

Zeitschrift für Gefäßmedizin

Bildgebende Diagnostik • Gefäßbiologie • Gefäßchirurgie •
Hämostaseologie • Konservative und endovaskuläre Therapie •
Lymphologie • Neurologie • Phlebologie

Die endovaskuläre Behandlung des thorakoabdominellen Aortenaneurysmas mit fenestrierten und verzweigten Stent-Grafts

Funovics M, Czerny M

Zeitschrift für Gefäßmedizin 2012;

9 (4), 6-12

Homepage:

www.kup.at/gefaessmedizin

Online-Datenbank
mit Autoren-
und Stichwortsuche

**Offizielles Organ der
Österreichischen Gesellschaft
für Phlebologie und
dermatologische Angiologie**



**Offizielles Organ des Österreichischen
Verbandes für Gefäßmedizin**



**Offizielles Organ der
Österreichischen Gesellschaft für
Internistische Angiologie (ÖGIA)**



Indexed in EMBASE/COMPENDEX/GEOBASE/SCOPUS

SITZ GUT, TUT GUT!

EINFACH SCHLUSS MIT
HÄMORRHOIDALLEIDEN!

EASY-TO-USE
AKUT
THERAPIE

✓ Einfache Einnahme

✓ Auf eine Akut-Therapie abgestimmt

✓ Wirkt gezielt von innen



Eine Innovation von Dioscomb®, **Österreichs Nr. 1** bei Venenpräparaten*

*IQVIA Hinausverkauf aus der Apotheke in Einheiten YTD Dezember 2024

Fachkurzinformation: Bezeichnung des Arzneimittels: Dioscomb® 1000 mg Filmtabletten; **Qualitative und quantitative Zusammensetzung:** 1 Filmtablette enthält 1000 mg mikronisierte Flavonoide, bestehend aus 900 mg Diosmin und 100 mg anderen Flavonoiden, dargestellt als Hesperidin. Sonstige Bestandteile: Tablettenkern: Magnesiumstearat, Talkum, Maisstärke, Gelatine, mikrokristalline Zellulose (Typ 102), Filmüberzug: Eisenoxid rot (E172), Eisenoxid gelb (E172), Macrogol 3350, partiell hydrolysiertes Poly(vinylalkohol) (E1203), Titandioxid (E171), Talkum (E553b), Maltodextrin, Guaragalactomanan (E412), Hypermellose (E464), mittelkettige Triglyzeride. **Anwendungsgebiete:** Dioscomb ist bei Erwachsenen angezeigt zur Behandlung von chronischer Veneninsuffizienz der unteren Extremitäten bei folgenden funktionellen Symptomen: schwere Beine und Schwellungen, Schmerzen, nächtliche Krämpfe der unteren Extremitäten. Symptomatische Behandlung von akuten Hämorrhoidalbeschwerden. **Gegenanzeigen:** Überempfindlichkeit gegen den Wirkstoff oder einen der in Abschnitt 6.1 genannten sonstigen Bestandteile. **Pharmakotherapeutische Gruppe:** Kapillarstabilisierende Mittel; Bioflavonoide, Diosmin, Kombinationen. ATC-Code: C05CA53. **Inhaber der Zulassung:** ExtractumPharma zrt. H-1044 Budapest, Megyeri út 64. Ungarn. **Zulassungsnummer:** 141737 **Verschreibungspflicht/Apothekenpflicht:** Rezeptfrei, apothekenpflichtig. **Stand der Information:** 07/2024; **Weitere Angaben zu Warnhinweisen und Vorsichtsmaßnahmen für die Anwendung, Wechselwirkungen mit anderen Arzneimitteln und sonstigen Wechselwirkungen, Schwangerschaft, Stillzeit und Nebenwirkungen sind der veröffentlichten Fachinformation zu entnehmen.** Über Wirkung und mögliche unerwünschte Wirkungen dieses Arzneimittels informieren Gebrauchsinformation, Arzt oder Apotheker.

ERWO
PHARMA

Die endovaskuläre Behandlung des thorakoabdominellen Aortenaneurysmas mit fenestrierten und verzweigten Stent-Grafts

M. Funovics¹, M. Czerny²

Kurzfassung: Durch die Entwicklung fenestrierter und verzweigter Stent-Grafts kann das thorakoabdominelle Aortenaneurysma heute endovaskulär behandelt werden. Je nach dem Durchmesser der Aorta am Abgang der jeweiligen Viszeralarterie kann entweder eine Fenestrierung unmittelbar an das Ostium gelegt werden, oder, wenn die Arterie aus dem Aneurysma abgeht, ein kurzer Seitenast der Endoprothese oberhalb des Arterienostiums platziert werden. Durch sekundäre Sondierung der Endoprothese und der jeweiligen Fenestrierung bzw. des jeweiligen Zweiges wird ein dünner Verbindungs-Stent-Graft zur jeweiligen Viszeralarterie gelegt. Der Zugang erfolgt über eine chirurgische Freilegung der Femoralarterie bzw. der A. brachialis. Die Methode weist Erfolgsraten von 95–98 % und hervorragende mittelfristige Ergebnisse auf. Die 30-Tages-Mortalität (um 6 %) und die Rate spi-

naler Ischämien (um 5 %) an Patienten, die für die offene Operation ungeeignet eingestuft wurden, ist vergleichbar mit den Ergebnissen der weltweit besten Zentren für die offene thorakoabdominelle Aorten Chirurgie.

Schlüsselwörter: thorakoabdominell, Aortenaneurysma, Stent-Graft, endovaskulär

Abstract: Endovascular Treatment of the Thoracoabdominal Aortic Aneurysm with Fenestrated and Branched Stentgrafts. With the development of fenestrated and branched stentgrafts the endovascular treatment of the thoracoabdominal aortic aneurysm has become feasible. Depending on the aortic diameter at the level of the visceral artery ostium, a fenestration can be placed directly to the origin, or, if the artery originates directly out of the aneurysm, a short side branch can be placed above the ostium. By probing the endoprosthesis and the respective fenestration or sidebranch a small bridging stentgraft is placed in the respective visceral artery. Access is through a surgical exposure of the femoral arteries or one femoral and one brachial artery. This method shows success in 95–98% and excellent mid-term results. The 30 day mortality (approx 6%) and spinal ischemia rate (approx. 5%) in patients previously considered unfit for open surgery is comparable with the results of the worldwide best centers for open thoracoabdominal repair. **Z Gefäßmed 2012; 9 (4): 6–12.**

ration can be placed directly to the origin, or, if the artery originates directly out of the aneurysm, a short side branch can be placed above the ostium. By probing the endoprosthesis and the respective fenestration or sidebranch a small bridging stentgraft is placed in the respective visceral artery. Access is through a surgical exposure of the femoral arteries or one femoral and one brachial artery. This method shows success in 95–98% and excellent mid-term results. The 30 day mortality (approx 6%) and spinal ischemia rate (approx. 5%) in patients previously considered unfit for open surgery is comparable with the results of the worldwide best centers for open thoracoabdominal repair. **Z Gefäßmed 2012; 9 (4): 6–12.**

Key words: thoracoabdominal, aortic aneurysm, stentgraft, endovascular

■ Einleitung

Die offene Operation des abdominellen Aortenaneurysmas (TAAA) ist eine technisch und logistisch anspruchsvolle Prozedur mit signifikanter assoziierter Morbidität und Mortalität. Das Patientengut ist üblicherweise jenseits des 65. Lebensjahres und es besteht eine erhöhte kardiale, pulmonale oder metabolische Komorbidität. Der Zugangsweg zum Zielorgan ist aufwendig, zumeist ist ein Zweihöhleneingriff erforderlich sowie eine aufwendige Rekonstruktion des Blutflusses in die viszerale Aortenäste mit einer entsprechend langen OP-Dauer. In den vergangenen 20 Jahren konnte das Eingriffsrisiko gesenkt werden, wobei die wichtigsten Faktoren das bessere Management der Komorbiditäten und andererseits die Abschwächung der Auswirkungen der viszerale und spinalen Ischämie sind: sequentielle aortale Klemmung, distaler aortaler Bypass [1], Rekonditionierung oder Kühlung der Viscera, Anwendung freier Radikalfänger, Reimplantation der Interkostalarterien etc. [2]. Rezente Berichte aus spezialisierten Zentren mit Anwendung der genannten Methoden zeigen Mortalitäten zwischen 5 und 14 % und Paraplegie bzw. Paraparese in 3,5–32 % [3] sowie permanente Nierenschädigung mit Dialysepflicht um 5 % [4]. Aufgrund des hohen technischen und logistischen Aufwandes dieser Operation werden

derartige Zahlen nur in hochspezialisierten Zentren erreicht. Sogenannte populationsbasierte Studien, die die tatsächlich erreichten operativen Ergebnisse einer Region zusammenfassen, weisen weitaus höhere Komplikationsraten auf, mit Mortalitäten bis 32 % und neurologischem Defizit bis 20 % [5–7]. Hinzu kommt, dass die enorme Belastung der Operation für den Patienten durch die perioperativen Zahlen (30-Tages-Mortalität oder Spitals-Mortalität) nicht in vollem Maße wiedergegeben werden, da die 1-Jahres-Mortalität dieser Eingriffe über 30 % beträgt und beim älteren Patienten noch höher ist [8].

Die Suche nach einem endovaskulären Behandlungskonzept für das thorakoabdominelle Aneurysma hat sich aus den Erfahrungen dieser Therapie beim infrarenalen Aortenaneurysma entwickelt. Diese Methode hat bei Patienten mit geeigneter Anatomie eine signifikant, wenn auch temporär (nur in den ersten beiden Jahren nach dem Eingriff bestehende) erniedrigte Mortalität gezeigt. Allerdings sind auch die Nachteile der Methode Gegenstand intensiver Diskussion (fragliche Langzeit-Stabilität, Migration, Endoleaks, lebenslange Nachkontrolle, Kosten) [9]. Die Expansion der endovaskulären Technik in die thorakoabdominelle Region ist wesentlich von der Vorstellung getrieben, dass der bereits beim einfachen infrarenalen Aortenaneurysma gegebene Mortalitätsvorteil im thorakoabdominellen Bereich noch deutlich vergrößert werden könnte [10].

■ Technische Durchführung

Je nach den anatomischen Gegebenheiten (Weite der Aorta am Ostium der Viszeralarterie) kann zum gleichzeitigen Ausschluss des Aortenaneurysmas aus der Zirkulation und Erhalt

Eingelangt am 13. November 2012; angenommen am 15. November 2012

Aus der ¹Abteilung für Kardiovaskuläre und Interventionelle Radiologie, Klinik für Radiodiagnostik, Medizinische Universität Wien und der ²Universitätsklinik für Herz- und Gefäßchirurgie, Inselspital, Universitätsspital Bern, Schweiz

Korrespondenzadresse: Ass.-Prof. Univ.-Doz. Dr. Martin Funovics EBIR, Abteilung für Kardiovaskuläre und Interventionelle Radiologie, Klinik für Radiodiagnostik, Medizinische Universität Wien, A-1090 Wien, Währinger Gürtel 18–20; E-Mail: martin.funovics@meduniwien.ac.at

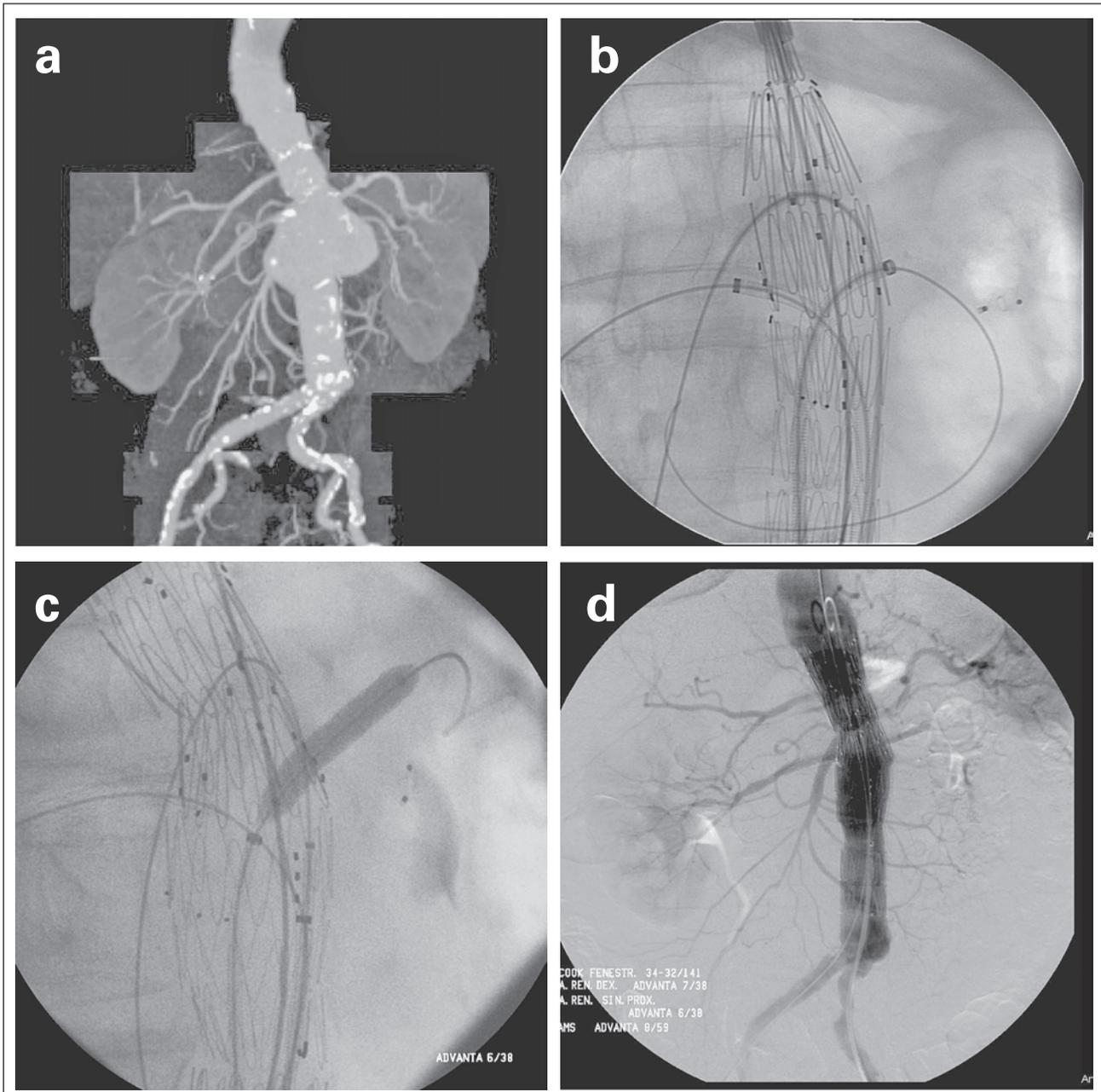


Abbildung 1: Implantation einer fenestrierten Endoprothese. **(a):** CT-Rekonstruktion des thorakoabdominellen Aneurysmas; **(b):** partiell abgesetzte Endoprothese, Sondierung der Nierenarterie und der A. mesenterica superior, Einlegen von Schleusen; **(c):** nach voller Entfaltung der Endoprothese Absetzen der Überbrückungs-Stent-Grafts; **(d):** Abschlussangiographie.

der Perfusion in die Viszeralarterie die Endoprothese entweder mit einer simplen ringverstärkten Öffnung (Fenestrierung) versehen sein oder einen kleinen Seitenarm (Zweig) aufweisen. In die Fenestrierung bzw. den Zweig wird dann ein kleiner Stent-Graft eingepresst, der 1–2 cm weit in die jeweilige Viszeralarterie ragt und so eine flüssigkeitsdichte Abzweigung bildet. Fenestrierungen werden dort angewendet, wo die Endoprothese an oder nahe der Aortenwand liegt, aber das Ostium der Viszeralarterie überdecken muss, da kein ausreichender Hals des Aneurysmas gegeben ist. Zweige werden dort angewendet, wo die Viszeralarterie direkt aus dem Aneurysma abgeht und genügend Raum für die Entfaltung des Zweiges gegeben ist. Zweige und Fenestrierungen können auch gleichzeitig an einer Endoprothese angebracht werden,

beide werden in einer jeweils etwas unterschiedlichen Technik mit den jeweiligen Viszeralarterien verbunden [11–13].

■ Fenestrierte Endoprothesen

In der Evolution der simplen infrarenalen Endoprothese war die Inkorporation von Fenestrierungen für die Nierenarterien der erste Schritt, der die Behandlung sogenannter juxtarenaler Aneurysmen ermöglichte, die keinen oder einen zu kurzen Hals für eine konventionelle Prothese aufwiesen. Fenestrierungen, besonders wenn mehr als 2 Viszeralarterien damit versorgt werden sollen, müssen mit hoher Genauigkeit geplant und platziert werden, da schon eine kleine Ungenauigkeit die Sondierung massiv erschwert oder das Gefäß ganz

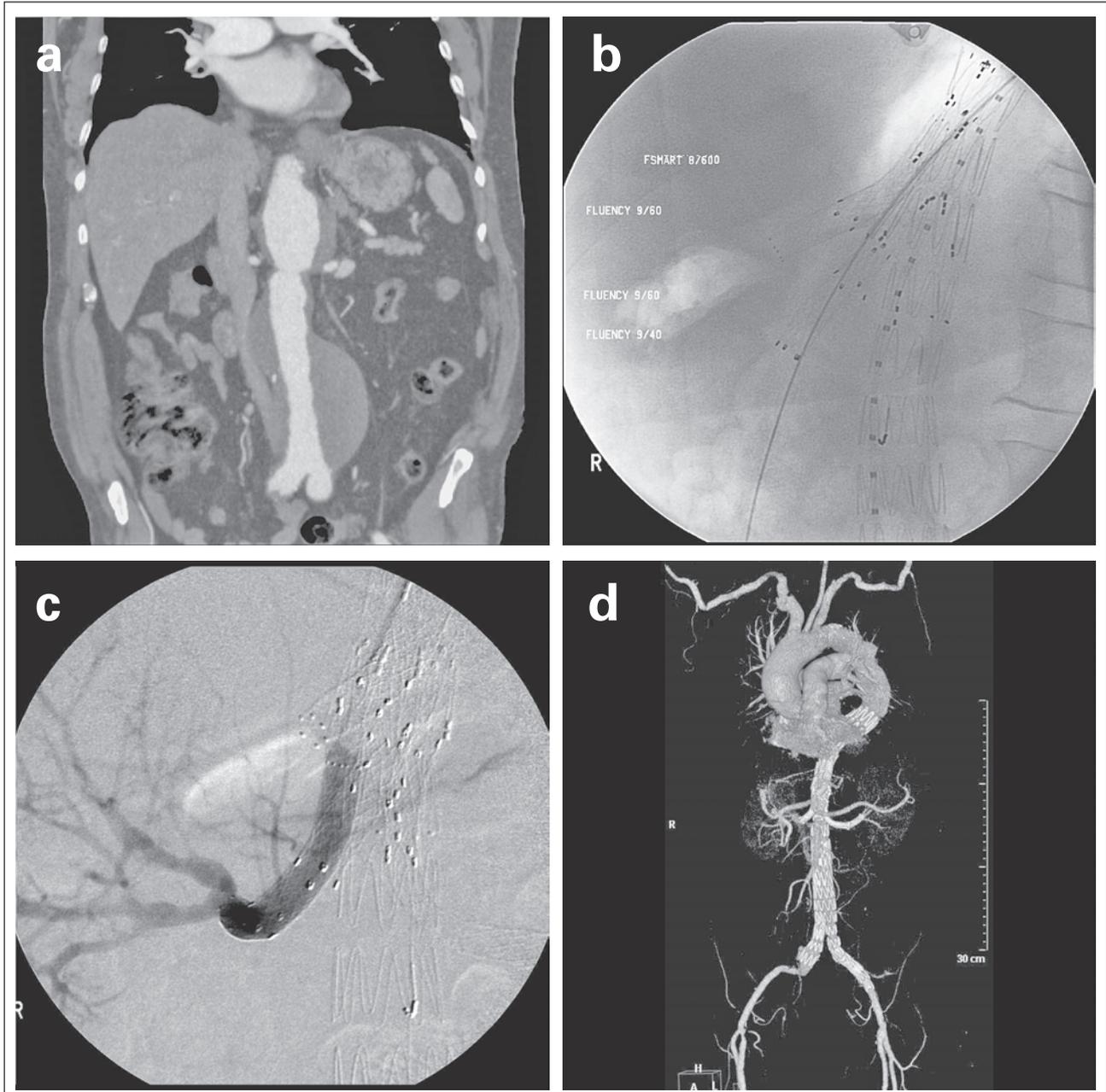


Abbildung 2: Implantation einer verzweigten Endoprothese. (a): CT-Rekonstruktion des thorakoabdominellen Aneurysmas; (b): nach vollständigem Absetzen Endoprothese-Sondierung der A. mesenterica superior von brachial; (c): Z. n. Versorgung der rechten Nierenarterie mit dem Überbrückungs-Stent-Graft; (d): CT-Rekonstruktion nach vollständiger Ausschaltung des Aneurysmas.

verschließt. Die radiale Position der Fenestrierungen und die relative Höhe im Vergleich zum Abgang des wichtigsten Gefäßes, der A. mesenterica superior, werden bei der Bestellung der Prothese auf einer hochauflösenden arteriellen Computertomographie ausgemessen. Da die Positionierung einer fenestrierten Endoprothese so kritisch ist, müssen die Hersteller eine Möglichkeit zur feinen Repositionierung der Endoprothese vorsehen. Eine Möglichkeit hierzu ist eine Raffung der Endoprothese an der Hinterwand (Fa. Cook Medical), die bewirkt, dass sich die Prothese beim Absetzen nur auf ca. 70 % des Enddurchmessers öffnet. Sie ist nach dem Freisetzen zwar weitgehend entfaltet, jedoch noch mit dem Absetzbesteck verbunden und berührt gerade noch nicht die Aortenwand. In die so partiell freigesetzte Prothese kann nun von kaudal her

das Protheseninnere sondiert werden und durch die jeweilige Fenestrierung ein Führungsdraht in die zugehörige Viszeralarterie eingelegt werden. Über den Draht wird dann der kleine Verbindungs-Stent-Graft in die Fenestrierung geschoben. Der Vorgang wird für jede Fenestrierung wiederholt und erst dann wird die Endoprothese durch Öffnen der posterioren Raffung auf den vollen Durchmesser entfaltet. Die (noch nicht entfaltenen) Verbindungs-Stent-Grafts führen die Fenestrierungen exakt an die Ostien der zugehörigen Viszeralarterien. Abschließend werden die ballonexpandierbaren Verbindungs-Stent-Grafts abgesetzt (Abb. 1).

Bei Fenestrierungen ist die Abdichtungszone nur so lang wie der umwobene Nitinol-Ring in der Öffnung der Endoprothe-

se, ca. 1 mm. Um an dieser Stelle kein Endoleak entstehen zu lassen, werden stets ballonexpandierbare Stent-Grafts in Fenestrierungen verwendet, die eine entsprechend hohe Radialkraft haben und die proximalen Enden dieser Stent-Grafts, die ca. 5 mm weit in die Endoprothese ragen, mit einem überdimensionierten Ballon innen trichterförmig aufgeweitet.

Eine andere Möglichkeit, die Repositionierbarkeit zur exakten Einstellung der Fenestrierungen zu erhalten, besteht in einer Endoprothese, die zunächst mit vollem Durchmesser abgesetzt wird, deren proximales Segment kollabiert, umgesetzt und wieder expandiert werden kann, bis eine exakte Lage der Fenestrierungen gegeben ist (Terumo Vascutek®).

Obwohl vielfach fenestrierte Endoprothesen erfolgreich auch in thorakoabdominellen Aneurysmen eingesetzt wurden, in denen die Viszeralarterien direkt aus dem Aneurysma abgingen [14, 15], sollte der längeren Überlappungszone eines Zweiges immer dort, wo dies räumlich möglich ist, der Vorzug gegeben werden.

■ Verzweigte Endoprothesen

Verzweigte Endoprothesen weisen für die jeweilige Viszeralarterie je einen 15–21 mm langen und 8 mm dicken Seitenarm auf, der üblicherweise außen liegt, um die Sondierung von innen her zu erleichtern, aus Platzgründen aber auch teils innen, teils außen (Cook Medical) bzw. ganz innen (Jotec) liegen kann. Zweige haben gegenüber Fenestrierungen 2 entscheidende Vorteile: einerseits die längere Überlappungszone und geringe Wahrscheinlichkeit einer spontanen Diskonnexion des Verbindungs-Stent-Grafts, andererseits eine größere Flexibilität in der Anordnung, die Endoprothese wird so abgesetzt, dass das Ende des Zweiges jeweils ca. 2 cm über dem Ostium der zugehörigen Viszeralarterie zu liegen kommt. Die Viszeralarterie kann dadurch problemlos sondiert werden, wenn sie noch innerhalb eines Winkels von 45° zur Längsachse des Zweiges liegt. Dieser erlaubt die Konstruktion einer universalen Endoprothese mit Zweigen bei 1 Uhr (Truncus coeliacus), 12 Uhr (A. mesenterica superior), 10 Uhr und 3 Uhr (Nierenarterien), die in 80 % der Fälle von thorakoabdominellen Aneurysmen mit einer einzigen Größe einsetzbar ist (Abb. 2).

Der zentrale Teil der Prothese, aus dem die Zweige hervorgehen, wird üblicherweise im Durchmesser auf 16–18 mm reduziert, einerseits, um die Größe des Applikationsbesteckes geringer zu halten (22–24F), andererseits, um die Anwendung eines Zweiges auch in Aortensegmenten mit geringerem Gefäßdurchmesser möglich zu machen. Rechnet man zu den 16 mm Corpusedurchmesser 8 mm Durchmesser für den Zweig hinzu, kann ein Zweig ab einem Aortendurchmesser von 25 mm eingesetzt werden, sofern die Aorta im Verlauf des Zweiges keinen Knick aufweist, der die Endoprothese permanent auf den Zweig presst und hier eine Materialermüdung befürchten lässt.

Im Gegensatz zu der fenestrierten Endoprothese wird die verzweigte Endoprothese gleich mit vollem Durchmesser abgesetzt. Entscheidend ist hier, die Prothese in korrekter Höhe abzusetzen und den Abstand zwischen unterem Ende jedes

Zweiges und dem zugehörigem Viszeralarterienostium mindestens 2 cm groß zu halten. Die angiographische Identifikation der Viszeralarterien ist speziell bei großen Aneurysmen mit entsprechend langsamem Fluss, adipösen Patienten und der Verwendung eines C-Bogens mitunter sehr schwierig; in diesen Fällen sollte unbedingt zumindest die A. mesenterica superior von der Gegenseite oder von brachial mit einem Katheter zusätzlich markiert werden. Weiters trägt jeder der 4 Zweige sowohl proximal als auch distal Röntgenmarker, auch der Corpus der Endoprothese weist Röntgenmarker auf und im kollabierten Zustand ist die korrekte Identifikation in der Vielzahl der Marker, speziell ohne Erfahrung mit verzweigten Endoprothesen, sehr schwierig und kann leicht zu fatalen Fehleinschätzungen führen. Es empfiehlt sich, bei den ersten Implantationen einen erfahrenen Spezialisten beizuziehen.

Im Gegensatz zu fenestrierten Endoprothesen führt ein Fehlsetzen einer verzweigten Endoprothese nicht automatisch zum Organverlust, da die Viszeralarterien auch ohne Verbindungs-Stent-Grafts durch die Zweige perfundiert bleiben. Ist die Endoprothese einmal korrekt abgesetzt, erfolgt die sequentielle Sondierung der Zweige und der zugehörigen Viszeralarterien, meist von kranial her, da die Zweige fast immer nach kaudal weisen. Nur in Ausnahmefällen kann es notwendig sein, aus Platzgründen die Zweige für die Nierenarterien nach kranial abgehen zu lassen. Zur Sondierung der Zweige von kranial her ist eine 80–90 cm lange Schleuse mit 7F oder 8F (ballonexpandierbare Verbindungs-Stent-Grafts) oder 9F (selbstexpandierende Stent-Grafts) erforderlich.

Zusätzlich muss die Schleuse nach kaudal gezogen werden, um eine ausreichende Vorschiebekraft bei der Sondierung der Zweige zu erhalten. Dies geschieht üblicherweise mit einem Durchzugsdraht, der von der brachialen Einstichstelle durch die Schleuse verläuft und an der inguinalen Punktionsstelle wieder austritt, was die notwendige Schleusengröße auf 12F erhöht und eine operative Freilegung der Brachialarterie oder der A. subclavia notwendig macht. In unserer eigenen Erfahrung in Wien haben wir die Methode dahingehend modifiziert, dass eine 8F-Schleuse verwendet wird, die mit einer Schlinge von inguinal her in der Aorta gehalten wird. Auf diese Weise kann der Eingriff von brachial her durch perkutane Punktion durchgeführt werden, was den Vorteil hat, dass der erhaltene Weichteilmantel an der Punktionsstelle das Gefäß bei den zum Teil langwierigen Manipulationen besser schützt als eine operative Freilegung. Einige Autoren empfehlen, bei verzweigten Endoprothesen als Überbrückungs-Stent-Grafts selbstexpandierende Modelle zu verwenden, mit dem Hinweis darauf, dass sie eine höhere Flexibilität als ballonexpandierbare Stent-Grafts aufweisen. Die Frage, welches Stent-Graft-Prinzip die besseren Langzeitergebnisse aufweist, ist jedoch noch nicht geklärt.

■ Patientenselektion

Das Vorhandensein geeigneter Zugangswege sowohl von kaudal als auch von kranial her ist eine Voraussetzung für eine endovaskuläre Versorgung des thorakoabdominellen Aneurysmas. Fenestrierte Endoprothesen haben einen Durchmesser des Einführbesteckes von 20–22F, verzweigte Endopro-

thesen von 22–24F, daher sind iliakale Gefäße mit einem Durchmesser von 7–8 mm und einem ausreichend gestreckten Verlauf für eine femorale Applikation notwendig. Im Falle einer zu engen Beckenetape kann in einem retroperitonealen Zugangsweg ein Zugangsbypass zur A. iliaca communis oder zur distalen Aorta implantiert werden, der nach der Intervention als aortofemorale Bypass verwendet oder ligiert wird. Patienten, bei denen das Aneurysma bis unmittelbar an die Aortenbifurkation reicht und deren A. iliaca communis zu schmal für die Applikation der Endoprothese ist, können für eine endovaskuläre Sanierung ungeeignet sein.

Es ist zu beachten, dass ein während der Intervention chronisch auftretender Blutverlust durch undichte Schleusen oder undichte Zugangswege strikt vermieden werden muss, da jede hämodynamische Instabilität während oder nach der Intervention das Risiko des Patienten für eine Spinalischämie stark erhöht. Von kranial her ist ein Zugang bei verzweigten, nach kaudal orientierten Endoprothesen notwendig, da nur so der Verbindungs-Stent-Graft abgesetzt werden kann. Die linke A. subclavia gilt als der sicherere Zugang, bei einem Verschluss dieser Arterie kann die Intervention auch über die rechte A. subclavia oder A. brachialis erfolgen.

Zum Erhalt der Kollateralen der spinalen Versorgung sollten bds. Stenosen der A. iliaca interna, aber auch der A. subclavia präinterventionell korrigiert werden. Ein intentioneller Verschluss der A. iliaca interna, wenn das Aneurysma deren Abgang beinhaltet, sollte aus demselben Grund unterbleiben. In diesen Fällen kann zeitgleich oder als Primäreingriff eine verzweigte iliakale Endoprothese eingesetzt werden, wobei zu beachten ist, dass dies aufgrund der Notwendigkeit eines Crossover-Manövers nur vor der Insertion des aortalen Stent-Grafts möglich ist. Stenosen in den Viszeralarterien können im Rahmen des Eingriffes behandelt werden, führen aber zu einer Verlängerung der Eingriffsdauer und des Kontrastmittelverbrauches, daher werden diese üblicherweise in einem Voreingriff mit konventionellen Stents versorgt, was auch die Visualisierung des Arterienostiums erleichtert.

Werden Nierenarterienstenosen präinterventionell saniert, so sollte die Stabilisierung des Blutdrucks abgewartet werden, um das Risiko postinterventioneller Hypotonie und Spinalischämie zu vermindern. Bei Viszeralarterien mit kleinen Durchmessern um 5 mm und der Verwendung entsprechender ballonexpandierbarer Stent-Grafts soll sichergestellt sein, dass die Fabrikate einer proximalen Überdilatation standhalten, um sie proximal in die 6 oder 8 mm im Durchmesser haltenden Zweige einzupressen. Dies geschieht nach Absetzen des Verbindungs-Stent-Grafts in der Viszeralarterie mit einem proximal eingebrachten kurzen Ballonkatheter. Doppelt oder mehrfach angelegte Nierenarterien können bei ausreichendem Kaliber mit Zweigen isoliert versorgt werden; mit Fenestrierungen ist dies nicht möglich, wenn die Nierenarterien räumlich nahe beieinander abgehen. Wenn in einem solchen Fall eine Fenestrierung angewendet werden muss, kann bei ausreichenden renalen Reserven eine Nierenarterie geopfert werden, gelegentlich sind auch große Fenestrierungen über die Ostien zweier Nierenarterien gelegt worden. Ähnliches gilt für das Verlegen früher Aufzweigungen der Nierenarterie, hier kann ausnahmsweise mit einem ungedeckten Stent gear-

beitet werden, wenn die Endoprothese an der Fenestrierung selbst ausreichenden Kontakt mit der Aortenwand aufweist. Bei Vorliegen eines Truncus hepatomesentericus kann in analoger Weise die Landezone in der proximalen A. mesenterica superior zu kurz für eine effektive Abdichtung werden.

Die Aortendissektion auf Höhe der Viszeralarterienabgänge stellt eine besondere Schwierigkeit bei der endovaskulären Versorgung dar, da das wahre Lumen meist von zu kleinem Durchmesser ist, um eine sichere Positionierung und Manipulation der Endoprothese zu erlauben. Eine längerstreckige Spaltung der Dissektionsmembran auf Höhe der Viszeralarterien vor einem derartigen Eingriff ist unseres Wissens noch nicht beschrieben worden.

Letztlich muss sich die Patientenselektion auch an den qualitativen Ergebnissen jener Stelle orientieren, zu der der Patient zugewiesen würde, wenn er sich einer offenen Operation unterzieht und am individuellen operativen Risiko durch Komorbidität (kardial, pulmonal und renal). Hervorragende operative Ergebnisse mit einstelligen Mortalitätsraten werden von einigen wenigen hochspezialisierten Zentren berichtet, aber es gibt keine Zahlen darüber, wie viele OP-Kandidaten dort primär abgelehnt wurden. Die Anwendung der jungen und im Charakter experimentellen endovaskulären Technik ist umso eher dort gerechtfertigt, wo der Zugang zu einem derartigen operativen Zentrum nicht besteht und/oder ein verhältnismäßig hohes individuelles Operationsrisiko besteht [16, 17]. Die Indikation ist speziell bei jüngeren Patienten sehr kritisch zu stellen [18].

■ Ergebnisse

Die Applikation fenestrierter und verzweigter Endoprothesen ist eine junge Technik und entsprechend charakterisiert von einer längst nicht abgeschlossenen technischen Entwicklung und einer steilen individuellen Kurve. Auch stehen Langzeitergebnisse derzeit noch aus, die Stabilität der Ergebnisse ist Gegenstand intensiver Diskussion [19]. Das Potenzial dieser Methode zeigt sich am ehesten in rezenten und größeren Serien. Im Jahr 2012 wurden zwei größere Serien publiziert: Haulon [20] aus Lille berichtet über 89 Patienten (alle ungeeignet für offene Chirurgie) mit einer 30-Tages-Mortalität von 8,9 % und einer Spitals-Mortalität von 10 %, einer spinalen Ischämie von 7,8 % (7 Patienten: 1 Todesfall, 2 permanente Paraplegien, 4 Patienten gehfähig), 6,7 % temporäre Hämofiltration und 0 % permanente Dialysepflicht. Die technische Erfolgsrate (erfolgreiche Katheterisierung aller Seitenäste) war in 287 von 292 Arterien gegeben, bei den 5 verschlossenen Arterien war nur ein extraanatomischer (Nieren-) Bypass erforderlich. Erhöhter Blutdruck hat sich als protektiver Faktor für Komplikationen erwiesen.

Verhoeven aus Nürnberg [21] berichtet über 50 Patienten mit einer 30-Tages-Mortalität von 8 % und einem 1-Jahres-Überleben von 79,8 %, einer spinalen Ischämie-Symptomatik in 12 % (6 Patienten, 3 Todesfälle aufgrund anderer Komplikationen, 3 Remissionen) sowie 2 % permanente Dialysepflicht (1 Patient, Okklusion der Nierenarterie bei Einzelniere). Der technische Erfolg war in 88 % gegeben, in 92 % mit Zusatzmaßnahmen. Die verbleibenden 4 Fälle bestanden aus einer

Ruptur mit Todesfolge sowie dem Verlust von 2× einer Nierenarterie und einem Verschluss des Truncus coeliacus.

Bei den genannten Serien ist ein deutlicher „learning bias“ charakteristisch mit einer erkennbaren Häufung der Komplikationen bei den frühen Fällen. Es war erkennbar, dass die liberale Indikation zum Setzen einer Liquordrainage und die strikte Blutdruckkontrolle [22], abgesehen von der notwendigen Erfahrung des Operateurs [23, 24], die wichtigsten proaktiven Parameter waren.

■ Komplikationen

Die geringere Invasivität des endovaskulären Eingriffs, das Fehlen signifikanter Ischämiezeiten, der extrakavitäre Zugang und das kleine Operationsfeld erklären die relativ geringen kardialen und pulmonalen Komplikationsraten sowie die vergleichbaren Morbiditäts- und Mortalitätszahlen des endovaskulären Eingriffs in Patientenkollektive, die zur Gänze oder zum Großteil ungeeignet für eine offene Operation wären und vergleichbar sind mit den operativen Ergebnissen der besten spezialisierten Zentren. Es wäre aber ein Fehler anzunehmen, dass diese Methode erfolgreich von einem Operateur ohne einschlägige Erfahrung durchgeführt werden kann. Im Gegensatz zum relativ simplen infrarenalen Stent-Graft benötigt der Operateur hier ein tiefes konzeptuelles Verständnis der Prozedur, große Erfahrung in der Bildinterpretation bei Computertomographie und Angiographie, langjährige Erfahrung in der katheterbasierten endovaskulären Technik, insbesondere der Rekanalisation von renalen und viszeralen Gefäßen, ein breites Wissen über die verfügbaren Drähte und Katheter, Ballons und Stents und nicht zuletzt Zugang zu einer Angiographie-Einheit auf dem Stand der Technik.

Mit den genannten Voraussetzungen ist eine technische Erfolgsrate von 95–98 % erreichbar, mit Komplikationsraten ähnlich denen der großen chirurgischen Serien [25]. Der intraoperative Verlust eines Seitenastes ist ein seltenes Ereignis und nur für den Truncus coeliacus bzw. die Nierenarterien berichtet, was unter Umständen klinisch symptomfrei bleiben kann [26, 27]. Die meisten Serien beschreiben eine etwa gleich hohe Frequenz von frühen und späten Reinterventionen, die zusammen durchschnittlich 20 % aller Patienten benötigen, wobei die meisten dieser Eingriffe als perkutan-endovaskuläre Interventionen in Lokalanästhesie durchgeführt werden [28]. Die meisten dieser Eingriffe betreffen primäre oder sekundäre Undichtigkeiten an den Seitenästen (Typ-III-Endoleaks).

■ Limitationen

Die endovaskuläre Versorgung des thorakoabdominellen Aneurysmas ist als komplementäre und nicht als kompetitive Methode zur offenen Operation zu sehen. Als Kontraindikation werden Bindegewebskrankungen angesehen, sofern der Stent-Graft nicht ausschließlich zur Verbindung zweier bereits in offenen Operationen prothetisch versorgter Aortensegmente dient [29]. Bei Vorliegen einer akuten oder chronischen Aortendissektion ist das wahre Lumen meist zu klein, um eine verlässliche Manipulation des verzweigten Stent-Graft-Segments zu ermöglichen [30], bei Vorliegen eines mykotischen Aneu-

rysmas oder anderer septischer Komplikationen ist die Implantation von Fremdmaterial ebenso kontraindiziert.

Derzeit liegen sowohl fenestrierte als auch verzweigte Stent-Grafts nur als Sonderbestellungen vor, wobei die Zeit für die Planerstellung und die maßgefertigte Herstellung erheblich ist: Die Lieferzeiten liegen zwischen 3 Wochen und 3 Monaten. Daraus ergibt sich, dass eine Versorgung im akuten und im subakuten Bereich derzeit kaum möglich ist [31]. Seitens einiger Firmen wird bereits an der Entwicklung einer „Uni-size“-Prothese gearbeitet, entweder einteilig mit 4 standardisierten Verzweigungen, die in 80 % der Fälle eine Sondierung aller Viszeralarterien ermöglicht, oder in Form einer 2-teiligen modularen Endoprothese mit 2 nach kaudal gerichteten Ästen für den Truncus coeliacus und die A. mesenterica superior und einem isolierten 2. Teil mit nach kranial gerichteten Ästen für die beiden Nierenarterien [32]. Es wird erwartet, dass bereits Anfang 2013 die ersten Universalprothesen verfügbar sein werden.

Eine weitere derzeit prohibitive Limitation der genannten Technik sind die Kosten. Der Preis für ein 4-fach verzweigtes Endoprothesensegment liegt derzeit in der Größenordnung von € 25.000, hinzu kommen die Kosten für eine mögliche thorakale oder abdominale Verlängerung und die Kosten für die Verbindungs-Stent-Grafts, sodass alleine das Implantatmaterial derzeit mindestens € 35.000 kostet. Die Kosten für eine vergleichbare offene Operation liegen mit Prothese und anästhesiologischem Aufwand im Bereich von € 5000. Es ist jedoch bereits 2013 ein deutlich verstärkter Wettbewerb und entsprechender Preisrückgang der Endoprothesen zu erwarten, ähnlich dem deutlichem Preisrückgang der fenestrierten Endoprothesen Ende 2011. Wenn auch die Kosten für Implantate zumeist in einem anderen Budget aufscheinen als die Kosten des stationären Aufenthalts, so müssen doch für eine korrekte ökonomische Betrachtung der Gesamtkosten letztere mit einbezogen werden. Bei angenommenen Kosten für einen Tag auf der Intensivstation von € 3500 und einem Tag auf der Normalstation von € 1000 in einem tertiären Versorgungszentrum und einer durchschnittlichen Aufenthaltsdauer eines Patienten nach endovaskulärer thorakoabdomineller Versorgung von 2 Tagen Intensivstation und 7 Tagen Normalstation wird deutlich, dass die Gesamtkosten des Primäreingriffes weniger deutlich differieren als man bei der reinen Betrachtung der Materialkosten meinen könnte. Eine spezifische Kostenanalyse über endovaskuläre thorakoabdominelle Endoprothesen liegt derzeit noch nicht vor.

■ Konklusion

Die endovaskuläre Versorgung des thorakoabdominellen Aortenaneurysmas hat als zweifellos experimentelle und in Evolution begriffene Methode dennoch heute einen Grad an Reife erreicht, der sie in spezialisierten Zentren als effektive und sichere Alternative zur offenen Chirurgie anzubieten erlaubt, insbesondere für Patienten, bei denen aufgrund der lokalen Gegebenheiten oder des individuellen OP-Risikos eine hohe Komplikationswahrscheinlichkeit besteht.

Ausreichende Erfahrung der Operateure mit endovaskulärer Kathedertechnik und Bildinterpretation vorausgesetzt, unter

liberaler Applikation spinaler Drainage, strenger hoch-normaler Blutdruckkontrolle und adäquater prä- und postinterventioneller Vorbereitung ist die Methode von hoher technischer Erfolgsrate und zeigt gute mittelfristige Ergebnisse. Bei 1/5 der Patienten sind Reinterventionen zu erwarten, diese jedoch in der Mehrzahl als perkutane Eingriffe in Lokalanästhesie. Wie bei infrarenalen Aneurysmen ist eine lebenslange Nachkontrolle erforderlich. Die derzeit sehr hohen Kosten des Implantationsmaterials werden zumindest teilweise auch in ökonomischer Hinsicht durch einen verkürzten Aufenthalt auf der Intensivstation und eine kürzere Gesamthospitalisierung kompensiert.

Relevanz für die Praxis

- Das thorakoabdominelle und das juxtarenale Aortenaneurysma können heute in spezialisierten Zentren endovaskulär mit fenestrierten und/oder verzweigten Stent-Grafts behandelt werden.
- Die Ergebnisse sind vergleichbar mit den Ergebnissen der hochspezialisierten Zentren für die offen-chirurgische Versorgung, auch an offen inoperablen Patienten.
- Die endovaskuläre Methode ist verbunden mit einer höheren Rate von Rezidiveingriffen (bis 20 %, die meisten jedoch perkutan in Lokalanästhesie), zumindest jährlicher CT-Kontrolle und höheren Kosten, die jedoch vom kürzeren Spitalsaufenthalt (teil)kompensiert werden.

Interessenkonflikt

Der korrespondierende Autor weist auf folgende Beziehung hin: Reiseunterstützung: Cook Medical, Jotec GmbH.

Literatur:

1. Hsu CC, et al. Distal aortic perfusion during thoracoabdominal aneurysm repair for prevention of paraplegia. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2012; 3: CD008197.
2. Coselli JS, Bozinovski J, LeMaire SA. Open surgical repair of 2286 thoracoabdominal aortic aneurysms. *Ann Thorac Surg* 2007; 83: 862–4.
3. Wong DR, et al. Open repair of thoracoabdominal aortic aneurysm in the modern surgi-

- cal era: contemporary outcomes in 509 patients. *J Am Coll Surg* 2011; 212: 569–79.
4. Schepens MA, et al. Thoracoabdominal aortic aneurysm repair: results of conventional open surgery. *European journal of vascular and endovascular surgery. Euro J Vasc Surg* 2009; 37: 640–5.
5. Gilling-Smith GL, et al. Surgical repair of thoracoabdominal aortic aneurysm: 10 years' experience. *Br J Surg* 1995; 82: 624–9.
6. Chiesa R, et al. Ten years experience of thoracic and thoracoabdominal aortic aneu-

- rysm surgical repair: lessons learned. *Ann Vasc Surg* 2004; 18: 514–20.
7. Derrow AE, et al. The outcome in the United States after thoracoabdominal aortic aneurysm repair, renal artery bypass, and mesenteric revascularization. *J Vasc Surg* 2001; 34: 54–61.
8. Rigberg DA, et al. Thirty-day mortality statistics underestimate the risk of repair of thoracoabdominal aortic aneurysms: a statewide experience. *J Vasc Surg* 2006; 43: 217–22.
9. Chuter TA, et al. Endovascular treatment of thoracoabdominal aortic aneurysms. *J Vasc Surg* 2008; 47: 6–16.
10. Ferreira M, Lanzotti L, Monteiro M. Branched devices for thoracoabdominal aneurysm repair: Early experience. *J Vasc Surg* 2008; 48 (6 Suppl): 30S–36S.
11. Reilly LM, Chuter TA. Endovascular repair of thoracoabdominal aneurysms: design options, device construct, patient selection and complications. *J Cardiovasc Surg* 2009; 50: 447–60.
12. Greenberg RK. Aortic aneurysm, thoracoabdominal aneurysm, juxtarenal aneurysm, fenestrated endografts, branched endografts, and endovascular aneurysm repair. *Ann New York Acad Sciences* 2006; 1085: 187–96.
13. Greenberg R, Eagleton M, Mastracci T. Branched endografts for thoracoabdominal aneurysms. *J Thor Cardiovasc Surgery* 2010; 140 (6 Suppl): S171–S178.
14. O'Brien N, et al. Fenestrated endovascular repair of type IV thoracoabdominal aneurysms: device design and implantation technique. *Perspect Vasc Surg Endovasc Ther* 2011; 23: 173–7.
15. Rabellino M, Garcia-Nielsen L, Maynar M. Endovascular repair of a complex thoracoabdominal aneurysm covering the descending thoracic and abdominal aortic artery with a four fenestrated stent graft. *J Invasive Card* 2010; 22: 615–6.
16. Haulon S, et al. Endovascular repair of thoracoabdominal aortic aneurysms. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2010; 39: 171–8.
17. Verhoeven EL, et al. Present and future of branched stent grafts in thoraco-abdominal aortic aneurysm repair: a single-centre experience. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2009; 38: 155–61.
18. Di Luozzo G, et al. Open repair of descending and thoracoabdominal aortic aneurysms and dissections in patients aged younger than 60 years: superior to endovascular repair? *Ann Thorac Surg* 2012 [Epub ahead of print].
19. Reilly LM, et al. Efficacy and durability of endovascular thoracoabdominal aortic aneurysm repair using the caudally directed cuff technique. *J Vasc Surg* 2012; 56: 53–63.
20. Guillou M, et al. Endovascular treatment of thoracoabdominal aortic aneurysms. *J Vasc Surg* 2012; 56: 65–73.
21. Verhoeven E, et al. [Results of endovascular repair of TAAA in the first 50 patients]. *Zb Chir* 2011; 136: 451–7.
22. Drinkwater SL, et al. The incidence of spinal cord ischaemia following thoracic and thoracoabdominal aortic endovascular intervention. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2010; 40: 729–35.
23. Liao JM, et al. Nationwide trends and regional/hospital variations in open versus endovascular repair of thoracoabdominal aortic aneurysms. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2012; 144: 612–6.
24. Scali ST, et al. National trends and regional variation of open and endovascular repair of thoracic and thoracoabdominal aneurysms in contemporary practice. *J Vasc Surg* 2011; 53: 1499–505.
25. Maeda T, et al. Spinal cord ischemia after endovascular aortic repair versus open surgical repair for descending thoracic and thoracoabdominal aortic aneurysm. *J Anesthesia* 2012 [Epub ahead of print].
26. Shimazaki T, et al. Celiac artery coverage after occlusion test during endovascular stent grafting for thoracoabdominal aortic aneurysm. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2010; 139: e59–62.
27. D'Elia P, et al. Challenging catheterization of a branch in an endovascular thoracoabdominal aneurysm repair. *J Endovasc Ther* 2010; 17: 391–4.
28. Patel S, Tsilimparis N, Ricotta JJ 2nd. Endovascular rescue of a thoracoabdominal fenestrated endograft presenting with combined type 1 and type 3 endoleaks from aortic graft migration and visceral stent separation. *Ann Vasc Surg* 2012 [Epub ahead of print].
29. Gariboldi V, et al. Graft-to-endograft anastomosis for emergency treatment of distal aortic arch aneurysm after endovascular stenting of thoracoabdominal type B dissection. *Ann Vasc Surgery* 2011; 25: 557 e11–e13.
30. Wolf O, Eckstein HH. Combined open and endovascular treatment of thoracoabdominal aneurysms and secondary expanding aortic dissections: early and mid-term results from a single-center series. *Ann Vasc Surg* 2010; 24: 167–77.
31. Lachat M, et al. Complete endovascular renal and visceral artery revascularization and exclusion of a ruptured type IV thoracoabdominal aortic aneurysm. *J Endovasc Ther* 2010; 17: 216–20.
32. Chuter T, Greenberg RK. Standardized off-the-shelf components for multibranched endovascular repair of thoracoabdominal aortic aneurysms. *Perspect Vasc Surg Endovasc Ther* 2011; 23: 195–201.

Mitteilungen aus der Redaktion

Besuchen Sie unsere Rubrik

[Medizintechnik-Produkte](#)



Neues CRTD Implantat
Intica 7 HF-T QP von Biotronik



Artis pheno
Siemens Healthcare Diagnostics GmbH



Philips Azurion:
Innovative Bildgebungslösung

Aspirator 3
Labotect GmbH



InControl 1050
Labotect GmbH

e-Journal-Abo

Beziehen Sie die elektronischen Ausgaben dieser Zeitschrift hier.

Die Lieferung umfasst 4–5 Ausgaben pro Jahr zzgl. allfälliger Sonderhefte.

Unsere e-Journale stehen als PDF-Datei zur Verfügung und sind auf den meisten der marktüblichen e-Book-Readern, Tablets sowie auf iPad funktionsfähig.

[Bestellung e-Journal-Abo](#)

Haftungsausschluss

Die in unseren Webseiten publizierten Informationen richten sich **ausschließlich an geprüfte und autorisierte medizinische Berufsgruppen** und entbinden nicht von der ärztlichen Sorgfaltspflicht sowie von einer ausführlichen Patientenaufklärung über therapeutische Optionen und deren Wirkungen bzw. Nebenwirkungen. Die entsprechenden Angaben werden von den Autoren mit der größten Sorgfalt recherchiert und zusammengestellt. Die angegebenen Dosierungen sind im Einzelfall anhand der Fachinformationen zu überprüfen. Weder die Autoren, noch die tragenden Gesellschaften noch der Verlag übernehmen irgendwelche Haftungsansprüche.

Bitte beachten Sie auch diese Seiten:

[Impressum](#)

[Disclaimers & Copyright](#)

[Datenschutzerklärung](#)