbogen, wenn das Aneurysma den Abgang des Truncus brachiocephalicus mit einschließt.

Der venöse Anschluß zur Herz-Lungen-Maschine wird routinemäßig durch eine "two-stage"-Kanüle über den rechten Vorhof durchgeführt. Die arterielle Kanüle wird entweder in der distalen Aorta ascendens, im proximalen Bogen oder auch in der Leistenarterie angeschlossen, wenn das Ausmaß des Aneurysmas kein Anschluß im Thorax zuläßt. Nach Anfahren der extrakorporalen Zirkulation und Entlastung der Aorta kann die Mobilisierung der Aorta fortgeführt werden, wobei sich die Mobilisierung der Aortenwurzel häufig erst nach Stillstand und Eröffnung der Aorta abschließend sicher genug durchführen läßt. Hier ist grundsätzlich eine Präparation bis an die Basis notwendig, um die geplante Ummantelungsplastik entsprechend tief ansetzen zu können.

Die Aorta wird proximal des Aneurysmas, ggf. bis schräg in den Aortenbogen knapp distal des Truncus brachiocephalicus quergeklemmt. Die Gabe von Bretschneider-Kardioplegie erfolgt entweder direkt über eine Kanüle in der Aorta ascendens oder, bei insuffizienter Aortenklappe, nach longitudinaler Längsaortotomie, über die Koronarostien. Nach Einlaufen der Kardioplegie und Stillstand des Herzens wird die Aortotomie über die Gesamtlänge des Aneurysmas und in den aoronaren Sinus erweitert. Die Aortenwurzel wird vollständig mit beiden Koronarostien mobilisiert. Diese können zur Sicherheit angeschlungen werden.

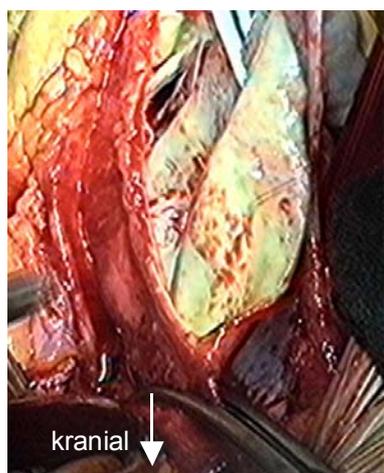


Abbildung 2:
Längseröffnete Aorta ascendens und Resektion der passenden Wandabschnitte für

Ein, der Anatomie des Aneurysmas angepaßtes, ovales Stück der Aortenwand wird reseziert



Abbildung 3:
Resezierte ovale Wandabschnitte zur Reduktion des Aneurysmas

(Abbildung 2 und 3), um die Aorta auf eine normale Größe zu reduzieren. In der Regel erfolgt nun die Darstellung und Resektion der

nativen Aortenklappe (**Abbildung 4 und 5**). Sollte diese belassen werden, sind die notwendigen chirurgischen Schritte zur Rekonstruktion vorzunehmen. Der Aortenannulus wird ausgemessen und es kann die Aortenprothese der Wahl (bio. oder mech.) auf die bekannte Art mit u-förmig gestochenen patcharmierten Einzelknopfnähten implantiert und fixiert werden (**Abbildung 6**). Die Nadeln müssen allerdings an einer Seite des Fadens

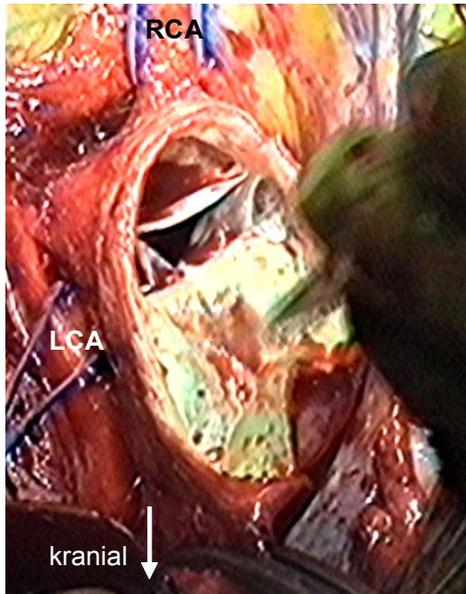


Abbildung 4:
Mobilisierte Aortenwurzel und
angeschlossene rechte und linke
Koronararterie

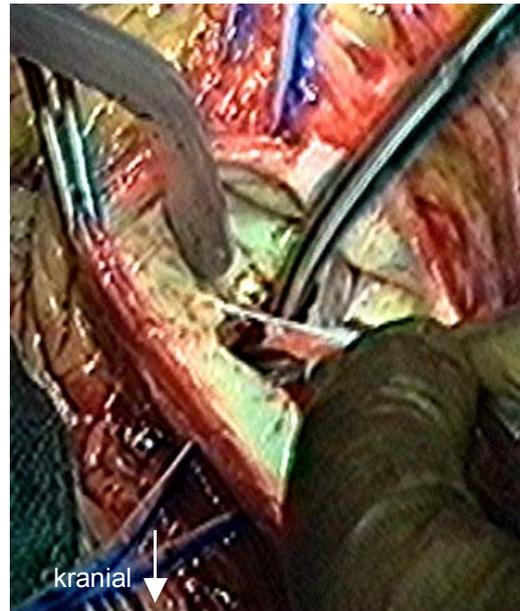


Abbildung 5:
Resektion der Aortenklappe

belassen werden. Wenn die Prothese wie üblich platziert und ihre Lage und Funktionsfähigkeit getestet ist, wird von jedem Knoten der Klappennähte der

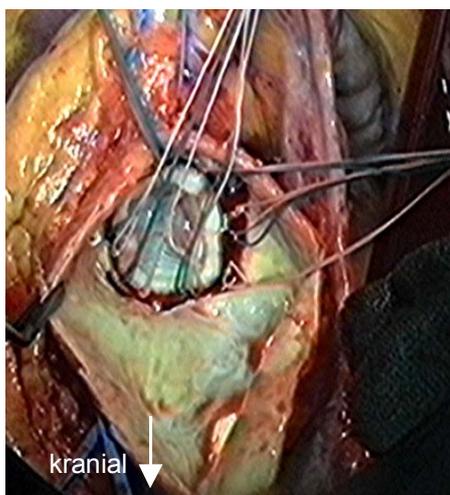


Abbildung 6:
Die biologische Prothese ist auf
Höhe des Annulus eingeknotet

Faden mit der belassenen Nadel basisnah durch die Aortenwand nach außen gestochen, wobei die anatomischen Verhältnisse im Bereich der Koronarostien genau zu beachten sind.

Es erfolgt die Auswahl und Vorbereitung einer vom Durchmesser passend erscheinenden Dacron-Rohrprothese. Es hat sich gezeigt, daß eine Prothese zwischen 30 und 34 mm Durchmesser in der Regel am besten geeignet ist. Diese wird auf die ungefähre Länge des zu



Abbildung 7:
Vorbereitung der Rohrprothese und
Ausschneiden der Koronarostien

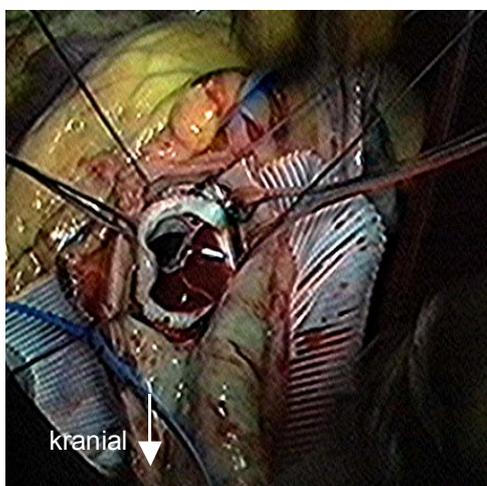


Abbildung 8:
Die Rohrprothese wird um die Rückseite
der Aorta gezogen

verteilt und dazu am Prothesenrand von deren Innenseite nach außen gestochen. Die Rohrprothese wird nun vorsichtig um die Aortenbasis geführt.

Für das rechte Koronarostium, das an der Vorderseite gut zugänglich ist, kann nun ohne Probleme ebenfalls eine Öffnung ausgemessen und vorbereitet werden. Wenn die Dacron-Prothese dann sicher platziert ist, werden jeweils zwei benachbarten Klappenfäden

ummantelnden Aortenbereichs zugeschnitten und längs eröffnet. Am unteren Ende wird zusätzlich eine seitliche Öffnung in passender Höhe und Größe für das linke Koronarostium vorbereitet und von der Basis her eingeschnitten, so daß die Prothese nun ohne Probleme der Länge nach um die Aorta gezogen werden kann und das linke Koronarostium als vorgegebener Fixpunkt gleich ausgespart wird (Abbildung 7, 8 und 9). Die außerhalb der Aorta liegenden Fäden werden nun unter Beachtung der Anatomie, hier besonders der Ursprung der Ostien, über die gesamte Zirkumferenz der Prothese

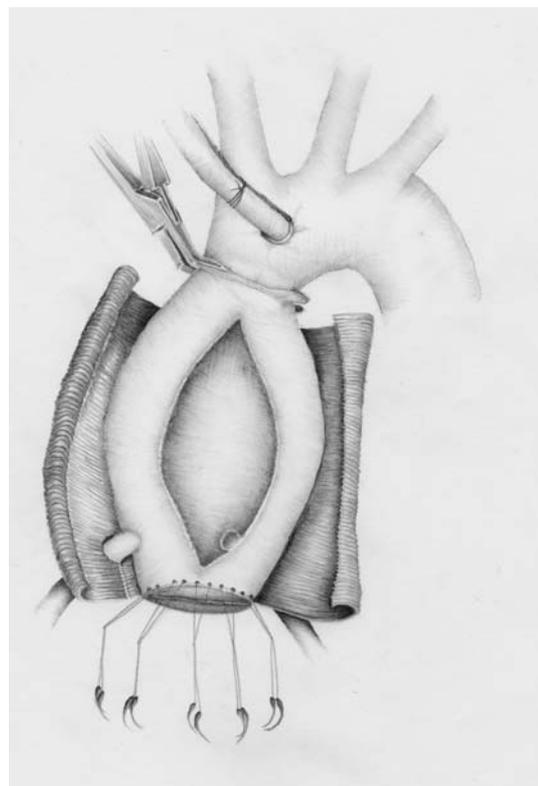


Abbildung 9:
Schematische Darstellung der um die Aorta
gezogenen Rohrprothese und vorbereiteten
Einschnitte für die Koronarostien,
Aortenklammer und Aortenkanüle im
proximalen Aortenbogen

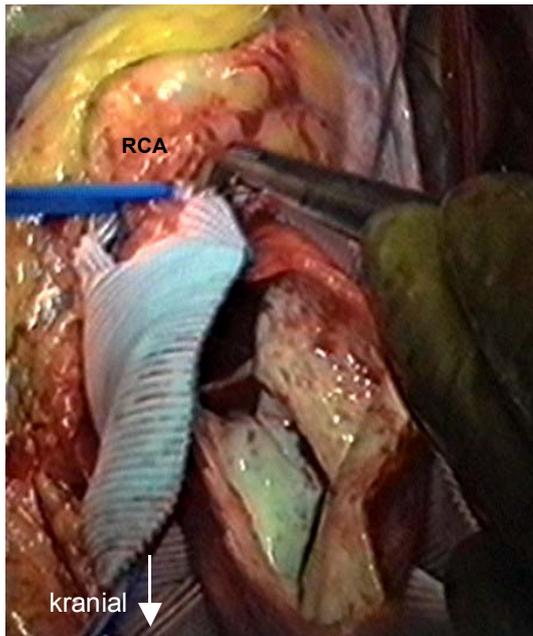


Abbildung 10:
Die Rohrprothese ist durch die Klappennähte an der Aortenbasis fixiert und wird unter dem rechten Koronarostium durchgezogen



Abbildung 11:
Die Aortotomie wird durch fortlaufende Naht verschlossen

miteinander geknotet. Die Prothese ist nun direkt auf Höhe des Aortenannulus zirkulär durch die Klappennähte fixiert (**Abbildung 10**).

Im Bereich der Koronarostien kann gegebenenfalls durch eine zusätzliche Naht unterhalb der Ostien die hier eingeschnittene Prothese wieder geschlossen werden (**Abbildung 15**). Sehr wichtig ist es, eine Kompression oder ein Kinking der Koronararterien durch die Rohrprothese zu vermeiden.

Die Aortotomie wird in fortlaufender Nahttechnik mit überwendlicher Naht durch 4-0 Prolene verschlossen (**Abbildung 11**). Dies entspricht dem Vorgehen bei einem herkömmlichen Aortenklappenersatz. Um die Aortenklemme zu entfernen, wird nun sorgfältig über die Aorta und / oder den linken Ventrikel entlüftet und dann der Fluß über die Aorta ascendens wieder freigegeben. Während der Reperfusion wird die Längsöffnung der Prothese, die auf der Vorderseite der Aorta zu liegen kommen sollte, mit einer 4-0 Prolenenahrt fortlaufend vernäht (**Abbildung 12**). Sie muß nach kranial bis über den rekonstruierten Bereich der

Aorta gezogen werden. Wenn notwendig, kann sie bis in den Aortenbogen hinauf geführt werden, wobei mit den supraaortalen Ästen ebenso verfahren werden

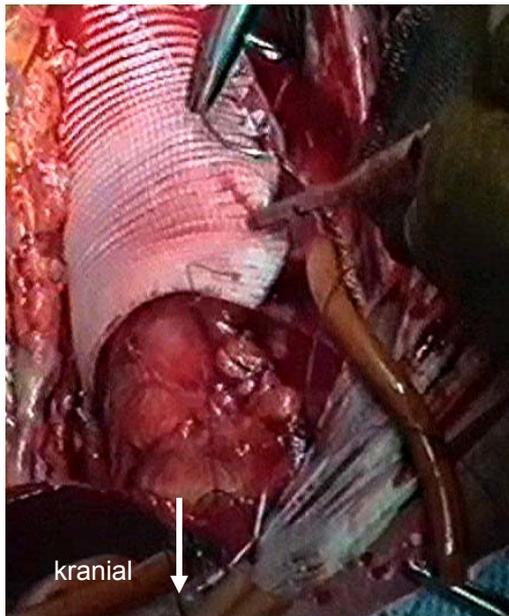


Abbildung 12:
Die Rohrprothese wird nun ebenfalls längs verschlossen

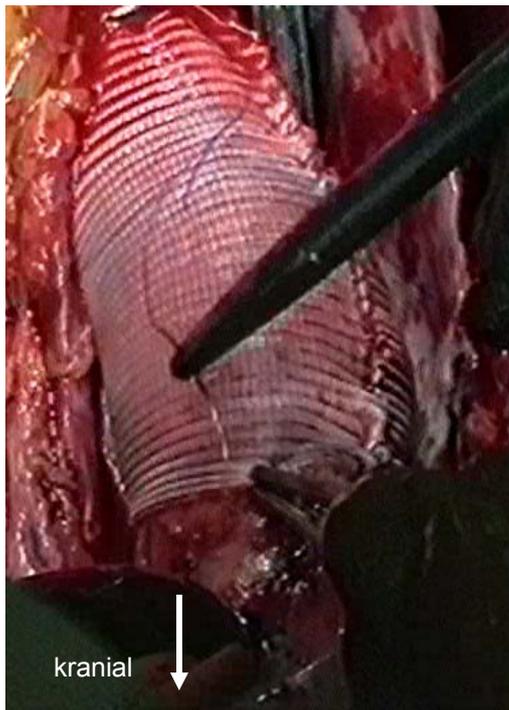


Abbildung 13:
Die Prothese wird so weit wie notwendig nach kranial gezogen und hier in der Aortenadventitia zirkulär fixiert

muß, wie mit den Koronarien. Hier wird ebenfalls an passender Stelle in der Prothese ein Stück eingeschnitten und um den Gefäßursprung gelegt. Die Prothese wird nun oder auch nach Ende des extrakorporalen Bypasses und Entfernung der Aortenkanüle, wodurch noch Platz nach kranial gewonnen wird, mit einer fortlaufenden Prolenennaht zirkulär um die Aorta in der Adventitia fixiert, um ein Zurückrutschen zu vermeiden (**Abbildung 13**). Die Operation wird wie eine Routineoperation am Herzen beendet (**Abbildung 14 und 16**).

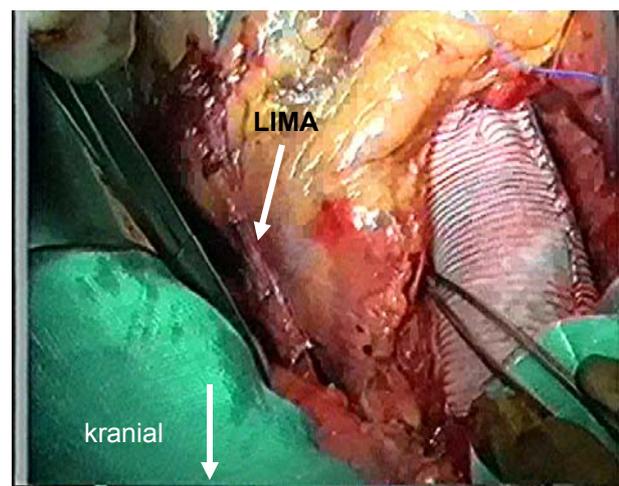


Abbildung 14:
Ergebnis nach Entfernung der Kanülen mit komplett ummantelter Aorta (li. im Bild die anastomosierte A. mammaria)



Abbildung 15:
Schematische Darstellung der Fixierung
der Rohrprothese um die Koronarostien

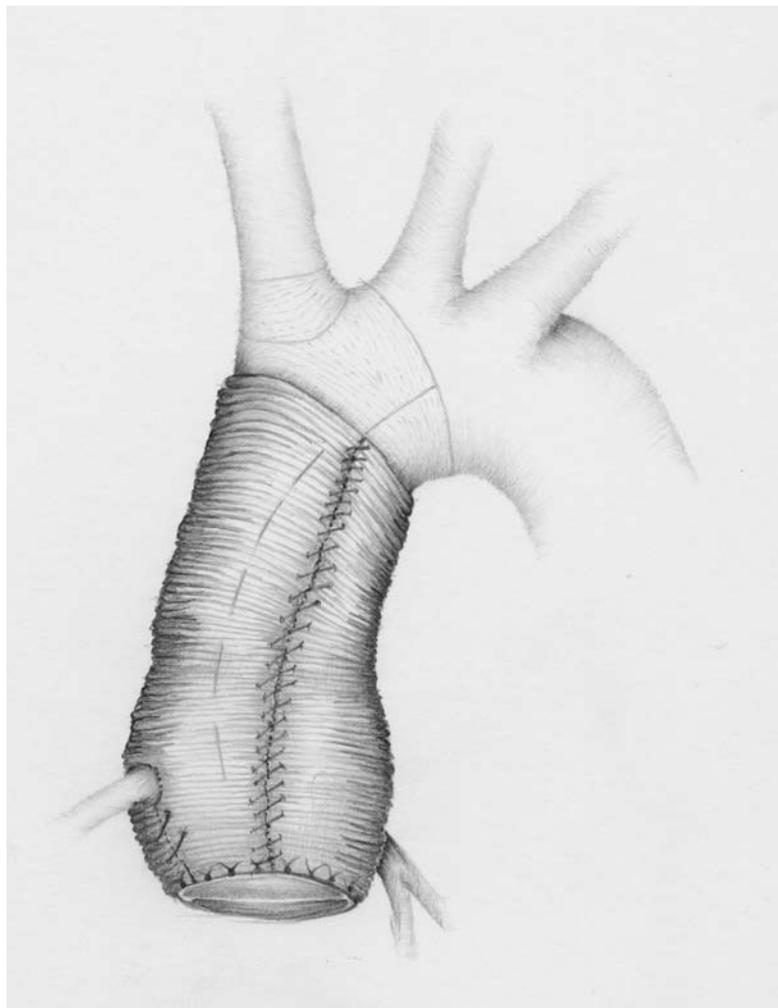


Abbildung 16:
Schematische Darstellung des Operationsziels mit kompletter
Ummantelung der Aorta ascendens

3.3. Patientenselektion

Die beschriebene operative Methode zur Therapie von Aneurysmata der Aorta ascendens mit Einbeziehung der Aortenwurzel wurde in den Jahren 1996 zweimal und 1997 einmal bei Patienten, die zur elektiven Operation kamen, durchgeführt.

Ab 1998 bis zum Juli 2001 wurden alle Patienten, die ein Aortenwurzel- und Ascendensaneurysma hatten und elektiv operiert werden sollten, für eine Ummantelung nach Reduktionsplastik der Aorta in Verbindung mit einem Aortenklappenersatz eingeplant. Primär ausgeschlossen wurden Patienten mit Marfan-Syndrom.

Intraoperativ erfolgt die abschließende Entscheidung in Abhängigkeit vom morphologischen Befund der Aortenwand. Wenn sich diese als schwerst pathologisch verändert darstellte, wurde die Entscheidung für einen konventionellen Ersatz der Aorta ascendens mit klappentragendem Conduit und Re-Implantation der Koronararterien gestellt (Operation nach Bentall). Dies war der Fall, wenn die Aortenwand bereits extrem ausgedünnt war oder sich eine schwerste Atheromatose mit sklerosierenden Plaques zeigte.

Jahr	Modifizierte Ummantelung	Operation nach Bentall
1998	7 Patienten	3 Patienten
1999	6 Patienten	0 Patienten
2000	4 Patienten	3 Patienten
- Juli 2001	6 Patienten	0 Patienten

4. Ergebnisse

4.1. Präoperative Daten

4.1.1. Patientendaten

Insgesamt wurden zwischen September 1996 und Juli 2001 26 Patienten mit der untersuchten Technik operiert. Bei allen Patienten lag ein relevantes Aneurysma der Aorta ascendens vor, so daß ein elektiver Termin zur Operation eingeplant wurde.

Die Patienten waren zum Zeitpunkt der Operation im Durchschnitt 61,4 Jahre (39 bis 82 Jahre) alt. 14 Patienten waren über 60 Jahre alt und es wurden neun Frauen (35 %) und 17 Männer (65 %) operiert.

Neben dem Aneurysma der Aorta ascendens lag bei 23 Patienten (88 %) ein Aortenklappenitium vor. Zwei Patienten waren bereits mit einem mechanischen Aortenklappenersatz voroperiert, einer bereits zweimal, bei einem Patienten fand sich ein isolierter Befund an der Aorta ascendens ohne relevantes Vitium der Aortenklappe. Bei zwei (7,7 %) Patienten lag zusätzlich eine koronare Herzerkrankung vor. Bei einem der Patienten, die sich zur Re-Operation vorstellten, hat sich zusätzlich ein relevantes Mitralklappenitium gezeigt. Bei einem Patienten war ein Aneurysma der Aorta descendens mit vorbeschrieben.

Die Patienten wurden alle echokardiographisch, angiographisch und 18 (69%) mit



Abbildung 17:
Präoperativer Befund (Pat. 18)



Abbildung 18:
Präoperativer Befund (Pat. 18)

einem Computertomogramm oder Magnetresonanztomographie voruntersucht. In **Abbildungen 17 und 18** sind Beispiele für präoperative Röntgenthoraxbilder dargestellt.

4.1.2. Klinische Befunde

Wertet man die präoperativen klinischen Symptome aus, so zeigt sich, daß, passend zum überwiegend vorhandenen Aortenklappenitium, die Dyspnoe und neue oder chronische Herzrhythmusstörungen mit Vorhofflimmern oder -flattern die Hauptsymptome bilden. In drei Fällen war eine Linksherzdekompensation in der Anamnese vor Stellung der Operationsindikation bekannt. Aus den klinischen Daten läßt sich folgende Verteilung der NYHA-Stadien ableiten:

NYHA-Stadium:	Anzahl der Patienten / %
NYHA 0 - 1	3 / 11,5 %
NYHA 2	11 / 42 %
NYHA 3	9 / 34,5 %
NYHA 4	3 / 11,5 %

In fünf Fällen war Dyspnoe in Kombination mit klassischer Angina pectoris-Symptomatik beschrieben worden, wobei der V.a. eine koronare Herzerkrankung bei zusätzlich bestehendem kardiovaskulärem Risikoprofil in zwei Fällen die Indikation zur weitergehenden kardiologischen Untersuchung war, sich dieser Verdacht aber dann nicht bestätigt hat. Die koronarangiographisch nachgewiesene koronare Herzerkrankung fand sich als "Nebenbefund" bei Patienten ohne vorher geäußerten Verdacht.

Thorakale Schmerzen, die plötzlich aufgetreten sind, waren bei vier Patienten im Vordergrund stehend und haben auch innerhalb kürzester Zeit zur weitergehenden Diagnostik und zur stationären Aufnahme geführt. Akute neurologische Ausfälle im Sinne einer TIA- oder Prind-Episode sind von drei Patienten vorbeschrieben worden. Dies hat zur Einleitung einer kardiologischen

Diagnostik über den Umweg der Neurologie geführt. Von diesen drei Patienten hatte nur einer auch nachgewiesene Phasen einer Tachyarrhythmie. Ein Patient war aber bereits mit einer mechanischen Prothese voroperiert und einer hatte bereits vor einigen Jahren einen cerebrovaskulären Insult.

Zur Einleitung einer akuten kardiologischen Diagnostik, in der Regel die echokardiographische Diagnostik, und anschließenden umgehenden stationären Aufnahme hat in drei von vier Fällen der "akute Thoraxschmerz" und in einem Fall eine TIA geführt. Ansonsten vergingen ca. zwei bis drei Monate bis zur Einleitung einer weitergehenden fachärztlichen Diagnostik, wobei sich nach Nachweis des Aneurysmas das Intervall zur Komplettierung der Untersuchungen und Planung der Operation deutlich verkürzte.

Bei einem Patienten war das Aneurysma im Rahmen einer kardiologischen Untersuchung nach einem Stromumfall als Zufallsbefund festgestellt worden. Er war bis dahin symptomlos.

4.1.3. Nebenerkrankungen und Risikofaktoren

Als wichtigste Nebenerkrankung und Risikofaktor ist der arterielle Hypertonus anzusehen, der bei 17 Patienten bestand. Eine Fettstoffwechselstörung, die zum Teil aus der Anamnese zu erheben war, aber nicht immer zur Einleitung einer medikamentösen Therapie geführt hatte, war bei sechs Patienten zu finden. Bei fünf Patienten waren akut oder in der Anamnese neurologische Symptome (TIA / PRIND / alter Insult / Krampfleiden) vorbeschrieben.

Weitere relevante Nebenerkrankungen waren bei einer Patientin eine Polyzythämie und eine Patientin mit Polymyalgia rheumatica mit langjähriger Cortisontherapie. Bei zwei Patienten wurde in der Anamnese ein Alkoholabusus erwähnt. Eine zusammenfassende Übersicht zeigt die folgende Tabelle:

Klinische Symptome und Nebenerkrankungen:

Präoperative klinische Daten		Patientenzahl	Prozentualer Anteil
Geschlecht	weiblich	9	35 %
	männlich	17	65 %
Alter	≤ 50 Jahre	5	19 %
	51 bis 60 Jahre	7	27 %
	61 bis 70 Jahre	6	23 %
	> 70 Jahre	8	30,7 %
Herzrhythmus	Sinusrhythmus	17	65,5 %
	AA	5	19 %
	Intermittierende AA	4	15,3 %
Symptome	Dyspnoe	12	46 %
	Herzrhythmusstörungen	9	34,5 %
	Angina pectoris	5	19 %
	Thorakale Schmerzen	4	15,3 %
	TIA / Prind	3	11,5 %
Nebendiagnosen	Arterieller Hypertonus	17	65,5 %
	Fettstoffwechselstörung	6	23 %
	Neurologische Erkrankung	5	19 %
	KHK	2	7,7 %
	Mitralinsuffizienz	1	3,8%
	Diab. mellitus	2	7,7 %
	COPD	2	7,7 %
	Niereninsuffizienz	2	7,7 %
Voroperationen	Mech. AKE	2	7,7 %

4.1.4. Präoperative Untersuchungsergebnisse

Bei allen Patienten gab es im Vorfeld eine transthorakale oder transösophageale echokardiographische Untersuchung, besonders zur Untersuchung der

Herzklappenfunktion. In der Regel wurde die linksventrikuläre Funktion (normal / leicht- / mittel- / hochgradig reduziert) mit beschrieben. Das Aneurysma der Aorta ascendens wurde in allen Fällen beschrieben, in 23 Fällen auch ausgemessen. Im weiteren wird immer der größte Wert des Durchmessers der Aorta, der den Unterlagen zu entnehmen ist, angegeben und verglichen.

Alle Patienten waren mit einer Koronarangiographie voruntersucht, um eine koronare Herzerkrankung auszuschließen. Hier wurde das Aneurysma in der Regel nur beschrieben und nicht ausgemessen. Eine Aussage über die LV-Funktion wurde nicht regelmäßig gemacht, die Ejektionsfraktion nur bei acht Patienten berechnet.

Bei 19 Patienten (73 %) wurde zusätzlich eine radiologische Untersuchung in Form eines Computertomogramms oder eine Magnetresonanztomographie zur Planung der Operation durchgeführt. In den Fällen, in denen auf eine zusätzliche Schnittbilddarstellung verzichtet worden war, war das Aneurysma durch eine Aortographie im Rahmen der Koronarangiographie lokalisiert und dokumentiert.

Als Beispiel wurde die präoperative Aortographie von zwei Patienten aus der untersuchten Gruppe angefügt (**Abbildung 19 und 20**).

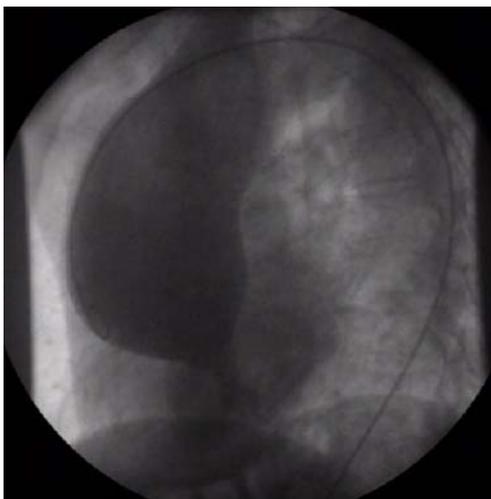


Abbildung 19:
Aortographie präoperativ
(Pat. Nr. 26)

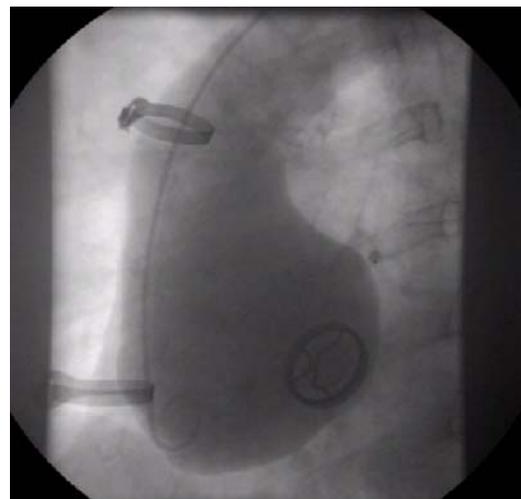


Abbildung 20:
Aortographie präoperativ, von einer
Patientin, die mit einem mech.
Aortenklappenersatz voroperiert war
(Pat. 24)

4.1.4.1. Echokardiographische Ergebnisse

Bei 23 Patienten war neben dem Befund an der Aorta ascendens ein relevantes Aortenklappenitium zu finden. Von drei Patienten, bei denen sich keine Indikation zur Operation an der Aortenklappe ergab, waren zwei Patienten bereits mit einem mechanischen Aortenklappenersatz voroperiert, der funktionell weiterhin regelrecht war, so daß letztendlich nur ein Patient kein Aortenklappenitium hatte.

Der überwiegende Anteil der Patienten hatte eine höhergradige Aortenklappeninsuffizienz (14 Patienten) oder ein kombiniertes Aortenklappenitium (4 Patienten). Nur fünf Patienten hatten eine Aortenklappenstenose (ΔP max.: 37 bis 107 mmHg). Eine bicuspide Aortenklappe war bei drei Patienten echokardiographisch vorbeschrieben.

Die linksventrikuläre Funktion war bei 16 Patienten im Normbereich, bei sechs Patienten leichtgradig und bei vier Patienten mittel- bis hochgradig reduziert.

Das Aneurysma war in allen Fällen echokardiographisch beschrieben und bei 24 Patienten (92 %) war der Durchmesser quantifiziert. Der Durchmesser wurde im Mittel mit 62 mm bei einem Größenintervall von 47 bis 80 mm angegeben.

Durchmesser des Aneurysmas (TTE/TEE):	Anzahl d. Patienten / %
≤ 50 mm	3 / 11,5%
51 - 60 mm	10 / 38,5%
61 - 70 mm	6 / 23%
>70 mm	5 / 19 %
keine Größenangabe	2 / 7,7%

4.1.4.2. Computer- und magnetresonanztomographische Ergebnisse

Diese Untersuchungsmethoden wurden in 19 Fällen zusätzlich zur vorhergehenden kardiologischen Diagnostik angewendet. In keinem Fall wurde durch diese Untersuchung zusätzlich eine Dissektion nachgewiesen. Der nun festgestellte mittlere Durchmesser der Aneurysmata wurde mit 65 mm bei einem Größenintervall von 54 bis 100 mm angegeben (**Abbildung 21 und 22**).

Durchmesser des Aneurysmas (CT/MR):	Anzahl d. Patienten / %
≤ 50 mm	0 / 0%
51 - 60 mm	7 / 37%
61 - 70 mm	4 / 21%
>70 mm	6 / 31,5%
keine Größenangabe	2 / 10,5%

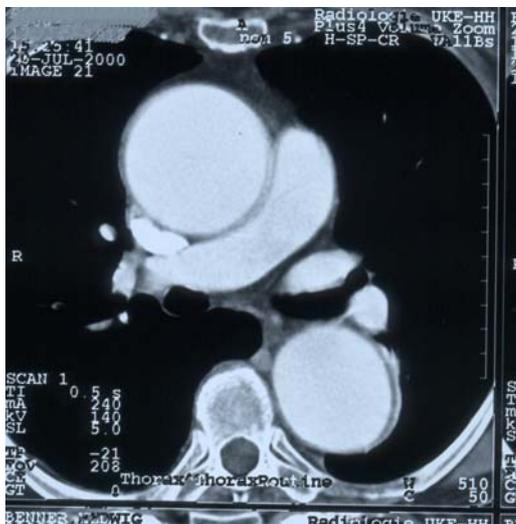


Abbildung 21:
CT-Befund präoperativ
(Pat. 20)

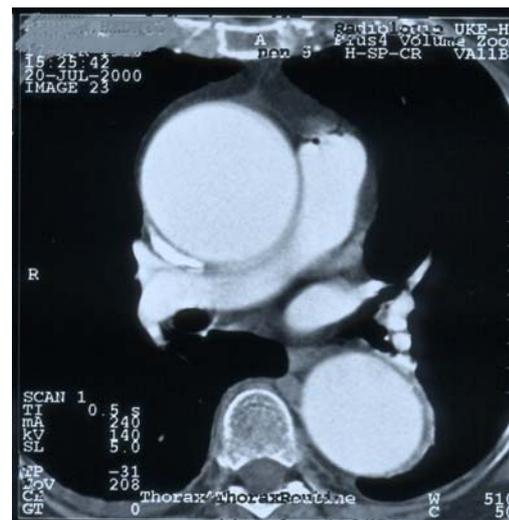
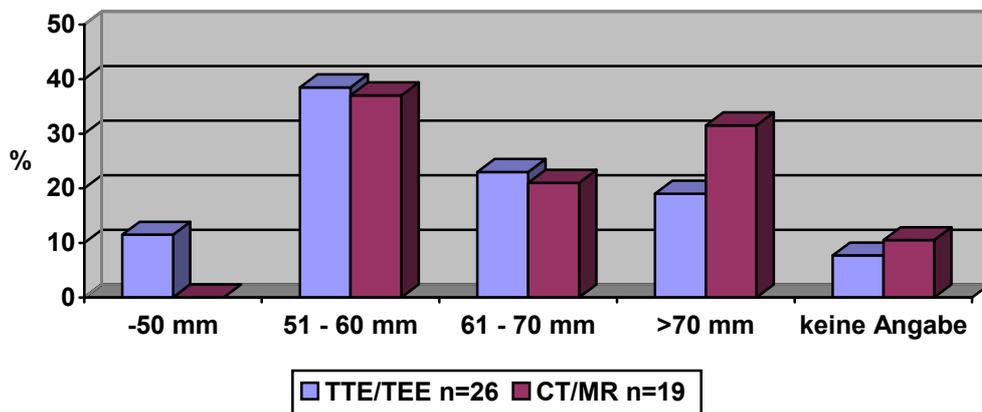


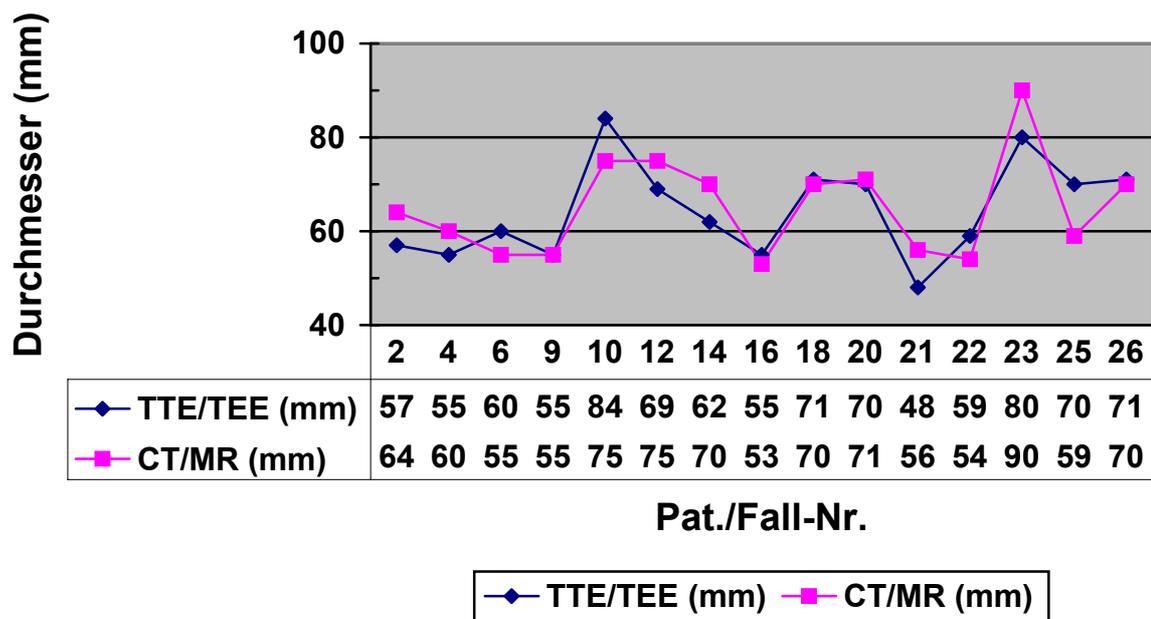
Abbildung 22:
CT-Befund präoperativ
(Pat. 20)

4.1.4.3. Vergleich der TTE- / TEE- und CT- / MR-Befunde

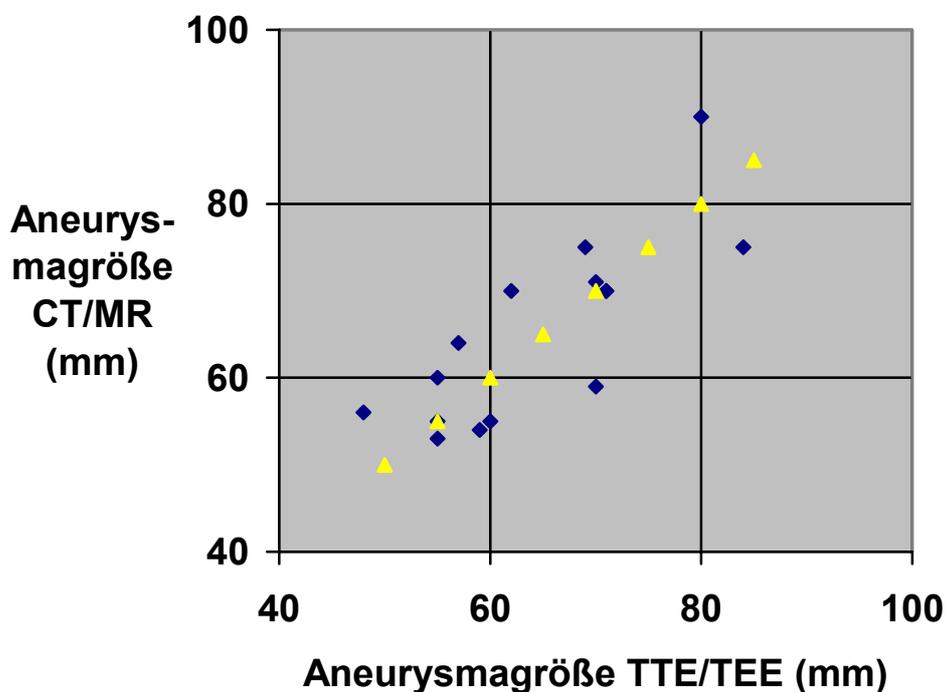
Vergleicht man die Größenangaben, die echokardiographisch und radiologisch ausgemessen werden, so ergibt sich folgende Verteilung:



Wertet man die ausgemessenen Durchmesser für die Patienten aus, für die sowohl eine echokardiographische als auch eine Schnittbilddarstellung durchgeführt wurde und eine Größenangabe erfolgte, ergibt sich folgender Zusammenhang:



Es zeigt sich, daß sich unterschiedliche Messungen mit einer durchschnittlichen Differenz von 5 mm ergeben (0 bis 11 mm).



Darstellung der Streuung zwischen echokardiographischer und radiologischer Messung des Diameters der Ascendensaneurysmen (gelb entspricht der Werte bei völliger Übereinstimmung)

Die durchschnittliche Größenangaben der 15 echokardiographischen und radiologischen Messungen unterscheidet sich nicht (64 mm im TTE/TEE und 65 mm im CT/MR). Dies stimmt auch mit der durchschnittlichen Diameterweite für die gesamten Patientengruppe überein.

4.2. Perioperative Daten

Der Zugang war in allen Fällen eine mediane Thorakotomie und das perioperative Management (Narkosedurchführung / HLM) bei allen Patienten gleich und entsprach dem üblichen Protokoll der Klinik im Rahmen von Operationen mit Herz-Lungen-Maschine. Die extrakorporale Zirkulation wurde nach dem Routineprotokoll in der Klinik durchgeführt und die Patienten wurden mit einer

milden Hypothermie von 32 bis 30°C behandelt. Der venöse Anschluß zur Herz-Lungen-Maschine erfolgte in allen Fällen über eine gewöhnliche "two-stage" - Kanüle über den rechten Vorhof. Der arterielle Rückfluß zum Patienten wurde in 24 Fällen über eine Kanülierung im Bereich der thorakalen Aorta gewährleistet (vier Mal im cranialen Abschnitt der Aorta ascendens, 20 Mal im proximalen Aortenbogen), bei zwei Operationen wurde die arterielle Kanüle über die Arteria femoralis in der Leiste eingebracht.

In allen Fällen war es möglich, die Herz-Lungen-Maschine wie geplant anzufahren. Es kam bei keiner Operation zu Zwischenfällen oder Verletzungen während der Sternotomie oder vorbereitenden Präparation, die eine Umstellung des geplanten operativen Vorgehens notwendig gemacht hätte. Bei keinem Patienten wurde die Herz-Lungen-Maschine still gestellt (Operation mit Herz-Kreislaufstillstand) oder war es notwendig, eine Phase in tiefer Hypothermie zu fahren.

4.2.1. Operationszeiten

Die Perfusionszeit an der Herz-Lungen-Maschine war im Durchschnitt aller Operationen 145 Minuten lang. Betrachtet man nur die Operationen, bei denen ein Eingriff an der Aortenklappe erfolgte und die Aorta ascendens in der beschriebenen Form versorgt wurde ("Standardoperation"), so war die Durchschnittszeit 144 Minuten. Die kürzeste Zeit war mit 64 Minuten die Operation, bei der kein Eingriff an der nativen Aortenklappe notwendig war und nur die Aorta ascendens ummantelt wurde. Als Ausdruck einer "Lernkurve" kann man die Durchschnittszeiten der ersten zehn Eingriffe und der letzten zehn Eingriffe vergleichen (156 und 133 Minuten).

Die selben Verhältnisse lassen sich bei den eigentlichen Schnitt-Naht-Zeiten (Operationszeit) finden. Die Zeit betrug durchschnittlich bei allen Operationen 233 Minuten. Die kürzeste Operation war die Operation, bei der nur die Aorta ascendens operiert wurde (140 Minuten), die längste war der Re-Re-Eingriff in Kombination mit einem Mitralklappenersatz (340 Minuten).

Die Operationszeit verkürzte sich um ca. eine halbe Stunde, wenn man die ersten und die letzten zehn Operationen vergleicht.

Eine Zusammenfassung ist in den folgenden Tabellen dargestellt:

ECC-Zeiten (Ischämie- und Reperfusionszeit)

ECC-Zeiten (Minuten)	Längste Zeit	Kürzeste Zeit	Durchschnitt
Alle Operationen	207	64	145
Nur Standardoperation	170	116	144
Nur Re-Op. oder Kombinationsop.	207	118	174
Erste zehn Standardoperationen			156
Letzte zehn Standardoperationen			133

Operationszeiten (Schnitt-Naht-Zeit)

Operationszeiten (Minuten)	Längste Zeit	Kürzeste Zeit	Durchschnitt
Alle Operationen	340	140	233
Nur Standardoperation	275	165	231
Nur Re-Op. oder Kombinationsop.	340	210	280
Erste zehn Standardoperationen			248
Letzte zehn Standardoperationen			214

Die eigentliche Ischämie (Abklemmzeit der Aorta) betrug im Durchschnitt 106 min. Bei den Standardoperationen war sie durchschnittlich 109 min (Max.: 128 min, Min.: 74 min), bei den Kombinations- oder Re-Eingriffen im Durchschnitt um 11 min länger. Sie machte ca. 74 % der eigentlichen Zeit mit extrakorporaler Perfusion aus.

4.2.2. Art der operativen Eingriffe

Bei allen Patienten wurde die Aorta ascendens mit einer tiefen annulären Ummantelung mit Hilfe einer Dacron-Prothese versorgt. Diese wurde in 88% der Fälle bis an den Truncus brachiocephalicus herangezogen. Bei drei Patienten wurde die Prothese cranial bis in den mittleren Aortenbogen gezogen, wobei der Ursprung der supraaortalen Äste immer ausgespart wurde. Die verwendeten Rohrprothesen hatten Durchmesser von 24 bis 34 mm, wobei grundsätzlich darauf geachtet wurde, daß die Prothese sich nach Längverschluss eng an die Aorta ascendens anschmiegte. Hierzu wurde ggf. im Rahmen der Längsnaht noch der Durchmesser reduziert, im Bereich des Annulus aber auch etwas erweitert, um einen funktionsfähigen Sinus valsalva zu erhalten und die natürlichen Durchmesser der Aorta zu belassen. Es hat sich im Verlauf gezeigt, daß Prothesen mit einem Durchmesser von 32 bis 34 mm am besten geeignet sind, die in 77 % der Operationen benutzt wurden.

Bei den Patienten wurde nach den üblichen Richtlinien der Abteilung im Vorfeld der Operation geklärt, ob ein biologischer oder mechanischer Ersatz der Aortenklappe geplant werden sollte. Bei den benutzten Prothesen wurden keine bestimmten Hersteller bevorzugt, sondern alle zu diesem Zeitpunkt in der Abteilung vorhandenen Modelle genutzt.

Bei drei Patienten konnte die native Aortenklappe erhalten werden! Ein Patient hatte ein isoliertes Aneurysma ohne begleitendes Aortenklappenvitium, so daß auf einen Eingriff im Bereich der Klappe verzichtet werden konnte. Bei einer Patientin wurde eine Rekonstruktion mit Hilfe von filzarmierten Nähten bei Insuffizienz durchgeführt und bei einem Patienten wurde eine klassische Kommissurotomie der Aortenklappe gemacht, um ein zufriedenstellendes Ergebnis zu erhalten. Bei beiden voroperierten Patienten waren mechanische Prothesen implantiert, die echokardiographisch und makroskopisch bei Inspektion während der Operation einen regelrechten Befund zeigten, so daß auch diese Klappenprothesen belassen wurden.

In 81% der Fälle wurde ein Klappenersatz durchgeführt, davon wurden 9 biologische und 12 mechanische Prothesen implantiert. Einen genauen Überblick ergibt die folgende Tabelle:

Kein Eingriff	Erhaltender Eingriff		Ersatz der Aortenklappe	
3	2		21	
	Kommissuro- tomie	Rekonstruktion	biologisch	mechanisch
	1	1	9	12
11,5 %	3,8 %	3,8 %	35 %	46 %

Bei den biologischen Prothesen wurden drei Modelle (Carpentier Edwards™, SJM™ Hancock II) implantiert, bei den mechanischen Prothesen wurden folgenden Modelle verwendet: Medtronic Hall™, Carbomedics™, SJM™, Omnicarbon™.

Der Durchmesser der verwendeten Prothesen reichte von 21 bis 29 mm, wobei die 21 mm-Prothesen nur zwei Mal bei Frauen als biologischer Ersatz implantiert wurden, die Prothese mit einem Durchmesser von 29 mm nur einmal bei einem Mann. In 66% der Operationen wurden Aortenklappenprothesen mit einem Durchmesser von 23 oder 25 mm implantiert. Die meisten Patienten haben eine Prothese mit dem Durchmesser von 23 mm erhalten. Die implantierten biologischen Klappenprothesen waren durchschnittlich eine Größe kleiner, als die mechanischen Prothesen (biol.: 23 mm, mech.: 25 mm).

4.2.3. Perioperative Fremdblutgabe

Ein zusätzlicher Marker, der die Invasivität und Qualität einer Operation kennzeichnet, ist die Notwendigkeit von Fremdblutgaben während bzw. nach einer Herzoperation. Hier zeigte sich bei der Auswertung, daß nur neun Patienten insgesamt Fremdblut in Form von Erythrozytenkonzentraten oder Frischplasmen während der Operation erhalten haben. Insgesamt wurden pro transfusionspflichtigen Patient im Durchschnitt 2,1 EK substituiert.

4.3. Frühe postoperative Verlaufsdaten

Die Patienten waren im Durchschnitt 1,8 Tage auf der Intensivstation. Bei zwei Patienten kam es zu relevanten Komplikationen in dieser Zeit. Untersucht wurde neben der Liegezeit, die Beatmungszeit, die Häufigkeit und das Ausmaß der Nachblutungen, Gabe von Fremdblut, Entfernung der Drainagen und Zeitpunkt der Mobilisation.

Da die Patienten intraoperativ eine Narkose mit kurzwirksamen Narkotika (Disoprivan) erhalten haben, erfolgte im Routineverlauf eine kurze Nachsedierung und die Gabe von Analgetika bei Bedarf. Das Ziel war immer eine frühzeitige Extubation, sobald die Patienten kreislaufstabil und normotherm waren. Die Patienten erhielten postoperativ keine "Antibiotikaprophylaxe". Die Drainagen wurden bei unkompliziertem Verlauf am Vormittag des ersten postoperativen Tages entfernt. Dies entsprach dem sonstigen Vorgehen nach einer Herzoperation in der Abteilung.

Bei den Patienten wurden nach Übernahme aus dem Operationssaal auf übliche Weise die Kreislauf-, Volumen- und Beatmungsparameter überwacht. Einen Pulmonalkatheter hatten die Patienten nur bei bekannt eingeschränkter linksventrikulärer Funktion oder wenn sie kreislaufinstabil waren. Laborkontrollen erfolgten am Operationstag nur bei Bedarf, Routinekontrollen der Herzenzyme, Nierenwerte und ein Blutbild erst am Morgen des ersten postoperativen Tages. Bei allen Patienten wurde nach Aufnahme und am nächsten Morgen ein 12-Kanal-EKG dokumentiert.

4.3.1. Beatmungszeit

Im Durchschnitt betrug die Nachbeatmungszeit 9,8 Stunden. Die kürzeste Zeit waren 4 Stunden, am längsten war ein Patient 18 Stunden nachbeatmet. 14 Patienten konnten innerhalb der ersten 10 Stunden postoperativ extubiert werden.

4.3.2. Nachblutung

Die Nachblutungsmenge belief sich bis 6.00 Uhr am ersten postoperativen Tag im Durchschnitt auf 565 ml. Bis zur Entfernung der Drainagen, was im Durchschnitt 22 Stunden postoperativ erfolgte, wurden 612 ml Sekret drainiert.

Sechs Patienten mußten während ihrer Nachbetreuung auf Intensivstation nochmals Fremdblut bekommen. Zwei hatten bereits während der Operation Blutprodukte erhalten, so daß insgesamt 12 der Patienten (46 %) völlig ohne Fremdblutgabe operativ versorgt werden konnten!

4.3.3. Mobilisation und Intensivzeit

Bis auf zwei Patienten, die verlängert nachbeatmet wurden, wurden alle Patienten bereits am ersten Tag nach der Operation außerhalb des Bettes mobilisiert. Dies entspricht dem üblichen Vorgehen auf unserer Intensivstation. Die Patienten wurden dann im Durchschnitt nach 1,8 Tagen auf die Normalstation verlegt. 16 Patienten wurden bereits am ersten Tag postoperativ verlegt. Fünf Patienten konnten am zweiten Tag verlegt werden. Der längste Aufenthalt auf Intensivstation betrug sechs Tage bei einem Patienten.

4.3.4. Fallanalyse der Komplikationen

Während des Aufenthaltes auf Intensivstation kam es zu den einzigen postoperativen Komplikationen bei zwei Patienten, die hier nochmals als Fallberichte dargestellt werden sollen. Bei beiden Patienten konnte durch adäquate Reaktion und Therapie ein langfristiger Schaden abgewendet werden. Beide Patienten verließen die Klinik im normalen Zeitrahmen und hatten keine weiteren Beschwerden. Nach Verlegung auf die Normalstation kam es bei keinem der Patienten zu einer Komplikation.

1. Eine Patientin (Nr. 9) hatte direkt postoperativ eine verstärkte Blutungsneigung. Wir entschlossen uns zur frühzeitigen Rethorakotomie nach zwei Stunden. Es zeigte sich, daß eine arterielle Blutung aus dem Periost des Sternums bestand,

die schnell operativ zu versorgen war. Eine Blutung im Bereich der Aorta oder des Herzens ließ sich nicht finden.

Die Patientin war allzeit kreislaufstabil, konnte 15 Stunden nach der Operation extubiert werden, hatte keine neurologischen Auffälligkeiten und wurde am ersten Tag von Intensivstation verlegt. Die Drainagen wurden 48 Stunden belassen. Nach der Revision kam es nicht mehr zu einer Nachblutung. Der weitere Verlauf war völlig unauffällig.

2. Bei einem zweiten Patienten (Nr. 3) war es, nach zunächst unauffälligem Verlauf in den ersten beiden Tagen (Extubation sechs Stunden postoperativ, keine Blutung, Mobilisation am ersten Tag) am zweiten Tag zu plötzlichem Kammerflimmern gekommen. Dies machte die Reintubation im Rahmen der kurzen Reanimation notwendig. Ein Herzinfarkt lies sich nicht feststellen. Da sich echokardiographisch ein Pericarderguß nachweisen lies, wurde einen Tag später von subxyphoidal eine Drainage zur Entlastung eingelegt. Der Patient konnte ohne neurologisches Defizit am vierten Tag nach der Operation endgültig extubiert werden, wurde zwei Tage später rhythmusstabil von Intensivstation verlegt und am 12. Tag postoperativ entlassen.

4.4. Entlassungsdaten

Die Patienten wurden in der Regel in die Rehabilitationsklinik oder nach Hause entlassen, um im Verlauf von einigen Tagen in eine vorgesehene postoperative Rehabilitation zu beginnen. In eine weitere stationäre Krankenhausbetreuung wurde nur ein Patient weitergeleitet. Hier handelte es sich um einen Patienten im fortgeschrittenen Lebensalter.

Die Patienten wurden durchschnittlich nach 10 Tagen entlassen. Die kürzeste Behandlung postoperativ belief sich auf 6 Tage, die längste Liegezeit betrug 14 Tage. Alle Patienten konnten sich zum Zeitpunkt der Entlassung selbständig auf Station oder darüber hinaus bewegen. Die Wunden heilten primär. Es war keine Sternumrefixation notwendig und bei keinem Patienten war es zu einem schweren oder lokalisierten neurologischen Defizit im Rahmen der operativen Therapie gekommen. Kein Patient mußte mit einem Herzschrittmacher versorgt werden.

4.4.1. Postoperative Untersuchungsergebnisse



Abbildung 23:
Postoperative Röntgenaufnahme
(Pat.18)

Die postoperativen Untersuchungen waren in den klinischen Routineablauf integriert und wurden nicht durch die durchgeführte Operation ausgeweitet. In Abbildung 23 ist ein Beispiel für einen postoperativen Röntgenthoraxbefund gezeigt. Bei allen Patienten wurde eine transthorakale echokardiographische Kontrolle durchgeführt. Bei acht Patienten wurde zusätzlich eine angiographische Untersuchung oder ein Computertomogramm

durchgeführt. Eine i.v. Aortographie wurde bei den ersten beiden Patienten durchgeführt, die später operierten Patienten (ab 1998) wurden, wenn eine zusätzliche Untersuchung angeordnet war, computertomographisch nach untersucht. Die Einleitung weitergehender Untersuchungen war nicht von klinischen Aspekten abhängig. Im Rahmen dieser Nachuntersuchung waren zum damaligen Zeitpunkt nur echokardiographische Kontrolle geplant. Zusätzliche radiologische Untersuchungen waren als "Stichproben" vorgesehen.

4.4.1.1. Echokardiographische Ergebnisse

Bei der ersten postoperativen Untersuchung, die während der klinischen Routine in der Regel zwischen dem fünften postoperativen und dem Entlassungstag durchgeführt wurde, hat die Funktion der Aortenklappenprothesen oder nativen Klappen im Vordergrund gestanden. Bei eingeschränkter Sicht wurde, wenn möglich, besonders die Aortenwurzel und der herznahe Abschnitt der Aorta ascendens mit beurteilt.

Bei der Nachuntersuchung muß man zwischen den implantierten biologischen und mechanischen Prothesen unterscheiden. Die Ergebnisse für beide Gruppen werden im Verlauf getrennt dargestellt.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß bei allen Patienten postoperativ eine regelrechte Funktion der implantierten Prothesen zu dokumentieren war. Die Spitzen- und mittleren Gradienten waren im Normbereich. Es ließ sich kein paravalvuläres Leck feststellen und die Insuffizienz der mechanischen Klappenprothesen wurde durchgehend als "klappentypischer Reflux" beschrieben.

Bei der Patientin, wo eine Rekonstruktion der Aortenklappe durchgeführt werden konnte, zeigte sich eine leichtgradige Aortenklappeninsuffizienz (II°) und bei dem Patienten nach Kommissurotomie wurde ebenfalls eine minimale Aortenklappeninsuffizienz (I°) mit exzentrischen Jet beschrieben. Beide Patienten hatten keinen meßbaren Gradienten.

Die Aortenwurzel bzw. herznahe Aorta ascendens konnte bei 21 Patienten (81 %) postoperativ eingesehen werden. In 15 Fällen erfolgte auch eine Größenmessung. In den anderen sechs Untersuchungen wurde der Kaliber im Normbereich beschrieben und es zeigten sich keine Auffälligkeiten in der Morphologie. Der Diameter betrug durchschnittlich 30 mm (19 mm bis 43 mm, wobei sich die 43 mm ausdrücklich auf eine Messung auf Höhe der Sinus valsalvae beziehen!).

4.4.1.2. Computer- und magnetresonanztomographische Ergebnisse

Eine zweite bildgebende Untersuchung vor Entlassung der Patienten wurde nur in acht Fällen durchgeführt. Hier zeigten sich keine morphologischen Auffälligkeiten, besonders auch keine Pathologie im Bereich des Aortenbogens oder der Aorta descendens. Der Kaliber der Aorta ascendens war bei allen Patienten im Normbereich (27 mm bis 30 mm).

4.5. Verlaufsdaten

Im Rahmen der Nachuntersuchung, die im ersten Halbjahr 2002 durchgeführt wurde und wo wir erneuten Kontakt zu noch allen lebenden Patienten hatten, haben wir 22 Patienten (84,5 %) selbst nachuntersucht und persönlich gesehen. Es zeigte sich, daß nur ein Patient verstorben war!

4.5.1. Klinische Befunde

Die Patienten leben in ihren alten Lebensverhältnissen, sind weiterhin berufstätig, sofern sie vor der Operation noch gearbeitet haben, und gut belastbar. Alle Patienten befanden sich im NYHA-Stadium I oder II. Bei keinem Patienten war es zu einer erneuten stationären Aufnahme wegen der Herzklappenerkrankung nach der Entlassung aus der Rehabilitationsklinik gekommen. Kein Patient mußte erneut operiert werden. Alle Patienten sind weiterhin in kardiologischer Betreuung und werden regelmäßig echokardiographisch nachuntersucht. Routineuntersuchungen mit einer Computertomographie waren bis zur Nachuntersuchung durch uns noch nicht durchgeführt worden.

Der durchschnittliche Zeitabstand zur Operation betrug zu diesem Zeitpunkt 30 Monate (2,5 Jahre). Der kürzeste Zeitpunkt der Wiedervorstellung der Patienten war 9 Monate nach der Operation.

Es zeigte sich, daß die Zahl der Patienten, die bereits vor der Operation Vorhoffrhythmusstörungen in Form von Vorhofflattern oder -flimmern hatten, nicht zugenommen hatte. Patienten, die nur kurze oder intermittierende Phasen der Arrhythmie hatten, waren im Verlauf überwiegend wieder sinusrhythmisch. Bei einem dieser Patienten war es nun zu kontinuierlichem Vorhofflimmern gekommen. Bei einem Patienten, für den vor der Operation ein Sinusrhythmus dokumentiert war, war bei der Nachuntersuchung Vorhofflimmern festzustellen.

4.5.2. Fallanalyse der Komplikation

Der Patient (Patient 23), der 20 Tage postoperativ aus Wohlbefinden heraus in der Rehabilitationsklinik verstorben ist, hatte neu aufgetretenes Vorhofflimmern präoperativ. Dies war einer der Gründe, warum er damals den Arzt aufgesucht hatte. Er konnte medikamentös kardiovertiert werden und wurde mit Sinusrhythmus in die Reha-Klinik entlassen, nachdem es postop. nochmals für einige Tage zu Vorhofflattern gekommen war.

Während der Rehabilitation kam es erneut zu Vorhofflattern, welches aber unter Steigerung der Sotalol-Dosis wieder kardiovertiert wurde. Der Rehabilitationsverlauf war ansonsten völlig unauffällig. Der Patient hatte keine

Herzinsuffizienzzeichen, war fahrradergometrisch zu diesem Zeitpunkt bis 125 Watt belastet worden und in den durchgeführten Laborkontrollen zeigten sich keine Hinweise für eine Infektion.

Die behandelnden Ärzte äußerten den Verdacht des plötzlichen Herztodes als Ursache für den überraschenden Tod des Patienten. Zu diesem Zeitpunkt war der Patient noch mit Sotalol (2 x 160 mg/d) zur Therapie des Vorhofflatterns behandelt. Eine vorgeschlagene Obduktion war von der Familie des Patienten abgelehnt worden.

4.5.3. Untersuchungsergebnisse im Verlauf

Im Rahmen der Nachuntersuchung im Frühjahr 2002 führten wir bei allen Patienten erneut eine transthorakale echokardiographische Untersuchung durch oder ließen uns entsprechende Befunde zuschicken. Es wurde versucht, bei allen Patienten eine bildgebende Untersuchung der Aorta ascendens durchzuführen. Ein Teil der Patienten lehnte eine entsprechende Untersuchung ab, so daß nur die Ergebnisse von 19 der 25 nachuntersuchten Patienten (76 %) vorliegen.

4.5.3.1. Echokardiographische Ergebnisse

Bei allen Patienten nach Ersatz der Aortenklappe zeigten sich regelrechte funktionelle Befunde. Bei einem Patient in der Gruppe nach mechanischem und bei einem Patienten nach biologischem Aortenklappenersatz ließ sich ein erhöhter Gradient im Sinne einer Stenose feststellen, ohne daß die Patienten klinisch auffällig waren. Die auffällige biologische Prothesen war eine der ältesten, die bereits bei einer Operation im Jahr 1996 implantiert worden war. Bei keinem Patienten nach Ersatz der Aortenklappe konnte eine Insuffizienz paravalvulär oder durch Degeneration der biologischen Prothese festgestellt werden.

Die Untersuchungsbefunde der beiden Patienten, die eine Rekonstruktion der Aortenklappe erhalten haben, sind zufriedenstellend und führen trotz mittelgradiger Aortenklappeninsuffizienz (II bis III°) nicht zu einer Beeinträchtigung der linksventrikulären Funktion.

Die linksventrikuläre Funktion ist bei allen Patienten gut (18/ 72 %) oder nur leichtgradig reduziert (7/ 28 %).

Eine Größenangabe für die Aorta ascendens oder die Aortenwurzel erfolgte bei 19 Patienten. Bei zwei Patienten wird die Aorta ascendens als normal beschrieben und bei drei der 25 Patienten ist keine Untersuchung der Aorta erfolgt oder die Aorta war nicht einsehbar. Die festgestellten Durchmesser betragen zwischen 29 mm und, in zwei Fällen, 41 mm. Diese Messungen wurden wieder auf Höhe der Sinus valsalvae durchgeführt. Der durchschnittlich gemessenen Diameter der Aorta betrug 34 mm. In 14 Fällen wurde der gemessene Diameter mit 25 mm bis 35 mm angegeben. Morphologische Auffälligkeiten, besonders die Ausbildung von Aneurysmen, Pseudoaneurysmen oder Dissektionen wurden nicht beschrieben.

4.5.3.2. Computer- und magnetresonanztomographische Ergebnisse

Auch im Rahmen der Nachuntersuchung durch eine zusätzliche Schnittbilddarstellung ließen sich keine pathologischen Befunde der Aorta ascendens, des Bogens oder der Aorta descendens feststellen.

Das bei einem Patienten bereits vor der Operation bestehende Aneurysma der Aorta descendens hatte auch während der Nachbeobachtungszeit (33 Monate)

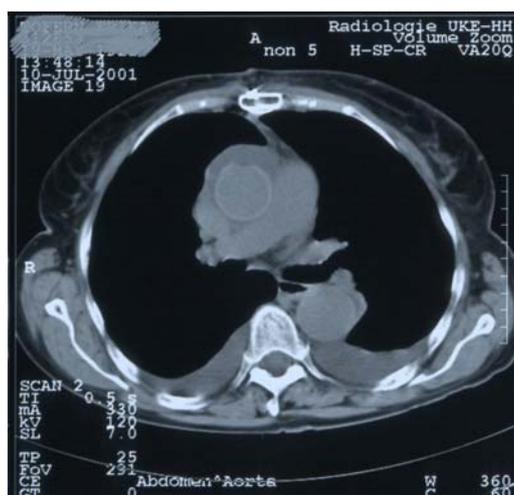


Abbildung 24:
Frühe postoperative CT-Kontrolle:
Die Rohrprothese ist noch von Hämatom
umgeben (Pat. 26)

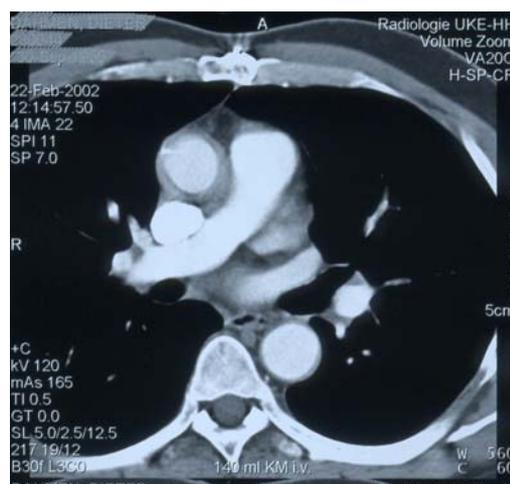


Abbildung 25:
Postoperative CT-Kontrolle mit Kontrastmittel
(Pat. 17)

nicht an Größe zugenommen.

Der maximale Diameter der Aorta ascendens wurde bei diesen Untersuchungen mit 40 mm angegeben, in einem Fall wird eine leicht dilatierte Aortenwurzel beschrieben, ohne das eine Größenmessung durchgeführt wurde. Die durchschnittliche Größenangabe des Diameters bei allen Untersuchungen beträgt 33 mm. 80 % der ausgemessenen Diameter liegen zwischen 25 mm und 35 mm.

Nach Rekonstruktion der Magnetresonanztomographie läßt sich die Grenze der Ummantelungsprothese im Bereich der proximalen Aorta am Übergang zum Aortenbogen gut lokalisieren. Im Bereich der Aortenwurzel finden sich normale Größenverhältnisse (**Abbildung 26**).



Abbildung 26:
Postoperative MR-Darstellung und
Rekonstruktion
(Pat. 18)

4.5.3.3. Vergleich der Ergebnisse im Verlauf

Vergleich der linksventrikulären Funktion präoperativ und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung 2002:

LV-Funktion (TTE)	präoperative Kontrolle (n=26)	Verlaufskontrolle 2002 (n=25)
Gut	16	18
Leichtgradig reduziert	6	7
Mittel- oder hochgradig reduziert	4	0

Zusammenfassende Darstellung der durchgeführten Messungen (Durchschnittswerte):

	Postoperative Kontrolle	Verlaufskontrolle 2002
$\Delta P_{\text{max.}} \text{ biol. Prothesen}$	29,5 mmHg	30 mmHg
$\Delta P_{\text{mean.}} \text{ biol. Prothesen}$	16,5 mmHg	16 mmHg
$\Delta P_{\text{max.}} \text{ mech. Prothesen}$	26,5 mmHg	29 mmHg
$\Delta P_{\text{mean.}} \text{ mech. Prothesen}$	15 mmHg	13 mmHg
Diameter Aorta (TTE)	30 mm	34 mm
Diameter Aorta (CT)		33 mm

4.6. Auswertung der histologischen Befunde

Echokardiographisch war in drei Fällen (11,5 %) eine bicuspide Aortenklappe in der Patientengruppe vorbeschrieben. Intraoperativ zeigte sich, daß nur in einem Fall auch eine bicuspide Herzklappe angelegt war. Die beiden anderen, als bicuspide beschriebenen Aortenklappen, waren normal dreizipflig angelegt und nicht sekundär bicuspidalisiert, obwohl in einem Fall eine kalzifizierende Aortenklappensklerose vorlag.

Umgekehrt fand sich keine bicuspide Aortenklappe, wenn eine normal angelegte Klappe mit drei Taschen echokardiographisch vorbeschrieben war!

4.6.1. Histologische Befunde der Aortenklappe

Insgesamt wurden im Rahmen der nachuntersuchten Operationen 22 Aortenklappen exzidiert. Von diesen wurden 18 (80 %) auch histologisch untersucht. Der überwiegende Anteil wurde mit "kalzifizierender Aortenklappensklerose" beschrieben. Dies ist auch bei den Patienten der Fall, wo echokardiographisch eine hochgradige Aortenklappeninsuffizienz im Vordergrund gestanden hat. Nur in vier Fällen fand sich eine "myxoide Degeneration" als histologisches Korrelat für das Aortenklappenvitium.

4.6.2. Histologische Befunde der Aortenwand

Eine histologische Aufarbeitung der resezierten Aortenwand wurde in 25 Fällen der durchgeführten Operationen angefordert. Bei Auswertung der Befunde zeigt sich, daß zwei Diagnosen im Vordergrund stehen: In zehn bzw. neun Fällen wurde eine "Atherosklerose" oder "zystische Medianekrose" festgestellt. Je zwei Patienten hatten eine "pseudozystische Mediadegeneration" und eine "zystische Medianekrose Gsell-Erdheim". Bei einem Patienten wurde eine "granulomatöse Riesenzellaortitis" und bei einer Patientin nur eine geringe "Intimafibrose" gefunden.

Eine eindeutige Beziehung zwischen den Befunden der Aortenklappe und den Befunden der Aortenwand läßt sich nicht feststellen. Die "kalzifizierende Aortensklerose" wird bei Patienten mit "zystischer Medianekrose" genauso beschrieben, wie bei den Patienten, die eine "Atherosklerose" in der Aortenwand hatten. Letztendlich kann man die "kalzifizierende Aortensklerose" der Aortenklappe sicher als histologisches Endstadium aller chronischen degenerativen Veränderungen der Aortenklappentaschen ansehen. Es läßt sich auch keine Korrelation zwischen dem echokardiographischem Befund und der Histologie ableiten.

Zusammenfassende Tabelle der histologischen Befunde:

Histologische Beschreibung	Aortenklappe (n=22)
Kalzifizierende Aortensklerose	14
Myxoide Degeneration	4
Nicht untersucht	4

Histologische Beschreibung	Aortenwand (n=25)
Atherosklerose	10
Zystische Medianekrose	9
Pseudozystische Mediadegeneration	2
Zystische Medianekrose Gsell-Erdheim	2
Granulomatöse Riesenzellaortitis	1
Nicht untersucht	1

5. Diskussion

Die im Rahmen dieser Untersuchung beobachtete operative Methode bezieht sich auf den Anfangsbereich der Körperhauptschlagader zwischen Aortenklappe und dem Abgang des Truncus brachiocephalicus. Anatomisch wird der aufsteigende Abschnitt der Aorta, die Aorta ascendens, noch in den Aortenbulbus oder den Bereich der Sinus valsalvae und die eigentliche ascendierende Aorta unterteilt. Die anatomische Grenze wird durch den sinotubulären Übergang gebildet. Der Aortenbulbus findet sich in den ersten zwei bis drei Zentimetern oberhalb der Klappenebene. Hier entspringen die beiden Koronarostien.

5.1. Ätiologie

Ca. 1/4 aller Aneurysmen der Aorta sind im Bereich der Aorta ascendens lokalisiert [27]. Als klassische Risikofaktoren sind der arterielle Hypertonus und angeborene bicuspidale oder unicuspidale Aortenklappenfehler bekannt. Eine weitere Risikogruppe stellen Patienten mit angeborenen oder erworbenen Texturstörungen der Aortenwand, z.B. bei Marfan-Syndrom dar. Bei vielen Patienten findet sich zudem eine generalisierte Arteriosklerose. Die Inzidenz zur Entwicklung eines thorakalen Aortenaneurysmas liegt bei 5,9 / 100 000 Personen und Jahr und es erkranken mehr Männer als Frauen, wobei hier unterschiedliche Angaben in der Literatur zu finden sind [27,28].

Da die Wandstruktur in der ascendierenden Aorta anders aufgebaut ist, als im descendierenden Abschnitt, spielen degenerative Veränderungen an den elastischen Fasern der Media eine wichtige Rolle. Um die Windkesselfunktion erfüllen zu können, findet sich im Bereich der Aorta ascendens eine wesentlich höhere Konzentration an elastischen Fasern, als in der Aorta descendens. Ein pathophysiologischer Begriff, der in diesem Zusammenhang definiert wurde, ist die "annuloaortale Ektasie", die in der Regel durch eine Erkrankung der elastischen Anteile der Wandabschnitte bedingt ist. Durch eine Dilatation der ascendierenden Aorta, der Sinus valsalvae und des Aortenannulus kommt es zu einer sekundären Regurgitation über die Aortenklappe, da eine Schlußfähigkeit der Aortenklappentaschen nicht mehr möglich ist. Dies kann isoliert in diesem

Bereich auftreten, z.B. bei der zystischen Medianekrose, oder im Rahmen einer generalisierten Bindegewebserkrankung (z.B.: Marfan-Syndrom) [28]. Degenerative Veränderungen im Bereich der Media sind zudem innerhalb der Wandabschnitte der Aortenwurzel unterschiedlich häufig zu beobachten. Sie treten bevorzugt im Bereich der rechts posterolateralen Wandabschnitte (non-coronarer Sinus) auf und scheinen auch Ausdruck von asymmetrischer hämodynamischer Belastung zu sein [29].

Laas und Borst berichten, daß die idiopathische Mediadegeneration im 3. bis 5. Lebensjahrzehnt die häufigste Ursache für die Entwicklung eines Aneurysmas der ascendierenden Aorta ist. Im fortgeschrittenen Lebensalter stehen dann atherosklerotische Veränderung im Vordergrund [27].

In dem Kollektiv dieser Untersuchung waren Mediadegenerationen oder -nekrosen und atherosklerotische Wandveränderungen ebenfalls die häufigsten histologischen Befunde, die in der Aortenwand beschrieben wurden, aber es fand sich in beiden Untergruppen kein Unterschied des Alters bei Operation (Mediadegeneration/-nekrose: 60,5 Jahre, Atherosklerose: 62,2 Jahre). Daß es diesen Altersunterschied bei den hier untersuchten Patienten nicht gibt, kann daran liegen, daß keine Patienten mit Marfan-Syndrom operiert wurden. Für dieses Krankheitsbild würde sich histopathologisch eine (zystische) Mediadegeneration demonstrieren [28]. Diese Patienten würden das Lebensalter in der entsprechenden Gruppe nach unten senken, da sie häufig schon im dritten und vierten Lebensjahrzehnt einen operationswürdigen Befund an der ascendierenden Aorta entwickeln. In der Nachuntersuchung einer großen Serie von Marfan-Patienten, die Gott 2002 veröffentlichte, waren die Patienten zum Zeitpunkt der Operation im Mittel 33 Jahre alt [30].

Borst berichtet in seiner Übersichtsarbeit über 17 Jahre Erfahrung mit der Durchführung von einem Ersatz der Aortenwurzel mit klappentragendem Conduit, daß die Patienten im Durchschnitt 48 Jahre alt waren, als sie operiert wurden und der Anteil der Marfan-Patienten in der Gruppe ohne Dissektion 45,6 % betrug [31].

5.2. Operationsindikation

Die Indikation zur operativen Therapie ergibt sich zum einen aus der Größe des Aneurysmas und zum anderen aus der Funktionsstörung der Aortenklappe. Diese führt in der Regel auch zu den klinischen Symptomen, da ein isoliertes Aneurysma der Aorta ascendens bis zum Erreichen eines erheblichen Durchmessers asymptomatisch bleiben kann. Wird das Aneurysma durch den Beginn von akuten thorakalen Schmerzen bemerkt, so ist dies häufig der Ausdruck von einer plötzlichen Größenzunahme oder einer drohenden Perforation. Die Schmerzen entstehen durch eine Dehnung der Aortenadventitia [27]. In der Folge ergibt sich daraus in der Regel die Indikation zur dringlichen Therapie.

Symptome, die allein durch die Größenzunahme des Aorta entstehen, sind: Chronischer Druckschmerz im Thorax (1/4 bis 1/3 der Patienten berichten darüber), obere Einflußstauung durch Kompression der V. cava superior, Stridor durch Tracheal- oder Bronchuskompression, Heiserkeit durch Beeinträchtigung des N. recurrens [28].

In den meisten Fällen wird die Klinik der Patienten durch ein begleitendes Aortenklappenvitium bestimmt. Hier sind die Dyspnoe bei Belastung und, bei zunehmender Herzinsuffizienz, auch in Ruhe im Vordergrund stehend. Hinzu kommen Herzrhythmusstörungen oder neurologische Symptome, die aber ursächlich auch durch die Veränderungen in der Aorta bedingt sein können.

Die Patienten, die in diese Untersuchung eingeschlossen wurden, gaben zum Großteil Dyspnoe und Herzrhythmusstörungen als Grund für ihren Arztbesuch an (12 bzw. 9 Patienten). In drei Fällen war es zu neurologischen Ausfällen gekommen und bei vier Patienten waren Thoraxschmerzen die Ursache zur Einleitung einer Diagnostik.

23 Patienten hatten ein relevantes Aortenklappenvitium, zwei weitere Patienten waren bereits an der Aortenklappe voroperiert. Vergleicht man hierzu die Angaben, die in der Literatur zu finden sind, so zeigt sich, daß Borst einen Prozentsatz von 97,3 % für ein Aortenklappenvitium angibt [31]. In einer Arbeit von Bassano haben 93 % der Patienten eine höhergradige Aortenklappeninsuffizienz in Kombination mit einem Ascendensaneurysma [32] und Prifti et al. beschreibt bei

allen Patienten mindestens eine mittel- bis hochgradige Regurgitation über die Aortenklappe [33]. Bei Dossche, wo sich nur Angaben für eine Insuffizienz finden, hatten 182 von 244 Patienten eine Aorteninsuffizienz \geq II° [34].

Die Indikation zur operativen Therapie ergibt sich natürlich im wesentlichen aus der Größe des Aneurysmas, ob eine Größenzunahme festzustellen ist und wenn sich akute Beschwerden einstellen [27]. Da das Risiko an den akuten Komplikationen eines Aneurysmas zu versterben mit zunehmender Größe des Aneurysmas schnell zunimmt, wird heute allgemein ein Durchmesser zwischen 5,5 und 6 cm als Grenze zur operativen Therapie anerkannt [27,28]. Ein zweiter Aspekt, der in die Entscheidung zur Stellung der Operationsindikation mit einfließt, ist eine Größenzunahme. Kommt es innerhalb kurzer Zeit zu einer Zunahme von 5 mm oder mehr, steigt das Risiko für eine Ruptur deutlich an [35].

Eine Patientengruppe, die oft zu erheblichen Diskussionen bei der Indikationsstellung führt, sind die Patienten, die ursprünglich ein relevantes Aortenklappenitium haben und zusätzlich eine grenzwertige Dilatation der Aorta ascendens aufweisen. Seitdem es klare Hinweise dafür gibt, daß ein Aortenklappenersatz ein unabhängiger prädiktiver Faktor für die Entstehung einer späteren Aortendissektion oder eines Aneurysmas ist [36,37] geht die Tendenz hier ebenfalls zu einer frühen Einbeziehung der Aorta ascendens in die geplante operative Therapie. Neben dem Durchmesser der Aorta ascendens sollte hier vor allem die Wandbeschaffenheit beachtet werden. In den durchgeführten Nachuntersuchungen hat sich gezeigt, daß Patienten, die nach Aortenklappenersatz wegen einer Dissektion oder eines Aneurysmas reoperiert werden müssen, zum Zeitpunkt der Erstoperation eine nur gering vergrößerte Aorta hatten. Daraus läßt sich die Aussage ableiten, daß bei einem elektiven Aortenklappenersatz die Aorta ascendens bereits dann (durch einen Ascendensersatz) mit in die operative Therapie einbezogen werden soll, wenn die Aorta proximal auf eine Größe von nur 40 mm erweitert ist [38].

Einen zusammenfassenden Überblick über die Indikationsstellung zeigt die Diskussion, die im Rahmen einer Tagung zur chirurgischen Therapie der Patienten mit Marfan-Syndrom 1993 in Berlin stattgefunden hat [39]. Die Kollegen

waren einhellig der Meinung, daß eine Indikation zur Therapie ab einem Diameter von 55 mm gegeben ist. Bei Marfan-Patienten sollte die Indikation zur Operation bereits bei einem Durchmesser von 45 mm gestellt werden. Zum einen ermöglichen die heutigen Risikoanalysen eine frühzeitige Indikationsstellung, da das perioperative Risiko bei diesen Patienten als sehr niedrig angesehen wird und zum anderen ist bei dieser Größe die Möglichkeit für einen klappenerhaltenden Eingriff noch sehr gut. Wenn die, zum Großteil jungen Patienten ohne Klappenprothese operativ versorgt werden können, ist dies ein erheblicher Vorteil, der sichergestellt sein sollte.

Zur Vorbereitung und Abklärung der Indikation vor einer geplanten Operation der Aorta ascendens sind neben den üblichen Routineuntersuchungen vor einer Herzoperation (Anamneseerhebung, körperliche Untersuchung, Elektrokardiogramm, Röntgenthoraxbild, Laboruntersuchungen) zusätzliche bildgebende Verfahren notwendig.

Bei allen Patienten muß man eine echokardiographische Untersuchung, wenn möglich und vertretbar auch transösophageal, fordern. Hier lassen sich die im Vordergrund stehenden Fragen nach der Klappen- und linksventrikulären Funktion der Patienten nichtinvasiv klären. Neben der Möglichkeit, die Diameter im Bereich der Aortenwurzel und proximalen Aorta zu bestimmen, kann eine Dissektion der Aorta festgestellt werden und, in Abhängigkeit von der Untersuchungsqualität und Erfahrung des Untersuchers, eine Aussage über die Wandbeschaffenheit der Aorta erfolgen.

Es ist eine tomographische Untersuchung vor der Operation notwendig. Mit einem Computertomogramm oder Magnetresonanztomogramm lassen sich die echokardiographischen Messungen verifizieren und man erhält zusätzliche Informationen über den Aortenbogen und die descendierende sowie abdominelle Aorta, die echokardiographisch, besonders transthorakal, nur sehr eingeschränkt zu untersuchen sind. Diese Untersuchungen lösen heute zunehmend die klassische Aortographie ab, da es mittels Spiral-Computertomogramm oder im Magnetresonanztomograph und leistungsfähigen Rechnerprogrammen gut möglich ist, aus den transversalen Schnittbildern räumliche Darstellungen der

anatomischen Strukturen zu rekonstruieren. Welche der radiologischen Untersuchungsmethoden man im Einzelfall anwendet, muß man individuell vom Patienten und seinen Nebenerkrankungen abhängig machen.

Die Koronarangiographie gehört bei Patienten im höheren Lebensalter zur klassischen kardiochirurgischen Diagnostik. Neben dem Ausschluß einer koronaren Herzerkrankung kann ein Klappenvitium nochmals durch Druckmessungen und Kontrastmittelgaben quantifiziert werden und man erhält zusätzlich Informationen über die linksventrikuläre Funktion. Natürlich ist es im Rahmen dieser Untersuchung auch üblich, wenn keine entsprechenden Kontraindikationen gegeben sind, die Aorta nochmals darzustellen. In der Regel ist eine Koronarangiographie bei Patienten, besonders Männern, ab dem 40. Lebensjahr indiziert, oder wenn sich ein entsprechendes Risikoprofil und Beschwerdebild aus der Anamnese als Hinweis für eine mögliche koronare Herzerkrankung erheben läßt [27, 28].

Zusätzliche Untersuchungen ergeben sich aus den Nebenerkrankungen der Patienten und den Beschwerden, die man anhand der Anamnese erheben kann. Im besonderen Maße sollte frühzeitig eine weitergehende neurologische Diagnostik und die Darstellung der Verhältnisse an den supraaortalen Gefäßen beachtet werden. Ein weiterer Punkt, der ggf. zusätzliche Untersuchungen notwendig macht, ist die pulmonale Situation der Patienten.

5.3. Patientendaten

Im weiteren sollen die wesentlichen Patientenbefunde und -daten mit Vergleichsgruppen aus der Literatur diskutiert werden. Da in vielen Arbeiten operative Eingriffe bei Dissektion und Aneurysma der Aorta ascendens zusammen behandelt werden, soll versucht werden, die Daten auf die Patientengruppen mit Aneurysma einzuschränken, um einen Vergleich zu ermöglichen. Es werden, wenn möglich, nur elektive Operationen in den Vergleich mit einbezogen und, wenn die Operationen über ein Versorgung der Aorta ascendens hinausgehen (Operationen im Bereich des Aortenbogens oder der Aorta descendens), sind entsprechende Teil- oder Untergruppen gekennzeichnet.

Im Rahmen der veröffentlichten Nachuntersuchungen gibt es Zentren, die eine sehr große Patientengruppe über einen langen Zeitraum nachbeobachtet haben. Die Ergebnisse dieser Arbeitsgruppen kann man als den heutigen Standard definieren, an dem sich eine alternative operative Methode messen lassen muß. Ziel ist es, die Daten dieser wegweisenden Arbeiten sowohl mit den prä-, peri- und postoperativen Verlaufsdaten zu zitieren und eine entsprechende Bewertung vorzunehmen.

5.3.1. Präoperative Vergleichsdaten

Die zusammenfassende Darstellung der präoperativen Befunde und Daten der hier untersuchten Patientengruppe mit den in der Literatur vorhandenen Vergleichsgruppen ist in der folgenden Tabelle dargestellt. Es sollen die Parameter beachtet werden, die im wesentlichen eine Aussage über daß zu erwartende perioperative Risiko ermöglichen.

Tabelle der präoperativen Vergleichsdaten:

Autor	Anzahl Patienten	Mittleres Alter	Altersspanne	Männlich	Voroperationen	Operationszeitraum	Aorteninsuffizienz	Notfälle	Dissektion
Gott [30]	271	33	1,5 - 79	192	? (0)	1976 - 2000	?	36	48
Mingke [31]	335	48	12 - 75	248	?	1978 - 1996	313	54	113
Bassano [32]	69	56	?	52	? (0)	1995 - 2000	?	?	0
Prifti [33]	212	56	16 - 77	156	19	1989 - 2000	212	73	71
Dossche [34]	244	54	16 - 80	165	44	1974 - 1997	?	39	50
Stowe [40]	117	61,4	16 - 81	67	?	1987 - 1997	?	?	28
Niederhäuser [41]	181	53,2	17 - 78	?	25	1983 - 1993	?	?	58
Yacoub [23]	158	46,6	2 - 72	107	? (0)	1979 - 1997	143	75	66
Kouchoukos [42]	168	47	16 - 85	118	20	1984 - 1990	?	17	54
Yun [43]	390	52	?	266	71	1965 - 1995	357	53	112
Aoyagi [44]	66	42,5	20 - 71	44	2	1974 - 1992	?	?	17
Taniguchi [45]	44	42	20 - 61	29	3	1972 - 1988	43	3	15
Dissertation LDW [47]	78	52,3	22 - 75	52	8	1984 - 1993	52	?	41
Eigene Daten	26	61,4	39 - 82	17	2	1996 - 2001	18	0	0

Bei den untersuchten Arbeiten zeigt sich, daß es schwer ist, Zahlen zu finden, die sich mit der Patientengruppe vergleichen lassen, die nach der neu entwickelten Operationsmethode versorgt wurde.

Es zeigt sich, daß es nur ein nach untersuchtes Patientenkollektiv gibt, welches einen vergleichbaren Altersdurchschnitt hat [40]. Alle anderen Gruppen waren erheblich jünger und haben alle auch Kinder und Jugendliche eingeschlossen. Dies läßt sich dadurch erklären, daß in unserer Gruppe keine Patienten mit Marfan-Syndrom eingeschlossen wurden. Wie sich noch zeigen wird, macht diese besondere Patientengruppe in den meisten anderen Untersuchungen einen Anteil von bis zu 30 % aus. Bei der bekannten Arbeit von Gott handelt es sich sogar nur um Patienten, die im Rahmen eines Marfan-Syndroms eine Operation an der Aorta ascendens benötigten. Dies erklärt das extrem niedrige Alter zum Zeitpunkt der Operation (33 Jahre) [30].

Im Gegensatz zu unserer Arbeit wurden im Rahmen der anderen Nachbeobachtungen, die zudem in den meisten Fällen retrospektiv erfolgte, Patienten aus Notfalloperationen und nach Dissektion mit eingeschlossen. Dies bedeutet, daß man zum direkten Vergleich nur Untergruppen der jeweiligen Gruppe einbeziehen kann, da diese Patienten ein erheblich höheres Risiko perioperativ und im Verlauf haben. Es wurden zudem alle bekannten, unterschiedlichen Operationsmöglichkeiten (Composite Graft, klappenerhaltende Operationen, getrennter Ersatz der Aortenklappe und der Aorta, supracoronarer Ersatz der Aorta ascendens, Homograft), die besonders im Laufe der letzten Jahre entwickelt wurden, an den einzelnen Zentren mit unterschiedlichen Prioritäten durchgeführt und in die Studien, zum Teil vergleichend, mit einbezogen.

Grundsätzlich zeigt sich, daß auch an großen und bekannten Zentren für die Aorten Chirurgie nur eine relativ geringe Anzahl dieser komplexen Eingriffe pro Jahr durchgeführt wird, so daß es nur wenigen Chirurgen vorbehalten ist, eine ausreichende Anzahl von Patienten zu operieren, um diese Eingriffe zu beherrschen. Zudem muß man ein großes operativen Können und viel Erfahrung voraussetzen, um eine solche Operation durchzuführen. In keinem Zentrum wurden mehr als 20 Operationen dieser Art pro Jahr durchgeführt (oder in die veröffentlichten Studien einbezogen)! In Hannover wurden während des

Nachbeobachtungszeitraums ca. 19 Operationen pro Jahr durchgeführt [31]. 2001 wurden in den 80 herzchirurgischen Zentren in Deutschland 1322 Eingriffe zum Ersatz der Aorta ascendens in Kombination mit der Aortenklappe durchgeführt [46]. Dies bedeutet, daß 16 Operationen pro Zentrum erfolgten. In der niederländischen Arbeit wird explizit betont, daß über einen Zeitraum von 23 Jahren nur acht Chirurgen insgesamt 244 Mal ein Composite Graft als Ersatz der Aortenwurzel implantiert haben [34]. Bei Stowe und Yacoub wird jeweils eine Patientengruppe ausgewertet, die von einem Operateur operiert wurde [40, 23]. Dies ist Ausdruck dafür, daß es komplexe Eingriffe sind, die nur schwer zu erlernen sind, um ein Niveau zu erreichen, bei dem die Sicherheit der Patienten gewährleistet ist und sich Zahlen erreichen lassen, die dem internationalen Vergleich stand halten. Auch die hier untersuchte Gruppe wurde von nur einem Operateur operiert.

Ab 1998 bis zum Juli 2001 wurden neben 23, in diese Nachuntersuchung eingeschlossene Patienten noch insgesamt sieben weitere Patienten mit einem Aneurysma der Aortenwurzel und Aorta ascendens durch einen Ersatz der Aorta ascendens und Re-Implantation der Koronarostien (Bentall-Operation) versorgt. Einer dieser Patienten hatte ein Marfan-Syndrom.

Aus einer Dissertation, die an der Klinik für Herzchirurgie im Zentralkrankenhaus "Links der Weser" im Jahr 1996 vorgelegt wurde, zeigt sich, daß der Anteil aller operativer Eingriffe zum Ersatz der Aorta ascendens über den gesamten nachuntersuchten Zeitraum ca. 1 % aller Operationen mit Herz-Lungen-Maschine ausmacht [47]. Nimmt man nochmals die Zahlen der "Deutschen Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie" von 2001, so zeigt sich, daß der Anteil der Operationen an der Aorta ascendens an der Gesamtzahl der Operationen mit Herz-Lungen-Maschine 2,1 % ausgemacht hat. Hier wurden alle Eingriffe an der Aorta ascendens mit eingeschlossen [46].

5.3.2. Perioperative Vergleichsdaten

Tabelle der perioperativen Vergleichsdaten

Autor	Pat.	Aneurysma der Ao. asc.	Marfan- Patienten	Composite Graft	Kreislauf- stillstand	ECC	ECC bei CG
Gott [30]	271	223 (82 %)	271	232	?		
Mingke [31]	335	222 (74 %)	68	335	Ja	122 min.	122 min.
Bassano [32]	69	69 (100 %)	5	37	?	98 min.	96 min.
Prifti [33]	212	160 (75 %)	37	212	Ja	153 min.	153 min.
Dossche [34]	244	211 (86 %)	36	244	Ja	194 min.	194 min.
Stowe [40]	117	89 (76 %)	8	38	Ja	147 min.	167 min.
Niederhäuser [41]	181	135 (74 %)	24	181	Ja	130 min.	130 min.
Yacoub [23]	158	92 (58 %)	68	0	Ja		
Kouchoukos [42]	172	118 (68 %)	30	156	Ja	145 min.	
Yun [43]	390	278 (71 %)	82	135	Ja	166 min.	188 min.
Aoyagi [44]	66	49 (74 %)	34	66	Ja	232 min.	232 min.
Taniguchi [45]	44	29 (66 %)	20	44	Ja	204 min.	204 min.
Dissertation LDW[47]	78	37 (47 %)	?	33	Ja	129 min.	
Eigene Daten	26	26 (100 %)	0	0	Nein	145 min.	

Nur eine der hier zum Vergleich herangezogenen Arbeiten hat ausschließlich Patienten mit Aneurysma der ascendierenden Aorta in ihr Kollektiv eingeschlossen. Die Autoren haben nur Patienten nachuntersucht, die keine Voroperationen oder begleitende Eingriffe am Herzen benötigten. Es wurden auch keine Patienten einbezogen, die eine Operation im Bereich des Bogens benötigten [32].

Die besondere Beobachtung der Patienten, die mit einem Composite Graft operativ versorgt wurden, ergibt sich daraus, daß diese Operation heute als der Standardeingriff angesehen wird. Man darf dabei aber nicht vergessen, daß bereits diese Operation erhebliche Variationen bietet, (z.B. die unterschiedlichen Techniken nach Bentall und de Bono, Cabrol, "Inclusion-Technik" u.a.). In der Regel kann man den Arbeiten, die sich häufig über einen langen Zeitraum erstreckt haben, entnehmen, daß die unterschiedlichen Techniken im Laufe der Jahre zusätzlich noch modifiziert wurden, so daß man bei dem Begriff "Ersatz der Aortenwurzel durch ein Composite Graft" nicht von einem einheitlichem Vorgehen

ausgehen kann. Auch dies ist ein Indiz dafür, daß bisher keine wirklich zufriedenstellenden und einfach durchzuführenden Operationsmethoden gefunden wurden.

Vergleicht man die Zeiten der extrakorporalen Zirkulation der einzelnen Arbeiten, so zeigt sich, daß sich durch die hier entwickelte Form des "externen Conduits" keine wesentlichen Zeitvorteile ergeben, es aber Zentren gibt, die deutlich längere Bypasszeiten haben. Ein entscheidender Unterschied ist, daß es bei der Ummantelungstechnik möglich ist, die Aorta bis in den Bogen zu stabilisieren, ohne das ein Kreislaufstillstand notwendig ist. Dies ist ein erheblicher Vorteil für die Patienten, da das perioperative Risiko, neurologische Schäden zu erfahren, mit der Notwendigkeit eines Kreislaufstillstands deutlich ansteigt [48].

Tabelle zur Letalität/Komplikationen perioperativ

Autor	Anzahl Patienten	Perioperative Letalität	30 Tage Mortalität	Letalität elektive Op.	Rethorakotomie (gesamt)	Rethorakotomie (Blutung)	Krankenhauszeit (Tage)	Neurologische Komplikationen
Gott [30]	271		2 (0,7 %)	0%				
Mingke [31]	335	4 (1,2 %)	22 (6,6 %)	5,50%	28 (8,3 %)	19 (6,1 %)		6 (1,9 %)
Bassano [32]	69	2 (2,9 %)		2,90%		12 (17,4 %)		
Pirfti [33]	212		16 (7,5 %)	3,60%	15 (7 %)	11 (5,2 %)		11 (5,2 %)
Dossche [34]	244	4 (1,6 %)	19 (7,8 %)	6,40%		41 (16,8 %)		9 (3,7 %)
Stowe [40]	117		4 (3,4 %)	2%		8 (6,8 %)	11,1 (3 - 51)	7 (5,9 %)
Niederhäuser [41]	181		12 (6,8 %)	3%				
Yacoub [23]	158		14 (8,8 %)	4,60%				
Kouchoukos [42]	168	1 (0,6 %)	9 (5,3 %)	2,20%		15 (8,9 %)		8 (4,7 %)
Yun [43]	390		53 (13,5 %)			43 (11 %)		20 (5,1 %)
Aoyagi [44]	66		7 (10,6 %)					
Taniguchi [45]	44		6 (14 %)			0 (0 %)		
DissertationLDW [47]	78	2 (2,5 %)	10 (12,8 %)		14 (18 %)	8 (10,2 %)	19,9	9 (11,5 %)
Eigene Daten	26	0 (0 %)	1 (3,8 %)	3,80%	1 (3,8 %)	1 (3,8 %)	10 (6 - 14)	0 (0%)

Bei der Untersuchung der operativen und perioperativen Komplikationen zeigt sich, daß es sehr schwer ist, vergleichbare Zahlen zu finden, da einfachste Parameter, die das Risiko einer Operation zum Ausdruck bringen können, in den Veröffentlichungen nicht aufgeschlüsselt oder genannt werden. Es findet sich nur ein Parameter, der in nahezu allen Arbeiten genannt wird. Das ist die 30-Tage-Mortalität! Diese zeigt deutliche Differenzen und reicht von 0,7 % bis 13,5 und 14 %. In unserer eigenen kleinen Patientengruppe ist der einzige Todesfall im Rahmen eines plötzlichen Herztodes am 20. postoperativen Tag mit einem Prozentanteil von 3,8 % im unteren Drittel der veröffentlichten Zahlen anzusiedeln! Wir hatten keinen perioperativen Todesfall. In der Gruppe der sechs Patienten, die bei Aneurysma der Aorta ascendens im selben Zeitraum mit einem klappentragenden Conduit versorgt wurden, starben zwei Patienten in den ersten Tagen nach der Operation (dritter und zehnter Tag postoperativ)!

Beobachtet man diese Zahlen genauer, findet sich in allen Arbeiten, die über einen längeren Zeitraum gingen, klare Hinweise darauf, daß die Letalität des Eingriffs in frühen Jahren höher war, als in den späteren Jahren des Beobachtungszeitraums. Bei Dosche war ein wesentlicher Risikofaktor das Jahr der Operation. Wurde ein Patient nach 1988 operiert, lag die Krankenhaussterblichkeit bei 4,1 %, bei einer Operation zu einem früheren Zeitpunkt betrug der Anteil 13,4 % [34]. Nicht ganz so ausgeprägt, aber in der Tendenz ähnlich zeigt sich dies bei der Arbeitsgruppe aus Hannover: Operationen bis 1985: 8,6 % Mortalität, Operationen nach 1985: 6,1 % Mortalität [31].

In kleineren Arbeiten, die sich primär anderen Fragestellungen im Rahmen dieser Operationen widmen, lassen sich ebenfalls Zahlen zur Mortalität oder anderen Komplikationen und Risiken finden. Die Autoren um Immer, die in einem Zeitraum von 1996 bis 2000 Patienten mit elektivem Ersatz der Aorta ascendens bei Aneurysma nach untersucht haben, geben die Krankenhaussterblichkeit mit 8,2 % an (11 von 133 Patienten) [48]. Im selben Bereich liegen die Zahlen, die aus einer vergleichenden retrospektiven Studie aus München 1998 vorgestellt wurden. Die frühe Mortalität wird hier mit 9,1 % bei Patienten mit Ascendensaneurysma und Marfan-Syndrom und 7,5 % ohne Marfan-Syndrom angegeben [49]. Im Vergleich mit der nationalen Datensammlung (Qualitätssicherung Herzchirurgie 2001) ist

dies ein normaler Prozentsatz der Mortalität. 2001 starben in Deutschland an allen herzchirurgischen Zentren 8,5 % nach einem isoliertem Eingriff an der Aorta ascendens mit oder ohne Operation der Aortenklappe [46]. Die Mortalität ist bei gleichzeitiger Operation der Aortenklappe aber bereits deutlich höher (12 %)! Diese Statistik bezieht nur die elektiven Operationen mit ein und erscheint eine weitestgehend realistische Zahl, um die Mortalität einzuschätzen, die mit einer Operation an der Aorta ascendens einhergeht! Die Tendenz in den letzten Jahren ist gleichbleibend.

Versucht man nun die bekannten peri- und postoperative Komplikationen genauer aufzuschlüsseln, kann man nur auf einzelne Zahlen und Beschreibungen zurückgreifen, da kein einheitlicher vergleichender Datensatz aus den Arbeiten zu entnehmen ist.

Ein wichtiges Merkmal, das die chirurgische Komplexität eines Eingriffs in der Herzchirurgie kennzeichnet, ist die Nachblutung und damit verbundene Interventionen. In unserer Gruppe wurde nur eine Re-Operation wegen Nachblutung notwendig. Die Blutungsquelle lag nicht im Bereich der Aorta, sondern war retrosternal lokalisiert. Die Patientin wurde im Verlauf zeitnah extubiert, früh mobilisiert und entlassen.

Von den sechs Patienten, die im selben Zeitraum mit einer Operation nach Bentall bei Ascendensaneurysma versorgt wurden, musste einer wegen Blutung rethorakotomiert werden. Insgesamt wurden in dieser Gruppe zwei Patienten rethorakotomiert.

Bereits an den Zahlen der Tabelle ist nachvollziehbar, daß eine Blutung ein übliches und häufiges operatives Problem nach Ersatz der Aorta ascendens ist. Es ist so aktuell, daß weiterhin chirurgische Lösungsmöglichkeiten gesucht werden [50]. In anderen Arbeiten zeigt sich, daß die Blutungsgefahr noch höher einzuschätzen ist. In einer veröffentlichten Serie mit acht Patienten wurden zwei wegen Blutung reoperiert und alle Patienten benötigten im Durchschnitt vier Einheiten Fremdblut [51]. In einem wissenschaftlichen Artikel wird der Anteil der Reoperationen wegen Blutung mit 15 % angegeben. Hier wird der Anteil der Patienten, der Fremdblut benötigt hat mit 89 % angegeben und die Anzahl der übertragenen Einheiten betrug durchschnittlich 41 (0 bis 213 Einheiten!) [52].

Auffällig ist auch, daß in keiner der in der Tabelle zusammengefaßten Arbeiten näher auf die benötigte Gabe von Fremdblut eingegangen wird. Einzig Stowe beschreibt es als deutliche Verbesserung. Nach Änderung des perioperativen Managements konnte die Rate der Patienten, die ohne Fremdblut operiert wurde, in den letzten vier Jahren des Untersuchungszeitraums auf 41,5 % gesteigert werden [40].

In der nachuntersuchten Gruppe wurden 46 % der Patienten komplette ohne die Gabe von Blutprodukten versorgt. Im Durchschnitt wurden, wenn Fremdblutgaben notwendig waren, nur 2,1 Einheiten substituiert. Dies stellt im Vergleich eine sehr niedrige Zahl dar.

In vielen Arbeiten findet man aber auf der anderen Seite, daß die perioperative Letalität durch Blutungskomplikationen ("unstillbare Blutung", z.B. in 47 und 49) wesentlich mitbestimmt ist und daß die Blutungsquelle häufig im Bereich der Kornaranastomosen oder der Aortenwurzel ein großes chirurgisches Problem darstellen. In den Arbeiten, wo eine Risikoabschätzung durchgeführt wurde, zeigt sich, daß das Risiko zu Sterben signifikant ansteigt, wenn eine Nachblutung aufgetreten ist [31, 34].

Andere wichtige Komplikationen fanden sich in der hier nach untersuchten Gruppe gar nicht, was natürlich auch an der kleinen Patientenzahl liegen kann. In dieser Gruppe wurde kein Patient schrittmacherpflichtig und es wurden keine neurologischen Auffälligkeiten ("Stroke") beobachtet. Das Risiko hierfür beträgt perioperativ ca. 5 %, wenn man die Literaturdaten vergleicht. Bei keinem Patienten kam es zu einer Wundheilungsstörung.

Zieht man aus den diskutierten Zahlen und Literaturvergleichen die Konsequenzen, so muß man festhalten, daß es noch keinen "Goldstandard" in der operativen Therapie der Aneurysmen der Aortenwurzel und Aorta ascendens gibt, der die Ansprüche für die Sicherheit der Patienten zufriedenstellend erfüllt. Dies ist ein Problem, was nur schwer lösbar sein wird, da die Zahl der operativen Eingriffe an den einzelnen Zentren sehr niedrig ist.

5.3.3. Nachuntersuchungsdaten

Im Rahmen der Nachuntersuchung wurde ein Beobachtungszeitraum von 9 bis 68 Monate, im Mittel 30 Monate (2,5 Jahre) überblickt. In dieser Zeit wurde kein Patient erneut hospitalisiert, re-operiert oder war noch spät verstorben. Kein Patient hatte eine neurologische Komplikation und die Patienten, die vor der Herzoperation berufstätig waren, gingen ihrer Beschäftigung wieder nach.

Versucht man mit diese Beobachtungen mit den Ergebnissen aus den veröffentlichten Studien und Nachuntersuchungen zu vergleichen, die bisher bereits zitiert wurden, so zeigt sich, daß ein einfacher Vergleich nicht möglich ist. Zumeist sind die Nachuntersuchungsintervalle, besonders bei den Untersuchungen mit langen Nachuntersuchungszeiten, auf fünf, zehn und größere Jahresverläufe ausgelegt, die in dieser Patientengruppe noch nicht erreicht wurden.

Klassische Komplikationen, die auf die Prothesen bezogen werden können und zum Tod führen sind: Pseudoaneurysmen im Anastomosenbereich, Dissektionen oder Aneurysmen im Bereich des Aortenbogens und der Aorta ascendens, wobei man hier die Gruppe der Marfan-Patienten möglichst getrennt beobachten sollte, Endocarditis und thrombembolische Komplikationen. Dies sind auch die klassischen Indikationen für eine Re-Operation.

Die Überlebensrate im Langzeitverlauf, wobei die im Rahmen der 30-Tage-Mortalität erfaßten Patienten hier ausgeklammert sind, das heißt, daß die Überlebenden nach 30 Tagen gleich 100 Prozent gesetzt werden, liegt nach fünf Jahren zwischen 76 % [34] und 91,2 % [23]. Nach 10 Jahren werden Überlebensraten von 82 % [23] und 67 % [31] genannt. Dossche nennt in seiner Arbeit Überlebensraten von 88 % nach dem ersten Jahr, 76 % nach fünf und 62 % nach zehn Jahren. 20 Jahre nach der Operation leben noch 33 % [34]. Bei den relativ jungen Marfan-Patienten, die im Kollektiv von Gott eingeschlossen sind, findet sich eine Überlebensrate von 67 % nach 20 Jahren, aber auch hier ist die Fünfjahres-Rate mit 89 % schon beachtenswert, was aber sicher aus der Grunderkrankung der Patienten zu erklären ist [30].

Einjahres-Überlebenszahlen finden sich in unterschiedlichen Arbeiten. Sie werden mit 81 % [52], 88 % [34], 89 % [41], 91,8 % [33] und 96,8 % bei Yacoub [23]

angegeben. Auch in der neuesten Arbeit aus Italien finden sich die Zahlen in dieser Größenordnung. Die 1-Jahres-Überlebensrate der Patienten ohne Dissektion lag bei 88 %, nach fünf Jahren bei 80 % [53].

Wenn man die Überlebenszahlen zusätzlich analysiert, zeigt sich, daß, wie zu erwarten, die Zahlen für Dissektionen oder Marfan-Patienten niedriger sind. Entsprechende Ansätze finden sich zum Beispiel bei der Arbeit von Kouchoukos. Die Überlebensrate nach sieben und 12 Jahren betrug in diesem Gesamtkollektiv von 168 Patienten 61 % bzw. 48 %. Bei Operationen im Rahmen einer annuloaortalen Ektasie liegt das Überleben bei 67 % bzw. 54 %. Ein signifikanter statistischer Unterschied konnte aber nicht errechnet werden. Unterscheidet man die Gruppe der 30 Marfan-Patienten von den restlichen 138 Patienten wurde nach 12 Jahren eine Differenz von 44 % versus 49 % festgestellt [42].

Ähnliche Beobachtungen lassen sich aus der Arbeit der Münchner Gruppe feststellen, wobei die jüngere Patientengruppe der Marfan-Patienten zunächst eine bessere Überlebensrate hatte, im Langzeitverlauf dann aber eine hohe Letalität zeigte. Von 35 frühüberlebenden Marfan-Patienten leben nach fünf, zehn und 15 Jahren 82 %, 60 % und 30 %. Von den 247 Patienten der zweiten Gruppe liegen die Zahlen zu den selben Untersuchungszeitpunkten bei 75 %, 69 % und 64 % [49]!

Wenn die Überlebensverläufe nach Dissektion und Aneurysma unterschieden werden, zeigt sich, daß das Risiko für Patienten mit Dissektion als Operationsindikation für den Ersatz der Aorta ascendens selbstverständlich höher ist. Zahlen hierzu findet man wieder bei Detter und Kollegen. Bei Aneurysmen findet sich eine Überlebensrate von ca. 90 % nach einem Jahr, 85 % nach fünf Jahren und 78 % nach 10 Jahren. Ist eine Dissektion ursächlich für den operativen Eingriff, liegt das Überleben nach einem Jahr bereits unter 80 % und fällt in den nächsten Jahren leicht stärker ab, als bei den Aneurysmapatienten [49]. Noch ausgeprägter ist die Differenz, wenn man akute Dissektionen von den anderen Indikationen unterscheidet [33, 41, 49, 50, 52].

Anders stellt sich dies bei der Arbeitsgruppe aus Hannover dar. Hier läßt sich das höhere Risiko nur bei einer akuten Dissektion im Vergleich zu Aneurysmapatienten im Langzeitverlauf finden. Wenn chronische Dissektionen

unterschieden werden, zeigt sich, daß diese Patienten eine besseres Langzeitüberleben haben, als Patienten mit Aneurysma [31]. Ähnliches wurde bei Dossche und Mitarbeitern gezeigt. Hier haben Patienten mit degenerativen Aneurysmen ein relativ gleiches Risiko, nach der Operation zu sterben, wie Patienten mit akuter Dissektion. Bessere Überlebensraten zeigt dagegen die Untergruppe der Patienten mit annuloaortaler Ektasie.

Trotz allem zeigt sich, daß bei allen besprochenen Arbeiten die Überlebensrate niedriger ist, als in dem untersuchten Kollektiv dieser Arbeit, aber auch hier läßt sich auf Grund der Patientenzahl keine statistische Signifikanz ableiten. Zudem ist der Nachuntersuchungszeitraum noch relativ kurz. Die Tendenz, die sich aber beobachten läßt, sollte zur Kenntnis genommen werden.

5.4. Rezidivoperationen

Ein weiterer Aspekt, der die Qualität einer komplexen Operation im Verlauf wesentlich beschreibt, ist die Rate der Zweiteingriffe, die sich daraus ergeben. Eine klassische Operationsindikation für einen erneuten Eingriff nach Ersatz der Aorta ascendens ist die Ausbildung von Pseudoaneurysmen im Bereich der Anastomosen, besonders durch die notwendige Reimplantation der Koronararterien. Kouchoukos beschreibt in seiner Arbeit eine Frequenz von neun Patienten, die ein Pseudoaneurysma der Aorta oder Koronararterien aufwiesen, bei 24 Patienten, die mit einem Aortogramm nach untersucht wurden. Ob dies selektionierte Patienten waren, wo ein Aneurysma schon vermutet wurde, oder eine Stichprobe der operierten Patienten, ist der Arbeit nicht zu entnehmen. Alle neun wurden erneut operiert und fünf überlebten die Zweitoperation [42]! In einer zweiten Patientengruppe, wo bereits vor Entlassung aus dem Krankenhaus eine frühe, routinemäßige angiographische Nachuntersuchung durchgeführt wurde, zeigten nur 18 von 25 ein unauffälliges Angiogramm. Viermal lag ein Pseudoaneurysma der Anastomose zur linken Herzkranzarterie, zweimal zur distalen Aortenastomose und einmal eine Stenose der reanostomisierten linken Herzkranzarterie vor [42]. Ähnliche Ergebnisse lassen sich aus anderen Arbeiten ableiten. In der zitierten japanischen Arbeit zeigten sich bei 10 von 22 nachuntersuchten Patienten entsprechende Befunde [45]. Die Arbeitsgruppe aus

Stanford berichtet von einer Rate der Re-Operationen, prothesenbedingt oder durch aneurysmatische Degenerationen der Aortenwurzel nach supracoronaren Ersatz, von 16,6 %. Die Sterblichkeit lag dann bei 25 %. Es fand sich kein Unterschied in der Gruppe mit klappentragenden Conduit und der Gruppe der Patienten mit getrenntem Aortenklappenersatz und supracoronaren Ascendensersatz. Es zeigte sich aber, daß in dieser Gruppe Patienten nachoperiert werden mußten, die ein Aneurysma im Bereich der Sinus valsalvae entwickelt hatten [43].

Das Pseudoaneurysmen nach Ascendensersatz ein nicht gelöstes chirurgisches Problem darstellen, erkennt man nicht zu letzt daran, daß es immer wieder aktuelle Beiträge in der Literatur gibt, in denen neue chirurgischer Ansätze beschrieben werden [17].

Die Anzahl der Re-Operationen nach klappenerhaltenden Ersatz der Aorta ascendens sind sicher getrennt zu kommentieren, aber auch hier werden von den einzelnen großen chirurgischen Arbeitsgruppen, die ihre Zahlen regelmäßig darstellen, keine höheren Zahlen genannt, als bei einer traditionellen operativen Versorgung z. B. in [23, 30, 31].

Unterschiedliche Berichte gibt es, wenn eine akute Typ A Dissektion operativ mit einer klappenerhaltenden Operation therapiert wird. Auf der einen Seite berichtet die Arbeitsgruppe aus Hannover, daß sie in dem besonderen Fall der akuten Typ A Dissektion von der klappenerhaltenden Technik nach Yacoub ("Remodeling") abrät. Sie mussten von acht auf diese Weise operierte Patienten drei wegen Klappeninsuffizienz nachoperieren. Mit der "Reimplantationstechnik" nach David waren 22 Patienten initial versorgt worden und hier mußte ein Patient wegen Endocarditis ein zweites Mal operiert werden [54]. Aus Lübeck wird dieser Unterschied in einer aktuellen Arbeit zum selben Thema nicht bestätigt. Hier konnte kein statistischer Unterschied zwischen beiden operativen Methoden in Hinblick auf Re-Operationen gefunden werden, allerdings wurden drei von 17 Überlebenden der "Remodeling"-Gruppe re-operiert und kein Patient aus der Gruppe mit primärer "Reimplantation" der Aortenklappe [55]. Evident ist, daß klappenerhaltende Operationen der Aortenwurzel und Aorta ascendens viel chirurgische Erfahrung voraussetzen und nur dann erfolgversprechend sind, wenn

ein selektioniertes Patientengut von diesen Operationen profitiert. Gott hat 10 Prozent der Patienten mit einem klappenerhaltenden Eingriff operiert, allerdings 56 % der 32 Patienten, die in den letzten zwei Jahren operativ versorgt wurden. Von insgesamt 24 Patienten mußten zwei Patienten mit einem Klappenersatz reoperiert werden [30].

5.5. Allgemeine Aspekte

Auf andere klassische Komplikationen wird nicht weiter eingegangen, da sie immer nur in Ausschnitten in den einzelnen Arbeiten dargestellt werden und ein Überblick hier nicht zu erarbeiten ist. Feststellen läßt sich, daß keine dieser Komplikationen (z.B.: Thrombembolische Episoden, Komplikationen durch die Antikoagulation, Endokarditis) in der nachuntersuchten Patientengruppe nach Ummantelung der Aorta ascendens aufgetreten ist. An dieser Stelle soll auch nochmals angemerkt werden, daß es sich bei Ummantelung der Aorta ascendens nach Reduktionsplastik als Vorteil erwiesen hat, die Klappenprothese bei Ersatz der Aortenklappe frei zu wählen und sie den individuellen Wünschen oder dem Risikoprofil der Patienten anzupassen. Es ist jederzeit möglich, eine biologische Prothese zu implantieren, wenn dies der Patient wünscht oder es sinnvoll erscheint. Diesen Vorteil hat man beim klassischen Weg mit der Verwendung eines Composite Graft nicht, da diese in der Regel mit mechanischen Klappenprothesen kombiniert sind und man sich dann häufig auch mit den Komplikationen der Patienten im fortgeschrittenem Lebensalter bei notwendiger Antikoagulation konfrontiert sieht.

Abschließend soll nochmals diskutiert werden, daß der klassische Ansatz der Aneurysmaresektion im Rahmen einer Aortenklappenoperation ein Weg ist, für den sich ebenfalls unterschiedliche Ergebnisse demonstrieren lassen. Zum einen findet man die Arbeiten, die die allgemein gängige Meinung bestätigen, daß es nach isolierter Aortoplastie im Zusammenhang mit dem Ersatz der Aortenklappe in einer erheblichen Anzahl der Fälle zu einer erneuten Ausbildung eines Aneurysmas kommt [56], so daß dadurch kein Benefiz für die Patienten erkennbar ist. Andere Zahlen kommen von einer Arbeitsgruppe aus Neapel. Sie zeigen, daß durch ihre Technik der sogenannten "waistcoat aortoplasty" in einem

Nachbeobachtungszeitraum von 33 Monaten keine erneute Zunahme der Diameter der Aortenwurzel beobachtet wurden [57]. Hier muß man anmerken, daß ebenso wie in der Gruppe dieser Arbeit, der Zeitraum für ein langfristiges Follow-up noch nicht erreicht ist und daher die Ergebnisse nicht abschließend beurteilt werden können.

Die "einfache Variante" der Ummantelung, die berechtigter Weise immer wieder massiv kritisiert wird, sollte nicht mit dieser "modifizierten Technik" verglichen werden. Es ist logisch, daß sich immer wieder Aneurysmen ausbilden werden, wenn ein Wrapping die Aortenwurzel nicht mit einbezieht und die Prothese nur im distalen Abschnitt der Aorta ascendens um die Aorta gezogen wird. Sie rutscht auf der Rückseite womöglich noch erheblich zusammen, wenn sie nicht fixiert ist. Diese Technik sollte heute obsolet sein. Sie führt zur Re-Operation und Erosionen der Aorta [58]. Dies dürfte mit der hier beschrieben und nachuntersuchten Technik der Ummantelungsplastik nicht entstehen und hat sich bisher auch so bestätigt.

5.6. Schlußfolgerung

Es scheint an Hand der dargestellten Aspekte nachvollziehbar, daß eine endgültige chirurgische Lösung bei Aneurysmaerkrankungen der Aorta ascendens noch nicht gefunden ist und auch die sogenannten "Standards" kritisch hinterfragt werden müssen. Es ist daher sinnvoll, alternative chirurgische Ansätze zu erproben und sie mit der notwendigen Sorgfalt im Verlauf zu beobachten. Eine Operation jeder technischen Schwierigkeit ist zudem nicht unbedingt an jedem Zentrum und für jeden Chirurgen die gleich gute Lösung, die er den betroffenen Patienten anbieten kann. Auch das sollte ein Aspekt sein, unter dem Operationsmethoden beurteilt werden müssen. Dies steht besonders dann im Vordergrund, wenn die Gesamtzahl der notwendigen Operationen in einer Population relativ gering ist und daher bereits eine eingeschränkte Erlernbarkeit eines Eingriffs gegeben ist.

Die modifizierte Ummantelungstechnik nach Aortoplastie, mit der die hier nachuntersuchte Patientengruppe operativ versorgt wurde, scheint eine sinnvolle alternative Technik zu sein, da in den bisher erhobenen Daten keine Hinweise zu

finden sind, daß sich ein Rezidiv ausbildet. Die peri- und postoperativen Komplikationen waren gering.

Eine weitere Beobachtung in den nächsten Jahren ist notwendig, um Veränderungen, besonders im Bereich der Aorta ascendens festzustellen und mit anderen, etablierten Operationsverfahren zu vergleichen.

Grundsätzlich muß man festhalten, daß auch hier erhebliche chirurgische Entwicklungsarbeit geleistet wird. Besonders durch die Einführung von klappenerhaltenden Methoden im Zusammenhang mit einem Ersatz der Aorta ascendens ein großer Benefiz für Patienten zu erwarten ist, deren Herzklappenitium nur eine Folge des Aneurysmas der Aorta (z.B. im Rahmen der annuloaortalen Ektasie) darstellt.

Eine Patientengruppe wird von diesen Eingriffen nicht profitieren können und geht durch ihr höheres Lebensalter schon mit einem erhöhten Risiko in eine Herzoperation. Dies sind die Patienten, wo es im Rahmen einer Aortenklappenstenose zu einer Ektasie oder aneurysmatischen Erweiterung der Aorta ascendens kommt. Diese Patienten sollten die primäre Zielgruppe der hier beschriebenen und nachuntersuchten operativen Methode mit einer tiefen Ummantelungsplastik der Aortenwurzel und ascendierenden Aorta mit Klappenersatz bei freier Wahlmöglichkeit der Prothesenart sein.

6. Zusammenfassung

Zwischen 1996 und 2001 wurde ein alternatives chirurgisches Verfahren zur operativen Versorgung eines Aortenwurzel- und Aneurysma der Aorta ascendens bei 26 Patienten (9 Frauen/17 Männern) mit einem Durchschnittsalter von 61,4 Jahren angewendet. Die Aortenklappe wurde, wenn eine relevante Herzklappenerkrankung vorlag, durch die Prothese der Wahl ersetzt oder, wenn möglich, rekonstruiert. Die Aorta ascendens wurde nach Reduktionsplastik durch Ummantelung mit einer Dacron-Prothese im normalen Diameter stabilisiert. Die entscheidende Innovation und Modifikation dieser operativen Technik liegt in der zirkulären Fixation der Rohrprothese auf Höhe des Klappenannulus durch die Klappennähte und der Möglichkeit, die Rohrprothese zirkulär bis in den Aortenbogen zu ziehen.

Im Vergleich mit den Literaturdaten zeigt sich, daß durch dieses operatives Vorgehen gute operative und perioperative Ergebnisse erzielt werden können, die mit einem niedrigem Risiko der Patienten einhergehen (wenig Blutungskomplikationen, geringer Bedarf an Fremdblut, frühe Extubation und Mobilisation sowie Entlassung aus dem Krankenhaus). Es kam zu keinem perioperativem Tod oder andern schweren Komplikation (Stroke, Schrittmacherimplantation, Wundinfektionen). Besonders hier lassen sich Vorteile gegenüber anderen operativen Verfahren darstellen. Im Rahmen der klinischen Nachuntersuchung (durchschnittlich 30 Monate postoperativ), die 2002 durch persönliche Befragung, transthorakale Echokardiographie und bei 76 % mittels Schnittbilddarstellung erfolgte, zeigte sich, daß die operierten Patienten alle im NYHA Stadium I und II waren, ihrem normalen Alltagsleben nachgingen und es zu keiner Re-Operation gekommen war. Ein Patient war am 20. postoperativen Tag aus körperlichem Wohlbefinden heraus überraschend gestorben. Die Gesamtlealität beträgt damit 3,6 %.

In den bildgebenden Untersuchungen zeigte sich ein regelrechter funktioneller Befund der Aortenklappenprothesen und zufriedenstellende Ergebnisse nach den rekonstruktiven Eingriffen. Die Größendurchmesser der Aorta ascendens befinden sich im Normbereich, so daß man von einer sicheren operativen Methode mit

geringem operativem Risiko und guten Ergebnissen in einem mittelfristigen Beobachtungszeitraum ausgehen kann.

7. Literaturverzeichnis

1. Tuffier: Intervention chirurgicale directe pour aneurysme de la grosse aortique. Presse Med 1902; 1: 267
2. Blakemore, King: Electrothermic coagulation of aortic aneurysm. JAMA 1938; 3: 1821
3. Poppe JK: Cellophane treatment of syphilitic aneurysms with report of results in six cases. Am Heart J 1948; 36: 252-256
4. Gross RE, Bill AH, Pierce EC: Methods for preservation and transplantation of arterial grafts. Surg Gynecol Obstet 1949; 88: 689
5. Cooley DA, Debakey ME: Surgical considerations of intrathoracic aneurysms of the aorta and great vessels. Ann Surg 1952; 135: 660
6. Bahnson HT: Definitive treatment of saccular aneurysms of the aorta with excision of sac and aortic suture. Surg Gynecol Obstet 1953; 96: 383
7. Gibbon JH: Application of mechanical heart and lung apparatus to cardiac surgery. Minnesota Med 1954; 37, 171
8. Debakey ME, Cooley DA, Creech O: Surgical considerations of dissecting aneurysms of the aorta. Ann Surg 1955; 142, 586 - 612
9. Cooley DA, Debakey ME: Resection of the entire ascending aorta in fusiform aneurysm using cardiac bypass. JAMA 1956; 162: 1158
10. Bahnson HT, Nelson AR: Cystic medial necrosis as a cause of localized aortic aneurysm amenable to surgical treatment. Ann Surg 1956; 144: 519 - 529

11. Blakemore AH, Voorhees AB: Aneurysm of the aorta: Review of 356 cases. *Angiology* 1963; 14: 209
12. Mueller WH, Dammann FJ, Warren WD: Surgical correction of cardiovascular deformities in Marfan's Syndrome. *Ann Surg* 1960; 152: 506
13. Starr A, Edwards ML, McCord CW, et al: Aortic replacement. *Circulation* 1963; 27: 779
14. Wheat MW, Wilson JR, Bartley TD: Successful replacement of the entire ascending aorta and aortic valve. *JAMA* 1964; 188: 717
15. Bentall H, De Bono A: A technique for complete replacement of the ascending aorta. *Thorax* 1968; 28: 338
16. Edwards WS, Kerr AR: A safer technique for replacement of the entire ascending aorta and aortic valve. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1970; 59: 837
17. Schmoker JD, Miller DC: A simple trick for repairing coronary pseudoaneurysm complication a Bentall operation. *Ann Thorac Surg* 2002; 74: 268 - 70
18. Cabrol C, Pavie A, Ganjbakch I, et al.: Complete replacement of the ascending aorta with reimplantation of the coronary arteries. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1981; 81:309
19. Ross DN: Replacement of the aortic and mitral valves with a pulmonary autograft. *Lancet* 1967; 2 (523): 956
20. Byrne JG, Mihaljevic T, Lipson WE, Smith B, Fox JA, Aranki SF: Composite stentless valve with graft extension for combined replacement of the aortic valve , root and ascending aorta. *EJCTS* 2001; 20: 252 - 256

21. Underwood MJ, El Khoury G, Deronck D, Glineur D, Dion R: The aortic root: structure, funktion and surgical reconstruction. *Heart* 2000; 83: 376 -380
22. David TE, Feindel CM: An aortic valve-sparing operation for patients with aortic incompetence and aneurysm of the ascending aorta and root. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1992; 103: 617 - 22
23. Yacoub M, Gehle P, Chandrasekaran V, et al.: Late results of a valve preserving operations in patients with aneurysms of the ascending aorta and root. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1998; 115: 1080 - 90
24. Milgalter E, Laks H: Dacron mesh wrapping to support the aneurysmally dilated or friable ascending aorta. *Ann Thorac Surg* 1991; 52: 874
25. Barnett MG, Fiore AC, Vaca KJ et al.: Tailoring aortoplasty for repair of fusiform ascending aortic aneurysms. *Ann Thorac Surg* 1995; 59: 497
26. Robicsek F, Thubrikar MJ: Conservative operation in the management of annular dilatation and ascending aortic aneurysm. *Ann Thorac Surg* 1994; 57: 1672
27. Laas J und Borst HG: Chirurgie der thorakalen Aorta. in Hombach V, et. al.: Bd. 3. Kardiovaskuläre Chirurgie. Stuttgart, New York: Schattauer 1990
28. Edmunds LH: Cardiac surgery in the adult, <http://www.ctsnet.org/book/newedmunds/...>, 2002, chapter 39: Ascending aortic aneurysm
29. Agozzino L, Ferraraccio F, Cotrufo M, et al.: Medial degeneration does not involve uniformly the whole ascending aorta: morphological, biochemical and clinical correlations. *EJCTS* 2002; 21: 675 - 82

30. Gott VL, Cameron DE, Alejo DE, Dietz HC, et al.: Aortic root replacement in 271 Marfan patients: A 24-year experience. *Ann Thorac Surg* 2002; 73: 438 - 43
31. Mingke D, Dresler C, Stone CD, Borst HG: Composite graft replacement of the aortic root in 335 patients with aneurysm or dissection. *Thorac Cardiovasc Surgeon* 1998; 46: 12 - 19
32. Bassano C, de Matteis GM, Chiariello L, et al.: Mid-term follow-up of aortic root remodelling compared to Bentall operation. *EJCTS* 2001; 19: 601 -5
33. Prifti E, Bonacchi M, Sani G, et al.: Early and long-term outcome in patients undergoing aortic root replacement with composite graft according to the Bentall's technique. *EJCTS* 2002; 21: 15 - 21
34. Dossche KM, Schepens MA, Vermeulen FEE, et al.: A 23-year experience with composite valve graft replacement of the aortic root. *Ann Thorac Surg* 1999; 67: 1070 - 7
35. Mc Namarra JJ, Pressler VM: Natural history of atherosclerosis thoracic aortic aneurysm. *Ann Thorac Surg* 1978; 26: 468
36. Prenger K, Pieters F, Cheriex E, et al.: Aortic dissection after aortic valve replacement. Incidence and consequences for strategy. *J Card Surg* 1994; 9: 495
37. v. Kodolitsch Y, Simic O, Bregenzer T, Dresler C, Haverich A, Nienaber CA: Der Aortenklappenersatz als unabhängiger prädiktiver Faktor für die Entstehung einer späteren Aortendissection. *Z Kardiol* 1998; 87: 604 - 12
38. Persönliche Aussage Prof. Dr. H. Reichenspurner, Ph.D., Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie, UKE, Hamburg

39. Diskussion in: Hetzer R, Gehle P, Ennker J, editors: Cardiovascular aspects of Marfan Syndrome. 1st ed. Darmstadt: Steinkopff; 1995, p 125 - 131
40. Stowe CL, Baertlein MA, Wierman MD, Rucker M, Ebra G: Surgical management of ascending and aortic arch disease: Refined techniques with improved results. *Ann Thorac Surg* 1998; 66: 388 - 95
41. Niederhäuser U, Künzli M, Genoni P, Vogt P, Lachat M, Turina M: Composite graft replacement of the aortic root: Long-term results, incidence of reoperations. *Thorac Cardiocasc Surg* 1999; 47: 317 - 21
42. Kouchoukos NT, Wareing TH, Murphy SN, Perrillo JB: Sixteen-year experience with aortic root replacement. *Ann Surg* 1991; 214: 308 - 320
43. Yun KL, Miller DC, Fann JI, Mitchell RS, Robbins RC, et al.: Composite valve graft versus separate aortic valve and ascending aortic replacement. *Supplement II Circulation* 1997; 96: II 366 - 375
44. Aoyagi S, Kosuga K, Akashi H, Oryojij A, Oishi K: Aortic root replacement with composite graft: Results of 69 operations in 66 patients. *Ann Thorac Surg* 1994; 58: 1469 - 75
45. Taniguchi K, Nakano S, Matsuda H, Shirakura R, et al.: Long-term survival and complications after composite graft replacement for ascending aortic aneurysm associated with aortic regurgitation. *Supplement III Circulation* 1991; 84: III 31 -39
46. Kalmar P, Irrgang E: Cardiac surgery in Germany during 2001: A report by the German society for thoracic and cardiovascular surgery. *Thorac Cardio Surg* 2002; 50: 30 - 35
47. Meyer-Hetling K: Der Aorta ascendens Ersatz: Früh- und Langzeitergebnisse. *Med. Dissertation, Göttingen* 1996

48. Immer FF, Barnettler H, Berdat PA, Carrel TP, et al.: Effects of deep hypothermic circulatory arrest on outcome after reection of ascending aortic aneurysm. *Ann Thorac Surg* 2002; 74: 422 - 425
49. Detter C, Mair H, Klein HG, Georgescu C, Welz A, Reichart B: Long-term prognosis of surgically-treated aortic aneurysms and Dissections in patientes with and without Marfan syndrome. *EJCTS* 1998; 13: 416 - 423
50. Cebi N, Frömke J, Walterbusch G: Safe hemostasis by application of a new strict graft inclusion technik for replacement of the aortic root. *Ann Thorac Surg* 2003; 76: 631 - 632
51. Byrne JG, Mihaljevic T, Lipson WE, Smith B, Fox JA, Aranki SF: Composite stentless valve with graft extension for combined replacement of the aortic valve, root and ascending aorta. *EJCTS* 2001; 20: 252 - 256
52. Shapira OM, Aldea GS, Cutter SM, Fitzgerald CA, Lazar H, Shemin RJ: Inproved clinical outcomes after operation of the proximal aorta: a 10-year experience. *Ann Thorac Surg* 1999; 67: 1030 - 1037
53. Pacini D, Ranocchi F, Angeli E, Settepani F, Pagliaro M, Martin-Suarez S, di Bartolomeo R, Pierangeli A: Aortic root replacement with composite valve graft. *Ann Thorac Surg* 2003; 76: 90 - 98
54. Leyh RG, Fischer S, Kallenbach K, Kofidis T, Pething K, Harringer W, Haverisch A: High failure rate after valve-sparing aortic root replacement using the "remodeling technique" in acute Typ A aortic dissection. *Circulation* 2002; 106 (suppl 1): I-229 - I-233
55. Erasmi AW, Stierle U, Bechtel JFM, Schmidtke C, Sievers HH, Kraatz EG: Up to 7 years experience with valve-sparing aortic root remodeling/ reimplantation for acute Typ A dissection. *Ann Thorac Surg* 2003; 76: 99 - 104

56. Mueller XM, Tevaearai HT, Genton CY, Hurni M, Ruchat P, Fischer AP, Stumpe F, v. Segesser LK: Drawback of aortoplasty for aneurysm of the ascending aorta associated with aortic valve disease. *Ann Thorac Surg* 1997; 63: 762 - 767
57. Cotrufo M, Della Corte A, De Santo LS, De Feo M, Covino FE, Dialetto G: Asymmetric medial degeneration of the ascending aorta in aortic valve disease: A pilot study of surgical management. *J Heart Valve Dis* 2003; 12: 127 - 133
58. Bauer M, Grauhan O, Hetzer R: Dislocated wrap after previous reduction aortoplasty causes erosion of the ascending aorta. *Ann Thorac Surg* 2003; 75: 583 -584

8. Abkürzungsverzeichnis

A.	Arteria
AA	Absolute Arrhythmie
AKE	Aortenklappenersatz
Ao. asc.	Aorta ascendens
biol.	biologisch
ca.	zirka
CG	Composite Graft
COPD	Chronisch obstruktive Lungenerkrankung
CT	Computertomogramm
ECC	Extrakorporale Zirkulation
EK	Erythrozytenkonzentrat
EKG	Elektrokardiogramm
ggf.	gegebenenfalls
HLM	Herz-Lungen-Maschine
KHK	Koronare Herzerkrankung
li.	links
Max.	maximal
mech.	mechanisch
mg/d	Milligramm pro Tag
min	Minuten
Min.	minimal
mm	Millimeter
mmHg	Millimeter Quecksilbersäule
MR	Magnetresonanztomographie
N.	Nervus
Nr.	Nummer
NYHA	New York Heart Association
Pat.	Patient
Prind	Prolongiertes reversibles ischämisches neurologisches Defizit
SJM™	St.Jude Medical™ (Firmenname)
TEE	Transösophageale Echokardiographie

TIA	Transitorische ischämische Attacke
TTE	Transthorakale Echokardiographie
u.a.	und andere
V.	Vena
z.B.	zum Beispiel
%	Prozentzeichen
I bis IV°	Schweregradeinteilung der Insuffizienz bei Herzklappenvitien
$\Delta P_{max.}$	maximaler Druckgradient
$\Delta P_{mean.}$	mittlerer Druckgradient
<	kleiner als
>	größer als
°C	Grad Celcius
[10]	Beispiel für eine Literaturquellenangabe

Danksagung

Bei Herrn Prof. Dr. med. Thomas Münzel, Medizinische Klinik III des Universitätsklinikums Hamburg-Eppendorf, möchte ich mich für die Anleitung und Ausführung meiner Dissertation als Doktorvater bedanken.

Mein Dank gilt Herrn Dr. med. Nikolaos Tsilimingas, Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie des Universitätsklinikums Hamburg-Eppendorf, der mich zur Nachuntersuchung dieser Patientengruppe motiviert hat und mir bei chirurgischen Fragestellungen immer zur Verfügung stand. Das im Rahmen der hier erstellten Dissertation untersuchte operative Verfahren war seine Idee.

Herrn Prof. Dr. med. Thomas Meinertz, dem Direktor der Medizinischen Klinik III, danke ich dafür, daß er mir eine Dissertation in seiner Abteilung ermöglicht hat. Seine kritischen Anmerkungen waren für den Abschluß der Arbeit wichtig.

Herrn Dr. med. Yskert von Kodolitsch möchte ich für die Unterstützung bei der echokardiographischen Nachuntersuchung der Patienten danken. Meiner Schwester Christine Reiter verdanke ich die Zeichnungen, die ich in die Dissertation einfügen konnte und viele Hinweise zur geschickteren Textverarbeitung.

Mein besonderer Dank gilt den Patienten, die sich bereit erklärt haben, an der Untersuchung teilzunehmen. Ohne sie wäre diese Arbeit nicht möglich gewesen.

Meiner Familie möchte ich für die allzeit gewährte Unterstützung danken.

Lebenslauf

Persönliche Daten:

Beate Reiter
Oldenburger Str. 64
22527 Hamburg

geboren am 11.07.1968 in Darmstadt
ledig

Schulbildung:

1974 – 1978

Grundschule in Ober-Ramstadt

1978 – 1984

Georg-Christoph-Lichtenberg Gesamtschule
in Ober-Ramstadt

1984 – 1987

Bert-Brecht-Schule, Gymnasiale
Oberstufenschule in Darmstadt, Abschluß: Abitur

Hochschulausbildung:

10/1987 – 9/1988

Diplomstudium der Biologie an der
Technischen Hochschule Darmstadt

10/1988 – 4/1995

Studium der Humanmedizin an der
Justus-Liebig-Universität Gießen

Drittes Staatsexamen am 24.04.1995

Berufliche Tätigkeit:

5/1995 – 11/1996

Ärztin im Praktikum an der Klinik für Herz- und
Gefäßchirurgie am Klinikum der Justus-Liebig-
Universität in Gießen, Prof. Dr. Hehrlein

11/1996 – 4/1997

Assistenzärztin an der Klinik für Herz- und
Gefäßchirurgie am Klinikum der Justus-Liebig-
Universität in Gießen, Prof. Dr. Hehrlein

seit 5/1997

Assistenzärztin an der Klinik für Herz- und
Gefäßchirurgie, vormals Abteilung für Thorax-,
Herz- und Gefäßchirurgie, am
Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf,
Prof. Dr. Dapper, Prof. Dr. Dr. Döring und Dr.
Tsilimingas, Prof. Dr. Dr. Reichenspurner

17.12.2003

Facharztprüfung für Herzchirurgie

Eidesstattliche Versicherung

Ich versichere ausdrücklich, daß ich die Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die aus den benutzten Werken wörtlich oder inhaltlich entnommen Stellen einzeln nach Aussage (Auflage und Jahr des Erscheinens), Band und Seite des benutzten Werkes kenntlich gemacht habe.

Ferner versichere ich, daß die Dissertation bisher nicht an einem Fachvertreter an einer anderen Hochschule zur Überprüfung vorgelegt oder mich anderweitig um Zulassung zur Promotion beworben habe.