

**Aus der Klinik und Poliklinik für Herz- und Thoraxchirurgie
der Universität Würzburg**

Direktor: Professor Dr. med. O. Elert

**Aortenwrapping bei dilatierter Aorta ascendens -
Eine Alternative zum Aortenersatz ?**

Inaugural-Dissertation
Zur Erlangung der Doktorwürde der
Medizinischen Fakultät
der
Bayerischen Julius-Maximilians-Universität zu Würzburg
vorgelegt von Meike S. Atsma
aus Würzburg

Würzburg, Juni 2004

Referent: Prof.Dr.med.O.Elert , Klinik für Herz- und Thoraxchirurgie der
Universität Würzburg

Koreferent: Priv.- Doz. Dr.med.W.Kenn, Institut für Radiologie, Universität Würzburg

Dekan: Prof. Dr.med. S. Silbernagl

Tag der mündlichen Prüfung: 1.2.2005

Die Promovendin ist Ärztin

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
1.1 Das Aortenaneurysma	1
1.1.1 Pathogenese	1
1.1.2 Morphologie	5
1.1.3 Klassifikation der arteriellen Aneurysmen	5
1.2 Symptomatik und Therapie	6
1.2.1 Klinik und Diagnostik	6
1.2.2 Operationsindikation	7
1.3 Historische Anmerkungen zum Aortenaneurysma	8
1.4 Behandlungsergebnisse und Beurteilung	11
1.5 Zielsetzung der vorliegenden	13
2. Material und Methoden	14
2.1 Patientengut	14
2.2 Patientenerfassung	14
2.3 Nachuntersuchung	15
2.4 Magnetresonanztomographie	16
2.4.1 Allgemeine Erläuterungen	16
2.4.2 Technische Daten	16
2.5 Auswertung	17
3. Ergebnisse	18
3.1 Charakteristik des Patientengutes	18
3.1.1 Anamnestische Daten	18
3.1.2 Pathogenetische Faktoren	18
3.1.3 OP-Indikation	18
3.2. Untersuchungsergebnisse	21
3.2.1 Anamnese und körperliche Untersuchung	21
3.2.2 Echokardiographie	22
3.2.3 Magnetresonanztomographie	24
3.3 Statistik	26
4. Diskussion	28
4.1 Aortenwrapping im Vergleich mit den Standardmethoden	28

4.2 Methode nach Robicsek und deren Modifikationen	30
4.3 Operationsmethode der vorliegenden Studie	32
4.4 Materialauswahl zum Aortenwrapping	33
4.5 Diagnostik	35
4.6 Indikation und Kontraindikation	37
4.7 Indikationsstellung im Rahmen der vorliegenden Arbeit	39
4.8 Diskussion der Ergebnisse	40
4.8.1 Umfangsreduktion	40
4.8.2 Zunahme des Aortendurchmessers im Follow-Up	40
4.8.3 Allgemeine Komplikationen	41
4.8.4 Prothesendislokation und Einzelfallbeschreibung	42
4.8.5 Aufhebung der Windkesselfunktion und deren Folgen	44
4.9 Alternative Operationsmethoden bei Ektasie der Aorta ascendens	45
4.10 Schlussfolgerung	48
5. Zusammenfassung	50
Literaturliste	52
Anhang 1: Erhebungsbogen	
Anhang 2: Lebenslauf	

1. Einleitung

1.1 *Das Aortenaneurysma*

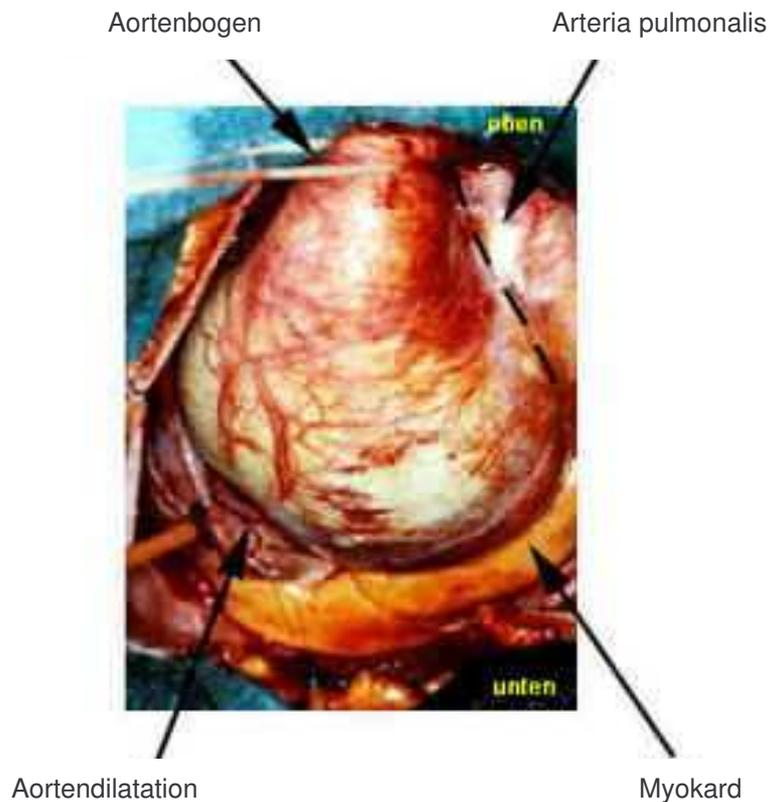


Abb. 1: Ausgeprägtes Aneurysma der Aorta ascendens (Op-Situs)

1.1.1 Pathogenese

Das Aortenaneurysma wird entsprechend der zugrunde liegenden Pathogenese wie folgt eingeteilt:

Das konnatale Aneurysma entsteht aufgrund von angeborenen, partiellen Gefäßwanddefekten, welche zumeist die Media betreffen. Hierzu sind prinzipiell auch Missbildungssyndrome wie das Ehlers-Danlos-Syndrom (Kollagen-Synthesestörung) und das Marfansyndrom zu rechnen, welche aufgrund

angeborener Gendefekte zur Aneurysmabildung führen.

Das arteriosklerotische Aneurysma findet man vor allem bei Menschen jenseits des 50. Lebensjahres. Ursachen für die Entstehung der Arteriosklerose sind Hypertonie, erhöhte Serumlipide, Nikotinabusus, Diabetes mellitus, Adipositas, männliches Geschlecht sowie eine entsprechende Familienanamnese. Die Gesamtmortalität durch Folgen der Arteriosklerose, insbesondere durch die koronare Herzerkrankung, beträgt bei Männern im Alter zwischen 25 und 34 Jahren 1:10000, im Alter zwischen 55 und 64 Jahren 1:100. In der Altersgruppe zwischen 35 und 44 Jahren ist die Todesrate infolge koronarer Herzerkrankung bei Männern 6-mal größer als bei Frauen. In der Postmenopause nimmt die Prävalenz der Folgeerscheinungen der Arteriosklerose bei den Frauen allerdings deutlich zu und erreicht schließlich die der Männer gleichen Alters. [35] [52]

Das arteriosklerotische Aneurysma ist heute zahlenmäßig am häufigsten vertreten (ca. 65% aller Aneurysmen), wobei das männliche Geschlecht sehr viel stärker betroffen ist. [60] Die im Rahmen der Arteriosklerose auftretenden Gefäßerweiterungen treten zumeist in der Aorta auf, seltener auch in der Arteria femoralis sowie der Arteria poplitea, häufig finden sich auch multiple Manifestationen.

Das syphilitische Aneurysma entwickelt sich auf dem Boden der Mesaortitis luica, einer meist von den Vasa vasorum ausgehenden Gefäßwandentzündung bakterieller Genese, die eine Mediazerstörung mit anschließender Vernarbung zur Folge hat. Bevorzugte Lokalisation ist der Aortenbogen, wobei eine deutliche Tendenz zu Progression und Arrosion benachbarter Strukturen, sowie zu einer frühzeitigen Ruptur, besteht. Die Inzidenz der Aneurysmen syphilitischer Ätiologie hat sich allerdings durch frühzeitige antibiotische Therapie deutlich verringert.

Traumatische Aneurysmen sind meist bedingt durch stumpfe Thoraxtraumen oder starke Dezelerationstraumen. Ihre Lokalisation ist in 70% der Fälle die deszendierende, thorakale Aorta. Weil der Aortenbogen über das Lig. arteriosum und die Kopf-Hals-Gefäße an der Thoraxwand fixiert ist, folgt der Aortenbogen beim Aufprall der schnellen Dezelerationsbewegung des Thorax. So

entstehen die größten Scherkräfte meist am Übergang des Bogens in die Aorta descendens. Es resultieren in der Mehrzahl der Fälle so genannte „falsche“ Aneurysmen, d.h. periaortale Hämatome im Sinne einer gedeckten Ruptur. [35][52]

Mit dem Begriff mykotische Aneurysmen werden alle Aneurysmen bezeichnet, die einer entzündlichen Genese durch pathogene Pilze, Bakterien oder andere Erreger zuzuordnen sind. Die Infektion kann sowohl hämatogen als auch per continuitatem oder lymphogen erfolgen. Meist entstehen mykotische Aneurysmen als Sekundärkomplikation einer anderen Grunderkrankung, treten vor allem an den mittleren und kleinen Arterien, aber ebenfalls an der Aorta und den intrakraniellen Gefäßen auf, und neigen zur frühzeitigen Ruptur. Auch andere entzündliche, nicht erregerbedingte Veränderungen der Arterien, vor allem jene vom Typ der nekrotisierenden Arteriitiden, wie etwa der Panarteriitis nodosa, der rheumatoiden Vaskulitis, des Kawasaki-Syndroms oder der Riesenzellarteriitis können durch umschriebene Nekrosen der Gefäßwand zur Aneurysmabildung führen.

Eine Sonderstellung nimmt bezüglich der Ätiologie die zystische Medianekrose vom Typ Erdheim-Gsell ein, die erstmals im Jahre 1928 durch Erdheim beschrieben wurde. Diese Erkrankung, die durch eine chronisch progrediente Destruktion der mittleren Gefäßschicht bei histomorphologisch atrophischer Aortenmedia mit verringerten elastischen Lamellen und eingelagerten sauren Mucopolysacchariden gekennzeichnet ist, führt im weiteren Verlauf regelmäßig zur Ausbildung eines Aneurysmas. Die Voraussetzungen für die Entstehung der schweren Gefügestörung der Media werden in der Literatur kontrovers diskutiert. Meist wird die Erkrankung als idiopathisch bezeichnet, jedoch werden auch genetische und endokrine Faktoren in Erwägung gezogen. [15]

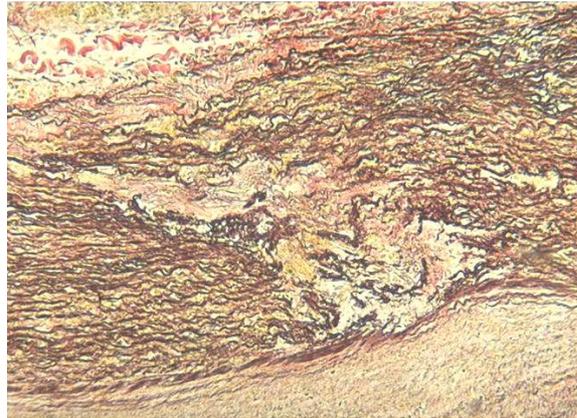


Abb.2: Histologisches Bild der zystischen Medianekrose (Erdheim Gsell)

Vom Aneurysma der Aorta ascendens zu unterscheiden ist die poststenotische Dilatation, bei der in erster Linie die durch die Gefäß- bzw. Klappenverengung bedingte veränderte Hämodynamik ursächlich für die Gefäßveränderung ist. Im Stenosebereich kommt es dabei zunächst zu einer Zunahme der Strömungsgeschwindigkeit mit Abnahme des seitlichen Wanddruckes (Jet-Effekt), während es im Bereich hinter der Stenose entsprechend zu einer plötzlichen Verlangsamung der Strömungsgeschwindigkeit, sowie dem Laplace'schen Gesetz zufolge (Wandspannung $K = \text{Druck} \times \text{Radius} / 2 \times \text{Wandstärke}$), zu einer überproportional anwachsenden Wandspannung kommt. Durch diese Veränderung der Druckverhältnisse entstehen Turbulenzen im poststenotischen Gefäßabschnitt, die zur mechanischen Schädigung der Wand, zur Erweiterung bei abnehmender Wandstärke und zum reaktiven Wandumbau führen.

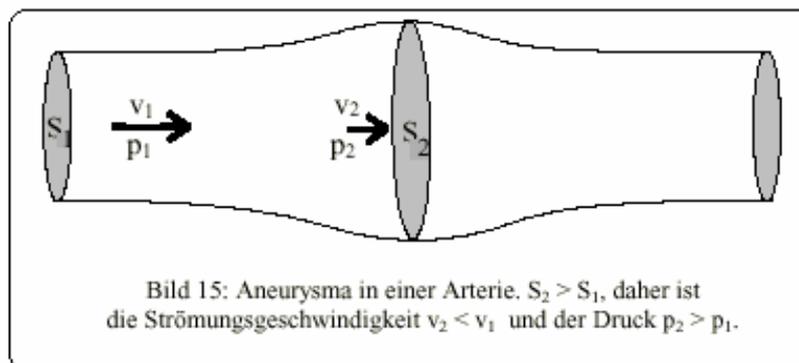


Abb.3: Darstellung der veränderten Strömungsverhältnisse in einem Aneurysma

Vom Aneurysma abzugrenzen ist ferner die aortoannuläre Ektasie, welche auf den aortoannulären Übergang beschränkt ist und als dauerhafte Lichtungsausweitung idiopathischer Genese sein kann, aber auch im Rahmen von Klappenstenosen und Gefäßwanddefekten (Marfan) auftreten kann.

1.1.2 Morphologie

Das Aneurysma verum ist gekennzeichnet durch die Ausbuchtung oder Dilatation eines vorgeschädigten Gefäßsegmentes, wobei alle Wandschichten betroffen sind. Bezüglich der Form unterscheidet man beim Aneurysma verum das spindelförmige Aneurysma fusiforme vom eher säckchenförmigen Aneurysma sacciforme.

Im Gegensatz dazu entsteht das Aneurysma spurium durch eine Verletzung der Gefäßwand, was zur Ausformung eines perivaskulären Hämatoms mit arteriellem Blutfluss führt. Das so entstandene Pseudolumen kommuniziert mit dem Arterienlumen, und erhält durch bindegewebigen Umbau häufig eine feste Kapsel, die im weiteren Verlauf auch verkalken kann.

Die etwas unglücklich gewählte Bezeichnung Aneurysma dissecans umschreibt eine Aortendissektion als *Folge* eines Aneurysmas. [52][69]

1.1.3 Klassifikation der arteriellen Aneurysmen

Bezüglich der Lokalisation wird das thorakale Aortenaneurysma nach zwei Klassifikationen eingeteilt:

Die frühere Klassifikation nach DeBakey bezeichnet Aneurysmen, die sich auf die Aorta ascendens beschränken, bzw. Ascendens und Bogen einbeziehen, als Typ I und Typ II, diejenigen im Bereich des Arcus als Typ III und das Descendens-Aneurysma als Typ IV.

In der heute üblichen Stanford-Einteilung, die sich jedoch primär auf Dissektionen bezieht, wird hingegen mit Typ A eine Dissektion mit Entry in der Aorta ascendens oder im Arcus bis zum Abgang der Arteria subclavia sinistra, mit Typ B das Aneurysma mit einem Entry distal dieses Gefäßes bezeichnet [46][62].

Diese Einteilung wird heute auch deshalb bevorzugt, da anhand der Zuordnung zu Typ A und Typ B bereits eine Aussage hinsichtlich Operationsindikation und Zugangsweg getroffen werden kann.

1.2 Symptomatik und Therapie

1.2.1 Klinik und Diagnostik

Aortenaneurysmen bleiben in der Regel lange asymptomatisch und werden häufig als Zufallsbefund bei Röntgenaufnahmen des Thorax, der Sonographie des Abdomens oder der invasiven Diagnostik kardialer Erkrankungen festgestellt.

Auftretende Symptome entstehen meist durch Kompression benachbarter Strukturen entsprechend der anatomischen Lokalisation.

So können Aneurysmen eine obere Einflußstauung, Dyspnoe, Stridor und Dysphagie sowie ein Druckgefühl hinter Jugulum und Sternum verursachen. Bisweilen finden sich auch Zeichen einer Rekurrensparese, eines Horner-Syndroms oder eines Subclavian-Steal-Syndroms. [35]

Schmerzen werden, wenn überhaupt, fast immer im Rücken verspürt, ein akut zunehmender oder starker Dauerschmerz kann ein Hinweis auf eine drohende Ruptur sein.

Eine Mitbeteiligung der Koronarien äußert sich in typischer Angina pectoris. Auch eine begleitend auftretende Aorteninsuffizienz durch Dilatation der Aortenwurzel sowie des Klappenringes kann symptomatisch werden. Auskultatorisch lassen sich häufig systolische Strömungsgeräusche mit Schwirren oder ein Diastolikum als Anzeichen einer Aorteninsuffizienz feststellen. Weitere oftmals diagnostizierte Symptome sind Blutdruck- und Pulsdifferenzen an den oberen Gliedmaßen, sowie unabhängig von der Lokalisation ein in 85% der Fälle auftretender arterieller Hypertonus.

Die schwerwiegendste Komplikation beim Aortenaneurysma ist die Ruptur, welche bei Aneurysmen mit mehr als 6 cm Durchmesser in 66% der Fälle innerhalb von 5 Jahren auftritt, während bei einem Durchmesser kleiner 4 cm das Rupturrisiko lediglich bei 2% liegt. Die Ruptur kann entweder gedeckt z. B.

ins Mediastinum oder Retroperitoneum oder aber frei, z.B. in Pleura und Perikard erfolgen. Angekündigt wird dieses Ereignis, das meist letal endet, durch einen starken, anfallsartigen Schmerz mit Vernichtungsgefühl. [52][35]

Von diagnostischer Bedeutung sind neben Anamnese und körperlicher Untersuchung vor allem die Röntgenaufnahme des Thorax, die Echokardiographie, das CT und die Magnetresonanztomographie. Während im Röntgenthoraxbild lediglich ein indirekter Hinweis auf eine Aneurysmabildung im Sinne einer Mediastinalverbreiterung zu gewinnen ist, gelingt mit Hilfe der Echokardiographie bereits eine genauere Beurteilung der Aorta ascendens. Wegweisende Untersuchung zur Beurteilung der gesamten Aorta thoracalis ist jedoch die Computertomographie. Ferner ist auch die Magnetresonanztomographie zur Diagnostik von Aortenaneurysmen besonders sensitiv und ist insbesondere bei Dissektionen von Vorteil, da sie eine Diskriminierung von echtem und falschem Lumen, sowie einer Thrombosierung bzw. einem vorhandenem Restfluss erlaubt. [33]

Die Arteriographie, bzw. die digitale Subtraktionsangiographie haben aufgrund der Sensitivität von CT und MRT als diagnostisches Verfahren an Bedeutung verloren.

1.2.2 Operationsindikation

Angesichts des Risikos einer lebensgefährlichen Rupturblutung und der eindeutig verbesserten Lebenserwartung der operierten Patienten im Vergleich zu den konservativ behandelten Patienten ist die chirurgische Korrektur des Aortenaneurysmas eine entscheidende Therapieoption. Bei rein medikamentöser Therapie beträgt die 5-Jahresüberlebensrate nach Diagnosestellung 18%, nach operativer Therapie 58%. Aufgrund des hohen Operationsrisikos ist jedoch die Indikation zu einer Operation bei jedem Patienten individuell, in Abhängigkeit von Größe und Lokalisation des Aneurysmas sowie des begleitenden Risikoprofils des Patienten erst nach sorgfältiger Abwägung zu stellen. Eine Zunahme des Gefäßdurchmessers auf mehr als 6 cm im Bereich der Aorta ascendens und des Arcus aortae, bzw. mehr als 5 cm an der Aorta descendens

stellt eine Indikation zum elektiven Eingriff dar. Vor allem bei rasch progredienter Umfangszunahme der erweiterten Aorta auf mehr als 5-6 cm oder bei entsprechender Familienanamnese sollte eine operative Versorgung des Patienten angestrebt werden. Deuten die Symptome auf eine drohende oder manifeste Ruptur sowie eine lebensbedrohliche Kompression benachbarter Organe hin, ist, ebenso wie bei der akuten Typ-A-Dissektion eine Notfalloperation erforderlich. [52][35]

Entscheidende abzuklärende Parameter für die Operationsindikation sind nicht nur Größe, Lokalisation, Ausdehnung und Form des Aneurysmas sondern auch anderweitige Kriterien, die das übrige kardiovaskuläre System betreffen. Maßgebliche Faktoren und Begleiterkrankungen sind die koronare Herzerkrankung, eine Aortenklappeninsuffizienz, zerebrale Durchblutungsstörungen, das Alter sowie das Vorhandensein anderer Risikofaktoren.

1.3 Historische Anmerkungen zum Aortenaneurysma

Eine erste Erwähnung findet das Aortenaneurysma bereits im Jahre 1550 vor Christus im Papyrus Eber. Aetius befasste sich im 6. Jahrhundert als einer der ersten Chirurgen mit dem Krankheitsbild des Aneurysmas und erwähnte in seinen Ausführungen die Ligatur der zuführenden Arterie als Behandlungsmöglichkeit. [60]

In diesem Sinne galt die Obliteration des Aneurysmasackes bis zu Beginn des 20. Jahrhunderts als primäres Behandlungsziel. So findet man in der Literatur eine Beschreibung der verschiedensten Therapiemethoden, die auf eine Verödung des aneurysmatischen Gefäßes ausgerichtet sind. [62]

Moore und Murchison 1864, sowie Blakemore und King 1938 schlugen die Injektion koagulierender Substanzen (Eisenchlorid, Karbolsäure) vor, ebenso die Einführung von Draht eventuell auch in Kombination mit Elektrokoagulation.[72]

Die selbe Absicht verfolgte Matas mit der von ihm propagierten obliterativen Endoaneurysmorrhaphie. Er war es auch, der schließlich im Jahre 1903 als erster erfolgreich versuchte, nicht nur die Aussackung des Gefäßes zu ver-

schließen, sondern vielmehr die Strombahn wiederherzustellen (restaurative und rekonstruktive Endoaneurysmorrhaphie). [49]

Wenig später glückten Goyanes (1906) und Lexer (1907) die von Lexer daraufhin als die „ideale Aneurysmaoperation“ bezeichnete, vollständige operative Entfernung eines Aneurysmas der Arteria poplitea bzw. der Arteria axillaris mit Überbrückung des Defektes durch eine autoplastische Vene. [72]

Mit den allgemeinen Fortschritten der Chirurgie gelangen nach dem zweiten Weltkrieg schließlich auch rekonstruktive Eingriffe an Aneurysmen der Bauch- und Brusttaorta. [3]

Bis Mitte der 50er Jahre war die Chirurgie des proximalen thorakalen Aortenabschnittes im Wesentlichen auf obliterierende und wandstabilisierende Eingriffe beschränkt, da man sich einerseits mit den begrenzten Möglichkeiten eines ausreichenden Schutzes für Herz und Hirn konfrontiert sah, und andererseits keine auch bei Vollheparinisierung dichte Gefäßprothesen zur Verfügung hatte. Diese seit 1500 Jahren gültige Behandlungskonzeption, die zum Ziel hatte, die Gefahr einer Ruptur zu bannen, beinhaltete im Fall der Arterienligatur eine unwiderrufliche Strombahnunterbrechung mit den sich hieraus ergebenden Folgen, wie arteriellen Durchblutungsinsuffizienzen, distalen Nekrosen oder Gliedmaßenverlust.

Erst nach dem zweiten Weltkrieg machte die Aorten Chirurgie nennenswerte Fortschritte, in dem Sinne, dass die Resektion des Aneurysmas unter Wiederherstellung der arteriellen Strombahn zum beherrschenden Therapieprinzip wurde. Als rekonstruktive Eingriffe dieser Zeit sind einerseits die tangentielle Abtragung von sackförmigen Aneurysmen mit seitlicher Gefäßnaht (Bahnon 1953), andererseits die Kontinuitätsresektion der Arterie mit direkter End-zu-End-Naht oder Überbrückung des resultierenden Defektes durch ein Gefäßtransplantat bzw. eine Kunststoffprothese zu nennen.[66] Ferner wurde nach zentraler und peripherer Ligatur des Aneurysmas die Strombahn mittels Bypassierung wieder hergestellt (Rob und Vollmar, 1959). [3]

In den folgenden Jahren versuchte man, die Techniken der Exstirpation und des Bypass, welche in der Chirurgie des Bauchtaortenaneurysma bereits mit zufrieden stellendem Erfolg angewandt wurden, auf die thorakale Aorta zu

übertragen. Monod (1949) und Bahnson (1953) führten erstmals erfolgreich eine tangentielle Abtragung und Raffung eines Ascendensaneurysmas durch, noch vor der Einführung des kardiopulmonalen Bypass. [3]

Von entscheidender Bedeutung für die Entwicklung der Aortenchirurgie war schließlich jene Operation, bei der es, ebenfalls im Jahre 1953, unter Leitung von DeBakey und Cooley gelang, ein Aneurysma zu reseziieren und durch ein Homograft zu ersetzen. Dieselben Autoren konnten in den darauf folgenden Jahren auch noch von der erfolgreich durchgeführten vollständigen Resektion eines Ascendensaneurysmas, eines thorakoabdominalen Aneurysmas sowie von der Durchführung eines Ersatzes des Aortenbogens berichten. Diese Eingriffe wurden sämtlich unter Anwendung einer tiefen Hypothermie und der Herz-Lungen-Maschine vorgenommen, wobei insbesondere die Technik des kardiopulmonalen Bypasses noch längst nicht ausgereift war.

Wenig später gelang Wheat und seinen Mitarbeitern der getrennte Ersatz der Aorta ascendens und der Aortenklappe, verbunden mit der Reimplantation der Koronarostien, mittels einer Technik, die noch heute unter dem Begriff Wheat-Operation bekannt ist. Diese Technik gilt heute in Hinsicht auf die operative Behandlung von Aneurysmen der Aorta ascendens als eines der Standardverfahren.

Hierbei wird zunächst über eine mediane Sternotomie das Herz freigelegt und die extrakorporale Zirkulation angeschlossen. Die arterielle Kanülierung erfolgt aufgrund der pathologischen Veränderungen der Aorta in der Regel über die Femoralarterie, es kann jedoch auch der Aortenbogen kanüliert werden.

In moderater Hypothermie und kardioplegischem Herzstillstand erfolgt dann der Ersatz der Aorta ascendens durch eine Dacron®-Prothese. Die distale Anastomose kommt vor dem Abgang des Truncus brachiocephalicus zu liegen. Die proximale Anastomose wird beim supracoronaren Ersatz der Aorta oberhalb der Koronarostien angelegt. Die Aortenklappe wird simultan in entsprechender Technik ersetzt. [35]

Diese Operation wurde schließlich im Jahre 1968 von Bentall und de Bono weiter entwickelt, indem sie erstmalig ein klappentragendes Conduit verwendeten. [7]

Borst berichtete im Jahre 1964 von der operativen Korrektur eines traumatischen Aneurysmas des distalen Anteils des Aortenbogens, bei der er den kardiopulmonalen Bypass zur Erzeugung einer tiefen Hypothermie verwendete und die eigentliche Korrektur unter vollständigem Perfusionsstillstand durchführte. Diese Technik wird in Abwandlungen heute zum Ersatz des Aortenbogens benutzt. [8]

Der Entwicklungsfortschritt beschränkte sich aber nicht nur auf die Operationstechniken, sondern betraf in gleichem Maße das für den Aortenersatz verwendete Graftmaterial.

In der frühen Anfangsphase setzte man meist entsprechend lyophilisiertes homologes Aortenmaterial ein, welches jedoch schnell einer verkalkenden Degeneration verfiel. Die erste Rohrprothese aus synthetischem Material bestand aus gewebtem Vinyon, wurde 1954 von Blakemore und Vorhees erfolgreich getestet und erwies sich als deutlich beständiger als die homologen Grafts. Dank intensiver Studien erkannte man 1955 schließlich, dass Dacron® und Teflon® die wohl geeignetsten Materialien für das Aortengrafting darstellen. [69]

Eine Variante des einfachen Gefäßersatzes ist die Inlettoperationstechnik, bei der das Aneurysma längs eröffnet, die Prothese in das Aneurysmarohr eingenäht und das aneurysmatisch veränderte Aortengewebe über der Prothese zur Blutabdichtung verschlossen wird.

1.4 Behandlungsergebnisse und Beurteilung

In den vergangenen Jahren konnte die früher relativ hohe Operationsletalität der Korrektur thorakaler Aortenaneurysmen durch die verbesserte Operationstechnik drastisch gesenkt werden. Die routinemässige Anwendung des extrakorporalen Kreislaufes hat die Behandlungsergebnisse besonders im Bereich der Aorta ascendens deutlich verbessert. Zusätzlich wurde durch das in zahlreichen Details verbesserte Operationsmanagement auch bei Eingriffen an der thorakalen Aorta die Mortalität und Morbidität reduziert. Diese Optimierungen bestehen z.B. in der verbesserten Hämostase durch die Anwendung von kollagengetränkten Grafts und verschiedenen Klebern oder in der Einführung

einer selektiven oder retrograden zerebralen Perfusion. [67] Auch der Einsatz einer moderaten systemischen Hypothermie wurde zunächst rein positiv bewertet. Heute wird jedoch sowohl die EKZ, als auch die Hypothermie kritisch betrachtet. Mögliche negative Auswirkungen des extrakorporalen Kreislaufes sowie der tiefen Hypothermie sind die zerebrale Embolie durch gelöste Plaques, filter- und pumpenbedingter, mechanischer Stress mit konsekutiver Veränderung an den zellulären Blutbestandteilen, eine Verletzung großlumiger Arterien bei der Kanülierung sowie eine erhöhte Blutungsneigung. [44] Diese Kehrseite der Innovation der extrakorporalen Zirkulation betrachtend, versuchte man in den letzten Jahren vermehrt auch in der Chirurgie der thorakalen Aortenaneurysmen weniger invasive Operationstechniken anzuwenden.

Bezüglich der chirurgischen Korrektur thorakaler Aortenaneurysmen begann man in den letzten zwanzig Jahren, das mit der Einführung der Herz-Lungenmaschine etwas in Vergessenheit geratenes Prinzip der externen Wandstabilisierung, im modernen Fachjargon mit dem englischen Begriff Wrapping bezeichnet, wieder aufzugreifen. Die zugrunde liegende Idee geht auf Matas und seine rekonstruktive Endoaneurysmorrhaphie zurück. Aber auch Bahnson (1956) und Wheat (1964) versuchten die Ummantelung der Aorta anzuwenden und weiterzuentwickeln. [3] Borst erwähnt die Methode als eine operative Behandlung proximaler Aortenaneurysmen in Form einer bloßen Reduktions- und Einscheidungsplastik, die von der Gruppe um Senning, vor allem für die Behebung der poststenotischen Dilatation empfohlen und von Robicsek auch bei annuloaortaler Ektasie angewandt wurde. [8] Besonders im Falle eines erhöhten Operationsrisikos bei Patienten mit entsprechenden Begleiterkrankungen, bei Vorliegen einer starken Verkalkung der Aorta und bei besonders kleinen Aneurysmen besteht, verschiedenen Studien zufolge, eine Indikation für diese Technik. Als weitaus weniger invasive Alternative zur radikalen Resektion wurde und wird die Wrappingmethode bei Patienten mit poststenotischer Dilatation, arteriosklerotischen Aneurysmen, seltener bei annuloaortaler Ektasie, eingesetzt.

In Ausnahmefällen wird die Technik auch bei Aortendissektionen angewendet, wobei die Effektivität in diesen Fällen fraglich ist, da das Entry der Dissektion bei Anwendung des Aortenwrapping nicht verschlossen werden kann.

1.5 Zielsetzung der vorliegenden Arbeit

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden mittels einer retrospektiven klinischen Studie die langfristigen Ergebnisse der Anwendung der Wrapping-Methode an der Herz- und Thoraxchirurgischen Klinik der Universität Würzburg untersucht. Das entsprechend operativ versorgte Patientengut wurde einer klinischen Untersuchung, einer Echokardiographie sowie einer Magnetresonanztomographie unterzogen. Dabei wurde der an einer definierten Stelle der Aorta ascendens bestimmte Gefäßdurchmesser den präoperativ und direkt postoperativ gemessenen Werten gegenübergestellt, um so eine Aussage über den Langzeiterfolg der angewendeten Operationstechnik treffen zu können. Insbesondere wurde bei den untersuchten Fällen darauf geachtet, ob im Verlauf des Untersuchungszeitraumes eine Redilatation des mittels Wrapping behandelten Gefäßabschnittes aufgetreten sei. Die so gewonnenen Langzeitergebnisse ermöglichen eine Aussage darüber, inwieweit das Verfahren des Aortenwrapping im Falle von Aneurysmen der Aorta ascendens als gleichwertige Alternative zum Standardverfahren der Aneurysmaresektion mit konsekutivem Ersatz durch eine Rohrprothese anwendbar ist. Zusätzlich sollen Vorteile des gewählten Verfahrens gegenüber der Standardmethode herausgearbeitet werden.

2.Material und Methoden

2.1 Patientengut

In einem Zeitraum von fünfzehn Jahren von 1986 bis 2001 wurden in der Klinik für Herz- und Thoraxchirurgie der Universität Würzburg konsekutiv 95 Patienten mit der Diagnose eines Aneurysmas der Aorta ascendens oder einer Aortenektasie operiert.

An relevanten Begleiterkrankungen bestanden in fast allen Fällen eine koronare Herzerkrankung und/oder ein Aortenklappenvitium.

Von den genannten 95 Patienten erhielten 59 Patienten ein klappentragendes Conduit mit Reinsertion der Koronarien, 12 Patienten einen Aortenklappenersatz in Verbindung mit einer suprakoronaren Rohrprothese und vier Patienten einen suprakoronaren Gefäßersatz ohne Klappeneingriff.

Bei insgesamt 20 Patienten wurde ein Wrapping des dilatierten Aortenabschnittes durchgeführt, welches jeweils mit einem Eingriff an den Koronarien und/oder der Aortenklappe verbunden war. Bei 12 Patienten wurde zusätzlich ein Aortenklappenersatz durchgeführt, bei sechs Patienten eine Bypassoperation sowie bei zwei Patienten beide genannten Eingriffe. Die mittels Aortenwrapping behandelten zwanzig Patienten wurden als Patientengut für die vorliegende retrospektive Untersuchung bestimmt. Der Zeitpunkt der Nachuntersuchung lag zwischen zwei und 162 Monaten postoperativ. Das Altersspektrum der Patienten zum Operationszeitpunkt erstreckte sich von 43 bis zu 76 Jahren, wobei 17 Patienten männlich und drei weiblich waren.

2.2 Patientenerfassung

Zur Patientenerfassung diente ein Erhebungsbogen, der zunächst allgemeine Patientendaten wie Name, Patientennummer, Geschlecht, Alter, Art der Grunderkrankung sowie wesentliche Begleiterkrankungen und pathogenetische Risikofaktoren erfasste.(siehe Anhang 1)

Aus dem Operationsbericht und den dazugehörigen Protokollen über den Einsatz der Herz-Lungen-Maschine wurden ferner Operationsdatum, Ope-

rationsdauer, die Aortenabklemmzeit, die genaue Art des Eingriffes, die Art des verwendeten prothetischen Materials für Wrapping und gegebenenfalls erfolgten Klappenersatz sowie Informationen über aufgetretene intraoperative Komplikationen entnommen. Auch der intraoperativ gemessene Aortendurchmesser vor und nach dem Raffungseingriff wurde dokumentiert. Weiterhin wurden aus den Patientenakten folgende postoperativen Parameter erfasst: aufgetretene Komplikationen, Blutverlust, Transfusionsbedarf, eventuelle Revision, perioperative Mortalität, sowie Re-Operation bzw. weitere kardiale Eingriffe.

2.3 Nachuntersuchung

Nach Einbestellung wurden die Patienten zum Untersuchungszeitpunkt bei der Anamneseerhebung bezüglich subjektivem Befinden, körperlicher Belastbarkeit, Auftreten von pektanginösen Beschwerden oder Symptomen einer Herzinsuffizienz befragt. Des Weiteren wurde eine Einstufung entsprechend der Kriterien der NYHA-Klassifikation vorgenommen.

Im Rahmen der körperlichen Untersuchung mit Auskultation von Herz und Lunge erfolgte die Blutdruckmessung an beiden Oberarmen nach der Methode von Riva-Rocci. Im Anschluss an die körperliche Untersuchung wurde eine transthorakale Echokardiographie gemäß dem allgemein üblichen Untersuchungsgang durchgeführt. Dazu wurde ein Echokardiographiegerät des Typs Hewlett-Packard Sonos 1500 mit einem 3,5 Mhz Sektorschallkopf verwendet. Dabei wurde in der parasternal langen Achse der Aortendurchmesser ca. 2 cm oberhalb der Klappenebene ermittelt und die Klappenfunktion hinsichtlich Beweglichkeit der Segel, Zeichen der zentralen oder paravalvulären Insuffizienz sowie der Klappendegeneration und eventueller Thrombenbildung beurteilt.

2.4 Magnetresonanztomographie

2.4.1 Allgemeine Erläuterungen

In Zusammenarbeit mit dem Institut für Röntgendiagnostik der Universität Würzburg wurden bei den Patienten magnetresonanztomographische Aufnahmen des Thorax mit Schnittebenen von der Klappenebene bis zum Abgang des Truncus brachiocephalicus angefertigt.

Die Magnetresonanztomographie ist für die Diagnostik von Herz- und Gefäßkrankungen besonders geeignet, da sie morphologische Bildinformationen mit funktionellen Analysen kombiniert, ohne dass der Einsatz von Kontrastmitteln erforderlich ist oder der Patient einer Strahlenbelastung ausgesetzt werden muss. Die Datenerfassung erfolgt EKG-getriggert, die Messdaten werden anhand des EKG zeitlich geordnet. Der vollständige Bilddatensatz wird aus den während definierter Phasen der Herzaktion nacheinander registrierten Bilddaten zusammengesetzt. Die Erstellung flußsensibler Angiosequenzen ist ohne Kontrastmittel möglich.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde zunächst eine sagittale und eine transversale Aufnahme des entsprechenden Abschnittes der Aorta ascendens und der umgebenden Strukturen angefertigt. Auf Höhe der Einmündung der Arteria pulmonalis (ca. 2 cm oberhalb der Klappenebene) wurde sowohl in der sagittalen als auch in der transversalen Aufnahme der Durchmesser der Aorta ascendens bestimmt. Anschließend erfolgte noch eine EKG-getriggerte sequentielle Darstellung (Cine-MRT) des dynamischen Verhaltens der Aortenwand im Verlauf der Herzaktion, um so einen Hinweis auf die verbleibende Windkessel-funktion des gerafften Aortenabschnittes zu erhalten.

2.4.2 Technische Daten

Die Untersuchungen wurden an einem 0.2 T Gerät (Magnetom Open, Firma Siemens) mit einer Gradientenstärke von 15 mT/ S durchgeführt.

Es wurden T1-gewichtete, EKG-getriggerte Spinecho-Sequenzen in axialer und anguliert sagittaler Ebene angefertigt.

Die Repetitionszeit variierte in Abhängigkeit von der Herzfrequenz zwischen 500 und 900 ms. Die Echozeit lag bei 15 ms, die Schichtdicke betrug bei der transversalen Aufnahme 8 mm sowie bei der sagittalen Aufnahme 5 mm.

Das Field of view (FOV) maß 350-400 mm mit einem Distancefaktor von 0,1, die Bildmatrix betrug 256 x 256 Bildpunkte. Die Angulierung der sagittalen Ebene wurde in der transversalen Ebene supra-avalvulär so gewinkelt, dass die Aorta ascendens und der Aortenbogen in Kontinuität dargestellt werden konnten. Die mediasagittalen und parasagittalen Schichten wurden zur Anwendung einer Cine-Sequenz verwendet. Anschließend wurde eine EKG-getriggerte, Multiphasen-graduierte Echosequenz in identischer Angulierung mit einer Schichtdicke von 7 mm durchgeführt. Die TR betrug hierbei 50 ms, die TE 12 ms und der Flip-Winkel 30 Grad.

2.5 Auswertung

Es wurden die anamnestischen Daten tabellarisch erfasst. Die in Echokardiographie und Magnetresonanztomographie an einer definierten Stelle der Aorta ascendens gemessenen Durchmesser wurden tabellarisch gegenübergestellt.

Eine statistische Aufarbeitung der erhobenen Parameter erfolgte unter Anwendung des Wilcoxon-Paardifferenz-Testes. Die statistische Aufarbeitung erfolgte mit der Zielsetzung, einen Größenzuwachs des behandelten Aortenabschnittes im Verlauf des Untersuchungsintervalles auf Signifikanz zu überprüfen, um so anhand dieser Parameter eine Aussage über den Langzeiterfolg der gewählten Operationsmethode treffen zu können.

3. Ergebnisse

3.1 Patientengut

3.1.1 Anamnestische Daten

Die untersuchten Patienten hatten zum Untersuchungszeitpunkt ein durchschnittliches Alter von 58,1 Jahren, wobei siebzehn Patienten männlichen und drei Patienten weiblichen Geschlechtes waren.

Die Anordnung der Patientendaten erfolgte in chronologischer Reihenfolge entsprechend des OP-Datums.

3.1.2 Pathogenetische Faktoren

Die untersuchten Patienten litten an folgenden kardiovaskulären Risikofaktoren: arterielle Hypertonie(n=18), Diabetes mellitus (n=2) sowie Hyperlipidämie (n=9). Eine vermutlich rheumatische Genese der bestehenden Aortenklappenerkrankung war bei drei Patienten festzustellen, eine zystische Medianekrose vom Typ Erdheim-Gsell zeigte sich in der Histologie der intraoperativ entnommenen Biopsie bei ebenfalls drei Patienten.

3.1.3 OP-Indikation

Eine hochgradige Aortenstenose stellte bei acht Patienten die Indikation zur Operation dar, bei weiteren drei Patienten eine Aorteninsuffizienz.

Mit einem kombinierten Aortenklappenitium wurden ferner drei Patienten zur Operation vorstellig. In fünf Fällen war eine KHK die zur chirurgischen Intervention führende Diagnose. Bei einem Patienten lag die Kombination einer hochgradigen Aortenklappenstenose mit einer KHK vor.

Die Verteilung der OP-relevanten Diagnosen ist in Abbildung 4 graphisch dargestellt.

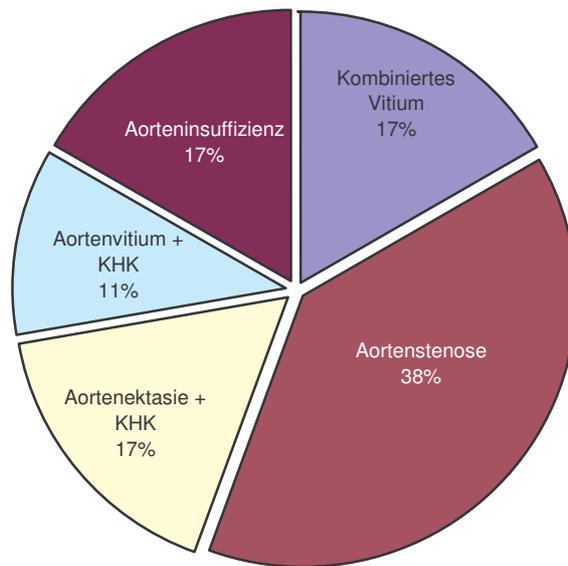


Abb.4:Verteilung der operationsrelevanten Diagnosen

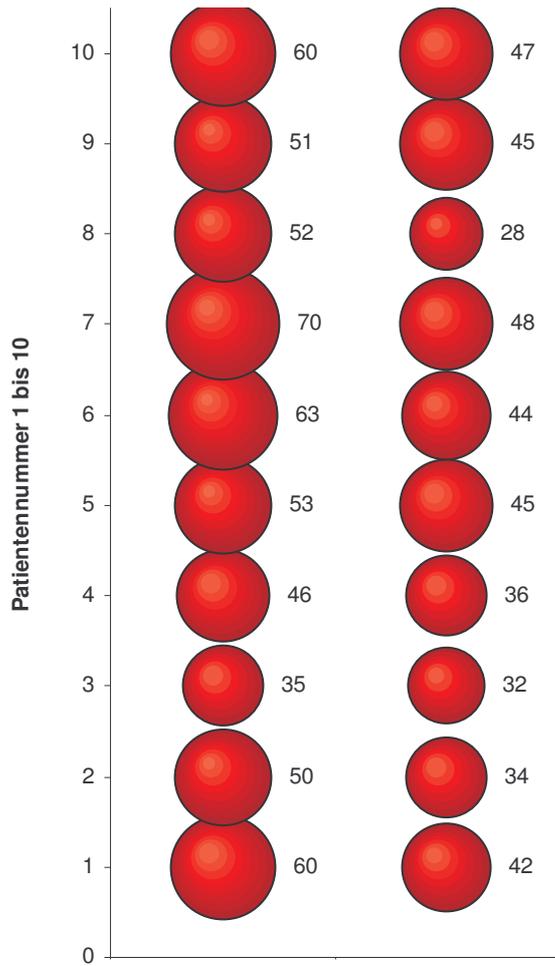
Die Indikation zum zusätzlichen Aortenwrapping ergab sich aus dem prä- bzw. intraoperativ gemessenen Aortendurchmesser.

Dieser betrug im Mittel 50 mm, der maximal bestimmte Wert belief sich auf 70 mm, der minimal gemessene Aortendurchmesser betrug 35 mm.

Die durch die Aortenraffung bewirkte Verkleinerung des Aortendurchmessers betrug im Mittel 11 mm, die größte Differenz zwischen prä- und postoperativem Durchmesser ergab 24 mm, die kleinste 3 mm.

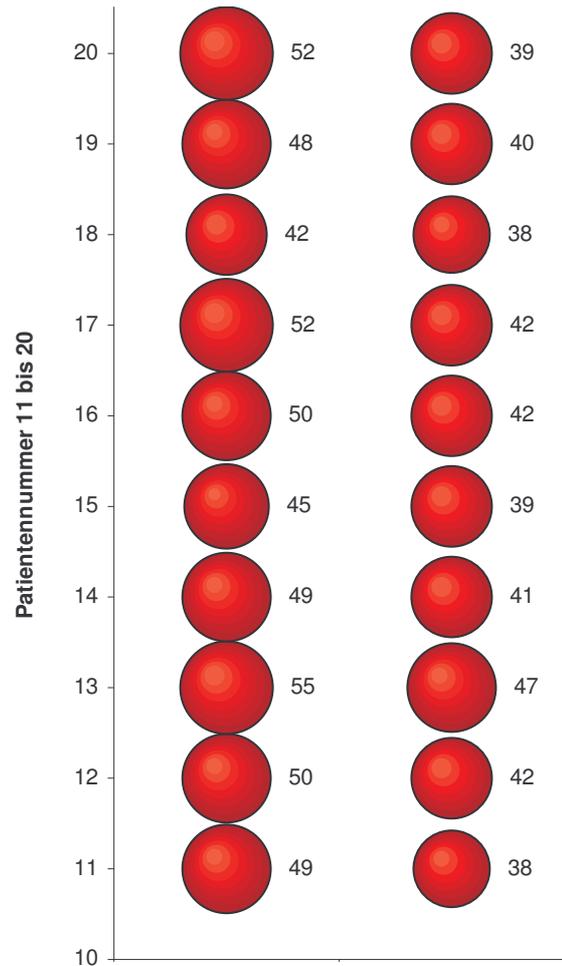
Die Ergebnisse des Aortenwrappings bezüglich der Verringerung des Durchmessers in der Aorta ascendens wurden in Abbildung 5 dargestellt.

Vergleich Aortendurchmesser präoperativ und intraoperativ nach Wrapping



präoperativer Durchmesser links [mm] und intraoperativer Durchmesser rechts nach Wrapping

Vergleich Aortendurchmesser präoperativ und intraoperativ nach Wrapping



präoperativer Durchmesser links [mm] und intraoperativer Durchmesser rechts nach Wrapping

Abb. 5: Darstellung des erzielten Effektes der Wrappingoperation auf den Aortendurchmesser

3.2 Untersuchungsergebnisse

3.2.1 Anamnese und körperliche Untersuchung

Das Intervall zwischen Operation und Untersuchungszeitpunkt betrug im Mittel 30 Monate, maximal 162 Monate, minimal 0,5 Monate postoperativ. Bei der Anamnese ergab sich bei 9 Patienten keinerlei Einschränkung der körperlichen Belastbarkeit (NYHA I), 11 Patienten gaben eine Beschwerdesymptomatik bei starker körperlicher Belastung an (NYHA II).

Nr.	Patient	Alter	♂/♀w	NYHA	Grund- erkrankung	Pathogenetische Risikofaktoren			
						Hyper- tonie	Diabetes mellitus	Rheumat. Genese	Media- nekrose
1	W.E.	48 J.	m	II	kombiniertes Aortenvitium	√	--	--	--
2	H.M.	55 J.	m	I	Aortenstenose	√	--	--	--
3	M.B.	58 J.	m	II	KHK	√	--	--	--
4	K.R.	59 J.	m	I	Aortenstenose	√	--	√	--
5	E.B.	43 J.	m	II	Aorten-insuffizienz	√	--	--	--
6	S.O.	69 J.	m	I	KHK	√	√	--	√
7	H.W.	72 J.	m	II	Aorten-insuffizienz	√	--	--	--
8	P.J.	47 J.	m	II	Aortenstenose	√	--	--	--
9	H.P.	69 J.	m	II	KHK	√	√	--	--
10	L.R.	61 J.	m	I	KHK	√	--	--	--
11	B.M.	59 J.	m	II	Aortenstenose	√	--	√	--
12	B.K.	68 J.	m	II	komb.Aorten-vitium KHK	√	--	--	--
13	H.E.	68 J.	m	I	kombiniertes Aortenvitium	√	--	--	--
14	K.O.	76 J.	w	II	Aorten-insuffizienz	--	--	--	--
15	T.G.	59 J.	m	I	Aortenstenose	√	--	√	√
16	Z.R.	63 J.	w	I	kombiniertes Aortenvitium	√	--	--	--
17	K.C.	62 J.	m	II	KHK	√	--	--	--
18	B.E.	49 J.	w	I	Aortenstenose	--	--	--	√
19	T.D.	56 J.	m	I	Aortenstenose	√	--	--	--
20	K.W.	69 J.	m	II	Aortenstenose, KHK	√	--	--	--

Abb. 6: Anamnestische Daten

An Begleiterkrankungen traten bei acht Patienten Arrhythmien wie ventrikuläre Extrasystolen oder eine Tachyarrhythmia absoluta bei Vorhofflimmern auf, zwei Patienten litten postoperativ an zerebralen Anfällen, ein Patient gab zerebrale Durchblutungsstörungen im Sinne einer TIA an. Im postoperativen Verlauf waren die mit 30% am häufigsten aufgetretenen Komplikationen tachykarde Rhythmusstörungen. Am zweithäufigsten traten Perikardergüsse auf, die jedoch meist rasch rückläufig waren. Zwei Patienten mussten postoperativ wegen einer Nachblutung revidiert werden, wobei einer der beiden einer zweimaligen Reoperation unterzogen werden musste. Weitere zwei Patienten zeigten in den ersten Tagen nach der Operation ein Durchgangssyndrom, des Weiteren erlitt ein Patient einen Kleinhirninsult. Wundheilungsstörungen sowie Pneumothorax traten postoperativ jeweils nur einmal auf. Zum Zeitpunkt der Untersuchung gaben fünf Patienten (25%) leichte Angina pectoris Beschwerden an, sechs Patienten (30%) berichteten über Anzeichen einer Herzinsuffizienz wie Nykturie, Ödeme oder Dyspnoe. Bei der Blutdruckmessung nach Riva-Rocci an beiden Armen zeigte sich bis auf den bei 18 Patienten (90%) bekannten Hypertonus keine Auffälligkeit, insbesondere kein signifikanter Unterschied zwischen den Werten des rechten und des linken Armes.

3.2.2 Echokardiographie

In der transthorakalen Echokardiographie wurde ca. zwei cm oberhalb der Klappenebene der Aortendurchmesser ermittelt. Die bestimmten Werte betragen im Mittel 42 mm. Als Maximalwert wurde bei einem Patienten ein Aortendurchmesser von 52 mm gemessen, der kleinste vorgekommene Wert betrug 33 mm.

Die ermittelten Werte wurden tabellarisch dem präoperativen Aortendurchmesser, sowie dem nach dem Wrapping gemessenen Wert gegenübergestellt.

Anschließend wurde der direkt nach dem Eingriff vorliegende Aortendurchmesser mit dem in der Echokardiographie bestimmten Wert verglichen und die durchschnittliche Veränderung errechnet, um so einen Trendwert zu erhalten.

Es ergab sich eine Zunahme des Aortendurchmessers von durchschnittlich 2,1 mm vom Operationsdatum bis zum Untersuchungszeitpunkt: Der größte zu verzeichnende Zuwachs des Durchmessers betrug 7 mm. Es war jedoch in vier Fällen auch eine Abnahme des Wertes um bis maximal 3 mm festzustellen. Ein Zusammenhang mit der Länge der Untersuchungsintervalle konnte nicht abgeleitet werden. (siehe Abb.7)

Nr	Präop. Ø	intraoperativ vor Wrapping	intraoperativ-nach Wrapping	Echobefund	Monate nach OP
1	60 mm	60 mm	42mm	48mm	162 Monate
2	50 mm	50 mm	34 mm	35 mm	66 Monate
3	35 mm	35 mm	32mm	31mm	53 Monate
4	46 mm	46 mm	36mm	41mm	35 Monate
5	53 mm	53 mm	45 mm	47mm	33 Monate
6	63 mm	63 mm	44 mm	51mm	30 Monate
7	70 mm	70 mm	48mm	49 mm	28 Monate
8	52 mm	52 mm	28 mm	33 mm	27 Monate
9	51 mm	51mm	45 mm	52 mm	27 Monate
10	60 mm	60 mm	47mm	45 mm	24 Monate
11	49 mm	49 mm	38mm	41mm	39 Monate
12	50 mm	50 mm	42mm	47mm	12 Monate
13	55 mm	55 mm	47mm	50 mm	12 Monate
14	49 mm	49 mm	41mm	38mm	17 Monate
15	45 mm	45 mm	39 mm	40 mm	4 Monate
16	50 mm	50 mm	42mm	40 mm	4 Monate
17	52 mm	52 mm	42mm	42 mm	13 Monate
18	42 mm	42 mm	38 mm	38mm	5 Monate
19	48 mm	48 mm	k.A.	41mm	2 Monate
20	52mm	52 mm	39 mm	41 mm	0,5 Monate

Abb. 7: Gegenüberstellung der intraoperativ ermittelten Messwerte und der echokardiographisch bestimmten Durchmesser

3.2.3.Magnetresonanztomographie

Bei den in Zusammenarbeit mit dem Institut für Röntgendiagnostik der Universitätsklinik Würzburg durchgeführten magnetresonanztomographischen Aufnahmen des Thorax wurden zunächst je eine sagittale und eine transversale T1-gewichtete Aufnahme des Abschnittes der Aorta ascendens und der umgebenden Strukturen angefertigt.

Zwei Patienten konnten aufgrund technischer Probleme nicht im Magnetfeld untersucht werden.

Bei den untersuchten Patienten ergab sich in der sagittalen Aufnahme auf Höhe der definierten Schnittebene ein Aortendurchmesser von im Durchschnitt 46 mm.

Der größte bestimmte Durchmesser entsprach mit 61mm in etwa dem bei diesem Patienten präoperativ gemessenem Wert und zeigte damit eine Re-Dilatation an. Der kleinste bestimmte Wert in der Sagittalen betrug hingegen lediglich 35 mm. In der transversalen Ebene wurde ein Mittelwert von 44 mm errechnet. Der maximal ermittelte Durchmesser war hier mit 53 mm deutlich kleiner als in der sagittalen Ebene, der minimal gemessene Wert war mit 34 mm vergleichbar. Aus den Messwerten der sagittalen und der transversalen Aufnahmen wurden jeweils die Mittelwerte errechnet, die in Abbildung 8 den in der Echokardiographie bestimmten Werten gegenübergestellt wurden, um so die beiden Untersuchungsverfahren vergleichen zu können.

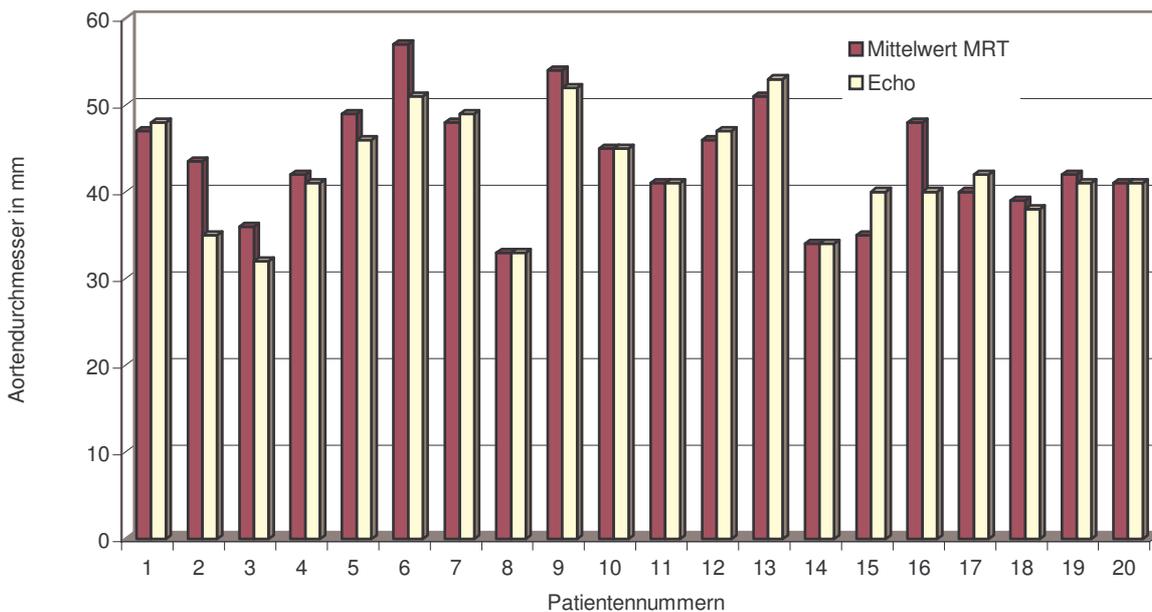


Abb. 8: Vergleich des MRT-Mittelwertes und des Echowertes (Differenz nicht signifikant für $p \leq 0,05$)

Im anschließenden Untersuchungsabschnitt wurden mittels einer speziellen EKG-getriggerten Darstellungsmethode (MRT-Cinisequenzen) Aufnahmen des Blutflusses in der Aorta ascendens angefertigt. Durch die so erhaltene Darstellung der Blutfüllung in der systolischen und der diastolischen Phase und die Vermessung der Schwankung des Aortendurchmessers während der dynamischen Herzaktion sollten Hinweise auf die verbleibende Windkesselfunktion des gerafften Aortenabschnittes gewonnen werden.

Durch die Beschaffenheit des verwendeten Dacronmaterials war die Dehnbarkeit des behandelten Gefäßabschnittes im Verlauf der dynamischen Herzaktion auf ein Minimum reduziert. So betrug die durchschnittliche Schwankung des Aortendurchmessers zwischen Diastole und Systole lediglich 0,8 mm. In einem Fall ergab sich eine Differenz von 4 mm, in drei Fällen von 2 mm. Bei 14 Patienten konnte nur ein geringer bzw. gar kein Unterschied zwischen dem systolischen und dem diastolischen Aortendurchmesser festgestellt werden.

Die im MRT ermittelten Werte wurden wiederum in Abbildung 9 den direkt postoperativ gemessenen Messwerten des Aortendurchmessers gegenübergestellt, um die Veränderung der Weite des gewrappten Aortenabschnittes im Verlauf des Untersuchungsintervalles graphisch darzustellen.

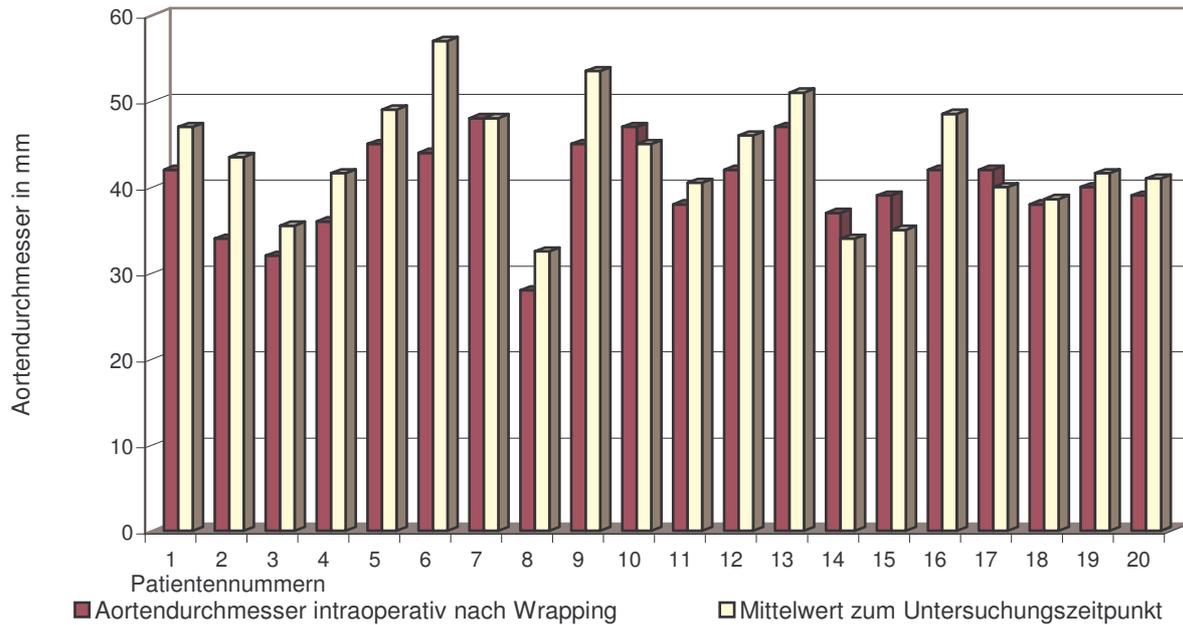


Abb. 9: Vergleich des Aortendurchmessers intraoperativ nach Wrapping und des Mittelwertes zum Untersuchungszeitpunkt

3.3 Statistik

Um zu prüfen, ob es sich bei den im Verlauf des Untersuchungsintervalles aufgetretenen Veränderungen des Aortendurchmessers um signifikante Differenzen handelt, wurde der Wilcoxon-Paardifferenz-Test für nicht verbundene Stichproben durchgeführt. (siehe Abbildungen 10-12).

Die Auswertung des Testes ergab für $p \leq 0,05$, dass die gemessenen Differenzen des Aortendurchmessers nicht signifikant sind.

intraoperativ nach Wrapping	Mittelwert MRT	Differenzbetrag	negative Differenz	Betrag der Differenz	positive Differenz
42mm	47mm	+ 5	3	2	
34 mm	43,5mm	+ 9,5		2	3
32mm	35,5mm	+ 3,5		2	3
36mm	42mm	+ 6	5	2,5	
45 mm	49mm	+ 4	6	3,5	
44 mm	57mm	+ 13	8,5	4	
48mm	48mm	+ 0	8,5	4	
28 mm	32,5mm	+ 4,5	8,5	4	
45 mm	53,5mm	+ 8,5		4	8,5
47mm	45mm	- 2	11	4,5	
38mm	40,5mm	+ 2,5	12	5	
42mm	46mm	+ 4	13	6	
47mm	51mm	+ 4	14	6,5	
41mm	34mm	- 7		7	8,5
39 mm	35mm	- 4	16	8,5	
42mm	48,5mm	+ 6,5	17	9,5	
42mm	40mm	- 2	18	13	
38 mm	39mm	+ 1	Rn 141,5		29,5 < 40

Abb. 10: Aortendurchmesser direkt nach Wrapping und zum Untersuchungszeitpunkt

Abb.11: Differenzbeträge

Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Betrag	-1	+2	+ 2	-2	- 2,5	- 3,5	-4	-4	-4
Rangskala	1	3	3	3	5	6	8,5	8,5	8,5
Nummer	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Betrag	+ 4	- 4,5	-5	-6	- 6,5	+ 7	- 8,5	- 9,5	- 13
Rangskala	8,5	11	12	13	14	15	16	17	18

Abb. 12: Ranglistenanordnung der Differenzbeträge

4. Diskussion

4.1 Aortenwrapping im Vergleich mit den Standardmethoden

Aortenaneurysmen werden meist durch eine erhöhte Wandbelastung verursacht und können aufgrund der erhöhten mechanischen Belastung, die auf die Aortenwand im Falle einer Aneurysmabildung einwirkt, rupturieren. Die bei Dilatation der Aorta ascendens auftretende vermehrte Wandspannung ist gemäß dem Gesetz nach Laplace direkt proportional dem Aortendurchmesser sowie indirekt proportional der Wandstärke. [11]

Ziel der operativen Korrektur der Aortenaneurysmen ist die Reduktion der Wandspannung durch Verringerung des Aortendurchmessers sowie die Verhinderung einer drohenden Ruptur durch Stabilisierung der Aortenwand. Diese Zielsetzung kann einerseits durch eine externe Wandstabilisierung mit zusätzlicher Raffung und Umfangsreduktion mittels Aortenwrapping oder aber durch einen Ersatz des betroffenen Abschnittes erreicht werden. Die konventionelle Methode, die erhöhte Wandspannung und den verursachenden mechanischen Stress zu reduzieren und damit eine Ruptur zu verhindern, ist der operative Ersatz des dilatierten Aortenabschnittes mittels einer geeigneten synthetischen Gefäßprothese.[14]

Die gängige Operationstechnik zum Ersatz der Aorta ascendens in Kombination mit einem Aortenklappenersatz stellt seit 1968 das von Hugh Bentall eingeführte Verfahren dar, welches in den nachfolgenden Jahren vielfältig modifiziert und weiterentwickelt wurde. [7][43]

Gott et al. [27] berichten über eine 24-jährige Therapieerfahrung mit diesem Verfahren bei Marfan-Patienten. Im Zeitraum zwischen 1976 und 2000 wurden 232 Marfan-Patienten mit der Operationstechnik nach Bentall bei durch den Fibrillindefekt bedingten Aortenaneurysmen behandelt. Die 30-Tages-Mortalität betrug in diesen Fällen 0%. Lediglich bei den notfallmäßig operierten Patienten traten zwei Todesfälle in der frühen postoperativen Phase auf. Bis zum Jahre 2002 lebten noch 83% der Patienten, eine beachtliche Zahl, wenn man bedenkt, dass vor Einführung dieser Operations-

technik [7], die Lebenserwartung der Marfanpatienten vor allem durch die vaskulären Komplikationen, insbesondere durch die Aortenaneurysmen mit nachfolgender Ruptur beträchtlich limitiert war. Im Jahr 1999 veröffentlichte derselbe Autor im New England Journal seine Langzeitergebnisse für eine Fallzahl von 675 Marfanpatienten. Die Ergebnisse zeigen ebenfalls eine sehr niedrige Operationsmortalität für den elektiven Ersatz der Aortenwurzel, eine deutlich höhere Mortalität jedoch für die Patienten mit Notfalleingriffen. Da nahezu 50% der untersuchten Patienten zum Operationszeitpunkt bereits einen Aortendurchmesser von 65 mm oder mehr aufwiesen, erwähnt der Autor die Möglichkeit eines prophylaktischen Aortenwurzeleratzes zu einem früheren Zeitpunkt. [28]

In einer aktuellen Arbeit berichten Aomi et al. über 20 Jahre Erfahrung mit dem Bentall-Verfahren. Es wurden die Langzeitergebnisse von 193 Patienten über einen Untersuchungszeitraum von 19 Jahren zusammengestellt. Hierbei wurden Patienten mit und ohne Marfansyndrom sowie Patienten mit und ohne Aortendissektion in unterschiedliche Gruppen eingeteilt. Die 10-Jahres-Überlebensrate betrug in allen Gruppen 71,5%, die Freiheit von Reoperationen wurde mit 76,5% bestimmt. Die Rate von erforderlichen Reoperationen sowie im postoperativen Verlauf aufgetretenen kardiovaskulären Ereignissen war in den Gruppen der Patienten mit Marfansyndrom sowie Aortendissektion signifikant höher. [2]

Eine Studie von Houel et al. vergleicht die Methode nach Bentall mit dem separaten Ersatz von Aorta ascendens und Aortenklappe. Hierbei ergab sich im Langzeitverlauf eine deutlich niedrigere Komplikationsrate für das Kombinationsverfahren nach Bentall. Es ließen sich jedoch keine signifikanten Unterschiede die Langzeitmortalität betreffend erheben. [37]

Genauere Zahlen liefert die Arbeit von Gelsomino et al., die bei 72 Patienten einen Aortenwurzeleratz nach Bentall durchführten. Es konnte hierbei eine 30-Tagesmortalität von 5,5%, eine frühe Mortalitätsrate von 0% sowie eine 16-Jahresüberlebensrate von 91,7% erzielt werden. Reoperationen waren nicht erforderlich. Die Autoren bezeichnen aufgrund der erhaltenen

Ergebnisse das Verfahren nach Bentall als die Methode der Wahl für den Aortenwurzelsatz mit Reimplantation der Koronarien. [24]

Weitere Publikationen bestätigen den Stellenwert und die guten Langzeitergebnisse der Standardmethoden, erwähnen jedoch auch die Notwendigkeit eines genauen Vergleiches mit neueren Verfahren. [31]

Mag auch diese Methode bei der Mehrzahl der Patienten das Verfahren der Wahl sein, so kann doch bei geeigneten anatomischen Gegebenheiten auch eine wandverstärkende und umfangreduzierende Aortoplastik (Wrapping) ausreichend sein. Durch Ummantelung und Raffung mittels einer Aortenprothese von extern gelingt es den Aortendurchmesser auf ein normales Maß zu reduzieren und so die für die Pathologie des Aortenaneurysmas entscheidende Wandspannung zu vermindern.

1971 publizierte F.Robicsek seine Technik der externen Wandstabilisierung der dilatierten Aorta mit Hilfe einer Dacron®-Prothese, die bis heute bei Patienten mit Aortenaneurysmen, wie auch im Rahmen der vorliegenden Studie geschehen, Anwendung findet. [63]

4.2 Methode nach Robicsek und deren Modifikationen

Robicsek, der seine Technik vor allem bei Patienten mit einer poststenotischen Aortendilatation im Rahmen einer Aortenklappenerkrankung anwendet, beschreibt diese, nach der Erstveröffentlichung 1971, ausführlich in einer 1982 veröffentlichten Arbeit. Bei der Originalmethode wird, nachdem der Anschluss an die Herz-Lungen-Maschine in typischer Weise erfolgt ist, über eine longitudinale Inzision der Aortenwand zunächst der Klappenersatz durchgeführt. Hierbei werden die Kommissurenähte ebenfalls von innen nach außen durch die Aortenwand geführt und über Teflonplättchen fixiert. Die Nadeln werden vorerst belassen. Aus der vorderen Aortenwand wird dann über einen ovalären Schnitt ein Teil der Wand entfernt (Tailoring), sodass der Durchmesser der Aortenwand wieder auf ein normales Maß minimiert wird. Anschließend wird die Aortenwand mit einer fortlaufenden Prolenaht verschlossen. Nach dem Abgang aus dem kardiopulmonalen Bypass erfolgt nun die Auswahl einer geeigneten tubulären Dacron®-

Prothese, die longitudinal eröffnet, entsprechend des Verlaufes der Aorta ascendens zugeschnitten und dann um die dilatierte Aorta geschlungen wird. Ferner wird auf Höhe des Abganges der linken Kranzarterie eine Inzision angelegt, um diese nicht durch die Prothese zu komprimieren. Im letzten Schritt werden die Ränder der um die Aorta geschlungenen Prothese adaptiert und mit nichtresorbierbarem Nahtmaterial verschlossen. Am proximalen Ende wird die Dacron®-Prothese auf Höhe der Aortenklappe mit den belassenen Kommissurnähten zusätzlich fixiert. Das dergestalt von Robicsek beschriebene Verfahren wurde mehrfach variiert und weiterentwickelt. [62]

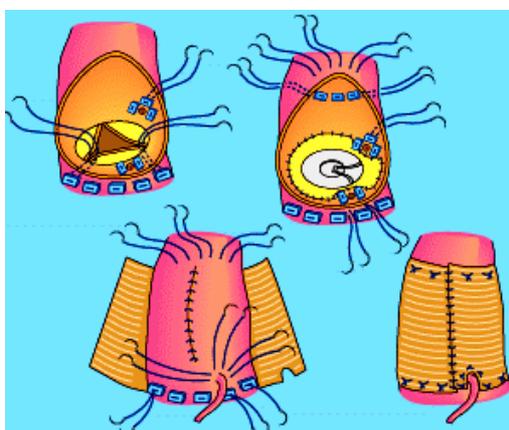


Abb.13 Grafische Darstellung der Technik des Aortenwrapping in Kombination Aortenklappenersatz

So berichten beispielsweise Milgalter et al.1991 von Erfahrungen mit einer Variante der externen Wandverstärkung, die im Langzeitverlauf ebenfalls zu erfolgreichen Ergebnissen geführt hatte. [51]

Um ein weiteres Beispiel für die Weiterentwicklung der Technik von Robicsek aufzuführen, sei noch eine von Renzulli et al. beschriebene Behandlungsform genannt, die sogenannte „waistcoat-aortoplasty“, die ohne Verwendung einer Kunststoffprothese auskommt und bei der die Verstärkung der gedehnten Aortenwand durch eine Doppelung und Raffung derselben bewirkt wird. [59]

Im Falle einer reinen aneurysmatischen Erweiterung der Aorta ascendens ohne Beteiligung der Klappe, ist auch eine Durchführung ohne Zuhilfenah-

me der extrakorporalen Zirkulation möglich, was insbesondere bei Hochrisikopatienten vorteilhaft ist. In diesem Fall wird zunächst die Aorta von der Pulmonalarterie gelöst. Anschließend wird der Durchmesser der Aortenbasis bestimmt, der im Idealfall zur Durchführung eines Wrapping zwischen 4,5cm und 5,5 cm liegen sollte. Eine entsprechende Dacron®-Prothese wird ausgewählt, longitudinal eröffnet und sanduhrförmig zugeschnitten. Unter Drehen des Dacron®-Gewebes um 90° wird selbiges um die Aorta gelegt und mittels Prolenenähten auf der Vorderseite so verschlossen, dass gleichzeitig eine Verringerung des Aortendurchmessers bewirkt wird. Im letzten Schritt muss die Prothese distal und proximal mit einigen Einzelknopfnähten fixiert werden, um ein Verrutschen zu verhindern. [51]

4.3 Operationsmethode der vorliegenden Studie

Im Gegensatz zu der von Robicsek ausgewählten und entwickelten Methode des Aortenwrapping wurde das Verfahren im Falle der an der Universitätsklinik Würzburg operierten Patienten in einer abgewandelten Form angewandt. An der Klinik für Herz- und Thoraxchirurgie der Universität Würzburg wurde die operative Umfangsreduktion bei Dilatation der Aorta ascendens meist im Anschluss an weitere Eingriffe am Herzen (Klappenersatz, Herzbybassoperation) durchgeführt. Nach dem Abgang aus dem kardiopulmonalen Bypass erfolgte zunächst die Freipräparation der Aorta von der Pulmonalarterie. Anschließend wurde eine geeignete Rohrprothese aus Dacron®-Gewebe longitudinal eröffnet, welche entsprechend des Verlaufes der Aorta ascendens zugeschnitten wurde. Das um 90° gedrehte Prothesenmaterial wurde anschließend um die Aorta ascendens geschlungen und ventral mittels einer fortlaufenden Prolenenahrt unter gleichzeitiger Raffung des erweiterten Gefäßes verschlossen. Die Umfangsreduktion wird hier also nicht wie bei Robicsek durch eine Teilresektion der Aortenwand, sondern lediglich durch externe Raffung mittels der elastischen Rohrprothese bewirkt. Zuletzt wurde die Prothese distal und proximal mit einigen

Einzelknopfnähten fixiert werden, um ein axiales Verrutschen zu verhindern.

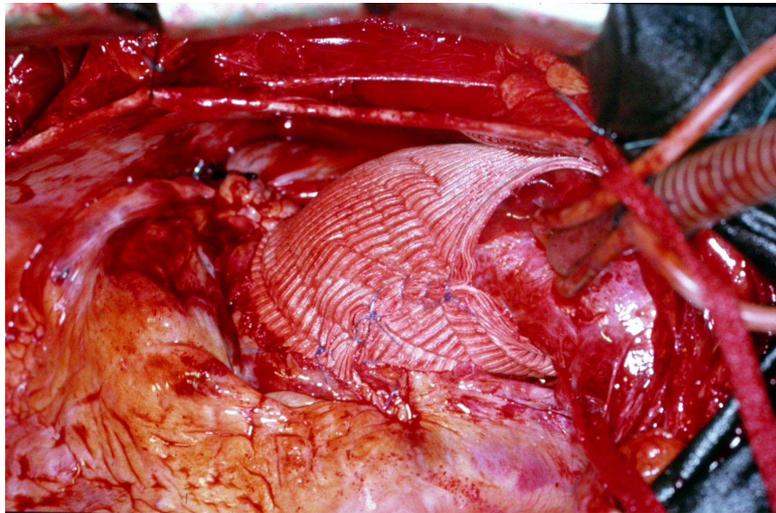


Abb. 14: OP-Situs bei Anwendung der Wrappingtechnik an der Klinik für Herz- und Thorax chirurgie Würzburg

4.4 Materialauswahl zum Aortenwrapping

Im gleichen Maße wie die Operationstechnik der externen Aortenstabilisierung im Laufe der Jahre variiert und weiterentwickelt wurde, wurden auch verschiedene Wrappingmaterialien erprobt, sodass bis zum heutigen Tag die verschiedensten Prothesenmaterialien Anwendung fanden. Die ersten Versuche der äußeren Umscheidung einer aneurysmatisch veränderten Hauptschlagader wurden mit Nylon unternommen. [3] Andere Arbeiten erwähnen die Verwendung von Zellophan, Gore-Tex sowie ferner, im Rahmen tierexperimenteller Studien die Versuche mit Rinderkollagen, Baumwolle, Muskelgewebe oder Polyvinylalkohol. [26], [51], [66]; In einer kürzlich erschienenen Arbeit wird auch von Erfahrungen mit Prolene- oder Marlexnetzen als Wrappingmaterial berichtet. [41] Das heute am häufigsten

benutzte Prothesenmaterial ist vor allem Dacron®, gefolgt von Teflon®.
[25][62]

Warum heute nahezu ausschließlich diese beiden Kunstfasern verwendet werden, lässt sich am ehesten erklären, wenn man die an ein Prothesenmaterial zu stellenden Anforderungen betrachtet. Biokompatibilität und Infektreisistenz des Materials sind zu fordern, um die immunologische Antwort und Entzündungsreaktion zu minimieren. Künstliche Stoffe, die biologisches Gewebe ersetzen sollen, müssen zudem eine definierte Stabilität aufweisen, um überhaupt die gewünschte Funktion im Organismus übernehmen zu können. [64] Dacron® oder Polyethylen-Terphthalat wird gestrickt oder gewebt als rohrförmige Gefäßprothese verwendet. An der inneren Oberfläche bildet sich ein Neoendothel aus Fibrin, welches dann die eigentliche Kontaktfläche zum Organismus darstellt. Um eine Blutdichtigkeit des Gewebes zu erreichen, mussten die Prothesen früher mit Fibrinkleber präpariert werden (Pre-Clotting). Die heute verwendeten Prothesen sind jedoch bereits durch Kollagenisierung vorbehandelt und daher primär blutdicht. [68]

Teflon® oder Polytetrafluorethylen (PTFE) ist aufgrund seiner hydrophoben Eigenschaften primär wasserdicht und benötigt kein Pre-Clotting. Obschon die neue Generation dieser Biopolymere präzise modellierte Oberflächenstrukturen besitzt, ist eine Leukozytenaktivierung im Sinne einer proinflammatorischen Reaktion als Folge einer Prothesenimplantation meist nicht zu verhindern. [22] Zu Beginn der Reaktion steht meist die durch Einsetzen des sterilen Gefäßmaterials ausgelöste Ausschüttung proinflammatorischer Zytokine wie TNF-alpha oder Elastase. Im weiteren Verlauf entwickelt sich eine persistierende, granulomatöse Gewebsreaktion, die auch zur Prothesendysfunktion führen kann. In einer tierexperimentellen Studie mit kleinkalibrigen Dacron®- und Teflon®- Prothesen fiel Dacron® durch eine vermehrte Gewebeaktivierung mit hochgradiger metaplastischer Transformation, entzündlicher Veränderung, teilweisem Abbau des Kunststoffes durch mehrkernige Riesenzellen sowie Pannusbildung im Anastomosenbereich auf. Die hohe Porosität des gestrickten Dacron® führte zu einer Verbreiterungs-

tendenz der Neointima. Bezüglich der Ansiedelung von Neoendothel unterschieden sich die beiden Prothesentypen allerdings nicht. [34]

Es ist jedoch anzumerken, dass die Studien sich jeweils nur auf Prothesen mit ständigem Blutkontakt beziehen. Inwieweit die erzielten Ergebnisse auch bei einer externen Umscheidung der Aorta eine Rolle spielen ist daher nicht geklärt.

Abschließend soll nicht unerwähnt bleiben, dass Polyethylen-Terphthalat-Prothesen deutlich kostengünstiger als PTFE-Prothesen sind.

4.5 Diagnostik

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurde zur präoperativen Diagnostik bei Aortenaneurysma vorwiegend die Echokardiographie angewandt. Bei den Patienten, die aufgrund einer bestehenden koronaren Herzerkrankung einer Herzbypassoperation zugeführt wurden, war die Diagnose einer Aortendilatation in einigen Fällen auch ein intraoperativer Zufallsbefund.

Generell sollte präoperativ bei allen Patienten, die zu einer Operation am Herzen anstehen eine Echokardiographie zur Bestimmung des Durchmessers der Aorta ascendens sowie zur Beurteilung von Klappen- und Pumpfunktion des Herzens durchgeführt werden. Die Echokardiographie stellt ein nicht-invasives, kostengünstiges und breit verfügbares Diagnostikum dar, das sowohl zum präoperativen Screening als auch für postoperative Kontrollen bei operierten Aortenaneurysmen unentbehrlich ist. Mit der transthorakalen Echokardiographie lässt sich die Aorta ascendens meist gut einsehen und der für die Diagnostik eines Aortenaneurysmas relevante Aortendurchmesser lässt sich problemlos und ohne großen Zeitaufwand bestimmen. Ferner kann im gleichen Untersuchungsgang die Morphologie der Herzklappen beurteilt werden. Auch in Studien bezüglich Sensitivität und Spezifität erzielte die Echokardiographie gute Ergebnisse. [74]

Da aneurysmatische Erweiterungen der Aorta besonders bei älteren Patienten häufig arteriosklerotischer Genese sind, ist eine präoperative Herzkatheteruntersuchung zum Ausschluss einer begleitenden, eventuell ebenfalls Behandlungswürdigen, koronaren Herzerkrankung unbedingt erforderlich.

Wenn auch als bildgebendes Verfahren für Erkrankungen der thorakalen Aorta hervorragend geeignet, so erbringt die präoperative Durchführung einer Magnetresonanztomographie nur wenig mehr Informationen bezüglich des für die Operationsindikation zu bestimmenden Aortendurchmessers und ist zudem aufwendiger und deutlich kostenintensiver.

Die Magnetresonanztomographie ermöglicht jedoch bei der Darstellung pathologischer Prozesse der thorakalen Aorta nicht nur ein genaueres Bild von Grösse und Lage und durch Anfertigung sequentieller transversaler und sagittaler Schichtaufnahmen die Bestimmung der longitudinalen Ausdehnung, sondern auch den Ausschluss von anatomischen Varianten, der Beteiligung von Bogenabgangsarterien sowie eventueller periaortaler Hämatome oder Leckagen.[36][48] Eine weitere Besonderheit der Magnetresonanztomographie besteht in der Tatsache, dass mit diesem bildgebenden Verfahren nicht nur morphologische Strukturen erfasst, sondern auch Funktionsanalysen wie beispielsweise die im Rahmen der vorliegenden Arbeit angefertigten Cine-Sequenzen ohne Kontrastmittelbedarf durchgeführt werden können. Mit dieser EKG-getriggerten Darstellung des Blutflusses im entsprechenden Gefäßabschnitt gelingt es, das dynamische Verhalten der Aortenwand im Verlauf der Herzaktion zu erfassen.[33] Durch Anwendung weiterführender MRT-Methoden kann das postoperative Ergebnis nach einer Wrappingoperation auch in Hinblick auf ein mögliches Verrutschen der Prothese überprüft werden. In der Literatur werden ferner die Messung der „flow wave velocity“ sowie der lokalen Dehnbarkeit mittels MRT zur Bestimmung der Elastizität der Aortenwand beschrieben. [53] [20]

Der frühere Goldstandard zur Diagnostik von pathologischen Prozessen der thorakalen Gefäße, die Angiographie, ermöglicht nicht in gleichem Umfang wie die Magnetresonanztomographie eine Abklärung der aneurysmatischen Veränderungen, liefert sie doch lediglich Informationen über die longitudinale Ausdehnung, den maximalen Gefäßdurchmesser sowie die Beziehung zu den Bogenabgangsarterien, nicht jedoch über eventuelle periaortale Hämatome, die äußere Ausdehnung des Aneurysmas sowie die Auswirkung auf benachbarte Strukturen. Zusätzlich geht die Durchführung einer Angiographie mit einer nicht

unerheblichen Strahlen- und Kontrastmittelbelastung für den Patienten einher.
[36]

4.6 Indikation und Kontraindikation

Auch wenn die Technik der externen Stabilisierung prinzipiell nicht nur für erworbene, arteriosklerotische Aortenaneurysmen, sondern auch im Falle von Dilatationen bei zystischer Medianekrose vom Typ Erdheim-Gsell, dem Marfansyndrom und für Erweiterungen im Sinne einer mit einer Klappenerkrankung assoziierten, poststenotischen Dilatation geeignet ist, so ist die Methode jedoch sicherlich nicht für alle Patienten in gleichem Maße von Vorteil. [62]

Die Indikation zum Aortenwrapping wird in der Literatur teilweise recht kontrovers diskutiert.

Robicsek hält aufgrund seiner Erfahrung mit 104 operierten Patienten kleine, fusiforme Aneurysmen der abdominellen Aorta, kleine und mittelgroße Aneurysmen der thorakalen Aorta, ungünstig lokalisierte Aneurysmen bei sehr alten und debilen Patienten sowie eine generalisierte, diffuse Dilatation des Aortenbogens als geeignet zur Durchführung eines Wrapping. [62]

Ebenso konnte Robicsek zu dieser Zeit über Erfahrungen in einigen Fällen berichten, in denen er Patienten bei poststenotischer Dilatation im Rahmen einer Aortenklappenstenose mittels Wrapping erfolgreich behandelt hatte. [61][62]

Als Kontraindikationen für die von ihm propagierte Technik nennt er unregelmäßige, dissezierende und rupturierte Aneurysmen, sowie solche von extrem großem Durchmesser. In einem Kommentar zu einer späteren Arbeit von Cotrufo et al. über das Thema präzisiert Robicsek die Indikationen für eine externe Ummantelung der Aorta ascendens. Ausreichend sei die Aortoplastie einerseits für Patienten, welche aufgrund einer begrenzten Lebenserwartung ein nur geringes Risiko für eine Redilatation aufweisen. Desweiteren führt er die poststenotische Dilatation der Aorta ascendens als besonders geeignete Indikation auf, bei der nach Ersatz der Aortenklappe

und Normalisierung des transvalvulären Gradienten das Risiko für eine weitere Dilatation mit konsekutiver Ruptur als sehr gering eingeschätzt werden kann. [14]

Auch im Falle von jüngeren Patienten mit Bindegewebserkrankungen wie dem Marfansyndrom sei eine Aortenraffung zur Minderung des Rupturrisikos bei mittleren bis schweren Dilatationen gut geeignet, es müsse jedoch darauf geachtet werden, dass die Fixation der verwendeten Prothese besonders sorgfältig durchgeführt werde.

Milgalter et al. grenzen das für eine externe Aortenstabilisierung in Frage kommende Patientenspektrum auf jene ein, die sich einer Aortenklappenoperation zu unterziehen haben und zugleich eine äußerst dünnwandige oder stark arteriosklerotisch veränderte Aorta aufweisen. Ebenso könne das Verfahren bei Patienten mit einem isolierten Aneurysma der Aorta ascendens in Kombination mit einer Raffung des aneurysmatischen Gefäßes Anwendung finden. [51]

In einem 2002 erschienenen Artikel von Karkos diskutiert der Autor, inwieweit die Methode des Wrapping in der Zeit der modernen Endovaskularchirurgie noch einen Stellenwert habe. Karkos beschreibt hier, dass es trotz modernster Methoden noch immer Patienten gäbe, die aufgrund begleitender Risikofaktoren weder für einen offenen Aortenersatz noch für einen Endovaskuläreingriff geeignet wären.[41] In diesem Fall wäre eine Vorgehensweise wie beim externen Wrapping ein in Frage kommendes Verfahren. Ferner ist die Durchführung eines Aortenwrappings prinzipiell ohne Einsatz der Herz-Lungen-Maschine durchführbar, was gerade bei multimorbiden und kardio-pulmonal vorgeschädigten Patienten, für die die extrakorporale Zirkulation eine erhebliche Belastung darstellt, von Vorteil. Grundsätzlich ist jedoch anzumerken, dass das endovaskuläre Stenting der Aorta ascendens bisher keinen Eingang als Standardverfahren gefunden hat.

Bezüglich der Kontraindikationen herrscht in der vorliegenden Literatur jedoch weitestgehend Einigkeit - im Falle von Aneurysmen extrem großen Durchmessers, bei Rupturgefahr und bei akuten Aortendissektionen, auch wenn vereinzelt in der Literatur berichtet, ist die Ummantelung der Aorta nicht

das Verfahren der Wahl, es sollte in diesen Fällen stets ein Gefässersatz durchgeführt werden.

4.7 Indikationsstellung im Rahmen der vorliegenden Arbeit

An der Klinik für Herz- und Thoraxchirurgie der Universität Würzburg galt im Rahmen der vorliegenden Arbeit ein intraoperativ ermittelter Aortendurchmesser von 4,5 bis 5,5 cm als Indikation zur Durchführung eines Aortenwrappings. Im vorliegenden Patientengut mussten sich 15 Patienten aufgrund einer Aortenklappenerkrankung einer Klappenersatzoperation unterziehen. Gerade in Zusammenhang mit einem Aortenklappenersatz bei Aortenstenose kann das Wrapping der Aorta ascendens zur Behandlung der häufig bestehenden poststenotischen Dilatation mit Erweiterung des Klappenringes erfolgreich angewendet werden. Im Vergleich zum vollständigen Ersatz von Klappe und dilatiertem Gefäßabschnitt, beispielsweise durch ein klappentragendes Conduit, kann beim Wrapping der Aorta auf eine Reinsertion der Koronarien verzichtet werden. Dies ist insofern wünschenswert, da die Reinsertionsanastomosen als potentielle Blutungsquellen Komplikationen verursachen können. Des Weiteren lässt sich dadurch die Zeit der extrakorporalen Zirkulation sowie die myokardiale Ischämiezeit erheblich reduzieren. Da ein Aortenwrapping bei reinen Aortenaneurysmen prinzipiell ohne Einsatz einer extrakorporalen Zirkulation anwendbar ist, stellt die Methode der externen Stabilisierung der Aortenwand gerade für Hochrisiko-Patienten eine schonende Alternative dar.

Trotz der positiven Aspekte bleibt im Einzelfall zu entscheiden, ob ein Wrapping für den Patienten von Vorteil ist und der gewünschte Operationserfolg ebenso sicher erreicht werden kann wie mit einem Gefässersatz.

4.8. Diskussion der Ergebnisse

4.8.1 Umfangsreduktion

Bei der tabellarischen Gegenüberstellung der vor und direkt nach Wrapping ermittelten Aortendurchmesser wird ersichtlich, dass das primäre Ziel der Aortenraffung, nämlich eine Reduzierung des Aortendurchmessers, in allen Fällen erreicht wurde. (siehe Tabelle 2). Die Entwicklung des Operationsergebnisses im Verlauf des Untersuchungszeitraumes wurde sowohl durch die Echokardiographie als auch mittels der magnetresonanztomographischen Aufnahmen überprüft und im Vergleich beurteilt, um eine Aussage über die Langzeiterfolge des Operationsverfahrens treffen zu können. Zum Untersuchungszeitpunkt bestand bei 90% der Patienten ein im Vergleich zum präoperativen Wert reduzierter Aortendurchmesser.

4.8.2 Zunahme des Aortendurchmessers im Follow-up

Im Mittel ergab sich im Verlauf des Untersuchungszeitraumes eine echokardiografisch ermittelte Zunahme des Gefäßdurchmessers um 2,1 mm. Der größte zu verzeichnende Zuwachs des Durchmessers im Echo betrug 7 mm. Die echokardiographisch ermittelten Werte stimmten nicht exakt mit den magnetresonanztomographischen Daten überein, jedoch bewegten sie sich in der gleichen Größenordnung, sodass die mit den beiden verschiedenen diagnostischen Verfahren erzielten Ergebnisse bezüglich der Ermittlung der Gefäßdurchmesser von vergleichbarer Wertigkeit sind und keinen klinisch relevanten Unterschied aufweisen. Eine Korrelation der zum Untersuchungszeitraum ermittelten Aortendurchmesser mit dem Untersuchungszeitraum konnte nicht festgestellt werden.

Die statistische Aufarbeitung der Ergebnisse ergab zwar, dass die im Verlauf entstandenen Differenzen des Aortendurchmessers einem signifikanten Zuwachs entsprechen. Die aufgetretene Zunahme des Gefäßkalibers ist jedoch mit einem errechneten Mittelwert von 2,1 mm als sehr gering zu betrachten und für die klinische Prognose des Patienten und das erfolgreiche Ergebnis der Operation sicherlich nicht von klinischer Relevanz. Zudem

ist eine Schwankung des gemessenen Wertes im Millimeterbereich durch Messfehler und Messungenauigkeit durchaus erklärbar.

4.8.3 Allgemeine Komplikationen

Bezüglich des intra- und postoperativen Verlauf traten bei den im Rahmen der vorliegenden Studie untersuchten Patienten folgende Komplikationen auf: Ein Patient musste aufgrund von Nachblutungen zweimalig revidiert werden, wobei in diesem Fall kein kausaler Zusammenhang mit dem Wrapping, sondern vielmehr mit der im gleichen Eingriff durchgeführten Bypassoperation bestand. Weitere dokumentierte postoperative Komplikationen waren Rhythmusstörungen, Perikarderguss, low-output Syndrom, sowie in einem Fall ein Kleinhirnsinsult. Fälle von späterer Aortenruptur nach Wrapping traten im Rahmen der vorliegenden Studie bei einem Nachuntersuchungszeitraum von maximal 162 Monaten nicht auf, werden in der Literatur jedoch beschrieben.

Dhillon et al. berichten über ein Kontingent von 14 Patienten, die im Falle von Aneurysmen des distalen Aortenbogens, der Aorta descendens sowie der abdominellen Aorta mit einer externen Wandstabilisierung mittels Dacron®-Prothese behandelt wurden. Von den zwölf überlebenden Patienten erlitten 3 zwischen 6 und 36 Monaten postoperativ eine Aortenruptur, wobei die Ruptur die gesamte, durch das Wrapping verstärkte Aortenwand durchbrach. Nebenbefundlich entstanden hierbei aortobronchiale und aortoösophageale Fisteln. Es ist jedoch hinzuzufügen, dass eine derart ungewöhnlich hohe Komplikationsrate in der gesamten vorliegenden Literatur ansonsten keine Erwähnung findet. [18]

Robicsek, der wohl über die größte Erfahrung mit dem Aortenwrapping verfügen dürfte, berichtet hingegen von einer äußerst geringen Operationsmortalität und lediglich über einen Fall von Ruptur nach Wrappingoperation bei einem Kontingent von über 100 Patienten und einem Untersuchungsintervall von über 12 Jahren. [62]

In einer 2001 veröffentlichten Studie beschreiben Alexiou et al. die Behandlung von 65 Marfanpatienten mit einer Aortenwurzelsersatztechnik (in über

90% der Fälle mit dem Bentall-Verfahren). 45 der Patienten hatten ein chronisches Aortenaneurysma, 20 Patienten litten jedoch unter einer Typ A Dissektion, die in 16 Fällen akut war. Die Operationsmortalität betrug 6,1%; Thrombembolische Ereignisse, Nachblutungen sowie Endokarditis traten in 0,9%, 0,9% und 0,2% der Fälle (gerechnet pro Patientenjahr) auf. Fünf Patienten mussten reoperiert werden. [1]

Eine andere Arbeit nennt für einen elektiven Ersatz der Aorta ascendens mit Ersatz oder Rekonstruktion der Aortenklappe ein Sterblichkeitsrisiko von weniger als 5%. Das Morbiditätsrisiko werde im Wesentlichen durch die Begleiterkrankungen des Patienten bestimmt. In 5-15% der Fälle seien neurologische Komplikationen aufgetreten, die aber zum grossen Teil reversibel waren. [65]

4.8.4 Prothesendislokation und Einzelfallbeschreibung

In der Gruppe der 20 an der Universitätsklinik Würzburg nachuntersuchten Patienten fiel insbesondere ein Patient auf, bei dem innerhalb des Untersuchungszeitraumes von 33 Monaten eine deutliche Redilatation der Aorta ascendens entstanden war. Präoperativ bestand in diesem Fall eine Dilatation von 63 mm, wobei hier eine histologisch gesicherte zystische Medianekrose vom Typ Erdheim-Gsell als ursächlich zu betrachten war. Mittels externer Stabilisierung und Raffung der aneurysmatisch veränderten Aorta (Wrapping) gelang eine Verkleinerung auf direkt postoperativ 44 mm. Die massive Redilatation im Zeitraum von nur 33 Monaten bei subjektiver Beschwerdefreiheit des Patienten ließ zunächst die Frage aufkommen, ob die zugrundeliegende Bindegewebserkrankung für den in diesem Fall nicht langfristig anhaltenden Erfolg der Wrappingmethode verantwortlich zu machen sei.

Auch wenn der Pathomechanismus und die Ätiologie der zystischen Medianekrose noch nicht gänzlich erforscht sind, so ist doch die Progredienz der histologischen Veränderungen hinreichend bekannt. Eine Redilatation durch das Fortschreiten der Gewebsveränderungen wäre jedoch nur dann vorstellbar, sollte sich die, um die erweiterte Aorta platzierte Dacron®-Prothese

verschoben haben. Möglichkeiten der Erklärung der Redilatation im aufgeführten Fall wären einerseits eine Prothesendislokation durch Insuffizienz der fortlaufenden ventral verschließenden Prolenenaht oder durch Lockerung der proximalen Prothesenfixierung mit konsekutivem Verrutschen oder Zusammenschieben der Dacron®-Prothese. Beide Erklärungsversuche lassen sich retrospektiv nicht eindeutig werten. Auch die angefertigten MRT-Bilder lassen in diesem Fall keine eindeutige Interpretation zu.

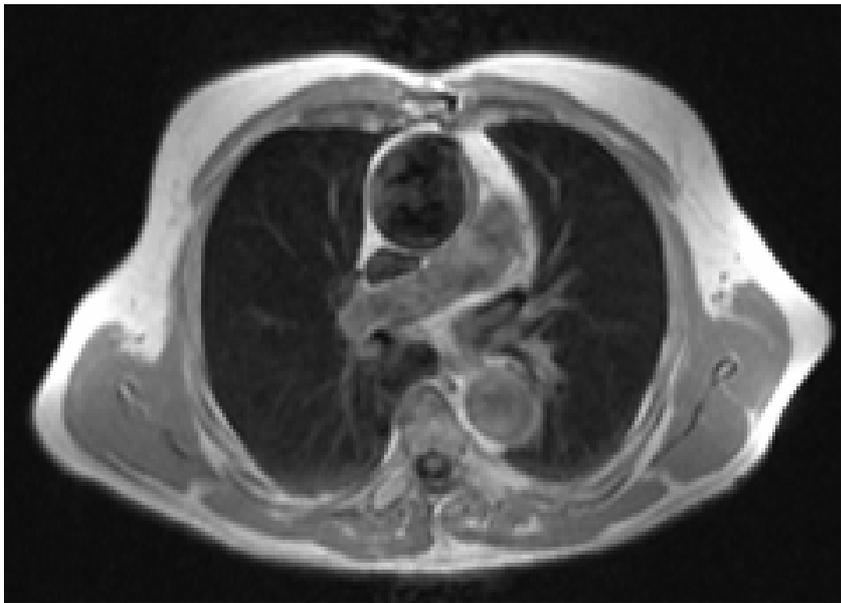


Abb.15: MRT –Darstellung eines Patienten mit Redilatation der Aorta ascendens nach Wrapping

Ein im Jahr 2003 erschienener case report beschreibt einen ähnlichen Fall, bei dem im Rahmen einer wenige Jahre nach Aortenklappenersatz und Wrapping durchgeführten Herzbybypassoperation eine komplette Prothesendislokation mit nachfolgender Wanderosion und paravalvulärer Leckage auffiel. Ursächlich wurde hier eine ungenügende proximale Prothesenfixierung angesehen. [6]

Generell scheidet eine Degeneration des verwendeten Prothesenmaterials aufgrund der funktionellen Eigenschaften von Dacron®-Gewebe als Ursache

einer erneuten Aufweitung der Aortenwand aus, wie entsprechende Untersuchungen bewiesen haben. [54][63]

4.8.5 Aufhebung der Windkesselfunktion und deren Folgen

Mit der im Rahmen der Magnetresonanztomographie durchgeführten Cine-Angiographie gelang es, einen Eindruck über die nach einem Wrapping verbleibende Dynamik der Aortenwand zu erhalten. Hierzu wurden EKG-getriggert jeweils acht Aufnahmen im Verlauf einer Herzaktion erstellt. Die auf definierter Höhe der Einmündung der Pulmonalvenen gemessenen maximalen systolischen und minimalen diastolischen Aortendurchmesser wurden einander gegenübergestellt und bezüglich auftretender Schwankungen beurteilt. Wie bei der Beschaffenheit des Rohrprothesenmaterials nicht anders zu erwarten, ergab sich in den meisten Fällen keine oder aber eine nur ganz geringe Schwankungsbreite. In einem Fall zeigte sich dennoch eine Differenz zwischen systolischem und diastolischem Wert von 4 mm, in drei Fällen von 2 mm. In 80% der Fälle ergab sich jedoch keine wertbare Kaliberschwankung. Dies bedeutet hinsichtlich der Kreislaufdynamik eine völlige Aufhebung der Windkesselfunktion, ein Aspekt, der auf den ersten Blick nachteilig erscheinen mag, jedoch in keinem der untersuchten Fälle zu einer klinischen Symptomatik führte. In einer Studie von Nollen et al. wurde bei 133 Marfan-Patienten mit und ohne Aortenwurzelersatz die Elastizität der gesamten Aortenwand mittels im MRT durchgeführter Messungen verglichen. Es ergaben sich keine signifikanten Unterschiede der Elastizität der Aorta der Patienten mit erfolgten Aortenwurzelersatz im Vergleich zu den Patienten, welche nicht operiert worden waren. [53]

Einige experimentelle Studien beschäftigen sich zudem mit den Auswirkungen einer aufgehobenen Windkesselfunktion auf die Morphologie der Gefäßwand sowie auf die aortale Eingangsimpedanz. [4] [9]

Tropea et al. stellen in ihrer 2001 veröffentlichten Arbeit die Hypothese auf, daß eine reduzierte Aortenwandbewegung bei gleichzeitig bestehendem Hypertonus zu einer reduzierten Plaquebildung führen könnte. Im Tiermodell

wurde diese These überprüft und hierzu bei 26 Kaninchen mittels Aortenbanding ein artefizieller Hypertonus ausgelöst, über drei Wochen eine cholesterinreiche Diät gefüttert sowie bei der Hälfte der Versuchstiere durch ein externes Aortenwrapping die Aortenwandbeweglichkeit auf ein Minimum reduziert. Es zeigte sich, daß das Wrapping der Gefäße und damit eine lokale Reduktion der Aortenwandbeweglichkeit eine Intimaverdickung und Plaquebildung trotz des bestehenden Hypertonus signifikant reduziert hatte. Der Autoren ziehen aus diesen Ergebnissen die Schlußfolgerung, daß die zyklische Bewegungsart der Arterienwand möglicherweise die Zellproliferation und Lipidaufnahmefähigkeit der Intima zumindest in vitro stimuliert und damit auch die Progredienz einer Arteriosklerose. [9]

In einer Studie, die 2001 von Bauer et al. veröffentlicht wurde, wird ein neben der Umfangsreduktion weiterer positiver Aspekt des Aortenwrappings bzw. einer Reduktionsaortoplastik beschrieben. Demnach tendieren Patienten mit bikuspiden Aortenklappen im Verlauf der Entwicklung einer Klappenstenose auch zu einer Erweiterung der Aorta ascendens. Im Rahmen der Studie wurde hier bei 115 Patienten mit bikuspiden Aortenklappen die Aorta ascendens operativ im Umfang reduziert, wobei diese Technik in 9 Fällen noch mit einem externen Wrapping kombiniert wurde. Mit dieser Methode wurden gute Langzeitergebnisse erzielt, eine poststenotische Dilatation konnte mittels Aortoplastik und Wrapping langfristig verhindert werden. [5][19][26]

4.9 Alternative Operationsmethoden bei Ektasie der Aorta ascendens

Es sollen an dieser Stelle auch neuere Operationstechniken, wie etwa die Methoden nach T. David und M. Yacoub nicht unerwähnt bleiben, da sie in den letzten Jahren im Zusammenhang mit der operativen Behandlung der aortoannulären Ektasie ihren festen Stellenwert erhalten haben. Voraussetzungen sind eine morphologisch weitgehend intakte Aortenklappe bei der die Insuffizienz vor allem durch die Erweiterung des sinutubulären Überganges und/oder Erweiterung der Sinus valsalvae bedingt ist. Die operative Technik ist klappenerhaltend mit Implantation einer suprakoronaren Gefäßprothese und gegebenenfalls Ersatz des akoronaren Sinus valsalvae (Abb.16).

Sind die koronaren Sinus ebenfalls erweitert, ist eine infrakoronare Prothesenimplantation mit Reinsertion der Koronarostien möglich. Zusätzlich werden die Kommissuren der nativen Klappe in der Prothese neu „aufgehängt“ bzw. der Aortenannulus selbst durch eine Annuloplastie verkleinert. (Abb. 17).

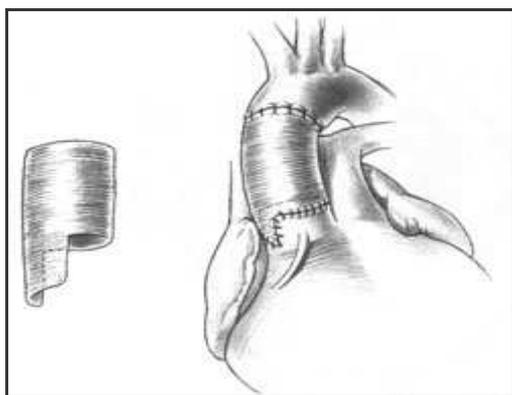


Abb.16 suprakoronarer Ascendensersatz

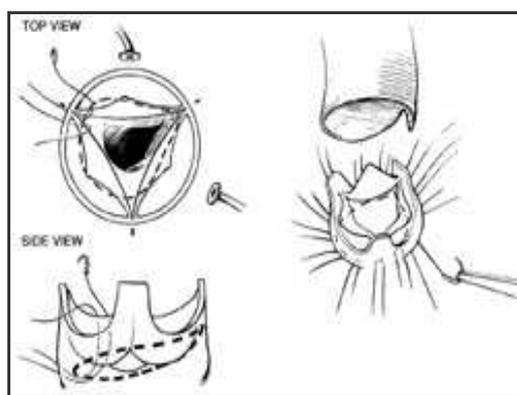


Abb.17 infrakoronarer Ascendensersatz

In einer 2001 publizierten zusammenfassenden Arbeit beschreibt Yacoub seine 22-jährige Erfahrung mit 158 operierten Patienten. Die vom Autor entwickelte Operationsmethode sieht vor, den durch Aneurysma oder Dissektion dilatierten sinutubulären Übergang zunächst zu resezieren, um ihn dann mittels End-zu-End-Anastomose durch eine entsprechend zugeschnittene Dacronprothese zu ersetzen. Durch Ersatz des erweiterten sinutubulären Übergangs wird eine kompetente Funktion der Aortenklappe erreicht. Perioperativ traten bei den von Yacoub operierten Patienten 5 Todesfälle auf, die Zehn- Jahresüberlebensrate betrug bei den akut operierten Patienten 79%, bei den elektiv Operierten 82%. Die 10-Jahres-Reoperationsrate betrug 3%. Nach 15 Jahren zeigte sich bei 63% der Patienten keine, in 33% der Fälle eine milde Aortenklappeninsuffizienz und nur bei 3% eine hochgradige Insuffizienz. [73]

Mit der klappenerhaltenden Operationstechnik nach T. David, erstmals publiziert 1992, konnten ebenfalls hervorragende Ergebnisse erzielt werden. In der Originalarbeit von T. David beschreibt der Autor seine neue Operationstechnik als Methode für Patienten mit annuloaortaler Ektasie oder Dilatation der Aortenwurzel. Im Vergleich zu der Methode von Yacoub wird die Aortenprothese über den Aortenannulus gestülpt, unterhalb des Klappenrandes mit U-Nähten fixiert und anschließend erfolgt die Einnahm der getrimmten Aortenklappe in die Dacronprothese in fortlaufender Nahttechnik. Die Reinsertion der Koronarostien ist obligat. Es traten bei den ersten 10 Patienten, die mit dieser Methode behandelt wurden keine Todesfälle im postoperativen Verlauf auf. [15] In einer im Jahr 2001 publizierten Arbeit beschreibt T. David die Ergebnisse aus seiner 13-jährigen Erfahrung mit dieser Methode. Er unterscheidet zwei Patientengruppen, jene mit einem Ascendensaneurysma und begleitender Aorteninsuffizienz, sowie Patienten mit einem reinen Aortenwurzelaneurysma. Bei ersterer Gruppe erfolgte ein Aortenersatz und so eine Umfangsreduzierung des sinutubulären Übergangs mit Resuspension der nativen Klappe; bei der zweiten Gruppe wurde die Aortenwurzel rekonstruiert und die Klappe reimplantiert. Die 5-Jahresüberlebensrate betrug in Gruppe 1 68%, in Gruppe 2 88%. Die Reoperationsrate betrug 1% in 5 Jahren, 90% der Patienten entwickelten keine Aorteninsuffizienz mehr. [16][17]

Die Problematik der hier beschriebenen Verfahren liegt im Ersatz der koronaren Sinus und in der erforderlichen Reimplantation der Koronarostien, was mit einer deutlich erhöhten Blutungsgefahr einhergeht. Zudem haben die beschriebenen Techniken eine recht enge Indikationsstellung und sind primär im Falle von annuloaortaler Ektasie und bei Erweiterungen der Aortenwurzel anzuwenden. [40]

4.10 Schlussfolgerung

Zusammenfassend sind alle genannten Methoden zur operativen Therapie im Falle von Aneurysmen der Aorta ascendens sowohl geeignet als auch effektiv. Es bleibt die Frage, welchen Stellenwert das Aortenwrapping unter

diesen doch insgesamt recht erfolgreichen und auch relativ komplikationsarmen Verfahren haben kann. Generelle Empfehlungen fallen hier schwer, eine mögliche Leitlinie versuchen beispielsweise Konstantinov et al. zu geben, die vorschlagen, die Bentall-Methode im Falle von Aortenaneurysmen mit begleitender Aortenklappeninsuffizienz degenerativen Ursprunges anzuwenden, aortoplastische Verfahren hingegen eher dann vorzuziehen, wenn die Arteriosklerose der Erweiterung zugrunde liegt und die Aortenwand degenerativ verändert ist. [45]

Robicsek empfiehlt die Aortoplastik generell bei Aortenklappenstenosen mit poststenotischer Dilatation in Kombination mit dem Aortenklappenersatz. Geeignet sei das Verfahren ferner auch im Falle von Aortendilatationen bei Bindegewebserkrankungen. Auch bei annuloaortaler Ektasie sei ein Remodelling der Aorta ascendens möglich, allerdings nur in ausgewählten Fällen. [14]

Kuroczynski et al. nennen als Hauptvorteile des Verfahrens den kompletten Erhalt des Gefässendothels, sowie ein vermindertes Operations- und Blutungsrisiko und eine kürzere Operationszeit. Ausserdem werde der Blutkontakt mit Fremdoberflächen verhindert. Ihren Ergebnissen nach ist eine Reduktionsaortoplastik in Kombination mit einem Wrapping eine sichere und effektive Technik vor allem für Patienten mit erhöhtem Risikoprofil. [47]

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit betrachtend, kann man als generelle Indikation für das Aortenwrapping Aneurysmen der Aorta ascendens mit einem Durchmesser von 4,5-5,5 cm, insbesondere bei Hochrisikopatienten und Kombinationseingriffen, nennen. Als besonders geeignet erweist sich die Methode bei der operativen Behandlung der Aortenklappenstenose mit poststenotischer Aortendilatation. Das Verfahren sollte bei angeborenen Bindegewebserkrankungen sicherlich nur in Ausnahmefällen und unter Beachtung besonderer Sorgfalt bei der Fixierung der verwendeten Gefäßprothese Anwendung finden. Aortendissektionen sollten nicht mit der Methode des Aortenwrapping behandelt werden, wenn auch vereinzelt in der Literatur beschrieben.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Methode des Aortenwrapping geeignet ist, im Falle von Aneurysmen der Aorta ascendens Aortendurchmesser und Wandspannung erfolgreich zu reduzieren und damit das Rupturrisiko entscheidend zu vermindern. Entsprechend der vorliegenden Ergebnisse sowie der in der Literatur beschriebenen Fälle, ist für den dauerhaften Erfolg des Verfahrens eine sorgfältige Fixierung der Dacron®-Prothese essentiell. Im Einzelfall bleibt abzuwägen, ob ein Aortenwrapping oder ein Gefässersatz vorzuziehen ist. Weitere Studien sollten zeigen, ob ein Aortenwrapping außer der geringen operativen Invasivität noch weitere Vorteile im Vergleich mit den anderen aufgeführten Methoden aufweisen kann.

5. Zusammenfassung

Generell besteht eine Indikation zum Ersatz der Aorta ascendens bei Dilatation des Gefäßes auf mehr als 5 cm Durchmesser. Die Letalität wird in der Literatur für den Ascendensersatz mit 5 % angegeben.

Die Vorteile einer externen Wandstabilisierung und Umfangsreduktion mittels Wrapping als Alternative sind einerseits eine kürzere Aortenklemmzeit, andererseits eine postoperativ geringere Blutungsrate, unter anderem weil aortale Anastomosen und Reinsertionsstellen der Koronarien als mögliche Blutungsquellen wegfallen. Zudem ist der Eingriff prinzipiell ohne Einsatz einer Herz-Lungen-Maschine durchführbar.

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurden 20 Patienten an der Klinik für Herz- und Thoraxchirurgie der Universität Würzburg nach Wrappingoperation zwischen 2 und 162 Monaten postoperativ mittels Echokardiographie und MRT hinsichtlich des langfristigen Operationserfolges untersucht.

Den Ergebnissen zufolge kann, auch unter Berücksichtigung der entsprechenden Literatur, ein Aortenwrapping prinzipiell bei Aneurysmen von ca. 4,5-5,5 cm Durchmesser insbesondere bei Hochrisikopatienten und Kombinationseingriffen sowie bei poststenotischer Dilatation zur Rupturprophylaxe zur Anwendung kommen. Die Indikation bei Patienten mit angeborenen Bindegewebserkrankungen z.B. dem Marfan-Syndrom wird kontrovers diskutiert.

Zusammenfassend können der vergrößerte Aortendurchmesser und die damit erhöhte Wandspannung durch das Verfahren des Aortenwrapping erfolgreich reduziert und damit das Rupturrisiko verringert werden. Es zeigte sich außerdem, dass durch die Aortenraffung die Windkesselfunktion ebenso wie beim Ascendensersatz aufgehoben wird, was sich jedoch in nicht hämodynamisch auswirkte.

Bei einem der nachuntersuchten Patienten zeigte sich eine signifikante Redilatation der Aorta ascendens, vermutlich bedingt durch eine ungenügende Fixation der Prothese. Da die Problematik einer Redilatation durch Prothesendislokation auch in der Literatur beschrieben wird, ist die sorgfältige Fixierung der Dacron®-Prothese entscheidend für den dauerhaften Erfolg des Verfahrens. Im Einzelfall bleibt abzuwägen, ob ein Aortenwrapping oder ein Aortenersatz vorzuziehen ist, es besteht trotz der guten Ergebnisse keine generelle Tauglichkeit des Verfahrens. Weitere Studien zur Überprüfung des Verfahrens sind jedoch erforderlich.

Literaturliste

- [1] Christos Alexiou et al.; Aortic Root Replacement in Patients with Marfan's syndrome: the Southampton Experience; *Ann Thorac Surg* 2001; 72: 1502-8
- [2] Shigeyuki Aomi, Masato Nakajima, Masaki Nonoyama, Hideyuki Tomioka, Yukihiro Bonkohara, Wataru Satou, Yosihito Kunii, and Masahiro Endo; Aortic root replacement using composite valve graft in patients with aortic valve disease and aneurysm of the ascending aorta : twenty years' experience of late results; *Artif Organs*, Vol.26, No.5, 2002 ;
- [3] Bahnson HT, Nelson AR; Cystic medial necrosis: a case of localized; aortic aneurysms amenable to surgical treatment; *Ann Surg* 144: 519; 1956
- [4] R. Bauernschmitt , S. Schulz , A. Müller , M. Hanfler , C.F. Vahl , R. Lange , S. Hagl; Veränderung der aortalen Eingangsimpedanz durch Wrapping der ascendierenden Aorta; *Z. Herz-Thorax-Gefäßchir* 13:67-72 (1999)
- [5] Bauer M, Pasic M, Schaffarzyk R; Reduction Aortoplasty in Patients with Bicuspid Aortic Valve and Dilatation of the Ascending Aorta; *Thorac Cardiovasc Surg* 2001
- [6] Bauer M., Grauhan, O., Hetzer, R.; Dislocated Wrap after previous reduction aortoplasty causes erosion of the ascending aorta; *Ann Thor Surg* 2003; 75: 583-4)
- [7] Bentall H, De Bono A;
A Technique for replacement of the ascending Aorta; *Thorax* 23: 338- 343
- [8] H.G.Borst, W.Klinner, H.Oelert – *Herzchirurgie*, Springerverlag, Heidelberg, 1991
- [9] Bradford I.Tropea, Reduction of Aortic Wall Motion Inhibits Hypertension; Mediated Experimental Atherosclerosis; *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 2000;20:2127-2133
- [10] T.Carrel, L.von Segesser, R.Jenni, A.Gallino, L.Egloff, E.Bauer, A.Laske, M.Turina; Dealing with dilated ascending aorta during aortic valve replacement: advantages of conservative surgical approach; *Eur.J.Cardio-thorac Surg* (1991)5:137-143)
- [11] Colicchia, Giuseppe, Künzl, Andrea, Wiesner, Hartmut; *Physik und Medizin, Teil 3 Blutkreislauf*; Lehrstuhl für Didaktik der Physik; Ludwig-Maximilians-Universität München

- [12] Michael A. Coady, MD, John A. Rizzo, PhD, Graeme L. Hammond, MD, Gary S. Kopf, MD, John A. Elefteriades, MD; Surgical Intervention Criteria for Thoracic Aortic Aneurysms: A study of Growth Rates and Complications; (Ann Thorac Surg 1999; 67: 1922-6)
- [13] Cooley, Denton A., MD; Aortic Aneurysm Operations: Past, Present, and Future; Ann Thorac Surg 1999; 67:1959-62
- [14] Cotrufo, N. et al.; Dilatation of the Ascending Aorta due to medial degeneration ; J.Heart Valve Dis Vol.12 No.2 March 2003
- [15] David, Tirone E., MD, Feindel, Christopher M MD; An aortic valve sparing operation for patients with aortic incompetence and aneurysm of the ascending aorta; J.of Thoracic and Cardiovascular Surgery 1992; 103: 617-22
- [16] David TE, Armstrong S, Ivanov J, Feindel CM, Omran A; Webb G; Results of aortic valve-sparing operations; J Thorac Cardiovasc Surg.2001 Jul; 122(1):39-46;
- [17] David TE, Ivanov J, Armstrong S, Feindel CM, Webb GD; Aortic valve-sparing operations in patients with aneurysms of the aortic root or ascending aorta;Ann Thor Surg 2002 Nov;74(5), S1765-8
- [18] Jatinder S.Dhillon, M.B., Ch.B., Gurinder K. Randhawa, M.D; Clifford J.Sraehley, M.D. and J.Judson McNamara, M.D.; Late rupture after Dacron wrapping of aortic aneurysms; Circulation 1986 Sep;74 (3Pt2):l 11-4
- [19] Eguchi S, Terashima M, Akanuma T; A new surgical technique for treatment of annuloaortic ectasia; J Cardiovasc Surg (Torino) 1983 Jan-Feb , 241):81-5
- [20] Ergin, M.Arisan, MD, PhD, Spielvogel, David, MD, Anil Apaydin, MD , Steven L.Lansman, MD PhD Jock N. McCullough, MD, Jan D. Galla, MD, PhD, Randall B. Griepp, MD;Surgical Treatment of the Dilated Ascending Aorta : When and How ?; Ann Thorac Surg 1999 ; 67 : 1834-9
- [21] Forbat SM, Mohiaddin RH, Yang GZ, Firmin DN, Underwood SR; Measurement of regional aortic compliance by MR imaging: a study of reproducibility; J Magn Reson Imaging 1995 Nov-Dec;5(6): 635-9
- [22] Freytag, Claudia Christine, König, W.Lippert, H., Bürger, T. Materialanforderungen an Gefäßprothesen; Med Report, Nr. 11, 25.Jahrgang 2001

- [23] Fukumura Y.et.al; Wrapping operation for Stanford type A dissecting aneurysms; Kyobu Geka 1991 Jun; 44 (6):452-5; Nov-Dec;5(6):635-9
- [24] Sandro Gelsomino, MD, Giorgio Morocutti, MD, Romeo Frassani, MD, Gianluca Masullo, MD, Paolo Da Col, MD, Leonardo Spedicato; MD, and Ugolino Livi; MD; Chest 2003; 124:984-988;
- [25] Giambuzzi, Marco, Salvatore Spagnolo; Aortic Valve reconstruction associated to ascending aorta tubular graft replacement in aortic incompetence by annuloaortic ectasia; European Journal of Cardio-Thoracic Surgery 14 (1998) 148-151
- [26] Gordon JA; Aortic wraps a modification to aortic grafting; Cent Afr J Med 1989 Sep; 35 (9):490-2
- [27] Vincent L.Gott et al.; Aortic Root Replacement in 271 Marfan Patients ; A 24 year experience ; Ann Thorac Surg 2002; 73: 438-43
- [28] Vincent L.Gott, M.D; Peter S.Greene, MD, Diane E.Alejo, B.A., Duke E.Cameron, M.D., David C.Naftel, Ph.D., D.Craig Miller, M.D., A.Marc Gillinov, M.D., John C.Laschinger, M.D., and Reed E.Pyeritz, M.D., Ph.D; Replacement of the Aortic Root in Patients with Marfan's Syndrome; N Engl J Med 1999 340: 1307-1313, Apr 29, 1999;
- [29] Grabenwöger.M; Thoracic Aortic Aneurysm Repair in Elderly Patients; Thoracic Cardiovasc Surg 2001
- [30] Grieppe, Randall B, MD, M.Arisan Ergin, MD, PhD, Jan D. Galla, MD, PhD, Steven L.Lansman, MD PhD, Jock N. McCullough, MD, Khanh H. Nguyen, MD, James J Klein, MD, David Spielvogel, MD; Natural History of Descending Thoracic and Thoracoabdominal Aneurysms Ann Thorac Surg 1999; 67:1927-30
- [31] Christian Hagl, MD, Justus T.Strauch, MD, David Spielvogel, MD, Jan D.Galla, MD, PhD, Steven L.Lansman, MD, PhD, Rafael Squitieri, MD, Carol A.Bodian, DrPh, and Randall B Grieppe, MD; Is the Bentall Procedure for Ascending Aorta or Aortic Valve Replacement the Best Approach for Long-Term Event-Free Survival?; Ann Thorac Surg 2003; 76:698-703;
- [32] Hayashi-J; Moro-H; Namura-O; Yagi-N; Ohzeki-H, Watanabe-H; Miyamura-H; Eguchi-S; Kimura-M; Surgical implication of aortic dissection on long-term outcome in Marfan patients; Surg-Today. 1996 26(12); 980-4

- [33] Charles B.Higgins et al. ; Magnetic Resonance Imaging of the body; 1996 3rd Edition ; Lipincott Raven
- [34] Hildebrand, Annette; Dissertation am Institut für Pathologie; Direktor Prof.Dr. med.K-M Müller; BG-Klinik Bergmannsheil der Ruhr Universität Bochum
- [35] V. Hombach; Interventionelle Kardiologie, Angiologie und Kardiovaskularchirurgie; Schattauer-verlag 2001
- [36] Horrocks, Michael; Arterial Aneurysms, Diagnosis and Management; 1995, Butterworth-Heinemann Ltd
- [37] Houel R; Soustelle C, Kirsch M, Hillion ML, Renaut C, Loisanse DY ; Long-term results of the bentall operation versus separate replacement of the ascending aorta and aortic valve; J Heart Valve Dis. 2002 Jul; 11(4):485-91
- [38] Huwer, Dr.med; Aortenaneurysma; Herz Journal 1, 1999
- [39] Imawaki-S; Maeta-H; Shiraishi-Y; Arioka-I; Karasawa-Y; Shinohara-T; Tanaka-S;Decrease in aortic distensibility after an extended aortic reconstruction for Marfan`s syndrome as a cause of postoperative acute aortic dissection DeBakey type I; a report of two cases; Surg.Today.1993;23(11).1010-3
- [40] Kallenbach K, Karck M, Leyh RG, Hagl C, Walles T, Harringer W; Haverich A; Valve-sparing aortic root reconstruction with significant aortic insufficiency; Ann Thor Surg 2002 Nov; 74(5):S1765-8
- [41] Karkos C.D, A.Y.Kenshil, I.A.Bruce , M.E.Lambert; Is there a Place for External Mesh Wrapping of Abdominal Aortic Aneurysms in the Modern Endovascular Era? Eur J Vasc Endovasc Surg 23, 172-174(2002)
- [42] Kartchner, Mark M, MD, and. Lovett, Vernor F, MD ; Wrapping of Abdominal Aortic Aneurysms : A Viable Alternative; Surg-Clin North Am 1986 Apr ; 66 (2):397-401
- [43] Kirklin; Heartsurgery, Weley & Sons, 1986
- [44] Kolvenbach,Ralf; Minimalinvasive Techniken in der Gefäß-und Herzchirurgie; 1999, Steinkopf-Verlag Darmstadt

- [45] B.A.Konstantinov; Aortic aneurysm with Aortic Insufficiency; Pathomorphology and Surgical Tactics; Cardiology Abstracts Nr. 11 1999
- [46] C.M. Kramer; Kardiovaskuläre MRT – wenn sich Gegenwart und Zukunft im Heute treffen; electromedia 69 (2001) Heft 2
- [47] Kuroczynski, W, Dohemn G, Singekmann J, Oelert H; Remodelling of the Aorta as a Reconstruction-Procedure for Ascending Aorta Aneurysms; Thorac Cardiovasc surg 2001
- [48] Loubeyre.P , Delignette-A ; Bonefoy-L ; Douek-P ; Amiel-M ; Revel_D; Magnetic resonance imaging evaluation of the ascending aorta after graft-inclusion surgery: comparison between an ultrafast contrast-enhanced MR sequence and conventional cine MRI ; J-Magn-Reson-Imaging.1996 May-Jun ; 683):478-83;
- [49] Matas,R.;Traumatic aneurysm of the left brachial artery; Failure of direct and indirect pressure; ligation of the artery immediately above tumor; return of pulsation on tenth day; ligation immediately below tumor; failure to arrest pulsation; incision and partial excision of sac; recovery; Med.News (N.Y.) 52(1888) 462
- [50] Matas, R.; An operation to the radical cure of aneurysm based upon arteriorrhaphy; Ann.Surg 37 (1903) 161
- [51] Milgater, E; Laks, H. Dacron mesh wrapping to support the aneurysmally dilated or friable ascending aorta; Ann-Thorac-Surg.1991 Oct.; 52(4):874-6
- [52] Müller, M. und Mitarbeiter; Chirurgie für Studium und Praxis; 1998/99 Medizinische Verlags- und Informationsdienste, Breisach
- [53] Gijs J.Nollen, MD, Lilian J.Meijboom, MSc, Maarten Groenik, MD, Janneke Timmermans, MD, Jelle O. Barentsz, MD, Naeem Merchant, MD, Gary D.Webb, MD, Hildo J.Lamb, PhD, Jan G.P.Tijssen, PhD, Ernst E.Van der Wall, MD, and Barbara J.M.Mulder, MD; Comparison of Aortic Elasticity in Patients With the Marfan Syndrome With and Without Aortic RootReplacement; The American Journal of Cardiology Vol 91 March 1, 2003; 637-640;
- [54] Pacifico AD, Kirklin JK , McGiffin DC , Matter GJ , Nanda NC , Diethelm AG; The Ross operation – early echocardiographic comparison of different operative techniques; J.Heart Valve Dis 1994 Jul;3(4):365-70

[55] Piwnica, Armand and Westaby, Stephen (editors); Surgery for aquired aortic valve disease; chapter11: aortic valve sparing operations in patients with aortic root aneurysm; 1997 by Isis Medical Media Ltd., Oxford

[56] Popoff GA , et al; Wrapping of aortic grafts by pedicled pericardial flaps; Ann Thorac Surg.1994 May ; 57(5):1346-8

[57] Poppe J K: Cellophane Treatment of syphilitic aneurysms with report of results in six cases, Am Heart J 36: 252, 1948

[58] Pucillo-AL ; Schechter-AG ; Moggio-RA ; Kay-RH ; Tenner-MS ; Herman-MV ; Postoperative evaluation of ascending aortic prosthetic conduits by magnetic resonance imaging; Chest.1990 Jan ; (1) :106-10

[59] Renzulli, Attilio, MD, FECTS;Conservative Treatment of Dilated Ascending Aorta; A new Technique; Hear Views 1999; 1: 163-169

[60] Rob,C.G.;Arterial aneurysms - Vascular surgery hrsg. von J.B.Kinmoth, C.G. Rob, F.A.Simeone. Arnold London 1962

[61] Robicsek, F., Thubrikar MJ; Conservative operation in the management of annular dilatation and ascending aortic aneurysm; Ann Thorac Surg 1994 Jun;57(6):1672-4

[62] Robicsek, F; A new method to treat fusiform aneurysmy of the ascending aorta associated with aortic valve disease: an alternative to radical resection; Ann Thorac Surg 1982 Jul;34(1):92-4

[63] Robicsek, F, H.K. Daugherty; D.C. Mullen; External grafting of aortic aneurysms J. Thorac. Cardiovasc.Surg. 61(1971)131

[64] Rytz, Ulrich; Chirurgische Materialien und Implantate; Abteilung Chirurgie und Orthopädie Universitätsklinik Bern

[65] Prof.Dr.med H-J.Schäfers; Aneurysmen der Aorta ascendens und des Aortenbogens 12/2001

[66] Sadasivan B , Ma S , Dujovny M , Ho LK , Ausman Ji; Use of experimental aneurysms to evaluate wrapping materials; Surg Neurol 1990 Jul ;34(1) : 3-7

[67] C.Schmidtke; Yacoub - Operation/ David – Operation; Herzchirurgie Lübeck 1999

[68] Oz M.Shapira, MD , Gabriel S.Aldea. MD, Susan M.Cuter. PA-C, Carmel A.Fitzgeralds, ANP, Harold L-Lazar, MD, and Richard J.Shermin, MD; Ann Thorac Surg 1999; 67: 1030-7

[69] Sperling,M.; Gefäßrekonstruktion und Gefäßersatz im Wandel der letzten 25 Jahre; 1985 TM-Verlag

[70] Suzuki A, et al.; New composite graft repair for patients with and without Marfan`s syndrome; Ann Thorac Surg. 1994 Nov ; 58(5):1457-61

[71] Svensson, Lars G, MD, PhD; Management of Aortic Valve disease during Aortic surgery; Ann Thorac Surg 2000, 69:778-84

[72] Vollmar, Jörg; Rekonstruktive Chirurgie der Arterien; 1982, Georg Thieme Verlag Stuttgart

[73] Yacoub MH, Gehle P, Chandrasekaran V, Birks EJ, Child A; Radley-Smith R.; Late results of valve-preserving operation in patients with aneurysm of the ascending aorta and root; J Thorac Cardiovasc Surg.2001 Jun; 121(6): 1220-1

[74] Yasu Oka; Clinical Transesophageal Echocardiography; A Problem Oriented Approach; Lippincott Raven 1996

Abbildungen:

(1) Klinik und Poliklinik für Thorax-; Herz - und Gefäßchirurgie; WWU Münster

(2) Pathologisches Institut der Semmelweis; Universität für Medizin, Budapest;

(3) Coliccia, Guiseppa, Künze, Andrea, Wiesner, Hartmut; Physik und Medizin, Druck, Atmung, Blutkreislauf; Lehrstuhl für Didaktik der Physik; Ludwig-Max-Universität, München

(13) Niigata University; Thoracic und Cardiovascular Surgery; Medical illustrations

(14) Klinik und Poliklinik für Herz- und Thoraxchirurgie der Universität Würzburg, Prof.Dr.med.O.Elert

(15) Radiologisches Institut der Universität Würzburg

(16) u. (17) Surgery for Aquires Aortic Valve Disease, Armand Piwnica, Stephen Westaby; Isis Medical Media 1997

Erhebungsbogen

Patientenname :

Patientennr. :

Geschlecht :

Geburtsdatum :

Grunderkrankung :

wesentliche Begleit –
erkrankungen :

präoperativer Aorten –
durchmesser :

OP-Datum :

OP-Dauer :

Aortenabklemmzeit :

Art des Eingriffes :

verwendetes Wrapping –
material :

postoperative aortale
Komplikationen :

Blutverlust : Herzdrainage :

Transfusionsbedarf :

perioperative Mortalität/Spätletalität : -
(Ursachen)

Re-Operation : -
(Art und Zeitpunkt des Eingriffes)

postoperativer Aorten –
durchmesser : Echo : systol.: diastol.:

MRT: transversal: sagittal: Cine:

Zusatzbefunde: RR :

Lebenslauf

PERSÖNLICHE DATEN

Name: Atsma
Vorname: Meike Susanne
Geburtsdatum: 06.08.1974
Geburtsort: Sindelfingen
Eltern: Rudolf Atsma (ev.Pfarrer)
 Elisabeth Atsma geb.Glaesser (Gymnasiallehrerin)
Familienstand: verheiratet
Staatsangehörigkeit: deutsch

SCHULBILDUNG

1981-1985 - Besuch der Grundschule in Neckargemünd bei Heidelberg
1985-1994 - Besuch des Gymnasiums in Neckargemünd - Abitur

PRAKTIKA

07/94 - 12/94 - Arbeit als Freiwillige im Kibbutz "Ein Gev" in Israel
01/95 - 02/95 - Pflegepraktikum im Theresienkrankenhaus, Mannheim
03/95 - 09/95 - Pflegepraktikum im "Hopital diaconesses" in Paris

STUDIUM (11/95 -05/02)

11/95 --Beginn des Medizinstudiums an der
Julius-Maximilians-Universität in Würzburg
09/97 - Ärztliche Vorprüfung.
09/98 - Erster Abschnitt der ärztlichen Prüfung
04/01- Zweiter Abschnitt der ärztlichen Prüfung
anschließend Praktisches Jahr mit Wahlfach Herz-Thorax-Chirurgie
05/02 - Dritter Abschnitt der ärztlichen Prüfung

FAMULATUREN

1998 - Praxisfamulatur in einer internistischen Praxis in Heidelberg
1998 - Famulatur am Deutschen Herzzentrum / Berlin
1999 - Famulatur in der Herz - und Thoraxchirurgie in Würzburg
2000 - Famulatur im Scheer Memorial Hospital in Banepa/Nepal

PROMOTION

Promotionsarbeit an der Klinik und Poliklinik für Herz - und
Thoraxchirurgie, Würzburg unter der Leitung von Prof. Dr. med. O. Eiert
Thema: Retrospektive Untersuchung zum Aortenwrapping bei
Erkrankungen der Aorta ascendens

BERUFSTÄTIGKEIT

08/02-05/03 - Tätigkeit als Ärztin im Praktikum in der Medizinischen Klinik I
(Kardiologie) des Leopoldina-Krankenhauses in Schweinfurt
5/03-02/04 - Tätigkeit als Ärztin im Praktikum an der Klinik und Poliklinik für
Herz- und Thoraxchirurgie der Universität Würzburg
2/04-7/04 Tätigkeit als Assistenzärztin an der Klinik und Poliklinik für Herz-
und Thoraxchirurgie der Universität Würzburg
seit 7/04 Tätigkeit als Assistenzärztin in der chirurgischen Abteilung der
Kreisklinik Wolftrathshausen

Danksagung

Hiermit möchte ich mich bei Herrn Professor Dr. Elert für die Überlassung des Promotionsthemas, bei Herrn PD Dr. Kenn für die Übernahme des Koreferates und die Unterstützung bei der Durchführung der bildgebenden Diagnostik sowie bei Herrn Dr. Keith und Herrn Dr. Böhler für die Betreuung der Doktorarbeit herzlich bedanken.

Würzburg, 1.6.2004

Meike Atsma