

Operatives Management thorako-abdominaler Aortenaneurysmen

St. Wolk^{1,2}, St. Ludwig^{1,2},
R.-T. Hoffmann^{2,3}, N. Weiss^{2,4},
J. Weitz^{1,2}, Ch. Reeps^{1,2}

Einleitung und Zusammenfassung

Als Aortenaneurysma wird eine pathologische Erweiterung der Hauptschlagader auf mehr als das 1,5 – 2-fache des physiologischen Durchmessers bezeichnet. In Abgrenzung zum rein thorakalen (TAA) oder abdominalen Aortenaneurysma (AAA) ist das thorako-abdominale Aortenaneurysma (TAAA) durch eine Mitteinbeziehung der Nieren- bzw. Viszeralarterienmanschette charakterisiert [1, 2] (Abb. 1). Durch die Größe des Eingriffs, die kardiopulmonal belastende thorakale Aortenklammung (Cross-Clamping) und die Anatomie mit Beteiligung lebenswichtiger Organ- und Rückenmarkarterien ist die Behandlung solcher Aortenpathologien eine der größten operationstechnischen Herausforderungen. Durch eine fortwährende Weiterentwicklung der Operationstechnik, konsequente Anwendung organ- und rückenmarksprotektiver Maßnahmen und deutlicher Verbesserungen im perioperativen intensivmedizinisch anästhesiologischen Management konnten die Ergebnisse der offenen Operation in den letzten Jahrzehnten stetig verbessert werden. Eine postoperative Paraplegie, Nierenversagen, die mesenteriale Ischämie, kardiale und pulmonale Insuffizienz sind jedoch nach wie vor Komplikationen mit entsprechend hoher Morbidität und Mortalität.

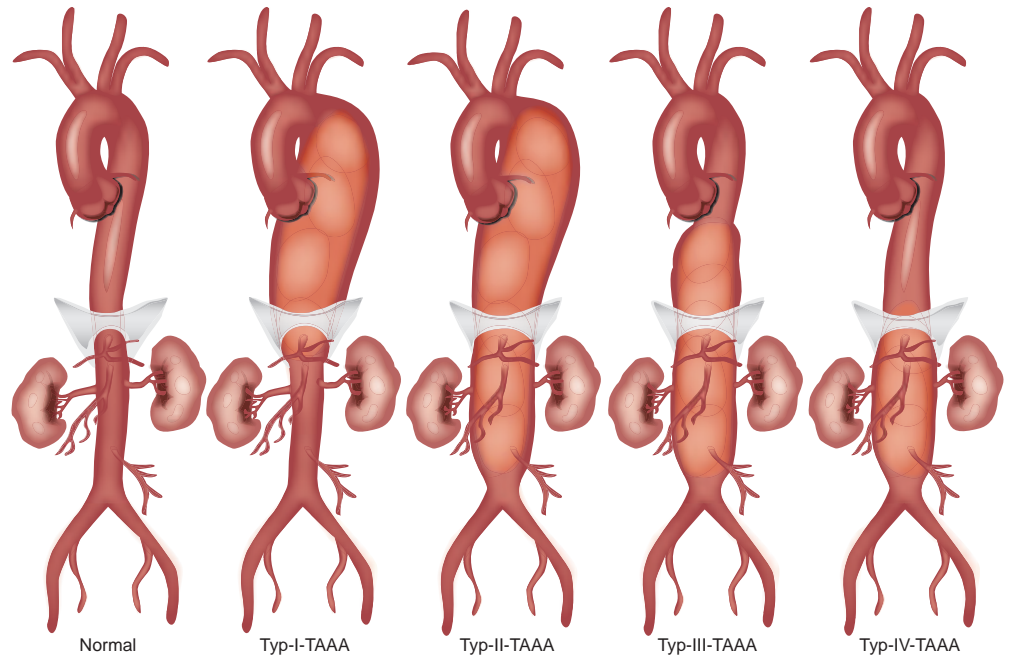


Abb. 1: Morphologische Einteilung von TAAA nach Crawford

Das Typ-I-TAAA beginnt distal der linken A. subclavia und endet auf Höhe der Nierenarterien.

Das Typ-II-TAAA umfasst den Abschnitt von der Höhe der linken A. subclavia bis zur Aortenbifurkation.

Das Typ-III-TAAA beginnt im distalen Abschnitt der Aorta descendens ab dem 6. Interkostalraum und reicht über die gesamte abdominelle Aorta. Das Typ-IV-TAAA beginnt auf Höhe des Truncus coeliacus und betrifft die gesamte abdominelle Aorta.

© Universitätsklinikum Carl Gustav Carus Dresden

Wegen des operativen Traumas der offenen Aneurysmanierung sowie durch die zunehmenden technischen Möglichkeiten der endovaskulären Therapie wurden in der letzten Dekade neue potenzielle, weniger belastende, komplementäre Verfahren zur Behandlung des TAAA entwickelt und evaluiert. Neben kombinierten endovaskulär-offenen Hybrideingriffen haben sich mittlerweile aber auch vollständig endovaskuläre Therapieverfahren zur TAAA-Ausschaltung etabliert und bereichern das mögliche therapeutische Armamentarium. Das Ziel dieser Übersichtsarbeit ist eine Darstellung der derzeitigen Behandlungsoptionen hinsichtlich Anwendbarkeit und den Ergebnissen dieser komplementären Therapieverfahren beim TAAA.

Pathogenese des TAAA

Neben degenerativ chronisch proteolytisch-inflammatorischen Vorgängen, entstehen viele TAAA häufig auch als Spätfolge einer sekundär dilatierenden Aortendissektion (26,7 %) oder auf dem Boden einer familiären Prädisposition bzw. hereditärer Bindegeweberkrankungen wie dem Marfan- (7,1 %) oder dem Ehlers-

Danlos-Syndrom (0,1 %). Aber auch mykotische Aneurysmen (0,6 %) oder als Folge einer Takayasu Arteritis (0,5 %) müssen differenzialpathogenetisch in Erwägung gezogen werden [3]. Trotz der teilweise hereditären Ursachen ist das TAAA meist eine Erkrankung des älteren Menschen mit einem Durchschnittsalter bei Operation von etwa 70 Jahren [4].

Epidemiologie und natürlicher Verlauf

Die genaue Prävalenz und Inzidenz von TAAA ist wegen fehlender systematischer Populationsstudien unklar, wird jedoch auf 0,4 bis 3 von 100.000 Personen pro Jahr geschätzt [5 – 7]. Nach Angaben des Statistischen Bundesamtes war im Zeitraum von 2004 bis 2013 ein kontinuierlicher Anstieg von Behandlungsfällen wegen eines Aortenaneurysmas von 22.933 auf 29.048/a zu verzeichnen, mit einem überproportionalen Anstieg des TAAA von 3,5 % auf 5,5 % (Abb. 2). Die Prognose des nicht-operierten TAAA-Patienten ist schlecht. Nach einer Analyse von Bickerstaff et al. betrug die 5-Jahres-Überlebensrate bei unbehandelten

¹ Bereich für Gefäß- und endovaskuläre Chirurgie, Klinik und Poliklinik für Viszeral-, Thorax- und Gefäßchirurgie, Universitätsklinikum Carl Gustav Carus, TU Dresden

² Universitäts GefäßCentrum, Universitätsklinikum Carl Gustav Carus, TU Dresden

³ Institut und Poliklinik für radiologische Diagnostik, Universitätsklinikum Carl Gustav Carus, TU Dresden

⁴ Medizinische Klinik und Poliklinik III, Bereich Angiologie, Universitätsklinikum Carl Gustav Carus, TU Dresden

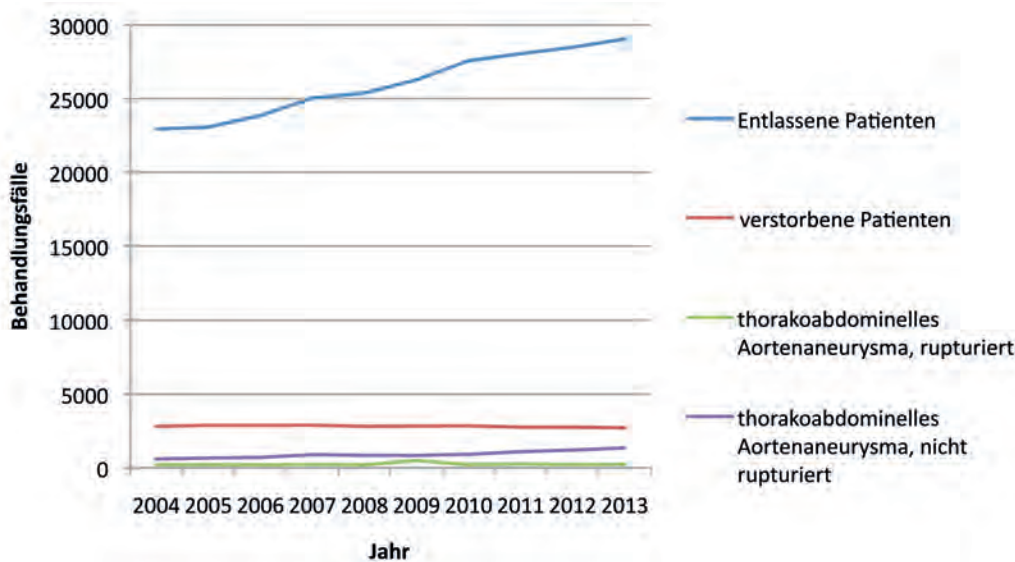


Abb. 2: Behandlungsfälle von Aortenaneurysmen in Deutschland, 2004 bis 2013 (Quelle: Statistisches Bundesamt).

TAAA nur 19,2 %, wobei 51 % der Patienten auch tatsächlich an einer TAAA-Ruptur verstarben [5]. Noch weniger optimistische Angaben wurden von Crawford et al. gemacht, welcher ein 2-Jahres-Überleben unbehandelter Aneurysmapatienten von nur 24 % beschreibt, während das Überleben operativ versorgter TAAA-Patienten nach 2 und 5 Jahren 70 % bzw. 59 % betrug [8]. Im Gegensatz zum AAA versterben vermutlich mehr TAAA-Patienten tatsächlich zeitlebens an einer Aneurysmaruptur.

Zur Vorbeugung einer Aneurysmaruptur werden in Zukunft Screening-Programme eine größere Rolle spielen. So ist durch das Institut für Qualität und Wirtschaftlichkeit im Gesundheitswesen (IQWiG) bereits eine positive Nutzenbewertung eines Früherkennungsprogrammes von AAA beschieden worden. Hierdurch könnte sich auch die Früherkennung von TAAA erhöhen. Ein Screening mittels Sonografie innerhalb klinischer Studien erbrachte, dass sich bezüglich der Gesamtmortalität, der AAA-bedingten Mortalität, der Ruptur-Häufigkeit und Anzahl der Notfalloperationen ein Beleg für einen Nutzen eines Ultraschall-Screenings auf AAA für Männer ergab (www.iqwig.de). So soll in Zukunft bei Männern über 65 Jahren, insbesondere mit Raucheranamnese und anderen Risikofaktoren ein einmaliges

Screening eingeführt werden. Ein Entwurf einer G-BA-Richtlinie wurde bereits von den Fachgesellschaften kommentiert und befindet sich in der finalen Entscheidung.

Klinische und morphologische Klassifikation

Bei der morphologischen Klassifikation des TAAA hat sich die Klassifikation nach Crawford durchgesetzt, welche 4 Typen unterscheidet [1] (Abb. 1). Diese hat für die Planung, das Operationsverfahren und die Abschätzung des perioperativen Risikos erhebliche Bedeutung.

Die klinische Einteilung des TAAA erfolgt in Analogie zum AAA in drei Stadien. Das Stadium I beschreibt das bislang asymptomatische TAAA, welches als Zufallsbefund diagnostiziert wird. Symptomatische, aber nicht rupturierte TAAA werden dem Stadium II zugeordnet und meist durch abdominelle oder Rückenschmerzen apparent. Seltener werden Symptome durch Kompression von Nachbarorganen oder Strukturstörungen oder Heiserkeit). Im Stadium III besteht eine gedeckte oder freie Ruptur, welche mit plötzlichen stärksten thorakalen oder abdominalen Schmerzen einhergeht.

Therapieindikation

Hauptziel der Behandlung ist einer tödlichen Aneurysmaruptur zuvor-

zukommen. Zuverlässige Zahlen zur prähospitalen und damit zur Gesamtmortalität des rupturierten TAAA existieren nicht, wird jedoch auf über 90 % geschätzt. Ausschließlich Patienten mit gedeckter Ruptur oder symptomatischem TAAA erreichen das Krankenhaus. Dieser Anteil mit absoluter Therapieindikation liegt in großen Serien bei 9,1 bis 11,4 % [9, 10]. Die Notfallversorgung im Stadium der Ruptur ist dabei ein unabhängiger Risikofaktor für eine hohe Krankenhausmortalität [9 – 11], liegt bei über 30 – 40 % [10] und ist stark altersabhängig [4]. Ähnliche Ergebnisse werden bei der Hybridversorgung erzielt [12]. Daten zur vollständig endovaskulären Versorgung rupturierter Aneurysmen mit sogenannten „Off-the-Shelf“ Stentgrafts liegen aktuell nicht vor.

Im Gegensatz zum symptomatischen oder rupturierten TAAA orientiert sich die Indikation zur prophylaktischen Aneurysmasanierung am Maximal-Durchmesser, an der Expansionsrate (> 0,5 cm/Jahr), der Aneurysma-Morphologie, der Ätiopathogenese, dem Operationsrisiko und dem Therapieverfahren. Aufgrund der höheren Komplexität der Operation und des perioperativen Risikoprofils wird im Vergleich zum AAA die Indikation zur Ausschaltung eines degenerativen TAAA tendenziell zurückhaltender gestellt. Nach den aktuellen Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Gefäßchirurgie (DGG), European Society of Cardiology (ESC) und American besteht bei einem maximalen Durchmesser von 6 cm bei degenerativen TAAA und 5,5 cm bei chronisch expandierenden Dissektionen, sowie einem maximalen Durchmesser von über 5 cm bei hereditären Bindegewebskrankungen die OP-Indikation [13, 14]. In Abhängigkeit vom individuellen Risikoprofil des Patienten, der Morphologie des TAAA, des Mortalitätsrisikos und der Langzeitprognose wird eine offen-chirurgische, komplett endovaskuläre oder Hybridversorgung gewählt. Bei Patienten mit TAAA handelt es sich um ein meist multimorbides Patientengut mit zahlreichen Begleiterkrankungen, wie Herzinsuffizienz (33,4 %), vorange-

gangener Herzinfarkt (3,8 %), Hypertonie (83,8 %), COPD (37,1 %), chronische Niereninsuffizienz (19,5 %), Diabetes mellitus (19,3%) oder ein vorangegangener Schlaganfall (16,5 %) [4]. Eine präoperative internistische Risikostratifizierung und Risikofaktorenoptimierung ist deshalb obligat und dient auch zur Verbesserung der Gesamtprognose [15].

Therapieoptionen

Zur Ausschaltung stehen 3 komplementäre technische Verfahren zur Verfügung, welche in spezialisierten Zentren je nach Aneurysmamorphologie, Grunderkrankung, Prognose und Risikofaktorenprofil des Patienten ihre Anwendung finden: Die offen-chirurgische Aneurysmasanierung, kombinierte offen-endovaskuläre Hybrideingriffe und die komplett endovaskuläre Aneurysmaausschaltung mittels gebräuchter oder fenestrierter Spezialprothesen. Bei allen genannten Verfahren erhöht die Beteiligung der Viszeralarterienmanschette das Risiko für das Auftreten von Endorganischämien. Die Ausschaltung rückenmarkversorgender Arterien erhöht zudem signifikant das Risiko für eine konsekutive Paraparese.

Offener Aortenersatz

Bezüglich der offenen Versorgung eines TAAA gibt es bisher die größte und längste Erfahrung und ist technisch prinzipiell zur Sanierung jedweder Aortenpathologie geeignet. Die Exposition des TAAA wird hierbei durch einen thorako-abdominellen Zugang nach Crawford erreicht (Abb. 3). Entsprechend der Aneurysmamorphologie erfolgt ein sequentielles Cross-Clamping der Aorta mit stufenweiser Rekonstruktion unter Einbeziehung kaliberstarker Interkostal- bzw. Spinalarterien zur spinalen Ischämieprophylaxe. Eine kontinuierliche distale Perfusion der unteren Körperhälfte mittels externer maschineller Kreislaufunterstützung wirkt sich zusätzlich günstig aus. Auch zur Protektion der Nieren und Viszeralorgane kann während des Ersatzes der renoviszeralen Manschette eine selektive maschinelle Perfusion der entsprechenden Organarterien erfol-

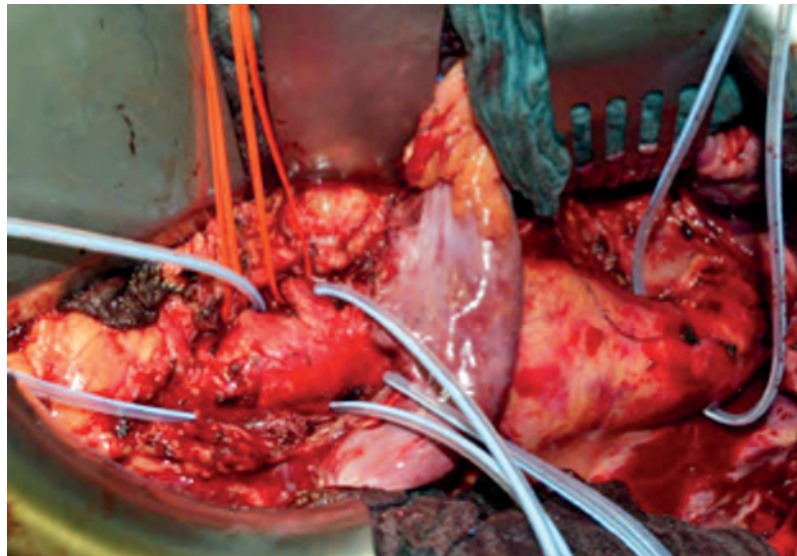


Abb. 3: intraoperativer Situs vor offener Ausschaltung eines TAAA

© Universitätsklinikum Carl Gustav Carus Dresden

gen. Aufgrund der guten Langzeitergebnisse und der stabilen Nahtanastomosen stellt die offene Operation immer noch den Goldstandard bei jüngeren Patienten, aortalem Infekt und endovaskulär schwierig zu versorgenden Patienten dar [13]. Jedoch ist anzumerken, dass insbesondere beim langstreckigen Aortenersatz (Typ I- und II-TAAA) sowohl die perioperative Mortalität als auch die Morbidität vor allem bei älteren Patienten hoch sein können. Verschiedene Registerstudien berichten hier eine durchschnittliche perioperative Mortalität zwischen 19 % und 31 % nach einem Jahr [16]. Auch die bisher größte retrospektive Analyse aus den USA, basierend auf Kran-

kenkassendaten von 5.489 Patienten [4] beschreibt eine signifikante 1-, 5- und 10-Jahres Mortalität von jeweils 36 %, 54 % und 76 %, obwohl trotz der Eingriffsgröße in hochspezialisierten Zentren über eine akzeptabel niedrige perioperative 30-Tages-Mortalität von 5 % berichtet wird [17]. Als relevante Komplikationen, welche oben genannte signifikante Morbidität und Mortalität bedingen, sind vor allem Nachblutungen (5,9 %), dialysepflichtiges Nierenversagen (16,6 %), Schlaganfall (5 %), respiratorische Insuffizienz (39 %) und die spinale Ischämie (4,1 %) zu nennen und sind mit dem Umfang des Aortenersatzes assoziiert [10]. Postoperative terminale Niereninsuffizienz



Abb. 4: intraoperativer Situs nach Anlage eines ilacoviszeralen Bypasses zum Debranching der Nieren- und Viszeralgefäße

© Universitätsklinikum Carl Gustav Carus Dresden



Abb. 5: CT-Angiografie nach erfolgreicher Ausschaltung eines TAAA mittels Hybridverfahren

© Universitätsklinikum Carl Gustav Carus Dresden

oder spinale Ischämie sind dabei Hauptprädiktoren eines letalen Verlaufs [10]. Zur Prophylaxe einer spinalen Ischämie ist es deshalb angeraten, durchgängige Spinalarterien zwischen Th8 und Th12 zu revascularisieren, eine intraoperative Hypotonie zu vermeiden und einen suffizienten Hb-Ausgleich sowie ein Monitoring des Liquordrucks (Zieldruck 10 mmHg) durchzuführen [10]. Die Vorteile einer milden Hypothermie und distalen Perfusion mittels Herz-Lungen-Maschine sind ebenfalls in Kohortenstudien belegt. Auch ist das Risiko der spinalen Ischämie bei Typ-II-TAAA mit einer Abklemmzeit von mehr als 45 Minuten mit 50 % stark erhöht. Falls möglich, führt ein sogenannter „staged repair“, also ein mehrzeitiges Vorgehen in der offe-

nen Versorgung von TAAA ebenfalls zu einer Verringerung der Rate an spinalen Ischämien durch Induktion der spinalen Kollateralisation [18]. Eine perioperative Liquordrainage senkt das relative Risiko einer spinalen Ischämie bei der offenen Versorgung in einer randomisiert-kontrollierten Studie von Coselli et al. um 80 % [19]. Zur Verringerung der Rate an Niereninsuffizienz und Ischämien der Viszeralorgane sollte eine selektive Perfusion während der Operation über die Herz-Lungen-Maschine vorgenommen werden [20]. Zur Reinsertion der Nieren- und Viszeralgefäße können Prothesen mit Seitenarmen verwendet werden. Eine Alternative ist die Reinsertion der Viszeralmanschette als Insepatch (Seit-zu-Seit) in die Prothese. Jedoch ist bei Patienten mit Bindegewebserkrankungen die Rate an Patchaneurysmen hoch, weshalb hier ein Anschluss mittels Seitenarmprothese bevorzugt werden sollte [21].

Hybridverfahren

Ein potenziell weniger belastendes und invasives Verfahren im Vergleich zum kompletten offenen thorakoabdominellen Aortenersatz wurde ab dem Jahr 2002 mit der Einführung des sogenannten Hybridverfahrens etabliert. Hierbei kombiniert man die offene und endovaskuläre Chirurgie in einem ein- oder mehrzeitigen Verfahren. Zunächst wird durch eine Laparotomie ein sequenzielles Debranching der Nieren- und Viszeralarterien durchgeführt und die Organperfusion mittels retrograder Bypässe von der aorto-iliacalen Strombahn distal des Aneurysmas aufrechterhalten (Abb. 4). In einem zweiten Schritt erfolgt dann die eigentliche Ausschaltung des TAAA durch endovaskuläre Rohrprothesenimplantation mit Überdeckung der Viszeralmanschette [22] (Abb. 5). Prinzipielle Vorteile des Verfahrens sind, dass auf eine Thorakotomie mit Einlungenventilation, thorakales Cross-Clamping der Aorta und auf einen Einsatz der Herz-Lungen-Maschine mit distaler peripherer bzw. selektiver Organperfusion verzichtet werden kann. Trotz dessen handelt es sich bei der aortalen Hybrid-Ope-

ration ebenfalls um einen ausgedehnten offen-chirurgischen Eingriff mit inhärentem Risikoprofil und methodenspezifischen Komplikationsmöglichkeiten. In einer Meta-Analyse von Moulakakis et al. wird jedoch auch hier über eine signifikante 30-Tages-Mortalität von 12,8 % berichtet. Als Ursache werden hauptsächlich Multiorganversagen, respiratorische Insuffizienz, Sepsis und Darminfarkte genannt. Zu erwähnen ist, dass über 87 % der Patienten schwere Nebenerkrankungen aufwiesen (ASA > 3) und der Großteil der Patienten aufgrund von Typ-II und Typ-III-TAAA behandelt wurden (61,1%). Die primäre technische Erfolgsrate lag bei 96,2 %, die Bypassöffenheitsrate bei 96,5%. Eine spinale Ischämie entwickelten 7,5 % mit permanenter Paraplegie bei 4,5 %, ein dialysepflichtiges Nierenversagen 8,8 %, eine prolongierte Beatmungsdauer 8,2 % und kardiale Komplikationen 3,7 % der Patienten [12]. Aufgrund der Möglichkeit von Bypassverschlüssen oder sekundären Endoleckagen (insuffiziente Stentgraftabdichtung) ist nach Anwendung des Hybridverfahrens eine lebenslange CT-angiografische Nachsorge indiziert. Die langfristige Bypassöffenheitsrate nach im Mittel 34,5 Monaten lag bei 96,5 %, jedoch entwickelten 22,7 % der Patienten reinterventionspflichtige Endoleckagen im Verlauf [12]. Prinzipiell handelt es sich beim Hybridverfahren, im Vergleich zum kompletten offenen Aortenersatz, um ein tendenziell schonenderes Verfahren, welches insbesondere auch für die Ruptur und Notfallpatienten genutzt wird, da es für die überwiegende Anzahl von Morphologien zur Versorgung geeignet und mit hoher chirurgischer, aber durchschnittlicher endovaskulärer Expertise ausführbar ist.

Komplett endovaskuläre Therapie (branched und fenestrated Stentgrafts)

Die komplette endovaskuläre Ausschaltung stellt eine echte Bereicherung des Therapiespektrums dar. Hierdurch ist es mittlerweile möglich geworden, Aortenaneurysmen, wel-

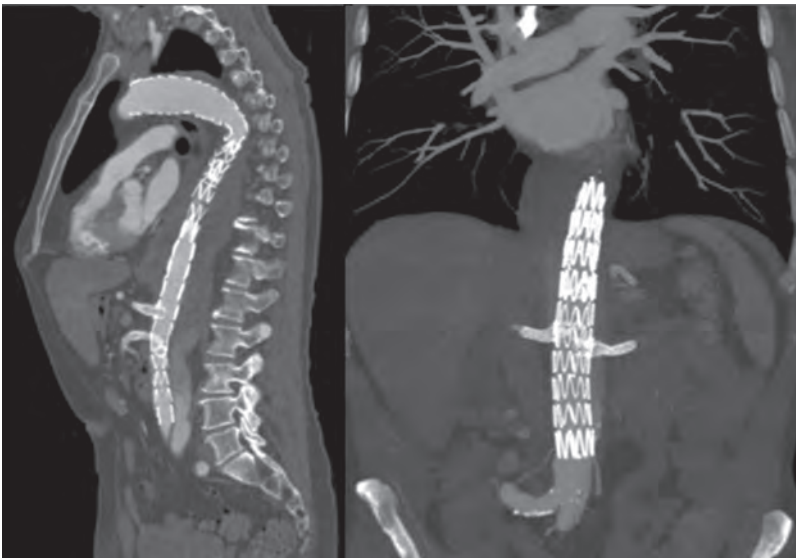


Abb. 6: CT-Angiografie nach Implantation einer fenestrierten Aortenprothese
© Universitätsklinikum Carl Gustav Carus Dresden

che die Viszeral- und Nierenarterien involvieren, komplett endovaskulär auszuschalten. Die Patienten, die vor allem hiervon profitieren, sind Patienten mit schweren Begleiterkrankungen, welche für eine offene Operation aufgrund der Komorbiditäten nicht geeignet sind. Hierfür sind Spezialprothesen entwickelt worden, welche sogenannte Fenestrierungen u/o Branches aufweisen, das heißt Fenster oder Seitenarme in der Endoprothese für die Viszeral- und Nierenarterienabgänge, durch die sich kleinere Endoprothesenröhrchen zur Überbrückung und Abdichtung implantieren lassen (Abb. 6). In einer aktuellen multizentrischen Kohortenstudie von Marzelle et al. wird bei diesem Verfahren über eine 30-Tages-Mortalität von 6,7 % berichtet [23]. Dies ist im Vergleich zur Mortalität beim offenen Aortenersatz deutlich geringer [10] trotz der hohen Komorbidität im untersuchten Kollektiv (Medianes Alter 71,6 Jahre +/- 8,5 Jahre), wie KHK (43,3 %), Herzinsuffizienz (13,4%) und COPD (34,3 %). Bei weiteren 25,4 % beziehungsweise 27,6 % der Patienten war zudem ein Aorten- oder andere abdominale Eingriffe vorangegangen (sogenannte „hostile abdomen“) [23]. Komplikationen bei der endovaskulären Versorgung, mit hohem Bezug zur Mortalität, waren ein terminales Nierenversagen mit Notwendigkeit der Hämodialyse (in 5,6 % der Patienten) und das

Auftreten einer spinalen Ischämie (in 7,1 % der Patienten). Zudem war das Outcome der Patienten stark vom Ausmaß des Aneurysmas abhängig. In der Gruppe der Patienten mit Typ-I- bis Typ-III-TAAA war die 30-Tages-Mortalität bei 11,9 %, während sie bei Patienten mit para- und suprarenalen Aneurysmen bei nur 4,3 % lag. [23]. Das Risiko einer spinalen Ischämie steigt dabei exponentiell mit der Länge des Überdeckens (Covering) der thorakalen Aorta auf bis zu 50 % [24]. Um dieses Risiko minimieren zu können, erfolgt deshalb auch hier eine schrittweise Ausschaltung der Pathologie u/o einer Erhaltung einer Restperfusion des Aneurysmasacks über eine offene Fenestrierung oder Seitenarm, welcher nach spinaler Kollateralisation verschlossen wird. Hierdurch konnte eine Reduktion der spinalen Ischämie von 20,9 % auf 5,0 % gezeigt werden [25]. Ein Problem patientenspezifischer Endoprothesen ist jedoch die schlechte Verfügbarkeit in dringenden Behandlungsfällen und Notfällen. Von der Planung sowie der Fertigung bis zur Auslieferung können bis zu drei Monate vergehen. Daher wurden sogenannte „off-the-shelf“ Endoprothesen entwickelt, welche nicht maßangefertigt und bei 60 – 80 % der Patienten anwendbar sind und erste gute Ergebnisse zeigen [26]. Eine andere Notfallalternative besteht darin, sogenannte Chimney grafts in Sandwich-Technik anzuwenden.

Fazit

Das TAAA stellt bezüglich der operativen Versorgung eine Herausforderung dar. Aufgrund des höheren perioperativen Risikos besteht die Indikation zur Ausschaltung bei höherem Durchmesser als bei abdominalen Aortenaneurysmen. Der offene Aortenersatz geht mit einer initial höheren operativen Belastung für die Patienten aber nachgewiesenen guten Langzeitergebnissen einher und ist deshalb bei jungen und bindegewebserkrankten Patienten als Standardeingriff anzusehen. Eine robuste Alternative zur Versorgung stellt der Hybrideingriff dar. Dieser kommt insbesondere bei engem Aortenlumen (beispielsweise bei Dissektionen) und im akuten Notfall zum Einsatz, stellt aber ebenfalls eine nicht zu vernachlässigende Belastung für den Patienten dar. Bei Patienten mit zahlreichen Komorbiditäten besteht mittlerweile die Möglichkeit einer kompletten endovaskulären Ausschaltung mittels individuell angefertigten Endoprothesen mit guten kurz- und mittelfristigen Ergebnissen. Als unter Umständen nachteilig erweisen sich jedoch manchmal die längere Planungsphase und selten Einschränkungen hinsichtlich der anatomischen Anwendbarkeit des Verfahrens. Aufgrund der mittlerweile großen therapeutischen Vielfalt gibt es jedoch für fast jeden Patienten ein geeignetes Verfahren, welche jedoch in ihrer Gesamtheit nur an einigen spezialisierten Zentren vorgehalten und routiniert abgebildet werden können.

Interessenkonflikte

Die Autoren geben an, dass keine Interessenkonflikte bestehen.

Literatur beim Verfasser

Korrespondierender Verfasser:
Prof. Dr. med. habil. Christian Reeps, FEBVS
Bereichsleiter Vaskuläre- und Endovaskuläre
Chirurgie
Klinik und Poliklinik für
Viszeral-, Thorax-Gefäßchirurgie
Universitätsklinikum Carl Gustav Carus
Fetscherstr. 74, 01307 Dresden
Christian.Reeps@uniklinikum-dresden.de