



Klinik für Herz-, Thorax-, Transplantations- und Gefäßchirurgie

Patienteninformation

Thorakale Aorten Chirurgie

3. geänderte Auflage

Kontakt

Montag - Donnerstag:

08:00 - 16:30 Uhr

Freitag:

08:00 - 15:00 Uhr

Frau J. Grünhagen

Frau Y. Brünjes

Tel.: 0511 - 532 6589

Fax: 0511 - 532 5867

Frau H. Krüger

Tel.: 0511 - 532 5064

Fax: 0511 - 532 16 10 33

Im Notfall

Begeben Sie sich direkt in das nächstgelegene Krankenhaus oder rufen Sie den Rettungsdienst.

Teilen Sie mit, dass Sie Aortenpatient sind.

Tragen Sie immer einen Notfallausweis bei sich.

Telefon: 112

Klinik für Herz-, Thorax-, Transplantations- und Gefäßchirurgie

Patienteninformation
Thorakale Aorten Chirurgie

Inhalt

Vorwort	6
Anatomie Aorta	8
Die Aorta	8
Anatomie der Aorta	8
Normale Größen der Aorta	10
Die Gefäßwand der Aorta besteht aus drei Schichten	11
Aortenerkrankungen	12
Übersicht Aortenerkrankungen	12
Das Aortenaneurysma	13
Beispiele Aortenaneurysmen	14
Akute Aortenerkrankungen	16
Aortenruptur	16
PAU (P enetrierendes A ortales U lcus)	18
Aortendissektion	19
Angeborene Bindegewbserkrankungen	22

Das Marfan-Syndrom	23
Das Ehlers-Danlos-Syndrom	24
Das Loeys-Dietz-Syndrom	24
Bikuspide Aortenklappe	25
Die Aortitis	26
Diagnostik	28
Untersuchungsmethoden zur Beurteilung der Aorta	28
Transthorakale Echokardiographie	28
Transösophageale Echokardiographie	29
Magnetresonanztomographie	29
Computertomographie	30
Konventionelles Röntgen	32
Positronen-Emissions-Tomographie (PET)	33
Zusätzliche Diagnostik	34
Herzkatheter-Untersuchung	34
Echokardiographie	35
Lungenfunktionsuntersuchung	35

Therapie	36
Indikation	36
Aortendissektion	36
Aneurysma der aufsteigenden Aorta bzw. der Aortenwurzel	37
Aneurysma des Aortenbogens	38
Aneurysma der absteigenden Aorta	38
Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Aortenkomplikationen in Abhängigkeit vom Aortendurchmesser	39
Technische Voraussetzungen für Aortenoperationen	40
Herzlungenmaschine	40
Kreislaufstillstand	41
Hypothermie	41
Selektive antegrade Hirnperfusion	41
Liquordrainage	42
Aortenprothesen	43
Operationstechniken	44
Aortenklappenrekonstruktion	44
Aortenklappenersatz	46
Das klappentragende Conduit	48
Der Ersatz der aufsteigenden Aorta	49
Der teilweise Aortenbogenersatz	49

Der komplette Aortenbogensersatz	50
Nachsorge	54
Kontrolluntersuchungen	54
Nach Operationen der Aortenwurzel und der aufsteigenden Aorta	54
Nach Operationen des Aortenbogens und der thorakoabdominellen Aorta	54
Nicht alle Abschnitte der Aorta wurden ersetzt oder chronische Aortenerkrankung	55
Rehabilitation	56
Sozialmedizinische Aspekte	57
Genetik	57
Lebensführung	58
Autofahren	58
Medikamente	58
Reisen und Wellness	59
 Das Aorten-Team der HTTG-Chirurgie	 60
 Impressum	 61

Liebe Patientinnen, liebe Patienten,

viele Menschen sind verunsichert, wenn ihnen empfohlen wird, sich einer **Aortenoperation** zu unterziehen.

Mit dieser Broschüre möchten wir gerne

- die **wichtigsten Fakten** zu Erkrankungen der Aorta erklären,
- Ihnen vielfach an uns gerichtete **Fragen beantworten**,
- Ihnen **Ängste nehmen** und
- Ihre persönliche **Behandlung verbessern**.

Bei den ca. 84.000 in Deutschland jährlich durchgeführten Herzoperationen unter Einsatz der Herzlungenmaschine wird in ca. 7.100 (12%) der Eingriffe ein Teil der thorakalen **Hauptschlagader (Aorta)** ersetzt.

Tendenziell nimmt die Anzahl an Aorteneingriffen zu. Das liegt vor allem an der älter werdenden Bevölkerung und der zunehmenden Lebenserwartung.

Eine krankhafte Erweiterung der Aorta (**Aortenaneurysma**) ist der häufigste Grund für deren chirurgischen Ersatz. Dieser kann heutzutage bei rechtzeitiger Planung zum Teil **minimalinvasiv** und insgesamt **risikoarm** durchgeführt werden.

Häufig fällt eine Erkrankung der Aorta leider erst durch akute Komplikationen auf. Dazu gehört vor allem die akute Aortendissektion, bei der sich die Wandschichten der Aorta aufspalten. Im schlimmsten Fall kann es zum Riss (Ruptur) der Aorta kommen. Eine notfallmäßige chirurgische Behandlung ist dann unumgänglich.

Akute Aortenerkrankungen sind mit einer hohen Sterblichkeit verbunden. Ihrer Prävention kommt daher eine hohe Bedeutung zu. Ein wesentlicher Teil der Behandlung von Patienten mit Aortenerkrankung ist daher die **regelmäßige Kontrolle**.

Ist der Ersatz der thorakalen Aorta notwendig, ist die sorgfältige **Vorbereitung und Planung der Operation** ein maßgebliches Element zur Risikoreduktion.

Neue Aortenprothesen und **Hybridverfahren** ermöglichen es dem Chirurgen heutzutage, auch längere oder schwer zu erreichende Aorten-segmente in einer Prozedur zu behandeln.

Das **intraoperative Management** konnte in den letzten Jahren deutlich verbessert werden. Dazu gehört zum Beispiel der Schutz der Organe während des Aortenersatzes (sog. Organprotektion).

Auch die postoperative **intensivmedizinische Behandlung** hat sich in den letzten Jahren stetig verbessert.

Die Klinik für Herz-, Thorax-, Transplantations- und Gefäßchirurgie der Medizinischen Hochschule Hannover hat sich unter Ihren Direktoren **Prof. Hans Georg Borst** und **Prof. Axel Haverich** seit der Einführung der Herzchirurgie in Deutschland zu einem national und international **renommierten Zentrum für Aortenchirurgie** entwickelt.

Die kontinuierliche **Verbesserung chirurgischer Methoden** und die **Reduktion des Operationsrisikos** war und ist der wesentliche Forschungsschwerpunkt der Hannoveraner Aortenchirurgen.

Dadurch konnten **revolutionäre chirurgische Techniken**, wie der „Elephant Trunk“ (1983) oder der „Frozen Elephant Trunk“ (2003) in Hannover entwickelt werden. Diese Verfahren werden seither routinemäßig überall auf der Welt zur Behandlung von Patient(inn)en mit komplexen Erkrankungen der thorakalen Aorta eingesetzt.

Wir hoffen, Ihnen mit dieser Broschüre das Thema Aortenerkrankungen näher zu bringen und stehen Ihnen mit unserem Team gerne zur Seite.

Bleiben Sie gesund.

Ihre Malakh Shrestha, Andreas Martens



Prof. M. Shrestha

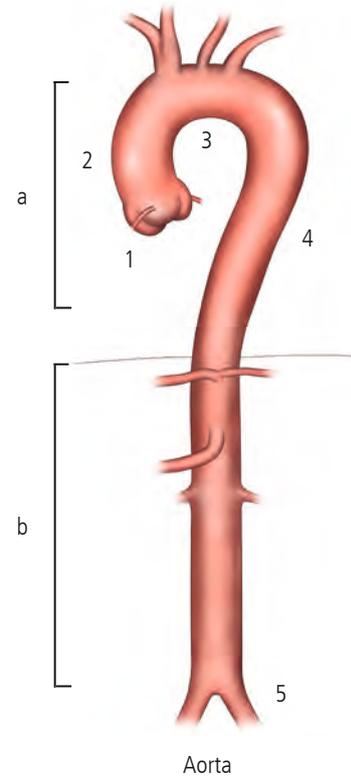
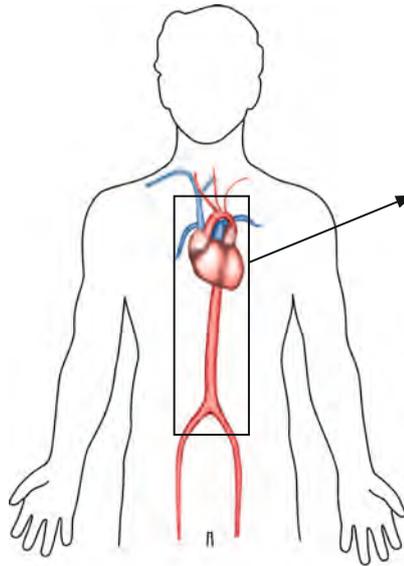


PD Dr. A. Martens

Die Aorta

Anatomie der Aorta

Die **Aorta (Hauptschlagader)** ist die zentrale Schlagader (Arterie), aus der alle Arterien des Körperkreislaufs hervorgehen.



Die Aorta beginnt im Bereich der **Aortenwurzel (1)**, in der sich die Ursprünge der Herzkranzarterien sowie die Aortenklappe befinden.

Die Herzkranzarterien gehen aus Ausbuchtungen der Aortenwurzel ab, die man **Sinus von Valsalva** nennt.

Oberhalb der Aortenwurzel beginnt der aufsteigende Teil der Aorta (**Aorta ascendens**) (2). Es folgt der gekrümmte **Aortenbogen (3)**, aus dem die Arterien zur Versorgung von Kopf, Hals und Armen hervorgehen.

Nach dem Aortenbogen folgt der absteigende Anteil der Aorta (**Aorta descendens**) (4). Aus dieser gehen unter anderem die Zwischenrippen-Arterien ab (Interkostalarterien), die unter anderem das Rückenmark mit Blut versorgen.

Aorta ascendens, Aortenbogen und Aorta descendens fasst man unter der Bezeichnung Brustaaorta (**thorakale Aorta**) (a) zusammen.

Unterhalb des Zwerchfells spricht man von der Bauchaaorta (**abdominale Aorta**) (b). Aus dieser entspringen die Gefäße, die den Magen-Darm-Trakt, die Milz, die Leber und die Nieren versorgen. Weitere Arterien versorgen die Wirbelsäule und das Rückenmark (Lumbalarterien).

In Höhe des 4. Lendenwirbels zweigt sich die Aorta in die Beckenarterien auf (**Iliakalarterien**) (5). Diese übernehmen die arterielle Versorgung der Beckenorgane und gehen dann in die Beinarterien über.

Anatomie Aorta

Normale Größen der Aorta

Die gesunde Aorta ist im Bereich der Aortenwurzel am weitesten und verjüngt sich leicht bis zu ihrer Aufzweigung in die Beckenarterien. Der **normale Aortendurchmesser beträgt <40 mm**. Größenabhängig ist die Aorta bei Männern typischerweise größer als bei Frauen.

Die Aorta transportiert in einer durchschnittlichen Lebenszeit ca. 200 Millionen Liter Blut und ist ununterbrochen dem arteriellen Blutdruck ausgesetzt. Um dieser Dauerbelastung stand zu halten, unterliegt die Aorta – wie alle Organe – einem ständigen Anpassungsprozess und Reparaturprozess.

Normalwerte thorakale Aorta des Erwachsenen in der Computertomografie (CT) (in cm)

Lokalisation	Weiblich	Männlich
Aortenwurzel	3,5 - 3,7	3,6 - 3,9
Aorta ascendens	2,9	2,9
Aorta descendens	2,4 - 2,6	2,5 - 3,0
thorako-abdomineller Übergang	2,4	2,4 - 2,7

(nach Elefteriades et al.)

Die Gefäßwand der Aorta besteht aus drei Schichten

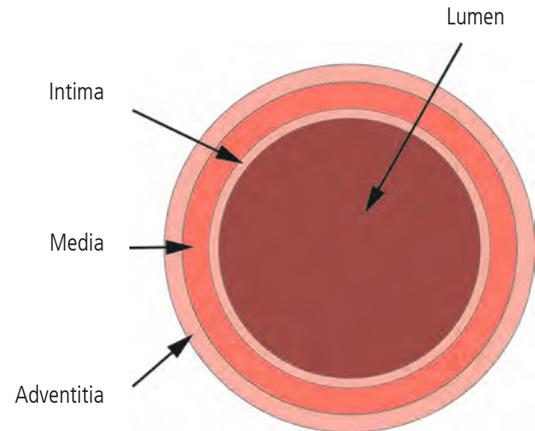
Von innen nach außen findet man die **Intima**, gefolgt von der **Media** und der umschließenden **Adventitia**.

Die **Intima** besteht aus sog. Endothel, einem geschlossenen einschichtigen Verband flacher Zellen, die unter anderem den Stoff- und Gasaustausch zwischen Blut und Gefäßwand kontrollieren. Eine Verletzung des Endothels begünstigt die Entstehung von Gerinnselbildungen (Thromben). Werden die Thromben vom Blutstrom mitgerissen, spricht man von Embolien.

Die **Media** besteht vorwiegend aus glatten Muskelzellen in ringförmiger Anordnung. Sie reguliert die Gefäßweite und sorgt unter anderem durch ihre Elastizität für einen gleichmäßigen Blutstrom (sog. Windkesselfunktion).

Die **Adventitia** ist ein Geflecht aus Bindegewebsfasern (Kollagen), die die Gefäße in ihrer Umgebung verankern. In der Adventitia verlaufen auch die sogenannten „Vasa vasorum“, die kleinen Gefäße, die die Aortenwand selbst versorgen.

Das **Lumen** ist das blutdurchströmte Innere eines Gefäßes.



Querschnitt der Aorta

Übersicht Aortenerkrankungen

Erkrankungen der Aorta können vereinfacht in **Chronische** und **Akute Aortenerkrankungen** eingeteilt werden. Chronische Aortenerkrankungen können ein akutes Ereignis auslösen, akute Aortenerkrankungen gehen typischerweise in ein chronisches Stadium über.

Auf die einzelnen Erkrankungen wird auf den nächsten Seiten näher eingegangen.

Chronische Aortenerkrankungen:

- Aneurysma
- Chronische Dissektion

Akute Aortenerkrankungen:

- Aortenruptur
 - freie Ruptur
 - gedeckte Ruptur
- PAU (Aortengeschwür)
- Aortendissektion
 - Typ A
 - mit Malperfusion
 - ohne Malperfusion
 - Typ B
 - mit Malperfusion
 - ohne Malperfusion

Mögliche Ursachen:

- Atherosklerose
- angeborene Bindegewebs-
erkrankungen
- Entzündungen der Aorta
 - Infektionen
 - Autoimmunerkrankungen
- vorangegangene Aortendissektion
(Chronische Dissektion)

Das Aortenaneurysma

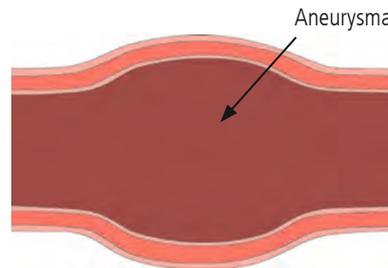
Als Aortenaneurysma bezeichnet man eine **Erweiterung der Aorta** auf mehr als das 1,5-fache der Norm. In der Regel ist dies ab einem Durchmesser von **ca. 40 mm** der Fall.

Die **häufigste Ursache** für die Entstehung eines Aortenaneurysmas ist die **Atherosklerose**, die eine Verkalkung und Schwächung der Aortenwand hervorruft und häufig mit einem chronisch erhöhten Blutdruck einhergeht.

Weitere Erkrankungen, die ein Aortenaneurysma hervorrufen können, sind angeborene Bindegewebserkrankungen, Entzündungen der Aorta durch Keime oder Autoimmunerkrankungen oder eine vorangegangene Aortendissektion.

Aortenaneurysmen verursachen **häufig keine chronischen Beschwerden**. Oft wird ein Aortenaneurysma als Zufallsbefund bei

Routineuntersuchungen, wie einer Echokardiografie (= Herzultraschall) oder Röntgenaufnahme, diagnostiziert.



Ein Aortenaneurysma der aufsteigenden Aorta kann außerdem zu einer **Undichtigkeit der Aortenklappe** führen. Die dadurch entstehenden Beschwerden (u.a. Herzschwäche, reduzierte Belastbarkeit) sind manchmal die ersten Symptome der Patienten.

Aortenaneurysmen können sich im **Brustkorb** und **Bauchraum** entwickeln. Patienten, die bereits wegen eines Aortenaneurysmas behandelt wurden, haben ein erhöhtes Risiko in einem noch nicht behandelten Bereich ebenfalls ein Aneurysma zu entwickeln. Eine **regelmäßige Kontrolle** ist daher notwendig.

Erst bei einem sehr großen Aortendurchmesser können Beschwerden durch Verdrängung von benachbarten Organen auftreten (z.B. Speiseröhre, Luftröhre, Stimmbandnerv). Dies ist selten der Fall.

Aortenerkrankungen

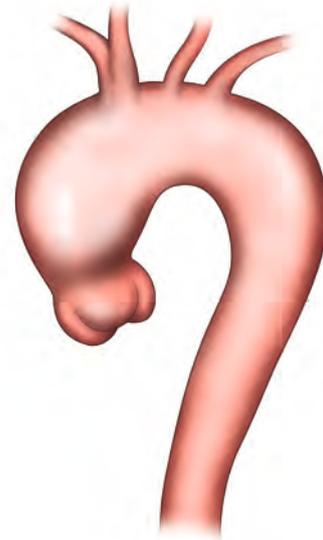
Beispiele Aortenaneurysmen



Aortenwurzel-Aneurysma



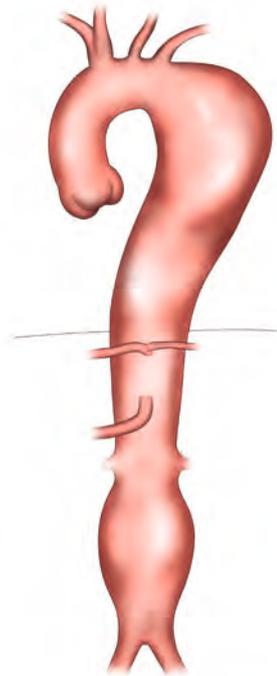
Aorta ascendens-Aneurysma



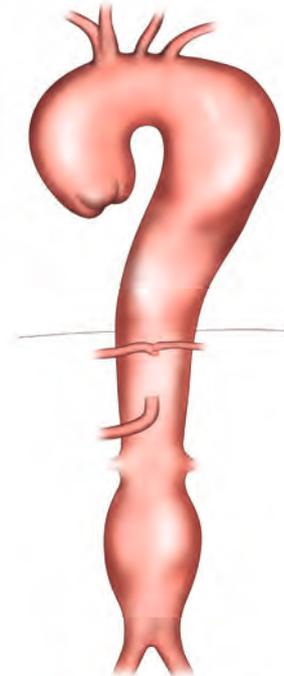
Aortenbogen-Aneurysma



Aorta descendens-Aneurysma



Thorakoabdominelles Aortenaneurysma
(TAAA)



Mega-Aorten-Syndrom

Einige Patienten entwickeln bei einer schnellen Größenzunahme des Aortendurchmessers **„aortale Schmerzen“**. Dies ist ein Zeichen für eine drohende Ruptur oder Dissektion (Platzen oder Einreißen der Aorta) und erfordert eine **notfallmäßige Behandlung**.

Bleibt ein Aortenaneurysma unerkannt, macht es sich meist durch ein **plötzliches Schmerzereignis** bemerkbar. Man spricht von akuter Aortenerkrankung oder einem akuten Aortensyndrom.

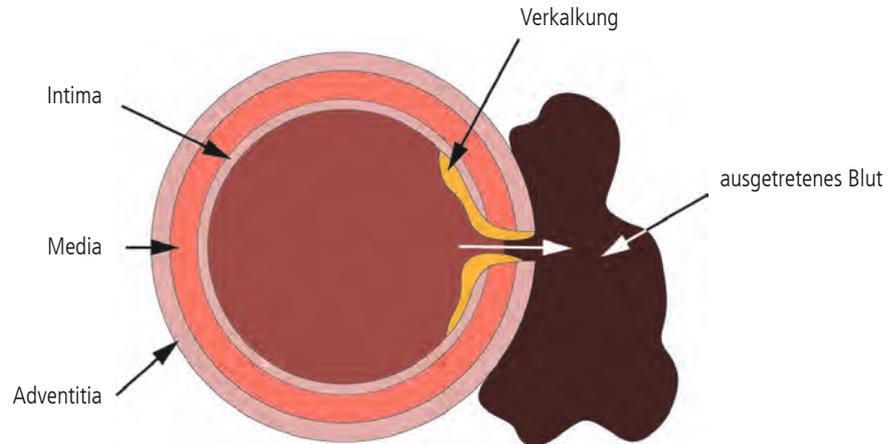
Akute Aortenerkrankungen

Als akute Aortenerkrankung bezeichnet man ein plötzliches Ereignis die Aorta betreffend, welches in der Regel mit **starken Schmerzen** einhergeht. Begleitend können Kollaps, Schock oder Bewusstlosigkeit auftreten. Eventuell finden sich zudem Symptome einer Durchblutungsstörung von Organen. Akute Aortenerkrankungen beruhen meistens auf einem Aortenaneurysma.

Je größer die Aorta, je dünner die Aortenwand und je höher der arterielle Blutdruck ist, desto höher ist das Risiko für eine akute Aortenerkrankung.

Aortenruptur

Unter einer Aortenruptur versteht man das **Zerreißen der Aortenwand**. Es kommt zum Austritt von Blut in das umgebende Gewebe. Dringt das Blut dabei in großen Mengen in eine Körperhöhle ein, zum Beispiel in den Herzbeutel oder die Brusthöhle (sog. Pleura), führt die Ruptur unmittelbar zum Tod.



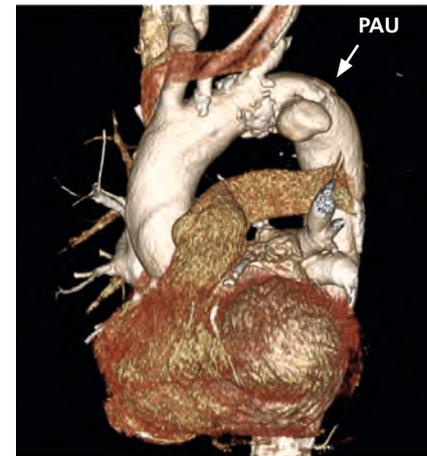
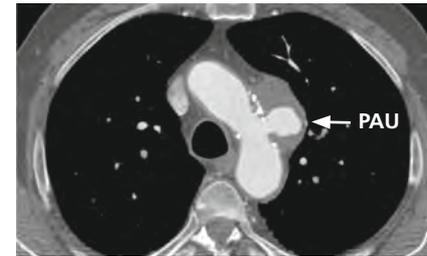
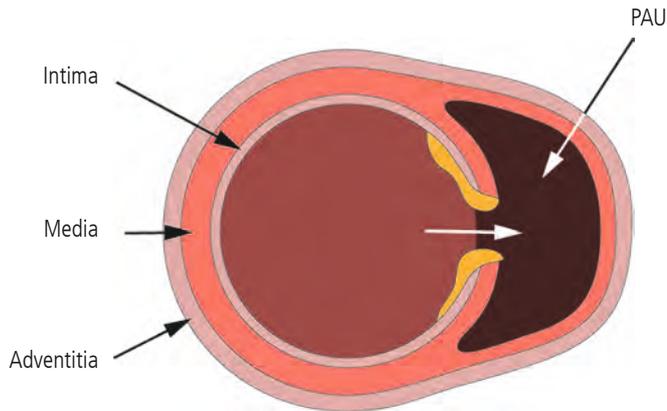
Können Gewebeschichten den Austritt des Blutes eindämmen, spricht man von einer **„gedeckten Ruptur“**. Der Blutverlust ist schleichend, sodass die Betroffenen zum Teil noch rechtzeitig eine Klinik erreichen.

Bei der Aortenruptur handelt sich um einen **akuten Notfall**, der **sofort behandelt** werden muss. Das Risiko, an einer Aortenruptur zu versterben ist extrem hoch. Man vermutet, dass nur ca. 40% der Betroffenen lebend eine Klinik erreichen. Von diesen Patienten versterben weitere 20-30% trotz notfallmäßiger Behandlung.

Aortenerkrankungen

PAU (Penetrierendes Aortales Ulcus)

Beim Aortengeschwür handelt es sich um eine durch Arteriosklerose bedingte, umschriebene **Zerstörung der Aortenwand**, durch die Blut in die Umgebung austritt. Es ist meist nicht größer als 2 cm und zeigt sich im bildgebenden Verfahren als kleine Ausbuchtung. Ein unbehandeltes Aortengeschwür kann zu einer Aortendissektion oder einer Aortenruptur führen und muss daher **dringend behandelt** werden.



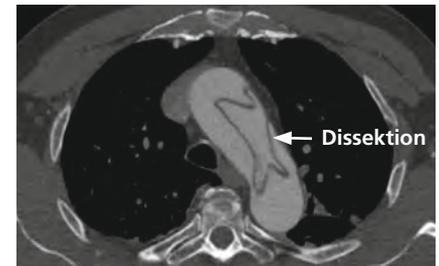
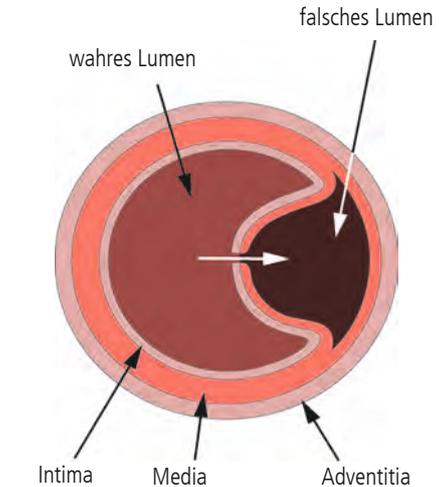
Aortendissektion

Die Aortendissektion bezeichnet die **Aufspaltung der drei Wandschichten** der Aorta. Im Gegensatz zur Aortenruptur dringt dabei das Blut nicht durch die Aortenwand nach außen, sondern wühlt sich zwischen die Wandschichten und hebt die innerste Schicht, die Intima, von der Aortenwand ab.

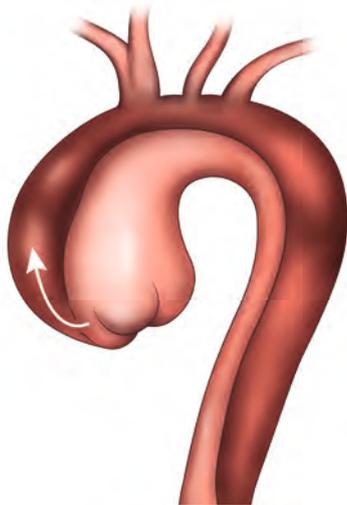
Durch das Fortschreiten der Dissektion entsteht ein neuer blutdurchströmter Raum, den man das „**falsche Lumen**“ nennt. Der ursprüngliche Gefäßinnenraum wird als das „**wahre Lumen**“ bezeichnet. Die Aufspaltung der Wandschichten bei der Aortendissektion verläuft in der Regel mit dem Blutstrom.

Eine akute Aortendissektion äußert sich durch einen plötzlich auftretenden, vom Charakter her **stechenden bzw. reißenden Schmerz im Brust-, Rücken-, oder Bauchraum**, der mit Fortschreiten der Dissektion zum Beispiel vom Brustkorb über den Rücken in die Flanken und die Leisten **wandern** kann.

Von der Aorta abgehende Gefäße können durch die Aortendissektion verschlossen werden und zu Herzinfarkt, Schlaganfall, Querschnittslähmung, akuter Durchblutungsstörung der Arme oder Beine oder zu einer Minderdurchblutung der Bauchorgane führen.



Eine plötzliche Blutdruckdifferenz an den Extremitäten in Verbindung mit einem Schmerzeignis im Brustkorb ist richtungsweisend für eine Aortendissektion. Da nach einer Aortendissektion das Blut nur von einer dünnen, äußeren Wandschicht (der sog. Adventitia) im Gefäß gehalten wird, kann es als **Komplikation** zu einer vollständigen **Aortenruptur** (s. S. 16) kommen.



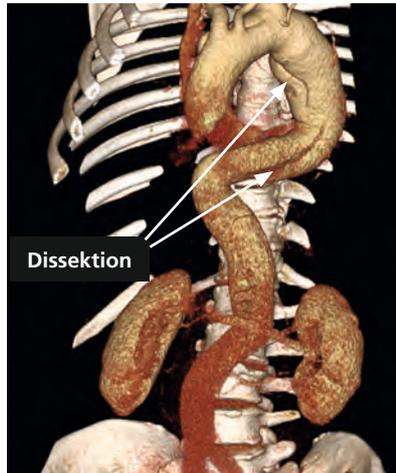
„Typ A-Dissektion“

Einteilung der Aortendissektionen nach Stanford-Klassifikation

Die akute Aortendissektion Typ A ist einer der schwerwiegendsten Notfälle in der Gefäßmedizin. Die Bezeichnung „Typ A“ bedeutet, dass die aufsteigende Aorta (Aorta ascendens) betroffen ist. Dies ist bei ca. 65% der Aortendissektionen der Fall. Die „Typ A-Dissektion“ kann sich auf die aufsteigende Aorta beschränken oder sich bis in die absteigende Aorta, die Bauchaorta oder sogar die Becken- und Leistengefäße fortsetzen.

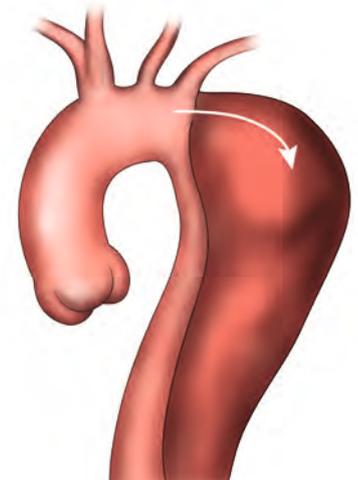
Das **besondere Risiko** der „**Typ A-Dissektion**“ ergibt sich durch die mögliche Beteiligung der **Aortenklappe**, der **Herzkranzgefäße** und der **Kopfgefäße**. Zudem kann es bei Ruptur (s. S. 16) und Einblutung in den Herzbeutel zum plötzlichen Tod kommen (sog. Herzbeuteltamponade). Das Blut drückt dabei von außen auf das schlagende Herz. Es kommt zum Herzversagen.

Die unbehandelte „Typ A-Dissektion“ hat aufgrund der Komplikationsmöglichkeiten eine extrem hohe Sterblichkeit, die in den ersten 48 Stunden bei ca. 40-60% liegt (ca. 1% pro Stunde!).



„Typ A-Dissektion“

Im Gegensatz zur „Typ A-Dissektion“ beginnt eine „**Typ B-Dissektion**“ definitionsgemäß hinter dem Abgang der linken Armschlagader (Arteria subclavia). Sie tritt bei ca. 25% der Patienten mit Aortendissektion auf. Das Risiko für schwerwiegende Komplikationen ist im Vergleich zur „Typ A-Dissektion“ geringer, da das **Herz** und die **Kopfgefäße nicht betroffen** sind. Dennoch können auch hier Gefäße blutstromabwärts verschlossen werden oder die Aorta kann einreißen und eine Blutung verursachen.



„Typ B-Dissektion“

Werden im Rahmen einer Aortendissektion Organe aufgrund von Gefäßverschlüssen nicht mehr ausreichend durchblutet, so spricht man von einem „**Malperfusionssyndrom**“.

Ein Malperfusionssyndrom ist eine häufige Todesursache der Aortendissektion. Auch durch eine erfolgreiche Notoperation können häufig die Organschäden, die durch ein Malperfusionssyndrom entstanden sind, nicht mehr rückgängig machen lassen. Wird ein Malperfusionssyndrom überlebt, drohen deshalb Langzeitschädigungen, zum Beispiel ein chronisches Nierenversagen oder die Folgen eines Schlaganfalls.

Angeborene Bindegeweberkrankungen

Bei vielen angeborenen Bindegeweberkrankungen führt die Beteiligung der Aorta und der großen Arterien zu einer **frühen Ausbildung von Aneurysmen** (s. S. 13). Damit verbunden treten bei den betroffenen Patienten aneurysma bedingte **Komplikationen häufiger** auf (Dissektion, Ruptur) (s.S. 19, 16). Die Patienten benötigen eine **besondere medizinische Vorsorge**. Bei Entwicklung von Aneurysmen muss eine zeitgerechte chirurgische Behandlung erfolgen, um Komplikationen vorzubeugen.

Man kann die angeborenen Bindegeweberkrankungen, die die Aorta betreffen, grob in vererbare, genetische Erkrankungen (z.B. Marfan-Syndrom, s. S. 23) und Entwicklungsdefekte unterteilen, die zwar angeboren sind, aber nicht klassisch vererbt werden (z.B. bikuspidale Aortenklappe, s. S. 25). Dies ist für die medizinische Beratung von Familienmitgliedern wichtig.

Zudem bestehen zum Teil familiäre Häufungen von Aortenerkrankungen, die sich durch bekannte Genmutationen nicht erklären lassen. In den letzten Jahren wurden zahlreiche weitere Mutationen gefunden, die diese familiäre Häufung erklären, aber die Besonderheit besitzen, dass nicht alle Patienten, die die Mutation tragen, gleichermaßen von Aortenerkrankungen betroffen sind. Wichtig ist, dass bei **familiären Häufungen** von aortalen Erkrankungen eine **engmaschige Vorsorge aller Familienmitglieder** stattfindet.

Das Marfan-Syndrom

Das Marfan-Syndrom ist die häufigste, vererbare, genetische Bindegewebserkrankung (ca. 1-2 / 10.000 Menschen). Die Vererbung geschieht **„autosomal dominant“**, d.h. 50% der Nachkommen sind betroffen und das Marfan-Syndrom kann bei Frauen und Männern auftreten. Hervorgerufen wird das Marfan-Syndrom durch eine Mutation im sog. FBN1-Gen, das für die Produktion des Proteins „Fibrillin-1“ verantwortlich ist. Durch das defekte Protein kommt es zu einer „Bindegewebsschwäche“, die neben Gelenken, Sehnen und dem Auge vor allem die Aorta betrifft.



Schwere Skoliose bei Marfan-Syndrom

Typische Merkmale bei Marfan-Syndrom

- Überlange Gliedmaßen, oft schmaler, großer Körperbau (sog. marfanoider Habitus)
- überdehnbare Gelenke, weiche Haut
- Trichter- oder Kielbrust
- Veränderungen der Wirbelsäule (z.B. Skoliose)
- Verschiebung der Augenlinse (sog. Linsenluxation)
- Kurzsichtigkeit
- Erkrankungen der Herzklappen, Herzschwäche
- Aortenaneurysmen, Aortendissektion

Aortenerkrankungen haben für Marfan-Patienten eine besondere Bedeutung, da sie unbehandelt aufgrund der Gefahr für Aortendissektionen und –rupturen frühzeitig zum Tod führen können.

Aortenerkrankungen

Das Ehlers-Danlos-Syndrom

Das Ehlers-Danlos-Syndrom beschreibt eine Gruppe von **vererbba**ren Bindegeweberkrankungen, denen die **Überdehnbarkeit der Haut** gemeinsam ist (ca. 1-2 / 10.000 Menschen). Das Ehlers-Danlos-Syndrom kann durch Mutationen im Gen des Proteins Kollagen ausgelöst werden. Es ist das wichtigste Bindegewebsprotein des menschlichen Körpers.

Die klinischen Folgen betreffen die Aorta und großen Gefäße, innere Organe und vor allem die Haut. **Aortendissektionen und –rupturen** (s. S. 19, 16) können bei Patienten mit Ehlers-Danlos-Syndrom auch **ohne vorherige Entwicklung eines Aortenaneurysmas** auftreten.

Das Loeys-Dietz-Syndrom

Das seltene Loeys-Dietz-Syndrom (< 1 / 1.000.000 Menschen) wurde 2005 erstmals beschrieben. Es handelt sich – wie das Marfan-Syndrom – um eine **autosomal dominant vererbba**re Erkrankung, die durch Mutationen in zwei Genen hervorgerufen wird (TGF-beta receptor Typ I und II).

Männer und Frauen können betroffen sein. Der genetische Defekt wird an 50% der Nachkommen vererbt und äußert sich in Form von Bindegewebsschwäche mit Beteiligung der Aorta und der großen Arterien. Die Patienten entwickeln **Aortenaneurysmen** (s. S. 13).

Klinisch ähnelt das Loeys-Dietz-Syndrom vielfach dem Marfan-Syndrom (s. S. 23), weshalb vor der Erstbeschreibung 2005 viele Patienten als Marfan-Patienten diagnostiziert wurden. Ein typisches Merkmal ist die **„gespaltene Uvula“**, eine angeborene Einkerbung des Gaumenzäpfchens. Im Gegensatz zum Marfan-Syndrom haben die Patienten mit Loeys-Dietz-Syndrom praktisch keine Augenbeteiligung.

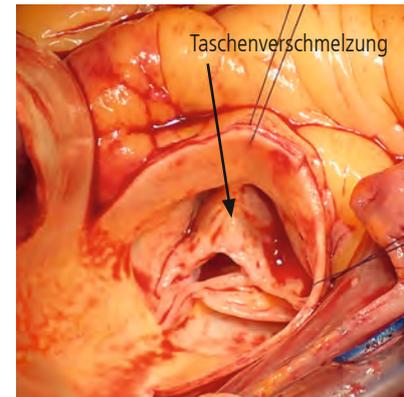
Bikuspide Aortenklappe

Normalerweise besteht die Aortenklappe aus drei Klappentaschen (trikuspide Aortenklappe). Bei der bikuspiden Aortenklappe finden sich dagegen funktionell **nur zwei Klappentaschen**. Meistens sind bei den Patienten drei Taschen von Geburt an angelegt, von denen zwei verschmolzen sind und somit funktionell eine große Tasche bilden. Wie stark die Verschmelzung ausfällt, ist variabel und kann bei geringer Ausprägung in der Herzultraschalluntersuchung unerkannt bleiben.

Die bikuspiden Aortenklappe ist der **häufigste angeborene Herzfehler** und betrifft etwa 1% aller Menschen. Männer sind häufiger betroffen, als Frauen (ca. 2:1). Eine bikuspiden Aortenklappe kann familiär gehäuft auftreten. **Direkte Angehörige sollten ebenfalls untersucht werden.**

Durch die Fehlanlage der Klappentaschen neigen diese zu einer **frühzeitigen Degeneration** (Verdickung, Verkalkung). Die Folge kann eine zunehmende Verengung oder Undichtigkeit der Aortenklappe sein, die nicht erst im hohen Alter, sondern **bereits zwischen dem vierten und sechsten Lebensjahrzehnt** auftritt.

Inzwischen ist bekannt, dass der Entwicklungsdefekt nicht auf die Aortenklappe beschränkt ist. Bei Patienten mit bikuspiden Aortenklappe ist die aufsteigende Aorta häufig von einer Bindegewebsstörung betroffen. Die Aorta ist meist dünnwandig und neigt zur Ausbildung von Aneurysmen. Das **Risiko für aortale Komplikationen** ist erhöht.



Bikuspide Aortenklappe

Aortenerkrankungen

Die Aortitis

Als Aortitis bezeichnet man die **Entzündung der Aorta**, die **durch Infektionen** und **Autoimmunerkrankungen** (nicht-infektiöse Aortitis) entstehen kann. Eine Aortitis geht mit einer Verdickung der Aortenwand einher. Die Entzündung kann mit verschiedenen Untersuchungsmethoden in der Aortenwand nachgewiesen werden (z.B. PET-CT = Positronen-Emissions-Tomografie, MRT = Kernspintomografie).

Die infektiöse Aortitis

In der Vergangenheit trat eine infektiöse Aortitis vor allem bei der **unbehandelten Syphilis** auf (sexuell übertragbare Erkrankung, Synonym: Lues, harter Schanker; Infektion durch das Bakterium *Treponema pallidum*). Die ersten Patienten, die in den 40er und 50er Jahren des letzten Jahrhunderts an der thorakalen Aorta operiert wurden, waren meist junge Patienten mit Syphilis. Durch die Möglichkeit der Antibiotikatherapie sind syphilitische Aortenaneurysmen in Mitteleuropa selten geworden. Patienten, die heutzutage eine Infektion der Aorta entwickeln, weisen häufig **schwere Grunderkrankungen** auf (z.B. bei Immunschwäche). Zudem können sich Infektionen außerhalb der Aorta in diese ausbreiten. Dazu gehören zum Beispiel Wirbelsäuleninfektionen bei älteren Patienten (Spondylitis), die die absteigende Aorta einbeziehen können.

Infektiöse Erkrankungen der Aorta haben ein hohes Risiko einer Aortenruptur (s. S. 16). Eine **intensive Antibiotikatherapie** ist erforderlich. Die **chirurgische Behandlung** mit Entfernung des infizierten Gewebes ist komplex und risikoreich, aber vielfach die einzige therapeutische Option. Es besteht ein erhöhtes Risiko für erneute Infektionen, da sich das verwendete Ersatzmaterial ebenfalls infizieren kann. Die Verwendung von biologischem Ersatzmaterial (z.B. Spendergefäße, sog. Homografts) kann das Risiko von erneuten Infektionen verringern, eine zunehmende Verkalkung der Spendergefäße kann aber eine spätere Nachbehandlung notwendig machen.

Die Symptome der infektiösen Aortitis können vergleichbar zu anderen Aortenerkrankungen langsam oder plötzlich auftreten und können mit

Fieber, Schüttelfrost und laborchemischen Infektzeichen einhergehen. Ein schleichender Verlauf der Erkrankung mit wiederkehrenden Fieberschüben und symptomfreien Intervallen ist keine Seltenheit. Dadurch ist die Diagnose schwierig.

Die Riesenzelleriitis

Die Riesenzelleriitis ist die häufigste **rheumatische Gefäßentzündung** bei Menschen über 50 Jahren (1-50 / 100.000 Menschen, mit dem Alter steigende Häufigkeit). **Frauen** sind deutlich häufiger betroffen, als Männer (ca. 75%).

Durch die Entzündung kommt es zu einer **Verdickung der Gefäßwand**. Einer Gefäßverengung ist die mögliche Folge. Hauptsächlich sind die großen Arterien des Kopfes betroffen, vor allem die Schläfenarterie (Arteria temporalis), weshalb die Riesenzelleriitis auch Arteriitis temporalis genannt wurde.

Bei ca. 15% der Patienten ist die Aorta betroffen. Hier führt die Entzündung zur Entwicklung von Aneurysmen (s. S. 13). Die Behandlung erfolgt in der Regel mit Immunsuppression (z.B. Kortison).

Takayasu-Arteriitis

Die Takayasu-Arteriitis ist verwandt mit der Riesenzelleriitis. Sie ist eine seltene **Autoimmunerkrankung** (< 1 / 1.000.000 Menschen). Betroffenen sind vor allem **Frauen unter 40 Jahren**.



Arterienverschlüsse u. Aortenaneurysma bei Takayasu-Arteriitis

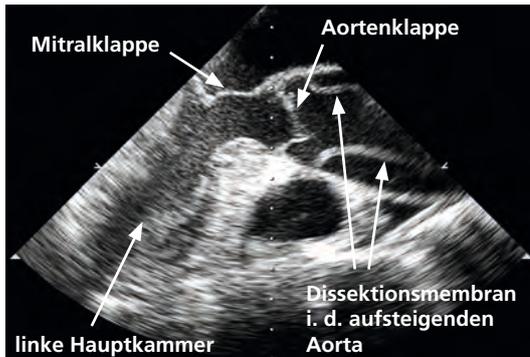
Bei der Takayasu-Arteriitis führt die Entzündung der großen Arterien bevorzugt zu **Durchblutungsstörungen**.

Neben den Kopfgefäßen können auch die Gefäße des Bauchraumes betroffen sein. Die Anlage von chirurgischen Bypassen kann notwendig werden. Diese haben aufgrund der Grunderkrankung aber ein hohes Risiko, sich im Verlauf wieder zu verschließen. Bei Beteiligung der Aorta können Aneurysmen (s. S. 13) entstehen.

Untersuchungsmethoden zur Beurteilung der Aorta

Zu Beginn der diagnostischen Kette steht das ärztliche Gespräch und die körperliche Untersuchung. Sollte Verdacht auf eine Erkrankung der Aorta bestehen, wird eine weiterführende Abklärung durchgeführt. Welche **Bildgebungsmethode** zum Einsatz kommt, hängt von der vermuteten Erkrankung ab.

Transthorakale Echokardiographie



Echokardiographie der Aortenwurzel

Hierunter versteht man eine **Ultraschall-Untersuchung des Herzens** und der **angrenzenden Blutgefäße**. Der untersuchende Arzt legt einen Schallkopf auf den Brustkorb des Patienten. Mit dieser Untersuchungsmethode lassen sich wertvolle Informationen über die Herzklappen, die Pumpfunktion des Herzens, die Aortenwurzel und die aufsteigende Aorta gewinnen.

Vorteile dieser Untersuchungsmethode sind die breite Verfügbarkeit und die einfache Durchführbarkeit, sowie der Verzicht auf Röntgenstrahlen. Allerdings lassen sich mit dieser Methode keine Informationen über den Aortenbogen oder die absteigende Aorta gewinnen.

Transösophageale Echokardiographie

Bei der transösophagealen Echokardiographie handelt es sich ebenfalls um eine **Ultraschall-Untersuchung des Herzens**. Die Ultraschallsonde wird in die Speiseröhre eingeführt, weshalb man auch umgangssprachlich von „**Schluck-Echokardiographie**“ spricht. Die Methode kann als unangenehm empfunden werden, weshalb die Patienten häufig ein kurzwirksames Narkosemittel erhalten.

Die transösophageale Echokardiographie ermöglicht eine noch genauere Untersuchung des Herzens inklusive der Vorhöfe und eines Teils der absteigenden Aorta. Der Aortenbogen kann in der Regel nicht eingesehen werden.

Magnetresonanztomographie

Die Magnetresonanztomographie („MRT“) liefert wie die CT-Untersuchung eine Vielzahl von Schnittbildern des untersuchten Körperteils. Allerdings basiert die MRT-Untersuchung nicht auf Röntgenstrahlen sondern auf der Verwendung von **Magnetfeldern**. Da die Untersuchung recht lange dauert, wird sie **in Notfallsituationen nicht** benutzt. Aufgrund der fehlenden Strahlenbelastung erfreut sich die MRT-Untersuchung zunehmender Beliebtheit in der Abklärung von Erkrankungen vor einer Operation und in der Nachsorge. Allerdings muss man berücksichtigen, dass die Bildqualität und somit der Informationsgewinn für den Arzt in der Regel nicht mit denen der CT-Untersuchung vergleichbar sind.

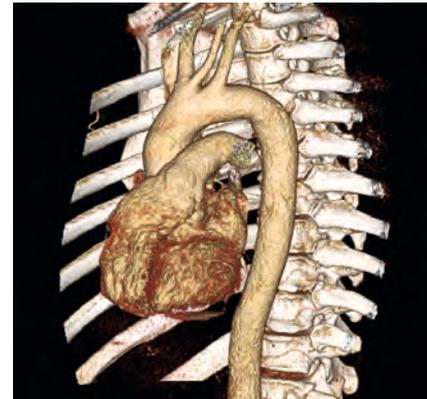
Weiterhin ist zu erwähnen, dass diese Untersuchungsmethode aufgrund der Verwendung von Magnetfeldern **nicht bei Patienten mit Implantaten aus Metall** (z.B. Herzschrittmacher) angewendet werden kann.

Computertomographie

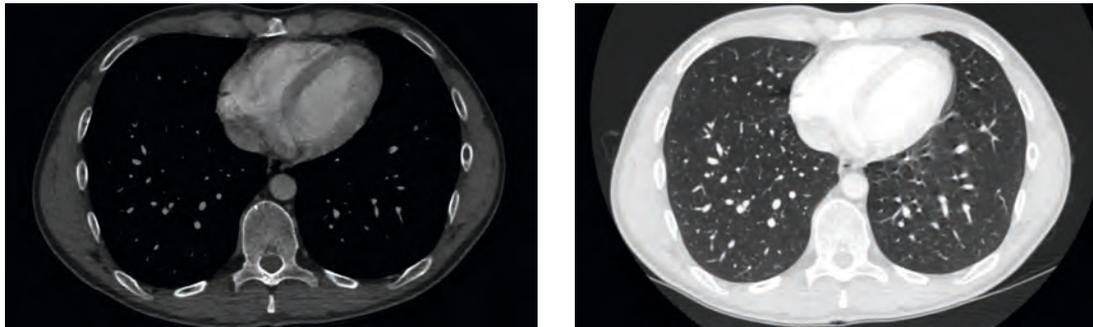
Die Computertomographie („CT“) stellt die zentrale Untersuchungsmethode zur Abklärung von Aortenerkrankungen – sowohl in elektiven Situationen als auch bei Notfällen – dar. Die Methode basiert auf Röntgenstrahlen, die jedoch nicht wie beim herkömmlichen Röntgenbild in nur einer Ebene, sondern spiralförmig abgegeben werden. Der Patient wird dazu mit einem fahrbaren Tisch durch eine „Röhre“ geschoben. Auf diese Weise wird eine **Vielzahl von Röntgenaufnahmen** angefertigt, die im Computer zu einer Folge von Schnittbildern umgerechnet werden. Um detailliertere Aussagen zur Aorta machen zu können, wird die Untersuchung mit der Gabe von **Kontrastmittel** kombiniert (sog. „CT-Angiographie“).

Mit der Computertomographie lässt sich **jeder Körperbereich** in einer hohen Auflösung untersuchen. Man kann **sehr genaue Aussagen** zur Aorta und den abgehenden Blutgefäßen machen. Eine CT-Untersuchung ist heutzutage in wenigen Minuten durchführbar.

Da Röntgenstrahlen potentiell Erbgutveränderungen hervorrufen können, darf diese Untersuchungsmethode nur bei **rechtfertigender Indikation** eingesetzt werden. Wird Kontrastmittel verabreicht, so muss zudem das Risiko einer Schädigung der Niere bei bereits eingeschränkter Nierenfunktion oder in seltenen Fällen einer allergischen Reaktion berücksichtigt werden.



3D-Rekonstruktion der Brust- und Lendenwirbelsäule mit dem Herzen und der Aorta.



2D-Schichtbilder des Brustkorbes: Gefäßkontrastierung (links) und Lungenkontrastierung (rechts)

Generell ist die CT-Untersuchung ein **risikoarmes Verfahren**. Bei der Untersuchung von Aortenerkrankungen übersteigt der Nutzen der Computertomographie die Risiken bei weitem.

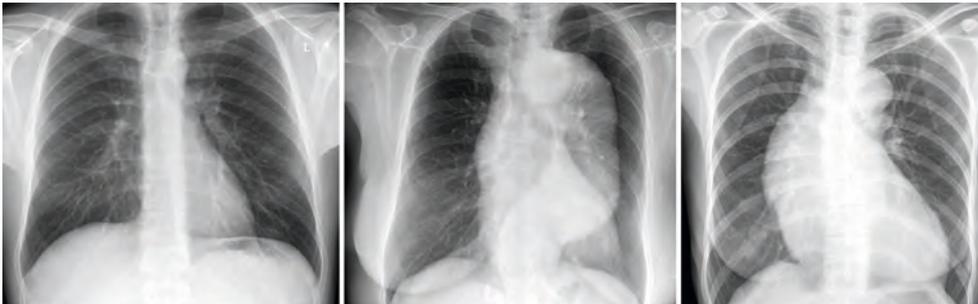
Durch die hohe Aussagekraft der Bilder in Bezug auf Aortenerkrankungen und die schnelle Verfügbarkeit ist die Computertomografie die **wichtigste Untersuchungsmethode zur Darstellung der Aorta**, sowohl vor Operationen, als auch zur Verlaufskontrolle.

Bei häufig zu erwartenden Kontrolluntersuchungen und speziell bei jungen Patienten empfiehlt es sich vor allem im Langzeitverlauf die Magnetresonanztomografie (s. S. 29) als bildgebendes Verfahren zur Untersuchung der Aorta einzusetzen, um den Einsatz von Röntgenstrahlen zu vermeiden.

Konventionelles Röntgen

Die konventionelle Röntgenaufnahme des Brustkorbes erfolgt typischerweise im Stehen in zwei Ebenen (von vorne und von der Seite).

Die Organe werden übereinander projiziert dargestellt. Die Methode eignet sich gut als **Übersichtsuntersuchung** zur Beurteilung der Lunge und der Herzgröße. Die Aorta wird zum Teil vom Herzen verdeckt. Große Aortenaneurysmen werden bei konventionellen Röntgenuntersuchungen gelegentlich als Zufallsbefund nachgewiesen. Sie lassen sich mit dieser Methode aber nicht im Detail beurteilen, weshalb dann in der Regel eine Computertomographie oder eine Kernspintomografie erfolgt.

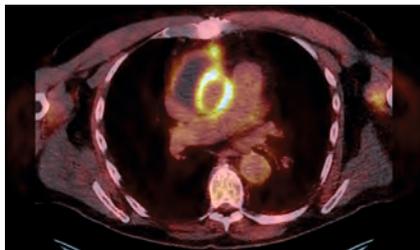


Normalbefund (links), Aneurysma der absteigenden (Mitte) u. aufsteigenden (rechts) Aorta

Positronen-Emissions-Tomographie (PET)



Infektion nach Herzoperation (rot)



Infektion einer Aortenprothese

Bei der PET handelt es sich um eine **nuklearmedizinische Untersuchung** bei der gering radioaktiv markierte Substanzen zur Darstellung von Stoffwechselfvorgängen verwendet werden. Bei einer PET-CT lässt sich die Darstellung des Stoffwechselprozesses mit den Schichtbildern einer Computertomographie kombinieren. Die Stoffwechselaktivität kann genau den Körperregionen zugeordnet werden.

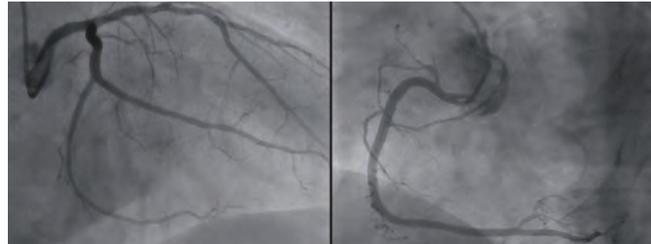
Mit der PET-CT lässt sich unter anderem der Energieverbrauch von Organen durch radioaktiv markierten Zucker darstellen. Da bei Entzündungen durch die Entzündungszellen im Gewebe viel Energie verbraucht wird, dient die PET-CT in der Aorten Chirurgie vor allem dem Nachweis von Entzündungen der Aorta oder von Aortenprothesen.

Zusätzliche Diagnostik

Wenn die Indikation zur chirurgischen Behandlung eines Aortenaneurysmas gestellt wurde, werden vorbereitende Untersuchungen geplant. Es werden unter Anderem wichtige Risikofaktoren abgeklärt (z.B. eine Lungen- oder Nierenfunktionseinschränkung). Des Weiteren sind begleitende Herzerkrankungen auszuschließen, die gegebenenfalls während der Operation mit behandelt werden müssen.

Herzkatheter-Untersuchung

Eine Herzkatheter-Untersuchung wird durch einen Kardiologen durchgeführt und basiert auf **Röntgenstrahlen** und der Gabe von **Kontrastmittel**. Eine Narkose ist nicht notwendig. Die Untersuchung erfolgt über eine Punktion der Leistengefäße oder einer Arterie in Lokalanästhesie. Von dort können sehr dünne Drähte und Katheter bis zum Herzen vorgeschoben werden. Die Prozedur ist schmerzfrei. Über eine Vene kann das rechte Herz untersucht werden, über eine Arterie das linke Herz.



Normalbefund einer linken und rechten Herzkranzarterie

Die arterielle „Linksherzkatheter-Untersuchung mit Koronarangiographie“ **dient zum Ausschluss einer koronaren Herzkrankheit** (Herzkranzgefäßverkalkung). Dazu wird ein dünner Katheter direkt bis vor die Abgänge der rechten und linken Herzkranzarterie vorgeschoben und Kontrastmittel verabreicht. Unter Röntgendurchleuchtung kann der Fluss des

Kontrastmittels in die Herzkranzgefäße direkt beobachtet werden. Engstellen (sog. Stenosen) oder anatomische Varianten können so dargestellt werden. Werden bedeutsame Engstellen an den Herzkranzgefäßen entdeckt, werden diese während einer Aortenoperation in der Regel durch die Anlage von Bypässen mit behandelt.

Echokardiographie

Falls eine Echokardiografie nicht bereits im Vorfeld veranlasst wurde, um Teile der Aorta und die angrenzende Aortenklappe zu beurteilen, so muss sie **in jedem Fall vor einer Aortenoperation** durchgeführt werden, um zu behandelnde Herzklappen-Erkrankungen und die Pumpleistung des Herzens zu beurteilen (siehe transthorakale und transösophageale Echokardiografie, S. 28, 29).

Lungenfunktionsuntersuchung

Die Lungenfunktionsuntersuchung (Spirometrie) untersucht Lungenvolumina sowie Atemwegswiderstände. Lungenerkrankungen, wie die COPD (umgangssprachlich häufig als Alterslunge oder Altersemphysem bezeichnet) oder die Lungenfibrose (umgangssprachlich manchmal Schrumpflunge bezeichnet) können so erkannt werden.

Die Lungenfunktion ist vor allem **für die Zeit der Beatmung und während der postoperativen Behandlung** wichtig. Eine eingeschränkte Lungenfunktion erschwert das Atemtraining und erhöht das Risiko für Lungenentzündungen oder einen verlängerten Aufenthalt auf einer Intensivstation zur Beatmung.

Indikation

Manche Erkrankungen der Aorta entwickeln sich schleichend über einen längeren Zeitraum und können oftmals abwartend beobachtet werden. Erst bei einem Fortschritt der Krankheit ist dann eine operative Behandlung notwendig. Andere Erkrankungen der Aorta müssen hingegen sofort und unverzüglich chirurgisch behandelt werden.



Aortendissektion

Bei der Aortendissektion spielt die **Lokalisation** des betroffenen Aortenabschnitts eine entscheidende Rolle.

Eine sogenannte „**Typ A-Dissektion**“ (s. S. 20) muss schnellstmöglich chirurgisch behandelt werden. Es handelt sich hierbei um eine akute **Notfallsituation**, die ohne operative Behandlung mit einer großen Sterblichkeit einhergeht.

Bei der sogenannten „**Typ B-Dissektion**“ (s.S. 21) wird eine „unkomplizierte“ und eine „komplizierte“ Form unterschieden.

Eine „**unkomplizierte Typ B-Dissektion**“ wird in der Regel konservativ – also **ohne Operation** – behandelt.

Es gilt, den Blutdruck, die Herzfrequenz und die Schmerzen mit Medikamenten zu behandeln. Im Verlauf müssen Patienten mit dieser Erkrankung regelmäßig mit einer Bildgebung nachbeobachtet werden, um eine

schnelle Vergrößerung der Aortendurchmesser rechtzeitig zu erkennen.

Die „**komplizierte Typ B-Dissektion**“ ist gekennzeichnet durch zum Beispiel fortbestehende Schmerzen, ein nicht-kontrollierbarer Blutdruck, eine frühe Ausdehnung der Hauptschlagader, eine Minderdurchblutung von Organen oder einer Ruptur der Aorta.

Für die „komplizierte Typ-B-Dissektion“ wird eine **minimalinvasive chirurgische Behandlung** mittels „Stent“-Implantation („TEVAR“) empfohlen.

Eine **offen-chirurgische Therapie** kann jedoch auch erwogen werden, wenn die Stentbehandlung nicht möglich ist.

Aneurysma der aufsteigenden Aorta bzw. der Aortenwurzel

Ein Aneurysma kann in verschiedenen Bereichen der Brustschlagader vorliegen. Ist die aufsteigende Brustschlagader betroffen, so sollte eine **Operation ab einem Gefäßdurchmesser von 55 mm** erfolgen. Muss aus anderen Gründen ein herzchirurgischer Eingriff erfolgen, so sollte die aufsteigende Hauptschlagader ab einem Durchmesser von **45 mm** mit behandelt werden.

Es gibt verschiedene Erkrankungen, bei denen das **Risiko von Aortenkomplikationen erhöht** ist und bei denen schon **früher operiert** werden sollte.

Bei Patienten mit Bindegewebserkrankungen der Aorta (z.B. Marfan-Syndrom, s. S. 23) wird ein chirurgischer Ersatz der aufsteigenden Aorta bereits ab einem Durchmesser von 50 mm empfohlen.

Liegen darüber hinaus besondere Risikofaktoren wie zum Beispiel eine familiäre Belastung, eine rasche Größenzunahme, eine Undichtigkeit der Aortenklappe oder ein Schwangerschaftswunsch vor, so sollte bereits ab einem Aortendurchmesser von 45 mm die Operation durchgeführt werden. Bei Patienten mit einer sogenannten bikuspiden Aortenklappe (s.S. 25) wird eine operative Behandlung einer aneurysmatischen aufsteigenden Aorta ebenfalls ab einem Durchmesser von 55 mm empfohlen. Bei besonderen Risikofaktoren sollte die Operation ab einem Durchmesser von 50 mm erfolgen.

Aneurysma des Aortenbogens

Ein Aneurysma des Aortenbogens sollte operiert werden, wenn der Durchmesser der Hauptschlagader **55 mm oder mehr** beträgt. Ist ohnehin eine Operation an einem angrenzenden Aortenabschnitt geplant, so kann der Aortenbogen auch schon bei **niedrigeren** Gefäßdurchmessern mit ersetzt werden.

Aneurysma der absteigenden Aorta

Ein Ersatz der absteigenden Hauptschlagader mittels **minimalinvasiver** Technik (Stent, TEVAR) sollte ab einem Gefäßdurchmesser von **55 mm** erfolgen.

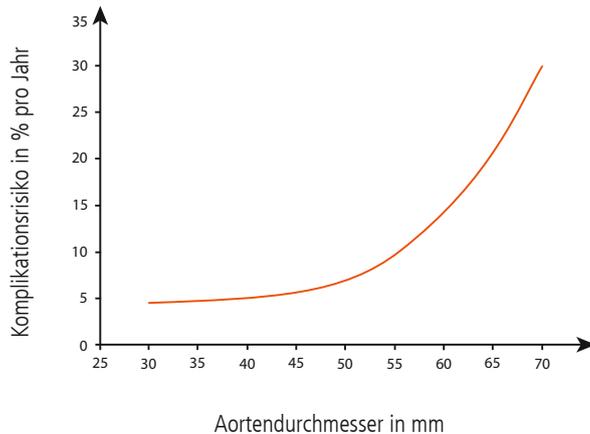
Ist eine minimalinvasive Behandlung nicht möglich, so sollte eine **offen-chirurgische** Behandlung jedoch erst ab einem Durchmesser von **60 mm** erfolgen. Bei Patienten mit Bindegeweberkrankungen ist immer eine offen-chirurgische Behandlung vorzuziehen.



Mit Stent behandelte absteigende Aorta

Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Aortenkomplikationen in Abhängigkeit vom Aortendurchmesser

In der Regel führen Aortenaneurysmen zu keinen Beschwerden. Ein Aortenaneurysma chirurgisch zu behandeln, stellt eine prophylaktische Maßnahme dar, um Aortenkomplikationen zu verhindern.



Die allgemein formulierten Empfehlungen zur chirurgischen Versorgung von Aortenaneurysmen basieren auf einer **Risiko-Nutzen-Abwägung**: Das Risiko einer Operation sollte gegen das Risiko nicht zu operieren abgewogen werden. Die nebenstehende Abbildung verdeutlicht, dass das **Risiko für Aortenkomplikationen mit zunehmendem Aortendurchmesser überproportional ansteigt**. Ab den oben angegebenen Durchmessern gilt in der Regel, dass der Nutzen einer Operation dessen Risiko überwiegt. Da nicht alle Patienten das gleiche Operationsrisiko besitzen, muss die Indikation zur chirurgischen Therapie eines Aortenaneurysmas immer **individuell** beurteilt werden.

Technische Voraussetzungen für Aortenoperationen

Herzlungenmaschine

Operationen der aufsteigenden Aorta und des Aortenbogens werden unter Verwendung der Herzlungenmaschine durchgeführt. Sie übernimmt den **Kreislauf** des Patienten und dessen Versorgung mit Sauerstoff. Sie wird über den rechten Vorhof des Herzens und die Aorta angeschlossen. Das Blut fließt in die Herzlungenmaschine, wird dort mit Sauerstoff angereichert, gekühlt oder gewärmt und in die Aorta des Patienten zurückgepumpt. Lunge und Herz werden dadurch umgangen. Auf diese Art und Weise lassen sich **Operationen am „offenen“, nicht schlagenden Herzen** durchführen.

Damit das Blut des Patienten in den Schläuchen der Herzlungenmaschine nicht gerinnt, wird es mit Hilfe von Heparin ungerinnbar gemacht. Bei Aortenoperationen unter Einsatz der Herzlungenmaschine wird versucht, das Aortensegment, das ersetzt werden muss, durch Klemmen auszuschalten („Ausklammern“). Nach Einnähen einer Gefäßprothese wird der Blutfluss durch das Segment wieder freigegeben.



Herzlungenmaschine

Kreislaufstillstand

Der Aortenbogen lässt sich aufgrund seiner Lage und der abgehenden Gefäße nicht für einen Ersatz ausklemmen. Für die Operation des Aortenbogens muss daher die Herzlungenmaschine für kurze Zeit **abgestellt** werden, es besteht ein Kreislaufstillstand. Nach Entfernen des Aneurysmas und Einnähen einer Gefäßprothese wird der Kreislauf über die Herzlungenmaschine wieder gestartet. Damit es während des Kreislaufstillstandes nicht zu einem Sauerstoffmangelschaden von Organen kommt, werden verschiedene Methoden angewendet, um die Organe schützen (siehe nachfolgende Methoden).

Hypothermie

Durch **Reduktion der Körpertemperatur** (Hypothermie) sinkt der Energie- und folglich der Sauerstoffbedarf der Zellen. Die Kühlung des Körpers kann daher als Methode verwendet werden, um Organe vor einem Sauerstoffmangelschaden zu schützen. Dies wird seit den 1960er Jahren bei Eingriffen an der Aorta dazu eingesetzt, vor allem **das Gehirn zu schützen** (sog. **Neuroprotektion**), das die geringste Toleranz aller Organe gegenüber Sauerstoffmangel aufweist. Die Kühlung des **kompletten Körpers** bis auf Temperaturen von **unter 20°C** wird indirekt mit der Herzlungenmaschine über eine Kühlung des zirkulierenden Blutes erreicht. Nach Beendigung des Aortenersatzes im Kreislaufstillstand unter Hypothermie wird der Körper mit der Herzlungenmaschine wieder aufgewärmt.

Selektive antegrade Hirnperfusion

Zur Unterstützung der Neuroprotektion wurde die Technik der selektiven antegraden Hirnperfusion entwickelt. Damit ist gemeint, dass während des Kreislaufstillstandes des Körpers **nur die Hirngefäße** (= selektiv) in normaler Blutflussrichtung (= antegrad) mit Blut aus der Herzlungenmaschine **durchblutet** werden (= Perfusion). Dadurch wird eine kontinuierliche Zufuhr von Nährstoffen und Sauerstoff aufrechterhalten und eine Verlängerung der „sicheren Kreislaufstillstandszeit“ erreicht. Da die Bauchorgane weniger empfindlich auf einen Kreislaufstillstand reagieren als das Gehirn, kann bei Verwendung der Hirnperfusion die Kreislaufstillstandstemperatur für die **untere Körperhälfte** erhöht werden (**25-28°C**).

Liquordrainage

Sollte eine Operation im Bereich der **absteigenden Aorta** oder der **Brust-Bauch-Aorta** erforderlich sein, sind Arterien mit betroffen, die das Rückenmark mit Blut versorgen. Es handelt sich um viele kleine Abgänge, die im Brustbereich Interkostalarterien und im Bauchbereich Lumbalarterien genannt werden. Die größten dieser Arterien werden in die Aortenprothese eingenäht. Alle Äste lassen sich aber nicht einnähen, so dass es zu einer Durchblutungsstörung des Rückenmarks kommen kann. Dadurch schwillt das Rückenmark an. Da das anschwellende Rückenmark im Rückenmarkskanal der Wirbelsäule nicht ausweichen kann, verstärkt sich die Durchblutungsstörung. Es droht ein Querschnittssyndrom.

Lässt man den Liquor (umgangssprachlich „Hirnwasser“), in dem das Rückenmark schwimmt, abfließen, sinkt der Druck auf das Rückenmark, die Durchblutung verbessert sich und die **Rückenmarks-Schädigung** kann **verhindert** werden.

Zur Drainage des Liquors und zur Liquordruckmessung wird vor Aortenoperationen an der absteigenden Aorta in Lokalanästhesie eine Liquordrainage angelegt. Es handelt sich um einen **dünnen Plastikkatheter**, der mit einem Druckmesser und einem Reservoirbeutel verbunden ist. Die Liquordrainage kann wenige Tage nach der Operation wieder gezogen werden.

Aortenprothesen

Aortenprothesen werden aus **Polyester** (PE) gefertigt. Dabei handelt es sich um eine hochwertige Kunststofffaser, die zu schlauchförmigen Gefäßprothesen gewebt wird. Die Prothese wird mit kleinen Falten versehen, um sie flexibel der Anatomie im Patienten anpassen zu können (Ziehharmonika-Effekt). Da das gewebte Material nicht blutdicht ist, wird es mit **Kollagen** oder **Gelatine** beschichtet.

Aortenprothesen lassen sich in vielen Varianten und Größen herstellen. Die einfachsten Prothesen sind gerade „Schläuche“, komplexe Prothesen besitzen Seitenarme für abgehende Gefäße, den Anschluss der Herzlungenmaschine oder einen Prothesenanteil mit Stentgerüst (sog. Hybrid-Prothesen).

Eine Prothese mit all diesen Merkmalen wurde von Hannoveraner Chirurgen in Zusammenarbeit mit der Firma Vascutek bereits entwickelt (Thoraflex Hybrid Prothese, s. Aortenbogensersatz, S. 50).

Die Herstellung von zusammengesetzten Aortenprothesen geschieht auch heute noch **per Hand**. Zum Teil sind mehrere Tausend Stiche notwendig, um eine Prothese zusammenzunähen. Die Herstellungszeit kann **bis zu acht Wochen** betragen.



Handfertigung einer Aortenprothese



Speziell geformte Aortenwurzelprothese (Valsalva-Graft)

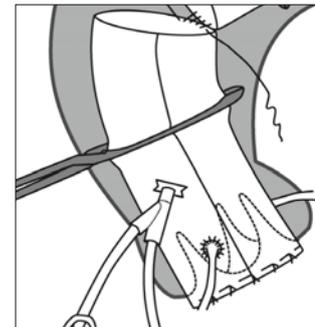
Operationstechniken

Aortenklappenrekonstruktion

Rekonstruktionstechniken der Aortenklappe sind bereits seit Ende der 1950er Jahre angewandt worden. Ihr Vorteil gegenüber dem Klappenersatz liegt in der **fehlenden Notwendigkeit der dauerhaften Blutverdünnung** (z.B. mit Marcumar) gegenüber mechanischen Klappen und in der **geringen Empfindlichkeit für Klappeninfektionen**. Eine Aortenklappenrekonstruktion ist nur möglich, wenn die Klappentaschen keine schwerwiegenden strukturellen Veränderungen aufweisen (z.B. Verkalkungen).

Die Aortenklappenrekonstruktion eignet sich zur Therapie von Erweiterungen der Aortenwurzel, die mit einer **Undichtigkeit der Aortenklappe** einhergehen. Die am häufigsten angewandte Methode der Aortenklappenrekonstruktion ist die **Technik nach David**. Sie wurde erstmals im Jahr 1992 vorgestellt.

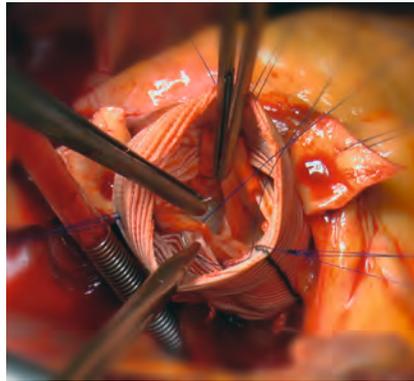
Die Aorta wird dabei bis auf einen kleinen Rand oberhalb der Aortenklappe entfernt. Die Abgänge der Herzkranzarterien werden aus der Aorta als sog. Knöpfe (engl. Buttons) herausgeschnitten. Im Anschluss werden unterhalb der Aortenklappe Stabilisierungsnähte von innen nach außen durch die Aortenwand gestochen. Mit diesen Nähten wird eine Aortenprothese, die von außen über die Aortenklappe gestülpt wird tief in der Aortenwurzel fixiert. Nun wird die Aortenklappe in die Aortenprothese eingenäht. Zuletzt erfolgt die Reimplantation der zwei Abgänge der Herzkranzarterien.



„David-Rekonstruktion“



Herunterführen der Aortenprothese



Einnähen der Aortenklappe in die Prothese

Über die Jahre haben sich weitere Methoden der Aortenklappenrekonstruktion entwickelt. Bereits 1982 war von Sir Magdy Yacoub eine Methode beschrieben worden, bei der die Aorta bis knapp an die Aortenklappe heran entfernt wird und gegen eine entsprechend zugeschnittene Aortenprothese ersetzt wird. Die Stabilisation unterhalb der Aortenklappe wird dabei nicht durchgeführt. Um einer späteren Erweiterung in diesem Bereich vorzubeugen, kann die Methode mit verschiedenen Stabilisationstechniken kombiniert werden.

Aortenklappenersatz

Ein Aortenklappenersatz ist dann notwendig, wenn strukturelle Veränderungen der Klappe (vor allem Verkalkungen) zu einer schweren **Einengung** (Stenose) oder **Undichtigkeit** (Insuffizienz) der **Aortenklappe** geführt haben. Bei vielen Aortenoperationen an der aufsteigenden Aorta ist die Aortenklappe ebenfalls betroffen und muss ersetzt werden, wenn sie nicht rekonstruiert werden kann.



Biologische Aortenklappenprothese aus Rinderperikard

Die eigene, nicht mehr funktionstüchtige Herzklappe wird aus dem Aortenklappenring herausgeschnitten. Kalkmaterial im Aortenklappenring wird mit einer speziellen Zange entfernt. Danach wird der Klappenring ausgemessen und eine geeignete Klappenprothese ausgewählt. Es folgt dann das Vorlegen von Klappennähten in den Aortenklappenring. Die vorgelegten Fäden werden anschließend in den Nahting der Klappenprothese gestochen und diese wird über die Nähte in den Klappenring hinuntergeführt. Die Nähte werden verknotet und die Klappenprothese auf korrekten Sitz überprüft.

Kunstprothesen

Herzklappenprothesen aus Kunststoff werden auch „mechanische Klappenprothesen“ genannt. Sie bestehen meist aus einem Klappenring in dem innen zwei Klappenflügel aufgehängt sind. Von außen ist ein Nahtring angebracht.

Der Vorteil einer mechanischen Klappenprothese ist seine praktisch **unbegrenzte Haltbarkeit**.

Der Nachteil dieser Prothesen besteht darin, dass die Fremdoberfläche der Klappenprothese die Blutgerinnung aktiviert und es zur Gerinnselbildung auf der Klappenprothese kommt, wenn die Blutgerinnung nicht gehemmt wird. Andernfalls drohen Schlaganfälle. Daher müssen Patienten, die eine mechanische Herzklappe tragen, ein **Leben lang ein blutgerinnungshemmendes Medikament** einnehmen. Am häufigsten wird Marcumar verabreicht. Als Nebenwirkung kann Marcumar unerwünschte Blutungen (z.B. Magen-Darm-Blutungen) auslösen. Die Therapie erfordert eine regelmäßige Messung der Gerinnungsparameter. Dies erfolgt in mehrwöchentlichen Abständen beim Hausarzt oder kann mit einem Messgerät durch den Patienten selbst erfolgen.

Bioprothesen

Biologische Klappenprothesen bestehen meist aus Rinder-Herzbeutelgewebe (Perikard) oder Schweine-Herzklappen, die auf einem Nahtring befestigt werden.

Der große Vorteil dieser Prothesen ist, dass sie die Blutgerinnung nicht aktivieren und so die Patienten nur für die Zeit der Klappeneinheilung (**ca. 2-3 Monate**) eine **blutgerinnungshemmende Therapie** durchführen müssen.

Der Nachteil der Bioprothesen ist, dass sie mit der Zeit verkalken und degenerieren. Dadurch kann sich erneut eine Klappeneinengung oder Undichtigkeit entwickeln. Die Klappe muss dann erneut ersetzt werden. Die **Haltbarkeit** biologischer Klappenprothesen beträgt durchschnittlich **10-15 Jahre**.

Das klappentragende Conduit

Müssen die Aortenklappe, die Aortenwurzel und die aufsteigende Aorta gemeinsam ersetzt werden, kommen **zusammengesetzte Prothesen** zum Einsatz, die aus einer Aortenprothese und einer Aortenklappenprothese bestehen.

Diese sogenannten klappentragenden Conduits werden entweder bereits **fabrikseitig** zusammengenäht oder während der Operation durch den Chirurgen **selbst** konstruiert.



Handgenähtes biologisches klappentragendes Conduit

Der Ersatz der aufsteigenden Aorta

Ist nur der aufsteigende Teil der Aorta von einem Aneurysma betroffen, kann dieser in der Regel durch eine **einfache, gerade Aortenprothese** ersetzt werden.

Bei der aufsteigenden Aorta wird hierfür die Aorta vor dem Aortenbogen abgeklemmt und anschließend in einer **kurzen Herzstillstandsphase** von seinem Anteil knapp oberhalb der Herzkranzgefäß-Abgänge bis an die Aortenklappe heran durch eine Prothese ersetzt. Nach Eröffnen der Aortenklappe wird das Herz wieder durchblutet und beginnt zu schlagen.

Der teilweise Aortenbogenersatz

Bei vielen Patienten, die wegen eines Aneurysmas der aufsteigenden Aorta operiert werden, muss der Ersatz in einer kurzen Kreislaufstillstandsphase bis an den Aortenbogen herangeführt werden. Der Ersatz des kompletten Aortenbogens ist nicht notwendig. Man spricht daher auch von „Hemi-Aortenbogen-Ersatz“, „partiellm Aortenbogenersatz“ oder korrekterweise von „offener Naht“, weil der **Aortenbogen** für die Annaht der Aortenprothese der aufsteigenden Aorta **kurz geöffnet werden muss, ohne dass er selbst ersetzt wird**.

Für den **kurzen Kreislaufstillstand** muss der Patient zum Schutz der Organe gekühlt werden (25°C). Zum Teil werden zusätzlich die Kopfgefäße über spezielle Katheter mit Blut versorgt (antegrade Hirnperfusion), vor allem dann, wenn zu erwarten ist, dass die Annaht der Aortenprothese am Aortenbogen länger dauert als zehn Minuten.

Therapie

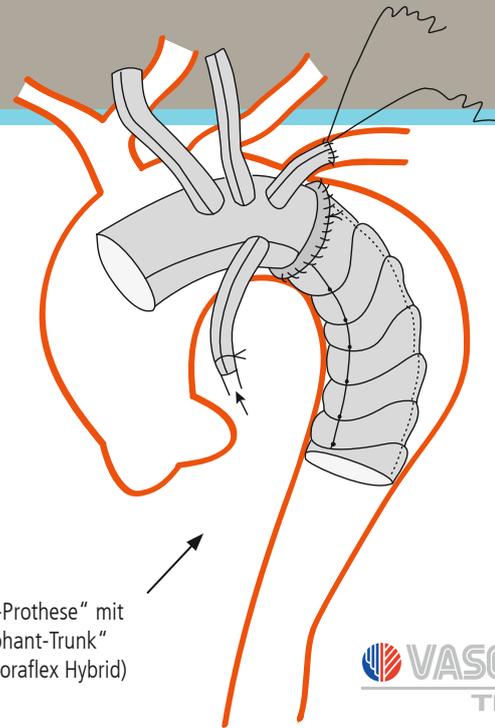
Der komplette Aortenbogensersatz

Der Ersatz des kompletten Aortenbogens ist aufgrund der anatomischen Verhältnisse einer der **komplexesten Eingriffe der Herzchirurgie**.

Vom Aortenbogen gehen drei Arterien ab, die die Arme und den Kopf mit Blut versorgen. Nach dem Aortenbogen geht die Aorta in den absteigenden Teil über, der die untere Körperhälfte versorgt. Der Aortenbogen kann nur eröffnet werden, wenn der Blutfluss zu diesen Arterien kurzfristig gestoppt wird. Er wird daher im **Kreislaufstillstand** operiert.

Nach Eröffnen des Aortenbogens im Kreislaufstillstand werden die **Kopfgefäße** durch spezielle Katheter **einzelndurchblutet** (sogenannte selektive antegrade Hirnperfusion), um das Gehirn mit Sauerstoff zu versorgen. Die untere Körperhälfte bleibt zunächst im Kreislaufstillstand. Zu einem späteren Zeitpunkt wird sie über die Aortenbogenprothese wieder mit Blut versorgt. Der Kreislaufstillstand ist dann beendet.

Die aus dem Aortenbogen abgehenden Arterien werden entweder in einer gemeinsamen „Insel“ oder einzeln in die Aortenprothese eingenäht.



„Vier-Finger-Prothese“ mit „Frozen Elephant-Trunk“ (Vascutek Thoraflex Hybrid)

Für letztere Methode stehen spezielle Prothesen zur Verfügung, die vier Seitenarme besitzen (drei für die Gefäßanschlüsse, einen für die Herz-lungenmaschine). Sie wird umgangssprachlich auch **„Vier-Finger-Prothese“** genannt. Um sie im hinteren Aortenbogen besser annähen zu können, trägt sie einen „Kragen“.

Ist die Aorta bis in den absteigenden Teil erweitert, so muss dieser meist in einer späteren, zweiten Operation von der linken Brustkorbseite versorgt werden. Um diese zu erleichtern, kann während der Erstoperation ein frei im Blutstrom „baumelnder“ Anteil der Aortenbogenprothese belassen werden, der als Ausgangspunkt für die zweite Operation dient. Man nennt diese Methode die **„Elephant Trunk“-Technik** (= Elefanten-Rüssel-Technik). Sie wurde in Hannover von Professor Hans-Georg Borst entwickelt und 1983 erstmals vorgestellt.

Ist der Elefanten-Rüssel-Anteil der Aortenbogenprothese zusätzlich mit einem Stentgerüst ausgestattet, spricht man von der „Frozen Elephant Trunk“-Methode, weil die Prothese dadurch nicht mehr frei „baumelt“, sondern fixiert, sprich „eingefroren“ wird. Da diese Prothesen einen „normalen“ Aortenprothesenanteil und einen „gestenteten“ Anteil besitzen, spricht man auch von **Hybrid-Prothesen**.

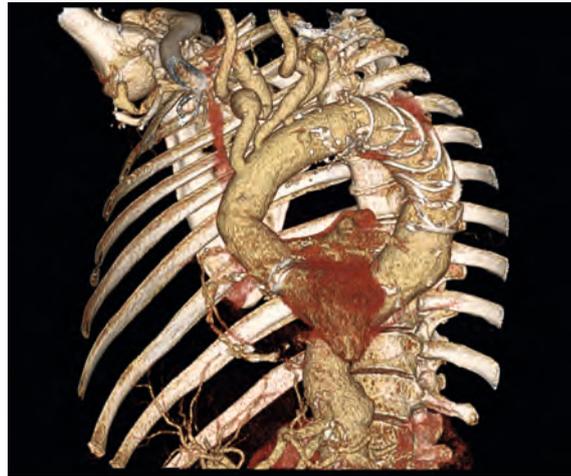
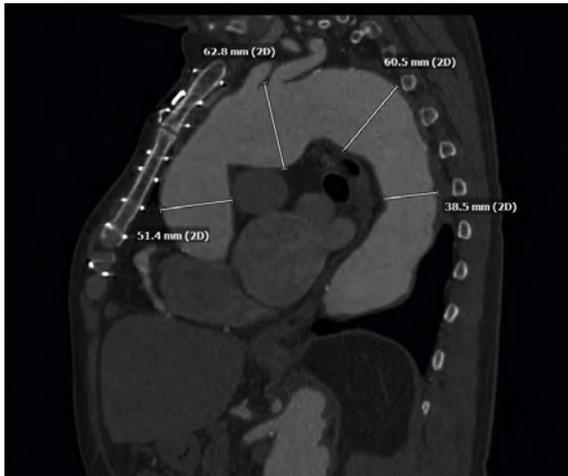
Ist neben dem Aortenbogen nur der Anfangsteil der absteigenden Aorta betroffen, kann bei vielen Patienten durch den Einsatz einer solchen Hybridprothese eine zweite Operation entfallen.

Die erste **„Frozen Elephant Trunk“-Prothese** wurde in Hannover

entwickelt (Haverich-Chavan-Prothese) und seither stetig verbessert. Inzwischen existiert mit der Thoraflex Hybrid-Prothese der Firma Vascutek eine Aortenbogenprothese, die alle oben genannten Merkmale vereint. Sie ist im Moment die komplexeste Aortenprothese auf dem Markt.

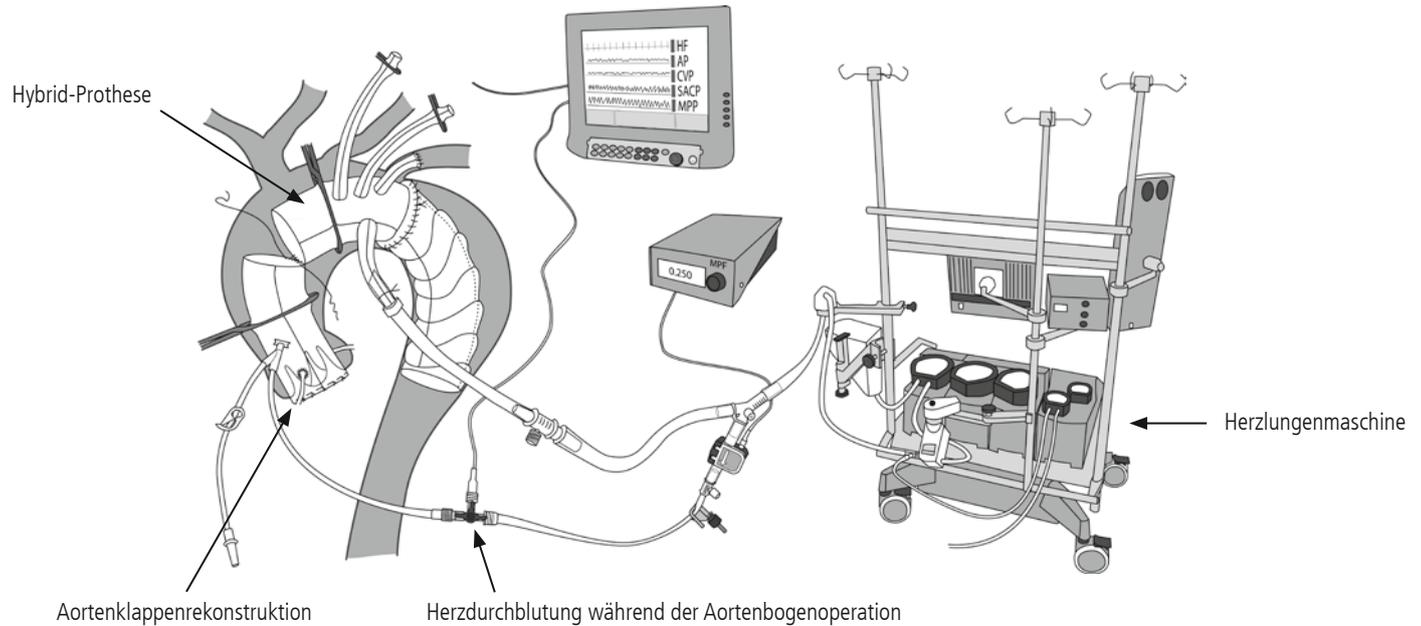
Da die Phase der Operation, in der der Chirurg am Aortenbogen arbeitet, circa ein bis zwei Stunden dauert, muss während dieser Zeit das Herz, das ebenfalls von der Durchblutung über die Aorta abgetrennt wird, geschützt werden. Dies wurde bis vor kurzem dadurch erreicht, dass es in einen gekühlten Herzstillstand überführt wurde (sogenannte Kardioplegie). Da mit zunehmender Stillstandszeit des Herzens das Risiko für Komplikationen steigt, wurde in Hannover eine Methode entwickelt, mit der das Herz während der Aortenbogenoperation wieder mit Blut versorgt wird. Da das Herz während dieser Phase häufig normal schlägt, wird die Methode auch **„Beating Heart“-Technik** genannt. Durch sie konnte das Risiko von Aortenbogenoperationen deutlich verringert werden.

Therapie



Aortenbogenaneurysma mit Beteiligung der absteigenden Aorta vor und nach Operation mit Hybrid-Prothese

Aortenklappenrekonstruktion nach David und kompletter Aortenbogenersatz mit Hybrid-Prothese in „Beating-Heart“-Technik



Kontrolluntersuchungen

Je nach Eingriff sind verschiedene Kontrolluntersuchungen sinnvoll und **richten sich nach der Lokalisation und Art der Aortenerkrankung**.

Die Nachsorge innerhalb des ersten Jahres dient vor allem zur Kontrolle des Operationsergebnisses und zur Aufdeckung von Komplikationen, die sich durch die Operation ergeben können.

Nach Operationen der Aortenwurzel und der aufsteigenden Aorta

Bleibt eine Operation auf Aortenwurzel und Aorta ascendens beschränkt, reichen **jährliche echokardiographische Untersuchungen** des Herzens aus. Eine erste Ultraschalluntersuchung des Herzens findet bereits während des stationären Aufenthalts statt.

Nach einer Herzklappenoperation oder eines Ersatzes der aufsteigenden Aorta sollte eine Anbindung an einen **niedergelassenen Kardiologen** erfolgen.

Nach Operationen des Aortenbogens und der thorakoabdominellen Aorta

Im Bereich des Aortenbogens und der thorakoabdominellen Aorta ist die **CT-angiografische Untersuchung** die Methode der Wahl.

Sollten Kontraindikationen für eine Computertomographie oder für die Gabe von Kontrastmittel bestehen, kann die Nachsorge auch mittels **Magnetresonanztomographie (MRT)** durchgeführt werden. Bei jüngeren Patienten sind zur Reduktion der Strahlenbelastung ebenfalls MRT-Untersuchungen empfehlenswert, sofern keine exakte anatomische Beurteilung notwendig ist.

Die erste Kontrolle findet meistens noch vor der Entlassung statt. Eine erneute Bildgebung ist **nach 6 Monaten** und daraufhin **jährlich** empfehlenswert. Bei stabilen Verhältnissen können die Intervalle zwischen den Kontrolluntersuchungen - in enger Absprache mit dem behandelnden Arzt - erweitert werden.

Nicht alle Abschnitte der Aorta wurden ersetzt oder chronische Aortenerkrankung

Werden bei einer Operation nicht alle betroffenen Abschnitte der Aorta ersetzt oder handelt es sich um eine chronische Aortenerkrankung, dient die Nachsorge nicht nur zur Kontrolle des Operationsergebnisses allein.

Durch **engmaschige Bildgebung** und **klinische Untersuchung** kann ein Fortschreiten der Erkrankung festgestellt werden. Auf diese Weise kann die Indikation zur erneuten Operation frühzeitig gestellt werden. Dadurch werden Komplikationen vermieden.

Bei ausgedehnten Aneurysmata ist auch hier die **CT-angiografische Untersuchung** das Mittel der Wahl.

Neben der Bildgebung sollte auch eine **routinemäßige Vorstellung beim Hausarzt** erfolgen. Neben der Operation ist die optimale Einstellung von kardiovaskulären Risikofaktoren sowie die Überwachung der medikamentösen Therapie ein essentieller Teil des Konzepts.

Rehabilitation

Nach der Behandlung im Krankenhaus spielt die Rehabilitation eine wichtige Rolle. Diese erfolgt nach thorakalen Aorten- und Herzoperationen typischerweise als **Anschlussheilbehandlung unter stationären Bedingungen**.

Ziel ist die Verbesserung der körperlichen Leistungsfähigkeit durch ein angepasstes Bewegungs- und Ausdauertraining. Die Patienten sollen sich nach der Rehabilitation möglichst in der häuslichen Umgebung selbst versorgen können.

Einen wichtigen Aspekt stellt die **Blutdruckeinstellung** dar. Auch die **psychische Stabilisierung** durch Unterstützung bei der Krankheitsverarbeitung und das Erlangen von Strategien zur Stressbewältigung tragen zu einer erfolgreichen Rehabilitation bei. Grundsätzlich ist die Anschlussheilbehandlung auch als ambulante Maßnahme durchführbar, falls sich eine solche Einrichtung in Ihrer Nähe befindet und Ihr medizinischer Zustand eine ambulante Behandlung zulässt.



Sozialmedizinische Aspekte

Nach Abschluss der Rehabilitationsmaßnahmen ist es Ihr Ziel, in den **normalen Alltag** oder das **Berufsleben** zurückzukehren. Arbeitsunfähigkeit besteht in der Regel für drei Monate, beziehungsweise bis zum Abschluss der knöchernen Heilung. Danach muss Ihre Arbeits- und Berufsfähigkeit individuell in Bezug auf Ihren ausgeübten Beruf eingestuft werden. Grundsätzlich können Tätigkeiten mit leichtem Schweregrad weiter in Vollzeit ausgeübt werden, wenn nicht begleitende Erkrankungen dagegen sprechen. Berufliche Tätigkeiten, die mindestens als mittelschwer einzustufen sind oder mit Wechselschicht und Nachtarbeit einhergehen, sind aufgrund der möglichen Blutdruckanstiege beziehungsweise -schwankungen zu vermeiden.

Konnte eine Aortenerkrankung durch die Operation vollständig beseitigt werden, ist die Teilhabe am Leben in der Gemeinschaft in der Regel unbeeinträchtigt. Somit ergibt sich nicht automatisch eine Behinderung aufgrund einer zurückliegenden Aortenoperation.

Große **noch bestehende Aortenaneurysmen** und **chronische Aortendissektionen** stellen aber wenigstens einen **50-prozentigen Grad der Behinderung (GdB)** dar.

Genetik

Thorakale Aortenaneurysmen und Dissektionen können in Verbindung mit einem genetisch bedingten Syndrom oder isoliert vorkommen. Sowohl klinisch als auch genetisch zeigt sich eine große Variabilität.

Auf genetisch bedingte Aortenerkrankungen kann spezifisch getestet werden. Ob und wann eine humangenetische Testung sinnvoll ist, muss **individuell** entschieden werden. In der Regel bieten sich genetische Untersuchungen bei Patienten an, die in einem relativ jungen Alter (< 60 Jahre) Aortenerkrankungen erleiden, da sich Konsequenzen für die Nachsorge und direkte Verwandte ergeben können.

Lebensführung

Nach etwa 3 Monaten beziehungsweise nach Abschluss der knöchernen Heilung können Sie sportliche Aktivitäten wieder aufnehmen. Achten Sie auf eine möglichst **gleichmäßige Belastung**, um Blutdruck-Spitzen zu vermeiden. Gut geeignet sind Ausdauersportarten (Walking, Radfahren, Jogging, Schwimmen) und moderates Krafttraining.

Zum normalen Alltag gehört das Ausleben der Sexualität. Besondere Einschränkungen sind bei Aortenerkrankungen nicht notwendig, da keine starken Blutdruckanstiege zu erwarten sind. Auch hier gilt es, eine übermäßige Anstrengung zu vermeiden.

Autofahren

Auf das Führen eines Fahrzeugs sollte **während der ersten 6 Wochen verzichtet** werden, da beim Schulterblick und beim Bewegen des Lenkrads Scherkräfte auf den Brustkorb wirken.

Nehmen Sie sich als Beifahrer Zeit beim Ein- und Aussteigen, um das Brustbein zu schonen. Das Anlegen des Sicherheitsgurts bleibt auch nach einer Operation Pflicht.

Medikamente

Neben der chirurgischen Therapie kommt auch der medikamentösen Therapie ein hoher Stellenwert zu. Risikofaktoren wie etwa ein zu hoher Blutzucker oder ein zu hoher Blutdruck müssen gezielt behandelt werden.

Nach einem Aorteneingriff sollten Sie eine Blutplättchen-Hemmung **lebenslanglich** durchführen, zum Beispiel mit **ASS 100 (einmal täglich)**. Eine Ausnahme besteht dann, wenn aus anderen Gründen die Notwendigkeit einer intensiveren Blutgerinnungs-Hemmung (z.B. mit Marcumar) besteht.

Reisen und Wellness

Größere Reisen sollten Sie frühestens 3 Monate nach der Operation unternehmen.

Nehmen Sie **ausreichend Medikamente** sowie eine Kopie des **Arztbriefs** mit.

Vorsicht ist auch **beim Tragen** von schwerem Gepäck geboten.

Das Reisen mit dem Flugzeug ist nach der Entlassung aus dem Krankenhaus möglich. Aufenthalte in Höhen **bis 2.000 Meter** sind ebenfalls unkritisch.

Saunabesuche sollten Sie erst 3 Monate nach der Operation genießen.



Das Aorten-Team der HTTG-Chirurgie



von links: PD Dr. A. Martens, Fr. A. Stettinger, Dr. F. Fleißner, Dr. E. Beckmann, Dr. R. Natanov, Prof. M. Shrestha, Dr. T. Kaufeld, MBA, Hr. W. Korte, Fr. H. Krüger, (nicht auf dem Bild Dr. M. Arar)

Impressum

Konzept und Redaktion

PD Dr. A. Martens (Leitender Oberarzt)

Prof. M. Shrestha (Stellvertretender Klinikdirektor)



Medizinische Hochschule Hannover
Klinik für Herz-, Thorax-, Transplantations- und
Gefäßchirurgie
Carl-Neuberg-Str. 1
30625 Hanover
www.httg.de

Autoren

Dr. E. Beckmann

Fr. C. Beckmann

Dr. T. Kaufeld, MBA

Fr. H. Krüger

PD Dr. A. Martens

Fr. Dr. J. Neuser

Fotos und Bilder

Fr. A. Junge

PD Dr. A. Martens

Vascutek Scotland

© Monkey Business / Fotolia, © Halfpoint / Fotolia

Mit freundlicher Unterstützung von



Design, Illustration and Realisation



Grafikdesign Martens

Daniela Martens

www.grafikdesign-martens.de

Änderungen und Irrtümer vorbehalten.











Klinik für Herz-, Thorax-, Transplantations- und Gefäßchirurgie
Mit Sicherheit