

H. Schumacher¹ · D. Böckler¹ · R. Seelos¹ · H. Rotert² · S. Lamm³ · H. J. Bardenheuer⁴
J.-R. Allenberg¹¹ Chirurgische Klinik, Abteilung Gefäßchirurgie, Heidelberg² Radiologische Klinik, Abteilung Radiodiagnostik, Heidelberg³ Klinik für Anästhesiologie, Heidelberg⁴ Klinik für Anästhesiologie, Heidelberg

Endovaskuläre und kombiniert offen-chirurgische Rekonstruktion der thorakoabdominellen Aorta

Spezielle Indikationen, Implantationstechnik und erste Ergebnisse bei 19 Risikopatienten

Owohl gegenwärtig endovaskuläre Techniken in zunehmendem Maße für unterschiedliche Pathologien der thorakalen Aorta eingesetzt werden, bleibt der offen-chirurgische transthorakale Prothesenersatz das Verfahren der ersten Wahl für rekonstruktive Eingriffe im Bereich der thorakalen und thorakoabdominellen Aorta seit der Erstpublikation von Michael DeBakey und Denton Cooley vor 50 Jahren [8]. Offen-chirurgische Eingriffe im Bereich der thorakoabdominellen Aorta gehören zu den physiologisch belastendsten Operationen, die am Menschen überhaupt durchgeführt werden und haben ein relevantes perioperatives Mortalitäts- und Morbiditätsrisiko (MM-Rate). Insbesondere das Zugangstrauma eines Zweihöhleneingriffes (Thorax/Abdomen), die hohe Aortenabklemmung und die viszerospinale temporäre Ischämiezeit sind eine große Belastung für die oft alten und vorbelasteten Patienten. Die publizierten Patientenserien sind jedoch äußerst heterogen und häufig nicht adäquat differenziert.

Viele Variablen – präoperativ (Risiko-profil des Patienten, Art der Erkrankung,

u. a. Aneurysma vs. Dissektion), intraoperativ (anatomische Ausdehnung der Rekonstruktion, Blutverlust mit hypotensiven Phasen, Erfahrung des Teams) und postoperativ (Intensivtherapie) – haben erheblichen Einfluss auf das Ergebnis. Trotz deutlicher Fortschritte der letzten Jahre im chirurgisch-technischen, anästhesiologischen und intensivmedizinischen Management, u. a. Linksherzbypass (passiv und aktiv) zur Kardioprotektion und distalen viszeralen Perfusion und die Maßnahmen zur Protektion der gefährdeten Rückenmarkischämie (spinales Neuromonitoring mit selektiver Reinsertion von relevanten Interkostalarterien, kontinuierliche spinale Liquordrainage, regionale epidurale Kühlung), bleibt die bedeutendste MM-Ursache das Ischämie-Reperfusionssyndrom und die Low-flow-Perfusion viszerospinal während der Aortenabklemmung.

Die publizierten Mortalitätsraten in den besten Serien von hochspezialisierten Zentren weltweit variieren zwischen 3% und 20% für elektive Eingriffe und bis zu 60% für Notfalleingriffe [1, 6, 10, 20, 25]. Die Morbiditätsraten liegen bei 50%

für renale, intestinale und spinale Ischämien [18].

Seit 10 Jahren werden vermehrt Anstrengungen unternommen, die Aorta descendens bei thorakalen Aneurysmen und Dissektionen mit viel versprechenden Frühergebnissen endovaskulär zu versorgen [7]. Die potenziellen Vorteile einer endovaskulären Ausschaltung liegen in einer kürzeren Operationszeit und „leichterer Narkose“, den Verzicht auf die Aortenabklemmung, einem reduzierten Blutverlust und Blutumsatz und der Vermeidung der Thorakotomie oder dem Crawford-Zugang.

Für Hochrisikopatienten mit Bogenaneurysmen konnte durch totale oder partielle endovaskuläre Bogenrekonstruktionen mit kombinierter supraaortischer konventioneller Gefäßtransposition der Einsatz der extrakorporalen Zirkulation vermieden werden [24].

Ziel dieser Arbeit ist die klinische Evaluation einer Kombination endovaskulärer Verfahren mit konventioneller Aorten-chirurgie zur Minimierung der perioperativen Belastung von 19 Risikopatienten innerhalb eines Zeitraums von 3 1/2 Jahren.

Tabelle 1

Patientendaten									
Nr.	Patient	Geschlecht	Alter	Diagnose	Typ	Endograft (EG)	EG (n)	Indikation	Mortalität
1	H.T.	m.	79	Sanduhr TAAA	TAA III B/AAA II B	Talent Tube/Talent BIF mit iliac. Ext.	2	Notfall	
2	K.H.	m.	60	Rupturierte A-Dissektion/TLC	TAA II A	Excluder	1	Notfall	Sekundäre Ruptur
3	H.P.G.	m.	61	B-Dissektion/TAAA	TAA III A	Excluder	1	Elektiv	
4	R.J.	m.	76	TAAA	Crawford IV	Excluder/Trombone	2	Elektiv	Myokardinfarkt
5	R.R.	m.	67	PAA nach Tube/TAAA IV	Crawford IV	Talent BIF	1	Elektiv	
6	A.S.	w.	61	Symptomatisches TAAA	Crawford I	Excluder/rev.trombone	2	Dringlich	
7	L.V.	m.	68	Symptomatisches TAAA	Crawford II	Excluder/Talent	2	Notfall	Multiorganversagen, Darmischämie
8	K.S.	m.	68	Symptomatisches TAAA	TAA III A	Excluder	1	Dringlich	
9	F.E.	m.	78	Symptomatisches TAAA	Crawford I	Excluder/rev.Trombone	2	Notfall	
10	E.N.	w.	78	TAAA	Crawford I	Excluder	3	Elektiv	
11	N.K.	m.	41	Bindegewebserkrankung	TAA III A	Excluder	1	Dringlich	
12	K.G.	m.	62	B-Dissektion	TAA III A	Excluder	1	Elektiv	
13	W.G.	m.	65	PAA nach BIF	Crawford IV	Excluder	1	Elektiv	
14	J.D.	m.	70	TAAA	Crawford I	2-mal Excluder, Talent	3	Elektiv	
15	H.T.	m.	77	TAAA	Crawford III	Talent	1	Elektiv	
16	H.W.	m.	74	Myk. Plaqueruptur TAAA	Crawford IV	Talent	1	Dringlich	
17	F.	m.	78	Rupturiertes TAAA	Crawford I	Talent	4	Notfall	
18	E.E.	w.	67	Plaqueruptur perirenal	Perirenal	LifePath tube	2	Dringlich	
19	W.S.	m.	64	TAAA	Crawford IV	Talent	4	Elektiv	

Tabelle 2

Indikationsspektrum und die jeweilige Therapiekombination	(n)
• Juxtarenale und proximale paraanastomose Aneurysmen	3
– Endobifurkation und Mesenterica-superior-Bypass	1
– Endobifurkation und zweizeitige konventionelle Crawford-Operation (teflonarmierte Anastomose, Endograft, konventionelle Prothese)	1
– EndoTube (Trombone) und iliakorenal Bypass	1
• TAAA Crawford Typ I	6
Überlappung von 2–4 Endografts („trombone und reversed trombone“):	
– mit Truncusokklusion	3
– ohne Truncusokklusion	3
• TAAA Crawford Typ IV	3
– Viszerale Octopuss-Bypässe und EndoTube-Segment IV	3
• Thorakoabdominelle Sanduhrkonfiguration (Ausparung Viszeralsegment)	5
– Konventioneller Tube/Conduit mit thorakalem Endograft	1
– Konventionelle BIF mit thorakalem Endograft	1
– Endograft infrarenal und thorakal	3
• Offener Bogenersatz mit Descendens-Endograft	2
– Descendens-Endograft mit zweizeitigem offenem Bogenersatz	1
– Descendens-Endograft mit simultanem Bogenersatz	1

Methoden und Ergebnisse

In einem Zeitraum von 3 1/2 Jahren (Oktober 1999 bis Mai 2003) wurden 19 Patienten (■ Tabelle 1) durch ein sog. endovaskuläres Hybridverfahren wegen komplexer thorakoabdomineller Aortenpathologie und permissivem Risiko für einen offenen Gefäßersatz versorgt. Dabei wurden 16 Männer und 3 Frauen mit einem Durchschnittsalter von 68 Jahren (40 Jahre bis 79 Jahre) operiert. Die Rekonstruktionen erfolgten bei 6 Patienten durch einen alleinigen kompletten endovaskulären Ersatz der Aorta descendens von der linken A. subclavia bis zum Truncus coeliacus.

Aufgrund der Gesamtlänge der zu versorgenden Aorta (ausgeprägtes Kinking, insbesondere am thorakoabdominellen Übergang) kamen mehrere Endoprothesensysteme simultan zum Einsatz: die endoluminal überdeckte Strecke betrug im Mittel über 30 cm (30–45 cm), es wurden 2–4 Systeme pro Patient implantiert. Zur Schaffung einer distalen Verankerungszone wurde intentional der Truncus coeliacus bei 3 Patienten ostial verschlos-

Hier steht eine Anzeige
This is an advertisement



Springer

(175 x 240 mm)

Gefäßchirurgie 2003 · 8:181–191
DOI 10.1007/s00772-003-0282-7
© Springer-Verlag 2003

H. Schumacher · D. Böckler · R. Seelos · H. Rotert · S. Lamm · H. J. Bardenheuer · J.-R. Allenberg

Endovaskuläre und kombiniert offen-chirurgische Rekonstruktion der thorakoabdominellen Aorta. Spezielle Indikationen, Implantationstechnik und erste Ergebnisse bei 19 Risikopatienten

Zusammenfassung

Fragestellung. Der offen-chirurgische Prothesenersatz der thorakoabdominellen Aorta ist als Verfahren der ersten Wahl mit einer relevanten perioperativen Komplikationsrate (Paraplegie, Nierenversagen) und Mortalitätsrate verbunden. Profitieren insbesondere kardiopulmonale Risikopatienten mit komplexer Aortenpathologie durch Kombination endovaskulärer und konventioneller Rekonstruktionsverfahren von den Vorteilen der minimal-invasiven endovaskulären Ausschaltung als simultanes oder sequentielles Hybridverfahren? Wir berichten über Indikationsstellung, Konzept und erste klinische Ergebnisse dieser Kombination

endovaskulärer Verfahren mit konventioneller Aortenchirurgie zur Minimierung der perioperativen Belastung.

Methode und Ergebnisse. In einem Zeitraum von 3 1/2 Jahren (Oktober 1999 bis Mai 2003) wurden 19 Patienten mit komplexer thorakoabdomineller Aortenpathologie (16 Männer, 3 Frauen, Durchschnittsalter 68 Jahre) durch sehr lange (>30 cm) Aortenendoprothesen (2–4 Endoprothesen) mit Truncus-coeliacus-Okklusion ($n=6$) oder kombiniert mit offen-chirurgischer Revaskularisation von Viszeral- und/oder Nierenarterien versorgt ($n=11$). Das Indikationsspektrum umfasst

te 5 Patienten mit thorakoabdominellem Aneurysma (TAAA) Typ Crawford I und 1 Patient mit chronisch-expandierender B-Dissektion, 3 symptomatische Plaquerupturen bei TAAA Typ Crawford IV, 5 kombinierte thorakale Descendens-Aneurysmen und infrarenale Aortenaneurysmen mit sanduhrförmiger Aussparung des Viszeralsegments, 3 juxtarenale bzw. para-anastomosale Aneurysmen und 2 Patienten simultan mit offenem Aortenbogenerersatz und Rendezvous-Manöver einer thorakalen Endoprothese mit Direktnaht an den Bogenerersatz. **Schlussfolgerungen.** Bei niedriger Morbiditäts- und Mortalitätsrate dieses Hochrisikopatientenkollektivs stellen Kombinationsneingriffe an der thorakoabdominellen Aorta für kardiopulmonale Risikopatienten eine viel versprechendes alternatives Behandlungskonzept dar.

Schlüsselwörter

Thorakoabdominelle Aorta · Crawford-Klassifikation · Thorakale Endoprothese · Hybridverfahren · Octopus-Bypass

Endovascular and combined open surgical reconstruction of the thoracoabdominal aorta. Special indications, implantation techniques, and preliminary results of 19 risk patients

Abstract

Purpose. Open surgical grafting of the thoracoabdominal aorta is the method of first choice in this field. However, it is linked to a significant perioperative complication rate (paraplegia, renal failure) and mortality rate. Do risk patients with cardiopulmonary disease and complex aortic pathology particularly benefit from the advantages of minimally invasive exclusion as simultaneous or sequential hybrid procedures by combining endovascular and conventional vascular reconstruction? We report on indication, concept, and preliminary results of combining endovascular therapy with conventional aortic surgery in order to minimize the perioperative stress.

Methods and results. Over a period of 3.5 years (October 1999 to May 2003) 19 patients with complex thoracoabdominal aortic pathology (16 men, 3 women, median age: 68 years) were provided with very long (>30 cm) aortic endografts (2–4 endografts) and an occlusion of the celiac trunk ($n=6$) or a combination of open surgical revascularization of the visceral arteries and/or the renal arteries ($n=11$). The indication range covered five patients with Crawford type I thoracoabdominal aneurysms (TAAA) and one patient with chronic expanding type B dissection, three symptomatic plaque ruptures in Craw-

ford type IV TAAA, five combined thoracic aneurysms of the descending aorta and infrarenal aortic aneurysms with an hourglass-shaped exclusion of the visceral segment, three juxtarenal or para-anastomotic aneurysms, and two patients with a simultaneous open aortic arch replacement and rendezvous maneuver of a thoracic endograft with direct suture to the aortic arch replacement. Three different endograft systems were applied (Talent 6, Excluder TAG 12, Lifepath 1). Nine patients underwent elective surgery, five were hemodynamically unstable emergency cases, and five were rated urgent (contained ruptures). In five cases implantation was carried out transperitoneally via a retroperitoneal iliac Dacron conduit. Precise endograft positioning was performed during a temporary drug-induced cardiac arrest in 11 patients. Postoperative follow-ups (median follow-up: 21 months) included clinical examinations, laboratory findings, conventional X-rays (stent integrity), and CT scans or MR angiographies optimized by contrast-enhancing agents (aortic morphology). The technical success rate of all combined interventions amounts to 100%. Complications presented as two retroperitoneal hemorrhages which required revision surgery (anastomosis of the

conduit) and one long-term ventilation for a period of 5 days in a patient with preexisting subglottic tracheal stenosis. One patient developed a proximal type I endoleak after chronic expanding type B dissection and thus faces conversion despite endorepair. The 30-day mortality rate of all patients (elective and emergency cases) totals 17%: one patient with an acute type A dissection died as a result of multiple organ failure 3 weeks postoperatively (initial prolonged intestinal ischemia), another one who had presented with a ruptured type A dissection died 3 weeks postoperatively due to a secondary rupture of the conventional aortic arch anastomosis (primarily chronic infection), and one patient who had undergone elective surgery died postoperatively due to a myocardial infarction. We did not observe any perioperative paraplegia or acute renal failure. After a median of 20 months the survival rate amounts to 83%.

Conclusions. Regarding the low morbidity and mortality rates in this high-risk patient population, combined intervention in the thoracoabdominal aorta can be considered a highly promising alternative therapy concept for cardiopulmonary risk patients.

Keywords

Thoracoabdominal aorta · Crawford classification · Thoracic endografts · Hybrid procedure · Octopus grafting

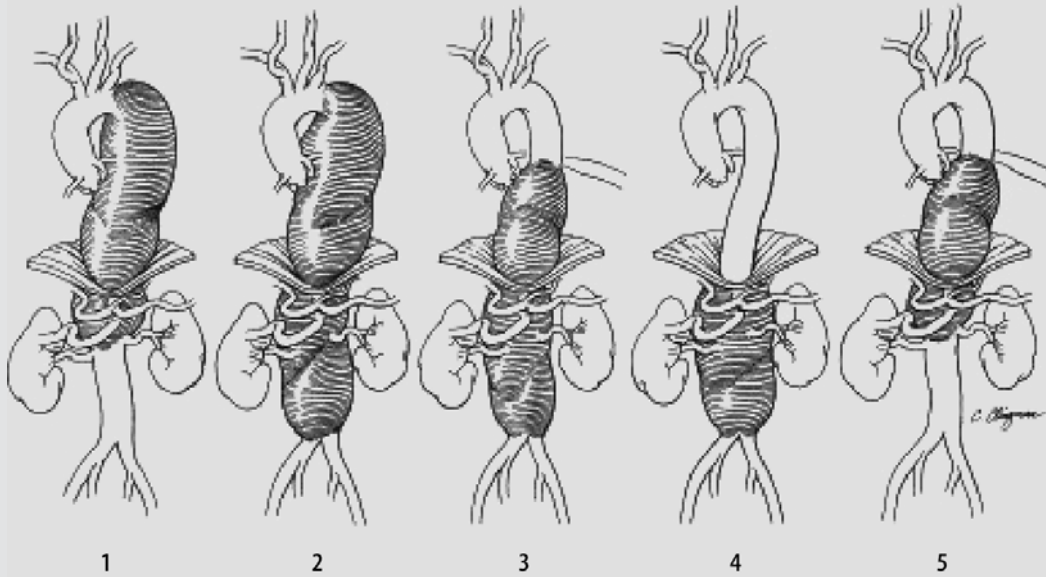


Abb. 1 ◀ **Klassifikation der thorakoabdominellen Aortenaneurysmen nach Hazim Safi, Texas Heart, Houston, USA: Typ I:** distal der linken Subklavia bis Höhe der Nierenarterien; **Typ II:** distal der linken Subklavia bis unterhalb der linken Nierenarterie; **Typ III:** 6. ICR bis unterhalb der linken Nierenarterie; **Typ IV:** 12. ICR bis zur Aortenbifurkation (gesamte abdominale Aorta); **Typ V:** 6. ICR bis oberhalb der Nierenarterien



Abb. 2 ▲ **Modifizierte Crawford-Lagerung zum thorako-abdominellen endovaskulären Hybridverfahren: Rückenlagerung, linke Schulter 35 Grad angehoben, beide Arme angelagert, mobiles digitales C-Arm-Bildverstärkersystem in Schräglage zur Parallaxenkorrektur**

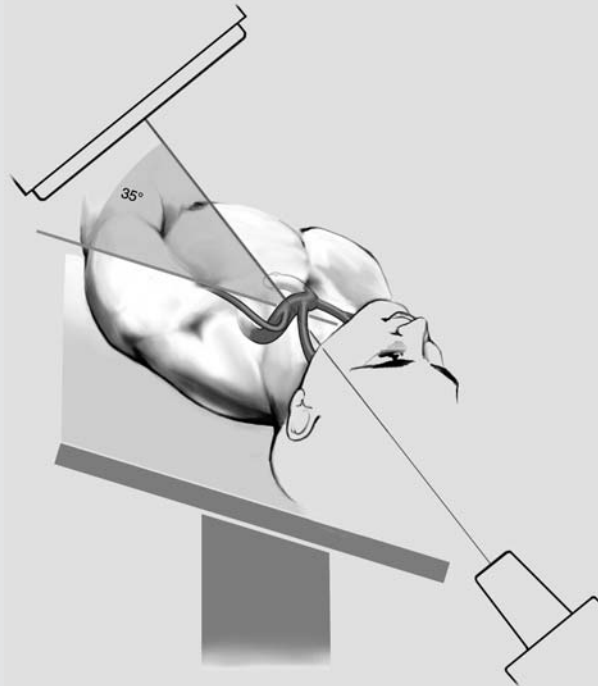


Abb. 3 ◀ **Aufredung des Aortenbogens zum Parallaxenausgleich**

sen, bei 3 Patienten mit freien Stentreihen überstentet.

Bei 11 Patienten erfolgte die offen-chirurgische trans- oder retroperitoneale Revascularisation von Viszeral- (Truncus und Mesenterica superior) und/oder Nierenarterien, gefolgt von der endovaskulären Ausschaltung.

Das Indikationsspektrum umfasste 5 Patienten mit thorakoabdominellm Aneurysma (TAAA) Typ Crawford I, 1 Patient mit chronisch-expandierender B-Dissektion, 3 Patienten mit symptomatischen

Plaquerupturen bei TAAA Typ Crawford IV, 5 kombinierte thorakale Descendensaneurysmen und infrarenale Aortenaneurysmen mit sanduhrförmiger Ausparung des Viszeralsegments, 3 juxtarenale bzw. paraanastomosale Aneurysmen und 2 Patienten mit akuter A-Dissektion, die simultan mit offenem Aortenbogensersatz (extrakorporale Zirkulation) und Rendezvous-Manöver einer thorakalen Endoprothese mit Direktnaht operiert wurden.

Die Klassifikation der TAAA erfolgte anhand der von H. Safi modifizierten

Crawford-Einteilung in Typ I – V (▣ Abb. 1). Es wurden 3 unterschiedliche Endograftsysteme implantiert: Talent (n=6), Excluder TAG (n=12), Lifepath (n=1). 9 Eingriffe wurden als elektiv, 5 als Notfall, und 5 als dringlich eingestuft. In 5 Fällen wurde ein iliakales Dacronconduit als Zugangsweg angeschlossen.

Alle Eingriffe wurden in Vollnarkose im Operationssaal durchgeführt. Zum Einsatz kam ein strahlendurchlässiger Carbon-OP-Tisch und ein mobiles digitales C-Arm-Bildgebungssystem. Gelagert

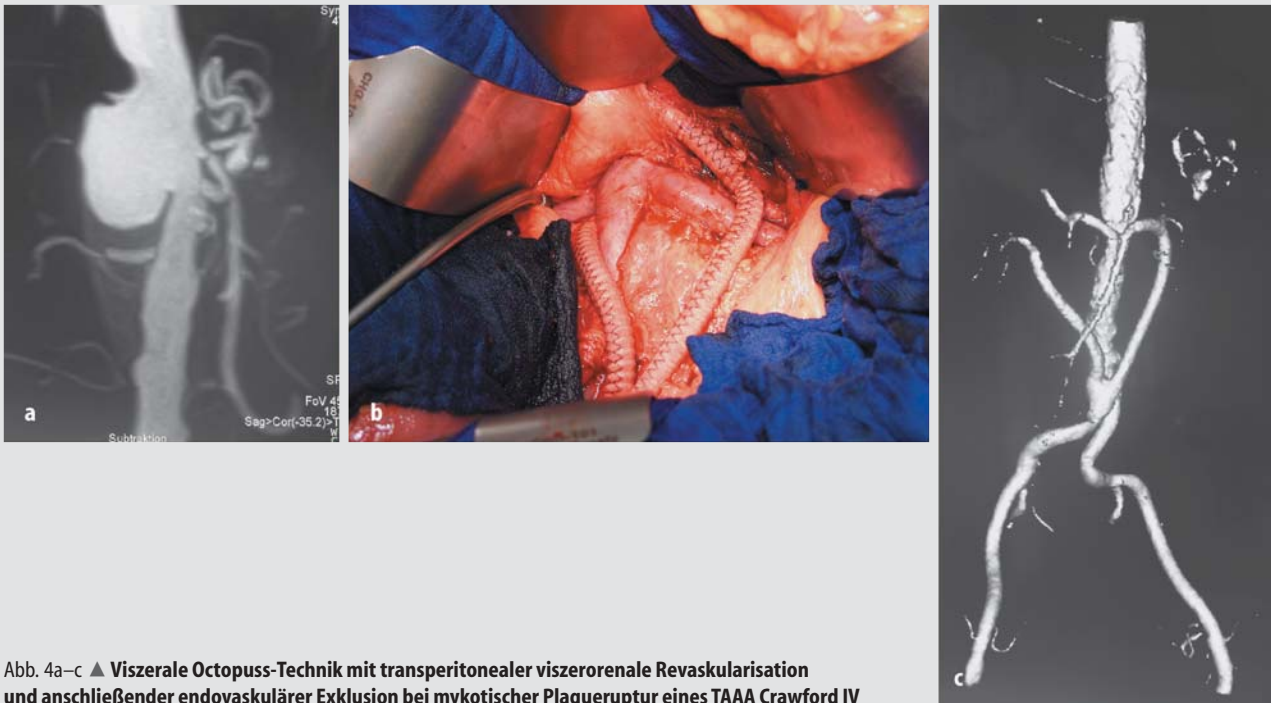


Abb. 4a–c ▲ **Viszerale Octopus-Technik mit transperitonealer viszerorenale Revaskularisation und anschließender endovaskulärer Exklusion bei mykotischer Plaqueruptur eines TAAA Crawford IV**

wurde der Patienten in einer modifizierten Crawford-Lagerung mit Anlagerung beider Arme (■ Abb. 2). Über eine transfemorale oder transprothetale (nach iliakalem Conduit) 7-F-Schleuse wird über einen 0,035-inch- (0,89-mm-)Führungsdraht (Terumo, Frankfurt) nach i.v.-Gabe von 3000 IE Heparin ein 8-F-Pigtail-Angiographiekatheter in den Aortenbogen eingebracht und die Verankerungszonen markiert. Hierbei ist die Aufdrehung des Aortenbogens essentiell (Parallaxenausgleich, C-Konfiguration des Bogens) (■ Abb. 3). Über einen 260 cm Amplatz-Superstiff-Draht (Boston Scientific, Rattlingen) erfolgte die Positionierung der Endograftsysteme. Bei 11 Patienten mit komplexer Bogenmorphologie erfolgte zur präzisen und störungsfreien Platzierung die Endograftfreisetzung während eines temporären Adenosin-induzierten Herzstillstands. Eine Abschlussangiographie dokumentierte das Therapieergebnis.

Es erfolgt eine Auswertung dieser prospektiv erfassten Patientendaten. Die postoperative Nachuntersuchungen mit einer mittleren Nachbeobachtungszeit von 21 Monate beinhalten klinische Untersuchung, Labor, konventionelles Röntgen (Stentintegrität) und kontrastmitteloptimierte CT- oder MR-Angiographie zur Beurteilung der Aortenmorphologie.

Spezielle kombinierte Operationstechniken und Operationsstrategie

Nachfolgend sind die endovaskulären und kombiniert offen-chirurgischen Techniken entsprechend der Lokalisation und Pathomorphologie aufgeführt und beschrieben:

Die *viszerale Octopus-Technik* (■ Abb. 4b) beinhaltet zunächst die transperitoneale viszerorenale Revaskularisation mit einer 180° gedrehten Dacron-Bifurkationsprothese (Gelsoft 14–7 mm) für die Nierenarterien mit zusätzlichen Bypass-Schenkeln zur Mesenterica superior und retropankreatisch zum Truncus coeliacus. Im Anschluss folgt die komplette endovaskuläre Ausschaltung des viszeralen Aortensegments mit Endografts (■ Abb. 4c).

Bei der *juxtarenalen endovaskulären Rekonstruktion* (■ Abb. 5) wird nach vorausgegangener retroperitonealer Revaskularisation der Nierenarterie(n) durch iliakorenale Bypässe (■ Abb. 5b) das perirenale Segment endoluminal durch Tube-Endoprothesen in Trombone-Technik (■ Abb. 5c, f) oder durch eine Endobifurkationsprothese inframesenterial versorgt. In Abhängigkeit des Abstands der Mesenterica superior zu den Nierenarterien kann auch diese mit freien Stentreihen im Sinne einer perimesenterialen Verankerung überstentet werden.

Ein weiteres Behandlungskonzept ist das *endovaskuläre Rendezvous-Manöver am distalen Aortenbogen*. Speziell für Patienten mit akuter Aortendissektion Typ Stanford A kann durch Kombination des offenen Ascendensersatzes (evtl. als klappentragendes Conduit) mit partiellem Aortenbogenersatz mit simultaner antegrader oder retrograder Implantation einer Endoprothese in die proximale Descendens die oft schwierige Versorgung des distalen Bogens mit einem Elephant Trunk optimiert werden. Gerade durch das transfemorale retrograde Rendezvous kann eindeutig das wahre Lumen durch die Endoprothese eröffnet werden und eine teflonarmierte Direktnaht mit der konventionellen Bogenprothese erfolgen (■ Abb. 6). Dies gelingt sehr übersichtlich auch über den Sternotomiezugang, der normalerweise eine nur begrenzte Einsicht in die proximale Descendens erlaubt.

Thorakoabdominelle Crawford-Typ I-Aneurysmen erfordern die Implantation und *Überlappung mehrerer Endoprothesensysteme in „Trombone-“ oder „Reversed-trombone“-Technik*. Hier bestehen die Limitationen in der Verfügbarkeit langer und flexibler Endografts. In Abhängigkeit der aortalen Durchmesser in den Verankerungszonen kann die Überlappung auch am Truncus coeliacus mit der kaliberkleinsten Prothese beginnen, um

dann zum distalen Bogen hin auf ein größeres Kaliber zu kommen. Diese Technik wird reversed-trombone bezeichnet. Der Truncus coeliacus kann bei dokumentierter guter Kollateralisierung über die Mesenterica superior auch überstentet und ostial okkludiert werden (▣ Abb. 7a,b).

Thorakoabdominelle Sanduhraneurysmen mit Ausparung des Visceralsegments (▣ Abb. 8) profitieren besonders von der Kombination endovaskulärer Hybridverfahren: In Abhängigkeit der infrarenalen Morphologie wird der abdominelle Teil entweder endovaskulär ($n=3$) oder offenchirurgisch ($n=2$) bei fehlendem proximalen Hals versorgt. Die Thorakotomie oder der Crawford-Zugang mit Ablösung des Zwerchfells wird vermieden, indem das thorakale Aneurysma endovaskulär ausgeschaltet wird. Hierzu wird ein Bifurkationsprothesenschenkel als Zugangsprothese benutzt bzw. eine kurze Dacronprothese an den konventionelle Tube End-zu-Seit anastomosiert. Die endovaskuläre Implantation erfolgt am offenen Abdomen, das passager adaptiert ist gegen Wärmeverlust.

Nach Fertigstellung der ersten iliakalen Anastomose und der proximalen infrarenalen Anastomose und Freigabe des aortalen Blutstroms wird endovaskulär implantiert und am Ende die konventionelle Bifurkation mit Anastomose des zweiten Iliakalschenkels beendet. Im Falle des angeflanschten Conduits wird dieser von der Tubeprothese entfernt und das Abdomen definitiv verschlossen.

Risikoprofil des Patientenguts

Alle 11 elektiven Patienten hatten ein oder mehrere kardiopulmonale Risikofaktoren (respiratorische Globalinsuffizienz, kardielle Insuffizienz NYHA III bis IV), die eine alleinige offen-chirurgische Rekonstruktion als zu risikoreich erscheinen ließen. Eine Patientin wurde kombiniert versorgt bei einem Aneurysma spurium an der Absetzung der rechten A. renalis als palliative Maßnahme nach vorausgegangener Tumornephrektomie und Metastasenleber mit einer Lebenserwartung von 2 Jahren. 2 Patienten waren bereits an der infrarenalen Aorta voroperiert, 4 Patienten hatten eine morbid Adipositas mit BMI >35.

8 Patienten wurden im Stadium der Ruptur oder symptomatisch über den

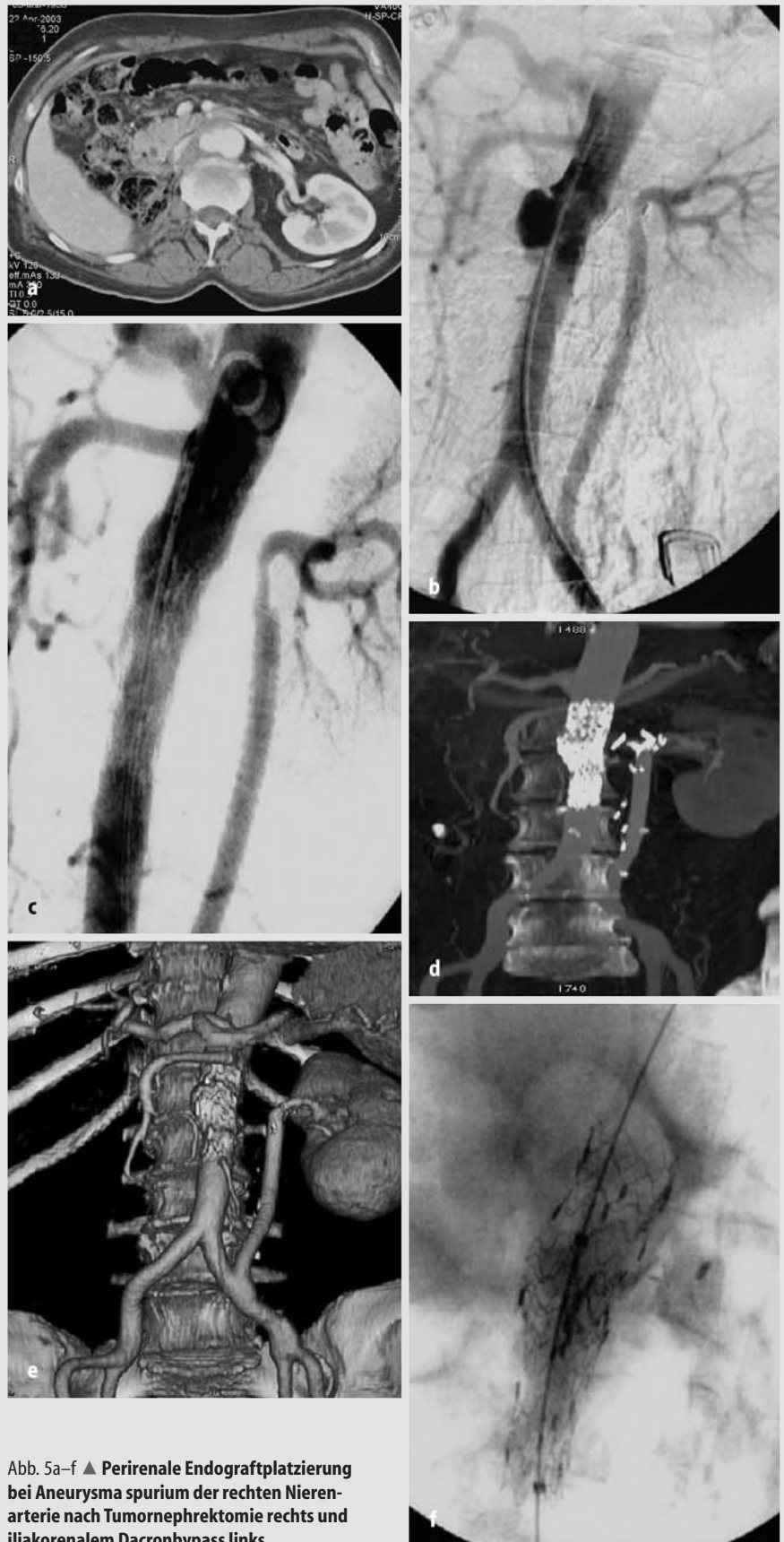


Abb. 5a–f ▲ Perirenale Endograftplatzierung bei Aneurysma spurium der rechten Nierenarterie nach Tumornephrektomie rechts und iliakorenalem Dacronbypass links

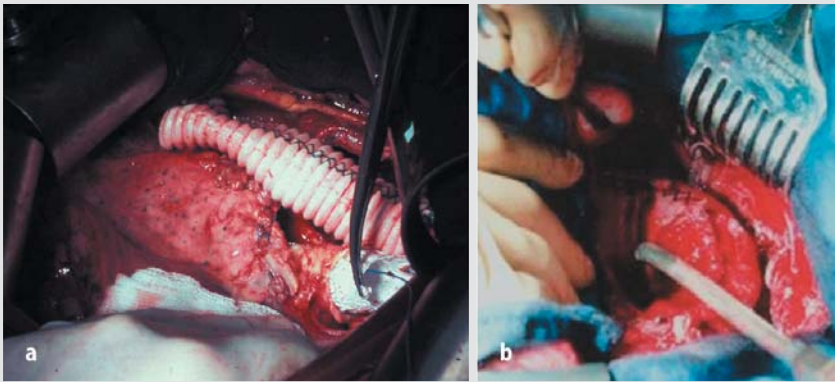


Abb. 6 ▲ Rendezvous am distalen Bogen: offener Bogenersatz mit retrogradem transfemoralem Endograft mit teflonarmerter Anastomose Endograft/Bogenprothese

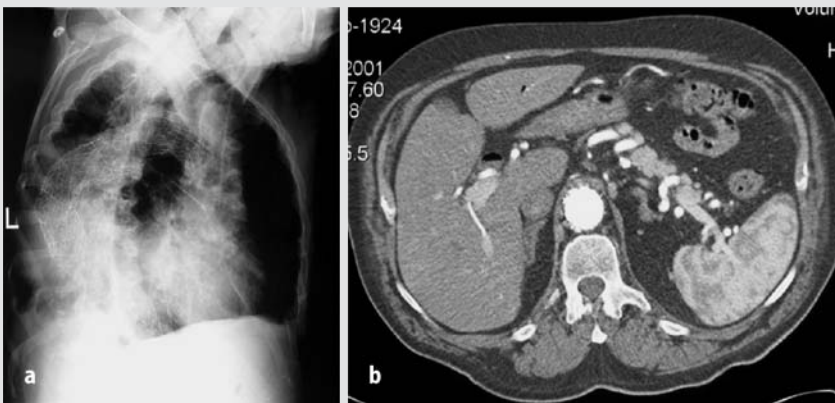


Abb. 7a,b ▲ a Implantation und Überlappung mehrerer Endoprothesensysteme in trombone oder reversed-trombone Technik bei thorakoabdominellen Crawford Type I Aneurysmen erfordern die Implantation und Überlappung mehrerer Endoprothesensysteme in trombone oder reversed-trombone Technik. b Ostialer Truncus coeliacus-Verschluss mit retrograder Perfusion

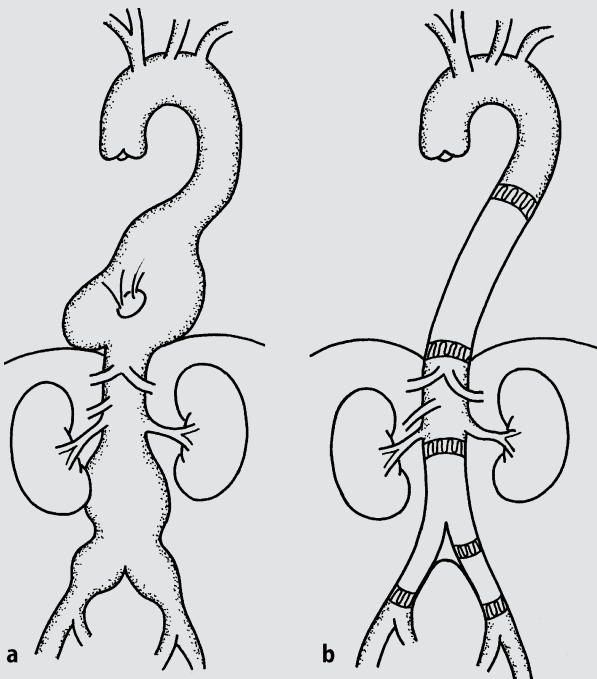


Abb. 8 ◀ Thorakoabdominelle Sanduhraneurysmen mit Aussparung des Viszeralsegments

Schockraum direkt im Anschluss operativ versorgt. 6 Patienten waren über 78 Jahre alt. Alle Patienten wurden kardiologisch konsiliarisch evaluiert, um eine objektive Aussage zur LV-Funktion (echokardiographisch) und pulmonalen Reserve (plethysmographisch) zu erhalten. Danach wurden 8 der 11 elektiven Patienten für einen konventionellen Eingriff als zu hohes Risiko abgelehnt. Die übrigen 3 Patienten hatten sanduhrförmige Aneurysmen mit Aussparung des Viszeral-segments, wobei hier zur Minimierung der Belastung der transperitoneale Zugang kombiniert mit thorakalem Endograft gewählt wurde.

Indikationsspektrum im Heidelberger Krankengut

In nachfolgender **■** Tabelle 2 sind das Indikationsspektrum und die jeweilige Therapiekombination zusammengefasst.

Der technische Erfolg dieser anspruchsvollen Kombinationseingriffe beträgt 100%. Die Komplikationsrate war erfreulich gering: 3 revisionspflichtige retroperitoneale Nachblutungen ohne chirurgische Blutungsquelle nach Vollheparinisierung, 1 Langzeitbeatmung über 5 Tage bei vorbestehender subglottischer Trachealstenose. Eine Patientin mit proximaler Endoleckage Typ I nach chronischexpandierender B-Dissektion steht trotz Endorepair (proximale Verlängerung) zur Konversion an.

Die 30-Tage-Mortalität ist sehr niedrig: von den 8 Notfallpatienten verstarb ein Patient mit akuter A-Dissektion im Multiorganversagen nach 3 Wochen (initial protrahierte Darmischämie), ein weiterer nach 3 Wochen wegen Sekundärruptur (primär chronischer Infekt) nach gedeckt-rupturierter B-Dissektion. Ein elektiv versorgter Patient verstarb 5 Tage postoperativ nach Verlegung in die Kardiologie an einem akuten Myokardinfarkt. Querschnittslähmung bzw. neurologische Defizite oder akutes Nierenversagen wurden trotz des zu erwartenden Risikos nicht beobachtet. Nach durchschnittlich 21 Monaten beträgt die Überlebensrate 83%.

Diskussion

Kathetertechniken und endovaskuläre Eingriffe haben das therapeutische Spek-

Tabelle 3

Ergebnisse der konventionellen Therapie thorakoabdomineller Aortenaneurysmen

Erstautor	Jahr	Patienten (n)	Typ I [%]	Typ II [%]	Typ III [%]	Typ IV [%]	Ruptur [%]	Dissektion [%]	Technik	Mortalität [%]	Paraplegie [%]	Nierenversagen (Dialyse) [%]	Pulmonale Komplikationen [%]
Hollier [11]	1992	150	19	19	26	35	k.A.	4	Crossclamp	10	4	9(4)	23
Cox [6]	1992	129	8	29	31	32	19	12	Crossclamp	35	21	56(27)	36
Svensson [25]	1993	1509	25	29	23	23	4	18	Crossclamp	10	16	18(9)	33
Gilling-Smith [9]	1995	130	15	22	14	49	15	8	Crossclamp	28	8	k.A.(15)	44
Grabitz [29]	1996	260	26	31	23	20	15	17	Crossclamp temp. Graft	14	15	k.A.(10)	k.A.
Cambria [3]	1997	160	32	15	34	19	10	18	Crossclamp	9	7	10(2,5)	24
Ross [19]	1999	132	56	15	11	18	16	23	Crossclamp	11	8	k.A.(k.A.)	k.A.
Schepens [23]	1999	258	15	43	28	14	15	24	Crossclamp	10	11	10(2,5)	k.A.
Coselli [5]	1999	710	56	46	0	0	7	34	Crossclamp	8	6	10(k.A.)	39
Velasquez [27]	1999	107	33	25	20	21	6	k.A.	k.A.	13	5	9(k.A.)	k.A.
Jacobs [13]	1999	52	46	54	0	0	4	33	k.A.	8	2	0	69

trum der modernen Gefäßchirurgie verändert und bereichert. Der minimal-invasive Charakter der endoluminalen Aneurysmachirurgie ist viel versprechend, jedoch in seinem Langzeiterfolg noch nicht belegt [26]. Insbesondere bei thorakoabdominellen Aneurysmen ist die Abwägung zwischen Nutzen und Risiko einer chirurgischen Intervention schwierig. Einerseits überleben nur wenige Patienten unbehandelt mehr als 2 Jahre [20, 21], auf der anderen Seite zieht eine Operation eine 30-Tage-Mortalität von 10–35% nach sich [14]. ■ **Tabelle 3** fasst die Frühergebnisse (Mortalität, neurologisches Defizit, Nierenversagen, pulmonale Komplikationen) der konventionellen TAAA-Operation zusammen.

Klinische Symptomatik, Alter des Patienten, begleitende Erkrankungen wie Herz-, Lungen- und Niereninsuffizienz, aber auch die Dauer der aortalen Abklemmzeit haben als Risikofaktoren entscheidenden Einfluss. Das individuelle perioperative Risiko ist für einen Patienten nur schwer einzuschätzen, was sich in einer variablen perioperativen Mortalität von <10% beim Elektiveingriff eines Typ-IV-Aneurysmas eines sonst gesunden Patienten bis hin zu 80% bei einer Notfallversorgung eines rupturierten TAAA Crawford Typ II widerspiegelt. [9].

Die einzigen Studien mit Langzeitergebnissen stammen von Cambria [3], Svensson [25] und Schepens [23]. Hier werden Langzeitüberlebensraten einschließlich der perioperativen Mortalität von 80% nach 1 Jahr, 60% nach 5 und 20% nach 10 Jahren berichtet. Die häufigsten späten Todesursachen sind kardiopulmonaler Genese und durch Anastomosentupturen (21%) bedingt [25]. Die Rate an Residual- oder „Neo-Aneurysmen“ liegt bei 14% [3], sodass die Hauptargumente gegen Endografts: fehlende Dauerheilung, hohe Komplikationsrate und potenzielle Reeingriffsrate auch für die konventionelle chirurgische Therapie zutreffen.

Paraplegie nach thorakoabdominellen Rekonstruktionen ist nach wie vor eine schwerwiegende Komplikation mit einer Inzidenz von 3–31%. Als Hauptprognosefaktoren wurden Abklemmzeit, Dringlichkeit der Operation, Dissektion, Ausdehnung des aortalen Ersatzes, Patientenalter identifiziert [4].

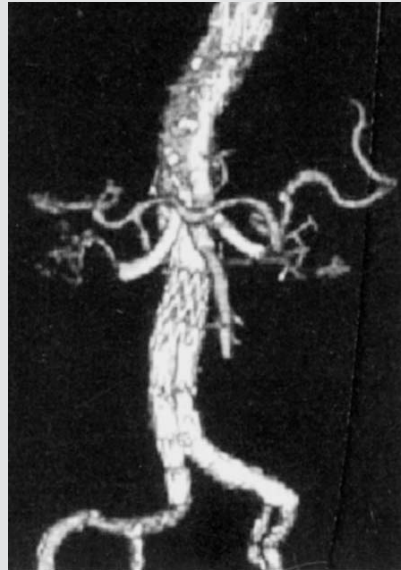
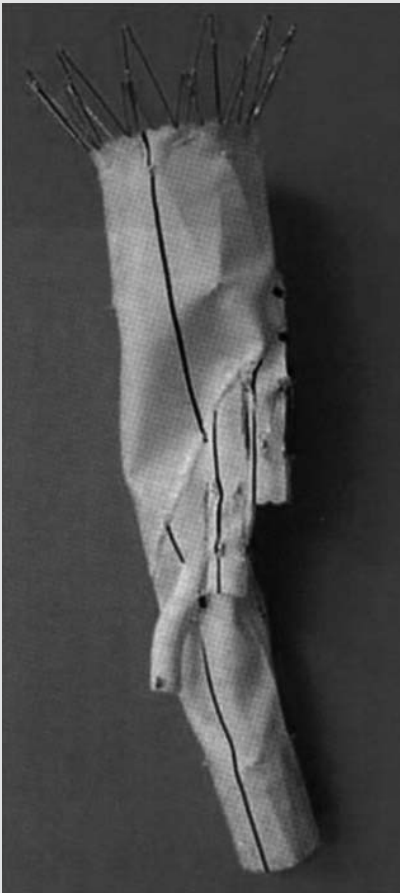


Abb. 10 ▲ **Komplette endovaskuläre Ausschaltung eines thorakoabdominellen Aneurysmas (Tim Chuter, San Francisco)**

Abb. 9 ◀ **Neuentwicklung sog. „branched endografts“**

Die überraschend niedrige neurologische Komplikationsrate nach Endograft-implantation wird mit dem fehlenden Crossclamping der Aorta, dem Schonen der spinalen Kollateralperfusion und der stabilen intraoperativen Hämodynamik begründet. Während in der offenen Chirurgie der thorakalen Aorta die Reimplantation dominanter Interkostalararterien [20] bzw. ein Linksherzbypass [5] zur Querschnittsprophylaxe propagiert werden, kommt es bei der endovaskulären Therapie zur Okklusion der Interkostalararterienabgänge (eigene Ergebnisse 0%). Weitere endovaskulär erfahrene Zentren berichten ebenfalls über niedrige Paraplegieraten von 0 [17] bis 2,7% [15]. Als Erklärung wird ein stabiles adventielles Kollateralsystem und eine Kollateralisierung über die A. subclavia, die A. vertebralis, die Lumbalarterien und die Aa. hypogastricae angeführt.

Obwohl die Paraplegie ein multifaktorielles Geschehen ist, spielen nur wenige wichtige rückenmarkversorgende Gefäße eine entscheidende Rolle, insbesondere die Adamkiewicz-Arterie (A. radicularis

magna), die meist zwischen Th9 und L1 linksseitig aus der Aorta entspringt und die anterioren RM-Anteile v. a. distal versorgt. [4].

Das thorakale Ausklemmen der Aorta und seine Auswirkungen auf die Ischämie und Reperfusion des intestinalen und hepatischen Stromgebietes wurde von Schelzig [22] im Tierversuch analysiert. Trotz Reperfusion kann es zum sog. „systemic inflammatory response syndrome“ (SIRS) und Multiorganversagen kommen. SIRS wurde auch in früheren Arbeiten [16] für die hohe postoperative Mortalität verantwortlich gemacht und muss evtl. auch im Rahmen der hier mitgeteilten Kombinationseingriffe als Ursache bzw. Kofaktor für die Todesfälle mit protrahierter Darmischämie bzw. Schock diskutiert werden.

Die Ulmer Arbeitsgruppe [17] berichtet über erste kombiniert-endovaskuläre Erfahrungen bei 5 Patienten mit thorakoabdominellen Aneurysmen (thorakale Endografts, $n=74$) mit einer 30-Tage-Mortalität von 40% (2/5). Ein Patient verstarb

im Multiorganversagen (MOV) nach ischämischer Pankreatitis, ein weiterer ebenfalls nach notfallmäßigem Stenting bei Ruptur im MOV bei prolongiertem präoperativem Schock. Im eigenen Patientengut verstarben 2 von 3 an assoziierten Komplikationen (Sekundärruptur, MOV nach viszeraler Ischämie) und ein elektiver Patient am Herzinfarkt am 5. postoperativen Tag.

Nach den ersten Erfahrungen mit simultanen Eingriffen an 19 Patienten werden die Autoren in Zukunft bei Notwendigkeit komplexer multipler viszeraler Revascularisationen den konventionellen Eingriff voranstellen und die Endograft-implantation in zweiter Sitzung durchführen. Gründe dafür sind eine Verkürzung der Operationszeit und damit verbundene geringere kardiozirkulatorische und gerinnungsphysiologische Belastungen sowie die Kontrolle des viszeralen Reperfusionsergebnisses.

Dieses Konzept entspricht auch dem zeitlichen Management bei endovaskulären Rekonstruktionen im Aortenbogen [24]. Kasuistisch berichtet die Arbeitsgruppe aus Mt. Sinai, N.Y.C. ebenfalls über eine erfolgreiche zweizeitige kombinierte Rekonstruktion eines Typ-IV-TAAA bei einem Hochrisikopatienten [28]. Auch hier wird auf die Bedeutung einer Erholungsphase für den Patienten hingewiesen.

Es ist v. a. der alte und herz-, lungen- sowie niereninsuffiziente Patient, der am ehesten von einem Kombinationseingriff profitiert. Auch wenn Langzeitergebnisse und der Nachweis der Langlebigkeit endovaskulärer Prothesen ausstehen, ist nach Meinung der Autoren in selektierten Fällen mit komplexer Pathologie des thorakoabdominellen Aortensegments und hohem perioperativen Risikoprofil das hier vorgestellte Hxybridverfahren gerechtfertigt. Die ersten Ergebnisse und Erfahrungen sind ermutigend. Das individuell angepasste Behandlungskonzept bedarf aber sicherlich noch weiterer Optimierung.

Schlussfolgerungen und zukünftige Entwicklungen

Die konventionelle offen-chirurgische Rekonstruktion der thorakoabdominellen Aorta stellt einen Eingriff mit relevantem

Operationsrisiko dar und ist daher für eine wachsende Gruppe von älteren und kardiopulmonal belasteten sowie bereits voroperierten Patienten nicht indiziert. Für den alleinigen endovaskulären Ersatz der thorakalen und abdominalen Aorta gibt es anatomische Selektionskriterien, wobei die aortalen Landungszonen zur Prothesenverankerung im Vordergrund stehen. Für Patienten mit komplexer Morphologie und permissivem Risiko für den konventionellen Ersatz bietet die Kombination endovaskulärer Operationstechniken mit konventioneller Gefäßchirurgie eine realistische Alternative mit ermutigenden Frühergebnissen, die eine Senkung der perioperative Morbidität und Mortalität speziell im Stadium der Ruptur erwarten lassen.

Der rasante technologische Fortschritt in der Entwicklung neuer Endoprothesensysteme ermöglicht es in der Zukunft vielleicht, durch sog. „branched endografts“ von (Tim Chuter oder Fa. Cook) auf konventionelle Revaskularisationen ganz verzichten zu können. Australische Experten um Michael Lawrence-Brown [2] haben mit sog. „customized fenestrated endografts“ zur Behandlung perirenaler abdominalen Aortenaneurysmen große Erfahrung gesammelt. Dr. Inoue aus Japan hat zur Behandlung von Bogenaneurysmen und Dissektionen unter Erhalt der supraaortalen Abgänge (■ Abb. 10) sog. „branched-endografts“ entwickelt [12]. Auch für die thorakoabdominelle Aorta gibt es bereits Entwicklungen, die eine offene viszerorenale Revaskularisation ersetzen. Ob sich diese Systeme durchsetzen werden, hängt neben der Verfügbarkeit entscheidend von der Materialqualität und Biostabilität dieser Endoprothesensysteme und von der notwendigen sehr großen Erfahrung der Implantationsteams ab, da hierbei ein Quantensprung technischen Könnens, konzeptionellen Vorgehens, bildgestützter Planung und dreidimensionaler intraoperativer Navigation erforderlich sind.

Korrespondierender Autor

Dr. H. Schumacher



Ruprecht-Karls-Universität
Heidelberg,
Im Neuenheimer Feld 110,
69120 Heidelberg
E-Mail: schumacher@uni-hd.de

Literatur

- Borst HG, Jurmann M, Bühner B, Laas J (1994) Risk of replacement of descending aorta with a standardized left heart bypass technique. *J Thorac Cardiovasc Surg* 107: 126–133
- Browne TF, Hartley D, Purchas S et al. (1999) A fenestrated covered supra-renal stent. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 18: 445–449
- Cambria RP, Davison JK, Zanetti S (1997) Thoracoabdominal aneurysm repair: perspectives over a decade with clamp-and-sew technique. *Ann Surg* 226: 294–305
- Carmichael SW, Gloviczki P (1999) Anatomy of the blood supply to the spinal cord: the artery of Adamkiewicz revisited. In: Gloviczki P (ed) *Perspectives in Vascular Surgery*. Thieme, Stuttgart, pp 113–122
- Coselli JS, LeMaire SA (1999) Left heart bypass reduces paraplegia after thoracoabdominal aortic aneurysm repair. *Ann Thorac Surg* 67: 1931–1934
- Cox GS, O'Hara PJ, Hertzner NR (1992) Thoracoabdominal aneurysm repair: a representative experience. *J Vasc Surg* 15: 780–788
- Dake MD, Miller DC, Semba CP (1994) Transluminal placement of endovascular stent-grafts for the treatment of descending thoracic aortic aneurysms. *N Engl J Med* 331: 1729–1734
- DeBakey ME, Cooley DA (1953) Successful resection of aneurysm of the thoracic aorta and replacement by graft. *JAMA* 152: 673–636
- Gilling-Smith GL, Wolfe JHN (1995) Thoracoabdominal Aneurysms: Which patients should be operated on? In: Goldstone J (ed) *Perspectives in vascular surgery*. Quality Medical Publishing, St. Louis, 8/2: 29–43
- Golden MA, Donaldson MC, Whittemore AD, Mannick JA (1991) Evolving experience with thoracoabdominal aortic aneurysm repair at a single institution. *J Vasc Surg* 13: 792–797
- Hollier LH, Money SR, Naslund TC (1992) Risk of spinal cord dysfunction in patients undergoing thoracoabdominal aortic replacement. *Am J Surg* 164: 210–214
- Inoue K, Hosokawa H, Iwase T et al. (1999) Aortic arch reconstruction by transluminally placed endovascular branched stent graft. *Circulation* 100: 316–321
- Jacobs MJ, Meylaers SA de Haan P (1999) Strategies to prevent neurological deficit based on motor-evoked potentials in type I and II thoracoabdominal aortic aneurysms. *J Vasc Surg* 29: 48–59
- Kieffer E (2000) Results of surgical thoracic and thoracoabdominal aortic aneurysm repair. In: Branchereau A, Jacobs M (eds) *Surgical and endovascular treatment of aortic aneurysms Futura*, Elmsford, NY, pp 207–213
- Mitchell RS, Miller DC, Dake MD et al. (1999) Thoracic aortic aneurysm repair with an endovascular stent graft: the „first generation“. *Ann Thorac Surg* 67: 1971–1974
- Neary P, Redmond HP (1999) Ischemia-reperfusion injury. In: Grace PA, Mathie RT (eds) *Blackwell*, London, pp 123–126
- Orendt KH, Scharrer-Pamler R, Kapfer X et al. (2003) Endovascular treatment in diseases of the descending thoracic aorta: 6-year results of a single center. *J Vasc Surg* 37: 91–99
- Rectenwald JE, Huber TS, Martin TD (2002) Functional outcome after thoracoabdominal aortic aneurysm repair. *J Vasc Surg* 35: 640–647
- Ross SD, Kron IL, Rarrino PE (1999) Preservation of intercostal arteries during thoracoabdominal aortic aneurysm surgery: a retrospective study. *J Thorac Cardiovasc Surg* 118: 17–25
- Safi HJ, Miller CC, Subramaniam MH (1998) Thoracic and thoracoabdominal aneurysm repair using cardiopulmonary bypass, profound hypothermia, and circulator arrest via left side of the chest incision. *J Vasc Surg* 28: 591–598
- Safi HJ, Miller CC, Carr CC et al. (1998) Importance of intercostal artery reattachment during thoracoabdominal aortic aneurysm repair. *J Vasc Surg* 27: 58–66
- Schelzig H, Sunder-Plassmann L, Träger K et al. (2003) Ischämie und Reperfusion des intestinalen und hepatischen Stromgebietes bei thorakalem Crossclamping. *Gefäßchirurgie* 8: 92–99
- Schepens MA, Dekker E, Hamerlijnck RP, Vermeulen FE (1996) Survival and aortic events after graft replacement for thoracoabdominal aortic aneurysm. *Cardiovasc Surg* 4: 713–719
- Schumacher H, Bardenheuer HJ, Richter GM, Allenberg JR (2003) Endovaskulärer Bogenersatz: Alternative für den Risikopatienten. *Chir Allg Z* 4: 164–170
- Svensson LG, Crawford ES, Hess KR, Coselli JS, Safi HJ (1993) Experience with 1509 patients undergoing thoracoabdominal aortic operations. *J Vasc Surg* 17: 357–370
- Thurnher SA, Grabenwoger M (2002) Endovascular treatment of thoracic aortic aneurysms: a review. *Eur Radiol* 12: 1370–1387
- Velazquez OC, Bavaria JE, Pochettino A, Carpenter JP (1999) Emergency repair of thoracoabdominal aortic aneurysm with immediate presentation. *J Vasc Surg* 30: 996–1003
- Yano OJ, Marin ML, Hollier L (2001) Endovascular options in the management of complex aortic problems. In: Gloviczki P (ed) *Perspectives in vascular surgery and endovascular therapy*. Thieme, New York, 14/1: 1–13
- Grabitz K, Sandmann W, Stühmeier K et al. (1996) The risk of thoracoabdominal aortic aneurysms. *J Vasc Surg* 23: 230–240