

Endovaskuläre Therapie des abdominellen Aortenaneurysmas

A. Paulick, Ch. Düber

Das abdominelle Aortenaneurysma ist eine Erkrankung, deren Häufigkeit in den letzten 3 Jahrzehnten deutlich zugenommen hat. Seit über 50 Jahren gilt die gefäßchirurgische Operation als Therapiestandard, wobei diese trotz stetig verbesserter Techniken, besonders für Risiko- und Notfallpatienten, mit einer relativ hohen Mortalitätsrate verbunden ist. Mit der endovaskulären Stentimplantation steht seit etwa 15 Jahren ein minimal invasives Verfahren zur Verfügung, das eine Alternative zur offenen Operation darstellt und auch für Risikopatienten eine Therapieoption eröffnet.

Abdominelles Aortenaneurysma – Ätiologie und Symptomatik

Liegt eine lokalisierte Erweiterung der Bauch-aorta um mehr als 50% des altersentsprechenden Durchmessers (>3 cm) vor, spricht man von einem abdominellen Aortenaneurysma (AAA). Etwa 80% der Aortenaneurysmen betreffen die Aorta abdominalis, wobei diese meist infrarenal liegen und bei 20–25% der Patienten bis in die Beckenarterien übergehen. Hauptbetroffene sind ältere Menschen (6% der 80-Jährigen haben ein AAA), wobei $\frac{5}{6}$ aller Aneurysmapatienten Männer sind. Prädisponierende Risikofaktoren sind arterielle Hypertonie, Nikotinabusus und Hypercholesterinämie.

Ursachen:

- ▶ Arteriosklerose oder unspezifisch (in 95% der Fälle),
- ▶ Gefäßtrauma,
- ▶ Infektionen (rheumatisches Fieber),
- ▶ Entzündungen (Vaskulitiden),
- ▶ angeborene Bindegewebsschwächen (z.B. Marfan-Syndrom).

Hauptgefahr der AAA ist der Einriss der Gefäßwand, das Rupturrisiko eines Aneurysmas steigt mit zunehmender Größe an.

Symptome des abdominellen Aortenaneurysmas

Ein Großteil der Aneurysmen sind klinisch asymptomatisch und daher Zufallsbefund.

Rücken- und/oder diffuse Abdominalschmerzen sind typisch für das expandierende Aneurysma mit Einblutung in die Gefäßwand oder das rupturierte AAA. Auch können periphere Embolien mit Durchblutungsstörungen der Beine ausgehend vom Thrombus des Aneurysmasacks auftreten.

Welche Diagnostikmöglichkeiten gibt es?

Ab einer bestimmten Größe (5 cm Durchmesser) sind AAA bei schlanken Menschen als pulsierender Tumor im Bauchraum, in Höhe bzw. oberhalb des Nabels tastbar. Die Sonografie ist eine einfache und aussagekräftige Methode zur Darstellung eines Aneurysmas und wird bevorzugt zum Screening und für Verlaufskontrollen eingesetzt. Für die Diagnostik vor einer offenen oder endovaskulären Therapie und für postoperative Kontrollen kommen die kontrastmittelgestützte CT-Angiografie oder die MR-Angiografie der Aorta zum Einsatz. Beide Methoden liefern im Vergleich zur Sonografie zusätzliche Informationen, besonders im Hinblick auf die Blutgefäße ober- und unterhalb des Aneurysmas. Eine Angiografie ist als reine Diagnostikmaßnahme aufgrund ihrer Invasivität heute nur noch selten notwendig. In **Tab. 1** sind alle Diagnostikmethoden im Vergleich aufgeführt.

Wann besteht eine Therapieindikation?

Zunächst sollte jeder Patient, bei dem ein AAA diagnostiziert wurde, internistisch untersucht werden.

Tab. 1 Vergleich der Diagnostikmethoden.

Methoden	Information/Aussage	Anwendung/Einsatz
Sonografie	Bestimmung von: <ul style="list-style-type: none"> ▶ Aortenlängs- und querschnitt ▶ Gesamtlumen und perfundiertes Lumen ▶ Wandbeschaffenheit, Thrombus, Flussverhältnisse 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Screening ▶ Verlaufskontrollen
Computertomografie (mit Kontrastmittel)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ morphologisch präzise Diagnostik ▶ zusätzliche Informationen zu Nachbargefäßen und Organen ▶ exakte Ausmessung möglich ▶ 3D-Darstellung 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ präinterventionelle Diagnostik ▶ Verlaufskontrolle nach Therapie ▶ wegen der Strahlenexposition keine Screeningmethode
Magnetresonanztomografie (mit Kontrastmittel)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ liefert gleiche Informationen wie die CT 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ präinterventionelle Diagnostik ▶ Verlaufskontrolle nach Therapie
Angiografie	<ul style="list-style-type: none"> ▶ reine Darstellung des perfundierten Lumens ▶ Darstellung der Nachbargefäße ▶ exakte Ausmessung 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ als reine Diagnostikmaßnahme heute selten

Da das Risiko einer Koinzidenz mit einer koronaren Herzerkrankung (KHK) besteht, sollte bei dem Patienten auch eine kardiologische Abklärung erfolgen, und Risikofaktoren wie z.B. die arterielle Hypertonie, medikamentös behandelt werden.

Da das Rupturrisiko bei kleinen Aneurysmen geringer ist als die perioperative Mortalität, wird bei diesen Aneurysmen zunächst von einer Therapie abgesehen. Da AAA aber durchschnittlich eine Größenzunahme von 0,5 cm/Jahr aufweisen, sollten Patienten alle 3–6 Monate sonografisch kontrolliert werden.

Eine Therapie ist immer dann indiziert, wenn unbehandelt mit einer tödlichen Ruptur zu rechnen ist. Da die Behandlung in diesem Fall prophylaktischer Natur ist, müssen Ruptur- und Operationsrisiko sorgfältig gegeneinander abgewogen werden.

Behandlungsbedarf besteht bei:

- ▶ AAA > 5 cm,
- ▶ bei Symptomatik (Penetrationsschmerz), wegen des hohen Rupturrisikos,

- ▶ beim Auftreten peripherer Embolien ausgehend vom Aneurysmasack
- ▶ bei rascher Expansion >1 cm/Jahr oder deutlicher Asymmetrie des Aneurysmasacks (sakkuläre Ausbuchtung).

Gefäßchirurgische Operation – bewährte Standardtherapie

Bei der offenen Operation des AAA wird der Aneurysmasack eröffnet und der wandständige Thrombus ausgeschält. Anschließend wird eine Dacron- oder PTFE-Prothese (PTFE = Polytetrafluorethylen) eingenäht. Je nach Ausdehnung des Aneurysmas nach distal wird entweder eine Rohrprothese oder, bei Aneurysmen, die bis in die Iliakalarterien reichen, eine Y-Prothese eingesetzt. Die Prothese wird am proximalen und distalen Ende fest mit der Gefäßwand vernäht. In das Aneurysma reichende Lumbalarterien werden zuvor übernäht. Wichtige Gefäße (z.B. die A. mesenterica inferior) können bei Bedarf in die Prothese eingepflanzt werden. Der Aneurysmasack wird über der Prothese verschlossen (Graft-Inclusion-Technik). Der Patient wird anschließend meist 12–24 Stunden auf einer Intensivstation überwacht und kann bei komplikationslosem Verlauf nach ca. 1 Woche das Krankenhaus verlassen.

Vorteile:

- ▶ für alle Aneurysmaformen geeignet,
- ▶ kaum Spätkomplikationen,
- ▶ gute Haltbarkeit und Stabilität der Prothese,
- ▶ kein Verrutschen der Prothese,

Hintergrundwissen

In den 40er-Jahren verwendeten mehrere Chirurgen Zellophan zur Umwicklung von Aortenaneurysmen in der Absicht, deren Vergrößerung aufzuhalten oder eine perianeurysmatische Fibrosierung erreichen zu können. 1953 führten Dubost et al. die erste erfolgreiche Resektion eines AAA durch – diese Methode blieb lange Zeit die einzige Therapieoption und bewährte sich im Laufe der Jahrzehnte. 1990 führten Parodi et al. erstmalig eine endovaskuläre Therapie eines AAA durch.

- ▶ gute Abdichtung des Aneurysmasacks vom Blutstrom,
- ▶ Nachkontrollen nur in größeren Zeitabständen erforderlich.

Nachteile:

- ▶ perioperative Mortalität (abhängig von patientenspezifischen Risikofaktoren wie Alter, kardiopulmonale Vorerkrankungen, renale Funktion) bei ca. 4–5%),
- ▶ längere Erholungsphase, größere postoperative Schmerzen und Beeinträchtigungen,
- ▶ Spätfolgen der Bauchoperation möglich (Narbenbruch, Darmverschluss).

Endovaskuläre Aneurysmatherapie – minimalinvasive Therapieoption

Seit 1990 steht mit der endovaskulären Aneurysmatherapie (EVAR = Endovascular Aneurysm Repair) eine alternative Methode zur Verfügung, die auch für Patienten eine Behandlungsoption darstellt, für die eine Operation mit einem hohen Risiko einhergeht. Das Behandlungsprinzip besteht in der Ausschaltung des Aneurysmas durch das Einbringen eines Stentgrafts (◉ Abb. 1) über die Leistenarterien.

Nicht jedes Aneurysma kann minimalinvasiv behandelt werden! Aufgrund der Behandlungstechnik muss ein AAA bestimmte morphologische Kriterien erfüllen, damit es sich für eine endovaskuläre Stentimplantation eignet.

Die Aneurysmen werden nach Allenberg in verschiedene Formen klassifiziert, aus denen sich die Art der Behandlung (offen oder endovaskulär) ableiten lässt (◉ Abb. 2). Damit die Prothese sicher verankert werden kann, ist ein proximaler Aneurysmahals von mindestens 15 mm Länge und eine distale Verankerungsstelle von mindestens 10 mm Länge in der A. iliaca communis

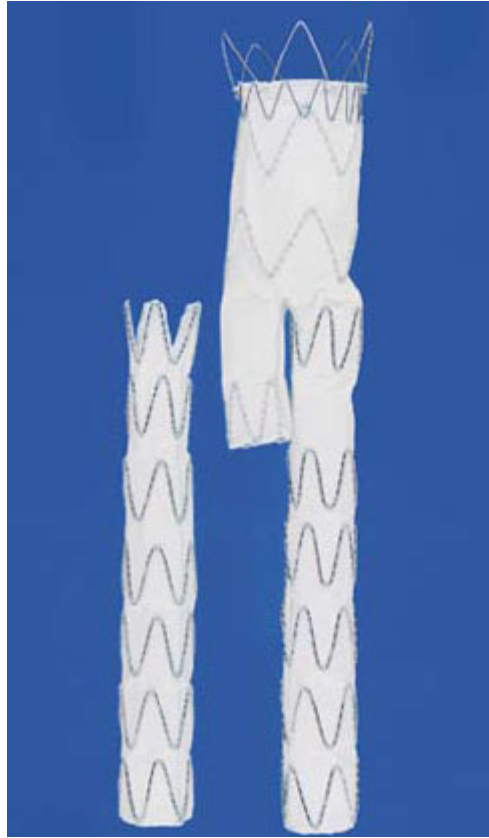


Abb. 1 Selbstexpandierende modulare Bifurkationsprothese bestehend aus einem Nitinol-Stentgerüst, gecovernt mit dünner Dacron-Schicht (TALENT-Prothese, Fa. Medtronic). Die beiden Stentmodule (Bifurkationsteil und kontralateraler Teil) werden im Patienten zusammengesetzt. Der proximale Anteil des Hauptteils ist nicht gecovernt.

Voraussetzung. Die Durchmesser der Beckenarterien müssen ausreichend sein, damit das Einführbesteck des Stents eingebracht werden kann. Ausschlusskriterien sind neben einer ungeeigneten morphologischen Struktur des AAA ein ausgeprägtes Kinking der Beckenarterien und eine starke Angulierung des Aneurysmahalses.

Vorbereitungen im Vorfeld des Eingriffes

▼ Diagnostik und Messaufnahmen

Da die Prothese überwiegend durch Reibungskräfte an der Gefäßwand gehalten wird, muss der Gefäßdurchmesser exakt bestimmt werden, damit die für den jeweiligen Patienten passende Stentgröße ausgewählt werden kann. Dies kann

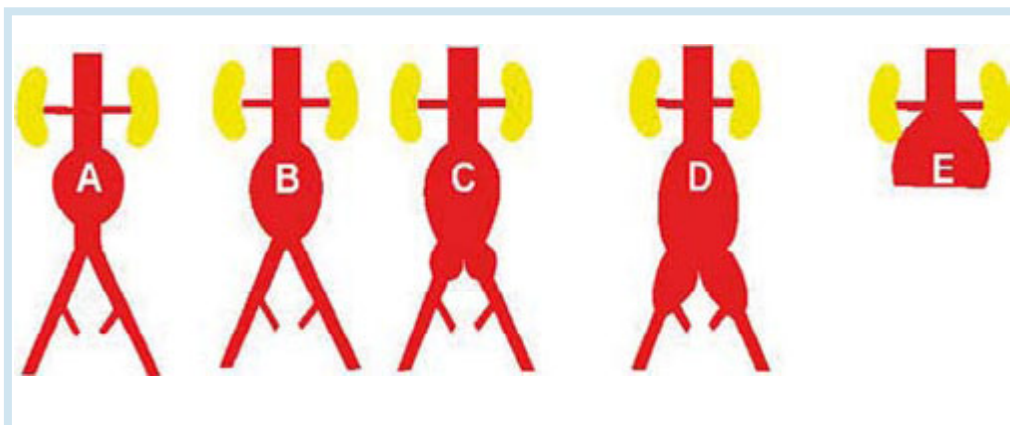
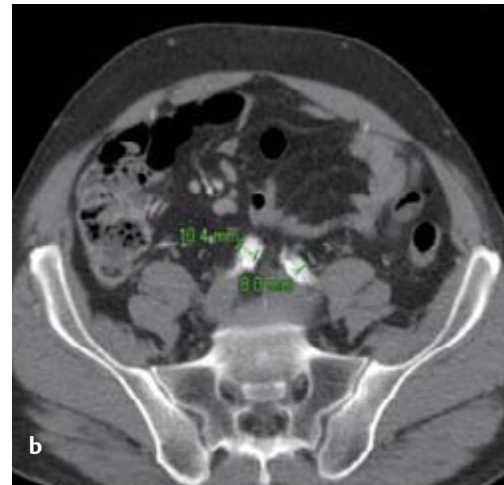
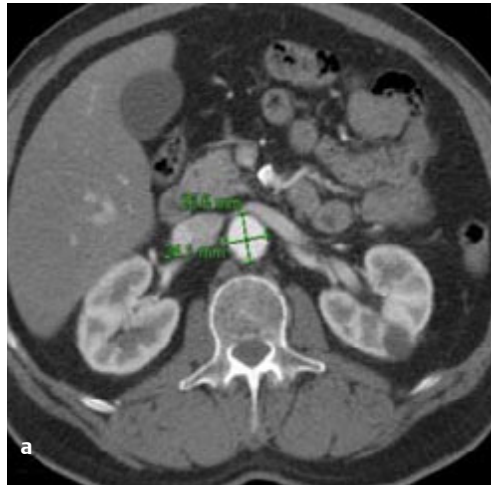


Abb. 2 Klassifikation nach Allenberg: Aneurysmen des Typs A–C sind grundsätzlich für eine EVAR geeignet. Das Aneurysma Typ D in Ausnahmefällen und nach entsprechender Indikationsprüfung. Bei Aneurysmen vom Typ E ist keine EVAR möglich.

Abb. 3 a, b Präinterventionelle Messaufnahmen anhand einer CT mit Kontrastmittel.



mittels CT-Angiografie der Aorta (◉ **Abb. 3**) oder durch eine konventionelle DSA mit einem Messkatheter erfolgen. Gemessen werden jeweils der Durchmesser des Aneurysmahalses (proximale Verankerungsstelle der Prothese) sowie die Durchmesser der Beckenarterien in einem gesunden Gefäßabschnitt (distale Verankerungsstelle). Der Durchmesser der Stentprothese sollte zur sicheren Fixierung um 15–25% über dem Gefäßdurchmesser liegen.

Lumbalarterienembolisation

Als vorbereitende Therapie können der Seitenäste des Aneurysmas embolisiert werden (Ausnahme: Notfall-EVAR). Ziel ist die Vermeidung einer retrograden Perfusion des Aneurysmasacks über die Lumbalarterien oder die A. mesenterica inferior (Typ-II-Endoleak, ◉ **Tab. 3**). Hierzu werden die Lumbalarterien in einer angiografischen Intervention selektiv mittels Koaxialkatheter sondiert und mit Coils ostiumnah verschlossen (◉ **Abb. 4**). Dies gewährleistet die Kollateralkirkulation jenseits der Verschlüsse. Entspringt die A. mesenterica inferior aus dem Aneurysma, sollte auch diese verschlossen werden. Zuvor muss aber eine Abgangsstenose der A. mesenterica superior ausgeschlossen werden.

Durchführung einer endovaskulären Aortenstentimplantation

Die Durchführung einer Aortenstentimplantation kann auf unterschiedliche Art und Weise erfolgen. Im Folgenden ist eine Aortenstentimplantation beschrieben, wie sie üblicherweise an der Universitätsklinik Mainz zusammen von Radiologen und Gefäßchirurgen durchgeführt wird. Für die Überwachung der Vitalfunktionen des Patienten und für die Narkose, ist ein Anästhesist zuständig. Als Narkoseform ist eine Lokalanästhesie mit Analgo-Sedierung üblich. Auf Wunsch des Patienten, oder bei Bedarf, kann der Eingriff auch in Intubationsnarkose durchgeführt werden. Nach der Lokalanästhesie werden beide Leistenarterien operativ freigelegt. Die Femoralarterien werden zunächst punktiert und anschließend beidseits über einen weichen Führungsdraht Katheterschleusen eingebracht. Auf der Seite, über die der Prothesenhauptteil (Bifurkationsteil) eingebracht wird, wird ein steifer Führungsdraht eingelegt – auf der Gegenseite wird ein Diagnostikkatheter für Übersichtsangiografien (z.B. 5-F-Pigtail-Katheter) platziert.

Platzierung des Prothesenhauptteils

Das Prothesenhauptteil wird bei unterschiedlichen Durchmessern der Beckenarterien über die kaliberstärkere, bei starkem Kinking über die am geringsten gewundene Arterie vorgeschoben. Dazu wird zunächst die Schleuse auf der entsprechenden Seite entfernt. Nach Abklemmen der Femoralarterien wird die Punktionsstelle zu einer Arteriotomie erweitert. Unter Durchleuchtung wird dann das Einführbesteck mit dem Bifurkationsteil über den Führungsdraht bis auf Höhe der Nierenarterien vorgeschoben.

Patientenvorbereitung

Vorbereitung:

- ▶ Aufklärungsgespräch
- ▶ anästhesiologisches Konsil
- ▶ Gerinnungswerte, Kreatininwert, Schilddrüsenwerte
- ▶ venöser Zugang, Monitoring (EKG, Pulsoxymetrie, Blutdruck)
- ▶ Blasenkatheter
- ▶ Rasur beider Leisten und großflächige Desinfektion
- ▶ sterile Abdeckung des Operationsfeldes
- ▶ Hochdruckinjektionsspritze vorbereiten

Lagerung:

- ▶ Röntgen- Lineal auf die Tischplatte kleben (bessere Orientierung!)
- ▶ Gelmatte auf den Untersuchungstisch – bequemere Lagerung

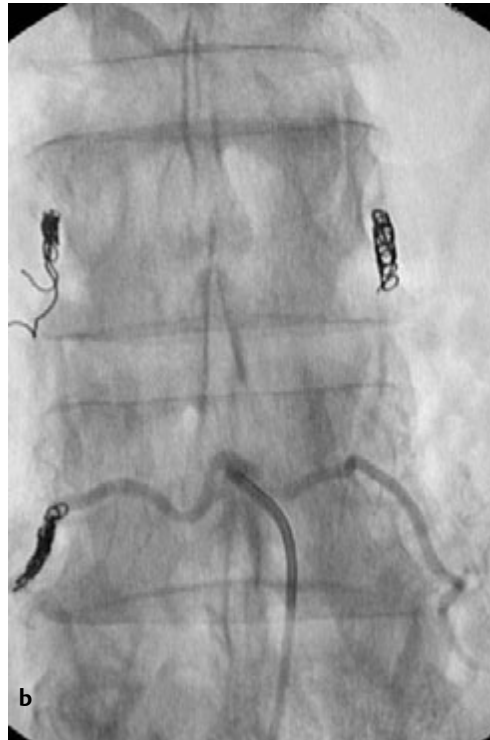


Abb. 4

- a Laterale Angiografie eines AAA und Darstellung der Lumbalarterien.
 b Verschluss der Lumbalarterien mittels Coils.

Das System muss so freigesetzt werden, dass der gecoverte Teil der Prothese nicht die Abgänge der Nierenarterien überdeckt. Der Stent wird so positioniert, dass der Beginn des gecoverten Anteils unmittelbar unterhalb der am weitesten kaudal gelegenen Nierenarterie liegt. Zur Überprüfung der richtigen Stentposition wird eine DSA-Serie mit der Hochdruckspritze (20–25 ml Kontrastmittel und 10–15 ml/s flow) über den auf der Gegenseite einliegenden Katheter angefertigt. Liegt die Prothese richtig, wird sie langsam unter Durchleuchtung freigesetzt – dabei werden ggf. weitere DSA-Serien zur Kontrolle angefertigt (Abb. 5). Nach vollständigem Entfalten des Stents wird das Freisetzungssystem entfernt und wieder die Katheterschleuse wieder eingesetzt.

Platzierung des kontralateralen Prothesenteils

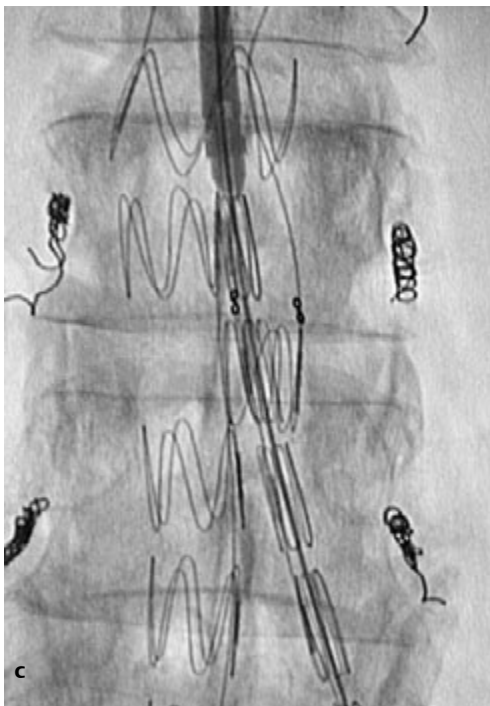
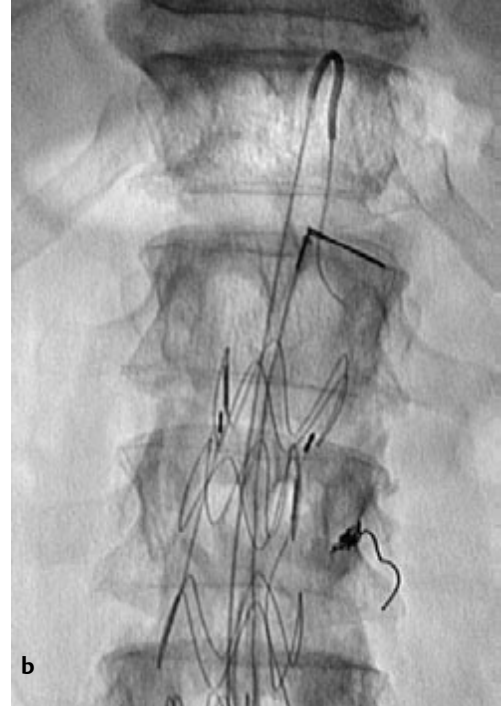
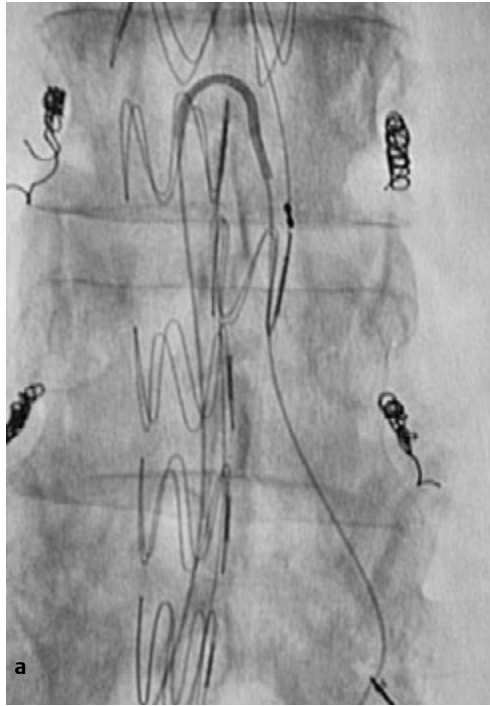
Nach Freisetzen des Bifurkationsteils muss nun der kontralaterale Prothesenteil im Hauptteil integriert werden. Hierzu muss sichergestellt werden, dass der steife Führungsdraht sicher innerhalb des Prothesenhauptteils liegt. Dazu hat sich die Sondierung mittels Cross-over-Technik bewährt. Als erstes wird über die bereits behandelte Seite ein Diagnostikkatheter mit einem weichen Führungsdraht eingeführt. Die Spitze des Katheters wird über die Prothesenbifurkation (cross-over) in den kontralateralen, kurzen Prothesenschenkel vorgebracht. Jetzt kann der Draht in das Aneurysma vorgeschoben werden.



Abb. 5 Beginnende Freisetzung des Stents knapp unterhalb der Nierenarterien (röntgendichte Marker). Kontrolle der Stentposition durch Kontrastmittelgabe über den linksseitig einliegenden Katheter.

Dieser Draht wird dann von unten mit einer Fangschlinge erfasst, die über die Gegenseite eingeführt wird. Nach gelungenem Fangmanöver kann schließlich ein steifer Führungsdraht sicher oberhalb des Prothesenteils platziert werden. Nun folgen die Arteriotomie der Gegenseite und das Einbringen des kontralateralen Prothesenschenkels.

Abb. 6 a–c Sondierung der Gegenseite von oben (cross-over) über das Hauptteil und anschließendes Fangmanöver. Einbringen des kontralateralen Beines über die sondierte (hier linke) Seite.



Anhand eines weiteren röntgendichten Markers wird dieser Teil des Implantats im Hauptteil ausgerichtet und anschließend freigesetzt (**Abb. 6**).

Anmodellierung der Verankerungsstellen und Abschlussangiografie

Nach vollständigem Freisetzen der Bifurkationsprothese werden bei Bedarf die proximale und die beiden distalen Verankerungsstellen, sowie die Konnektionsstelle der beiden Prothesenmodule

anmodelliert. Dies geschieht mithilfe eines speziellen großkalibrigen Ballonkatheters (**Abb. 7**). Abschließend wird das Behandlungsergebnis mit einer Übersichtsangiografie dokumentiert (**Abb. 8**). Nach Entfernen der Schleusen werden die Arteriotomien durch Gefäßnaht verschlossen.

Nachsorge des Patienten

Nach einem komplikationslosen Verlauf der Intervention wird der Patient für einige Stunden überwacht und dann auf eine Normalstation verlegt. Vor der Entlassung wird das Behandlungsergebnis durch ein kontrastmittelgestütztes CT (arterielle und venöse Phase), sowie durch konventionelle Röntgenaufnahmen der LWS in 2 Ebenen überprüft. Es folgen weitere Verlaufuntersuchungen nach 3, 6 und 12 Monaten, danach in jährlichen Abständen jeweils mittels Spiral-CT und Röntgen der LWS in 2 Ebenen. Die Radiographie dient der Beurteilung von Stauchungen, Knickbildungen oder Desintegrationen des Stentgerüsts und zur Positionbestimmung der Prothese in Relation zu den Wirbelkörpern. Die CT gibt Aufschluss über die Ausdehnung des Aneurysmasacks anhand der Bestimmung des maximalen Transversal-, Sagittal- und Längsdurchmessers. Durch die Kontrastmittelgabe lassen sich Endoleaks nachweisen oder ausschließen.

Die Therapie kann nur dann als erfolgreich bezeichnet werden, wenn es gelingt, das Aneurysma vollständig vom Blutstrom abzuschneiden. Im CT zeigt sich dann im Verlauf eine Schrumpfung des Aneurysmasacks.

Welche Komplikationen können nach einer endovaskulären Aneurysmatherapie auftreten?



Postinterventionelle Komplikationen

Trotz der, im Vergleich zur offenen chirurgischen Operation, geringeren Invasivität kann es auch bei der EVAR zu Komplikationen kommen.

Diese sind als Übersicht in **Tab. 2** aufgeführt.

Endoleaks

Im Gegensatz zur offenen Operation können bei der EVAR sog. Endoleaks („innere Leckage“) entstehen. Durch Endoleaks kommt der Aneurysmasack wieder unter systemischen Druck, so dass eine erneute Rupturgefahr besteht. **Tab. 3** zeigt die verschiedenen Endoleaktypen. Darüber hinaus teilt man die Endoleaks noch in primäre und sekundäre Endoleaks ein:

- ▶ **Primäre Endoleaks:** Leckagen, die periinterventionell bis zum 30. postoperativen Operationstag erstmals nachweisbar sind.
- ▶ **Sekundäre Endoleaks:** Leckagen, die zu einem späteren Zeitpunkt diagnostiziert werden.

Wie entstehen Endoleaks und was kann man dagegen tun?



Typ-I-Endoleak

Ein Typ-I-Endoleak wird durch eine undichte proximale oder distale Verankerungsstelle verursacht. Gründe dafür können Stentprothesen mit zu geringem Durchmesser oder eine Erweiterung des Aneurysmahalses bei fortschreitender Aneurysmaerkrankung sein.



Abb. 7 Anmodellieren der proximalen Verankerungsstelle mittels Ballonkatheter.

Vermeidung eines Typ-I-Endoleak:

- ▶ exakte präinterventionelle Vermessung des Aneurysmahalses,
- ▶ Ausschluss von Patienten mit ungünstigen anatomischen Voraussetzungen (zu kurzer Aneurysmahals, Mindestlänge: 15 mm),
- ▶ Ausschluss von Patienten mit starker Angulierung des Aneurysmahalses,
- ▶ Überdimensionierung der Stentprothesen um 15–25% gegenüber dem Gefäßdurchmesser, so dass diese durch die radialen Expansionskräfte an der Gefäßwand fixiert wird; gilt auch für die iliakalen Segmente,



Abb. 8 a, b Übersichtsangiografie vor eingesetzter Prothese und die Abschlussangiografie nach erfolgreicher Intervention.

- ▶ Weiterentwicklung der Verankerungsmöglichkeiten, z.B. durch Häkchen.

Therapie:

- ▶ Nachdilatation der proximalen Verankerungsstelle,
- ▶ Implantation eines proximalen oder distalen Verlängerungsstückes für die Stentprothese,
- ▶ bei Endoleaks, die durch eine sekundäre Dilatation des Aneurysmahalses verursacht werden, ist eine Explantation der Prothese in einer Operation erwägen und eine konventionelle Therapie anzuschließen (Konversions-Op)

Tab. 2 Postinterventionelle Komplikationen.

Ort	Postinterventionelle Komplikationen
Systemisch	
	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Postimplantationssyndrom ▶ Stent-Graft-Thrombose ▶ Stent-Graft-Infektion ▶ Cholesterolembolisation ▶ Kontrastmittelreaktionen ▶ kardiopulmonale Komplikationen
Lokal	
lokal Arteriotomie	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Gefäßdissektion ▶ Gefäßthrombose ▶ Nervenläsion (Hautast des N. A. femoralis) ▶ Wundinfekt ▶ Serom, Hämatom, Lymphfistel
lokal Zugangsweg	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Dissektion ▶ Thrombose ▶ Ruptur ▶ Thrombusdislokation
lokal Aneurysmaregion	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Überdeckung benachbarter Gefäße: <ul style="list-style-type: none"> - A. renalis - A. iliaca interna ▶ Embolie (Thrombus, Luft, Cholesterin) ▶ Ruptur ▶ Dissektion ▶ Typ-I-Endoleak: <ul style="list-style-type: none"> - Fehlplatzierung (zu tief) - Fehlplanung („miss-match“) ▶ Typ-II-Endoleak: <ul style="list-style-type: none"> - Lumbalgefäße - A. sacralis mediana - A. mesenterica inferior - A. iliaca interna

Typ-II-Endoleak

Ein Typ-II-Endoleak entsteht durch eine retrograde Durchblutung von Seitenästen des Aneurysmas. Entscheidend ist die Anzahl der offenen Seitenäste zum Zeitpunkt des Eingriffes. Nach Freisetzen der Stentprothese wird der antegrade Blutstrom in die noch offenen Seitenäste unterbrochen. Durch die Umkehr des Druckgefälles kann in diesen Gefäßen eine Flussumkehr stattfinden. Je nach Anzahl der offenen Seitenäste und den Druckverhältnissen fungieren einige als Einstrom-, andere als Ausstromgefäße und können dadurch eine Kollateralkirkulation innerhalb des Aneurysmasacks unterhalten. Sie können dann nachgewiesen werden, wenn ein gerichteter Blutfluss innerhalb des Endoleaks etabliert ist, um eine Kontrastmittelaufnahme zu ermöglichen.

Manchmal sind vorhandene Endoleaks wegen eines Druckausgleichs nicht sicher nachweisbar, lassen sich aber unter Umständen durch eine selektive Angiografie nachweisen.

Risikofaktoren für Typ-II-Endoleaks sind offene Lumbalarterien und die A. mesenterica inferior.

Manchmal können sich Endoleaks spontan wieder verschließen. Nimmt der Durchmesser des Aneurysmasacks wegen des Endoleaks zu, besteht eine Behandlungsindikation.

Therapie:

- ▶ Beobachtung/Verlaufskontrolle,
- ▶ Ligatur in einer chirurgischen Operation,
- ▶ Embolisation mit Coils oder Flüssigkeiten (◉ Abb. 9).

Typ-III-Endoleak

Ein Typ-III-Endoleak entsteht durch Diskonnektionen und Materialdefekte im Bereich der Prothesenschenkel. Hier besteht immer eine Behandlungsindikation.

Therapie:

- ▶ Implantation einer weiteren Stentprothese in die bereits vorhandene möglich,
- ▶ Explantation und Operation.

Typ-IV-Endoleak

Die Ursache für ein Typ-IV-Endoleak ist die Porosität des Graftmaterials. Das Auftreten ist abhängig vom verwendeten Prothesenmaterial und kommt bei verschiedenen Stenttypen unterschiedlich häufig vor.

Therapie:

- ▶ Eine Behandlung ist meistens nicht notwendig, da durch Fibrinablagerungen die Mikroporen verschlossen werden

Typ-V-Endoleak (Endotension)

Das Typ-V-Endoleak beschreibt die Durchmesserzunahme des Aneurysmasacks um mehr als 0,5 cm infolge erhöhter Druckbelastung bei jedoch fehlendem Endoleaknachweis.

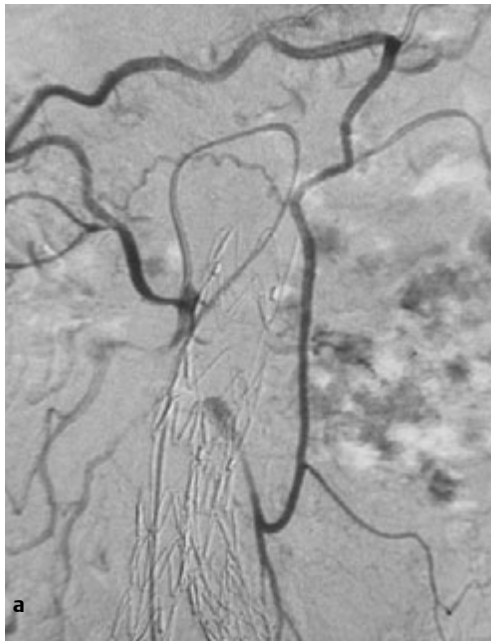
Therapie:

- ▶ Explantation und Operation.

Unzureichende Prothesenverankerung



Ein Nachteil der EVAR gegenüber der offenen chirurgischen Operation OP ist die Verankerung der Prothesen in der Gefäßwand durch Reibungskräfte oder eine Fixierung durch Häkchen. Dies kann für Patienten, bei denen es im



Endoleaktyp	Beschreibung/Häufigkeit
Typ I	▶ undichte proximale oder distale Verankerungsstelle
Typ II	▶ retrograde Durchblutung über Seitenäste des Aneurysmas
Typ III	▶ Diskonnektionen und Materialdefekte der Prothese
Typ IV	▶ Porosität des Graftmaterials
Typ V	▶ Durchmesserzunahme des Aneurysmasacks > 0,5 cm trotz fehlendem Endoleaknachweis

Laufe der Zeit zu einer Erweiterung des Aneurysmahalses kommt, ein Problem darstellen. Diese Erweiterung des Aneurysmahalses führt nicht nur zu sekundären Typ-I-Endo-leaks, sondern auch zu Prothesenmigrationen (▶ Abb. 10), Knickbildungen, Schenkelstenosen und Thrombosen sowie zu Diskonnektionen von Prothesenmodulen. Derartige Komplikationen machen meistens eine Revisionsoperation notwendig.

Tab. 3 Verschiedene Endoleaktypen.

Endovaskuläre Stentimplantation – eine Alternative zum chirurgischen Aortenersatz?

Da die EVAR im Vergleich zur gefäßchirurgischen Operation ein noch relativ neues Verfahren ist, fehlen hier noch immer echte Langzeitergebnisse. Eine aktuelle retrospektive Studie aus Amerika (Schermerhorn et al. N Engl J Med 2008) vergleicht die offene chirurgische Aneurysmaoperation mit der EVAR hinsichtlich perioper-

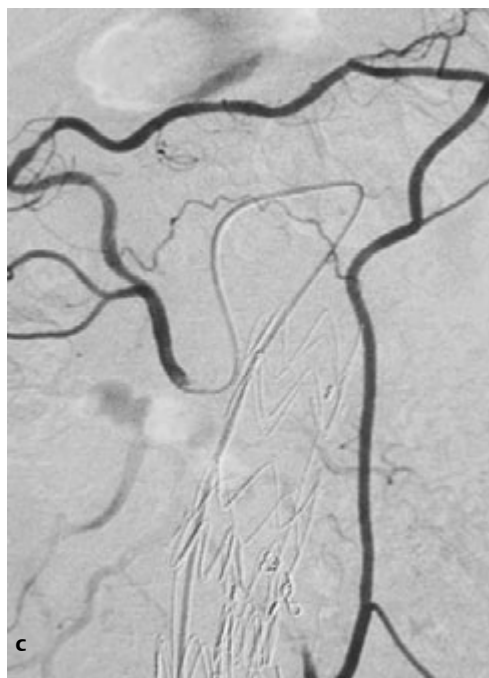


Abb. 9 a–c Erfolgreiche Therapie eines Typ-II-Endoleaks durch Coilembolisation.

Abb. 10 a, b Konventionelle Röntgenaufnahme der LWS: Abrutschen der Stentprothese bei einem Patienten im Verlauf von 5 Jahren.



ativer Sterberate (Sterblichkeit innerhalb von 30 Tagen nach Intervention), Langzeitüberlebensrate, Ruptur und Reinterventionen.

Verglichen wurden insgesamt 45 660 Patienten, die in einem Zeitraum von 2001–2004 in amerikanischen Krankenhäusern an einem Aneurysma behandelt wurden. Die eine Hälfte der Patienten wurde mittels offener Operation, die andere durch eine EVAR behandelt. Dabei zeigte sich, dass die perioperative Mortalität nach einer EVAR deutlich geringer war als nach einer offenen Operation (1,2 vs. 4,8%). Die Sterblichkeitsrate nahm mit zunehmendem Alter der Patienten zu. Die Langzeitüberlebensrate innerhalb der ersten 3 Jahre nach Intervention war bei beiden Gruppen gleich, wobei die Wahrscheinlichkeit einer Ruptur des Aneurysmas nach 4 Jahren bei den mit EVAR behandelten Patienten höher war als bei den operierten (1,8 vs. 0,5%). Auch zeigte sich nach 4 Jahren ein Anstieg der notwendigen Reinterventionen nach EVAR im Vergleich zu denen nach Operation (9,0 vs. 1,7%). Andererseits kam es durch den bei der offenen Operation notwendigen Bauchschnitt im Vergleich zur EVAR häufiger zu entsprechenden Komplikationen wie beispielsweise Darmverschluss oder Narbenhernien, die entsprechend behandelt werden mussten (9,7 vs. 4,1%). Die Studie zeigt, dass beide Behandlungsmethoden Vor- und Nachteile haben, die gegeneinander abgewogen werden müssen, um für den Patienten das optimale Behandlungsergebnis zu erzielen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der große Vorteil der endovaskulären Therapie das minimalinvasive Vorgehen ist, was insbesondere für Risikopatienten mit einer geringeren Mortalität verbunden ist. Nachteil der Stentbehandlung ist die höhere Rate an Komplikationen und die dadurch bedingten Reinterventionen und Folgeeingriffe. Auch wenn sich die EVAR nicht zur Therapie aller Aneurysmaarten eignet, so ist sie bei gegebenen anatomischen Voraussetzungen und sorgfältiger Patientenauswahl eine sehr gute Alternative zur gefäßchirurgischen Operation.

Literatur

1. www.wikipedia.org/wiki/Aneurysma; (Letzter Zugriff: März 2007)
2. Espinola-Klein C, Neufang A, Düber C. Infrarenales Aortenaneurysma. Internist 2008; 49: 955-966
3. Pitton MB, Schweitzer H, Herber S et al. Endovaskuläre Therapie von abdominalen Aortenaneurysmen: Klinisch-radiologische Ergebnisse im mittelfristigen Verlauf. Fortschr. Röntgenstr. 2003; 175: 1392-1402
4. Pitton MB, Schmied W, Neufang A et al. Klassifikation und Therapie von Endoleaks nach endovaskulärer Behandlung von abdominalen Aortenaneurysmen. Fortschr. Röntgenstr. 2005; 177: 24-34
5. Schermerhorn ML, O'Malley AJ, Jhaveri A, et al. Endovascular vs. Open Repair of Abdominal Aortic Aneurysms in the Medicare Population. N Engl J Med 2008; 358: 464-474

Kernaussagen

- ▶ Das AAA ist eine häufige Erkrankung der älteren Bevölkerung, Männer sind deutlich häufiger betroffen als Frauen.
- ▶ Die Sonografie eignet sich gut als Diagnostik- und Screeningmethode – zur prä- und postinterventionellen Diagnostik sind CT oder MRT Methoden der Wahl.
- ▶ Eine Therapieindikation besteht bei AAA > 5 cm wegen steigender Rupturgefahr. Seit 1990 ist die EVAR als Alternativtherapie zur gefäßchirurgischen Operation verfügbar.
- ▶ Vorteile:
 - ▶ geringe Invasivität
 - ▶ in Lokalanästhesie durchführbar
 - ▶ bei optimaler Vorbereitung und Planung Therapiemöglichkeit auch für Risikopatienten
- ▶ Nachteile:
 - ▶ (noch) geringere Stabilität und Haltbarkeit mit der Notwendigkeit von Folgeeingriffen

Über die Autoren



Ariane Paulick

Jahrgang 1980. 1999–2002 Ausbildung zur medizinisch-technischen Radiologieassistentin am Universitätsklinikum Mainz. Seit 2002 Tätigkeit als MTRA in der Klinik und Poliklinik für Diagnostische und Interventionelle Radiologie

an der Universitätsklinik Mainz.



Christoph Düber

Prof. Dr. Christoph Düber, geb. 1957, Studium der Humanmedizin von 1976–1982 an der Johannes Gutenberg-Universität Mainz. 1984 Promotion an der Johannes Gutenberg-Universität (summa cum laude). 1982–1984

als wissenschaftlicher Assistent im Institut für Pathologie der Johannes-Gutenberg-Universität tätig. 1984–1989 wissenschaftlicher Assistent in der Klinik und Poliklinik für Radiologie der Johannes-Gutenberg-Universität. Im März 1989 Anerkennung als Arzt für Radiologie, 1991–2000 Oberarzt an der Klinik und Poliklinik für Radiologie der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz. 1993 Habilitation für das Fach Radiologie. 2000–2005 C4 Professur für Klinische Radiologie an der Fakultät für Klinische Medizin der Universität Heidelberg und Direktor des Institutes für Klinische Radiologie am Universitätsklinikum Mannheim. Seit Mai 2005 W3 Professur für Diagnostische und Interventionelle Radiologie

an der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz und Direktor der Klinik und Poliklinik für Diagnostische und Interventionelle Radiologie am Universitätsklinikum Mainz.

Korrespondenzadresse

Ariane Paulick
Klinikum der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz
Langenbeckstraße 1
55131 Mainz
Tel.: 06131/17-2016
E-Mail: paulick@radiologie.klinik.uni-mainz.de

Prof. Dr. Christoph Düber
Direktor der Klinik und Poliklinik für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Klinikum der Johannes-Gutenberg-Universität
Langenbeckstraße 1
55131 Mainz
Tel.: 06131/17-7371
Fax: 06131/17-7371
E-Mail: dueber@radiologie.klinik.uni-mainz.de



Radiobonus

Unter den Lesern, die bis zum 31. Dezember an der CRTE-Fortbildung dieses Beitrages teilnehmen, verlosen wir 3 Exemplare des druckfrischen Buches „Gefäße“ von Karl-Jürgen Wolf. Es ist erst vor wenigen Tagen erschienen und gibt in bewährter Pareto-Tradition schnelle Hilfe bei der täglichen Befundungsroutine.



CRTE-Fragen

Endovaskuläre Therapie des abdominalen Aortenaneurysmas

1 Welche Aussage ist falsch? Ursachen des AAA können sein:

- A. Gefäßtrauma
- B. Arteriosklerose
- C. arterielle Hypotonie
- D. Marfan-Syndrom
- E. arterielle Hypertonie

2 Welche Aussage ist richtig?

- A. zum Screening des AAA ist die CT die Methode der Wahl
- B. ein AAA ist immer als pulsierender Tumor tastbar
- C. Präinterventionelle Messaufnahmen müssen immer mittels Angiografie durchgeführt werden
- D. MRT und CT liefern präzise Informationen bezüglich der vom Aneurysma abgehenden Gefäße und eignen sich daher gut für die prä- und postinterventionelle Diagnostik
- E. die Größe eines AAA lässt sich in der Sonografie nicht beurteilen

3 Wann besteht für abdominale Aortenaneurysmen eine Therapieindikation?

- A. ein Aortenaneurysma muss immer behandelt werden
- B. bei Aneurysmen > 5 cm Durchmesser oder symptomatischen AAA
- C. bei rascher Expansion > 1 cm/Jahr oder Asymmetrie des Aneurysmas
- D. Aussagen A und C sind richtig
- E. Aussagen B und C sind richtig

4 Welche Aussage zur gefäßchirurgischen Operation des AAA ist falsch?

- A. sie eignet sich für alle Aneurysmaformen
- B. die postoperative Erholungsphase ist länger als bei der EVAR
- C. gefäßchirurgische Prothesen sind sehr haltbar und stabil
- D. da kaum Spätkomplikationen zu erwarten sind benötigt man seltener Nachkontrollen
- E. die Operation stellt ein geringes Risiko für Patienten mit kardialen und renalen Funktionseinschränkungen dar

5 Eine Voraussetzung für eine sichere Verankerung des endovaskulären Stentgrafts ist:

- A. die Standardgröße für die Stentprothese passt für jeden Patienten
- B. ein proximaler Aneurysmahals von mind. 15 mm Länge und eine distale Verankerungsstelle von mind. 10 mm Länge in der A. iliaca communis
- C. der Stent muss kleiner als der Gefäßdurchmesser sein
- D. eine starke Angulierung des Aneurysmahalses
- E. exakte Messaufnahmen der Gefäße sind nur in Ausnahmefällen nötig

► Den CRTE-Antwortbogen finden Sie auf S. 149–150

► Teilnahme auch online möglich unter <http://crte.thieme.de>

6 Welche Aussage zur Lumbalarterienembolisation ist falsch?

- A. sie kann vor einer elektiven EVAR als vorbereitender Eingriff durchgeführt werden
- B. sie soll das Auftreten von Typ-II-Endoleaks verhindern
- C. manchmal erfolgt auch eine Embolisation der A. mesenterica inferior, sofern keine Abgangsstenose der A. mesenterica superior vorliegt
- D. sie wird in jedem Fall auch vor einer Notfall-EVAR vorgenommen
- E. der Verschluss mittels Coils sollte möglichst ostiumnah erfolgen, damit eine Kollateralzirkulation gewährleistet bleibt

7 Welche Aussage zur EVAR trifft zu?

- A. der Prothesenhauptteil wird immer über die A. femoralis communis der rechten Seite eingeführt
- B. die Freisetzung der Prothese erfolgt vorsichtig unter Durchleuchtungskontrolle und durch Zuhilfenahme von kontrastmittelgestützten DSA-Serien
- C. der gecoverte Anteil der Stentprothese darf eine Nierenarterie überdecken
- D. das Einführbesteck des Stents kann ohne Führungsdraht vorgeschoben werden
- E. die Integration des kontralateralen Teils im Hauptteil kann quasi blind erfolgen

8 Welche Aussage zu Endoleaks ist falsch?

- A. exakte Messaufnahmen und sorgfältige Patientenselektion helfen, Typ-I-Endoleaks vorzubeugen
- B. manche Endoleaks können sich spontan wieder verschließen
- C. ein vorhandenes Endoleak lässt sich immer mittels CT nachweisen
- D. regelmäßige postinterventionelle Kontrollen dienen der Überprüfung des Therapieerfolgs und dem rechtzeitigen Aufspüren von Endoleaks
- E. Typ-I-Endoleaks können durch Implantation eines proximalen oder distalen Prothesenverlängerungsstücks therapiert werden

9 Was zählt nicht zu den Folgen einer Prothesenmigration?

- A. Typ-II-Endoleak
- B. Knickbildungen der Prothese
- C. Typ-I-Endoleak
- D. Stenosen und Thrombosen der Prothesenschenkel
- E. Diskonnektion von Prothesenmodulen

10 Welche Aussage ist falsch? Vorteile der EVAR sind:

- A. geringe Invasivität
- B. Durchführung in Lokalanästhesie
- C. geringes Patientenrisiko
- D. keine exakte präinterventionelle Ausmessung der Gefäßdurchmesser nötig
- E. kurze Erholungsphase