Universitätsklinikum Ulm

Klinik für Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie

Sektion Gefäßchirurgie

Prof. Dr. med. Karl-Heinz Orend

Ulmer Ergebnisse der endovaskulären Ausschaltung von Bauchaortenaneurysmen 1997–2013

Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin

der Medizinischen Fakultät der Universität Ulm

Martin Munk

Ostfildern

2016

Amtierender Dekan:	Prof. Dr. T. Wirth
1. Berichterstatter:	Prof. Dr. med. K.-H. Orend
2. Berichtertsatter:	Prof. Dr. med. C. Dehner
Tag der Promotion:	15.01.2016

Meinen Eltern und

meiner Oma Anneliese Gras

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis III

1 Einleitung 1

1.1 Das Bauchaortenaneurysma: Definition, Ätiologie und klinische Einteilung 1

1.2 Epidemiologie und Diagnostik 2

1.3 Therapie 2

1.3.1 Konservative Therapie 2

1.3.2 Offene Aneurysmaausschaltung (OAR) 3

1.3.3 Endovaskuläre Aneurysmaausschaltung (EVAR) 3

1.4 Postoperative Komplikationen 4

1.5 Postoperative Kontrolluntersuchungen und Reinterventionen 5

1.6 Konversion zur offenen Aneurysmaausschaltung 7

1.7 Fragestellung 7

2 Material und Methoden 8

2.1 Patientenkollektiv 8

2.2 Datenerhebung 8

2.3 Entscheidung für die Operationsmethode 9

2.4 Technisches Vorgehen bei EVAR und verwendete Devices 9

2.5 Durchführung der postoperativen Kontrolluntersuchungen 10

2.6 Darstellung der Ergebnisse 10

3 Ergebnisse 11

3.1 Studienverlauf 11

3.2 Verteilung von Device-Arten und Dringlichkeiten 12

3.3 Postoperativer Verlauf nach EVAR 14

3.3.1 Verläufe der verschiedenen Komplikationsarten 18

3.4 Konversionen zur offenen Aneurysmaausschaltung 22

3.4.1 Ursächliche Komplikationsart 22

3.4.2 Zeitpunkt der vorausgegangenen EVAR 23
3.4.3 Zeitintervall von endovaskulärer Versorgung bis Konversionsoperation 25
3.4.4 Vorausgegangene endovaskuläre Reintervention 26
3.4.5 Dringlichkeit und Mortalität 28
3.4.6 Suprarenales Clamping und weitere Parameter 29
4 Diskussion 31
4.1 Studienverlauf und Untersuchungszeitraum 31
4.2 Verteilung von Dringlichkeiten und Devices 31
4.3 Postoperativer Verlauf nach EVAR 32
4.3.1 Verteilung der Geschlechter 33
4.3.2 Auftreten von Endoleaks und anderen Komplikationen 34
4.3.3 Verlauf und Reintervention bei Komplikationen 34
4.4 Konversionen zur offenen Aneurysmaausschaltung 37
4.4.1 Inzidenz und Epidemiologie 37
4.4.2 Ursächliche Komplikationsart und Notfall-Konversionen 39
4.4.3 Zeitliche Einflüsse 40
4.4.4 Weitere Parameter 41
5 Zusammenfassung 45
6 Literaturverzeichnis 47
Abbildungsverzeichnis 54
Lebenslauf 55
Danksagung 56

Abkürzungsverzeichnis

A.	Arteria
Angio-CT	computertomografische Angiografie
BAA	Bauchaortenaneurysma
CEUS	contrast enhanced ultrasound – Kontrasmittelverstärkter Ultraschall
DGG	Deutsche Gesellschaft für Gefäßchirurgie und Gefäßmedizin
EK	Erythrozytzenkonzentrat
et al.	et alii – und andere
EVAR	endovascular aneurysm repair – endovaskuläre Aneurysmaausschaltung
OAR	open aneurysm repair – offene Aneurysmaausschaltung
OP	Operation
PTA	perkutane transluminale Angioplastie

1 Einleitung

1.1 Das Bauchaortenaneurysma: Definition, Ätiologie und klinische Einteilung

Unter einem abdominellen Aortenaneurysma oder Bauchaortenaneurysma (BAA) versteht man eine Dilatation oder Aussackung des abdominellen Abschnitts der Aorta. Eine gängige Definition spricht von einem Aneurysma ab einem Durchmesser von 3,0 cm (Steinberg 1966; Wanhainen et al. 2008; Moll et al. 2011; Steinberg 1966; Wanhainen et al. 2008). Eine weitere Einteilung unterscheidet supra- und infrarenale Bauchaortenaneurysmen in Abhängigkeit der Aneurysmalage zu den Nierenarterienabgängen. In allen Fällen dieser Studie handelt es sich um infrarenale Aneurysmen, also um Aneurysmen, die distal der Nierenarterien die Aorta betreffen. Diese ist zugleich die häufigste Form des BAAs (DGG Leitlinie 2008).

Als Risikofaktoren für die Entstehung eines BAAs werden männliches Geschlecht, Nikotinabusus oder ein Alter von über 65 Jahren betrachtet. Ferner können das Vorliegen einer positiven Familienanamnese, einer koronaren Herzerkrankung, einer peripheren arteriellen Verschlusskrankheit, einer Hypercholesterinämie oder einer arteriellen Hypertonie die Entstehung eines BAAs begünstigen (Larsson et al. 2009; Singh et al. 2001; Vardulaki et al. 2000).

Klinisch wird zwischen einem asymptomatischen, einem symptomatischen und einem rupturierten Bauchaortenaneurysma unterschieden. Während es sich bei asymptomatischen BAAs meist um Zufallsbefunde handelt, zeichnen sich symptomatische BAAs durch Rücken- oder Flankenschmerzen oder diffuse abdominelle Beschwerden aus (DGG Leitlinie 2008). Bei rupturierten Aneurysmen wird des Weiteren zwischen freien und gedeckten Rupturen unterschieden. Für gedeckt rupturierte BAAs sind plötzlich einsetzende Rücken- oder Flankenschmerzen und eine schmerzhafte pulsierende Resistenz im Abdomen charakteristisch. In Abgrenzung dazu liegt bei einer freien Ruptur zusätzlich ein rascher Kreislaufabfall durch massive Hämorrhagie vor (DGG Leitlinie 2008).

1.2 Epidemiologie und Diagnostik

Die Zahl der wegen eines BAA in Deutschland stationär behandelten Patienten betrug im Jahr 2012 insgesamt 13.898 mit einem Verhältnis von Männern zu Frauen von 6:1. Die Mehrheit der Patienten (11.462) waren dabei älter als 65 Jahre (Gesundheitsberichterstattung des Bundes 2014). Die Inzidenz beträgt 40/100.000 pro Jahr (DGG Leitlinie 2008).

In der apparativen Diagnostik wird vor allem die Sonografie genutzt. Besonders asymptomatische BAAs werden oft zufällig im Rahmen einer abdominellen Ultraschalluntersuchung festgestellt. Auch die Verlaufskontrolle eines bekannten BAAs erfolgt üblicherweise mittels Sonografie, wobei vor allem die Größenentwicklung bzw. die Entwicklung des Querdurchmessers des Aneurysmas im Vordergrund steht. Die Sensitivität und Spezifität der Ultraschalluntersuchung liegt für Bauchaortenaneurysmen bei jeweils über 90% (DGG Leitlinie 2008).

Erst wenn ein operatives Vorgehen geplant ist, wird eine genauere Ausmessung des Aneurysmas durch eine computertomografische Angiografie (Angio-CT) vorgenommen. Bei der Entscheidung für eine Operationsmethode und bei der Planung einer endovaskulären Aneurysmaausschaltung können so unter anderem die genauen Abmessungen der Längen und der Durchmesser verschiedener Aneurysmabereiche und das Ausmaß von Gefäßknickbildung festgestellt werden.

1.3 Therapie

Besonders mit zunehmender Größe und großen Wachstumsraten steigen die Wandspannung und damit das Rupturrisiko eines Bauchaortenaneurysmas gemäß dem Laplace-Gesetz an. Das macht die therapeutische Behandlung eines BAAs notwendig. Grundsätzlich ist bei asymptomatischen BAAs mit einem Durchmesser von 5,0 cm bzw. 5,5 cm oder einer Wachstumsrate von $\geq$ 0,5 cm innerhalb von 6 Monaten ein elektives operatives Vorgehen indiziert (Hirsch et al. 2006; Greiner et al. 2013; Moll et al. 2011). Dabei bestehen die Möglichkeiten zur konventionellen offenen Ausschaltung oder zur endovaskulären Aneurysmaausschaltung.

1.3.1 Konservative Therapie

Sofern noch keine Indikation für ein operatives Vorgehen besteht, wird eine konservative Therapie angestrebt. Diese besteht aus regelmäßigen Kontrollen des Aneurysmas, wobei

auf den größten Durchmesser und dessen Entwicklung geachtet wird. Weiterhin wird, sofern möglich, auf eine Reduktion der Risikofaktoren hingewirkt. Beispielsweise sind hier die medikamentöse Einstellung einer arteriellen Hypertonie oder Hypercholesterinämie oder die Reduktion eines Nikotinabusus zu nennen (Baxter et al. 2008; Hirsch et al. 2006; Moll et al. 2011).

1.3.2 Offene Aneurysmaausschaltung (OAR)

Das Prinzip der konventionellen offenen Aneurysmaausschaltung ist es, den durch Aussackung rupturgefährdeten Abschnitt der Aorta durch eine Gefäßprothese zu ersetzen. Dazu muss über einen trans- oder retroperitonealen Zugang die Bauchschlagader freipräpariert und vorübergehend abgeklemmt werden. Es handelt sich um eine vergleichsweise risikoreiche Operation mit einer 30-Tages-Mortalität von 0,7% bis 4,7% im Vergleich zur endovaskulären Aneurysmaausschaltung mit 0,2% bis 1,7% (Greiner et al. 2013). Durch eine offene Aneurysmaausschaltung können jedoch auch Patienten versorgt werden, deren BAAs einer endovaskulären Aneurysmaausschaltung nicht zugänglich sind. Bei der Entscheidung für eine offene Aneurysmaausschaltung sollten das Rupturrisiko, die Lebenserwartung des Patienten und die eingriffsbedingte Mortalität abgewogen werden (DGG Leitlinie 2008; Hirsch et al. 2006; Moll et al. 2011).

1.3.3 Endovaskuläre Aneurysmaausschaltung (EVAR)

Das Prinzip der EVAR ist es, eine Aneurysmaausschaltung zu erreichen, indem ein Stentgraft in die abdominelle Aorta eingebracht und fixiert wird und so der Aneurysmasack vom Blutfluss entkoppelt wird. Um dies erreichen zu können, müssen gewisse anatomische Anforderungen erfüllt sein. Da sich die eingebrachten Stentgrafts allein durch ihre Radialkraft in der Aorta bzw. in den Beckengefäßen fixieren und ihre Dichtigkeit durch ein möglichst langstreckiges Anliegen an regulären, zylindrisch verlaufenden Gefäßen erreichen, können nur Aneurysmen mit ausreichenden zentralen wie peripheren Dichtungszonen endovaskulär versorgt werden. Die Anforderungen an die Beschaffenheit dieser Dichtungszonen variieren zwischen den verschiedenen Stentgraft-Herstellern, beinhalten aber üblicherweise eine Mindestlänge der zentralen Dichtungszone von 1,0–1,5 cm, einen maximalen Durchmesser von 2,5–2,8 cm und ein maximales Abknicken der infrarenalen Aorta bis 60°. Die zentrale Dichtungszone darf zudem keine zu ausgeprägte Thrombosierung aufweisen. Die Iliakalgefäße müssen einen Mindestdurchmesser von 7 mm aufweisen und dürfen nicht zu stark anguliert sein. (Carpenter et al. 2001; Hirsch et al. 2006; Moll et

al. 2011). Während die 30-Tages-Mortalität bei EVAR geringer ist als bei offener Aneurysmaausschaltung, konnte in mehreren randomisierten prospektiven Studien wie der EVAR1-, DREAM- und OVER-Studie kein Langzeit-Überlebensvorteil festgestellt werden (Rooke et al. 2011), da im Vergleich zur OAR mit einer höheren Komplikations- und Reinterventionsrate zu rechnen ist. Ursprünglich wurde die endovaskuläre Aneurysmaausschaltung als Alternativmethode entwickelt, um als inoperabel eingestufte Patienten behandeln zu können (Parodi et al. 1991). Im weiteren Verlauf konnte jedoch eine deutliche Zunahme der EVAR-Häufigkeit bei gleichzeitiger Abnahme der OAR-Häufigkeit beobachtet werden (Levin et al. 2009). Jüngere Empfehlungen halten eine endovaskuläre Aneurysmaausschaltung auch bei geringem Operationsrisiko für sinnvoll und sehen die offene Methode auch als Alternative, wenn keine EVAR durchgeführt werden kann (Rooke et al. 2011).

1.4 Postoperative Komplikationen

Trotz technisch korrekter Durchführung der EVAR können nach einer endovaskulären Aneurysmaausschaltung postoperative Komplikationen auftreten, die durch die Operationsmethode bedingt sind. Dazu gehören unter anderem die von White et al. 1998a definierten Endoleaks, bei denen weiterhin ein Blutfluss in den Aneurysmasack nachweisbar ist und deshalb keine erfolgreiche Ausschaltung vorliegt. Hierbei werden vier Endoleak-Typen unterschieden:

- Ein Typ-I-Endoleak bezeichnet eine Undichtigkeit im Bereich der Sealing-Zonen, durch die Blut in den Aneurysmasack eindringt.
- Ein Typ-II-Endoleak bezeichnet eine Unterhaltung des Aneurysmas durch einen retrograden Fluss aus Abgängen der Bauchaorta, wie z. B. einer Lumbalarterie oder der A. mesenterica inferior, welche über Kollateralen gespeist werden.
- Ein Typ-III-Endoleak bezeichnet den Übertritt von Blut aus dem Stentgraft in den Aneurysmasack. Hier liegt entweder eine Diskonnektion des Devices im Bereich der Andockstelle des kontralateralen Beinchens oder ein Schaden am Graftgewebe zu Grunde.
- Ein Typ-IV-Endoleak bezeichnet den Übertritt von Blut aus dem Stentgraft in den Aneurysmasack auf Grund einer Porosität des Graftgewebes.

Eine weitere Größenzunahme des BAAs nach endovaskulärer Aneurysmaausschaltung ohne Vorliegen eines der oben genannten Endoleaks wird als Endotension bezeichnet (Gilling-Smith et al. 1999).

Weitere mögliche postoperative Komplikationen sind eine Migration bzw. Dislokation des Devices, eine Knickbildung und Stenosierung eines Stent-Armes oder ein thrombotischer Verschluss eines Teils der Prothese.

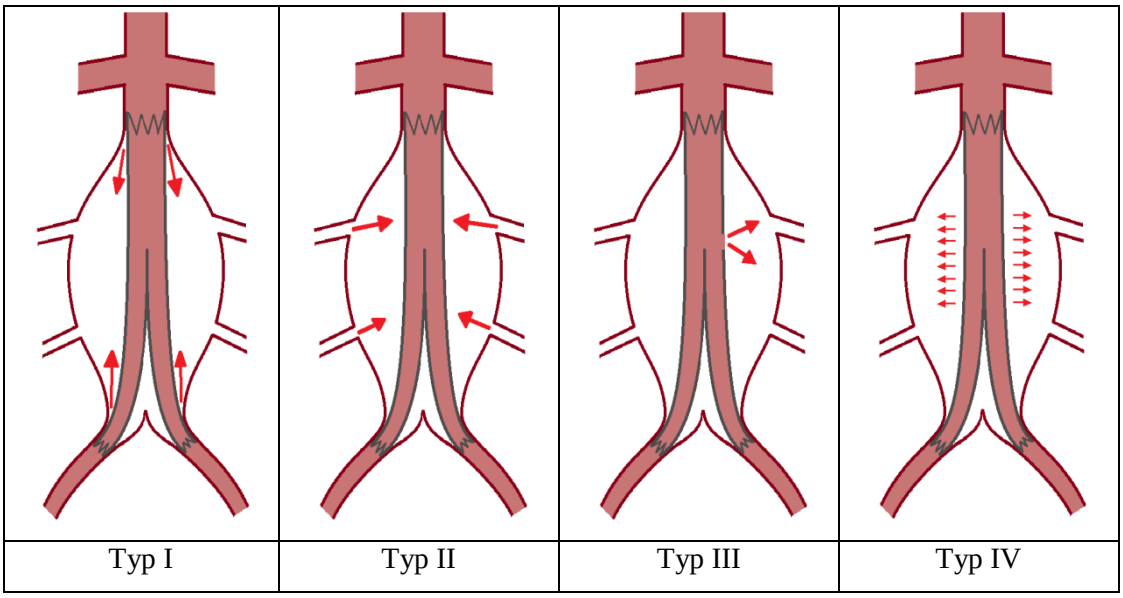


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Endoleak-Typen

1.5 Postoperative Kontrolluntersuchungen und Reinterventionen

Um den technischen Erfolg der EVAR sicher zu stellen und eventuell auftretende Endoleckagen oder andere Komplikationen erkennen und beurteilen zu können, werden postoperative Kontrolluntersuchungen empfohlen. Die erste Kontrolle erfolgt dabei üblicherweise vor der Entlassung des Patienten aus der Klinik. Anschließend sollten nach einem, drei und nach sechs Monaten weitere Kontrollen erfolgen. Sofern keine Komplikation nachweisbar ist und sich das Aneurysma größenregredient oder zumindest größenkonstant zeigt, wird danach ein dauerhaftes Kontrollintervall von 12 Monaten empfohlen (DGG Leitlinie 2008; Hirsch et al. 2006; Moll et al. 2011).

Als bildgebendes Verfahren kommt dabei meist eine Angio-CT zum Einsatz. Seit einigen Jahren besteht die Möglichkeit, die Untersuchung auch durch kontrastmittelverstärkten Ultraschall (CEUS) durchzuführen. Bei diesen Kontrolluntersuchungen wird die Ausdehnung des Aneurysmas bzw. die Größenentwicklung bestimmt sowie das Vorhandensein

von Endoleaks geprüft. Zusätzlich wird bei den postoperativen Kontrolluntersuchungen eine konventionelle Röntgenaufnahme des Abdomens zur Beurteilung der Stentgraftlage und der Stentstreben angefertigt.

Sollte es in der postoperativen Phase zu Komplikationen kommen, so besteht unter Umständen die Notwendigkeit einer Reintervention. In vielen Fällen ist es möglich, ein endovaskuläres Vorgehen zu nutzen. Dabei stehen für verschiedene Arten von Komplikationen ebenfalls verschiedene endovaskuläre Reinterventionsmaßnahmen zur Verfügung (Bendermacher et al. 2012).

Bei einem Typ-I-Endoleak kann eventuell eine Nachdilatation an den Verankerungsstellen des Stentgrafts ausreichend sein. In vielen Fällen ist jedoch eine Verlängerung des eingebrachten Devices notwendig. Dafür stehen spezielle Verlängerungs-Stentgrafts zur Verfügung, die entsprechend der ursprünglichen EVAR über die Leiste eingeführt und im Bereich der Leckage überlappend an das Stentende angebaut werden.

Ein ähnliches Vorgehen kann bei einem Typ-III-Endoleak gewählt werden. Hierbei wird der eingebrachten Stentgraft jedoch nicht an ein Prothesenende, sondern abdichtend an die Überlappungszone andilatiert.

Sollte es zu einer Dislokation kommen, stellt eine Überstentung wie oben beschrieben unter Umständen ebenfalls eine Möglichkeit zur endovaskulären Reintervention dar.

Auch durch ein Typ-II-Endoleak kann eine endovaskuläre Reintervention indiziert sein. Unter angiografischer Kontrolle können Coils eingebracht werden, um so ursächliche Blutgefäße embolisch zu verschließen. Beispielsweise kann auf diese Art über die Riolan-Anastomose der retrograde Fluss durch die A. mesenterica inferior unterbunden werden. Im Falle eines Typ-II-Endoleaks kann außerdem eine Gefäßligatur in konventioneller Operationsmethode durchgeführt werden.

Bei einem Auftreten einer Thrombosierung durch Stenosierungen in den Stentschenkeln können nach operativer Thrombektomie eventuell ursächliche Engstellen mittels PTA oder Stent/PTA interventionell behoben werden.

1.6 Konversion zur offenen Aneurysmaausschaltung

In manchen Fällen kann trotz aller Maßnahmen keine zufriedenstellende Aneurysmaausschaltung erreicht werden. Als letzte Option bleibt dann oft nur eine Konversionsoperation zur offenen Aneurysmaausschaltung. Die technische Durchführung ähnelt der einer konventionellen OAR mit dem Unterschied, dass bei einer Konversion das zuvor endovaskulär eingebrachte Material entfernt werden sollte. Abhängig vom Zeitintervall zwischen EVAR und Konversion wird nach gängiger Definition zwischen einer early oder late conversion unterschieden. Eine early conversion erfolgt dabei spätestens innerhalb von 30 Tagen nach dem Versuch der endovaskulären Ausschaltung, bei einem längeren Intervall spricht man von einer late conversion. Da viele Patienten schon beim ursprünglichen Versuch der Aneurysmaausschaltung als nicht operationsfähig eingestuft wurden, war das Risiko in älteren Studien für die Patienten bei OAR entsprechend hoch mit einer perioperativen Mortalität von 24,4% (Harris et al. 2000).

1.7 Fragestellung

Die endovaskuläre Ausschaltung von Bauchaortenaneurysmen wird seit ihrer Erstbeschreibung von Parodi et al. aus dem Jahr 1991 mit zunehmender Häufigkeit angewendet. Es ist aber bekannt, dass es zu verschiedenen postoperativen Komplikationen kommen kann und dass in manchen Fällen eine Konversion zur offenen Aneurysmaausschaltung notwendig wird. Ziel der hier vorliegenden Studie ist es, die bisherigen Erfahrungen und postoperativen Verläufe von EVAR-Behandlungen am Universitätsklinikum Ulm darzustellen.

Dazu soll geklärt werden, welche und wie viele Endoleaks und andere postoperative Komplikationen aufgetreten sind und welchen Verlauf diese genommen haben, insbesondere im Hinblick auf endovaskuläre Reintervention und Konversion zur offenen Aneurysmaausschaltung. In den Fällen einer Konversionsoperation soll geklärt werden, welche Komplikation ursächlich war bzw. ob ein technischer oder methodischer Fehler zu Grunde lag. Außerdem soll geprüft werden, welchen Einfluss der Zeitpunkt der EVAR auf das Auftreten von Konversionen hat und ob es Unterschiede im Zeitintervall zwischen EVAR und Konversion gibt. Schließlich soll der weitere Verlauf nach Konversion dargestellt werden.

2 Material und Methoden

2.1 Patientenkollektiv

Für die Studie wurden Daten von insgesamt 485 Patienten erfasst und retrospektiv ausgewertet. Es handelt sich dabei um Patienten, die im Zeitraum vom 01.01.1997 bis zum 30.06.2013 in der Klinik für Herz-, Thorax und Gefäßchirurgie des Universitätsklinikums Ulm mit einer endovaskulären Ausschaltung eines infrarenalen Bauchaortenaneurysmas (EVAR) behandelt wurden. Da diese Behandlungsmethode am Universitätsklinikum Ulm nur kurze Zeit vor dem Jahr 1997 eingeführt wurde, kann so der Großteil aller entsprechenden Fälle abgebildet werden.

2.2 Datenerhebung

Für die Datenerhebung wurden Datenbanken des Universitätsklinikums Ulm durchsucht. Die für die Studie benötigten Informationen konnten dann aus digitalen Dokumenten wie Arztbriefen, Verlegungs- und Operationsberichten und Radiologiebefunden entnommen werden. Außerdem bestand noch die Möglichkeit, auf eingescannte Dokumente wie handschriftliche OP-Berichte, Anästhesieprotokolle und Patientenkurven der Intensivstation zurückzugreifen.

Folgende Informationen wurden für die Studie erhoben: Name und Geburtsdatum des Patienten, Geschlecht des Patienten, Datum der EVAR, verwendetes Device, Dringlichkeit (elektiv oder notfallmäßig) des Vorgehens, Auftreten von postoperativen Komplikationen, Reinterventionsmaßnahmen bei Komplikationen und Follow-up-Intervall. In den Fällen, in denen eine Konversion zur offenen Operation durchgeführt wurde, wurden außerdem folgende Informationen erhoben: Datum der Konversionsoperation, ursächliche Komplikation, Operationsdauer, Operationszugang, suprarenale Clamping-Zeit, postoperative Nierenschädigung, anschließende Aufenthaltsdauer auf der Intensivstation sowie gesamte klinische Aufenthaltsdauer, Anzahl der Beatmungstage und benötigte Erythrozytenkonzentrate.

2.3 Entscheidung für die Operationsmethode

Bei allen Patienten waren die Voraussetzungen für die Durchführbarkeit einer EVAR gemäß der instructions for use der Device-Anbieter gegeben. Da am Universitätsklinikum Ulm sowohl offene als auch endovaskuläre Aneurysmaausschaltungen durchgeführt werden, konnten die entsprechenden Empfehlungen bezüglich den Voraussetzungen für eine EVAR streng eingehalten werden. Die Entscheidung für die Operationsmethode erfolgte nach Aufklärung im Einverständnis mit dem Patienten. Bei einem notfallmäßigen Vorgehen wurde die Indikation für einen EVAR-Versuch auch ohne vorherige Einverständniserklärung gestellt, sofern der Patient bereits nicht mehr einwilligungsfähig war.

2.4 Technisches Vorgehen bei EVAR und verwendete Devices

Nachdem die Entscheidung für eine EVAR getroffen wurde, beginnt die Operation mit einer Lagerung des Patienten in Rückenlage und anschließendem Abwaschen des Operationsgebietes. Der verwendete Stentgraft wird dann über einen Leistenzugang durch die A. femoralis in die abdominelle Aorta eingebracht und freigesetzt. Sofern es sich um einen aorto-biiliakalen Stentgraft handelt, wird das kontralaterale Beinchen über die andere Leiste eingebracht und intrakorporal konnektiert. Während der Operation wird zu mehreren Zeitpunkten eine Durchleuchtungskontrolle durchgeführt, um sicherzustellen, dass keine Leckagen auftreten und die Perfusion der Nierenarterien weiterhin gegeben ist. Nach abschließender angiografischer Überprüfung der korrekten Lage erfolgen die Entfernung sämtlicher Drähte und Schleusen sowie der schichtweise Wundverschluss beider Leisten.

Grundsätzlich stehen für die endovaskuläre Aneurysmaausschaltung in der Bauchaorta zwei Arten von Devices zur Verfügung: Ein aorto-biiliakaler oder ein aorto-monoiliakaler Stentgraft. In Ausnahmefällen, in denen das Aneurysma nicht bis zur Aortenbifurkation reicht, kann auch eine endovaskuläre Rohrprothese verwendet werden. Der auch als Y-Stentgraft bezeichnete aorto-biiliakale Stentgraft besteht aus einem Hauptkörper und einem kontralateralen Beinchen. Der Hauptkörper besitzt einen der Aorta angepassten proximalen Durchmesser, mit dem er distal der Nierenarterien fixiert wird sowie einen kleineren distalen Durchmesser für die Fixierung in einer Iliakalarterie. Er verfügt außerdem über eine Bifurkationsstelle, an welche das kontralaterale Beinchen überlappend andilatiert wird. Beim aorto-monoiliakalen Stentgraft entfällt die Bifurkation. Die Perfusion des kontralate-

ralen Stromgebiets wird hier üblicherweise durch einen iliako-iliakalen Cross-over-Bypass sichergestellt.

2.5 Durchführung der postoperativen Kontrolluntersuchungen

Die erste postoperative Kontrolluntersuchung nach durchgeführter EVAR erfolgte vor Entlassung des Patienten aus dem stationären Aufenthalt. Anschließend wurden den Patienten weitere Nachsorgetermine gemäß aktuellen Leitlinien in der gefäßchirurgischen Sprechstunde angeboten. Dabei wurden stets Empfehlungen zur Weiterführung der postoperativen Kontrolle mit Angabe des nächsten Kontrollintervalls ausgesprochen.

2.6 Darstellung der Ergebnisse

Für die Darstellung der Ergebnisse in Diagrammform wurde auf die Programme Microsoft Excel und GNU R zurückgegriffen. Als Maß der zentralen Tendenz wird der Median angewendet, da nicht von gleichmäßig verteilten Daten ausgegangen werden kann. Aus Gründen der Lesbarkeit wurde neben der männlichen nicht auch die weibliche Bezeichnung aufgeführt. Sofern nicht ausdrücklich unterschieden wird, sind mit Patienten daher sowohl männliche als auch weibliche Personen gemeint.

3 Ergebnisse

3.1 Studienverlauf

Im Zeitraum von 01.01.1997 bis 30.06.2013 wurden 485 Patienten mit einer endovaskulären Aneurysmaausschaltung (EVAR) am Universitätsklinikum Ulm behandelt. In Abbildung 2 wird ein Überblick über den Studienverlauf dargestellt:

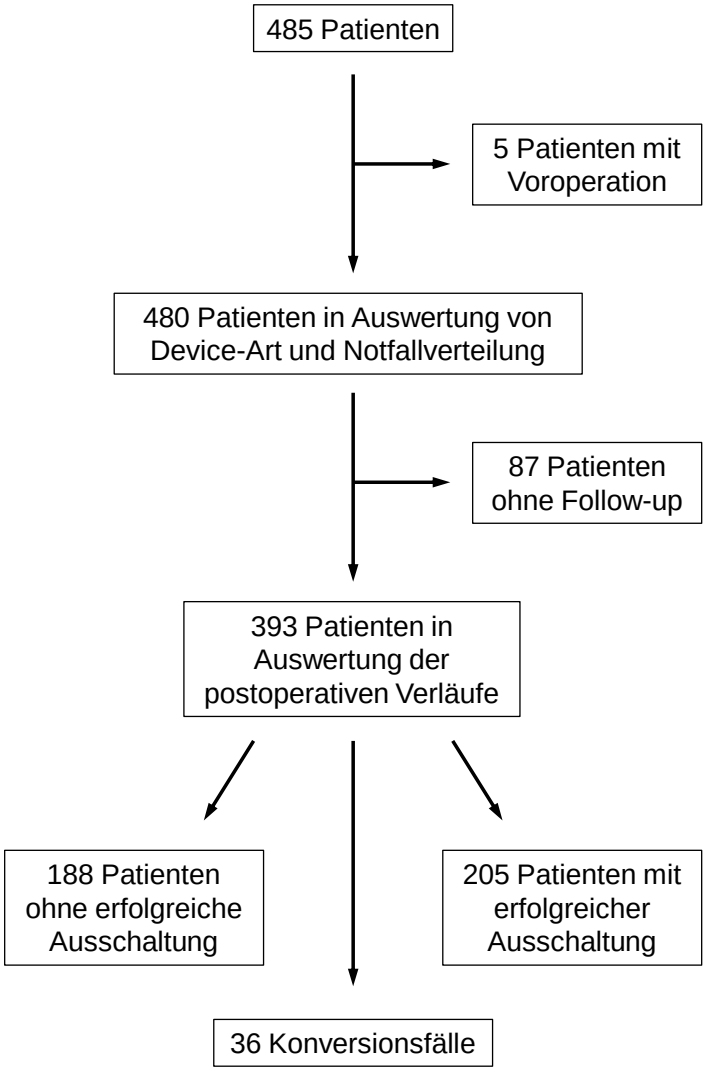


Abbildung 2: Studienverlauf mit Fällen des Universitätsklinikums Ulm im Zeitraum 1997–2013

In die Untersuchungen zur Verteilung unterschiedlicher Device-Arten und zur Verteilung von Dringlichkeiten wurden alle Fälle eingeschlossen, bei denen es sich bei der am Universitätsklinikum Ulm durchgeführten EVAR um die erstmalige Aneurysmaausschaltung handelt. Für alle weiteren Untersuchungen wurde als Einschlusskriterium zusätzlich ein postoperatives Follow-up-Intervall von mindestens einem Monat festgelegt, nach welchem die erste postoperative Kontrolle durchgeführt wurde. Eine Ausnahme besteht für 8 Fälle, bei denen die erste Kontrolle bereits zwischen dem 26. und 30. postoperativen Tag durchgeführt wurde. Auch diese Fälle wurden in die weiteren Untersuchungen eingeschlossen. Sofern eine Assoziation zur endovaskulären Aneurysmaausschaltung besteht, wurden außerdem Fälle eingeschlossen, bei denen ein Versterben des Patienten vor Ablauf des ersten postoperativen Monats bekannt ist.

Von insgesamt 485 gefundenen Patienten wurden fünf am Universitätsklinikum Ulm zwar mit einem Stentgraft behandelt, diese waren jedoch zu einem früheren Zeitpunkt andernorts bereits mit EVAR oder offen operativ versorgt worden, so dass es sich bei den hier durchgeführten Maßnahmen nicht um die erstmalige Aneurysmaausschaltung, sondern um Reinterventionen handelte. Bei weiteren 87 Fällen liegen keine weiteren Informationen vor und das Follow-up-Intervall von einem Monat konnte nicht erfüllt werden.

3.2 Verteilung von Device-Arten und Dringlichkeiten

In die Untersuchung der Verteilung von Device-Arten und der Dringlichkeiten der EVAR wurde alle Patienten eingeschlossen, welche nicht zuvor bereits mittels Stentgraft oder offener Prothese (n = 5) versorgt wurden, unabhängig vom Follow-up-Intervall. Daraus ergibt sich eine Gesamtzahl von 480 in Ulm erstmalig operativ behandelten Patienten. Es wurde zunächst untersucht, ob die durchgeführte endovaskuläre Aneurysmaausschaltung als elektiver Eingriff oder als Notfall erfolgt war: In 421 Fällen (87,7%) handelte es sich um einen elektiven Eingriff. In 59 Fällen (12,3%) erfolgte die endovaskuläre Versorgung als Notfallmaßnahme. Von dieser Gruppe sind 14 Patienten (23,7%) kurz nach oder während der Notoperation verstorben. Die Verteilung der Geschlechter bei Notfällen stellt sich folgendermaßen dar: 47 Patienten (79,7%) sind männlich, in 12 Fällen (20,3%) handelt es sich um weibliche Patientinnen. Der mediane Follow-up-Zeitraum der notfallmäßig operierten Fälle beträgt 1,7 Monate, wobei später konvertierte Patienten nicht berücksichtigt wurden.

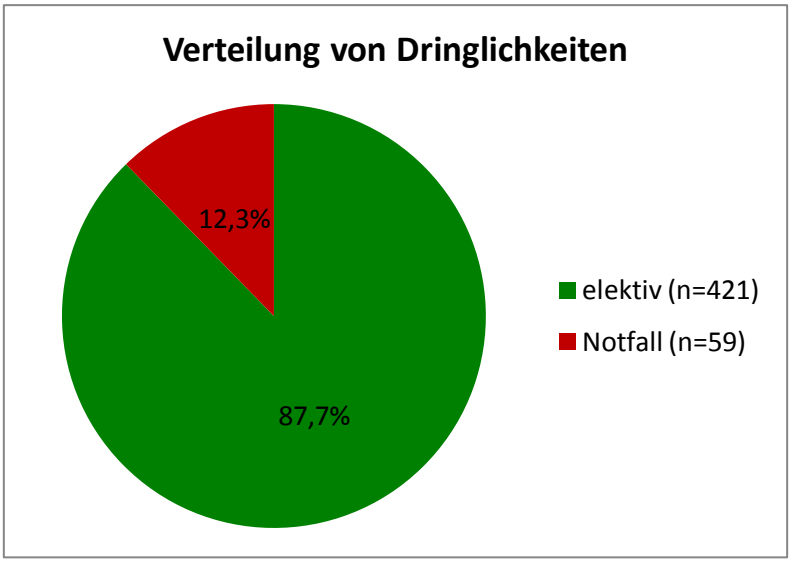


Abbildung 3: Darstellung der Verteilung von elektivem und notfallmäßigem Vorgehen bei endovaskulärer Aneurysmaausschaltung am Universitätsklinikum Ulm im Zeitraum 1997–2013

Bei den verwendeten Devices zur endovaskulären Aneurysmaausschaltung kann prinzipiell zwischen aortobiiliakalen (auch Y-Stentgraft) und aortomonoiliakalen Stentgrafts unterschieden werden. In seltenen Fällen wurden außerdem endovaskuläre Rohrprothesen verwendet. Die Verteilung der unterschiedlichen Device-Arten ist wie folgt: Insgesamt wurden 420 Y-Stentgrafts (87,5%) und 55 aortomonoiliakale Stentgrafts (11,5%) verwendet. In 5 Fällen (1,0%) kamen endovaskuläre Rohrprothesen zum Einsatz.

Bei den 59 notfallmäßig operierten Patienten wurden 32 Y-Stentgrafts (54,2%) und 26 aortomonoiliakale Stentgrafts (44,1%) eingesetzt. In einem Fall (1,7%) wurde eine Rohrprothese verwendet. Dagegen wurden bei den 421 elektiv operierten Patienten 388 Y-Stentgrafts (92,2%) und 29 aortomonoiliakale Stentgrafts (6,9%) verwendet. 4 Patienten erhielten eine Rohrprothese (0,9%).

Für die endovaskuläre Aneurysmaausschaltung kamen Devices verschiedener Hersteller zum Einsatz. In 163 Fällen wurde eine „Talent“-Prothese (Fa. Medtronic) verwendet, wobei es sich in 133 Fällen um eine Y-Prothese, in 29 Fällen um eine aortomonoiliakale Prothese und in einem Fall um eine Rohrprothese handelt. Bei der insgesamt in 113 Fällen verwendeten „Endurant“-Prothese (Fa. Medtronic) handelt es sich in 95 Fällen um eine Y-Prothese und in 18 Fällen um eine aortomonoiliakale Prothese. Bei der 96-mal verwendeten „Excluder“-Prothese (Fa. Gore) handelt es sich in 91 Fällen um eine Y-Prothese und in

5 Fällen um eine aortomonoiliakale Prothese. Die „Zenith“-Prothese (Fa. Cook Medical) kam 52-mal zum Einsatz. Dabei handelt es sich in 49 Fällen um eine Y-Prothese, in 2 Fällen um eine aortomonoiliakale Prothese und in einem Fall um eine Rohrprothese. Die 27-mal eingesetzte „Vanguard“-Prothese (Fa. Boston Scientific) war in 26 Fällen eine Y-Prothese und in einem Fall eine Rohrprothese. Bei der 3-mal verwendeten „AneuRX“-Prothese (Fa. Medtronic) handelt es sich zweimal um eine Y-Prothese und einmal um eine aortomonoiliakale Prothese. Bei allen anderen verwendeten Devices handelt es sich ausschließlich um Y-Prothesen. Abbildung 4 gibt einen Überblick über die verwendeten Devices.

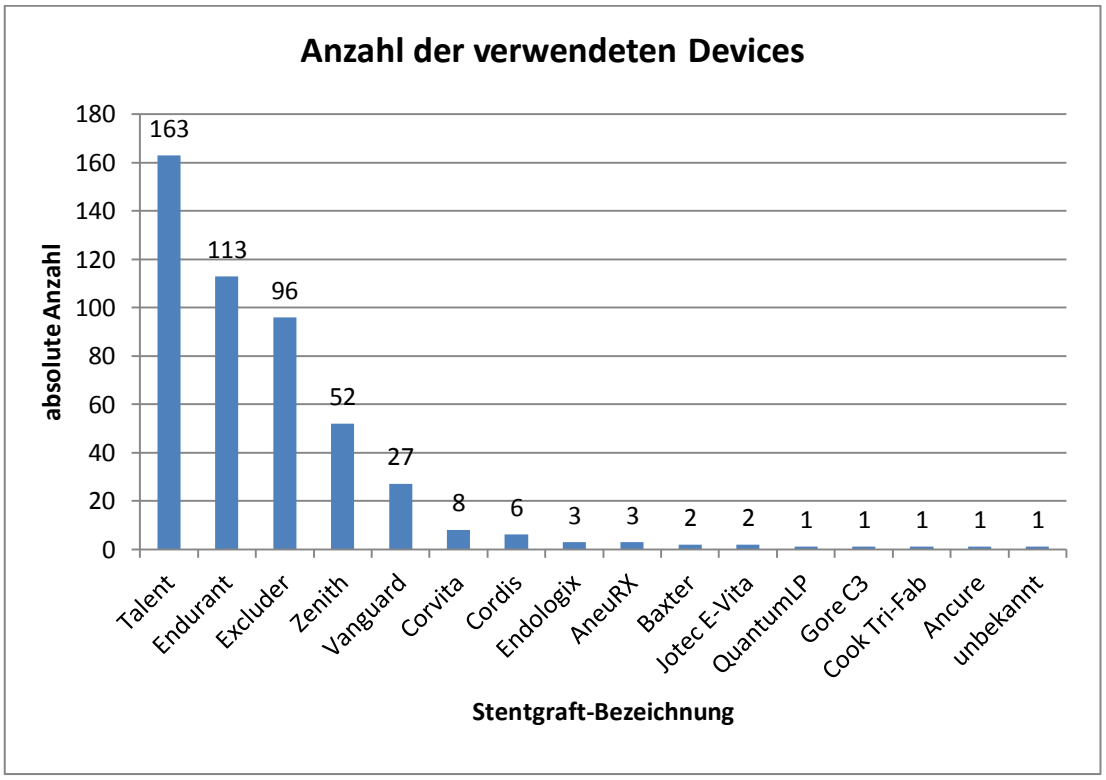


Abbildung 4: Darstellung der Anzahl der für die endovaskuläre Aneurysmaausschaltung verwendeten Devices am Universitätsklinikum Ulm im Zeitraum 1997–2013

3.3 Postoperativer Verlauf nach EVAR

Für die folgenden Untersuchungen wurde eine Gruppe von 393 Patienten zu Grunde gelegt, bei denen zusätzlich zu den bereits angewendeten Einschlusskriterien außerdem ein Follow-up-Intervall bis zur ersten Nachkontrolle nach ungefähr einem Monat besteht (s.o.) oder bei denen ein früheres Versterben mit dem BAA oder dessen Ausschaltung assoziiert ist.

Die Verteilung der Geschlechter bei EVAR stellt sich folgendermaßen dar: 357 Patienten sind männlich (90,6%); 37 Patientinnen sind weiblich (9,4%). Das mediane Alter bei EVAR beträgt geschlechterübergreifend 72,4 Jahre (35,2–91,4) bzw. 78,6 Jahre (46,6–91,4) bei Frauen und 71,7 Jahre (35,2–89,0) bei Männern. Das mediane Follow-up-Intervall dieser Gruppe ohne Berücksichtigung der innerhalb eines Monats verstorbenen oder der im weiteren Verlauf konvertierten Patienten beträgt 21,0 Monate.

Es wurde untersucht, wie sich der postoperative Verlauf nach EVAR darstellte im Hinblick auf den Erfolg der Aneurysmaausschaltung oder das Auftreten von folgenden Komplikationen: Endoleaks des Typs I-IV, Endotension, Dislokation des Devices, Stenosierung oder Thrombosierung. Andere mögliche postoperative Komplikationen wie zum Beispiel Wundheilungsstörungen oder Infektionen während des Klinikaufenthaltes wurden in dieser Studie nicht berücksichtigt. Ein Typ-I-Endoleak wurde in 49 Fällen beschrieben; ein Typ-II-Endoleak wurde in 123 Fällen beschrieben; ein Typ-III-Endoleak wurde in 17 Fällen beschrieben; von einem Typ-IV-Endoleak wurde dagegen nichts berichtet. Eine Endotension trat in 8 Fällen auf; eine Dislokation des Devices wurde in 25 Fällen beobachtet; eine Stenosierung der Prothese trat in 12 Fällen auf; eine Thrombosierung wurde in 27 Fällen beschrieben. Bei weiteren 3 Leckagen konnten keine weiteren Informationen zur Art der Komplikation gefunden werden. Insgesamt handelt es sich also um 264 Komplikationen.

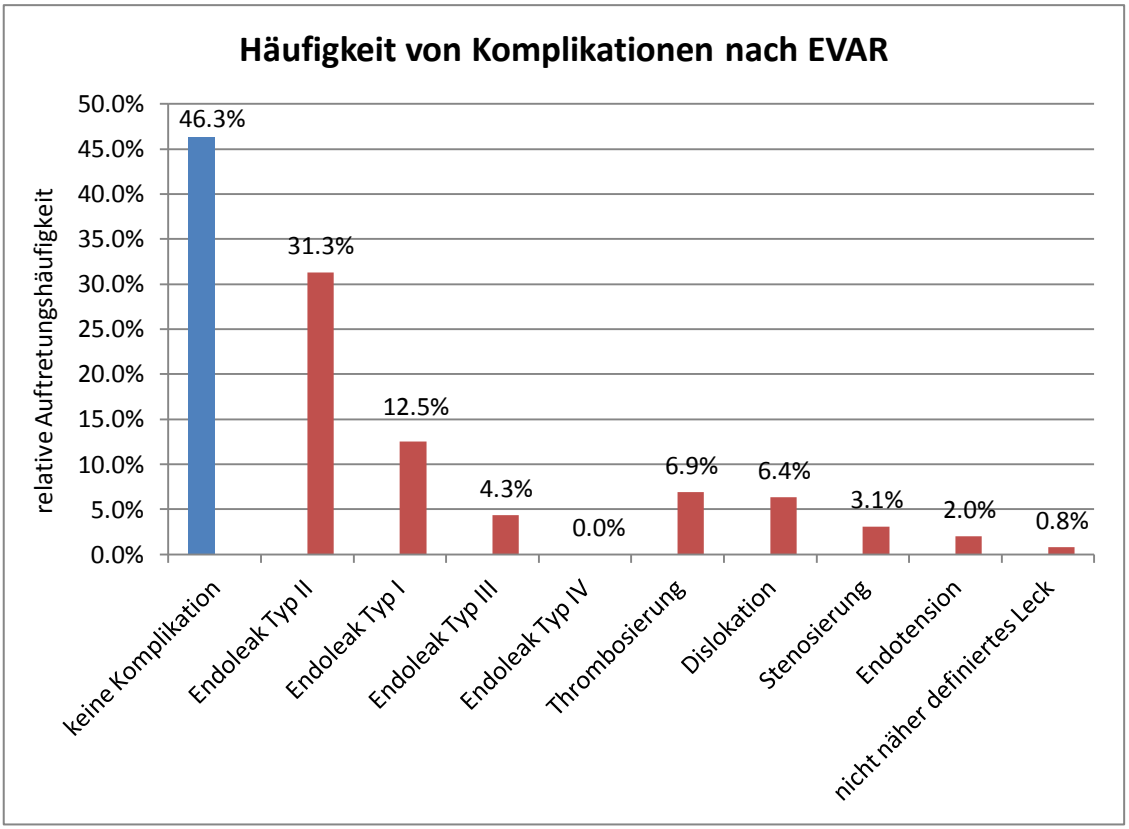


Abbildung 5: Auftretungshäufigkeit von Endoleaks und anderen Komplikationen nach endovaskulärer Aneurysmaausschaltung am Universitätsklinikum Ulm im Zeitraum 1997–2013

In einigen Fällen traten dabei aber mehrere Komplikationen beim selben Patienten auf. Unabhängig vom Erfolg der EVAR trat jeweils eine Komplikation in 166 Fällen (42,2%) auf; jeweils zwei Komplikationen traten in 39 Fällen (9,9%) auf; jeweils drei Komplikationen traten in 4 Fällen (1,0%) auf und jeweils vier Komplikationen traten in 2 Fällen (0,5%) auf. Dabei gilt, dass in den Fällen mit mehreren Komplikationen diese nicht notwendigerweise gleichzeitig, sondern während der gesamten Follow-up-Dauer möglicherweise auch zeitlich versetzt auftraten.

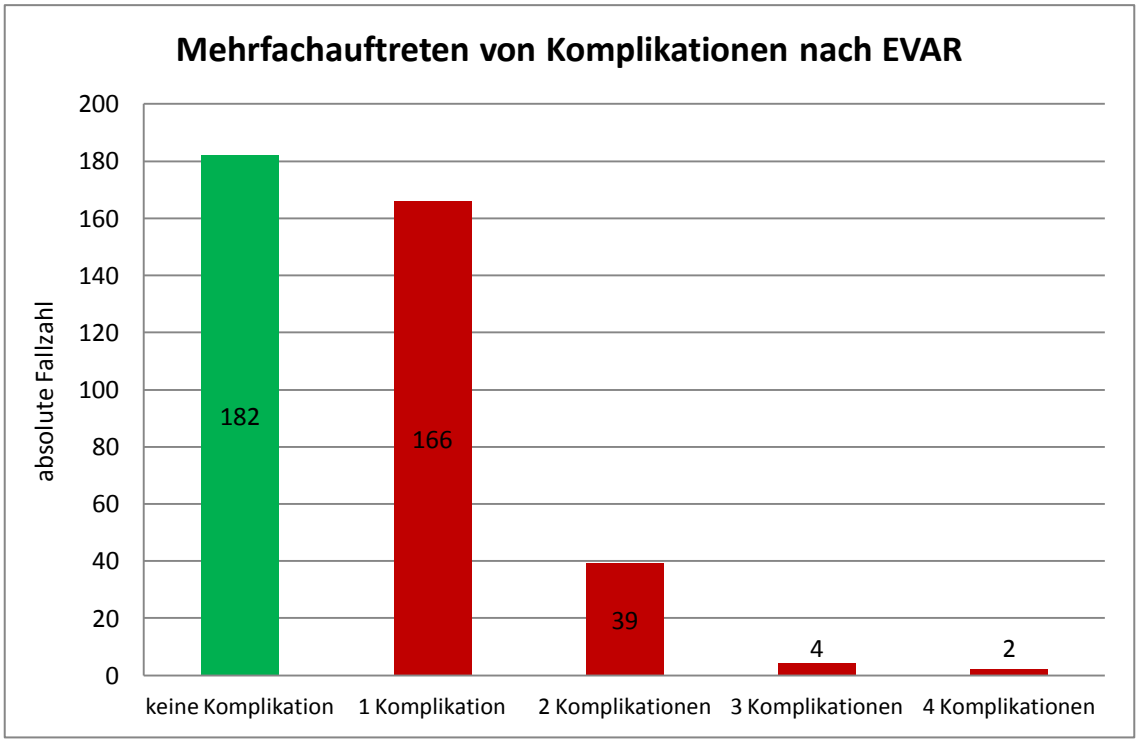


Abbildung 6:Darstellung der Kumulation von Komplikationen nach endovaskulärer Aneurysmaausschaltung am Universitätsklinikum Ulm im Zeitraum 1997–2013

Das alleinige Auftreten einer Stenosierung oder Thrombosierungen des Devices stellt zwar eine gegebenenfalls reinterventionsbedürftige Komplikation dar, ohne dass jedoch eine misslungene Aneurysmaausschaltung vorliegt. Eine Leckage bzw. eine nicht regelrechte Ausschaltung des BAAs liegt bei allen vier Endoleak-Typen sowie bei Endotension und Stentgraft-Dislokation vor. Die Gesamtzahl der Fälle, in denen ein initialer technischer Erfolg vorliegt, setzt sich deshalb zusammen aus den Fällen ohne Komplikation und den Fällen mit einer alleinigen Stenosierung oder Thrombosierung. Bei einigen Patienten trat jedoch außer der Stenosierung oder Thrombosierung noch mindestens eine weitere Leckage auf: In nur 23 Fällen (5,9%) lag eine regelrechte Ausschaltung bei gleichzeitiger Stenosierung oder Thrombosierung vor (15 Fälle mit Thrombosierung, 7 Fälle mit Stenosierung, 1 Fall mit beiden Komplikationen). Daraus ergibt sich, dass in 52,2% der Fälle (205/394) im weiteren Verlauf nach endovaskulärer Aneurysmaausschaltung keine Leckagen auftraten. Ein Aneurysma gilt als ausgeschaltet, wenn kein Endoleak oder eine sonstige Leckage einschließlich Endotension nachweisbar ist. Es besteht die Möglichkeit, dass sich eine zuvor nachgewiesene Leckage spontan verschließt, ohne dass eine Reintervention notwendig ist. Um den langfristigen Erfolg der EVAR beurteilen zu können, wurde daher der Verlauf der Leckagen auch im Hinblick auf einen spontanen Verschluss untersucht: In den

Fällen mit zwei oder mehr Leckagen konnte keine spontane Aneurysmaausschaltung beobachtet werden. In den 166 Fällen, in denen nur eine Leckage vorlag, verschlossen sich im weiteren Verlauf 49 Lecks (29,5%) spontan. Die Erfolgsrate der EVAR setzt sich daher zusammen aus den 205 Fällen ohne Komplikation oder mit alleiniger Stenosierung oder Thrombosierung und den 12,5% (49/393) der Fälle mit einem spontanen Leckageverschluss. Langfristig liegt also bei 64,6% (254/393) der mit EVAR behandelten Patienten eine spontane erfolgreiche Aneurysmaausschaltung vor.

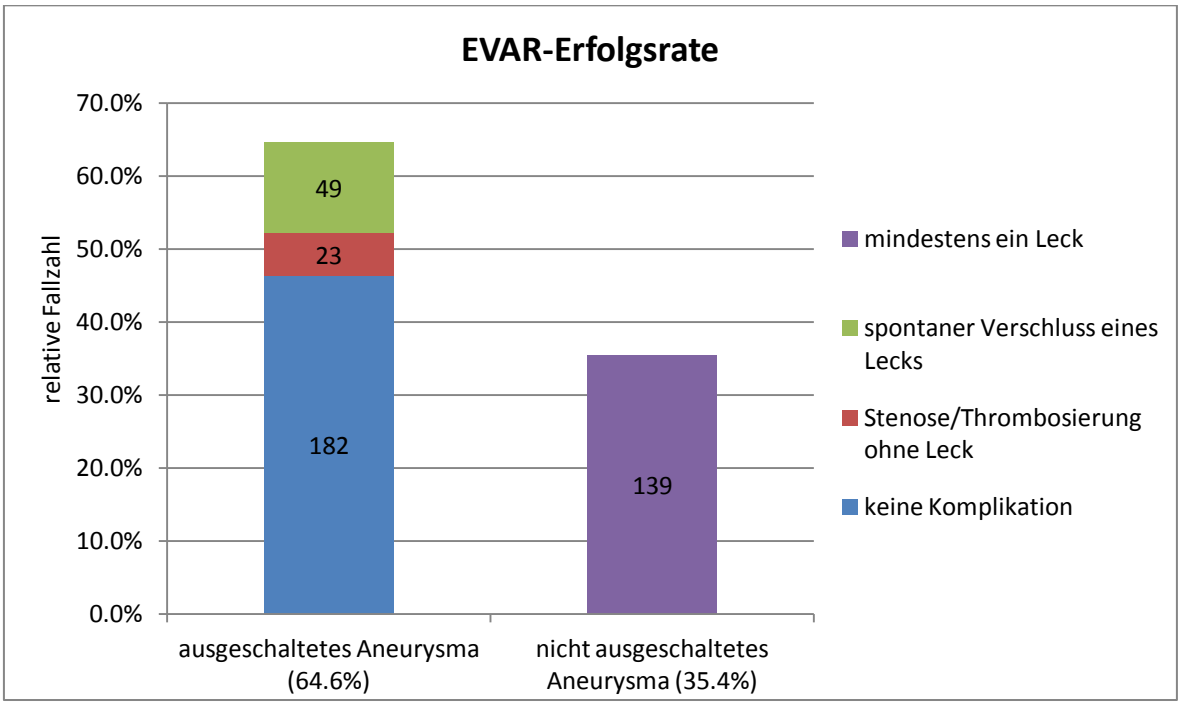


Abbildung 7: Verteilung von erfolgreich ausgeschalteten Bauchaortenaneurysmen nach endovaskulärer Aneurysmaausschaltung am Universitätsklinikum Ulm im Zeitraum 1997–2013

3.3.1 Verläufe der verschiedenen Komplikationsarten

Im folgenden Abschnitt werden die Verläufe der verschiedenen Endoleak-Typen und anderen Komplikationen untersucht. Dabei gilt, dass eine Komplikation einfach gezählt wurde, auch wenn zum Beispiel bei einem Typ-II-Endoleak mehrere Feedergefäße beschrieben wurden. Auch ein vermeintliches Verschwinden bei später wiederholter Diagnostik wurde als Auftreten derselben Komplikation gewertet und deshalb einfach gezählt.

Ein Typ-I-Endoleak trat in 49 Fällen auf. Bei 6 Lecks (6/49 = 12,2%) kam es zu einem Spontanverschluss, bei weiteren 13 Lecks (26,5%) wurden keine Reinterventionsmaßnahmen durchgeführt. Bei 27 Lecks (55,1%) wurden Reinterventionen durchgeführt, wobei Patienten, die später wegen eines Typ-I-Endoleaks konvertiert wurden, hier nicht berück-

sichtigt worden sind: Eine einmalige Überstentung wurde in 19 Fällen durchgeführt; eine zweimalige Überstentung wurde in 2 Fällen durchgeführt; eine einmalige Coilembolisation wurde in 3 Fällen durchgeführt; eine zweimalige Coilembolisation wurde in einem Fall durchgeführt. Zusätzlich wurde in einem Fall je eine Überstentung und eine Coilembolisation und in einem weiteren Falle je eine Überstentung und eine Nachdilatation durchgeführt. Insgesamt wurden als Reinterventionsmaßnahme ohne nachfolgende Konversionsoperation auf Grund eines Typ-I-Endoleaks daher 25 Überstentungen, 6 Coilembolisationen und eine Dilatation durchgeführt. Zusätzlich wurden insgesamt 3 Patienten (6,1%) auf Grund eines persistierenden Typ-I-Endoleaks konvertiert.

Ein Typ-II-Endoleak trat bei 123 Patienten auf. Bei 51 Lecks (50/123 = 41,5%) kam es zu einem Spontanverschluss, bei weiteren 31 Lecks (25,2%) wurden keine Reinterventionsmaßnahmen durchgeführt. Bei 32 Lecks (26,0%) wurden endovaskuläre Reinterventionen durchgeführt, wobei Fälle, die später wegen eines Typ-II-Endoleaks konvertiert wurden, nicht mitgezählt wurden: In 22 Fällen wurde eine einmalige Coilembolisation durchgeführt; in 6 Fällen wurde zwei Coilembolisationen durchgeführt; in einem Fall wurden drei Coilembolisationen durchgeführt. In einem Fall wurde sowohl eine Coilembolisation als auch eine offene Gefäßligatur durchgeführt; in weiteren 2 Fällen wurde je eine offene Gefäßligatur durchgeführt. Insgesamt wurden als Reinterventionsmaßnahme ohne nachfolgende Konversionsoperation auf Grund eines Typ-II-Endoleaks 38 Coilembolisationen und 3 Gefäßligaturen durchgeführt. In 9 Fällen wurde eine Konversion wegen eines Typ-II-Endoleaks durchgeführt (7,3%).

Ein Typ-III-Endoleak trat in 17 Fällen auf. In 8 Fällen (8/17 = 47,1%) kam es zu einem spontanen Verschluss bzw. es lag keine Nachweisbarkeit in der nachfolgenden Follow-up Untersuchung mehr vor. In 2 Fällen (11,8%) persistierte das Leck, ohne dass weitere Maßnahmen ergriffen wurden. Bei 6 Patienten (35,3%) kam es zu Reinterventionen, wobei Fälle, die später wegen eines Typ-III-Endoleaks konvertiert wurden, nicht mitgezählt wurden: In 5 Fällen wurde das Leck überstentet; In einem Fall wurde eine Coilembolisation durchgeführt. Bei einem Patienten musste auf Grund des Typ-III-Endoleaks eine Konversion zur offenen Aneurysmaausschaltung durchgeführt werden.

Eine Endotension wurde in 8 Fällen diagnostiziert. In einem Fall (12,5%) war zu einem späteren Zeitpunkt kein Nachweis mehr möglich. In 3 Fällen (37,5%) persistierte die Endotension, ohne dass weitere Maßnahmen ergriffen wurden. Endovaskuläre Reinterventionen

ohne nachfolgende Konversionsoperation existieren nicht. Auf Grund einer Endotension mussten 4 Patienten (50,0%) konvertiert werden.

Eine Dislokation des Stentgrafts wurde 25-mal beobachtet. Es kam zu keinem spontanen Verschluss. In 3 Fällen (3/25 = 12,0%) persistierte die Komplikation, ohne dass weitere Maßnahmen durchgeführt wurden. In 10 Fällen (40,0%) wurden endovaskuläre Reinterventionen durchgeführt, wobei auch hier spätere Konversionsfälle nicht erfasst wurden: 6 Komplikationen wurden mit je einer Überstentung versorgt. In 3 Fällen wurden je 2 Überstentungen durchgeführt. In einem Fall wurde eine Nachdilatation durchgeführt. In 12 Fällen (48,0%) musste auf Grund der Dislokation eine Konversion zur offenen Aneurysmaausschaltung durchgeführt werden.

Eine Knickbildung oder andersartige Stenosierung des Stentgrafts mit Ausnahme von Thrombosierungen, welche separat erfasst wurden, trat in 12 Fällen auf. Ein spontanes Verschwinden der Komplikation konnte nicht beobachtet werden. In 2 Fällen (2/12 = 16,7%) persistierte die Komplikation, ohne dass weitere Maßnahmen ergriffen wurden. In 10 Fällen (83,3%) wurden Reinterventionen durchgeführt: Bei einem Patienten wurde eine Ballondilatation durchgeführt. In 6 Fällen wurde je einmal eine Überstentung vorgenommen. In einem Fall wurden dreimal Überstentungen vorgenommen. Bei einem Patienten wurde ein Cross-over Bypass angelegt. Ein Patient erhielt sowohl eine Überstentung als auch eine Nachdilatation des Devices. Bei dem Fall mit drei Überstentungen kam es im weiteren Verlauf zu einer Stentgraft-Fragmentation, die eine Konversion zur offenen Aneurysmaausschaltung notwendig machte.

Ein Prothesenverschluss durch eine Thrombosierung trat bei 27 Patienten auf. Da geringe wandständige Thrombosierungen nicht als Komplikation erfasst wurden, handelt es sich hier um Fälle, die alle reinterventionell behandelt werden mussten. In einem Fall (3,7%) führte dies zur Konversion. In 15 Fällen (55,6%) wurde ein Cross-Over-Bypass angelegt, wovon bei 10 Fällen eine frustrane Thrombektomie vorausging; In 5 Fällen (18,5%) war eine alleinige Thrombektomie erfolgreich. In 2 Fällen (7,4%) wurde eine Überstentung vorgenommen. In weiteren 2 Fällen (7,4%) wurde die Thrombose sowohl mit einer Thrombektomie als auch mit einer Überstentung behandelt. In einem weiteren Fall wurde ein Cross-Over-Bypass mit einer Überstentung kombiniert. Bei einem Patienten (3,7%) wurde ein axillo-femoraler Bypass angelegt.

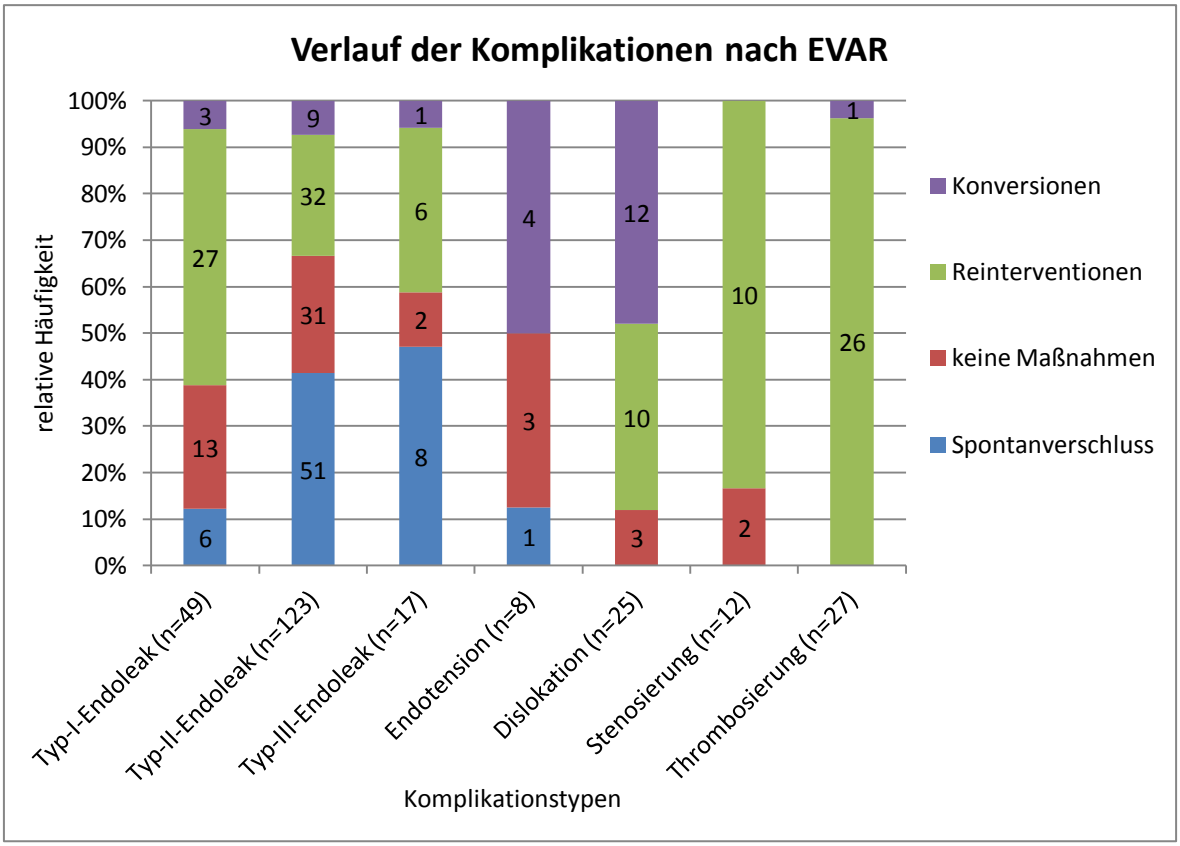


Abbildung 8: Überblick über die Verläufe der verschiedenen Komplikationen nach endovaskulärer Aneurysmaausschaltung am Universitätsklinikum Ulm im Zeitraum 1997–2013

3.4 Konversionen zur offenen Aneurysmaausschaltung

Von den 393 Patienten mit endovaskulärer Aneurysmaausschaltung erhielten im weiteren Verlauf 36 Patienten eine Konversion zur offenen Aneurysmaausschaltung. Dies entspricht einer Konversionsrate von insgesamt 9,2%. Es handelt sich dabei in 32 Fällen (8,2%) um Konversionsoperationen nach mehr als 30 Tagen nach der EVAR, welche als late conversions bezeichnet werden. In 4 Fällen (1,0%) handelt es sich um early conversions nach längstens 30 Tagen nach der EVAR. Die Verteilung der Geschlechter für alle Konversionen stellt sich folgendermaßen dar: In 35 Fällen (97,2%) handelt es sich um männliche Patienten, in einem Fall (2,8%) handelt es sich um eine weibliche Patientin. Bei den late conversions sind 96,9% (31/32) männlich und 3,1% (1/32) weiblich. Bei den early conversions sind alle Patienten männlich. Das mediane Alter der männlichen Patienten bei late conversion lag bei 73,3 Jahren (55,1–83,4). Die weibliche Patientin war bei der Konversion 92,7 Jahre alt. Das mediane Alter bei early conversion lag bei 63,1 Jahren (59,1–76,4). Die einer early conversion zu Grunde liegenden EVARs waren alle als elektive Eingriffe durchgeführt worden. Die einer late conversion vorausgegangenen EVARs waren in 6 Fällen (18,8%) als Notfallmaßnahme durchgeführt worden. Von 353 Patienten, bei denen die endovaskuläre Aneurysmaausschaltung elektiv erfolgt war, wurde später bei 26 Patienten (7,4%) eine late conversion durchgeführt. Von 40 Patienten, bei denen die endovaskuläre Aneurysmaausschaltung notfallmäßig erfolgt war, wurde später bei 6 Patienten (15,0%) eine late conversion durchgeführt.

3.4.1 Ursächliche Komplikationsart

Es wurde untersucht, welche Komplikation zu einer Konversion zur offenen Aneurysmaausschaltung führte. In den Fällen einer early conversion stellen sich die ursächlichen Komplikationen folgendermaßen dar: In 3 Fällen lag eine Minderperfusion der Nierenarterien bei fehlerhafter Stentgraft-Platzierung vor. Im vierten Fall bestand ein Typ-I-Endoleak, welches durch endovaskuläre Reinterventionen nicht auszuschalten war. In den Fällen einer late conversion stellen sich die ursächlichen Komplikationen folgendermaßen dar: In 12 Fällen lag der Konversion eine Dislokation des Devices zu Grunde. In 9 Fällen war ein Typ-II-Endoleak ursächlich. In 4 Fällen führte eine Endotension zur Konversion. In jeweils 2 Fällen lag der Konversion ein Typ-I-Endoleak oder ein Bruch des Devices zu Grunde. Mit jeweils einem Fall sind ein Typ-III-Endoleak, eine Thrombosierung und eine Infektion des Devices ursächlich für die Konversion.

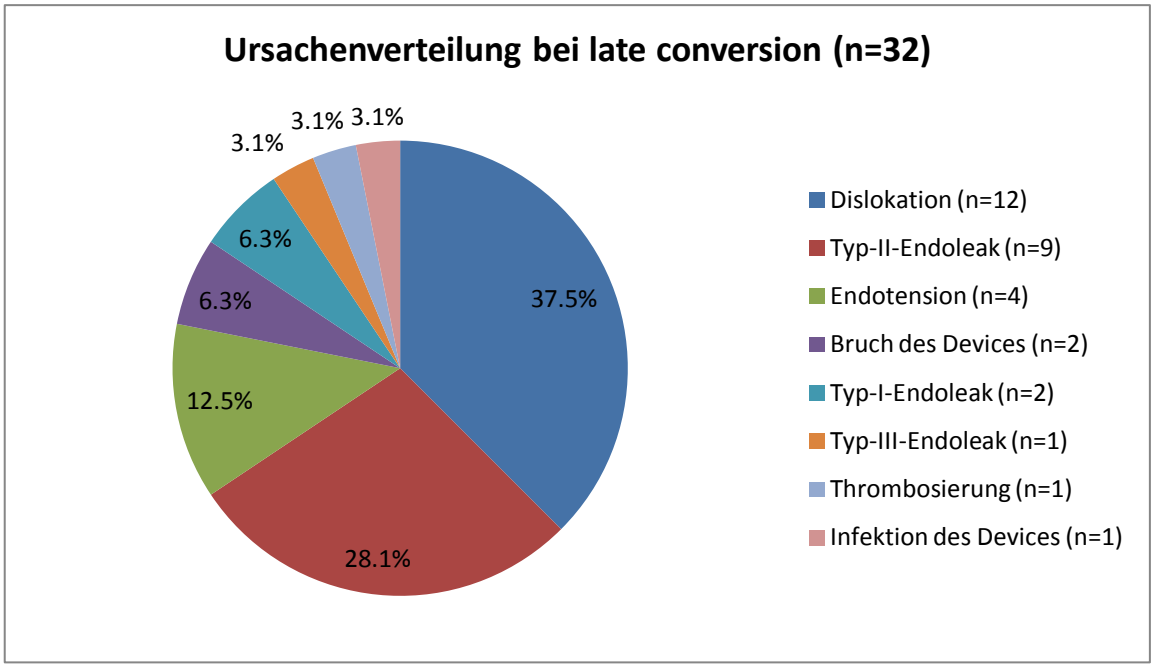


Abbildung 9: Verteilung der ursächlichen Komplikationen bei late conversion am Universitätsklinikum Ulm im Zeitraum 1997–2013

3.4.2 Zeitpunkt der vorausgegangenen EVAR

Die nachfolgende Abbildung 10 gibt einen Überblick über den Zeitpunkt der endovaskulären Aneurysmaausschaltung in den Fällen, in denen zu einem späteren Zeitpunkt eine Konversion zu offenen Aneurysmaausschaltung erfolgte.

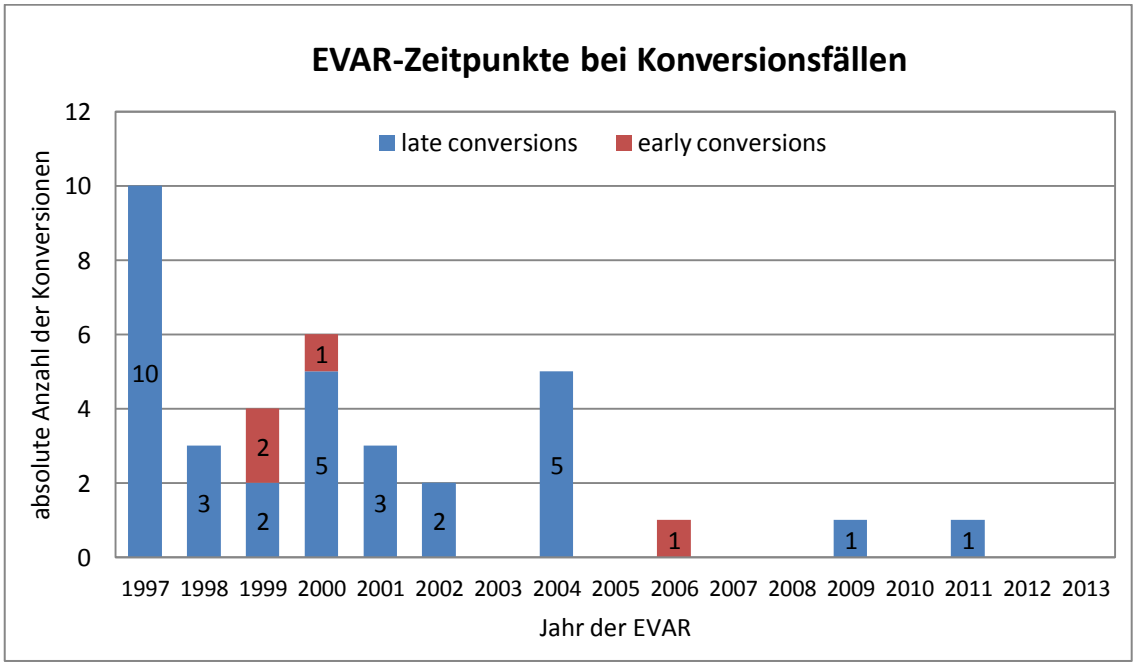


Abbildung 10: Zeitpunkte der endovaskulären Aneurysmaausschaltung am Universitätsklinikum Ulm im Zeitraum 1997–2013 bei später konvertierten Patienten

Da die Anzahl der insgesamt im Rahmen dieser Studie erfassten EVARs von Jahr zu Jahr variiert, wurden zunächst 4 Zeiträume eingeteilt und die Anzahl der jeweils durchgeführten EVARs grafisch dargestellt. Die Zeiträume betragen dabei jeweils 48 Monate mit Ausnahme des letzten, bei dem die erste Hälfte des Jahres 2013 die Zeitspanne auf 54 Monate erhöht.

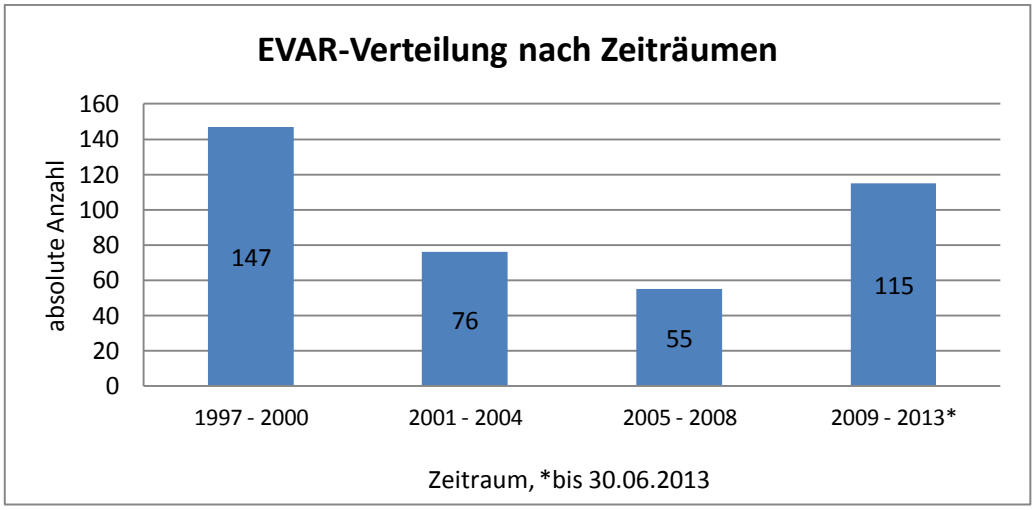


Abbildung 11: Anzahl der am Universitätsklinikum Ulm im Zeitraum 1997–2013 durchgeführten endovaskulären Aneurysmaausschaltungen pro Zeitintervall

Nun kann die Häufigkeit der Konversionsoperationen in Abhängigkeit des Zeitraumes, in dem die vorausgegangene EVAR stattgefunden hatte, dargestellt werden. Die unterschiedliche Anzahl von endovaskulären Aneurysmaausschaltungen wird damit als Störgröße eliminiert.

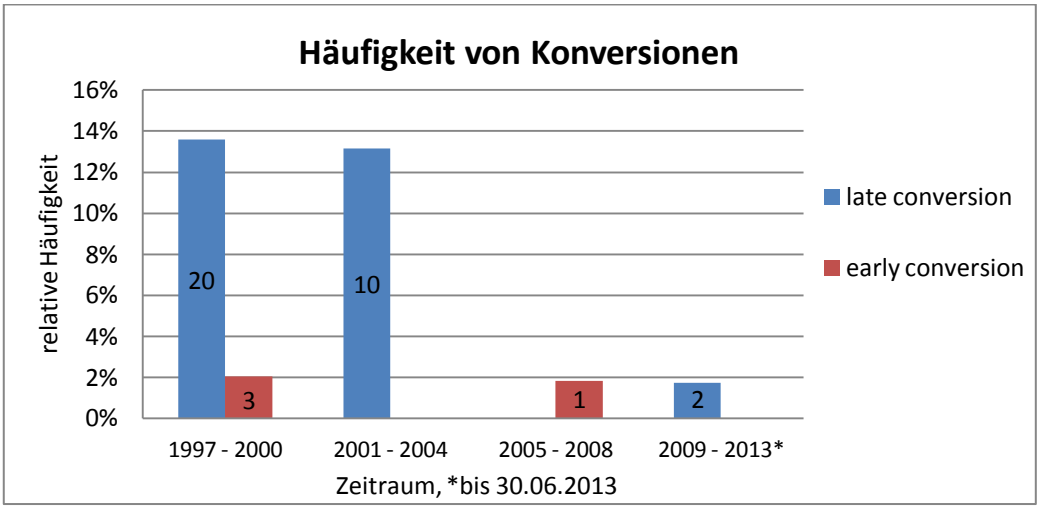


Abbildung 12: Häufigkeit von Konversionen in Abhängigkeit des Zeitpunktes der zu Grunde liegenden endovaskulären Aneurysmaausschaltung am Universitätsklinikum Ulm im Zeitraum 1997–2013

3.4.3 Zeitintervall von endovaskulärer Versorgung bis Konversionsoperation

Es wurde untersucht, wie sich die Zeitintervalle zwischen endovaskulärer Aneurysmaausschaltung und der Konversion zur offenen Aneurysmaausschaltung in den Fällen einer late conversion darstellen. Unabhängig von der für die Konversion ursächlichen Komplikation beträgt das mediane Zeitintervall zwischen EVAR und Konversion 49,5 Monate. Die früheste Konversion erfolgte bereits 1,4 Monate nach EVAR, wobei eine Infektion zu Grunde lag. Das längste beobachtete Zeitintervall beträgt 169,7 Monate. Hierbei lag eine Endotension zu Grunde. Die nachfolgende Abbildung 13 zeigt, in welchem zeitlichen Abstand zur endovaskulären Aneurysmaausschaltung die entsprechende Konversion zur offenen Aneurysmaausschaltung erfolgte.

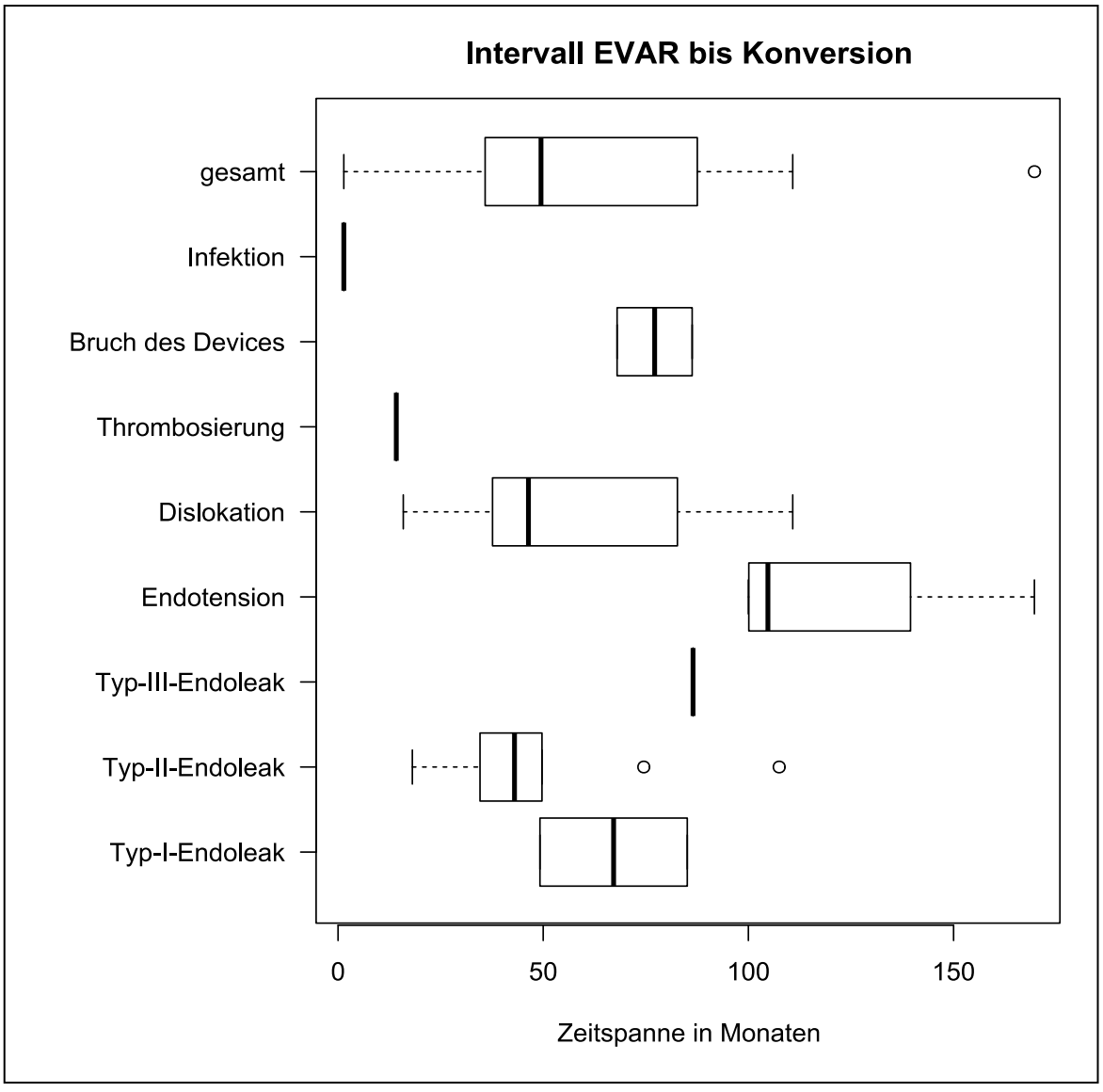


Abbildung 13: Darstellung der Intervalle zwischen endovaskulärer Aneurysmaausschaltung und Konversion bei late conversions am Universitätsklinikum Ulm im Zeitraum 1997–2013

Im Gegensatz zu Abbildung 10, bei der die Zeitpunkte der endovaskulären Aneurysmaausschaltung dargestellt sind, sind in der nachfolgenden Abbildung 14 die Zeitpunkte der Konversionsoperationen selbst dargestellt. Zusätzlich wurde zwischen den Konversionsursachen unterschieden.

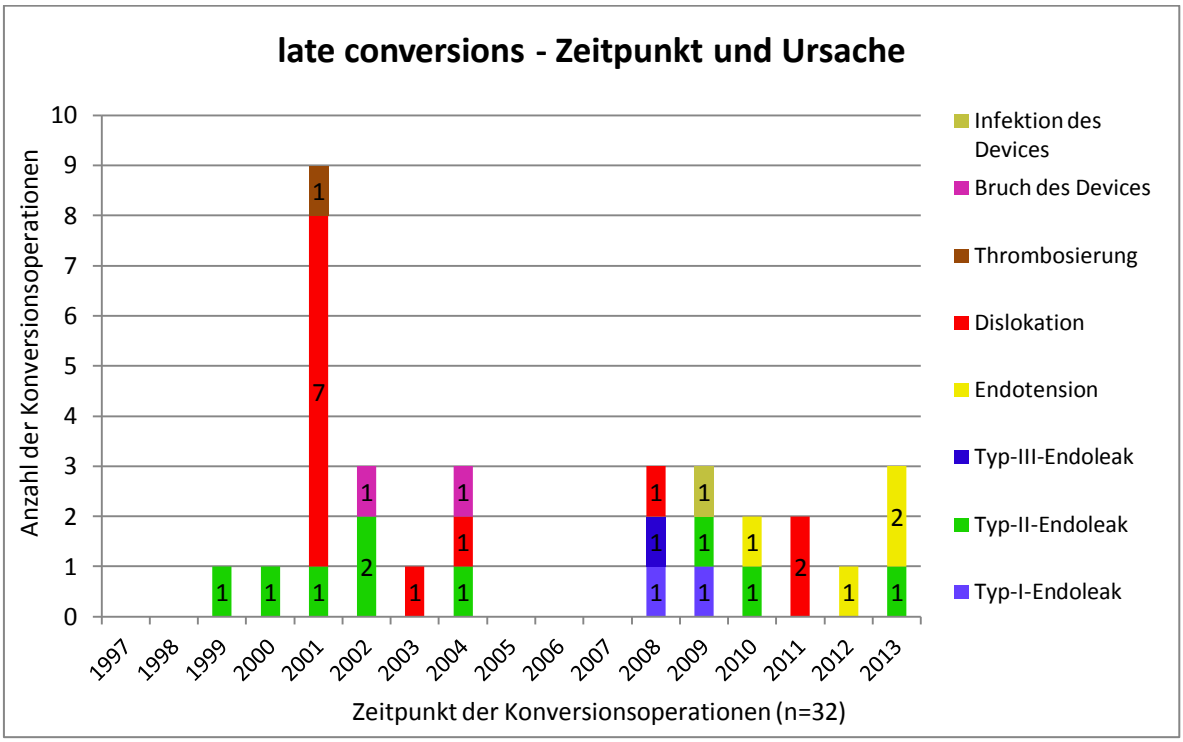


Abbildung 14: Darstellung von Zeitpunkt und Ursache der late conversions am Universitätsklinikum Ulm im Zeitraum 1997–2013

3.4.4 Vorausgegangene endovaskuläre Reintervention

Es stellt sich weiterhin die Frage, in wie vielen Fällen eine Konversionsoperation trotz vorausgegangener endovaskulärer Reintervention notwendig war bzw. in wie vielen Fällen eine endovaskuläre Reintervention die entsprechende Leckage nicht suffizient ausschalten konnte:

Auf Grund eines persistierenden Typ-I-Endoleaks wurden insgesamt 3 Patienten konvertiert. In zwei Fällen handelt es sich um late conversions nach 49,2 und 85,1 Monaten. Dabei gingen in einem Fall 2 Reinterventionen durch Überstentung voraus, im anderen Fall ging eine einfache Überstentung der Konversion voraus. Im dritten Fall handelt es sich um eine early conversion nach 15 Tagen. Hier wurde zuvor eine Abdichtung durch Coilembolisation versucht.

Wegen eines Typ-II-Endoleaks wurde in 9 Fällen eine Konversion durchgeführt. Vorausgehend wurde bei 3 Lecks je eine Coilembolisation durchgeführt. Bei 4 Lecks wurden jeweils zwei, bei einem Leck drei und bei einem weiteren Leck vier Coilembolisationen durchgeführt. In allen Fällen handelt es sich um late conversions mit einem medianen EVAR-Konversions-Intervall von 43,0 Monaten (18,1–107,5).

Auf Grund eines Typ-III-Endoleaks musste bei einem Patienten eine Konversion zur offenen Aneurysmaausschaltung durchgeführt werden. Dabei ging eine einmalige Überstentung voraus. Es handelt sich um eine late conversion nach 86,5 Monaten.

Auf Grund einer Endotension mussten 4 Patienten konvertiert werden. In 2 Fällen war dabei keine endovaskuläre Reintervention vorausgegangen. Bei 2 Patienten wurde zuvor eine endovaskuläre Reintervention durch Coilembolisation durchgeführt, wobei ein Patient zusätzlich überstentet wurde. Es handelt sich in allen Fällen um late conversions mit einem medianen Zeitintervall zwischen EVAR und Konversion von 104,8 Monaten (100,0–169,7).

Auf Grund der Dislokation musste in 12 Fällen eine Konversion zur offenen Aneurysmaausschaltung durchgeführt werden. Dabei war in 8 Fällen keine Reintervention vorausgegangen. In 4 Fällen führten die vorausgegangenen endovaskulären Reinterventionen nicht zu einer suffizienten Aneurysmaausschaltung. Es handelt sich dabei in zwei Fällen um eine einfache Überstentung. In einem Fall gingen der Konversion zwei Überstentungen voraus und in einem weiteren Fall wurde vor der Konversion je eine Überstentung und eine Coilembolisation durchgeführt. Es handelt sich in allen Fällen um late conversions mit einem medianen Zeitintervall zwischen EVAR und Konversion von 46,4 Monaten (15,9–110,8).

Eine Stentgraft-Fragmentation war in 2 Fällen die Ursache für eine Konversion. Bei einem Fall waren zuvor wegen einer Stenosierung 3 Überstentungen durchgeführt worden. Im anderen Fall waren bei einem spontanen Verschluss eines Typ-I-Endoleaks zuvor keine endovaskulären Reinterventionen durchgeführt worden. Der Bruch des Devices selbst wurde also in beiden Fällen nicht durch endovaskuläre Reintervention versorgt. Das Zeitintervall zwischen EVAR und Konversionsoperation beträgt hier 86,3 bzw. 68,0 Monate.

Eine Thrombosierung des Devices führte in einem Fall zur Konversion. Es handelt sich dabei um eine late conversion nach 14,2 Monaten. Die Operation wurde im Zuge einer frustranen Reintervention durch Überstentung durchgeführt.

Tabelle 1: Anteil der vorausgegangenen endovaskulären Reinterventionen an den für Konversion ursächlichen Komplikationen am Universitätsklinikum Ulm im Zeitraum 1997–2013

Art der Komplikation	Anzahl	zuvor durch endovaskuläre Reintervention behandelt	
Typ-I-Endoleak	2	2	100%
Typ-II-Endoleak	9	9	100%
Typ-III-Endoleak	1	1	100%
Endotension	4	2	50%
Dislokation	12	4	33%
Thrombosierung	1	0	0%
Device-Bruch	2	0	0%
Infektion	1	0	0%
gesamt	32	18	56%

3.4.5 Dringlichkeit und Mortalität

In 5 Fällen (15,6%) der Gruppe von late conversions erfolgte die Konversionsoperation als notfallmäßige Intervention bei rupturiertem Aneurysma: In je 2 Fällen bei Typ-I-Endoleak und bei Dislokation sowie in einem Fall bei Endotension. In einem Fall mit der Ursache Typ-I-Endoleak verstarb der Patient während der Operation. In einem weiteren Fall mit der Ursache Dislokation verstarb der Patient nach 5 Tagen trotz Revision bei retroperitonealen Blutungen. In den verbleibenden drei Notfallkonversionsfällen besteht ein Follow-up von 1,5; 34,1 und 137,8 Monaten. Hinweise auf einen Exitus letalis liegen hier nicht vor. Damit besteht eine perioperative Mortalität, die als Mortalität während oder innerhalb von 30 Tagen nach der Operation definiert wird, von 40% (2/5) für die Fälle einer late conversion bei vorliegender Aneurysmaruptur. Für die 27 elektiv konvertierten Patienten beträgt die perioperative Mortalität 3,7% (1/27). Unabhängig von der Dringlichkeit beträgt die perioperative Mortalität bei late conversion 9,4% (3/32). Die Mindestüberlebensspanne, also der Zeitraum nach Konversionsoperation, innerhalb welchem verschiedene Informationen ein Überleben des Patienten belegen, beträgt für alle Fälle einer late conversion im Median 37,7 Monate (0,2–157,2). Hierbei wurden die Fälle einer perioperativen Mortalität nicht mitgerechnet.

Bei den Fällen einer early conversion lag keine Ruptur des Aneurysmas vor. Eine perioperative Mortalität wurde nicht beobachtet. Die mediane Mindestüberlebensspanne beträgt hier 2,5 Monate (0,4–77,3).

3.4.6 Suprarenales Clamping und weitere Parameter

Im Zuge der Konversionsoperation ist ein Ausklemmen der Aorta (engl.: clamping) notwendig. Abhängig von den anatomischen Gegebenheiten und auch von der Lage des Stentgrafts, der wenn möglich entfernt wird, muss in manchen Fällen eine Positionierung der Klemme proximal der Nierenarterienabgänge gewählt werden. Man spricht dabei von einem suprarenalen clamping. Bei den 32 Fällen einer late conversion konnte in 23 Fällen (71,9%) ein suprarenales clamping vermieden werden. Darunter befindet sich auch der Fall des Patienten, der während der Konversionsoperation verstorben ist. Dieser konnte in der Darstellung der Nierenfunktion deshalb nicht berücksichtigt werden. Bei den verbleibenden 22 Patienten musste in 15 Fällen (68,2%) keine Therapie erfolgen und in 7 Fällen (32,8%) die Nierenfunktion nur medikamentös stimuliert werden. Ebenso konnte bei 3 Fällen (75,0%) einer early conversion ein suprarenales clamping vermieden werden. Bei den verbleibenden 9 Fällen einer late conversion (28,1%), bei denen ein suprarenales clamping erforderlich war, liegt die mediane suprarenale clamping-Dauer bei 17 Minuten (1–46). Danach blieb ein Patient (11,1%) mit einer clamping-Dauer von 35 Minuten dauerhaft dialysepflichtig mit einem insgesamt schwierigen Verlauf von 34 Tagen Intensivstationsaufenthalt und 23 Beatmungstagen. Bei weiteren 2 der 9 Patienten (22,2%) war keine Therapie erforderlich und bei 6 Fällen (66,7%) war eine medikamentöse Stimulierung ausreichend. Im vierten Fall einer early conversion konnte die Freigabe des Blutstroms in die Nierenarterien erst nach 195 Minuten erfolgen. Im Anschluss daran war eine vorübergehende Nierenersatztherapie erforderlich. Die Folgen für die postoperative Nierenfunktion für alle Konversionsoperationen gemeinsam stellen sich folgendermaßen dar:

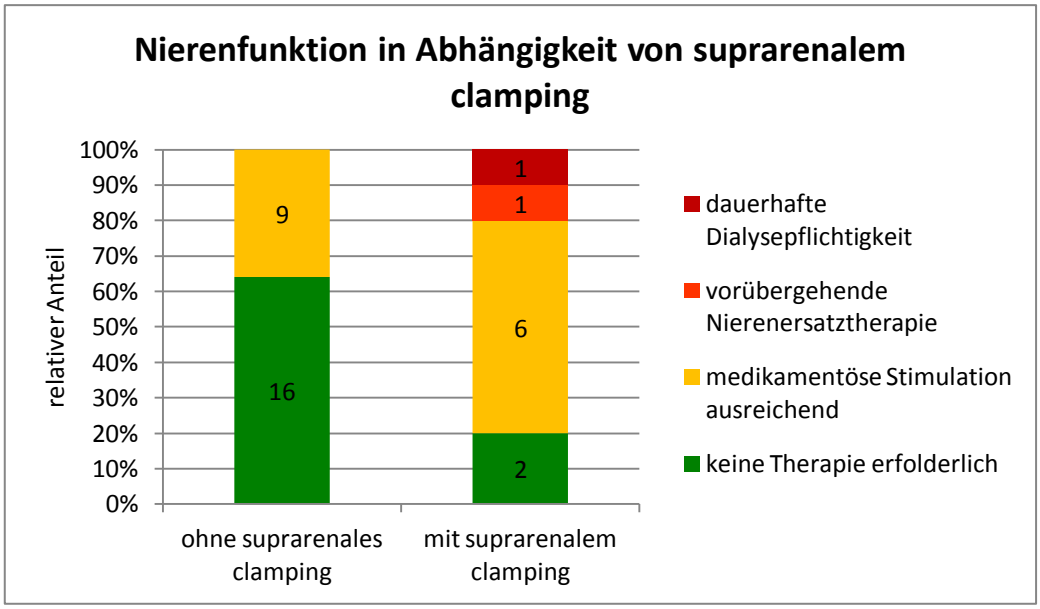


Abbildung 15: Nierenfunktion nach Konversionsoperation in Abhängigkeit von suprarenalem clamping am Universitätsklinikum Ulm im Zeitraum 1997–2013

Die mediane Operationsdauer beträgt für alle 36 Konversionsfälle 227 Minuten (115–440). Dabei wurde in 23 Fällen ein medianer transperitonealer Operationszugang und in 13 Fällen ein retroperitonealer Zugang gewählt. Die mediane Aufenthaltsdauer auf der Intensivstation nach der Konversionsoperation beträgt 4 Tage (0–53). Die gesamte stationäre Aufenthaltsdauer beträgt im Median 15 Tage (0–79). Der Verbrauch von Erythrozytenkonzentraten (EK) wurde als Summe der im OP und anschließend auf Intensivstation verabreichten Präparate erfasst. Er beträgt für alle Fälle im Median 5 EKs (0–104). Bei den Fällen, bei denen eine Ruptur des Aneurysmas bestand, beträgt der Verbrauch 10 EKs (4–27). Eine postoperative Beatmung des Patienten war in 22 Fällen notwendig. Die mediane Beatmungsdauer beträgt 1 Tag (1–48). Bei separater Betrachtung der Fälle mit einer Ruptur war eine Beatmung in 3 der 5 Fälle notwendig und beträgt im Median ebenfalls 1 Tag (1–6).

4 Diskussion

4.1 Studienverlauf und Untersuchungszeitraum

Für die vorliegende Studie wurde der Zeitraum von 01.01.1997 bis 30.06.2013 untersucht. Damit kann ein Großteil der EVAR-Ergebnisse am Universitätsklinikum erfasst werden, da vor Beginn dieses Zeitraumes nur wenige EVARs durchgeführt worden waren. Mit der Erfassung der Daten wurde im November 2013 begonnen, so dass zwischen der zuletzt erfassten EVAR und dem Beginn der Datenerfassung ein Zeitintervall von mindestens vier Monaten als Follow-up-Zeitraum für eventuelle Kontrolluntersuchungen zur Verfügung steht.

4.2 Verteilung von Dringlichkeiten und Devices

In die Untersuchung der Verteilung von Notfällen und Device-Arten wurden bewusst auch Patienten mit eingeschlossen, bei denen es keine weiteren Follow-up Informationen gibt, da hier ein Überblick über das am Universitätsklinikum Ulm behandelte Patientengut gegeben werden soll. Ausgeschlossen wurden deshalb lediglich 5 Fälle, bei denen es sich bei der hier durchgeführten EVAR um eine Reintervention eines früheren Versuches der Aneurysmaausschaltung handelte. Somit ergibt sich ein Anteil von EVARs, welche als Notfallmaßnahme durchgeführt wurden, von 12,3% (59/480). Dabei fällt auf, dass das mediane Follow-up Intervall in dieser Gruppe mit 1,7 Monaten deutlich kürzer ist als das mediane Follow-up Intervall der Gruppe der elektiv behandelten Patienten, welches hier bei 13,6 Monaten liegt. In beiden Gruppen wurden dabei jeweils später konvertierte Patienten nicht berücksichtigt. Dieser Unterschied kommt vor allem dadurch zustande, dass Patienten, bei denen eine Ruptur vorgelegen hat, zum Teil von anderen Kliniken zur Behandlung an das Universitätsklinikum Ulm verlegt wurden. Nach der Aneurysmaausschaltung erfolgte die weitere Betreuung der Patienten häufig wieder an einem heimatnahen Krankenhaus. Auf diese Weise kann der Verlust von weiteren Informationen erklärt werden. Weiterhin ist auffällig, dass der Anteil weiblicher Patientinnen in der Gruppe der Notfälle mit 20,3% (12/59) ungefähr doppelt so hoch ist wie der Anteil bei Patienten mit infrarenalem Bauchaortenaneurysma allgemein, wo er in dieser Studie bei 9,4% (37/393) liegt. Ein höherer Anteil an Frauen bei rupturiertem BAA wurde jedoch schon beispiels-

weise von Brown et al. 2003 berichtet, welche ein vierfach erhöhtes Risiko für Ruptur bei einem Aneurysmadurchmesser zwischen 5,0 und 5,9 cm bei Frauen beschreiben.

Zur Verteilung der verwendeten Devices bzw. Device-Hersteller muss beachtet werden, dass die in Abbildung 4 dargestellten Ergebnisse den gesamten Untersuchungszeitraum zusammenfassen. Da aber innerhalb des Zeitraumes stets Weiterentwicklungen stattfanden und neue Stent-Graft-Systeme eingeführt wurden, änderte sich natürlich auch die Verteilung der in Ulm verwendeten Devices über diesen Zeitraum. Beispielsweise wurde die Vanguard-Prothese der Firma Boston-Scientific nur in den ersten Jahren der Studie verwendet, während gegen Ende des Untersuchungszeitraumes vermehrt die Endurant-Systeme der Firma Medtronic zum Einsatz kamen. Ziel dieser Studie war jedoch nicht, ein Vergleich der verschiedenen Stent-Graft-Systeme bzw. deren Hersteller anzustellen. Eine Untersuchung zur Inzidenz von Endoleaks nach EVAR in Abhängigkeit vom verwendeten Device wurde für den Zeitraum von Januar 2004 bis Oktober 2009 am Universitätsklinikum Ulm bereits von Reinke (2012) durchgeführt. Das Alter der Prothese kann Einfluss auf den weiteren Verlauf haben, so beschreiben Verzini et al. (2014) und Tadros et al. (2014), dass jüngere Stentgrafts gegenüber älteren Devices seltener mit Reintervention oder Konversion assoziiert sind.

4.3 Postoperativer Verlauf nach EVAR

Für die Untersuchungen zum postoperativen Verlauf nach EVAR wurde als Einschlusskriterium gefordert, dass Informationen zu mindestens der ersten postoperativen Kontrolluntersuchung nach ungefähr einem Monat vorliegen müssen, da sonst keine Aussage über ein Vorliegen von Endoleaks oder anderen Komplikationen gemacht werden kann. In 8 Fällen fand diese Untersuchung zwischen dem 26. Und 30. postoperativen Tag statt, bei allen übrigen Fällen ist das Intervall größer als 30 Tage. Die Fälle einer Klinikletalität, also die Fälle, in denen Patienten innerhalb des ersten Monats an einer Aneurysma- oder EVAR-assoziierten Ursache verstorben sind, wurden ebenfalls in die Studie eingeschlossen, um die hier vorliegenden Informationen berücksichtigen zu können. Nach Ausschluss der Fälle, in denen diese Informationen nicht vorliegen, liegt den folgenden Untersuchungen eine Gesamtzahl von 393 Fällen zu Grunde. Grundsätzlich werden alle Patienten nach endovaskulärer Aneurysmaausschaltung über die empfohlenen Nachuntersuchungen aufgeklärt. Auch wenn bei zufriedenstellenden Ergebnissen die Untersuchungsintervalle

länger gewählt werden können, sind Nachuntersuchungen lebenslang empfohlen. Die Gründe, weshalb Patienten die Nachuntersuchungen nicht mehr wahrnehmen, bleiben in den meisten Fällen unklar und nur in wenigen Fällen war das Versterben des Patienten von anderer Seite dokumentiert. Zu vergleichbaren Ergebnissen kommen Kret et al. (2013), die ebenfalls keine klaren prädiktiven Faktoren für den loss to follow-up finden konnten.

4.3.1 Verteilung der Geschlechter

Zum Zeitpunkt der EVAR waren die weiblichen Patientinnen im Median 78,6 Jahre alt und damit im Median 6,9 Jahre älter als die männlichen Patienten, die im Median 71,7 Jahre alt waren. Ein geschlechterabhängiger Altersunterschied zum Zeitpunkt der EVAR ist jedoch bereits öfters beschrieben worden und stellt damit keine Besonderheit dar (Abedi et al. 2009; Lo et al. 2013; Sampaio et al. 2004). Unklar bleibt, worin die Ursache hierfür liegt, ob z. B. Frauen tatsächlich später erkranken als Männer, ob nur die Diagnose später gestellt wird oder ob nur die Entscheidung für die Therapie später getroffen wird oder ob andere Gründe für einen Altersunterschied vorliegen.

In der Literatur wird die Geschlechterverteilung der Inzidenz von BAAs mit einem Verhältnis von 6:1 Männern gegenüber Frauen angegeben (DGG Leitlinie 2008), was auch in einer aktuellen Gesundheitsberichterstattung des Bundes (2014) bestätigt wird. Dies entspricht einem Anteil von ca. 14,3%. Der weibliche Anteil in dieser Studie beträgt dagegen 9,4% (37/393). Sweet et al. (2011) beschreiben, dass die Instructions for Use von weiblichen Patientinnen seltener erfüllt werden als von männlichen. Eine Untersuchung von Hultgren et al. (2013) kommt zu dem Ergebnis, dass eine ungünstige Anatomie des proximalen Aneurysmahalses die Hauptursache ist, warum Frauen verhältnismäßig seltener mit EVAR behandelt werden. Auch Lo et al. (2013) beschreiben, dass Frauen signifikant seltener wegen eines intakten BAAs mit EVAR versorgt werden. Der geringere Frauenanteil im Patientengut der hier vorliegenden Untersuchung im Verhältnis zu dem epidemiologisch zu erwartenden Frauenanteil aller Patienten mit BAA könnte also dadurch erklärt werden, dass aus anatomischen Gründen verhältnismäßig weniger Frauen für die endovaskuläre Aneurysmaausschaltung geeignet waren. Der Frauenanteil der britischen EVAR1-Studie liegt bei 9,3% (Greenhalgh et al. 2010), in der DREAM-Studie beträgt der Anteil 7,0% (Prinssen et al. 2004) und in der EUROSTAR-Studie 8,0% (Harris et al. 2000). Insgesamt erscheint der Anteil weiblicher Patientinnen in dieser Studie daher mit den bisherigen Ergebnissen vergleichbar.

4.3.2 Auftreten von Endoleaks und anderen Komplikationen

Erfasst wurde das Auftreten von Endoleaks der Typen I-IV, Endotension, Migration, Stenosierung sowie Thrombosierung des Devices. Da bei alleinigem Auftreten einer Stenosierung oder Thrombosierung eine Komplikation vorliegt, bei der jedoch keine Perfusion in den Aneurysmasack und somit kein erhöhtes Rupturrisiko besteht, wurde das BAA in diesen Fällen trotz einer vorliegenden Komplikation als erfolgreich ausgeschaltet betrachtet. Dies war in 5,9% (23/393) der Fall. Die Fälle, in denen von einem spontanen Verschluss einer Leckage berichtet wurde, wurden ebenfalls als schließlich technisch erfolgreiche Aneurysmaausschaltung betrachtet. Auf diese Weise ergibt sich ein Anteil von 35,4% (139/393) nicht erfolgreich ausgeschalteter BAAs. Eine deutsche Studie von Raithel (2002) beschreibt im Zeitraum von August 1994 bis September 2001 eine Endoleckage-Rate von 37,3% für Rohrendoprothesen (tube graft) sowie von 28,3% bzw. 18,2% für Bifurkationsendoprothesen (bifurcated graft). Eine amerikanische Multicenter-Studie von Chang et al. (2013) beschreibt im Zeitraum von 2000 bis 2010 eine postoperative Endoleak-Häufigkeit von 30%. Die in der hier vorliegenden Studie beobachtete Endoleak-Häufigkeit kann also zumindest für frühe und mittlere Bereiche des Untersuchungszeitraumes als vergleichbar betrachtet werden.

4.3.3 Verlauf und Reintervention bei Komplikationen

Die am häufigsten beobachtete Endoleckage nach EVAR ist im hier vorliegenden Patientengut das Typ-II-Endoleak, welches in 31,3% (123/393) auftrat. Dabei wurde in 41,5% (50/123) ein spontaner Verschluss beschrieben und in 25,2% (31/123) keine weiteren Maßnahmen durchgeführt. Die in dieser Studie beobachtete spontane Verschlussrate ist mit denen anderer Studien vergleichbar, in denen beispielsweise ein spontanes Verschwinden eines Typ-II-Endoleaks in 35,4% (Sidloff et al. 2013), 35,7% bzw. bis zu 75% (Silverberg et al. 2006) und im Zeitraum von 01/2004 bis 10/2009 am Universitätsklinikum Ulm in 43,3% der Fälle (Reinke 2012) beobachtet werden konnte. In nur 26% (32/123) musste eine Reintervention erfolgen (ohne Berücksichtigung späterer Konversionen). Grundsätzlich wurde nur erfasst, ob eine Reintervention durchgeführt wurde oder nicht, ohne die genauen Gründe zu kennen (z. B. Ablehnung durch den Patienten oder keine medizinische Indikation bei fehlender Aneurysmaprogredienz). Da es sich bei einem Typ-II-Endoleak aber um eine Komplikation mit relativ geringem Rupturrisiko handelt, ist davon auszugehen, dass in den meisten Fällen eine Reintervention als nicht notwendig erachtet wurde (Cao et al. 2010; van Marrewijk et al. 2002). Dabei bleibt zu beachten, dass auf Grund

unterschiedlicher Erfolgsraten und Risikoabschätzungen die Meinungen bezüglich einer endovaskulären Reintervention bei Typ-II-Endoleak auseinander gehen (Hajibandeh et al. 2014). Abgesehen von Endotension, bei der gar keine endovaskuläre Reintervention, dafür vergleichsweise häufig eine Konversion erfolgte, stellt das Typ-II-Endoleak die Komplikation mit dem geringsten relativen Reinterventionsanteil dar.

Ein Typ-I-Endoleak trat in 12,5% (49/393) auf und stellt damit die zweithäufigste Komplikation dar. Auch hier konnten spontane Verschlüsse des Lecks beobachtet werden, der Anteil ist mit 12,2% (6/49) jedoch deutlich geringer als beim Typ-II-Endoleak. Dies entspricht somit den Erwartungen, da ein Typ-I-Endoleak grundsätzlich mit einem höheren Druck im Aneurysmasack und damit einem größeren Rupturrisiko einhergeht (Cao et al. 2010; Moll et al. 2011; Hirsch et al. 2006). Entsprechend ist der Anteil an endovaskulären Reinterventionen bei den Typ-I-Endoleaks mit 55,1% (27/49) auch mehr als doppelt so hoch wie in den Fällen mit Typ-II-Endoleak (auch hier sind die im weiteren Verlauf konvertierten Fälle nicht mitgezählt). Vergleichbare Risiken gelten auch für das Typ-III-Endoleak, bei dem in dieser Studie eine überraschend hohe Spontanverschlussrate von 47,1% (8/17) beobachtet wurde. Endovaskuläre Reinterventionen erfolgten nur in 35,3% (6/17, ohne Konversionsfälle). Da ein Typ-III-Endoleak aber mit 17 Fällen nur einen geringen Anteil an allen aufgetretenen Komplikationen ausmacht und häufig produktbedingt ist, sind die vorliegenden Ergebnisse unter Umständen nicht sinnvoll zu verwerten.

Ein Typ-IV-Endoleak wurde im Rahmen dieser Studie nicht beschrieben. Dies stellt aber keine Überraschung dar, da Typ-IV-Endoleaks selten auftreten und meist innerhalb eines Monats spontan verschwinden (White et al. 1998a). Ein späteres Auftreten einer Aneurysmaexpansion ohne Nachweis einer Leckagequelle wie beim Typ-I, Typ-II oder Typ-III-Endoleak würde daher als Endotension bezeichnet werden.

Eine Endotension wurde in 2% (8/393) der Fälle beschrieben. Dabei wurde in einem Fall (12,5%) zu einem späteren Zeitpunkt keine Endotension mehr diagnostiziert. In weiteren drei Fällen (37,5%) wurde keine Reintervention durchgeführt, wobei auch hier nicht bekannt ist, unter welchen Umständen die Entscheidungen für oder wider eine Reintervention zu Stande kamen. Eine erfolgreiche Behandlung einer Endotension durch alleinige endovaskuläre Reintervention existiert nicht. In zwei Fällen (25%), in denen eine endovaskuläre Reintervention durchgeführt wurde, musste dennoch eine Konversion zur offenen Aneurysmaausschaltung vorgenommen werden. Diese vergleichsweise geringe endovaskuläre

Reinterventionsrate lässt sich mit der Natur der Komplikation erklären, da bei einer Endotension keine Leckagestelle bekannt ist und ein Coiling oder eine Überstentung nur auf den Verdacht einer dort lokalisierten Leckage erfolgt.

Als eine Dislokation wurde ein Abrutschen des Devices aus der proximalen oder distalen Abdichtungszone auf Grund eines Aneurysmawachstums nach EVAR mit nachfolgender Verkürzung der Verankerungszonen beschrieben. Da aber hierbei der komplette Blutdruck auf dem Aneurysmasack lastet, wurde die Dislokation im Rahmen dieser Studie als eigene Komplikation erfasst in Abgrenzung zum Typ-I-Endoleak. Diagnostiziert wurde eine Dislokation in 6,4% (2/393). Ein Spontanverschluss wurde entsprechend des Pathomechanismus nicht beschrieben, was insofern als erwartungsgemäß angesehen werden muss, als dass es sich bei der Dislokation um einer schwere Komplikation handelt, bei der eine spontane Re-Lokation unwahrscheinlich erscheint und außerdem zeitnaher Handlungsbedarf auf Grund einer erhöhten Rupturgefahr (analog zum Typ-I-Endoleak, s.o.) besteht (Fransen et al. 2003; England et al. 2004).

Als weitere Komplikationen wurden außerdem Knickbildung und Thrombosierung des Devices erfasst. Dazu muss angemerkt werden, dass eine primäre Knickbildung im weiteren Verlauf einen thrombotischen Verschluss des Devices zur Folge haben kann. Deshalb wurde bei der Erfassung der Daten unterschieden, ob eine Thrombosierung primär entstanden oder die Folge einer Knickbildung war. Dadurch wurde eine doppelte Erfassung vermieden und pro Fall entweder eine Knickbildung oder eine Thrombosierung erfasst. Als Thrombosierung wurde dabei nur ein kompletter oder subtotaler Verschluss des Devices gewertet, wohingegen eine geringe wandständige Thrombus-Anlagerung, die häufig auftritt und ohne Krankheitswert bleibt (Maleux et al. 2008a), nicht in die Statistik aufgenommen wurde. Wie bereits in Kapitel 3.3 erwähnt, liegt bei beiden Komplikationen im Gegensatz zu den vier Endoleak-Typen, der Endotension und der Dislokation kein Blutfluss in den Aneurysmasack vor, so dass trotz der bestehenden Komplikation von einer Ausschaltung des Aneurysmas gesprochen werden kann. Dennoch stellen sowohl die Knickbildung als auch die Thrombosierung reinterventionsbedürftige Komplikationen dar, da sie mit manifesten oder potentiellen Ischämien im Bereich der unteren Extremitäten einhergehen (Maleux et al. 2008b). Entsprechend wurden Knickbildungen, die in 3,1% (12/393) auftraten, in 10 Fällen (83,3%) mit endovaskulärer Reintervention behandelt, wohingegen eine spontane Rückbildung nicht beobachtet wurde und in nur 16,7% (2/12)

aus unbekannter Ursache keine Maßnahmen ergriffen wurden. Thrombosierungen wurden in 6,9% (27/393) beobachtet und weisen eine 100-prozentige Reinterventionsrate auf, was auf die hier angewendete Definition des manifesten Verschlusses zurückzuführen ist. Darunter wurde in einem Fall eine Konversion zur offenen Aneurysmaausschaltung durchgeführt, ohne dass eine andersartige Reintervention vorausging. Bei den übrigen 26 Fällen ist auffällig, dass die häufig angewendete Thrombektomie, die in 17/26 Fällen (65,4%) versucht wurde, in 10 Fällen (58,8%) nicht erfolgreich durchgeführt werden konnte und stattdessen ein Cross-Over-Bypass angelegt werden musste. Eine mögliche Erklärung für den hohen Anteil an erfolglosen Thrombektomieversuchen liefert die Tatsache, dass bei einem derartigen Vorgehen besondere Vorsicht geboten ist, um keine Schäden, Dislokationen oder Diskonnektionen am Stentgraft zu erzeugen. In einem Fall wurde ein axillo-femoraler Bypass angelegt.

4.4 Konversionen zur offenen Aneurysmaausschaltung

In den folgenden Kapiteln werden die Fälle, in denen eine Konversion zur offenen Aneurysmaausschaltung notwendig war, näher betrachtet. Dabei gilt, dass in dieser Studie die Konversionsoperationen anhand ihres zeitlichen Abstands zur EVAR in frühe und späte bzw. early und late conversions eingeteilt werden. Von einer early conversion wird gesprochen, wenn seit der EVAR maximal 30 Tage vergangen sind, alle späteren Konversionen werden demnach als late conversions bezeichnet. Eine derartige Unterscheidung ist in der Literatur üblich (Forbes et al. 2012; Botsios et al. 2014; Chaar et al. 2012; Marone et al. 2013).

4.4.1 Inzidenz und Epidemiologie

Über den gesamten Zeitraum dieser Studie wurde in 8,2% (32/393) der Fälle eine late conversion durchgeführt. In 1,0% (4/393) war eine early conversion notwendig. Fremde Untersuchungen zur Inzidenz von late conversion ergaben Häufigkeiten zwischen 2,2% (Botsios et al. 2014), 2,6% (Chaar et al. 2012) und 4,5% (Wu et al. 2014). Eine Literaturanalyse von Moulakakis et al. (2010) ergab Konversionsraten für late conversion zwischen 0,4% und 22%, insgesamt beträgt dabei die Konversionsrate für alle 15 Quellen gemeinsam 1,9%. Es ist demnach auffällig, dass der relative Anteil an late conversions am Universitätsklinikum Ulm meist deutlich über den bisher veröffentlichten Häufigkeiten liegt. Eine mögliche Erklärung dafür liefert der Beobachtungszeitraum: Dieser beginnt bei man-

chen Studien erst 2001 (Chaar et al. 2012), ab 2002 (Moulakakis et al. 2010) oder im Dezember 2004 (Botsios et al. 2014), während die Beobachtungen in dieser Studie bereits 1997 beginnen. Dabei ist jedoch ein abnehmender Trend in der Inzidenz von late conversions zu beobachten (siehe Abbildung 12). Würde man den ersten Zeitraum von 1997 bis 2000 nicht berücksichtigen, ergäbe sich für das Universitätsklinikum Ulm eine Inzidenz von late conversions von 4,9% (12/246). Würde man auch noch den zweiten Zeitraum von 2000 bis 2004 vernachlässigen, ergäbe sich sogar eine Inzidenz von lediglich 1,2% (2/170). Die insgesamt relativ hohe Inzidenz von late conversions am Universitätsklinikum Ulm scheint also hauptsächlich durch den frühen Beginn und die lange Dauer des Beobachtungszeitraumes erklärbar zu sein.

Der relative Anteil an männlichen Patienten, bei denen eine late conversion durchgeführt wurde, überwiegt in dieser Studie deutlich mit 96,9% (31/32). Chaar et al. (2012) fand einen männlichen Anteil von 77%. Bei Marone et al. (2013) beträgt der Anteil 87% und bei Turney et al. (2014) beträgt er 91%. Für die vorliegende Studie kann die Verteilung bei Konversion mit der Verteilung bei EVAR verglichen werden, wo ein weiblicher Anteil von 9,4% (37/393) vorliegt (s. 4.2) im Vergleich zu 3,1% (1/32) bei late conversion. Der insgesamt geringe weibliche Anteil bei EVAR scheint also bei den Konversionen nochmals etwas abzunehmen. In Übereinstimmung mit bisherigen Studien wird bei late conversions ein überwiegend männliches Patientengut gefunden, welches aber bereits bei der zu Grunde liegenden EVAR gefunden werden kann.

Das mediane Alter der männlichen Patienten einer late conversion beträgt am Universitätsklinikum Ulm 73,3 Jahre (55,1–83,4). Die weibliche Patientin war 92,7 Jahre alt. Geschlechterunabhängig bleibt der Median bei 73,3 Jahren. Ein nahezu gleiches mittleres Alter von 74 Jahren findet sich bei Chaar et al. (2012) und bei Marone et al. (2013) mit 73 Jahren, auch Turney et al. (2014) fanden ein Durchschnittsalter von 75 Jahren. Das am Universitätsklinikum Ulm gefundene Alter bei late conversion entspricht somit den bisher beschriebenen Angaben zum Alter bei Konversion.

Das mediane geschlechterübergreifende Alter für alle 393 Patienten beträgt bei der EVAR 71,7 Jahre. Das mediane Alter nur der später konvertierten Patienten beträgt 68,6 Jahre. Dies entspricht der 32. Perzentile für die Altersverteilung aller 393 Patienten. Die Mehrheit der Konversionspatienten war also zum Zeitpunkt der EVAR jünger als der Gesamtmedian.

Die der late conversion zu Grunde liegende EVAR war in 18,8% (6/32) als Notfall erfolgt, während der Notfall-Anteil bei allen 393 Fällen 10,2% (40/393) beträgt. Anders betrachtet sind bei 7,4% (26/353) der elektiv mit EVAR behandelten Patienten zu einem späteren Zeitpunkt Konversionen durchgeführt worden, im Gegensatz zu einer Konversionshäufigkeit von 15,0% (6/40) der bei EVAR als Notfall behandelten Patienten. Ein notfallmäßiges Vorgehen bei EVAR stellt somit ein circa doppelt so hohes relatives Risiko als ein elektives Vorgehen bei EVAR für eine nachfolgende Konversion dar. Grundsätzlich wurden bei den Notfall-EVARs häufiger aortomonoiliakale Stentgrafts verwendet als bei elektiven EVARs (44,1% zu 6,9%, siehe Kapitel 3.2). Bei allen Konversionsfällen, denen eine notfallmäßige endovaskuläre Aneurysmaausschaltung zu Grunde lag, waren jedoch Y-Prothesen (aortobiiliakale Prothesen) eingesetzt worden. Eine positive Korrelation zwischen aortomonoiliakalem Stentgraft und Konversion liegt also nicht vor und somit kann diese Prothesenart als Mediatorvariable ausgeschlossen werden.

4.4.2 Ursächliche Komplikationsart und Notfall-Konversionen

Bei der Untersuchung der für die late conversions ursächlichen Komplikationen fällt auf, dass Dislokationen (n = 12 bzw. 37,5%) und Typ-II-Endoleaks (n = 9 bzw. 28,1%) zusammen bereits nahezu zwei Drittel (65,6%) aller ursächlichen Komplikationen ausmachen. Die drittgrößte Gruppe stellen Patienten mit Endotension (n = 4 bzw. 12,5%) dar. Seltener sind Device-Fragmentationen und Typ-I-Endoleaks in je 2 Fällen (je 6,3%). Die übrigen Ursachen (Typ-III-Endoleak, Thrombosierung und Infektion) traten nur je einmal (je 3,1%) auf. Auch wenn eine Aneurysmaruptur die Indikation zur Notoperation stellte, wurde die zuvor diagnostizierte Komplikation für die Ruptur verantwortlich gehalten und als Konversionsursache erfasst. Eine Studie von Chaar et al. (2012) fand als überwiegende Ursache für late conversion Endoleaks des Typs II (40,9%) und I (36,4%). Bei Ferrero et al. (2013) dominiert das Typ-I-Endoleak mit 65% als ursächliche Komplikationsart. Auch bei Marone et al. (2013) ist das Typ-I-Endoleak mit 44,4% die häufigste Ursache für late conversion, gefolgt von einem Typ-II-Endoleak in 24,1%. Ein Typ-I-Endoleak ist mit 66,2% ebenso die häufigste Konversionsursache bei Wu et al. (2014) und bei Turney et al. (2014) sind Endoleaks in 82% die Ursache für Konversion (mit Typ-I in 40% gefolgt von Typ-II in 30%). Unter der Voraussetzung, dass die Folgen einer Dislokation als ein Typ-I-Endoleak aufgefasst werden können, entsprechen die Ergebnisse am Universitätsklinikum Ulm denen anderer Studien. Dabei dominieren als Ursache für eine late conversion vor allem die Endoleak-Typen I gefolgt von II.

Bei der Betrachtung des Zusammenhangs von EVAR-Zeitpunkt und Konversionsgrund ist auffällig, dass von den 20 konvertierten Patienten, bei denen die EVAR zwischen 1997 und Ende 2000 durchgeführt wurde, in der Hälfte der Fälle eine Dislokation zu Grunde lag. Es ist davon auszugehen, dass eine Dislokation in Folge eines Verlustes der Device-Verankerung auftritt, der eine Aneurysmaprogredienz wegen eines Endoleaks oder einer Endotension zu Grunde liegt. Dennoch konnten in den beschriebenen Fällen nur bei zwei Patienten Angaben zum Vorliegen eines Endoleaks gefunden werden (Typ-II bzw. Typ-I-Endoleak), in den übrigen Fällen liegen keine Informationen bezüglich ursächlicher Endoleaks vor. Im darauf folgenden Zeitraum von 2001 bis Ende 2004 war diese Komplikation nur noch für ein Fünftel (2/10) der late conversions verantwortlich. Später taucht die Dislokation als Konversionsgrund nicht mehr auf. Als einzige Komplikation ist das Typ-II-Endoleak in allen Zeiträumen als Ursache für nachfolgende late conversions mit enthalten. Die Besonderheit beim Typ-II-Endoleak liegt darin, dass diese Komplikation entsprechend ihres Pathomechanismus unabhängig von der Prothese oder technischen Durchführung der EVAR auftritt. Ist ein Typ-II-Endoleak für eine Konversion ursächlich, muss daher nicht von einem technischen Fehler, sondern von einem Versagen der Methode der endovaskulären Aneurysmaausschaltung gesprochen werden!

Am Universitätsklinikum Ulm wurde in 5 Fällen (15,6%) die late conversion als Notoperation bei Aneurysmaruptur durchgeführt. In der Literatur finden sich schwankende Notfall-Häufigkeiten mit beispielsweise 27,3% bei Chaar et al. (2012), 13% bei Marone et al. (2013) und 7,8% bei Wu et al. (2014). Die in dieser Studie gefundene Notoperations-Häufigkeit ist demnach als normwertig zu betrachten.

4.4.3 Zeitliche Einflüsse

Bei der Betrachtung von Abbildung 10, Abbildung 11 und Abbildung 12 ist deutlich zu erkennen, dass die Tendenz der Häufigkeit von Konversionen nach EVAR abnehmend ist. Ursächlich hierfür könnten folgende Beobachtungen sein: Seit Entwicklung der endovaskulären Aneurysmaausschaltung wurden die verwendeten Stentgraft-Devices weiterentwickelt, so dass ein Rückgang in der Häufigkeit der Endoleak-Typen I und III und unter anderem der Aneurysma-bedingten Mortalität verzeichnet werden kann (Tadros et al. 2014). Außerdem wächst mit zunehmender Anzahl von durchgeführten EVARs die Erfahrung sowohl der einzelnen Chirurgen als auch der gesamten Einrichtung, wodurch sich auch die individuellen Lernkurven einzelner Operateure verkürzt (Forbes et al. 2007).

Bei den Fällen, in denen eine early conversion durchgeführt wurde, kann eine abnehmende Tendenz ebenfalls, wenngleich weniger sicher beobachtet werden. Da es sich hierbei aber um überwiegend technische Fehler handelt, die im Gegensatz zu methodischen Fehlern eher vom Operateur beeinflussbar sind, wäre hier mit zunehmender Erfahrung ein Rückgang in der Häufigkeit zu erwarten. Auf Grund der geringen Inzidenz von early conversions in dieser Studie bleibt eine gewisse Unsicherheit bei der beobachteten Tendenz bestehen.

Die Zeitintervalle zwischen endovaskulärer Aneurysmaausschaltung und late conversion werden in Monaten angegeben, wobei ein Monat als ein 30 Tage umfassender Zeitraum definiert ist. Bei der Betrachtung der Zeitintervalle zwischen EVAR und late conversion findet sich ein medianes Intervall von 49,5 Monaten. Vergleichbare Ergebnisse finden sich beispielsweise mit einem durchschnittlichen Intervall von 45 Monaten (Chaar et al. 2012), 33,3 Monaten (Kelso et al. 2009), 63 Monaten (Marone et al. 2013) oder 34 Monaten (Botsios et al. 2014). In einem Fall war eine Infektion des Devices ursächlich für die Konversion, die hier bereits 43 Tage nach EVAR erfolgte. Dabei handelt es sich um einen technischen Fehler, der nicht unmittelbar mit der endovaskulären Operationsmethode zusammenhängt, sondern auch bei primär offener Aneurysmaausschaltung hätte auftreten können. Da zwischen EVAR und Konversion mehr als 30 Tage vergangen waren, handelt es sich dennoch um eine late conversion. Den übrigen Fällen lagen methodische Fehler zu Grunde, wobei das kürzeste Intervall mit etwas mehr als 14 Monaten bei einer Thrombosierung auftrat. Das längste Intervall mit über 169 Monaten ist auf eine Endotension zurückzuführen. Generell finden sich bei Endotension die längsten Intervalle mit einem Median von 104,8 Monaten. Als möglicher Grund dafür können bei definitionsgemäß nicht sichtbarer Blutungsquelle wiederholte Leckage-Suchen und bei geringer Druckbelastung ein längeres abwartendes Beobachten angesehen werden. Diese Ergebnisse zeigen, dass selbst nach über 14 Jahren eine Konversion zur offenen Aneurysmaausschaltung notwendig sein kann. Entsprechende Nachbeobachtungen sollten daher vor allem bei Vorliegen einer Endotension immer durchgeführt werden!

4.4.4 Weitere Parameter

Am Universitätsklinikum Ulm wurde eine mediane Operationsdauer für alle Konversionsoperationen von 227 Minuten (115–440) beobachtet. Diese liegt damit zwischen anderen Ergebnissen von 154 Minuten (Marone et al. 2013) und 250 Minuten (Botsios et al. 2014).

Zum Vergleich finden sich Operationsdauern bei primärer offener Aneurysmaausschaltung von 3,7 Stunden bzw. 222 Minuten (Lederle et al. 2009) und 126 Minuten (42–410) (Chiesa et al. 2012). Hiromatsu et al. (2011) beschreiben eine Zunahme der Operationsdauer bei offener Aneurysmaausschaltung seit Einführung der EVAR. In der „Prä-EVAR-Ära“ (01/2004–11/2006) beobachteten sie jedoch eine mittlere OP-Dauer von 298 Minuten. Anhand dieser Beispiele ist zu erkennen, dass die in diese Studie beobachteten Konversions-Operationsdauern im Bereich von Operationsdauern von primär offenen Aneurysmaausschaltungen liegen.

Der Operationszugang für die Konversionsoperation wurde in 23 Fällen (63,9%) als medianer transperitonealer Zugang und in 13 Fällen (36,1%) als retroperitonealer Zugang gewählt. In einer Studie aus dem Jahr 1990 konnte jedoch für elektive primär offene Aneurysmaausschaltung diesbezüglich kein Unterschied gefunden werden (Cambria et al. 1990), was von Kelso et al. (2009) bestätigt wurde.

Die Intensivstations-Aufenthaltsdauer beträgt nach einer Konversionsoperation im Median 4 Tage. Andere Studien beschreiben 3 Tage (Brinster et al. 2011) und 9 Tage (Botsios et al. 2014). Die gesamte Hospitalisationsdauer beträgt im Median 15 Tage im Vergleich zu 6 Tagen (Marone et al. 2013), 7 Tagen (Forbes et al. 2012), 10 Tagen (Brinster et al. 2011), 16 Tagen (Kelso et al. 2009), 15 Tagen (Turney et al. 2014) und 22 Tagen (Botsios et al. 2014). Hier scheinen also nicht-deutsche Studien häufiger kürzere Aufenthaltsdauern aufzuweisen, doch auch ähnliche Zeiträume sind beschrieben.

Ein suprarenales clamping im Zuge der Konversionsoperation wurde in 28,1% (9/32) der late conversions durchgeführt mit einer damit verbundenen medianen renalen Ischämiezeit von 17 Minuten. Während in den Fällen ohne renale Ischämie in nur knapp unter einem Drittel der Fälle eine medikamentöse Nierenstimulation notwendig war und die übrigen Fälle keine Therapie bezüglich der Nierenfunktion benötigten, kamen nur zwei Fälle (22,2%) mit renaler Ischämie ohne Therapie aus und bei zwei Drittel der Fälle mit renaler Ischämie musste eine medikamentöse Nierenstimulation erfolgen. In einem Fall (11,1%) war eine dauerhafte Nierenersatztherapie notwendig. Erwartungsgemäß stellt sich hier dar, dass ein suprarenales clamping und die damit verbundene renale Ischämie mit einem höheren Risiko für die postoperative Nierenfunktion einherzugehen scheint. Marone et al. (2013) beschreiben renale Beeinträchtigungen als häufigste postoperative Komplikation in 24%. In einem Fall (1,9%) war eine temporäre Dialyse notwendig mit bleibender Nierenin-

suffizienz, in allen übrigen Fällen normalisierte sich die Nierenfunktion wieder. Botsios et al. (2014) beschreiben einen Fall (12,5%) mit temporär dialysepflichtiger Niereninsuffizienz. Vergleichbare Größenordnungen fanden Kelso et al. (2009) mit einer temporären Dialysepflichtigkeit in 12,2%, unabhängig von der Clamping-Lokalisation. Langzeitdialysen waren hier nicht notwendig, jedoch lagen in 17,1% noch reduzierte glomeruläre Filtrationsraten bei Entlassung vor. In Übereinstimmung mit den in dieser Studie gefundenen Ergebnissen stellt sich heraus, dass eine Konversion zur offen Aneurysmaausschaltung mit einem Risiko für die Nierenfunktion assoziiert ist, welches jedoch oft nur zeitlich begrenzte Einschränkungen mit sich bringt bzw. in der Minderheit der Fälle eine dauerhafte Nierenersatztherapie zur Folge hat.

Die in dieser Studie gefundene perioperative Mortalität von late conversion beträgt insgesamt 9,4% (3/32). In der Literatur finden sich zum Teil geringere Angaben zwischen 0% und 1,9% (Brinster et al. 2011; Marone et al. 2013; Botsios et al. 2014). Oft werden jedoch Angaben einer perioperativen Mortalität zwischen 17% und 20% gefunden (Kelso et al. 2009; Chaar et al. 2012; Ferrero et al. 2013; Turney et al. 2014). Eine nahezu übereinstimmende Angabe von 10% findet sich in einer Metastudie von Moulakakis et al. (2010). Einen erheblichen Einfluss auf die perioperative Mortalität hat das Vorliegen einer Ruptur: In dieser Studie beträgt die Mortalität der elektiven late conversions 3,7% (1/27), während sie bei Vorliegen einer Ruptur 40% (2/5) beträgt. Bei Chaar et al. (2012) wird die Mortalität bei Ruptur mit 33% im Vergleich zu 5% bei elektiven Konversionen angegeben. Bei Kelso et al. (2009) finden sich 67% Mortalität bei Rupturen und 9% bei fehlender Ruptur. Die Aneurysmaruptur stellt damit sowohl für ein nicht behandeltes wie auch für ein nicht erfolgreich ausgeschaltetes Bauchaortenaneurysma eine vitale Bedrohung dar. Das schlechte Outcome von notfallmäßig im Stadium der Ruptur versorgten Patienten muss hier gegen das Risiko bei geplantem Elektiveingriff abgewogen werden. Diese Risikoabwägung ist deshalb wichtiger Bestandteil der Entscheidungsfindung im Bezug auf eine Konversion zur offenen Aneurysmaausschaltung nach nicht erfolgreicher EVAR.

Auch die primär offene Ausschaltung von infrarenalen Bauchaortenaneurysmen ist mit einer relativ hohen perioperativen Mortalität assoziiert. Es finden sich Angaben von 3,0% (Lederle et al. 2009(2012), 6,7% (Thomas et al. 2014), 3,7% (Malas et al. 2014) oder 0,7%-4,7% (Greiner et al. 2013) für die perioperative Mortalität bei offener Aneurysmaausschaltung. Diese liegt damit im Bereich der am Universitätsklinikum Ulm gefunde-

nen perioperativen Mortalität von elektiven late conversions. Die technisch anspruchsvolle Operation mit vollständiger oder teilweiser Entfernung des endovaskulär eingebrachten Stentgrafts scheint also, die perioperative Mortalität betreffend, nicht mit einem höheren Risiko assoziiert zu sein als die primäre offene Aneurysmaausschaltung, zumindest, sofern keine Ruptur vorliegt und der Patient in einem Zentrum mit hoher Expertise versorgt wird. Dies ist umso beachtlicher, als dass vor allem in den frühen Jahren nach Einführung der EVAR eine endovaskuläre Therapie bei den Fällen angestrebt wurde, bei denen auf Grund hohen Alters oder Morbidität eine offene Ausschaltung als zu risikoreich eingestuft wurde. Erst seit 2011 empfehlen geänderte amerikanische Leitlinien die EVAR oder offene Aneruysmaausschaltung als gleichwertige Therapieoptionen bei guten chirurgischen Kandidaten (Rooke et al. 2011).

Bei abschließender Betrachtung der Ergebnisse der Endovaskulären Aneurysmaausschaltung von infrarenalen Bauchaortenaneurysmen am Universitätsklinikum Ulm ist zu erkennen, dass diese im Vergleich zur offenen Aneurysmaausschaltung als schonend geltende Operationsmethode zwar in 35,4% (139/393) nicht primär zum technischen Erfolg führte, eine späte Konversion zur offenen Aneurysmaausschaltung jedoch nur in 8,2% (32/393) notwendig war. Vor allem im Hinblick auf die abnehmende Tendenz von Konversionen über den Beobachtungszeitraum erscheint die EVAR auch zukünftig als sinnvolle Therapieoption zur operativen Behandlung von infrarenalen Bauchaortenaneurysmen.

5 Zusammenfassung

Die endovaskuläre Ausschaltung von infrarenalen Bauchaortenaneurysmen (EVAR) wird seit ihrer erstmaligen Beschreibung von Parodi et al. aus dem Jahr 1991 mit zunehmender Häufigkeit angewendet. Seither kamen verschiedene Studien zu dem Ergebnis, dass diese Operationsmethode zwar mit einer geringeren perioperativen Mortalität als die offene Aneurysmaausschaltung (OAR) assoziiert ist, dass jedoch dieser Vorteil nach einigen Jahren nicht mehr nachzuweisen ist. Ursächlich hierfür sind das Auftreten von Endoleaks, Endotension und anderen für die EVAR typischen Komplikationen, bei denen das Aneurysma nicht erfolgreich ausgeschaltet ist. Trotz unterschiedlicher Möglichkeiten der endovaskulären Reintervention ist in manchen Fällen deshalb eine Konversion zur offenen Aneurysmaausschaltung indiziert. Ziel der hier vorliegenden Studie ist es, die Ergebnisse der EVAR am Universitätsklinikum Ulm aus dem Zeitraum von 01.01.1997 bis 30.06.2013 zu erfassen und das Auftreten von Komplikationen und Konversionen zu untersuchen.

Im angegebenen Zeitraum wurden 485 EVARs durchgeführt, von denen 5 jedoch als Reintervention nach vorhergegangener OAR anzusehen sind. In weiteren 87 Fällen besteht kein Follow-up von mindestens einem Monat. Es wurden daher 393 Fälle näher betrachtet, bei denen in 46,3% (182/393) zu keinem Zeitpunkt eine Komplikation vorlag. Nach Einbeziehung der Fälle, in denen es zu einem spontanen Leck-Verschluss kam und der Fälle mit Thrombosierung oder Stenosierung, bei denen jedoch keine Perfusion des Aneurysmasacks vorlag, kann in 64,6% (254/393) von einer technisch erfolgreichen Aneurysmaausschaltung gesprochen werden. Die am häufigsten beobachtete Komplikation ist das Typ-II-Endoleak, das in 123 Fällen (31,3%) auftrat, bei dem jedoch auch eine hohe Spontanverschlussrate von 41,5% (51/123) beobachtet wurde. Das Typ-I-Endoleak trat mit zweitgrößter Häufigkeit auf (12,5% bzw. 49/393), gefolgt von Thrombosierung (6,9% bzw. 27/393), Dislokation (6,4% bzw. 25/393), Typ-III-Endoleak (4,3% bzw. 17/393), Stenosierung (3,1% bzw. 12/393) und Endotension (2,0% bzw. 8/393). In 4 Fällen (1,0%) musste innerhalb von 30 Tagen nach EVAR eine Konversion zur offenen Aneurysmaausschaltung erfolgen (early conversion), wobei in 3 Fällen eine Überstentung der Nierenarterien als technischer Fehler zu Grunde lag. Von allen Patienten mussten im weiteren Verlauf 32 (8,2%) einer offenen Aneurysmaausschaltung nach mehr als 30 Tagen nach EVAR (late conversion) zugeführt werden. Ursächlich hierfür waren zumeist Dislokationen in 12 Fäl-

len (37,5%) und Typ-II-Endoleaks in 9 Fällen (28,1%). Als Dislokation wurde hierbei das vollständige Abrutschen des Devices aus seiner Verankerungszone bezeichnet, wobei in Abgrenzung zum Typ-I-Endoleak der komplette Blutdruck auf dem Aneurysmasack lastet. Es fällt auf, dass die zu Grunde liegenden EVARs meist aus den frühen Jahren des Beobachtungszeitraumes stammen. Das mediane Zeitintervall zwischen EVAR und late conversion beträgt 49,5 Monate (1,4–169,7), wobei vor allem für die Endotensions große Zeitintervalle zu beobachten sind. Die perioperative Mortalität bei late conversion beträgt bei Vorliegen einer Aneurysmaruptur 40% (2/5), ohne Aneurysmaruptur 3,7% (1/27). Im Zuge der Konversionsoperation war in 9 Fällen (28.1%) ein suprarenales clamping erforderlich mit einer medianen renalen Ischämiezeit von 17 Minuten, wobei bei jeweils einem Patienten anschließend eine temporäre bzw. dauerhafte Nierenersatztherapie erforderlich wurde. Die mediane Operationsdauer für early und late conversions gemeinsam beträgt im Median 227 Minuten (115–440), die mediane Aufenthaltsdauer auf der Intensivstation beträgt 4 Tage (0–53), die gesamte stationäre Aufenthaltsdauer beträgt im Median 15 Tage (0–79).

Die EVAR ist mittlerweile eine etablierte Methode zur operativen Behandlung von infrarenalen Bauchaortenaneurysmen. Sie ist mit verschiedenen technischen und methodischen postoperativen Komplikationen assoziiert, die in einigen Fällen eine endovaskuläre Reintervention und seltener eine Konversion zu offenen Aneurysmaausschaltung notwendig machen. Die perioperative Mortalität von late conversions bei elektivem Vorgehen stellt sich als vergleichbar heraus mit der perioperativen Mortalität von primären OARs. Da über den Beobachtungszeitraum eine abnehmende Tendenz der Inzidenz von Konversionen beobachtet werden konnte, ist die EVAR gegenwärtig als sinnvolle und im Vergleich zu ihrer Anfangsphase als deutlich sicherere Therapieoption anzusehen. Postoperative Nachbeobachtungen behalten jedoch eine zentrale Rolle und sollten insbesondere bei Vorliegen von Endoleaks oder Endotension im Hinblick auf eine mögliche Rupturgefahr durchgeführt werden.

6 Literaturverzeichnis

1. Abedi, Nick N.; Davenport, Daniel L.; Xenos, Eleftherios; Sorial, Ehab; Minion, David J.; Endean, Eric D.: Gender and 30-day outcome in patients undergoing endovascular aneurysm repair (EVAR): an analysis using the ACS NSQIP dataset. *J Vasc Surg* 50: 486–491 (2009)
2. Baxter, B. Timothy; Terrin, Michael C.; Dalman, Ronald L.: Medical management of small abdominal aortic aneurysms. *Circulation* 117: 1883–1889 (2008)
3. Bendermacher, B. W. L.; Stokmans, R.; Cuypers, Ph W.; Teijink, J. A. W.; Van Sambeek, M. R. H. M.: EVAR reintervention management strategies in contemporary practice. *J Cardiovasc Surg (Torino)* 53: 411–418 (2012)
4. Botsios, Spiridon; Bausback, Yvonne; Piorkowski, Michael; Werner, Martin; Branzan, Daniela; Scheinert, Dierk; Schmidt, Andrej: Late open conversion after endovascular aneurysm repair. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 19: 622–626 (2014)
5. Brinster, Clayton J.; Fairman, Ronald M.; Woo, Edward Y.; Wang, Grace J.; Carpenter, Jerffrey P.; Jackson, Benjamin M.: Late open conversion and explantation of abdominal aortic stent grafts. *J Vasc Surg* 54: 42–46 (2011)
6. Brown, Peter M.; Zelt, David T.; Sobolev, Boris: The risk of rupture in untreated aneurysms: the impact of size, gender, and expansion rate. *J Vasc Surg* 37: 280–284 (2003)
7. Cambria, Richard P.; Brewster, David C.; Abbott, William M.; Freehan, Marion; Megerman, Joseph; LaMuraglia, Glenn et al.: Transperitoneal versus retroperitoneal approach for aortic reconstruction: A randomized prospective study. *J Vasc Surg* 11: 314–325 (1990)
8. Cao, P.; Rango, P. de; Verzini, F.; Parlani, G.: Endoleak after endovascular aortic repair: classification, diagnosis and management following endovascular thoracic and abdominal aortic repair. *J Cardiovasc Surg (Torino)* 51: 53–69 (2010)
9. Carpenter, J. P.; Baum, R. A.; Barker, C. F.; Golden, M. A.; Mitchell, M. E.; Velazquez, O. C.; Fairman, R. M.: Impact of exclusion criteria on patient selection for endovascular abdominal aortic aneurysm repair. *J Vasc Surg* 34: 1050–1054 (2001)

10. Chaar, Cassius Iyad Ochoa; Eid, Raymond; Park, Taeyoung; Rhee, Robert Y.; Abu-Hamad, Ghassan; Tzeng, Edith et al.: Delayed open conversions after endovascular abdominal aortic aneurysm repair. *J Vasc Surg* 55: 1562–1569 (2012)

11. Chang, Robert W.; Goodney, Philip; Tucker, Lue-Yen; Okuhn, Steven; Hua, Hong; Rhoades, Ann et al.: Ten-year results of endovascular abdominal aortic aneurysm repair from a large multicenter registry. *J Vasc Surg* 58: 324–332 (2013)

12. Chiesa, R.; Tshomba, Y.; Psacharopulo, D.; Rinaldi, E.; Logaldo, D.; Marone, E. M.; Melissano, G.: Open repair for infrarenal AAA: technical aspects. *J Cardiovasc Surg (Torino)* 53: 119–131 (2012)

13. DGG Leitlinie (2008): Leitlinien zum Bauchaortenaneurysma und Beckenarterienaneurysma. Online verfügbar unter www.gefaesschirurgie.de/fileadmin/websites/dgg/download/LL_Aneurysmen_Bauch_Becken_2011.pdf, zuletzt aktualisiert am 31.08.2008, zuletzt geprüft am 15.11.2014

14. England, Andrew; Butterfield, John S.; Jones, Nick; McCollum, Charles N.; Nasim, Akhtar; Welch, Mark; Ashleigh, Raymond J.: Device migration after endovascular abdominal aortic aneurysm repair: experience with a talent stent-graft. *J Vasc Interv Radiol* 15: 1399–1405 (2004)

15. Ferrero, Emanuele; Ferri, Michelangelo; Viazzo, Andrea; Pecchio, Alberto; Berardi, Giuseppe; Piazza, Salvatore et al.: Open conversion after endovascular aortic aneurysm repair: a single-center experience. *Ann Vasc Surg* 27: 856–864 (2013)

16. Forbes, Thomas L.; DeRose, Guy; Lawlor, D. Kirk; Harris, Kenneth A.: The association between a surgeon's learning curve with endovascular aortic aneurysm repair and previous institutional experience. *Vasc Endovascular Surg* 41: 14–18 (2007)

17. Forbes, Thomas L.; Harrington, David M.; Harris, Jeremy R.; DeRose, Guy: Late conversion of endovascular to open repair of abdominal aortic aneurysms. *Can J Surg* 55: 254–258 (2012)

18. Fransen, G. A. J.; Vallabhaneni, S. R. Sr.; van Marrewijk, C. J.; Laheij, R. J. F.; Harris, P. L.; Buth, J.: Rupture of infra-renal aortic aneurysm after endovascular repair: a series from EUROSTAR registry. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 26: 487–493 (2003)

19. Gesundheitsberichterstattung des Bundes (2014): Diagnosedaten der Krankenhäuser ab 2000 (Eckdaten der vollstationären Patienten und Patientinnen), ICD-10 Diagnose:

I71.4. Online verfügbar unter http://www.gbe-bund.de/oowa921-install/servlet/oowa/aw92/WS0100/_XWD_FORMPROC?TARGET=&PAGE=_XWD_330&OPINDEX=1&HANDLER=_XWD_CUBE.SETPGS&DATACUBE=_XWD_358&D.001=1000001&D.946=16498, zuletzt aktualisiert am 16.02.2014, zuletzt geprüft am 16.02.2014

20. Gilling-Smith, Geoffrey; Brennan, John; Harris, Peter; Bakran, Ali; Gould, Derek; McWilliams, Richard: Endotension after endovascular aneurysm repair: Definition, classification, and strategies for surveillance and intervention. *J Vasc Surg* 6: 305–307 (1999)

21. Greenhalgh, Roger M.; Brown, Louise C.; Powell, Janet T.; Thompson, Simon G.; Epstein, David; Sculpher, Mark J.: Endovascular versus open repair of abdominal aortic aneurysm. *N Engl J Med* 362: 1863–1871 (2010)

22. Greiner, Andreas; Grommes, Jochen; Jacobs, Michael J.: The place of endovascular treatment in abdominal aortic aneurysm. *Dtsch Arztebl Int* 110: 119–125 (2013)

23. Hajibandeh, Shahin; Ahmad, Naseer; Antoniou, George A.; Torella, Francesco: Is intervention better than surveillance in patients with type 2 endoleak post-endovascular abdominal aortic aneurysm repair? *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 20: 128–134 (2014)

24. Harris, Peter L.; Vallabhaneni, S.Rao; Desgranges, Pascal; Becquemin, Jean-Pierre; van Marrewijk, Corine; Laheij, Robert J.F.: Incidence and risk factors of late rupture, conversion, and death after endovascular repair of infrarenal aortic aneurysms: The EUROSTAR experience. *J Vasc Surg* 32: 739–749 (2000)

25. Hiromatsu, S.; Sakashita, H.; Okazaki, T.; Onitsuka, S.; Tanaka, A.; Fukunaga, S.: Perioperative outcomes for elective open abdominal aortic aneurysm repair since the adoption of endovascular grafting procedures. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 42: 178–184 (2011)

26. Hirsch, Alan T.; Haskal, Ziv J.; Hertzer, Norman R.; Bakal, Curtis W.; Creager, Mark A.; Halperin, Jonathan L. et al.: ACC/AHA 2005 Practice Guidelines for the management of patients with peripheral arterial disease (lower extremity, renal, mesenteric, and abdominal aortic): a collaborative report from the American Association for Vascular Surgery/Society for Vascular Surgery, Society for Cardiovascular

Angiography and Interventions, Society for Vascular Medicine and Biology, Society of Interventional Radiology, and the ACC/AHA Task Force on Practice Guidelines (Writing Committee to Develop Guidelines for the Management of Patients With Peripheral Arterial Disease): endorsed by the American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation; National Heart, Lung, and Blood Institute; Society for Vascular Nursing; TransAtlantic Inter-Society Consensus; and Vascular Disease Foundation. *Circulation* 113: 463–654 (2006)

27. Hultgren, Rebecka; Vishnevskaya, Liya; Wahlgren, Carl Magnus: Women with abdominal aortic aneurysms have more extensive aortic neck pathology. *Ann Vasc Surg* 27: 547–552 (2013)

28. Kelso, Rebecca L.; Lyden, Sean P.; Butler, Brett; Greenberg, Roy K.; Eagleton, Matthew J.; Clair, Daniel G.: Late conversion of aortic stent grafts. *J Vasc Surg* 49: 589–595 (2009)

29. Kret, Marcus R.; Azarbal, Amir F.; Mitchell, Erica L.; Liem, Timothy K.; Landry, Gregory J.; Moneta, Gregory L.: Compliance with long-term surveillance recommendations following endovascular aneurysm repair or type B aortic dissection. *J Vasc Surg* 58: 25–31 (2013)

30. Larsson, Emma; Granath, Fredrik; Swedenborg, Jesper; Hultgren, Rebecka: A population-based case-control study of the familial risk of abdominal aortic aneurysm. *J Vasc Surg* 49: 47–50 (2009)

31. Lederle, Frank A.; Freischlag, Julie A.; Kyriakides, Tassos C.; Matsumura, Jon S.; Padberg, Frank T.; Kohler, Ted R. et al.: Long-term comparison of endovascular and open repair of abdominal aortic aneurysm. *N Engl J Med* 367: 1988–1997 (2012)

32. Lederle, Frank A.; Freischlag, Julie A.; Kyriakides, Tassos C.; Padberg, Frank T Jr; Matsumura, Jon S.; Kohler, Ted R. et al.: Outcomes following endovascular vs open repair of abdominal aortic aneurysm: a randomized trial. *JAMA* 302: 1535–1542 (2009)

33. Lo, Ruby C.; Bensley, Rodney P.; Hamdan, Allen D.; Wyers, Mark; Adams, Julie E.; Schermerhorn, Marc L.: Gender differences in abdominal aortic aneurysm presentation, repair, and mortality in the Vascular Study Group of New England. *J Vasc Surg* 57: 1261–1268 (2013)

34. Malas, Mahmoud; Arhuidese, Isibor; Qazi, Umair; Black, James; Perler, Bruce; Freischlag, Julie A.: Perioperative mortality following repair of abdominal aortic aneurysms: Application of a randomized clinical trial to real-world practice using a validated nationwide data set. *JAMA Surg* 149: 1260–1265 (2014)

35. Maleux, Geert; Koolen, Marcel; Heye, Sam; Heremans, Birgit; Nevelsteen, Andre: Mural thrombotic deposits in abdominal aortic endografts are common and do not require additional treatment at short-term and midterm follow-up. *J Vasc Interv Radiol* 19: 1558–1562 (2008a)

36. Maleux, Geert; Koolen, Marcel; Heye, Sam; Nevelsteen, Andre: Limb occlusion after endovascular repair of abdominal aortic aneurysms with supported endografts. *J Vasc Interv Radiol* 19: 1409–1412 (2008b)

37. Marone, E. M.; Mascia, D.; Coppi, G.; Tshomba, Y.; Bertoglio, L.; Kahlberg, A.; Chiesa, R.: Delayed open conversion after endovascular abdominal aortic aneurysm: device-specific surgical approach. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 45: 457–464 (2013)

38. Moll, F. L.; Powell, J. T.; Fraedrich, G.; Verzini, F.; Haulon, S.; Waltham, M. et al.: Management of abdominal aortic aneurysms clinical practice guidelines of the European Society for Vascular Surgery. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 41, Supplement 1: 1–58 (2011)

39. Moulakakis, Konstantinos G.; Dalainas, Ilias; Mylonas, Spyridon; Giannakopoulos, Triantafillos G.; Avgerinos, Efthimios D.; Liapis, Christos D.: Conversion to open repair after endografting for abdominal aortic aneurysm: a review of causes, incidence, results, and surgical techniques of reconstruction. *J Endovasc Ther* 17: 694–702 (2010)

40. Parodi, J. C.; Palmaz, J. C.; Barone, H. D.: Transfemoral intraluminal graft implantation for abdominal aortic aneurysms. *Ann Vasc Surg* 5: 491–499 (1991)

41. Prinssen, Monique; Verhoeven, Eric L G; Buth, Jaap; Cuypers, Philippe W M; van Sambeek, Marc R H M; Balm, Ron et al.: A randomized trial comparing conventional and endovascular repair of abdominal aortic aneurysms. *N Engl J Med* 351: 1607–1618 (2004)

42. Raithel, D.: Ergebnisse der Stentprothesenimplantation beim Bauchaortenaneurysma. *Zentralbl Chir* 127: 660–663 (2002)

43. Reinke, Charlotte: Endoleaks nach endovaskulärer Aneurysmaausschaltung - Inzidenz, Verlauf und Abhängigkeit vom Device. Medizinische Dissertation: Universität Ulm (2012)

44. Rooke, Thom W.; Hirsch, Alan T.; Misra, Sanjay; Sidawy, Anton N.; Beckman, Joshua A.; Findeiss, Laura K. et al.: 2011 ACCF/AHA focused update of the guideline for the management of patients with peripheral artery disease (updating the 2005 guideline): a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on practice guidelines. *J Am Coll Cardiol* 58: 2020–2045 (2011)

45. Sampaio, Sergio M.; Panneton, Jean M.; Mozes, Geza I.; Andrews, James C.; Noel, Audra A.; Karla, Manju et al.: Endovascular abdominal aortic aneurysm repair: does gender matter? *Ann Vasc Surg* 18: 653–660 (2004)

46. Sidloff, D. A.; Stather, P. W.; Choke, E.; Bown, M. J.; Sayers, R. D.: Type II endoleak after endovascular aneurysm repair. *Br J Surg* 100: 1262–1270 (2013)

47. Silverberg, Daniel; Baril, Donald T.; Ellozy, Sharif H.; Carroccio, Alfio; Greyrose, Savannah E.; Lookstein, Robert A.; Marin, Michael L.: An 8-year experience with type II endoleaks: natural history suggests selective intervention is a safe approach. *J Vasc Surg* 44: 453–459 (2006)

48. Singh, K.; Bonaa, K. H.; Jacobsen, B. K.; Bjork, L.; Solberg, S.: Prevalence of and risk factors for abdominal aortic aneurysms in a population-based study. The Tromso Study. *Am J Epidemiol* 154: 236–244 (2001)

49. Steinberg, Israel: Arteriosclerotic Abdominal Aneurysms. Report of 200 consecutive cases diagnosed by intravenous aortography. *JAMA* 195: 1025–1029 (1966)

50. Sweet, Matthew P.; Fillinger, Mark F.; Morrison, Tina M.; Abel, Dorothy: The influence of gender and aortic aneurysm size on eligibility for endovascular abdominal aortic aneurysm repair. *J Vasc Surg* 54: 931–937 (2011)

51. Tadros, Rami O.; Faries, Peter L.; Ellozy, Sharif H.; Lookstein, Robert A.; Vouyouka, Ageliki G.; Schrier, Rachel et al.: The impact of stent graft evolution on the results of endovascular abdominal aortic aneurysm repair. *J Vasc Surg* 59: 1518–1527 (2014)

52. Thomas, Dustin; Anderson, David; Hulten, Edward; McRae, Fiora; Ellis, Shane; Malik, Jamil A. et al.: Open versus endovascular repair of abdominal aortic aneurysm:

Incidence of cardiovascular events in 632 patients in a department of defense cohort over 6-year follow-up. *Vascular* 23: 234–239 (2014)

53. Turney, Eric J.; Steenberge, Sean P.; Lyden, Sean P.; Eagleton, Matthew J.; Srivastava, Sunita D.; Sarac, Timur P. et al.: Late graft explants in endovascular aneurysm repair. *J. Vasc. Surg.* 59: 886–893 (2014)

54. Vardulaki, K. A.; Walker, N. M.; Day, N. E.; Duffy, S. W.; Ashton, H. A.; Scott, R. A.: Quantifying the risks of hypertension, age, sex and smoking in patients with abdominal aortic aneurysm. *Br J Surg* 87: 195–200 (2000)

55. Verzini, Fabio; Isernia, Giacomo; Rango, Paola de; Simonte, Gioele; Parlani, Gianbattista; Loschi, Diletta; Cao, Piergiorgio: Abdominal aortic endografting beyond the trials: a 15-year single-center experience comparing newer to older generation stent-grafts. *J Endovasc Ther* 21: 439–447 (2014)

56. Wanhainen, Anders; Themudo, Raquel; Ahlström, Håkan; Lind, Lars; Johansson, Lars: Thoracic and abdominal aortic dimension in 70-year-old men and women – A population-based whole-body magnetic resonance imaging (MRI) study. *J Vasc Surg* 47: 504–512 (2008)

57. White, Geoffrey H.; May, James; Waugh, Richard C.; Chaufour, Xavier; Yu, Weiyun: Type III and type IV endoleak: Toward a complete definition of blood flow in the sac after endoluminal AAA repair. *J Endovasc Surg* 5: 305–309 (1998a)

58. White, Geoffrey H.; May, James; Waugh, Richard C. and Yu, Weiyun: Type I and type II endoleaks: A more useful classification for reporting results of endoluminal AAA repair. *J Endovasc Surg* 5: 189–191 (1998b)

59. Wu, Ziheng; Xu, Liang; Qu, Lefeng; Raithel, Dieter: Seventeen years' experience of late open surgical conversion after failed endovascular abdominal aortic aneurysm repair with 13 variant devices. *Cardiovasc Intervent Radiol* 38: 53–59 (2014)

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schematische Darstellung der Endoleak-Typen 5
Abbildung 2: Studienverlauf mit Fällen des Universitätsklinikums Ulm im Zeitraum 1997–2013 11
Abbildung 3: Darstellung der Verteilung von elektivem und notfallmäßigem Vorgehen bei EVAR am Universitätsklinikum Ulm im Zeitraum 1997–2013 13
Abbildung 4: Darstellung der Anzahl der für die EVAR verwendeten Devices am Universitätsklinikum Ulm im Zeitraum 1997–2013 14
Abbildung 5: Auftretungshäufigkeit von Endoleaks und anderen Komplikationen nach EVAR am Universitätsklinikum Ulm im Zeitraum 1997–2013 16
Abbildung 6: Darstellung der Kumulation von Komplikationen nach EVAR am Universitätsklinikum Ulm im Zeitraum 1997–2013 17
Abbildung 7: Verteilung von erfolgreich ausgeschalteten BAAs nach EVAR am Universitätsklinikum Ulm im Zeitraum 1997–2013 18
Abbildung 8: Überblick über die Verläufe der verschiedenen Komplikationen nach EVAR am Universitätsklinikum Ulm im Zeitraum 1997–2013 21
Abbildung 9: Verteilung der ursächlichen Komplikationen bei late conversion am Universitätsklinikum Ulm im Zeitraum 1997–2013 23
Abbildung 10: Zeitpunkte der EVAR am Universitätsklinikum Ulm im Zeitraum 1997–2013 bei später konvertierten Patienten 23
Abbildung 11: Anzahl der am Universitätsklinikum Ulm im Zeitraum 1997–2013 durchgeführten EVARs pro Zeitintervall 24
Abbildung 12: Häufigkeit von Konversionen in Abhängigkeit des Zeitpunktes der zu Grunde liegenden EVAR am Universitätsklinikum Ulm im Zeitraum 1997–2013.....24
Abbildung 13: Darstellung der Intervalle zwischen EVAR und Konversion bei late conversions am Universitätsklinikum Ulm im Zeitraum 1997–2013.....25
Abbildung 14: Darstellung von Zeitpunkt und Ursache der late conversions am Universitätsklinikum Ulm im Zeitraum 1997–2013 26
Abbildung 15: Nierenfunktion nach Konversionsoperation in Abhängigkeit von suprarenalem clamping am Universitätsklinikum Ulm im Zeitraum 1997–2013.....30

Lebenslauf

Der Lebenslauf wurde aus Gründen des Datenschutzes entfernt.

Danksagung

Ein erster Dank gebührt Herrn Prof. Dr. med. Karl-Heinz Orend, der in seiner Funktion als Leiter der Sektion für Gefäßchirurgie am Universitätsklinikum Ulm mir durch sein Interesse die Möglichkeit gab, in seiner Abteilung zu promovieren.

Natürlich danke ich ganz besonders herzlich Herrn Dr. med. Matthias Thiere für seine allzeit umfassende Betreuung während der Entstehung der Dissertation. Oft fand er Zeit für mich, um wichtige Themen zu erklären und Fragen zu besprechen. Seine Motivation war enorm hilfreich.

Ich danke außerdem dem Dokumentar der Sektion Gefäßchirurgie Herrn Bernd Fetscher. Namentlich durch seine Hilfe konnte ich viele der untersuchten Fälle identifizieren.

Einmal mehr danke ich meinen Bruder Peter Munk, der mich bei allen informationstechnologischen Problemen, ganz besonders beim Layout der Dissertation, aber auch schon immer unterstützt hat. Das umfassendste Dankeschön gilt meinen Eltern. Ihnen ist es in einzigartiger Hinsicht zu verdanken, dass ich überhaupt bis zu einer Promotion gelangt bin und ihre Unterstützung erstreckt sich weit über die Grenzen des Studiums hinaus.

Ende.