Universitätsklinikum Ulm
Zentrum für Chirurgie
Klinik für Thorax- und Gefäßchirurgie
Ärztlicher Direktor: Prof. L. Sunder-Plassmann

Langzeitergebnisse nach endovaskulärer Therapie akuter traumatischer Aortenrupturen: Eine retrospektive Studie in einem 10 Jahreszeitraum der Klinik für Gefäß- und Thoraxchirurgie Ulm

Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin
der Medizinischen Fakultät
der Universität Ulm

Lucie Erhard
Hutthurm

2009

Amtierender Dekan:	Prof. Dr. Wirth
1. Berichterstatter:	Prof. Dr. Orend
2. Berichterstatter:	Prof. Dr. Hoffmann
Tag der Promotion:	16.12.2010

Meiner Familie gewidmet

Inhaltsverzeichnis

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS V

1 EINLEITUNG 1

1.1 ALLGEMEINES UND DEFINITION 1
1.2 EINTEILUNG 1
1.3 PATHOGENESE 2
1.4 MORTALITÄTSRATE 3
1.5 DIAGNOSTIK UND KLINIK 3
1.6 THERAPIEKONZEPTE UND KOMPLIKATIONEN 4
1.6.1 Offenes Operationsverfahren 4
1.6.2 EVT 6
1.6.3 Best medical treatment 9
1.7 FRAGESTELLUNG 9

2 MATERIAL UND METHODEN 11

2.1 PATIENTENGUT 11
2.2 DATENERHEBUNG 12
2.3 STATISTISCHE METHODEN 13
2.4 PRÄOPERATIVE DIAGNOSTIK 13
2.5 OPERATIONSVERFAHREN 16
2.6 NACHSORGE 19
2.7 IMPLANTIERTE ENDOPROTHESEN 21

3 ERGEBNISSE 24

3.1 ALTERS-UND GESCHLECHTERVERTEILUNG DER PATIENTEN 24
3.2 SAISONALE VERTEILUNG DER VERKEHRSUNFÄLLE 24
3.3 UNFALLMECHANISMUS 25
3.4 BEGLEITVERLETZUNGEN 26
3.5 ORT DER ERSTVERSORGUNG 27
3.6 PRÄOPERATIVE KREISLAUFVERHÄLTNISSE 27
3.6.1 ASA- Klassifikation 28
3.6.2 Glasgow Coma Scale (GCS) 28
3.7 EVT 29
3.7.1 Operationszeitpunkt 29
3.7.2 Lokalisation der Aortenruptur 30
3.7.3 Anzahl und Größe der verwendeten Stentgrafts 30
3.7.4 OP Dauer 31
3.7.5 Kontrastmittelverbrauch und Durchleuchtungszeit 31
3.8 INTRA UND POSTOPERATIVER VERLAUF 32
3.8.1 Intra- und postoperativ aufgetretene Komplikationen 32

3.8.2 Überstenten der A.subclavia ... 36
3.8.3 Beatmungszeit ... 36
3.8.4 Menge und Art an Transfusionen ... 37
3.9 LIEGEZEITEN ... 37
3.9.1 ICU- Liegezeit ... 37
3.9.2 Stationäre Aufenthaltsdauer ... 37
3.10 FOLLOW UP ... 38
3.10.1 Ergebnisse von Anamnese und klinischer Untersuchung ... 38
3.10.2 Auswertung der MR und CT Bilder ... 40
3.11 POSTOPERATIVE LETALITÄT UND TODESURSACHE ... 43
4 DISKUSSION ... 47
4.1 ALTERS- UND GESCHLECHTERVERTEILUNG ... 47
4.1.1 Saisonale Verteilung bei Verkehrsunfällen ... 47
4.1.2 Sonstige Unfallmechanismen ... 48
4.2 PRÄOPERATIVE KREISLAUFVERHÄLTNISSE ... 48
4.3 BEGLEITVERLETZUNGEN UND VERSORGUNGSZEITPUNKT ... 49
4.4 GRÖßE UND ART DER VERWENDETEN STENTGRAFTS ... 51
4.5 OP– DAUER ... 51
4.6 LOKALISATION DER AORTENRUPTUR ... 52
4.7 INTRA- UND POSTOPERATIVER VERLAUF ... 52
4.7.1 Intra- und postoperativ aufgetretene Komplikationen ... 52
4.7.2 Überstenten der A. subclavia ... 56
4.7.3 Menge und Art an Transfusionen ... 56
4.7.4 Beatmungszeit ... 57
4.8 LIEGEZEITEN ... 57
4.8.1 ICU- Liegezeiten ... 57
4.8.2 Stationäre Aufenthaltsdauer ... 58
4.9 FOLLOW UP ... 58
4.9.1 Nachsorgeuntersuchungen ... 58
4.9.2 Auswertung MR- und CT- Bilder ... 59
4.10 POSTOPERATIVE LETALITÄT UND TODESURSACHE ... 60
5 ZUSAMMENFASSUNG ... 61
ANHANG ... 72
DANKSAGUNG ... 73
LEBENSLAUF ... 74

Abkürzungsverzeichnis

A.	Arteria
a.	Jahr
Aa.	Arteriae
ACC	Arteria carotis communis
AFC	Arteria femoralis communis
AIC	Arteria iliaca communis
ASA	American Society of Anesthesia
ASK	Akuter Stent Kollaps
ATAR	Akute traumatische Aortenruptur
bzw.	beziehungsweise
CT	Computertomographie
EK	Erythrozytenkonzentrate
EVT	Endovaskuläre Therapie
ePTFE	Polytetrafluorethylene
FFP	Fresh Frozen Plasma
GCS	Glasgow Coma Scale
ICU	Intensiv Care Unit
Lig.	Ligamentum
LACC	linke Arteria carotis communis
LSA	linke Arteria subclavia
SHT	Schädel- Hirn- Trauma
TEE	transösophageale Echokardiographie
TK	Thrombozytenkonzentrate
v.a.	vor allem

1 Einleitung

1.1 Allgemeines und Definition

Bei der akuten traumatischen Ruptur der thorakalen Aorta (ATAR) handelt es sich um eine stumpfe Verletzung der thorakalen Aorta unterschiedlichen Ausmaßes. Verletzungen der Aorta, die durch scharfe Gewalteinwirkung zustande kommen, sind meist tödlich und werden in dieser Arbeit nicht näher erläutert. Damit es überhaupt zu einer stumpfen Verletzung kommt ist eine massive Gewalteinwirkung auf den Thorax notwendig. Bei den Patienten handelt es sich daher meist um Schwerverletzte (90%) mit Verletzung mehrerer Organsysteme. [53]. Die häufigsten Ursachen sind Unfälle im Straßenverkehr (75%) und Stürze aus großer Höhe, aber auch jede andere stumpfe Gewalteinwirkung ist denkbar.

1.2 Einteilung

Bei einer ATAR kann es vom Intimaeinriss bis zur vollständigen Ruptur aller Wandschichten der Aorta kommen. Eine komplette Wanddurchtrennung kann durch großen Blutverlust innerhalb von Minuten zum Tode führen. Eine subadventitielle Einblutung tritt auf, wenn nur Intima und Media betroffen sind, die Adventitia aber erhalten bleibt. Dadurch, aber auch durch eine intakte mediastinale Pleura sowie durch umgebendes mediastinales Gewebe kann ein Verbluten oftmals verhindert werden. Man spricht von einer sogenannten „gedeckten Ruptur“. Diese kann in einem zweiten Schritt frei rupturieren, sobald die genannten Strukturen dem arteriellen Blutdruck nicht mehr standhalten. Es kann sich daraus aber auch ein posttraumatisches thorakales Aortenaneurysma mit Neointima und möglichen Verkalkungen bzw. Fibrosierungen bilden [52].
Je nach Schweregrad teilt man die traumatischen thorakalen Aortenrupturen nach Parmley in 6 Grade ein [75].

1. Subintimale Blutung
2. Ruptur der Intima mit subintimaler Blutung
3. Ruptur der Media
4. Aneurysma spurium
5. Komplette Ruptur der Aorta
6. Komplette Ruptur mit periaortaler Blutung

1.3 Pathogenese

In 97% der Fälle befindet sich die Ruptur im Isthmusbereich der Aorta, direkt distal vom Abgang der Arteria subclavia sinistra (LSA), wo die Aorta durch das Ligamentum arteriosum (Lig. botalli) fixiert ist. Diese Prädilektionsstelle wird als „loco typico“ bezeichnet. Als Ursache dafür werden verschiedene Thesen genannt. So liegt an der aortalen Insertion des Lig. arteriosum eine andere Wandstruktur vor. Die elastischen Bindegewebsfasern dieses Bandes strahlen an dieser Stelle schräg in die aortale Adventitia und Media ein. Man findet dadurch in der Aortenmedia abgeknickte bzw. stumpf abgebrochene, linear verlaufende elastische und kollagene Fasern. Weiterhin gilt die Lokalisation des Isthmusbereiches als „Mittelstück“ zwischen mobiler Aorta transversa und fixierter Aorta descendens, was ebenfalls Grund für die eklatanten Häufungen von traumatischen Aortenrupturen an eben diesem Ort sein kann. Als eine weitere Ursache wird das Ductus arteriosus- Divertikel (Inzidenz bei Erwachsenen 9 - 26%) genannt, welches als lumenseitige Einsenkung der Aortenwand über der Insertion des Lig. arteriosum definiert wird und zumindest als Teilfaktor für die traumatische Aortenruptur zu diskutieren ist (Abbildung 1).

Angeborene oder erworbene Strukturanomalien der Aorta wie z. B. ein Duktusdivertikel können bei der radiologischen Befundung eine Ruptur vortäuschen. Eine Unterscheidung ist oft durch das fehlende Trauma möglich [2, 6, 9, 28, 65, 98].

Selten findet man diese traumatische Verletzung auch im Aortenbogen, in der distalen Aorta descendens und in der Aorta abdominalis.

Neben den Theorien der Prädilektionsstelle des Isthmusbereichs für ATAR werden viele Unfallmechanismen diskutiert [24, 86]**.** Die am meisten akzeptierten, wurden durch Baque et al. auf die zwei folgenden reduziert [6]:

1. Als Zentralmechanismus der Aortenruptur fand man in experimentiellen Studien an humanen Leichen das blitzartige Strecken des Aortenisthmuses. Wie bereits kurz erwähnt, ist die Aorta descendens unterhalb des Isthmus durch den vierten und die darunterliegenden Intercostalfortsätze fixiert.
   Werden nun die oberen mobileren Anteile der Aorta und das Herz in kaudaler Richtung disloziert führt dies schlussendlich zu einer Ruptur [6].

2. Zusätzlich soll der Anstieg des arteriellen Blutdrucks während eines Aufpralls des Brustkorbes immens sein, so dass auch dieser Druckanstieg zu einer Zerreißung der Aorta führen kann [6].

1.4 Mortalitätsrate

Eine ATAR ist bei 18% aller Verkehrstoten die Todesursache. Sie stellt bei Unfällen neben dem Schädelhirntrauma sogar die zweithäufigste Todesursache dar [73].

Die Mortalität dieser Verletzung ist sehr hoch, 80% der Betroffenen versterben unmittelbar nach Eintritt des Ereignisses am Unfallort. Etwa 30% der Patienten, die eine Klinik lebend erreichen, versterben innerhalb der ersten sechs Stunden. Weitere 40-50% der Betroffenen überleben unbehandelt die ersten 24h nicht [53].

1.5 Diagnostik und Klinik

Wegweisend für die gezielte Diagnostik ist der Unfallhergang. Die initiale Schockraumdiagnostik zur Dokumentation des mediastinalen Hämatoms ist die konventionelle Röntgenthoraxaufnahme [58]. Das radiologische Zeichen im Röntgen- Thorax ist eine schornsteinartige Verbreiterung des Mediastinums[11]. Weitere Befunde können sein: verwischte bzw. unscharfe Aortenkonturen, Rechtsverlagerung der Trachea oder des mit einer Magensonde markierten Ösophagus, Absenkung des linken Hauptbronchus und linksseitiger oder auch beidseitiger Pleuraerguss. Diese Befunde sind zwar keine spezifischen Zeichen, sie sollten aber eine weiterführende Diagnostik veranlassen.
Mögliche klinische Symptome bei einer gedeckt perforierten Aortenruptur sind ein systolisches, tieffrequentes Auskultationsgeräusch über dem dorsalen Thorax, Blutdruckdifferenz zwischen Armen und Beinen (Pseudokoarktationssyndrom) sowie zwischen beiden Armen und Dyspnoe. Darüber hinaus weisen Verletzungen wie z.B. Rippenserienfraktur, Sternumfraktur, Brustwirbelkörperfraktur, oder Scapulafraktur auf schwere Begleitverletzungen hin, bei denen bei entsprechendem Unfallhergang an eine mögliche traumatische Aortenruptur gedacht werden muss.

Die wichtigste diagnostische Untersuchung bei Verdacht auf eine Ruptur ist die kontrastmittelunterstützte Dünnschicht- Computertomographie. Daneben finden weitere diagnostische Maßnahmen wie z.B. Angiographie und TEE (transösophageale Echokardiographie) Anwendung. Bis vor wenigen Jahren galt die Angiographie als Goldstandard bei der Diagnostik von traumatischen Aortenrupturen. Seit der flächendeckenden Verfügbarkeit von Computertomographen kommt dieses Verfahren aber - genauso wie die TEE - nur mehr bei speziellen Fragestellungen zum Einsatz. Sinclair et al. [87] berichten über die Sensitivität und Spezifität von CT- Untersuchungen gegenüber von Angiographien. Bei Patienten, die sowohl angiographisch als auch computertomographisch untersucht wurden, lag die Sensitivität bei CT-Untersuchungen höher als bei der Angiographie (100% gegenüber 94,4%), die Spezifität war allerdings geringer (82,7% gegenüber 96,3%). Die Vorteile der Computertomographie, wie die weniger invasive Untersuchungsmethode, die schnellere Durchführbarkeit, die verbesserte Detektion zusätzlicher Verletzungen und der geringere personelle Aufwand, führten dazu, dass die CT- Untersuchung die Angiographie bei der Diagnostik von ATAR abgelöst hat [14, 32].

1.6 Therapiekonzepte und Komplikationen

Neben der seit vielen Jahren bekannten offenen Operationsmöglichkeit setzt sich zunehmend das endovaskuläre Therapieverfahren (EVT) durch.

1.6.1 Offenes Operationsverfahren

Die offene chirurgische Intervention bei Verletzungen der thorakalen Aorta begann Anfang der 50er Jahre. Bei dieser Methode wird der defekte Gefäßabschnitt unter systemischer Vollheparinisierung entweder durch direkte Naht der rupturierten Aorta oder durch einen Einsatz einer Rohrprothese aus speziellem Polyester versorgt. Der Patient wird dabei nach Rechtsseitenlagerung und Einlungenbeatmung linksseitig thorakotomiert. Die Blutung wird lokalisiert und nach Abklemmen der Aorta wird die Rupturstelle entweder direkt genäht (clamp and sew) oder bei größeren Läsionen prothetisch ersetzt.

Die aortale Abklemmung distal der A. carotis communis (ACC) links stellt in vielerlei Hinsicht ein Problem dar.

Zum einen wird der intrakranielle Druck gesteigert, was v.a. für Patienten mit Schädelhirntrauma (SHT) negative Folgen nach sich ziehen kann. Außerdem bewirkt dies eine Minderdurchblutung von verschiedenen Organen, wie z.B. des Darmes, der Nieren und des Rückenmarkes, wodurch es wiederum zu Nierenversagen und Paraplegie kommen kann. Zum anderen ist die einseitige Lungenbeatmung bei Patienten mit Rippenfrakturen und Lungenkontusion schwierig und riskant. Desweiteren kann eine Vollheparinisierung Begleitverletzungen wie intrakranielle Blutungen oder Verletzungen abdomineller Organe eklatant verschlimmern. Und durch eine Seitenlagerung besteht bei Betroffenen mit Wirbel- und Beckenfrakturen die Gefahr bleibender neurologischer Defizite.

Für die operative Versorgung stehen letztlich verschiedene Operationsverfahren zur Verfügung. Das „clamp and sew“- Prinzip, das Shuntverfahren sowie die Versorgung der Ruptur mit Hilfe der extrakorporalen Zirkulation.

Der Unterschied in den verschiedenen Techniken besteht darin, dass während der operationsbedingten aortalen Abklemmphase ein Bypass (partiell oder komplett) angelegt wird oder eben nicht. Dieser Bypass senkt zum einen den intrakraniellen Systemdruck, der durch die Abklemmung der Aorta distal der linken ACC gesteigert wird, zum andern kann der distale Systemdruck durch diesen Bypass auch angehoben werden.

Man kann das Risiko eines Ischämie- Reperfusionsschaden (im Sinne einer Paraplegie oder eines Tubulusschadens der Nieren) eben durch solch einen Bypass, aber auch durch weitere Maßnahmen, wie einer Reimplantation thorakaler Arterien, einer hypothermen Blutzirkulation sowie einer möglichst kurzen Abklemmphase der Aorta reduzieren [73, 85].

Trotzdem gehen alle drei Verfahren („clamp and sew“- Prinzip, Shuntverfahren, extrakorporale Zirkulation) mit einer hohen Komplikationsrate einher. Laut einer Metaanalyse von 1742 Patienten, lag die Letalität nach „clamp and sew“ (n=443) bei 16% und die Paraplegierate bei 19,2%. Nach einem Eingriff mit Shuntverfahren (n=424) resultierte eine Mortalitätsrate von 12,3% und ein Auftreten von Paraplegie in 11.1% der Fälle. Die niedrigste Inzidenzrate was Paraplegie angeht wurde mit Hilfe der extrakorporalen Zirkulation (n=561) erreicht, sie betrug 2,3%, wohingegen bei diesem Verfahren die Mortalität aufgrund der Vollheparinisierung 18,2 % betrug [100].

Die Gesamtletalität innerhalb der ersten 30 Tage nach notfallmäßig durchgeführten Thorakotomien bei ATAR wird in der Literatur mit Werten von 5-33% angegeben [5, 37, 49, 73, 82].
Als Todesursachen werden dabei vorwiegend außeraortale Verletzungen, wie kardiale Komplikationen, Hypovolämien im Rahmen von Blutungen, sowie pulmonales oder renales Versagen aufgrund von Minderdurchblutung angegeben [3, 56, 59, 73].

1.6.2 EVT

In den frühen 90ern beschrieben Parodi et al. und Volodos et al. erstmals die endovaskuläre Stentgraftimplantation zur Therapie von abdominellen Aortenaneurysmen als Alternative zu dem konventionellen offenen Operationsverfahren [76, 99]. Die endoluminale Therapie löst nicht nur bei Aneurysmen sondern auch bei traumatischen Rupturen das offene Verfahren immer mehr ab [5, 73]. Bei dieser Art der Aortentherapie erfolgt der endovaskuläre Zugang vorzugsweise über die freigelegte A. femoralis communis (transfemoral). Nach angiographischer Darstellung der Läsion erfolgt die Festlegung der proximalen Landezone des Stents. Der Stentdurchmesser wird schon vor der Operation durch Messungen des 3 dimensional- rekonstruierten CTs bestimmt. Nach systemischer Heparinisierung zur Vermeidung lokaler Thrombosierung im Stent kann über den endovaskulären Zugang mittels eines „Stentgraftträgersystems“ (ein spezielles Einführungsbesteck) die Endoprothese an gewünschter Stelle platziert werden. Bei erfolgreicher Stentimplantation kleidet der Stent die Aorta an der betroffenen Stelle so aus, dass die Verletzung komplett versiegelt ist und keine zweizeitige Ruptur mehr befürchtet werden muss.
Neben den allgemein bekannten Operationsrisiken, wie z.B. Blutungen und Infektionen, können bei der EVT noch andere postoperative Komplikationen auftreten. So kann es zu einem Endoleak oder einem akuten Stent-Kompressionssyndrom (ASK) kommen. Beide Möglichkeiten sind oder können lebensgefährdend sein, wobei ein komplettes ASK einem akuten hohen Aortenverschluß gleichkommt und unbehandelt zum Tode führt. Ein Endoleak stellt eine postinterventionell vorhandene Perfusion des Aneurysmasackes dar, so dass das Ziel der Operation nicht erreicht ist.

Nach White et al. [102, 103] und deren Beobachtungen von abdominellen Aortenaneurysmen werden Endoleaks nach dem Ursprung ihrer Leckage eingeteilt. Es gibt primäre Endoleaks, die unmittelbar nach der Stentimplantation auftreten und sekundäre Endoleaks, die erst einige Zeit danach entstehen. Man unterscheidet fünf verschiedene Typen von Endoleaks:

- Typ I: Leckage an den proximalen oder distalen Verankungerungstellen des Stents
- Typ II: Retrograde Perfusion des Aneurysmas über aortale Seitenäste
- Typ III: Strukturdefekte des Stents
- Typ IV: Leckagen durch poröse Endoprothesen
- Typ V: Endotension als Zunahme des Aneurysmasacks ohne
- sichtbares Endoleak

Eine weitere postoperative Komplikation nach EVT kann ein Subclavian Steal-Syndrom sein. Es kann bei Patienten auftreten, bei denen die linke A. subclavia (LSA) im Rahmen der Stentimplantation von der Endoprothese verschlossen wurde. Dieser Verschluss hat zur Folge, dass die direkte Durchblutung des linken Armes nicht mehr gegeben ist und der Arm indirekt durch Flussumkehr der linken A. vertebralis mit Blut versorgt wird. Dem Gehirn der Betroffenen wird dabei Blut entzogen und einige Patienten klagen bei Über- Kopf- Arbeiten über Schwindel und schmerzhafte Bewegungseinschränkung des Armes sowie z.B. Sehstörungen. Diese Symptome sind aber meist reversibel und bei Patienten mit ausreichender Kollateralversorgung weniger stark ausgeprägt. Nur in Ausnahmefällen muss eine Revaskularisierung mittels Transposition der linken A. subclavia auf die linke A. carotis communis erfolgen [16, 72].
Die Vorteile dieser minimalinvasiven Therapie bestehen darin, dass viele der belastenden Maßnahmen eines offenen Verfahren, wie z.B. aortale Abklemmphase und Einlungenbeatmung, nicht notwendig sind. Nach der EVT werden weniger Patienten mit Myokardinfarkten, akutem progressivem Lungenversagen, Sepsis und der Indikation eines Luftröhrenschnittes zur Langzeitbeatmung beobachtet als bei der offenen Variante.

Die Zahl der Betroffenen mit neurologischen Defiziten sowie intra- und postoperativen Transfusionen ist geringer. Außerdem wird berichtet, dass die Zeit auf der Intensivstation sowie der Krankenhausaufenthalt bei den endovaskulär versorgten Patienten signifikant kürzer ist [5, 63, 73, 94].

Die EVT weist geringere Mortalitäts- (7,6% versus 15,2%) und Paraplegieraten (0% versus 5,6%) sowie einen geringen Prozentsatz an Schlaganfällen (0,85% versus 5,3%) auf. Eine Vielzahl von Forschern hat gezeigt, dass man eine ATAR durchaus erfolgreich endovaskulär therapieren kann [1, 19, 26, 35, 51, 63, 68, 71]. Die EVT scheint in der Therapie der ATAR sogar Goldstandard zu werden [94]. Dass diese Operation auch als Simultaneingriff durchgeführt werden kann, ist für Polytraumatisierte von besonderer Bedeutung [5, 63, 73].

Den richtigen Zeitpunkt zur Versorgung der ATAR zu finden ist schwierig und wird kontrovers diskutiert. Wie schon beschrieben sind bei den polytraumatisierten Patienten Seitenlagerung, Einlungenbeatmung, Antikoagulation und aortale Abklemmung teilweise kontraindiziert bzw. erst nach Konsolidierung weiterer Verletzungen durchführbar. Während dieser Zeit besteht jedoch die Gefahr einer zweizeitigen Ruptur, d.h., dass die Blutung, die eventuell nur durch den pleuralen Überzug des Mediastinums gehalten wird, zu einem späteren Zeitpunkt rupturiert und der Patient dadurch verblutet. Ebenso verhält sich das Problem der permissiven Hypotonie, d.h., dass der Blutdruck des Patienten absichtlich hypoton gehalten wird, um auf die verletzten Strukturen der Aorta keinen übermäßig hohen Druck auszuüben. Diese Nachteile können durch das endovaskuläre Vorgehen umgangen werden. Der Stentgraft kann durch zwei kleine Leisteninzisionen und geringem Gewebetrauma die Verletzung in kurzer Zeit abdichten, ohne die oben genannten Risiken des offenen Verfahrens. Sobald die Ruptur ausgeschaltet ist, kann sich das Traumateam auf die anderen Verletzungen konzentrieren. Weitere lebensbedrohliche Verletzungen, wie eine schwere Milzverletzung müssen aber eventuell vorher kontrolliert werden. Die endovaskuläre Versorgung wäre dann in gleicher Narkose durchführbar. Prinzipiell gilt, dass in der Hierarchie der Behandlung: die Therapie einer aktiven Blutung vor der Behandlung offener Frakturen steht und diese wiederum Priorität hat vor der Versorgung einer ATAR.

1.6.3 Best medical treatment

Einige klinische Studien haben vor kurzem berichtet, dass das Risiko einer kompletten Ruptur der Aorta 4-6 Stunden nach der eigentlichen ATAR nicht mehr sehr hoch ist, v.a. wenn der Patient so bald wie möglich blutdrucksenkende Medikamente bekommt und in ein gefäßchirurgisches Zentrum gebracht wird. In der Klinik muss nach Diagnosestellung sofort eine aggressive intravenöse Therapie mit Vasodilatoren und ß- Blockern begonnen werden, um die Belastung auf die Aortenwand und damit das Risiko der kompletten Aortenruptur zu verringern [23, 77]. Diese Behandlungsmöglichkeit stellt besonders für polytraumatisierte Patienten, die noch weitere akut lebensbedrohliche Verletzungen haben, eine Alternative zur sofortigen Operation dar. Die medikamentöse Therapie ist aber nur als eine Verzögerung des operativen Eingriffes anzusehen, da die Gefahr einer zweizeitigen Ruptur weiterhin besteht.

1.7 Fragestellung

Den endovaskulär versorgten Patienten wird eine engmaschige Kontrolle mittels CT empfohlen, um die möglichen Komplikationen frühzeitig zu erkennen und entsprechend therapieren zu können. Die EVT ist eine Therapie mit geringer Langzeiterfahrung. Man hat noch wenig Vorstellung darüber, ob Langzeitkomplikationen hinsichtlich der Haltbarkeit der Stents auftreten und wenn ja, welcher Art diese sind. Die Beanspruchung des Materials ist enorm. Die Patienten mit einer ATAR sind überwiegend junge Patienten (in vorliegender Studie mit einem Median von 37,11 Jahren). So haben die Jüngsten von ihnen - laut dem deutschen statistischen Bundesamt - noch eine durchschnittliche Lebenserwartung von 50- 70 Jahren [88]. Dies bedeutet, dass ihre Endoprothesen wahrscheinlich mehr als 50 Jahre lang täglich mindestens 86.400 Pulsationen standhalten müssen.

In der vorliegenden Arbeit wird beschrieben, zu welchen Langzeitergebnissen die endovaskuläre Versorgung von ATAR führt. Es sollen folgende Gesichtspunkte untersucht werden:

a) Wie ist das aktuelle Befinden der Patienten; fühlen sie sich in ihrem Leben durch Schmerzen, Schwäche oder aus einem anderen Grund eingeschränkt? Kommen die Patienten im alltäglichen Leben zurecht und konnten sie an ihren Arbeitsplatz zurückkehren bzw. eine Arbeit aufnehmen?
b) Wie hoch ist die Mortalität der Patienten und an welchen Ursachen versterben sie? Haben die präoperativen Kreislaufverhältnisse, die EVT, oder die Begleitverletzungen etwas mit dem Ableben der Patienten zu tun?
c) Wie ist die Lage des Stentgrafts? Beeinflusst das Alter und die damit verbundene Aortenbogenkonfiguration die Stentgraftlage? Resultieren aus einer weniger guten Stentlage Einschränkungen im Befinden der Patienten?
d) Wie gestaltet sich der intra- und postoperative Verlauf der Patienten mit einer ATAR? Bei wie vielen Patienten musste die LSA überstentet werden und haben diese Patienten dadurch Einschränkungen?

2 Material und Methoden

2.1 Patientengut

In der Klinik für Thorax- und Gefäßchirurgie des Universitätsklinikums Ulm wurden im Zeitraum von März 1999 bis November 2008 insgesamt n=48 Patienten mit ATAR durch eine transfemorale Stentgraftimplantation therapiert. Alle Krankenakten wurden retrospektiv analysiert. Die Betroffenen 35 Männer und 13 Frauen waren zum Zeitpunkt des Ereignisses zwischen 12 und 79 Jahre alt (Median 37,11 Jahre). Es handelte sich dabei überwiegend um polytraumatisierte Unfallopfer mit z.T. lebensgefährlichen Begleitverletzungen. Die meisten der Patienten (n=41 Patienten) waren Opfer eines Verkehrsunfalls, n=5 Patienten verletzten sich durch einen Sturz aus großer Höhe (n=4 in suizidaler Absicht, einer stürzte mit dem Gleitschirm ab), ein Patient wurde durch einen Stier angegriffen und ein weiterer zog sich die ATAR bei einem schweren Arbeitsunfall zu, bei dem eine Maschine auf seinen Thorax fiel. Bei den Aortenläsionen handelte es sich bis auf eine Ausnahme um Rupturen der thorakalen Aorta loco typico. Bei einem Patienten war die Verletzung weiter distal gelegen, im Abschnitt III der thorakalen Aorta, kurz vor dem Zwerchfelldurchtritt.

47 der 48 Patienten wurden innerhalb von 24 Stunden nach Einlieferung bzw. Überweisung in unsere Klinik operiert, ein Patient wurde erst nach 30 Tagen endovaskulär versorgt. Insgesamt wurden bei den 48 Patienten 56 Endoprothesen verwendet. Eine weitere Stentimplantation benötigten 7 der 48 Patienten. Bei 3 Patienten erfolgte die Implantation zweier Stents innerhalb eines Eingriffes, da der erste Stent die Rupturstelle nicht ausreichend abdichtete. Revisionsoperationen mussten bei 4 Patienten durchgeführt werden. Bei einem Patienten aufgrund eines Endoleaks, bei 3 Patienten war die Ursache ein ASK- Syndrom. Ein Patient benötigte zwei Revisionsoperationen, da sich der 2. Stent proximal des 1. Stents nicht richtig entfaltete.

2.2 Datenerhebung

Die Daten wurden zum einen retrospektiv anhand der vorhandenen Krankenakten erhoben, zum anderen wurden alle Patienten telefonisch oder per Post zu Nachuntersuchungen im Rahmen ihres routinemäßigen Follow- up´s eingeladen. Es erfolgte eine Auswertung der prä- und postoperativ erstellten radiologischen Befunde, der Operationsberichte, der Anästhesieprotokolle und der Berichte über den postoperativen stationären Aufenthalt sowie über die Nachsorgeuntersuchungen. Aus dem vorhandenen Material konnten folgende Daten und Befunde erhoben werden:

- Alter und Geschlecht
- Unfall- und OP- Datum
- Unfallmechanismus
- Lokalisation der Aortenruptur
- Begleitverletzungen infolge des Unfalles
- Glasgow Coma Scale
- ASA- Klassifikation
- Ort der Erstversorgung
- verwendeter Stentgrafttyp und Stentgröße
- OP- Dauer
- Menge und Art an Transfusionen
- Begleitverletzungen aufgrund der Operation
- intra- und postoperativ aufgetretene Komplikationen
- Beatmungszeit
- Intensiv Care Unit (ICU)- Liegezeit
- stationäre Aufenthaltsdauer
- umfassende Anamnese bei Nachuntersuchungen
- umfassende klinische Untersuchung bei Nachuntersuchungen (siehe Abbildung 29: Checkliste)

2.3 Statistische Methoden

Die Daten dieser klinischen Studie wurden mit Microsoft Excel 2003 erfasst. Angegeben wurden deskriptive statistische Parameter wie Minimum, Maximum Median. Zur Berechnung der Überlebenswahrscheinlichkeiten wurde die Kurve von Kaplan-Meier herangezogen.
Zur statistischen Analyse wurden neben Excel 2003 (Microsoft, Redmond, WA) SigmaStat 3.5 (Systat Inc, San Jose, CA) verwendet.

2.4 präoperative Diagnostik

Bei allen Patienten, die ohne adäquate CT- Bilder aus zuweisenden Krankenhäusern aufgenommen wurden, wurde präoperativ in unserem Klinikum (zur Diagnosesicherung und zur Bestimmung des Stentdurchmessers) ein kontrastmittelunterstütztes Dünnschicht- CT veranlasst. Es wurden notfallmäßige Ganzkörper- CTs (sog. „Traumaspirale“) durchgeführt, wobei man das für Traumata standardisierte Verfahren verwendete. Dieses Verfahren ermöglicht sowohl die Generierung von vaskulärem als auch von parenchymalem Kontrast in einer einzigen Schrägspurabtastung durch das Vorspritzen von Kontrastmittel mit geringer Flussrate (70ml mit einer Flussgeschwindigkeit von 2ml/s, Lomeprol® 400; Bracco, Milan, Italy), einer anschließenden Schnellflussinjektion mit demselben Agens (50ml mit einer Flussgeschwindikeit von 3,5ml/s) und der abschliessenden Injektion einer Kochsalzlösung (40ml mit einer Flussgeschwindigkeit von 3ml/s).
Die Phase mit der geringen Flussrate garantiert dabei einen ausreichenden Parenchymalkontrast, gleichwertig einer separaten Portalvenenphase. Die nachfolgende Schnellflussphase erzeugt eine ähnliche vaskuläre Kontrastierung, wie man sie auch schon in der kontrastmittelverstärkten arteriellen Frühphase sehen kann. Die erhobenen Daten werden an einem Computermessplatz ausgewertet, wobei eine virtuelle Mittellinie (Centerline) in die Aorta gelegt wird. Durch diese Linie kann man die Aorta in jedem Punkt orthogonal ausmessen (siehe Abbildung 1 und Abbildung 2), was die Bestimmung des Durchmessers der Landezone, des Abstands zur A. carotis communis (ACC) und LSA sowie des Durchmessers der Zugangsgefäße ermöglicht. Der minimale Durchmesser um

eine 24F (1mm = 3French = 3Charriere) Schleuse mit Stentgraft zu implantieren beträgt dementsprechend 8mm. Sollte die AFC diesen Wert deutlich unterschreiten, ist über einen retroperitonealen Zugang nachzudenken. Man darf aber dabei nicht vergessen, dass sich die Arterien im Schockzustand kontrahieren und evtl. als zu klein gemessen werden. Intraoperativ lassen sich die Gefäße zudem bis zu einem gewissen Grad dehnen.

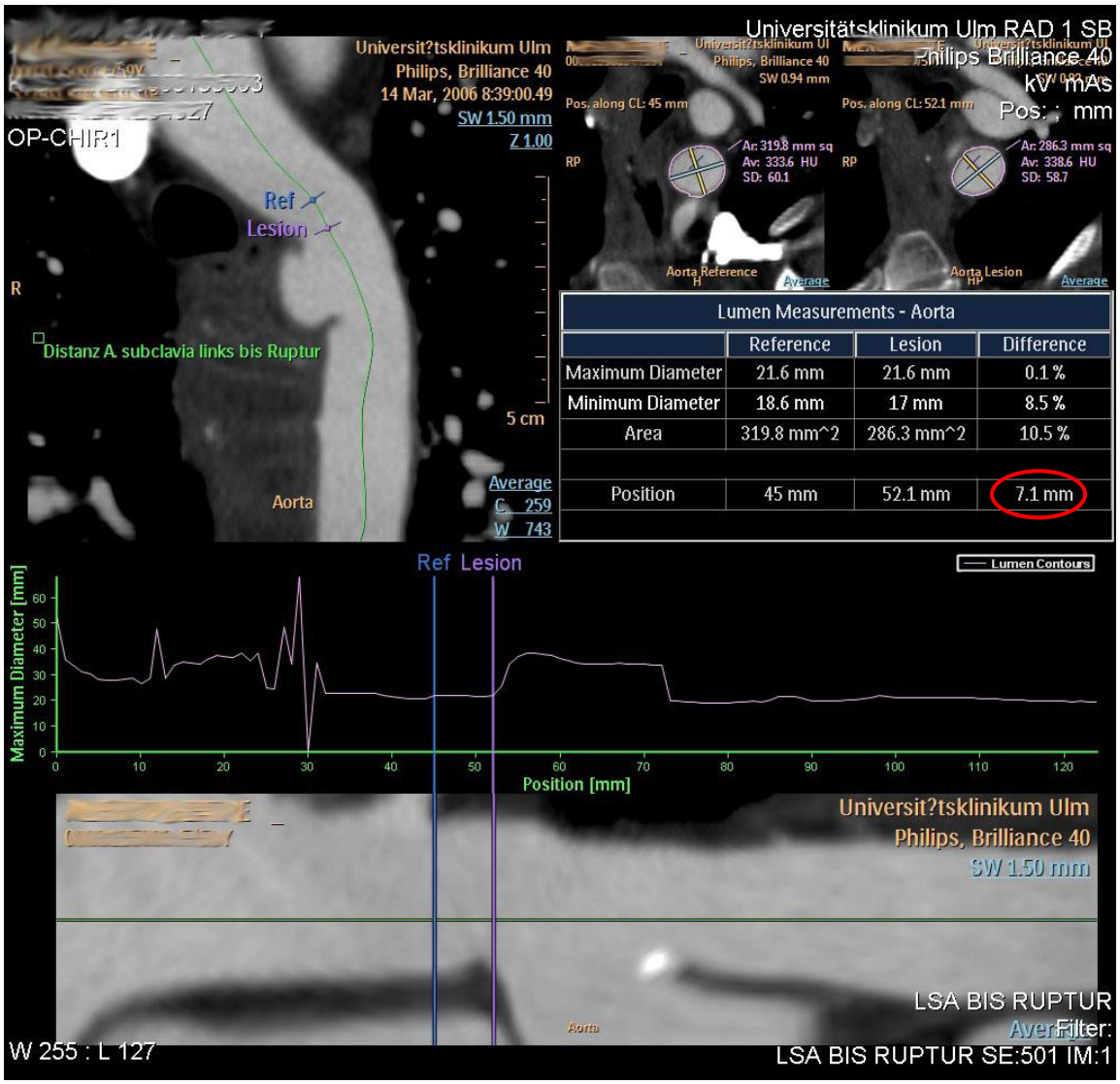


Abbildung 1: Screenshot einer Centerline- (Mittellinie) Messung. Durch diese Linie (grün) kann man die Aorta in jedem Punkt orthogonal ausmessen, was die Bestimmung des Durchmessers der Landezone, des Abstands zur A. carotis communis (ACC) und A. subclavia sinistra (LSA) sowie des Durchmessers der Zugangsgefäße ermöglicht. Im linken oberen Bild sieht man die Aorta mit der Centerline, unten die Aorta nochmals vergrößert und begradigt. In der rechten oberen Ecke Ausschnitte aus zwei gewählten orthogonalen Querschnitten (Reference und Lesion = Referenzpunkt und Läsionspunkt). Einmal die proximale Landungszone (links – Reference = nach dem Abgang der A. subclavia links und dem Beginn der Ruptur (rechts – Lesion). Darunter die Durchmesser und der Abstand zwischen beiden Messungen (roter Kreis). Hier sieht man, dass der Abstand von der Ruptur zur linken Arteria subclavia nur 7 mm beträgt-

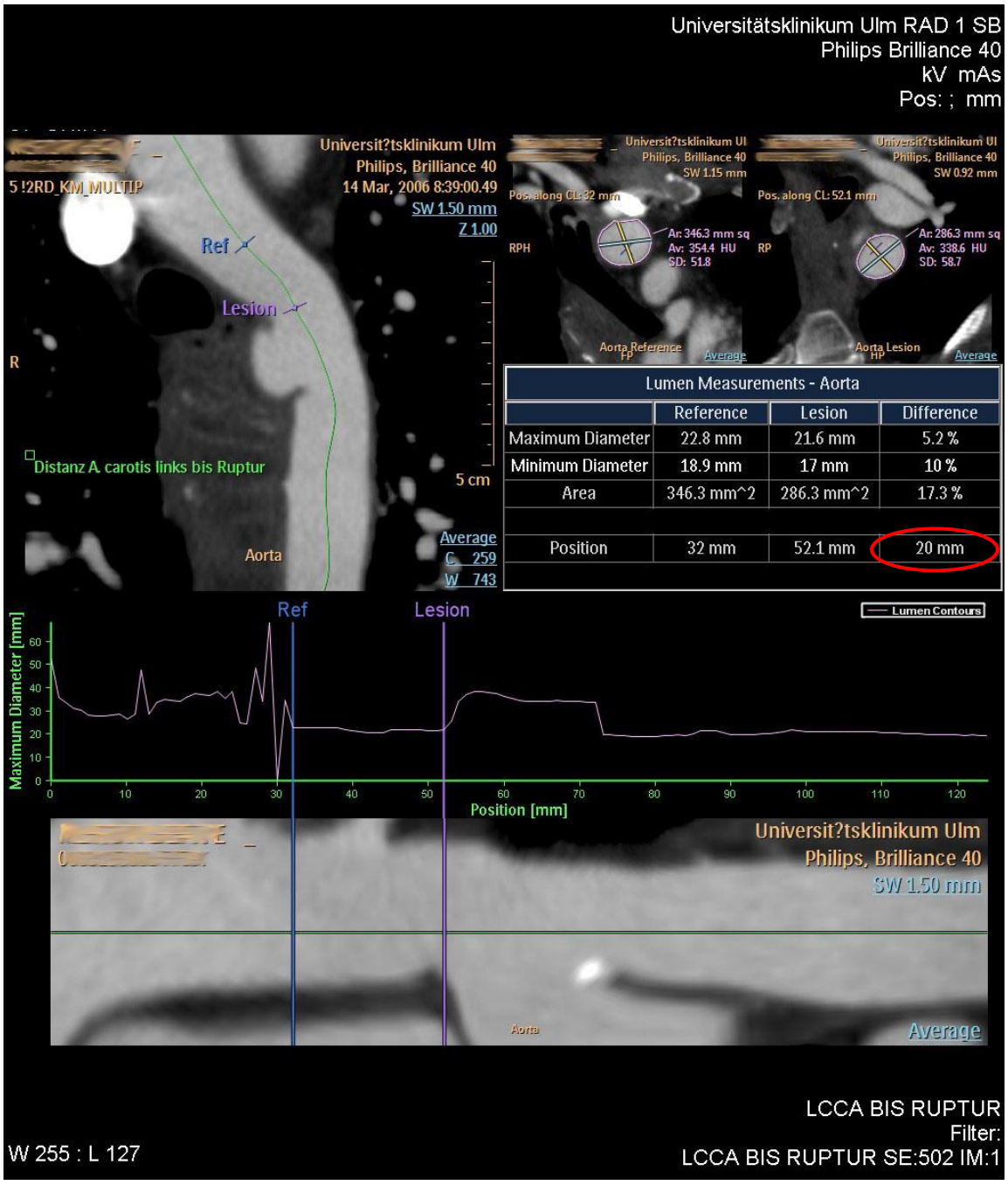


Abbildung 2: Dasselbe Schema wie oben. Hier wurde der zweite Referenzpunkt (Ref) vor den Abgang der linken Arteria carotis communis gelegt. Hier zeigt sich nun eine ausreichende proximale Landungszone von 2 cm (roter Kreis).

2.5 Operationsverfahren

In allen Fällen erfolgte die Stentimplantation im Operationssaal in Intubationsnarkose unter Röntgenkontrolle mit Hilfe eines C- Arm- Bildverstärkers (OEC 9600 Vascular, E Medical System Germany). Außerdem wurde bei Verfügbarkeit die TEE verwendet. Der endovaskuläre Zugang erfolgte bei 46

Patienten transfemoral über die A. femoralis communis (AFC), bei zwei Patienten wurde die A. iliaca communis (AIC) verwendet, da die AFC zu kleinlumig für die Einführung des Stentgrafts war.

Der Patient wurde in Rückenlage auf einen Vollcarbontisch gelagert. Nach Desinfektion und Abdecken mit sterilen Tüchern erfolgte die Freilegung beider AFC und eine 2- fache Anzügelung beider Arterien. Nach Punktion der rechten freigelegten Arterie und der Gabe von 5000IE Heparin (Leo Pharmaceuticals) wurde unter Durchleuchtungskontrolle ein weicher Terumo- Draht in den Aortenbogen platziert. Um eine optimale „aufgedrehte“ Darstellung des Aortenbogens zu erreichen, wurde das Röntgengerät so lange durchgeschwenkt, bis eine optimale Darstellung erzielt werden konnte (ca. 60°). Über einen Pigtail-Katheter erfolgte das Einwechseln eines harten Amplatz- Drahtes (Abbildung 3 , Abbildung 4). Daraufhin wurde die linke AFC punktiert und hier ein weicher Terumo- Draht in den Aortenbogen platziert. Nach der Einführung eines High-Flow- Angiographie- Katheters auf der linken Seite wurde eine Angiographie durchgeführt.

Die Läsion und die supraaortalen Gefäßabgänge wurden dargestellt und die genaue Landezone des Stents bestimmt. Über den Amplatz- Draht auf der rechten Seite wurde das gewünschte Device in den Aortenbogen vorgeschoben (
Abbildung 5 , Abbildung 6).

Die Stentprothese wurde bei Atemstillstand und ohne pharmakologisch induzierte Hypotonie oder Herzstillstand sukzessiv abgesetzt (Abbildung 7 , Abbildung 8). Nach der Stentimplantation folgte eine abschließende Angiographie, bei der die exakte Lage und die suffiziente Abdichtung der Ruptur überprüft wurden.

Anschließend wurden die Drähte und das Einführungsbesteck entfernt, die Zugangsgefäße in fortlaufender Nahttechnik zugenäht, die Pulsüberleitung nach peripher überprüft und die Wunden schichtweise verschlossen.

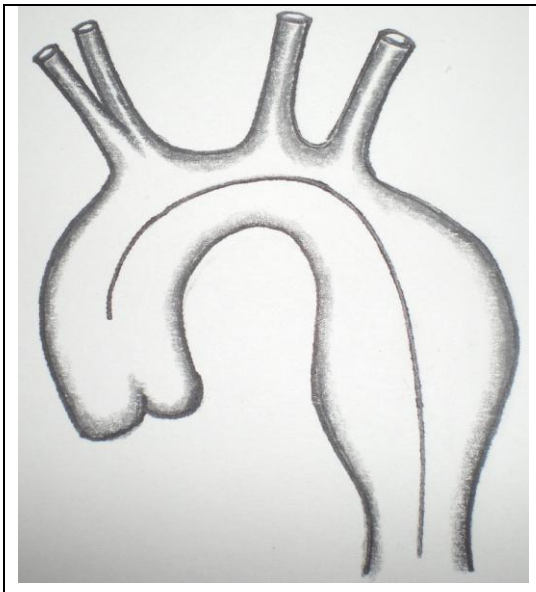


Abbildung 3: Skizze einer intraoperativen Angiographie: Vorschub des Führungsdrahtes in den Aortenbogen. Zur Vereinfachung wurde die traumatische Ruptur nicht als Einriss, sondern als Erweiterung, wie man sie bei einer zirkulären Ruptur sieht, eingezeichnet.

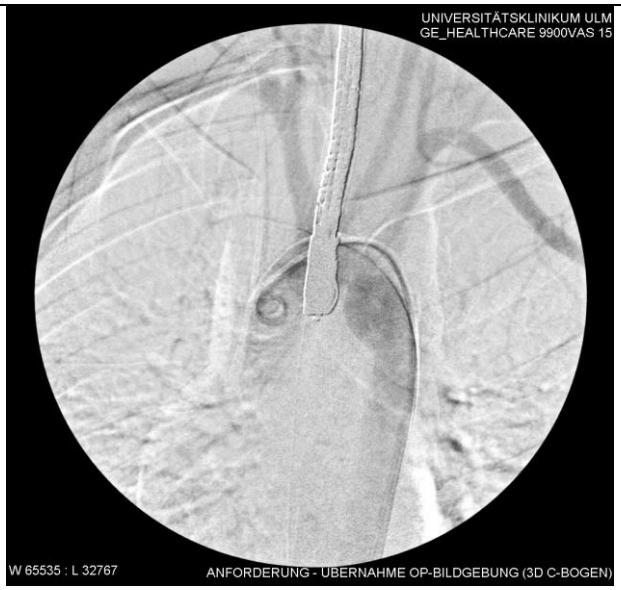


Abbildung 4: Angiographiebild zur nebenstehenden Skizze: Vorschub des Führungsdrahtes.

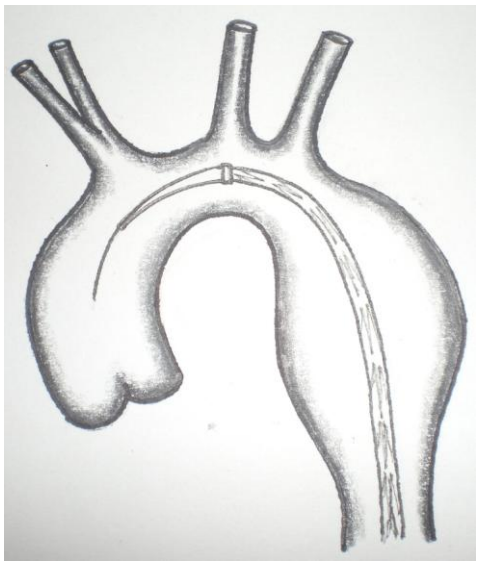


Abbildung 5: Skizze einer intraoperativen Angiographie: Vorschub der Endoprothese über den vorgelegten Draht.



Abbildung 6: Angiographiebild zur nebenstehenden Skizze: Vorschub des Stentgrafts über den vorgelegten Draht.

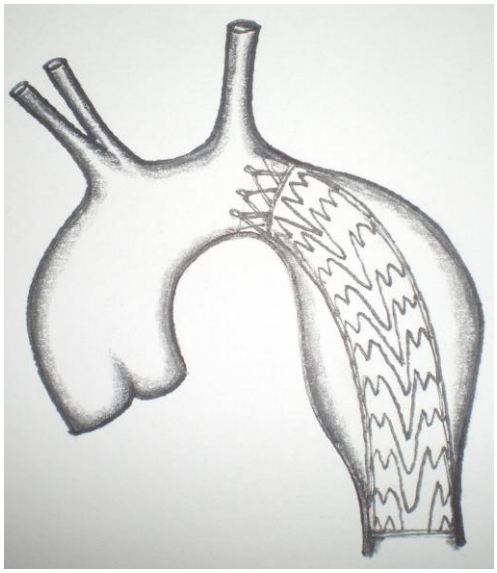


Abbildung 7: Skizze einer intraoperativen Angiographie: Freisetzen der Endoprothese. Der Stentgraft dichtet die Aortenruptur komplett ab, die hier zeichnerisch noch dargestellte Ruptur füllt sich nicht mehr mit Kontrastmittel an. Zeichnerisch nicht mehr dargestellt wurde die linke Arteria sublcavia, da diese überstentet wurde.



Abbildung 8: Angiographiebild zur nebenstehenden Skizze: Freisetzen der Endoprothese.

2.6 Nachsorge

Bei allen Betroffenen wurde die korrekte Lage der Endoprothese entweder noch am Tag des Eingriffes oder am ersten postoperativen Tag mittels CT-Angiographie kontrolliert. Anschließend erfolgte diese Diagnostik regelmäßig nach 3, 6 und 12 Monaten, dann in jährlichen Abständen. Ab 2008 wurde vermehrt auf dynamische MR- Angiographie gewechselt, um die Strahlenbelastung der meist jungen Patienten zu reduzieren. Davon ausgenommen waren Patienten die an Platzangst oder morbider Adipositas leiden sowie Patienten mit Cook-Endoprothesen. Cook- Stentgrafts enthalten als einzige der von unserer Klinik verwendeten Endografts Stahl und nicht Nitinol als Grundgerüst, wobei es durch den verwendeten Stahl zu Auslöschungsphänomenen kommt, die eine weitere Beurteilung nicht mehr zulassen.

Alle nicht verstorbenen Patienten wurden im Rahmen dieser Studie nachuntersucht. Dazu wurde alle telefonisch oder postal über eine anstehende

Nachuntersuchung informiert. Diese Untersuchung erfolgte entweder im Rahmen ihres normalen Follow- up´s, oder an Hand eines Telefoninterviews, wenn eine bildgebende Untersuchung erst vor kurzem stattgefunden hatte. Eine erneute Strahlenbelastung wäre in diesem Fall nicht zu vertreten gewesen.
Der mediane Beobachtungszeitraum betrug 46,2 Monate (2,12-116 Monate).
Die Nachuntersuchung umfasste eine ausführliche Anamnese (Abbildung 29: Checkliste), eine klinische Untersuchung und eine CT- bzw. MR- Angiographie.
Bei allen verfügbaren CTs wurde die Lage des Stentgrafts beurteilt, definiert sowohl durch den Winkel zwischen Endograft und innerer Aortenbogenkurvatur als auch der Ausbeulung innerhalb der ehemaligen Rupturzone. Daraus wurde ein semiquantitativer Score (Tabelle 1) erstellt und eine Graduierung (Tabelle 2) erarbeitet. Bei unklaren Verhältnissen, vor allem wenn eine Ausbeulung in die ehemalige Rupturstelle von Relevanz war, wurden die MR- Bilder zu Hilfe genommen, um Flussturbulenzen zu erkennen. Die Bilder wurden von 2 unterschiedlichen Mitarbeitern getrennt ausgemessen und ausgewertet.

Tabelle 1: Punktevergabe zur Beurteilung der Lage des Stentgrafts in der Aorta (bei Patienten mit einer akut traumatischen Aortenruptur in der Klinik für Thorax- und Gefäßchirurgie der Uniklinik Ulm im Zeitraum von März 1999 bis November 2008), definiert durch den Winkel zwischen Endograft und innerer Aortenbogenkurvatur, der Ausbeulung innerhalb der ehemaligen Rupturzone sowie der Lage des Stentgrafts in der Aorta.

Zu vergebende Punkte	Beschreibung
0-3 Punkte	Winkel zwischen Stentgraft und innerer Aortenbogenkurvatur (0= 0°-20°; 1= 21°-50°; 2= 51°-90°; 3= >90°)
1 Punkt	"Ausbeulung" in ehemaliger Ruptur oder Knick
1 Punkt	Stentgraft ragt mehr als die Hälfte in die Aorta ascendens hinein

Tabelle 2: Graduierung der Lage des Stentgrafts in der Aorta (bei Patienten mit einer akut traumatischen Aortenruptur in der Klinik für Thorax- und Gefäßchirurgie der Uniklinik Ulm im Zeitraum von März 1999 bis November 2008), anhand der erreichten Punktezahl

Erreichte Punkteanzahl / Graduierung	Beschreibung
1	Optimale Lage des Stentgrafts
2	Annähernd optimale Lage des Stentgrafts
3	Mäßige Lage des Stentgrafts
4	Schlechte Lage des Stentgrafts
5	Sehr schlechte Lage des Stentgrafts

2.7 Implantierte Endoprothesen

Die Auswahl der Endoprothese wird durch folgende drei Parameter bestimmt.
Dem geforderten Stentgraftdurchmesser, der Verfügbarkeit und v.a. der persönlichen Erfahrung bzw. Präferenz des Operateurs. In unserem Patientenkollektiv wurden verschiedene Prothesensysteme der Firmen Cook (Zenith TX2, Cook Inc. Bloomington, IN, USA) Deutschland GmbH), Gore (TAG Excluder, W.L. Gore Associated GmbH, Putzbrunn Germany), Medtronic (Valiant, Medtronic World Medical, Sunrise, FL, USA) und OptiMed (Sinus, OptiMed Medizinische Instrumente GmbH, Ettlingen, Germany) verwendet.
Das Stützgerüst der Stentprothese Gore TAG (Abbildung 9) besteht aus einem feinen Draht, gefertigt aus Nitinol und einer körperverträglichen Nickel- Titan-Legierung. Die flexible Rohrwandung der Prothese wird aus einem speziell hergestellten, sich ausdehnenden Polytetrafluorethylene (ePTFE)- Schlauch gebildet. Goldbänder, die ca. 1cm vom Rand der beiden Enden der Endoprothesen entfernt sind, dienen als Markierungshilfen bei Röntgenkontrollen.
Der Stentgraft Medtronic Valiant (Abbildung 10) ist ebenfalls eine superelastische Prothese und besteht wie der Gore TAG aus einem Nitinoldrahtgerüst. Er hat jedoch eine flexible Rohrwandung aus Polyester. Auch diese Endoprothese hat zur besseren Darstellung und zur einfacheren und genaueren Platzierung der einzelnen Komponenten röntgendichte Markierungen an den proximalen und distalen Enden. Zusätzlich befindet sich am proximalen Ende eine nicht umhüllte Drahtgerüstreihe, sogenannte Bare springs.

Die Cook Zenith TX 2 Endoprothese ist auch ein selbstexpandierender Schlauch aus gewebtem Polyester, dessen Stützgerüst aus rostfreiem Stahl besteht. Das proximale Ende der Cook- Endoprothese ist mit Polyester umhüllt und besitzt nach kaudal gerichtete Widerhaken (Abbildung 11). Das distale Ende hat bare springs, die ebenfalls mit Widerhaken bestückt sind, welche nach kranial zeigen (Abbildung 12).

Die Gefäßprothese OptiMed Sinus ist ein selbstexpandierender Stent aus Nitinol, der im Unterschied zu den anderen Stentgrafts kein „Covering“ hat, also nur aus dem Drahtgerüst besteht. Der Vorteil ist, dass er eine größere Radiärkraft ausübt als die anderen Stentgrafts. Eine Ausschaltung der Ruptur ist jedoch auf Grund der fehlenden Umhüllung nicht möglich, weshalb er nur bei akutem Stent-Kompressions- Syndrom eingesetzt wurde, um den komprimierten Stentgraft aufzurichten.



Abbildung 9: Darstellung eines Gore TAG Stentgraft [7].

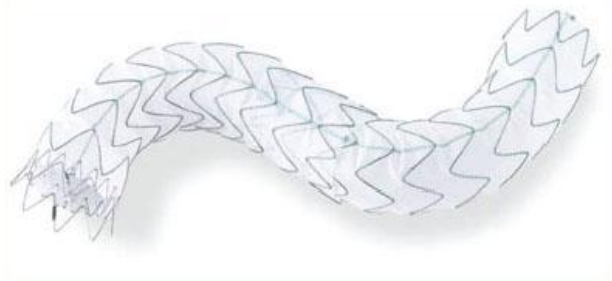


Abbildung 10: Darstellung einer Medronic Valiant Endoprothese [25].

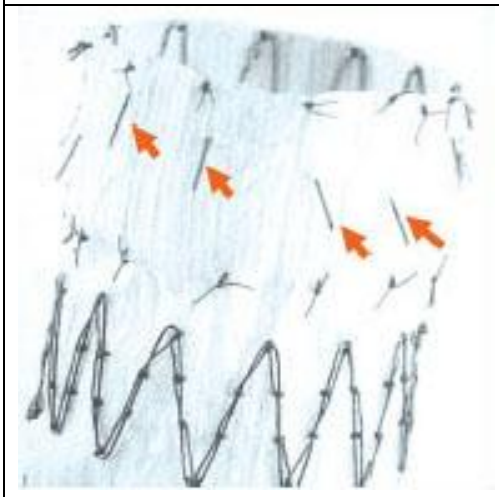


Abbildung 11: Darstellung des proximalen Endes der Cook Zenith Endoprothese. Die Pfeile deuten auf die kleinen Widerhaken hin, welche die Endoprothese zentral verankern sollen [7].

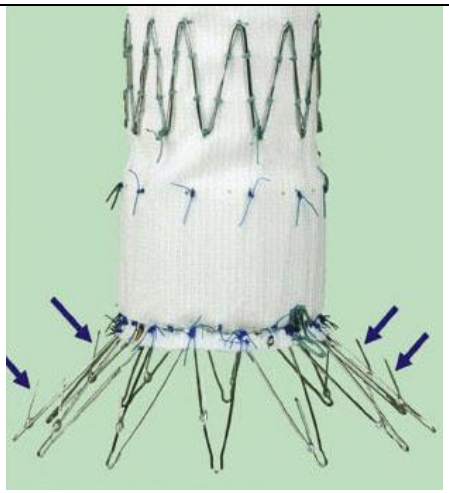


Abbildung 12: Darstellung des distalen Endes der Cook Zenith Endoprothese. Auch hier zeigen die Pfeile auf Widerhaken, welche am distalen Ende jedoch an zusätzlichen Verstrebungen (bare springs) verankert sind [7].

3 Ergebnisse

3.1 Alters-und Geschlechterverteilung der Patienten

Das Alter der Patienten mit einer ATAR variierte zwischen 12 und 79 Jahren, der Median betrug 37,11 Jahre, der Mittelwert 39,8 Jahre. Von den 48 Betroffenen waren 13 weiblich und 35 männlich. Nähere Informationen über die Alters- und Geschlechterverteilung liefert Abbildung 13.

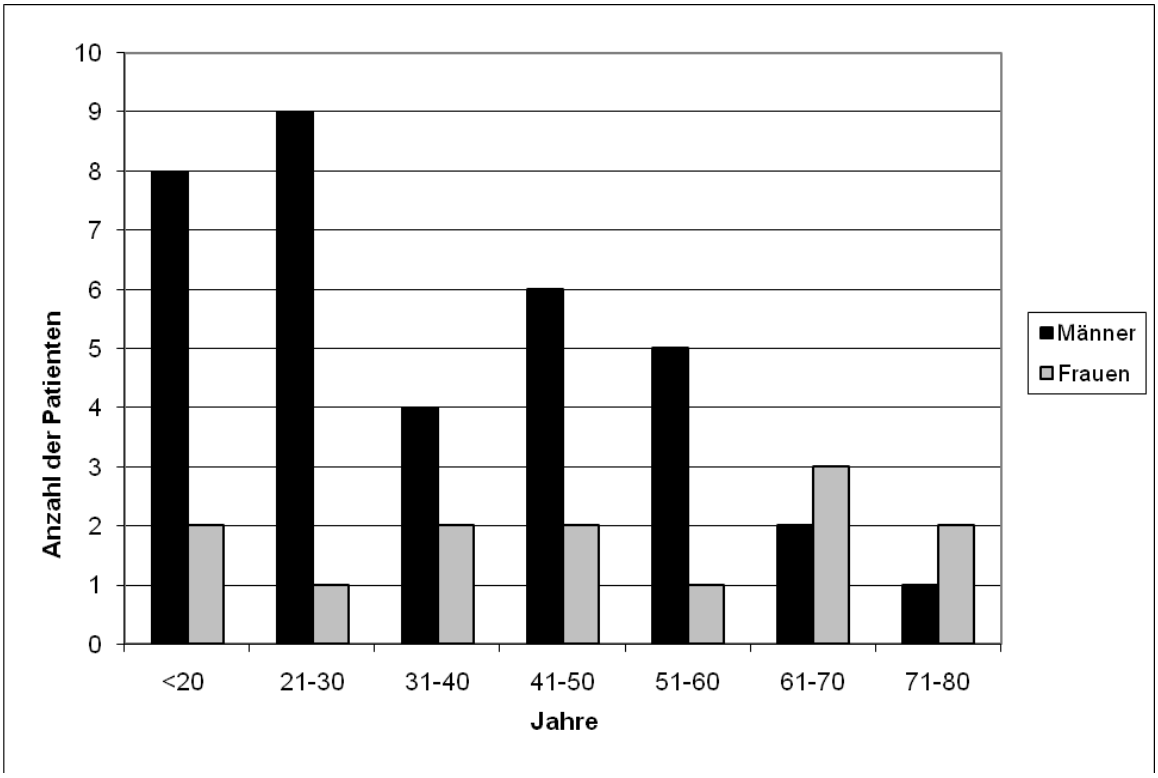


Abbildung 13: Alters- und Geschlechterverteilung der Patienten mit einer akuten traumatischen Aortenruptur der Klinik für Thorax- und Gefäßchirurgie der Uniklinik Ulm im Zeitraum von März 1999 bis November 2008.

3.2 Saisonale Verteilung der Verkehrsunfälle

Bei den traumatischen Aortenrupturen die durch Verkehrsunfälle verursacht wurden (n=41 Patienten), war eine saisonale Häufung ersichtlich. So wurden in den Monaten April, Mai, Juni und September, Oktober, November deutlich mehr Aortenrupturen nach Verkehrsunfällen verzeichnet als in den restlichen Monaten.

Eine genaue Übersicht über saisonale Verteilung der Verkehrsunfälle gibt Abbildung 14.

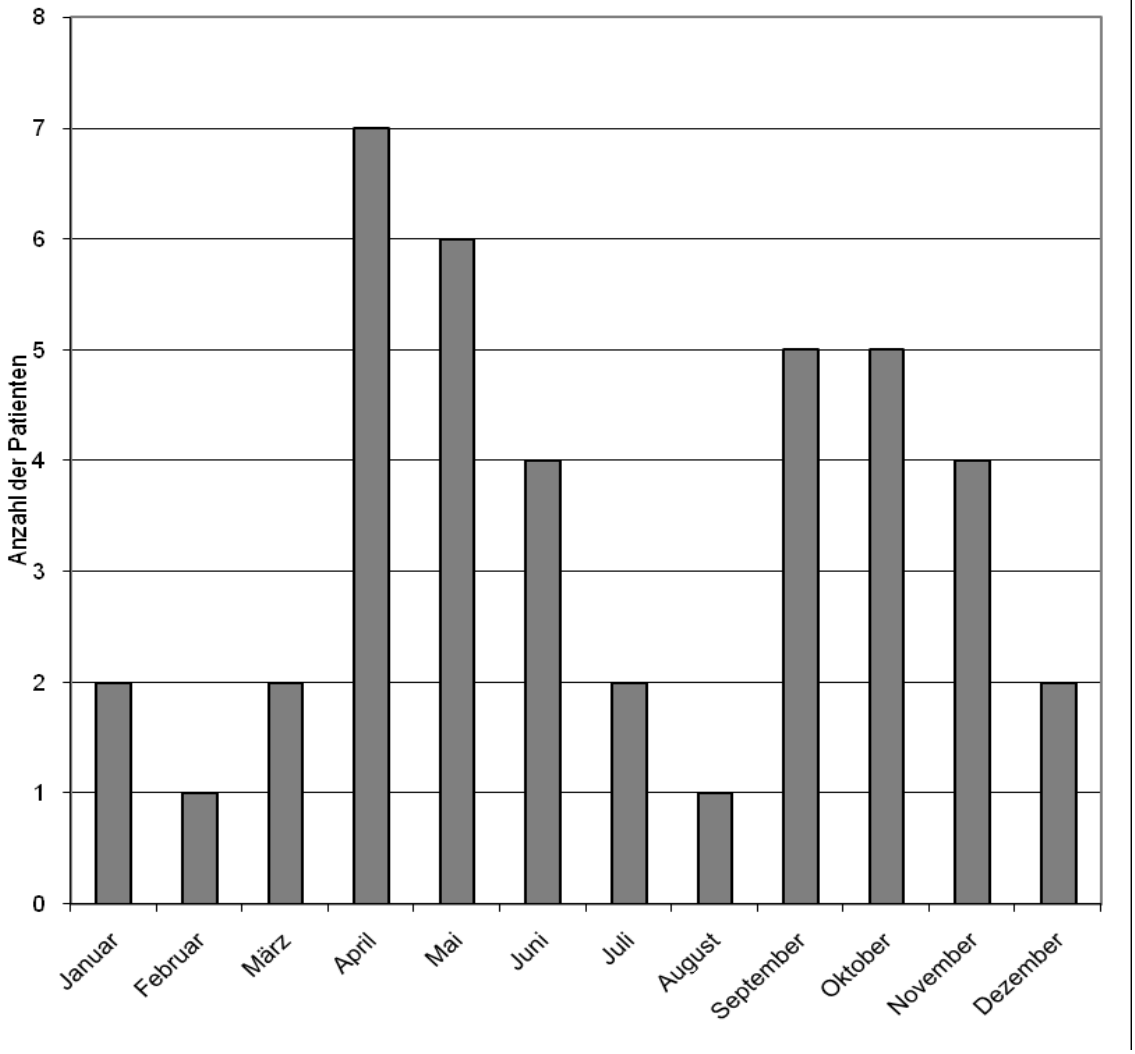


Abbildung 14: Saisonale Verteilung der traumatischen Aortenrupturen nach Verkehrsunfällen der Patienten mit einer akut traumatischen Aortenruptur in der Klinik für Thorax- und Gefäßchirurgie der Uniklinik Ulm im Zeitraum von März 1999 bis November 2008.

3.3 Unfallmechanismus

Die Mehrzahl der Betroffenen waren Opfer eines Verkehrsunfalles (n=41 Patienten), davon waren 13 mit einem motorisierten Zweirad unterwegs. Bei 5 Patienten war ein Sturz aus großer Höhe die Ursache der ATAR (n=4 Suizidversuch und n=1 Gleitschirmabsturz). Ein Patient wurde von einem Stier

angegriffen und einer verletzte sich bei einem schweren Arbeitsunfall. Eine Übersicht über die Unfallmechanismen gibt Abbildung 15.

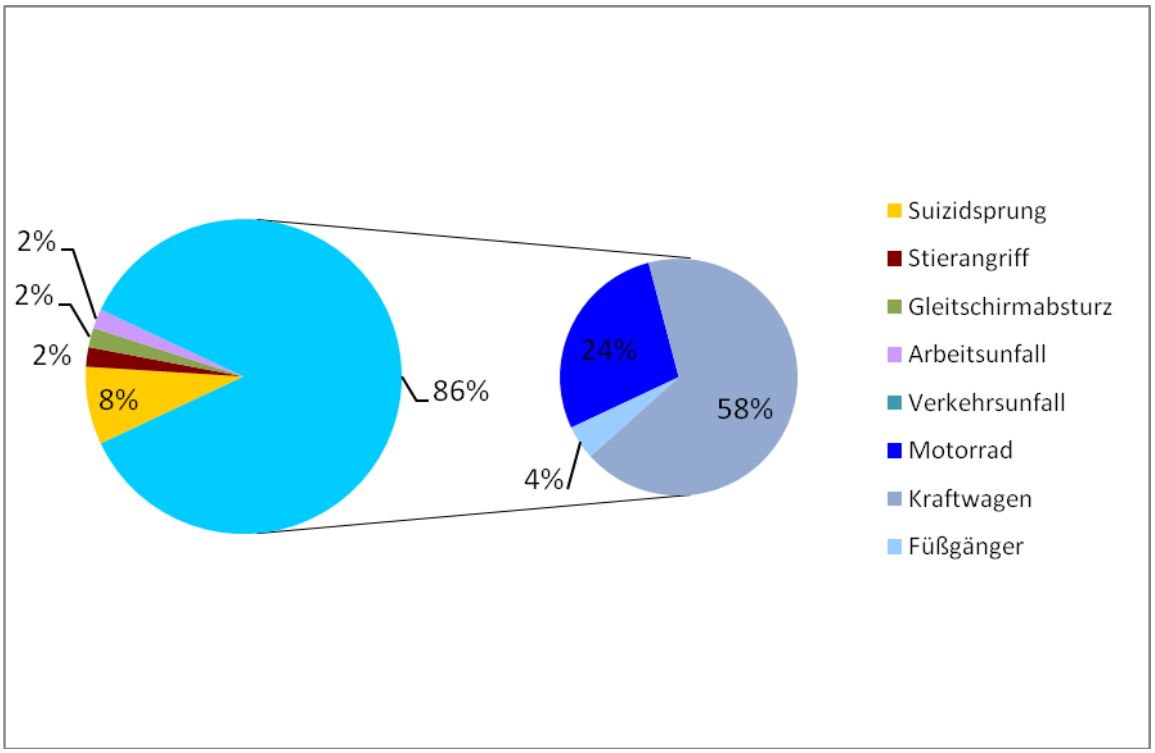


Abbildung 15: Unfallmechanismen, die in unserem Patientengut (Patienten mit einer akut traumatischen Aortenruptur in der Klinik für Thorax- und Gefäßchirurgie der Uniklinik Ulm im Zeitraum von März 1999 bis November 2008) zu einer akut traumatischen Aortenruptur führten. Man sieht, dass die Mehrzahl der Patienten Opfer eines Verkehrsunfalls waren (86%) von diesen 86% der Patienten verunfallten 58 % mit einem Kraftwagen, 24% mit einem motorisierten Zweirad und 4 % als Fußgänger.

3.4 Begleitverletzungen

Bei den 48 Patienten handelte es sich ausschließlich um Polytraumatisierte. Alle Patienten (100%) hatten Verletzungen im Thoraxbereich, davon zeigten 48% eine schwere Lungenkontusion. Weitere Begleitverletzungen waren Kopf- und Gehirnverletzungen (33%), Verletzungen im Bereich des Abdomens (63%), Wirbelsäulenverletzungen (40%), Verletzungen des Beckens (35%) und der Extremitäten (69%).

Tabelle 3: Übersicht über die Begleitverletzungen der Patienten mit einer akut traumatischen Aortenruptur in der Klinik für Thorax- und Gefäßchirurgie der Uniklinik Ulm im Zeitraum von März 1999 bis November 2008.

	Zahl der Patienten	Prozent
Kopf- und Gehirn	16	33%
Abdomen	30	63%
Becken	17	35%
Extremitäten	33	69%
Thorax	48	100%
Wirbelsäule	19	40%

3.5 Ort der Erstversorgung

Die Erstversorgung der Patienten fand in den überwiegenden Fällen in peripheren Kliniken statt, 36 Patienten wurden uns von (13) anderen Kliniken zur Behandlung überwiesen, nur 12 Patienten kamen direkt vom Unfallort in unsere Klinik.

3.6 Präoperative Kreislaufverhältnisse

Vor der Operation wurden die Patienten je nach ihrem kardiopulmonalen Zustand grob drei Gruppen zugeteilt

- Spontan atmender Patient mit stabilem Kreislauf
- Intubierter Patient mit stabilem Kreislauf
- Intubierter Patient mit instabilem Kreislauf

Instabiler Kreislauf bedeutet, dass der Patient trotz entsprechender Volumenzufuhr einen systolischen Blutdruck von unter 90mmHg aufweist.

Bei 30 der 48 Patienten waren die präoperativen Kreislaufverhältnisse als intubiert mit stabilem Kreislauf angegeben. 9 Patienten wurden als intubiert mit instabilem Kreislauf eingestuft und 9 Patienten waren spontan atmend und hatten einen stabilen Kreislauf.

3.6.1 ASA- Klassifikation

Die Einschätzung des präoperativen Risikos der Patienten erfolgte unter anderem anhand der ASA- Klassifikation. Das von der American Society of Anesthesiologists [31] vorgeschlagene Schema unterteilt die Betroffenen subjektiv anhand systemischer Erkrankungen in 6 verschiedene Klassen.

- ASA I: normaler, gesunder Patient
- ASA II: leichte Allgemeinerkrankung
- ASA III: schwere Allgemeinerkrankung
- ASA IV: schwere Allgemeinerkrankung, die eine ständige Lebensbedrohung darstellt
- ASA V: moribunder Patient, der die nächsten 24 h mit oder ohne Operation voraussichtlich nicht überleben wird
- ASA VI: hirntoter Patient, dessen Organe zur Organspende entnommen werden

Von den 48 endovaskulär versorgten Patienten wurden vor der Narkose 22 in ASA IV und 26 in ASA III eingeteilt.

3.6.2 Glasgow Coma Scale (GCS)

Dieses verbreitete Schema wurde 1974 von zwei Neurochirurgen an der Universität Glasgow (Schottland) zur Bewertung einer Bewusstseinstörung entwickelt. [95] In diesem Schema gibt es drei Rubriken für die jeweils Punkte vergeben werden:

1. Augen öffnen
2. Verbale Kommunikation
3. Motorische Fähigkeit

Die Punkte werden für jede Rubrik einzeln vergeben und anschließend addiert. Ein Patient mit vollem Bewusstsein bekommt mit 15 Punkten die maximal zu erreichende Punktzahl, ein komatöser Patient bekommt mit 3 Punkten die minimalste Zahl an Punkten. Von den 48 Betroffenen wurden 26 mit einem GCS von 15 bewertet. Mit der Punktzahl von 3 wurden 3 Patienten bewertet.
Eine Übersicht über die GCS der Patienten liefert Abbildung 16.

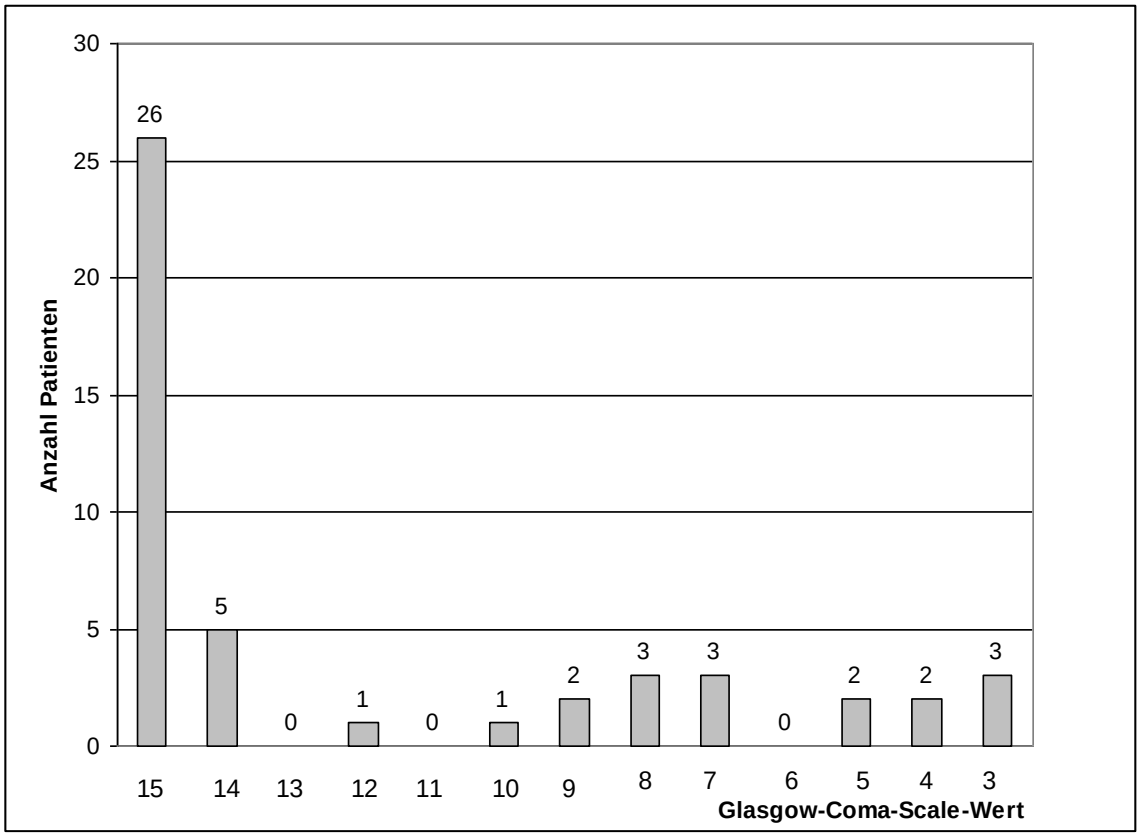


Abbildung 16: Übersicht über die Glasgow Coma Scale- Werte (Schema zur Bewertung einer Bewusstseinsstörung) der Patienten bei Einlieferung.

3.7 EVT

3.7.1 Operationszeitpunkt

Bei 47 von 48 Patienten fand die operative Versorgung der ATAR innerhalb von 24 Stunden nach Einlieferung bzw. Überweisung in unsere Klinik statt. Ein Patient wurde aufgrund seiner schweren Begleitverletzungen erst 30 Tage nach dem Ereignis endovaskulär versorgt. Er hatte neben einem Hirnödem ein schweres Thoraxtrauma erlitten, wobei auch der linke Hauptbronchus abgetrennt worden war. Bei der operativen Versorgung dieser akut lebensbedrohlichen Lungenverletzung, musste der Patient intraoperativ reanimiert werden. Die behandelnden Ärzte entschieden sich gegen eine sofortige Sanierung der Aortenruptur, da der Patient diese höchstwahrscheinlich nicht überlebt hätte. Grundsätzlich war die EVT einer ATAR in 100% technisch erfolgreich und es musste in keinem Fall von dem endovaskulären zum offenen Verfahren gewechselt werden.

3.7.2 Lokalisation der Aortenruptur

Die Lokalisation der Aortenläsionen lag bei 47 Patienten distal des Abgangs der linken A. subclavia (Aortenruptur loco typico). Bei einem Patienten befand sich diese weiter distal, im Abschnitt III der thorakalen Aorta, kurz vor dem Zwerchfelldurchtritt. Dieser Patient zog sich die Verletzung durch einen Stierangriff zu, so dass der Unfallmechanismus dementsprechend kein Dezelerationstrauma wie bei den anderen Betroffenen war.

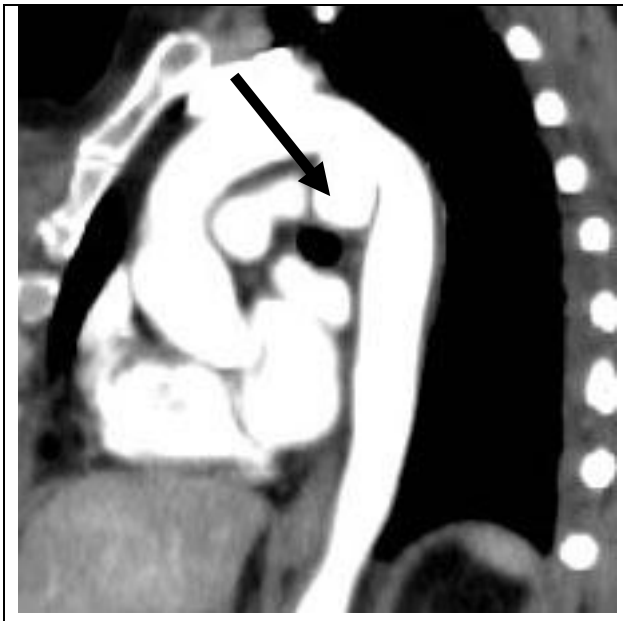


Abbildung 17: Angio- Computertomographie mit sagittaler Rekonstruktion. Der eingezeichnete Pfeil zeigt auf eine komplette nicht zirkuläre Ruptur der thorakalen Aorta mit deutlichem Paravasat.



Abbildung 18: Angio- Computertomographie mit sagittaler Rekonstruktion. Der eingezeichnete Pfeil zeigt auf einen Intimaeinriss der thorakalen Aorta.

3.7.3 Anzahl und Größe der verwendeten Stentgrafts

Insgesamt wurden 56 Endoprothesen eingesetzt, 6 der 48 Patienten benötigten einen zweiten Stent, einer sogar ein Dritten.

Informationen darüber welches Prothesensystem wie oft verwendet wurde gibt Tabelle 4.

Tabelle 4: Anzahl der Prothesensysteme, die bei der Versorgung der Patienten mit einer akut traumatischen Aortenruptur in der Klinik für Thorax- und Gefäßchirurgie der Uniklinik Ulm im Zeitraum von März 1999 bis November 2008 verwendet wurden.

Prothesensystem	Anzahl
OptiMed Sinus	2
Cook Zenith	6
Medtronic Valiant	14
Gore TAG	34

.

Die Aortendurchmesser, gemessen zwischen LACC und LSA variierten zwischen 12 und 30 mm. Es wurden Stentgrafts mit Längen von 40 bis 160mm (Median 100 mm) verwendet, deren Durchmesser Werte von 16 bis 36mm (Median: 26 mm) betrugen. Die kurzen Endoprothesen wurden nur bei ASK- Syndrom zum Aufrichten der kollabierten Prothese eingesetzt.

Grundsätzlich wurde ein „Oversizing“ (Überdimensionierung) von 10-20% angestrebt, was bedeutet, dass der Stentdurchmesser 10–20% größer sein sollte als der Aortendurchmesser, um zu gewährleisten, dass der Stent sich fest an die Aortenwand anlegt.

3.7.4 OP Dauer

Die Operationszeit lag zwischen 30 und 170 Minuten (Median: 70 Minuten).

Bei einem Patienten wurde in einem Eingriff die ATAR durch eine Stentimplantation versorgt und der Abriss der rechten A. poplitea durch ein Interponat der V. saphena magna therapiert. Diese Operation dauerte insgesamt 210 Minuten, wobei der endovaskuläre Anteil 80 Minuten in Anspruch nahm.

3.7.5 Kontrastmittelverbrauch und Durchleuchtungszeit

Die intraoperative Durchleuchtungszeit lag zwischen 3 und 10 Minuten (Median: 5,5 Minuten). Während dieser Zeit wurden zwischen 40 und 220 ml (Median: 89 ml) Kontrastmittel verbraucht.

3.8 Intra- und postoperativer Verlauf

3.8.1 Intra- und postoperativ aufgetretene Komplikationen

Keiner der Patienten entwickelte während oder nach dem Eingriff auf die EVT zurückzuführende neurologische Defizite.

Der intraoperative Verlauf gestaltete sich bei 92 % der Patienten (n=44) ohne Probleme. In 8% der Fälle traten perioperative Komplikationen auf.

Bei einem 19 jährigen Patienten musste anstatt des transfemoralen Zugangs ein Zugang über die A. iliaca communis (AIC) angelegt werden, da die AFC zu kleinlumig für die Einführung des Stentgrafts war. Die AIC wurde dann intraoperativ durch die Schleuse verletzt, so dass ein iliaco- femorales Interponat nötig war.

Bei 3 Patienten musste innerhalb eines Eingriffes je ein weiterer Stent implantiert werden. Bei einem 28 Jährigen Mann musste nachdem ein Gore TAG Stentgraft (28 x 100 mm) beim Freisetzen nach distal migrierte ein zweiter Gore TAG Stentgraft (28 x 100 mm) zur suffizienten Therapie der ATAR eingebracht werden. Einen zweiten Stent benötigte auch eine 60-jährige Patientin, bei der der erste Stent (Cook Zenith 26 x 136 mm) in die LSA abgewichen war. Es wurde ein Gore Tag Stentgraft (26 x 100 mm) eingesetzt und die ATAR dadurch schliesslich zufriedenstellend therapiert. Bei einem 19 jährigen Patienten musste wegen einer Dislokation des ersten Gore TAG Stentgrafts (20 x 116 mm) nach distal eine zweite Endoprothese (Gore TAG 22 x 116 mm) implantiert werden, um die Perfusion der Rupturstelle zu unterbinden.

Der postoperative Verlauf gestaltete sich bei 92 % der Patienten (n=44), was die Begleitverletzungen und die EVT angeht, als unproblematisch. Postoperative Komplikationen traten bei 8 % der Betroffenen (n=4) auf.

Ein einfaches Endoleak wurde bei 2 der 48 Patienten diagnostiziert. Bei einer 12-jährigen Patientin wurde am 2. Tag nach Versorgung der ATAR mit einem Gore TAG Stentgraft (16 x 140 x 07 mm) ein Endoleak Typ I diagnostiziert, welches jedoch aufgrund seiner geringen Größe nicht embolisiert werden konnte. Eine Kontrollangiographie am 21. postoperativen Tag zeigte, dass sich das Endoleak spontan verschlossen hatte.

Eine fortwährende Perfusion der Rupturstelle wurde bei einem 44-jährigen männlichen Patienten am 3. postoperativen Tag nach Implantation eines

Medtronic Valiant Stentgrafts (36 x 98 mm) beobachtet. Dieses Endoleak konnte jedoch durch Einbringung eines zweiten Stentgrafts (Gore TAG 31 x 150 mm) ausgeschalten werden.

Bei 3 Patienten trat postoperativ ein Endoleak Typ I im Rahmen eines ASK-Syndroms auf (Abbildung 19). 2 Patienten entwickelten das ASK- Syndrom am 10. postoperativen Tag, eine weitere Patientin erst am 43. postoperativen Tag. Der erste Betroffene mit einem ASK- Syndrom war ein 57 jähriger Mann, bei dem ein Gore TAG Stentgraft (28 x 150 mm für eine 24 mm messende Aorta) zur Therapie der ATAR verwendet wurde. Hier war das Problem, dass der Stentgraft nicht bis in den Scheitelpunkt der Aorta vorgeschoben wurde und somit eine sichere koaxial zentrierte Position des Stentgrafts innerhalb des Lumens des Aortenbogens nicht erreicht werden konnte. Der regelrechte aortale Fluss konnte mit einem 2. Gore TAG Stentgraft (31 x 100 mm) wieder hergestellt werden. Dieser Patient musste sich infolge ischämischer Infarzierung einer rechtsseitigen Hemikolektomie und einer Dünndarmoperation unterziehen. Der Patient überlebte und nach nahezu 4 Jahren wiederholter CT- Aufnahmen waren keine Kompressions- oder Migrationsanzeichen mehr zu erkennen. Bei dem zweiten Patienten mit einem ASK– Syndrom handelt es sich um eine 24- jährige Frau, deren ATAR mit einem Cook Zenith Stentgraft (26 x 138mm für einen Aortendurchmesser von 20mm) behandelt wurde. Die Patientin entwickelte das ASK- Syndrom am 43. postoperativen Tag mit Anzeichen eines spinales Schocks sowie eines akuten Abdomens. Das Problem war hier wiederum, dass die Endoprothese nicht bis in den Aortenbogen vorgeschoben wurde und so vor der Öffnung der LSA eingebracht war, was zu einer Dezentrierung führte. Trotz erneuter notfallmäßiger EVT mit einem Sinus OptiMed Stent (24 x 25 mm) starb die Patientin 7 Tag später an einer diffusen intracerebralen Hämorrhagie. Der dritte Patient mit einem ASK–Syndrom war ein 20 jähriger Mann, bei dem zur Therapie der ATAR ein Medtronic Valiant Stentgraft (26 x 100 mm für eine 20 mm messende Aorta) benutzt wurde. Das asymptomatische ASK– Syndrom wurde nach einer routinemäßigen CT–Kontrolle diagnostiziert. Der Stentgraft war nicht nur komprimiert, sondern auch nach distal migriert. Bei der sofortigen Revisionsoperation in der das Endoleak mit einem Gore TAG (28 x 100 mm) behandelt wurde, zeigte sich eine unauffällige Angiographie. In der CT- Kontrolle zeigte sich jedoch, dass die Stentspitze nicht vollständig entfaltet war (Abbildung 20), so dass ein dritter Eingriff notwendig war.

Dabei wurde ein Sinus OptiMed Stent (22 x 40 mm) implantiert, der das nicht komplett entfaltete Ende des Stents so überdeckte, dass dieser auch komplett expandierte. Weitere CT- Kontrollen in einem Follow- up von 5 Monaten zeigten eine korrekte Lage der Endoprothese (Abbildung 21).

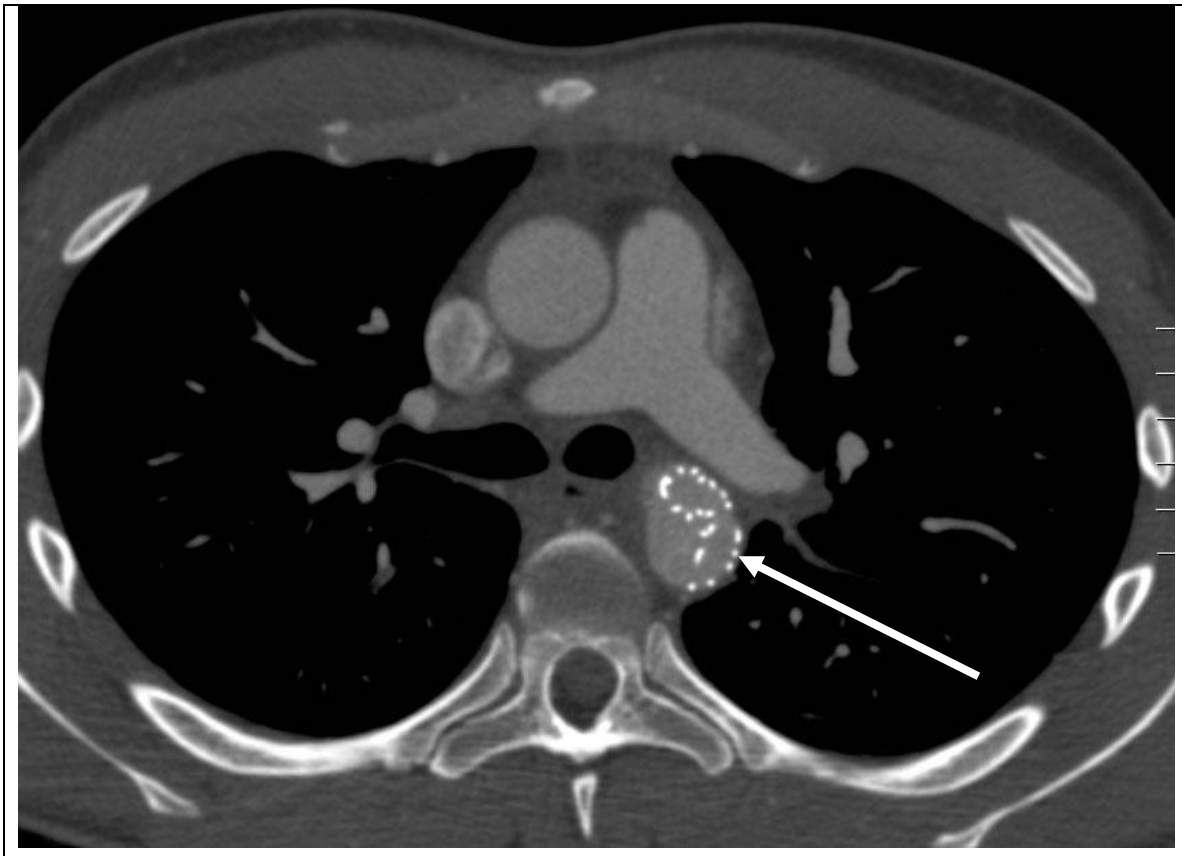


Abbildung 19: Angio- Computertomographie in transversaler Schnittführung. Der implantierte Stentgraft zeigt sich komprimiert im Aortenlumen (Pfeil)



Abbildung 20: 3- dimensionale- Rekonstruktion des Stentgrafts. Es zeigt sich an der Spitze des Endografts (Pfeil) eine inkomplette Entfaltung mit Einbuchtung nach innen

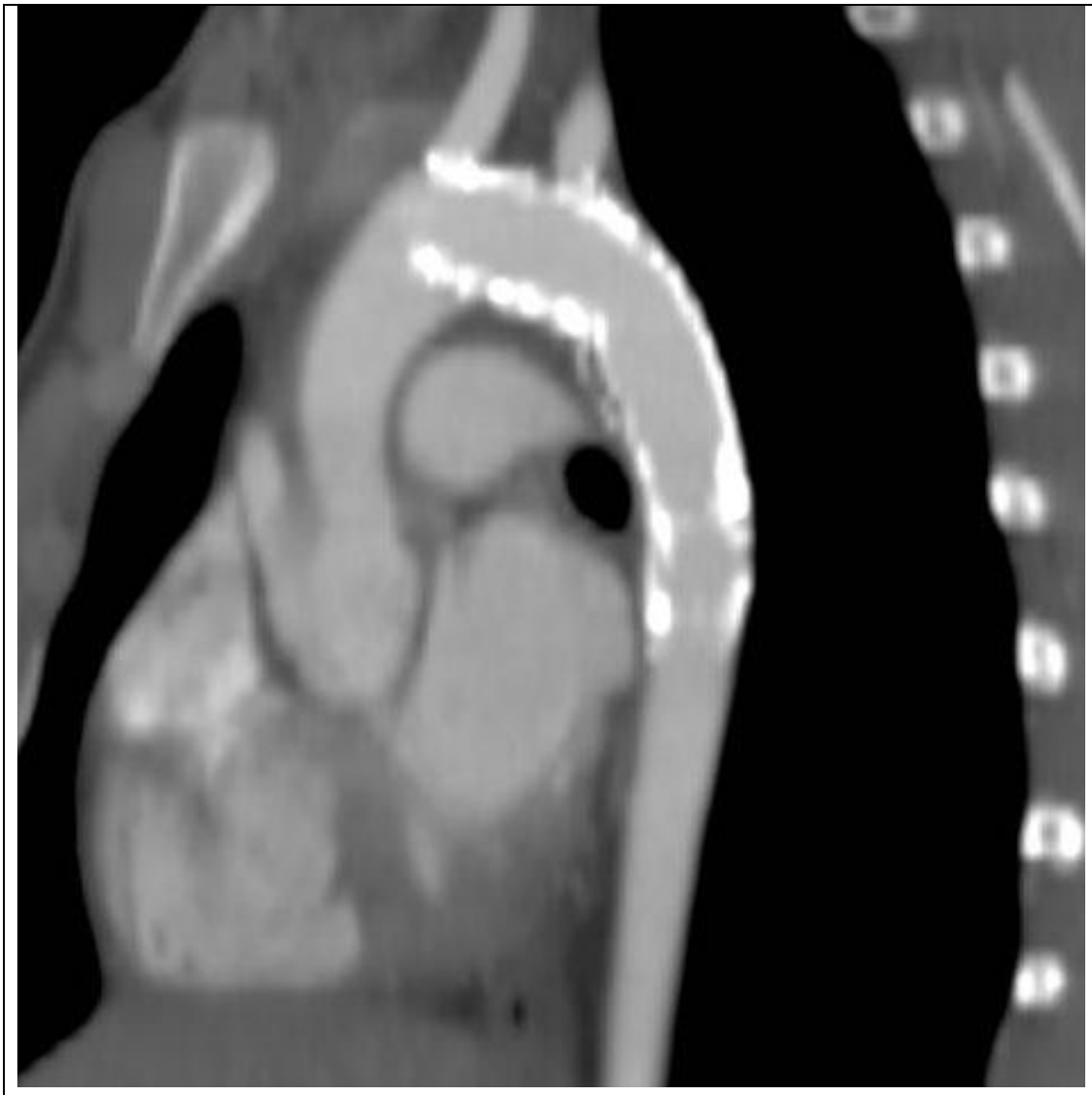


Abbildung 21: Angio- Computertomographie mit sagittaler Rekonstruktion. Nach Korrektur mit einem erneuten Stentgraft zeigt sich eine frei durchgängige Aorta.

3.8.2 Überstenten der A.subclavia

In 35 Fällen (70%) wurde die LSA absichtlich von der Endoprothese überstentet, um die Aortenläsion richtig abzudecken. Bei einem einzigen Patienten, einem 62-jährigen Mann, musste aufgrund eines Subclavian Steal- Syndroms eine Subclaviatransposition erfolgen. Dieser Patient ist seitdem beschwerdefrei.

3.8.3 Beatmungszeit

Die durchschnittliche Beatmungszeit lag bei 5 Tagen (0 bis 39 Tage), wobei nur Beatmungen gezählt wurden, die über das Ausschleichen der Narkose hinausgingen.

3.8.4 Menge und Art an Transfusionen

40 Patienten (83%) benötigten während oder nach der Operation Transfusionen von Blut- und/oder Blutbestandteilen. 38 von ihnen (79%) bekamen Erythrozytenkonzentrate (EK), 31 Patienten (65%) erhielten Fresh Frozen Plasma-Konzentrate (FFP) und 15 Betroffenen (31%) wurden Thrombozytenkonzentrate (TK) transfundiert.

3.9 Liegezeiten

3.9.1 ICU- Liegezeit

Die Patienten mit einer ATAR lagen zwischen einem und 42 Tage auf der Intensivstation, was einem Median von 8,5 Tagen entspricht. Der längste Aufenthalt auf der ICU betrug 42 Tage. Dieser Patient hatte schwerste Begleitverletzungen (Hirnödem, Hauptbronchusabriss links, Hämatopneumothorax beidseits, Lungenkontusion beidseits und postoperative Nachblutung), deren Behandlung sich als besonders langwierig erwies.
Von den 6 Personen, die nur einen Tag auf der Intensivstation verbrachten, starb eine Patientin am 2. postoperativen Tag an den Folgen ihrer Begleitverletzungen. Die anderen 5 Patienten wurden nach nur einem Tag von der ICU auf Normalstation verlegt, da sich ihr Zustand sehr schnell stabilisiert hatte.

3.9.2 Stationäre Aufenthaltsdauer

Die längste stationäre Aufenthaltsdauer betrug 96 Tage, die kürzeste 1 Tag. Das entspricht einem Median von 20,83 Tagen. Bei dem Patienten mit 96 Tagen Aufenthaltsdauer war die Versorgung der schweren Begleitverletzungen (Leberruptur, Mesenterialverletzung, Hämatopneumothorax, Verletzung des Ductus thoracicus, Spannungspneumothorax links, suprakondyläre Femurfraktur rechts, 3.- gradig offene Calcaneus Fraktur rechts, 3.- gradig offene Unterschenkel Fraktur links mit postoperativer Osteitis, Unterarmmehrfragmentfraktur links)
sehr zeitaufwendig. Die Verletzungen mussten in mehreren Operationen versorgt werden, so dass sich der Heilungsprozess und dadurch auch der Aufenthalt dementsprechend verlängerte. Der kürzeste Krankenhausaufenthalt betrug 1 Tag, wobei die Patientin noch auf der Intensivstation an ihren schweren

Begleitverletzungen verstarb. Die kürzeste stationäre Verweildauer bei den überlebenden Patienten betrug 7 Tage.

3.10 Follow up

Der mittlere Nachbeobachtungszeitraum beträgt 46,2 Monate (2,12- 115,5 Monate).

3.10.1 Ergebnisse von Anamnese und klinischer Untersuchung

Von den 42 noch lebenden Patienten konnten 33 mittels CT oder MR nachkontrolliert werden. 8 Patienten wurden telefonisch anhand der ausgearbeiteten Checkliste zu ihrem aktuellen Gesundheitszustand befragt (siehe Checkliste). Eine bildgebende Untersuchung hatte bei diesen erst vor kurzem stattgefunden und eine erneute Strahlenbelastung wäre so nicht vertretbar gewesen. Ein Patient entging der Nachsorge. Es handelt sich bei diesem um einen 31 jährigen Asylbewerber, welcher nach dem Aufenthalt untergetaucht war und seither als vermisst gilt.

Anhand dieser Erhebungsbögen wurde ein semiquantitativer Punktewert ermittelt. Für jede Einschränkung wurde eine gewisse Anzahl an Punkten vergeben und je nach erreichter Summe in einen Schädigungsgrad eingeteilt (siehe Tabelle 5 und Abbildung 22).

- Punktewert 0–1: keine bis minimale Einschränkung: Schädigungsgrad 1
- Punktewert 2–4: mäßige Einschränkung: Schädigungsgrad 2
- Punktewert >4: starke Einschränkung: Schädigungsgrad 3

Tabelle 5: Punktetabelle zur Beschreibung des postoperativen Zustandes der Patienten mit einer akut traumatischen Aortenruptur in der Klinik für Thorax- und Gefäßchirurgie der Uniklinik Ulm im Zeitraum von März 1999 bis November 2008.

Beschreibung	Punktewert
Gehstrecke leicht vermindert	1
Gehstrecke stark vermindert	2
Intermittierende Schmerzen (mindestens 1 x pro Woche)	1
Tägliche Schmerzen	2
Alltägliche Belastbarkeit vermindert	1
Momentane oder dauernde Arbeitsunfähigkeit	2
Organausfall bzw. –verlust	3
Subclavian Steal Syndrom (korrigiert oder nur leichte Probleme)	1
Zerebrale oder psychische Einschränkung	1
Periphere Nervenlähmungen ohne massiven Funktionsverlust (sonstiger Organausfall)	1

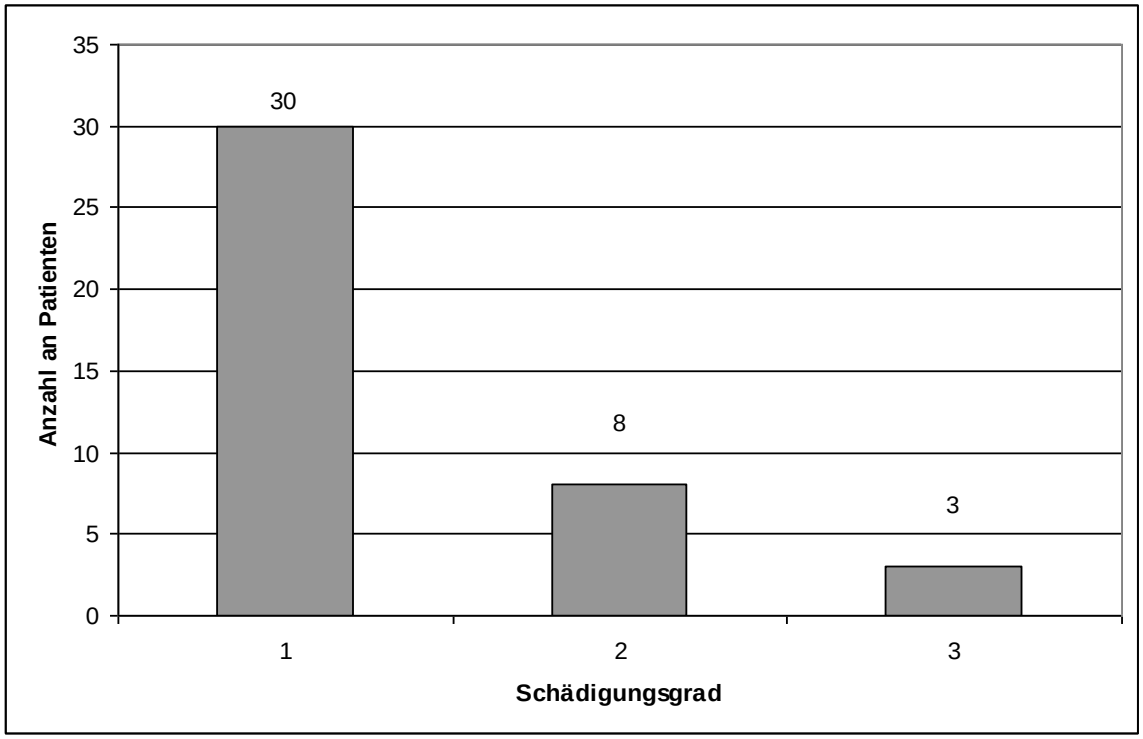


Abbildung 22: Übersicht über Anzahl der Patienten mit einer akut traumatischen Aortenruptur in der Klinik für Thorax- und Gefäßchirurgie der Uniklinik Ulm im Zeitraum von März 1999 bis November 2008 pro Schädigungsgrad. Schädigungsgrad 1 bedeutet, dass die Patienten keine bis minimale Einschänkungen durch die Endoprothese haben, der Schädigungsgrad 2 deutet darauf hin, dass die betroffenen Patienten mäßig durch den implantierten Stent beeinträchtigt sind, Patienten mit einem Schädigungsgrad von 3 haben starke Einschränkungen in ihrem normalen Leben zu verzeichnen.

Die Beeinträchtigung im alltäglichen Leben war in den allermeisten Fällen extraaortaler Genese. Bei insgesamt 3 Patienten (6,25%) war die Versorgung der ATAR Mitschuld. Es handelt sich hier ausschließlich um Patienten mit Schädigungsgrad 2 und 3.

3.10.2 Auswertung der MR und CT Bilder

Die Punkteanzahl der Patienten variierte zwischen 0 und 5, wobei Patienten mit einem erreichten Punktewert von 0 und 1 als Grad 1 subsumiert wurden (optimale Lage). Mehr als der Hälfte der Stentgrafts konnte eine optimale bis annähernd optimale Lage attestiert werden (Abbildung 23).

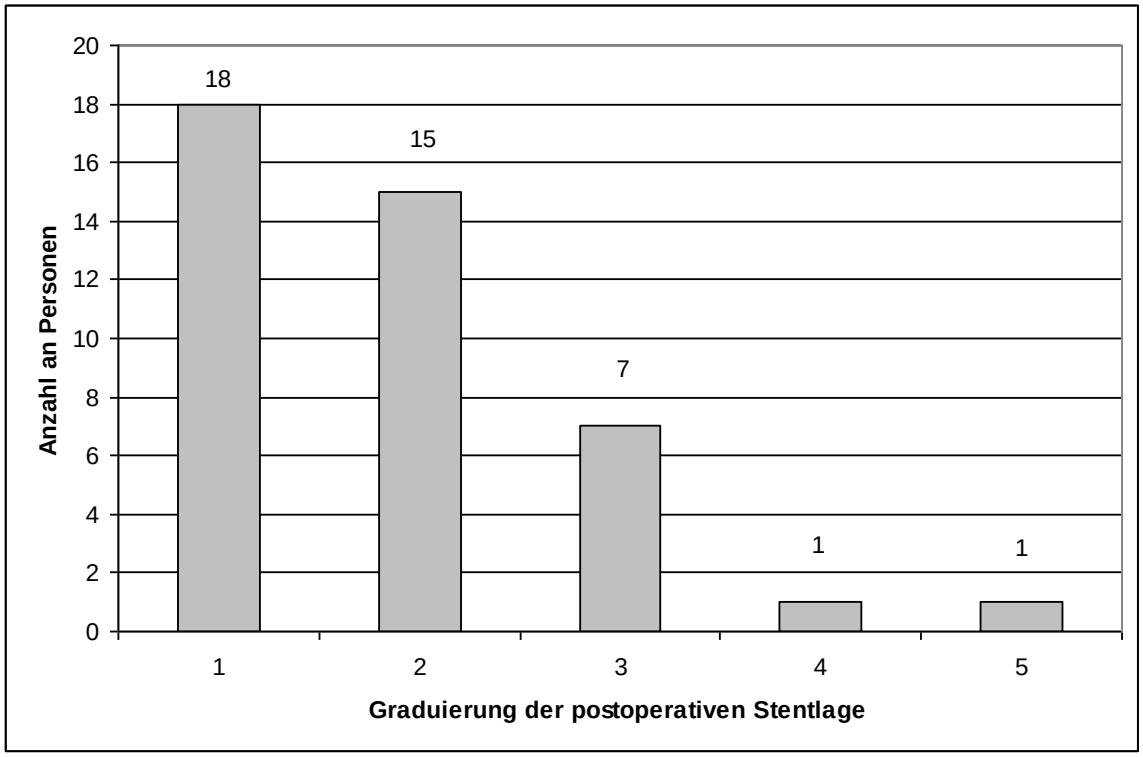


Abbildung 23: Graduierung der postoperativen Stentgraftlage der Patienten anhand von Computertomographie- und Magnetresonanzbildern. Grad 1 zeigt eine optimale Lage des Stentgrafts an, Grad 2 eine annähernd optimale Lage des Stentgrafts, Grad 3 bedeutet eine mäßige Lage, Grad 4 sagt aus, dass der Stentgraft in der Aorta schlecht liegt und Grad 5 zeigt eine sehr schlechte Lage des Stentgrafts an.

Eine schlechte bzw. sehr schlechte Lage des Stengrafts fand sich jeweils bei einem Patienten. Nachfolgend ein Vergleich zwischen optimaler (Abbildung 24) und schlechter Lage (Abbildung 25 und Abbildung 26).

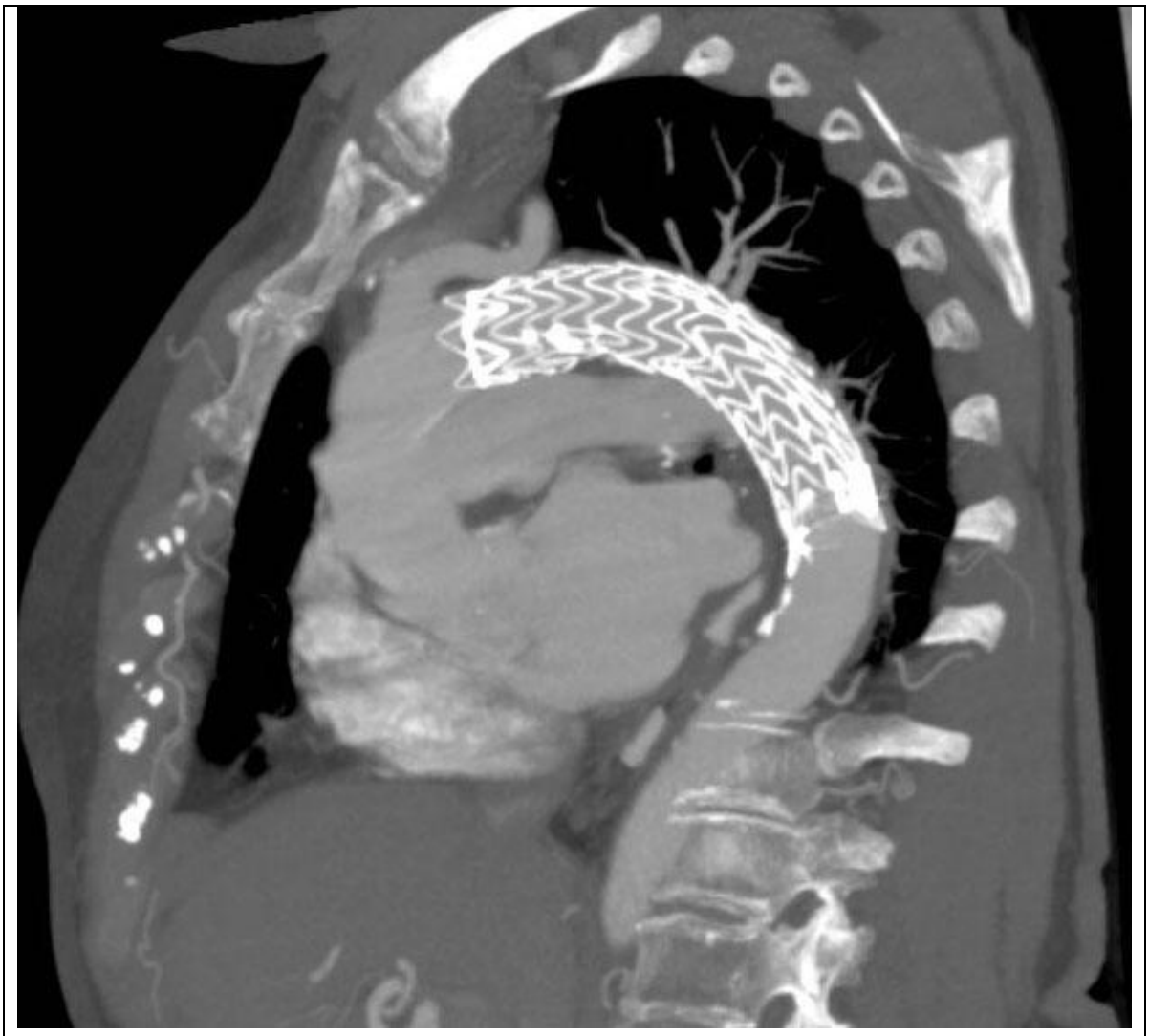


Abbildung 24: Patientin mit einer akut traumatischen Aortenruptur in der Klinik für Thorax- und Gefäßchirurgie der Uniklinik Ulm im Zeitraum von März 1999 bis November 2008 mit optimaler Lage des Stentgrafts (Grad 1). Der Stentgraft schmiegt sich dem Aortenbogen an und zeigt keine Ausbeulungen im Bereich der ehemaligen Rupturstelle.



Abbildung 25: Patient mit einer akut traumatischen Aortenruptur in der Klinik für Thorax- und Gefäßchirurgie der Uniklinik Ulm im Zeitraum von März 1999 bis November 2008 mit schlechter Lage des Stentgrafts, welcher sowohl in die Aorta ascendes hineinragt also auch eine Ablösungstendenz von der innerern Aortenbogenkurvatur und eine leichte Ausbeulung zeigt.

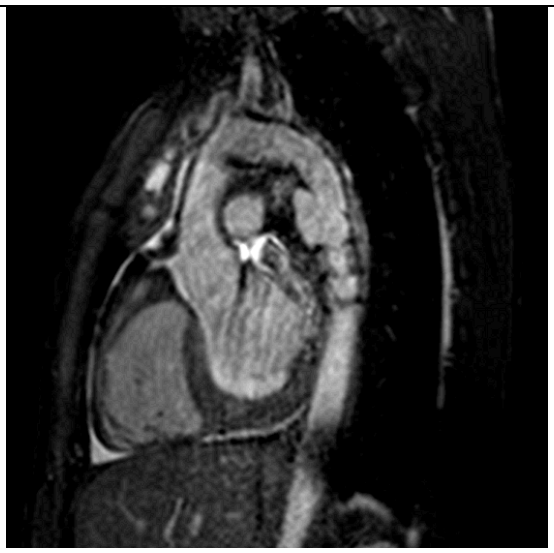


Abbildung 26: Vergleichsbild aus der Magnetresonanztomographie: Es zeigt sich eine deutlichere Ausbeulungstendenz und in der Zeitauflösung zudem deutliche Turbulenzen.

3.11 postoperative Letalität und Todesursache

Die Mortalität innerhalb von 30 Tagen nach der Operation betrug 8.3% (4 Patienten). Ein Patient verstarb aufgrund des endovaskulären Eingriffes (2,1%), die restlichen 3 Patienten starben an ihren schweren Begleitverletzungen. In der Nachbeobachtungszeit verstarben 2 weitere Patienten, ihr Tod stand jedoch nicht im Zusammenhang mit der vorangegangen EVT oder den Begleitverletzungen. Dies ergibt ingesamt eine traumabedingte Mortalität von 6,2% und eine prozedurbezogene Mortalität von 2,1% bei einer kumulativen Mortalität (inklusive Follow- up) von 12,5%. (siehe Abbildung 27 und Abbildung 28).

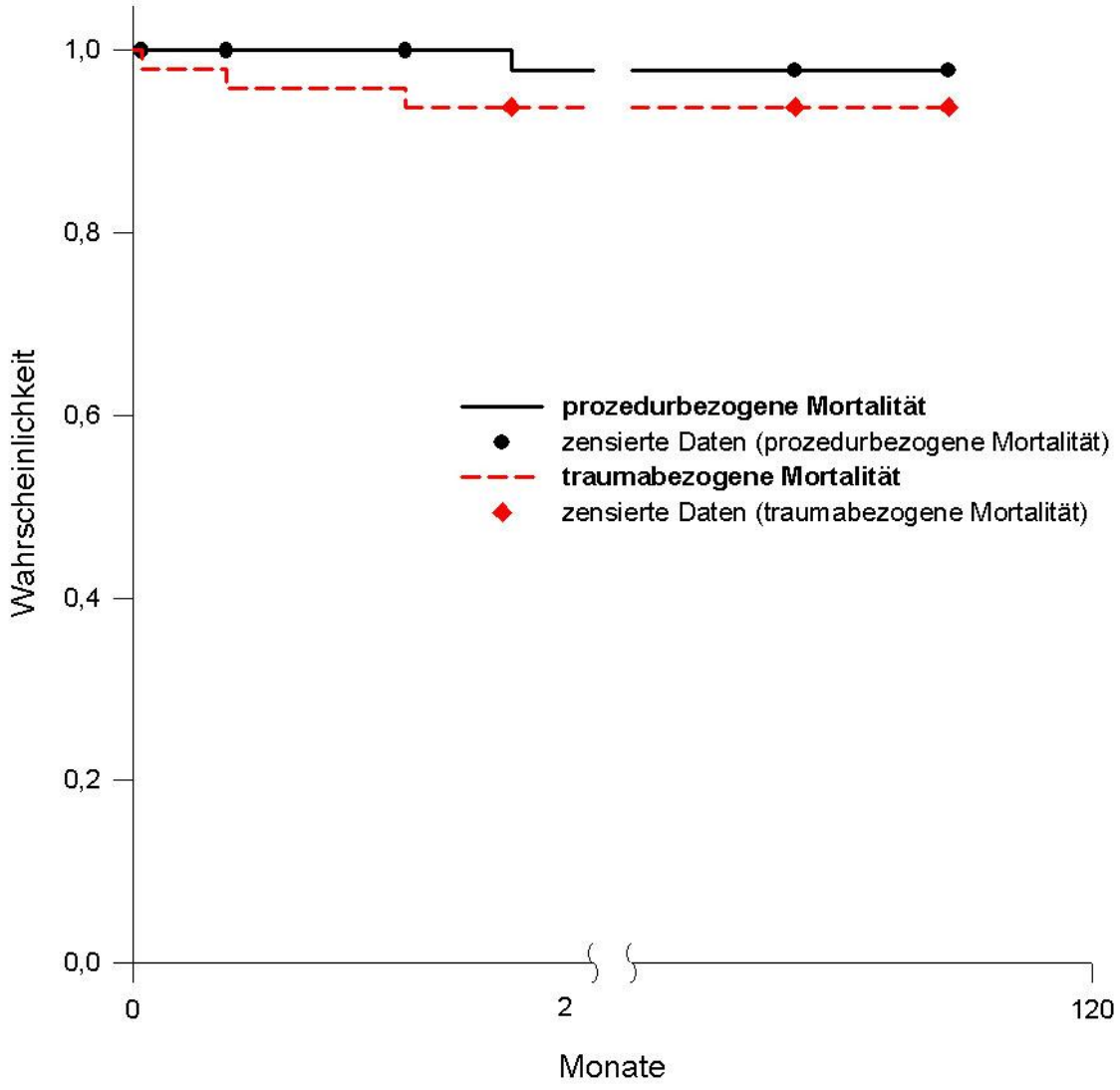


Abbildung 27: Gegenüberstellung der prozedurbezogenen Mortalität und der Trauma bedingten Mortalität der Patienten mit einer akut traumatischen Aortenruptur in der Klinik für Thorax- und Gefäßchirurgie der Uniklinik Ulm im Zeitraum von März 1999 bis November 2008. Zur besseren Übersicht wurde eine Zeitunterbrechung (2 - 120 Monate) eingearbeitet, in der kein Todesfall aufgetreten ist

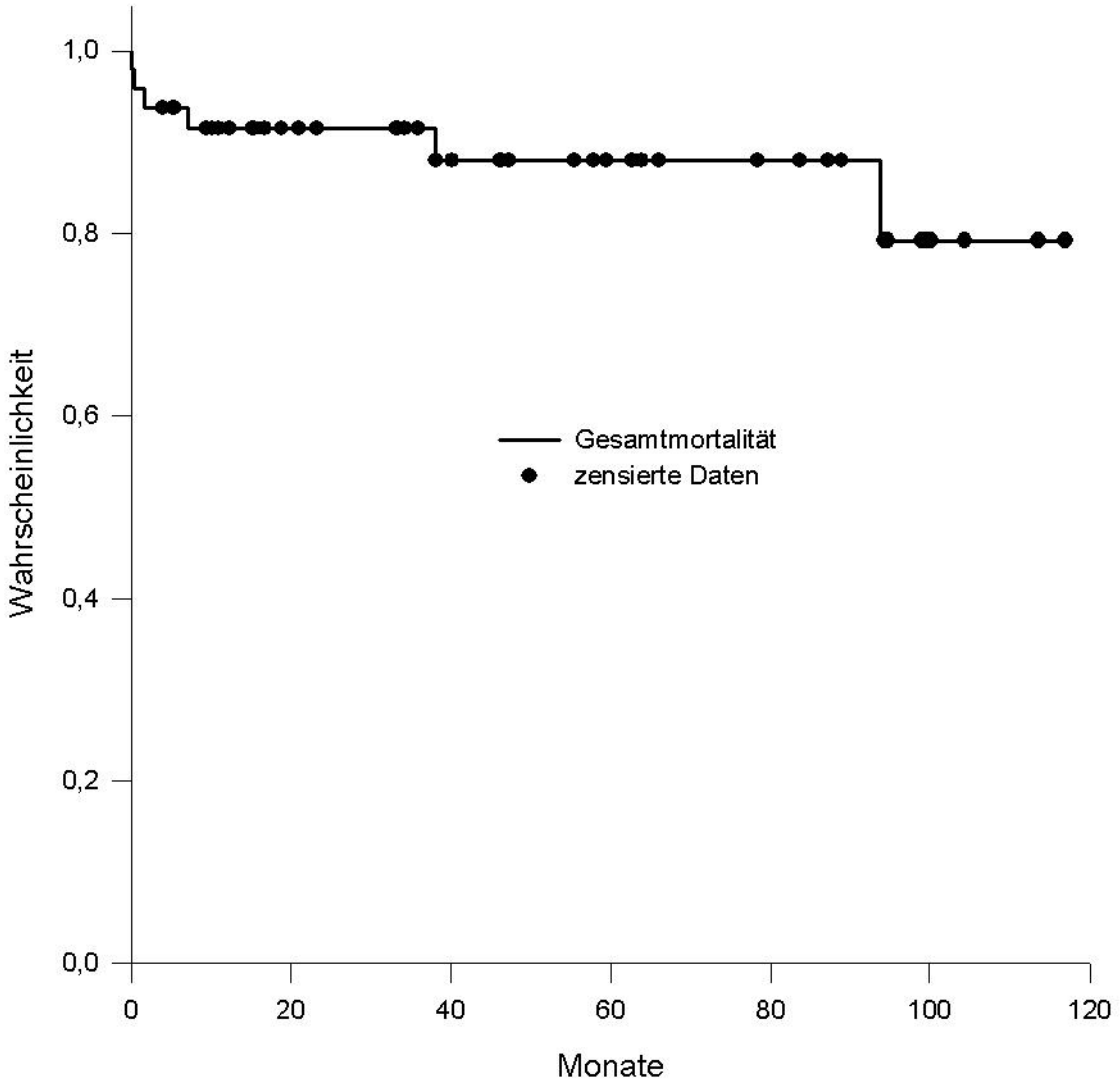


Abbildung 28: Gesamtmortalität der Patienten mit einer akut traumatischen Aortenruptur in der Klinik für Thorax- und Gefäßchirurgie der Uniklinik Ulm im Zeitraum von März 1999 bis November 2008 inklusive Follow- up.

Das Verteilungsmuster des GCS– Wertes der 3 traumabezogen verstorbenen Patienten ist inhomogen (Tabelle 6).

Tabelle 6: Übersicht über die traumabezogen verstorbenen Patienten mit einer akut traumatischen Aortenruptur in der Klinik für Thorax- und Gefäßchirurgie der Uniklinik Ulm im Zeitraum von März 1999 bis November 2008 und initialer klinischer Scores (ASA=American Society of Anesthesia, GCS=Glasgow Coma Scale)

Patient Nr.	Todesursache	ASA Klassifikation	GCS Wert
4	Multiorganversagen	3	15
12	Hirntod	4	3
20	Hirntod	4	7

4 Diskussion

Die akute traumatische Ruptur der thorakalen Aorta ist eine lebensbedrohliche Verletzung. Die Verletzung hat trotz unserer Fortschritte hinsichtlich der Präventionsmaßnahmen im Straßenverkehr und der Versorgung immer noch eine äußerst hohe Mortalität und führt in bis zu 90% der Fälle zum Tod [21, 73]. Die ATAR ist nach Kopfverletzungen die Haupttodesursache nach traumatischen Unfällen [21] und zeigt sich meist im Rahmen eines Dezelerationstraumas [5]. Die Patienten haben oft schwerste Verletzungen mehrerer Organsysteme, die ein schnelles Eingreifen erfordern [21, 53, 75]. Die EVT wird in solchen Fällen immer mehr angewandt und von vielen Autoren für gut befunden. So berichteten diese über deren Sicherheit, Effektivität, Umsetzbarkeit und die im Vergleich zur konventionellen Therapie geringere Mortalität und Morbidität [4, 67, 73, 74, 80, 101].

4.1 Alters- und Geschlechterverteilung

4.1.1 Saisonale Verteilung bei Verkehrsunfällen

In unseren Fällen waren 73% der Betroffenen männlich (n=35) und Opfer eines Verkehrsunfalles (n=29). 43% dieser Unfallopfer waren jünger als 30 Jahre und nur 0,6% dieser Patienten (n=2) waren älter als 60 Jahre. Bei den 13 weiblichen Patienten handelte es sich bei 92% (n=12) um Verkehrsunfallopfer, wobei hier keine spezifische Häufung einer Altersgruppe ersichtlich ist. Diese Zahlen zeigen, dass mehr junge Männer solch schwere Verkehrsunfälle hatten, was den Anschein erweckt, dass diese Gruppe ein eher risikoreiches Verhalten an den Tag legt. Die saisonale Häufung der Verkehrsunfälle in den „Frühlings- und Herbstmonaten“ (April, Mai, Juni, September, Oktober, November) könnte eventuell auf falsche Bereifung des Fahrzeugs bzw. die nicht genügend angepasste Fahrweise an die sich verändernden Straßenverhältnisse hinweisen. Die Zahlen des statistischen Bundesamtes aus dem Jahr 2007 können diese saisonale Verteilung, die in unserem Patientengut auftritt, nicht bestätigen [90]. Laut dem statistischen Bundesamt sind aber durchaus die 18 bis 24- Jährigen die am stärksten gefährdete Altersgruppe im Straßenverkehr. Jede(r) fünfte

Verunglückte und Getötete (je 20%) gehörte im Jahre 2007 zu dieser Gruppe, obwohl der Anteil dieser Altersgruppe an der Gesamtbevölkerung nur 8,3% betrug. Dabei verunglückten mehr als doppelt so viele junge Männer als junge Frauen (84303 Männer/36606 Frauen) und fast viermal so viele Männer wie Frauen starben bei einem Verkehrsunfall (1011 Männer/200 Frauen) [89].

4.1.2 Sonstige Unfallmechanismen

17% der männlichen Patienten (n=5) zogen sich die ATAR durch andere Weise zu. 0,9% der Männer (n=3) verletzten sich in suizidaler Absicht durch einen Sprung aus großer Höhe. Einer stürzte mit seinem Gleitschirm ab, ein weiterer verunglückte bei der Arbeit und ein anderer wurde durch einen Stierangriff verletzt, wobei es bei diesem bei einer stumpfen Verletzung ohne perforierende Komponente blieb. Bei einer weiblichen Betroffenen trat die ATAR ebenfalls bei einem Sprung aus suizidaler Absicht auf. Lettinga et al. berichten, dass die Verletzung eben überwiegend durch Verkehrsunfälle, aber auch durch Stürze aus großen Höhen und auch Explosionen zustande kommen kann [12, 45, 53, 105].

4.2 Präoperative Kreislaufverhältnisse

Vor der Operation wurden die Patienten je nach ihrem kardiopulmonalen Zustand anhand 3 verschiedener Klassifikationen eingeteilt. So erfolgte die Bewertung der präoperativen Kreislaufverhältnisse der Betroffenen nach der ASA- Klassifikation, dem Glasgow Coma Scale und einer groben Zuteilung zu 3 Gruppen. Von den 48 Patienten wurden vor dem Eingriff 22 in ASA IV und 26 in ASA III eingeteilt. Die GCS- Werte der Betroffenen waren sehr unterschiedlich, wobei 3 Patienten mit der geringsten Punktzahl (3) und 26 mit der höchst möglichen Punktzahl (15) bewertet wurden. Die grobe Einteilung in 3 Gruppen, die in unserer Klinik vorgenommen wurde, ergab, dass vor der Narkose 30 der 48 Patienten intubiert waren, aber einen stabilen Kreislauf hatten. 9 Patienten wurden als intubiert mit instabilem Kreislauf eingestuft und weitere 9 Patienten waren spontan atmend und hatten einen stabilen Kreislauf. Die GCS- Werte bei Einlieferung der 3 traumabezogen verstorbenen Patienten waren sehr unterschiedlich (3 Punkte, 7 Punkte, 15 Punkte), was bedeutet, dass der Kreislaufzustand der Patienten bei ihrer Einlieferung kein prognostischer Faktor ist. Ott et al. berichteten über durchschnittliche GCS Werte von 12.4 (+/- 3.7) Punkten bei den endovaskulär

versorgten Patienten. Genauere Einteilungen von präoperativen Kreislaufverhältnissen werden in der Literatur so nicht beschrieben [73].

4.3 Begleitverletzungen und Versorgungszeitpunkt

Patienten mit einer ATAR erleiden oft ein schweres Polytrauma, das einer schnellen Behandlung bedarf. Ein großer Anteil dieser Patienten hat schwere Begleitverletzungen (wie z.B. Lungenkontusionen, Kopf- und Gehirn-Verletzungen), die eine Antikoagulation bzw. eine Einlungenbeatmung, wie sie bei offenen Therapieverfahren notwendig sind, schwierig machen. Außerdem bestehen häufig Verletzungen der Wirbelsäule und des Beckens, was bei der im Rahmen der konventionellen Therapie unumgänglichen Seitenlagerung die Gefahr bleibender neurologischer Defizite erhöht [73, 100, 104].

In unserer Studie traten in 33% der Fälle Kopf- und Gehirnverletzungen und in 63% der Fälle Verletzungen im Bereich des Abdomens auf, die aufgrund der starken Blutungsgefahr die Vollheparinisierung untersagten. 48% der Patienten zeigten schwere Lungenkontusionen, die eine ausreichende Einlungenbeatmung so gut wie unmöglich machten. Auch wurden Patienten mit Wirbelsäulenverletzungen (40%) und Verletzungen des Beckens (35%) eingeliefert, denen durch die EVT die Seitenlagerung erspart wurde und deren Risiko auf bleibende neurologische Defizite somit vermindert wurde. 69% der Betroffenen hatten Extremitätenverletzungen, die zwar meist nicht als unmittelbar lebensgefährdend einzustufen waren, einigen Patienten aber im Nachbeobachtungszeitraum durchaus Probleme bereiteten. Marcheix et al. berichteten ihrerseits, dass 87,8% der von ihnen untersuchten Patienten schwere Kopf– und Gehirnverletzungen aufwiesen. 100% der Betroffenen hatten schwere Thoraxtraumen mit Lungenkontusion oder flail chest. 78,8% der Patienten hatten größere Frakturen und 54,5% wurden mit intraabdominellen Verletzungen eingeliefert [57].

Den „richtigen“ Zeitpunkt zur operativen Versorgung der ATAR zu bestimmen bleibt umstritten. Manche Autoren [44, 74, 84] befürworten die verzögerte Behandlung der ATAR nach der Versorgung akut lebensbedrohlicher Begleitverletzungen. Es muss dabei aber beachtet werden, dass die Gefahr der zweizeitigen Ruptur ein nicht vorhersehbares Risiko darstellt, außerdem kann die

permissive Hypotonie zu einer zerebralen Hypoperfusion bei Patienten mit zerebralen Schädigungen führen. Eine sofortige endovaskuläre Versorgung bietet wichtige Vorteile [13, 48, 82], wie z.B. keine Notwendigkeit, die permissive Hypotonie fortzuführen, was v.a. Patienten mit SHT zugute kommt, außerdem kann man dadurch eine Thorakotomie und Einlungenbeatmung vermeiden [73]. Auch wir empfehlen im Grunde genommen die sofortige Versorgung der ATAR mittels Stentgraft, sollten keine weiteren lebensbedrohlichen Verletzungen (wie z.B. Leber– oder Milzruptur) vorliegen. Jeder Patient unterliegt einer individuellen Entscheidung, bei der aber die so schnell als mögliche Versorgung der ATAR berücksichtigt werden muss. In Extremfällen kann aber durchaus die verzögerte Therapie der ATAR von Nöten sein. Unsere Patienten wurden bis auf eine Ausnahme alle innerhalb von 24 Stunden operiert. Die abwartende Therapie war im Falle eines 19 jährigen Betroffenen notwendig. Der Patient wurde aufgrund eines linksseitigen Bronchusabrisses notfallmäßig thorakotomiert und pneumonektomiert und musste während der Operation mehrfach medikamentös als auch mechanisch reanimiert werden. Bei maximaler Kreislaufinstabilität und primär schlechter Prognose wurde von einer sofortigen Versorgung der Aortenruptur abgesehen. Dies hätte dem Patienten bei offener Therapie (die zu reparierenden Strukturen lagen direkt vor dem Operateur) wahrscheinlich das Leben gekostet. Bei der zusätzlichen Versorgung der Aortenruptur wäre die OP-Dauer durch ein endovaskuläres Vorgehen deutlich verlängert worden, bedingt durch Umlagerung und sterile Neuabdeckung des Patienten. Die offene Versorgung mit notwendigem Klemmmanöver der Aorta hätte ein zu hohes Risiko des kreislaufinstabilen Patienten dargestellt. Ziel war es, den Patient so schnell wie möglich aus dem Operationssaal zu bringen, im Sinne eines “damage control“. Sollte der Patient die Akutphase überleben und sich stabilisieren wäre eine zweizeitige Versorgung immer noch möglich. Dies erfolgte dann nach 30 Tagen, nachdem der Patient sich soweit stabilisiert hatte, dass die Durchführung der Operation vertretbar war. Lettinga van de Poll et al. berichteten über 284 Patienten, die aufgrund einer ATAR endovaskulär versorgt wurden. 142 der 284 Patienten wurden innerhalb von 24 Stunden nach Einlieferung operiert. Bei 88 der 284 Patienten musste die Sanierung der Aortenruptur auf einen späteren Zeitpunkt verschoben werden (zwischen 2 Tage und 6 Monate). Der Grund für die spätere Intervention war in vielen Fällen die Schwere der Begleitverletzungen und

in früheren Publikationen die mangelnde Verfügbarkeit von Prothesen. Bei 54 der 284 Patienten ist die Zeitspanne zwischen Einlieferung und endovaskulärer Versorgung nicht bekannt. [53]. Canaud et al. wiederum berichteten über 27 Patienten, die zwischen Januar 2001 und Januar 2007 aufgrund einer ATAR endovaskulär versorgt wurden. 21 dieser 27 Patienten wurden innerhalb von 5 Tagen nach dem Ereignis operiert. Bei 6 der 27 Patienten musste die Sanierung der Aortenruptur aufgrund von Sepsis oder schweren Schädeltraumen auf einen späteren Zeitpunkt verschoben werden.

4.4 Größe und Art der verwendeten Stentgrafts

Die Entwicklung von thorakalen Endoprothesen begann erst nach der Entwicklung abdomineller Endoprothesen. Nach und nach wurden die Einführungssysteme und die Flexibiltät der Stentgrafts an die Anatomie des Aortenbogens angepasst. Die Endoprothesen sind zwar seit Beginn der thorakalen endovaskulären Therapie stark verbessert worden, es steht bis jetzt aber immer noch kein bogenförmiger Stent zur Verfügung [34]. Hoffer et al. berichteten in ihrer Metaanalyse, dass zur Versorgung der ATAR eine Vielfalt von Stentgrafts zum Einsatz kamen und 72% der untersuchten Publikationen gaben an, mehr als eine Art von Stentgraft zu verwenden. 84% beschrieben dabei Erfahrungen mit Talent (70% Medtronic, Santa Rosa, California) oder Gore (60%, W.L.Gore& Associates) Endoprothesen. In unserer Klinik fanden bei der Versorgung von akut traumatischen Aortenrupturen Prothesensysteme von 4 verschiedenen Firmen Verwendung, überwiegend wurden Endoprothesen der Firma Gore (60,7%, TAG Excluder, W.L. Gore Associated GmbH, Putzbrunn Germany) und Medtronic (25%, Valiant, Medtronic World Medical, Sunrise, FL, USA) eingesetzt. Weitere Prothesensysteme kamen von den Firmen Cook (10,7%, Zenith TX2, Cook Inc. Bloomington, IN, USA) und OptiMed (3,6%, Sinus, OptiMed, Medizinische Instrumente GmbH, Ettlingen, Germany), wobei letztere nur zum Aufrichten der Prothese bei einem ASK- Syndrom zum Einsatz kamen.

4.5 OP– Dauer

Die Operationszeit lag zwischen 30 und 170 Minuten (mean 75,4 min). Bei einem Patienten wurde in einem Eingriff neben der ATAR auch ein Abriss der rechten A.

poplitea durch ein Interponat der V. saphena magna therapiert, so dass der Eingriff insgesamt 210 Minuten dauerte, wobei der endovaskuläre Anteil 80 Minuten in Anspruch nahm. In der von Hoffer et al. durchgeführten Metaanalyse, in der das Outcome von 262 endovaskulär und 376 offen versorgten Patienten verglichen wurde, wird für die endovaskulär versorgten Betroffenen eine Operationszeit zwischen 97-165 Minuten angegeben (mean 148 min) [10, 15, 34, 41, 46, 61, 62, 73, 83].

4.6 Lokalisation der Aortenruptur

Die Hauptlokalisation der Aortenläsionen war bei unseren Patienten am Aortenisthmus distal des Abgangs der linken A. subclavia (98%). Nur bei einem Patienten (2%) war die Verletzung weiter distal gelegen, im Abschnitt III der thorakalen Aorta, kurz vor dem Zwerchfelldurchtritt. Auch in der Literatur wird beschrieben [5, 33, 60, 93], dass die Stelle am Aortenisthmus (loco typico) die Hauptlokalisation für akute traumatische Aortenrupturen ist (85-93%). Weitere Lokalisationen für ATAR sind die Aorta ascendens (3-5%), die Aorta descendens (4-5%) und der Aortenbogen (3-4%).

4.7 Intra- und postoperativer Verlauf

4.7.1 Intra- und postoperativ aufgetretene Komplikationen

In der kürzlich durchgeführten Metaanalyse von Hoffer et al. lag die Paraplegierate für das offene Verfahren bei 5,7%, wobei sie in der Gruppe der endovaskulär versorgten 0,75% betrug. Die Schlaganfallrate lag bei beiden Therapiegruppen bei etwa 0,9%. Keiner unserer Patienten entwickelte während oder nach dem Eingriff auf die EVT zurückzuführende neurologische Komplikationen. Der Grund dafür könnte sein, dass nur ein sehr kleiner Abschnitt der Aorta mit abgehenden Interkostal- und Spinalarterien durch die Endoprothese überdeckt wurde (durchschnittliche Länge: 100mm). Bei den in der Literatur beschriebenen Patienten, die während oder nach EVT einen Hirninfarkt entwickelten, handelte es sich um Großhirninfarkte durch Manipulation oder Kleinhirninfarkte [12, 22, 23, 96]. Bei diesen Cerebellarinfarkten wurde die LSA durchwegs überstentet, was bei jungen Patienten meist kein Problem ist, da die daraus resultierende

Strömungsumkehr der linken A. vertebralis durch intrakranielle Kurzschlussverbindungen des Circulus arteriosus Willisii kompensiert werden kann. Etwaige angeborene anatomische Varianten oder pathologische Veränderungen müssen jedoch unbedingt präoperativ abgeklärt werden, um die Überstentung der LSA so sicher als möglich zu gestalten. Dazu eignet sich eine Doppler- Duplexuntersuchung der extrakraniellen hirnzuführenden Gefäße oder auch bei ausreichend guter Qualität die CT- Angiografie.

Komplikationen im Zusammenhang mit den Zugangsgefäßen treten laut Literatur v.a. aufgrund von Altersunterschieden und verschiedenen ethnischen Zugehörigkeiten unterschiedlich häufig auf. In einer Metaanalyse von Eggebrecht et al. wird diesbezüglich eine Komplikationsrate von 3,8% angegeben. Kwok et al. hingegen berichten über eine Komplikationsrate von 27% (4/15), was sie mit dem deutlich kleineren Körperbau der chinesischen Population und damit auch kleineren Zugangsgefäßen erklären.

Bei den jüngeren Patienten mit einer ATAR besteht außerdem das Problem, dass diese Patienten schmalere Gefäße haben, was die notfallmäßige Therapie der Verletzung zusätzlich erschweren kann. Um dieses Problem lösen zu können, müsste das Einführungssystem insoweit verbessert werden, als dass Stents mit kleineren Durchmessern und einer hydrophileren Aussenbeschichtung für den thorakalen Bereich entwickelt werden. Denn das Risiko für andere Komplikationen ist zu hoch, um bei kleinen Zugangsgefäßen routinemäßig auf die Iliacalgefäße zurückzugreifen [20, 45, 47]. Desweiteren befinden sich die Patienten meist im Schockzustand, was bedeutet dass eine Vasokonstriktion vorherrscht und die Gefäße im CT präoperativ kleiner erscheinen als intra- und postoperativ, was zu Komplikationen wie z.B. „Undersizing“ („Unterdimensionierung“) führen kann [47, 97]. In unseren 48 Fällen konnte bei zwei Patienten (4%) nicht der normal übliche transfemorale Zugang gewählt werden. Die AFC einer 19- jährigen Patientin war zu kleinlumig, so dass ein Zugang über die AIC angelegt werden musste. Die AIC wurde während des Eingriffs durch die Schleuse verletzt, woraufhin ein iliaco-femorales Interponat zur Versorgung der Läsion implantiert wurde. Bei einem 19-jährigen Patienten musste ebenso ein Zugang über die AIC gewählt werden. Nach dem Eingriff wurde die AIC planmäßig mit einem Dacronpatch verschlossen.

Lettinga van de Poll et al. geben eine Komplikationsrate von 4,2% während der Operation an (12/284). Es werden Endoleaks vom Typ I, Verletzung der

Zugangsgefäße, Stentmigration und Hemiparese aufgrund einer ACC- Dissektion beschrieben. Die Endoleaks wurden entweder durch Ballondilatation oder Einführung einer neuen Endoprothese verschlossen. Stentmigrationen wurden durch Einführung eines zusätzlichen Stentgrafts behandelt. Die Läsionen der Zugangsgefäße wurden durch einen Bypass oder aber durch Direktnaht versorgt [17-19, 35, 39, 40, 43, 53, 64, 69, 101].

Auch wir mussten bei 3 Patienten (6,3%) innerhalb der Operation jeweils einen weiteren Stent implantieren. Bei allen 3 Betroffenen war die Ursache der ungenügenden Abdichtung der Rupturstelle eine Stentmigration. Durch die Einführung einer zweiten Endoprothese konnte aber bei allen Betroffenen ein zufriedenstellendes Ergebnis erzielt werden. Der intraoperative Verlauf gestaltete sich bei 92% unserer Patienten unproblematisch, bei 8% der Patienten traten perioperative Komplikationen auf (2% Verletzung eines Zugangsgefäßes, 6% Stentmigration).

Postoperativ werden laut Literatur ähnliche Komplikationen beschrieben. So wurde bei 5,3% (15/284) der Patienten nach der EVT ein Endoleak beobachtet [11, 16, 23, 34, 38, 41, 51, 58, 62, 65, 70, 100]. 87% davon waren Endoleaks vom Typ I und 13% waren vom Typ III. Die Versorgung der Leckagen erfolgte entweder durch einen zusätzlichen Stent, Ballondilatation, Coiling oder durch offene Konversion. Als weitere postinterventionelle Komplikationen (3,5%) werden aorto-ösophageale Fisteln, TIA, Ischämien des linken Armes, bronchiale Kompression, Verengung des Stents am proximalen Ende und Stentkollaps genannt [19, 29, 30, 36, 41, 42, 50, 53, 69, 72, 78].

Bei zwei unserer Patienten wurde postoperativ ein Endoleak Typ I diagnostiziert. Bei einer 12 jährigen Patientin war die Embolisation des Endoleaks aufgrund der geringen Größe nicht möglich, die Leckage hat sich aber innerhalb von 20 Tagen selbst verschlossen. Der andere Patient, ein 44 jähriger Mann, musste erneut operiert werden, wobei das Endoleak in der 2. Sitzung suffizient durch einen neuen Stent ausgeschaltet werden konnte.

3 unserer Patienten entwickelten innerhalb von 42 Tagen nach dem Eingriff ein ASK- Syndrom. Das ASK- Syndrom mit einem potentiell tödlichen hohen Aortenverschluss ist die am stärksten gefürchtete Komplikation nach einer endovaskulär versorgten ATAR. Die Fälle von ASK- Syndromen, die in der Literatur beschrieben werden, stehen im Zusammenhang mit den Endoprothesen

Gore Excluder oder Cook Zenith [13, 36, 54, 70, 91, 96]. All diese Fälle von ASK-Syndromen traten innerhalb der ersten 3 Monate auf, die meisten allerdings schon innerhalb des ersten Monats. Es wird über mehrere Faktoren berichtet, die diese Komplikation begünstigen: eine zu kleinlumige Aorta, ein kleiner Radius des Aortenbogens mit einer mangelhaften Anlagerung der Endoprothese an der inneren Kurvatur, „Oversizing“ (Überdimensionierung) und „Undersizing“ (Unterdimensionierung) [13, 66, 91]. In unserer Studie trat nur bei 6,2% der Patienten ein ASK- Syndrom auf, obwohl wir zuvor bei 79% unserer Patienten eine unterschiedlich stark ausgeprägte fehlerhafte Anlagerung (Dezentrierung) des Stentgrafts an der inneren Kurvatur des Aortenbogens feststellen mussten. Prinzipiell wurde ein „Oversizing“ angestrebt, um zu gewährleisten, dass die Endoprothese sich fest an die Aortenwand anschmiegt. Die Stentdurchmesser der 3 Betroffenen mit ASK- Syndrom waren zwischen 10-30% größer als der Aortendurchmesser. 2 Patienten entwickelten das ASK- Syndrom am 10. postoperativen Tag, eine weitere erst am 43. postoperativen Tag. Der erste Betroffene mit einem ASK- Syndrom war ein 57- jähriger Mann, bei dem der regelrechte aortale Fluss mit der Implantation eines 2. Stentgrafts wieder hergestellt werden konnte nachdem eine Ballondilatation fehlgeschlagen war. Bei dem zweiten Patienten mit einem ASK– Syndrom handelte es sich um eine 24-jährige Frau, deren Stentkollaps erst am 43. postoperativen Tag auftrat. Sie starb trotz erneuter notfallmäßiger EVT 7 Tage später an einer intrazerebralen Hämorrhagie. Der dritte Patient mit ASK- Syndrom war ein 20- jähriger Mann, bei dem der Stentgraft nicht nur kollabiert, sondern auch nach distal migriert war. In einer sofortigen Operation wurde eine zweite Endoprothese implantiert, die abschließende Angiographie zeigte sich unauffällig. In der anschließenden CT-Kontrolle war jedoch eine unzureichende Entfaltung der Stentspitze zu sehen, so dass ein dritter Eingriff notwendig wurde. Die dritte Stentimplantation konnte den regelrechten aortalen Fluss wieder herstellen. Viele Autoren befürworten eine endovaskuläre Versorgung des ASK- Syndroms [36, 54, 81, 91] entweder durch Ballondilatation oder aber durch erneute Implantation eines Stents, soweit eine entsprechende Landezone zur Verfügung steht. Aufgrund unserer Erfahrungen, v.a. hinsichtlich des dritten Patienten mit einem ASK- Syndrom empfehlen wir eine weitere Stentimplantation zur Therapie des Stentkollaps.

4.7.2 Überstenten der A. subclavia

Wir haben bei 73% der Patienten die LSA bewusst mit der Endoprothese überstentet, um eine adäquate Landezone zu bekommen und die Aortenläsion richtig abzudecken. Alle Patienten bekamen vor der Operation eine CT-Untersuchung, um eine alleinige Versorgung des Kleinhirns über die LSA auszuschließen. In unserer Studie benötigte nur ein Patient eine Subclaviatransposition (2,8% von 35 Patienten) aufgrund eines Subclavian Steal-Syndroms.

Die Landezone sollte mindestens 15 mm betragen, das heißt, dass 15 mm des Stentgrafts im Kontakt mit intakter Aortenwand stehen sollen. Oft verlangen die Gegebenheiten es, die LSA zu überstenten um eine adäquate Landezone zu erreichen [26, 70, 72, 73, 79]. Gorich et al. [27, 50] berichten über absichtliche Verdeckung der LSA bei 23 Patienten, welche thorakale Endoprothesen bekommen haben. Sie fanden heraus, dass 78,5% der Patienten trotz der LSA-„Überstentung“ asymptomatisch waren und nur einige wenige eine LSA-Revaskularisation benötigten. Es gibt verschiedene Meinungen darüber, ob man eine Subclaviatransposition prophylaktisch, also vor der LSA- Überstentung oder aber erst nach dem Auftreten von Symptomen machen soll [50, 70, 72]. Wir bevorzugen in unserer Klinik die zweite Variante, da bei Auftreten von Symptomen immer noch ein geplanter therapeutischer Eingriff durchgeführt werden kann; nachdem sich der Patient von dem initialen Ereignis erholt hat. Zudem würde man wertvolle Zeit für die definitive Versorgung der Aorta verlieren während man die LSA transponiert.

4.7.3 Menge und Art an Transfusionen

83% der Patienten benötigten während oder nach der Operation Transfusionen von Blut- und/oder Blutbestandteilen. 97% bekamen Erythrozytenkonzentrate (mean 13,5 Konzentrate), 65% erhielten Fresh Frozen Plasma Konzentrate (mean 8,9 Konzentrate) und 31% wurden mit Thrombozytenkonzentraten (mean 1,5 Konzentrate) versorgt. Die maximale Anzahl an Tranfusionen erhielt eine 24-jährige Patientin, deren schwere Begleitverletzungen (3.- gradig offene Unterschenkel Fraktur rechts, distale Radiusfraktur rechts, paravaginale Perforationsverletzung, stumpfes Thoraxtrauma, Pneumothorax, Beckenfraktur) einen immensen Blutverlust erzeugten. Sie erhielt insgesamt 96 EKs, 92 FFP-

Konzentrate und 10 TKs. 8 Patienten benötigten keinerlei Transfusionen. Von diesen 8 Patienten hatten alle eine Thoraxverletzung (100%), 87,5% der Betroffenen (n=7) hatten Verletzungen im Abdominalbereich, 50% (n=4) hatten Kopf oder Gehirnverletzungen, 25% der Patienten (n=2) hatten Beckenverletzungen und ebensoviele hatten Verletzungen an den Extremitäten. In der Literatur wird dieses Thema nur bedingt beschrieben. So berichteten Ott et al. über 6 Patienten, die aufgrund einer ATAR endovaskulär versorgt wurden. Auch hier waren Transfusionen von Blut- und/oder Blutbestandteilen notwendig, wobei auch EKs (mean 2,3), FFPs (mean 1,0 Konzentrate) und TKs (mean 0,5 Konzentrate) transfundiert wurden. Meist waren nicht die ATAR selbst, sondern die Begleitverletzungen der Grund für die Notwendigkeit einer Transfusion von Blut- und/oder Blutbestandteilen. Diese Patientenzahl ist zu niedrig, um die Zahlen miteinander zu vergleichen, außerdem wird nicht genau beschrieben, wie viele der Patienten Transfusionen benötigten [73].

4.7.4 Beatmungszeit

Die Beatmungszeit lag durchschnittlich bei 5 Tagen (0 bis 39 Tage, mean 8 Tage). Gezählt wurden nur die Beatmungen, die über die normale Narkosezeit hinausgingen. In der Literatur ist es schwierig genaue Beatmungszeiten zu eruieren, die Autoren vergleichen meist die EVT mit dem offenen Verfahren und stellen fest, dass die notwendige Beatmungszeit nach der EVT geringer ist als nach dem offenen Verfahren. Ott et al. berichteten über eine Beatmungszeit zwischen 0 und 16 Tagen (mean 1 Tag), wobei hier wieder die Patientenzahl (n=6 Patienten) so gering ist, dass dies nicht sehr aussagekräftig ist [73].

4.8 Liegezeiten

4.8.1 ICU- Liegezeiten

Die Patienten lagen zwischen einem und 42 Tagen auf der Intensivstation (mean 11,2 Tage). Der Patient mit dem längsten Aufenthalt auf der ICU hatte schwerste Begleitverletzungen (Hirnödem, Hauptbronchusabriss links, Hämatopneumothorax beidseits, Lungenkontusion beidseits und postoperative Nachblutung), deren Behandlung sich als besonders langwierig erwies. 6 Patienten verbrachten nur einen Tag auf der Intensivstation, wobei eine Patientin am 2. postoperativen Tag

an den Folgen ihrer Begleitverletzungen verstarb. Die anderen 5 Patienten erholten sich sehr schnell, so dass ihr Zustand es erlaubte, sie nach nur einem Tag auf der Intensivstation auf Normalstation zu verlegen. Hoffer et al. berichteten über eine ICU- Liegezeit im Bereich zwischen einem und 18 Tagen (durchschnittliche ICU Liegezeit von 12 Tagen) [34].

4.8.2 Stationäre Aufenthaltsdauer

Die stationäre Aufenthaltsdauer lag zwischen einem und 96 Tagen (mean: 27,297 Tage). Der Patient, der 96 Tage stationär behandelt wurde, hatte sehr schwere Begleitverletzungen (Leberruptur, Mesenterialverletzung, Hämatopneumothorax, Verletzungen des Ductus thoracicus, Spannungspneumothorax links, suprakondyläre Femurfraktur rechts, 3.- gradig offene Calcaneus Fraktur rechts, 3.- gradig offene Unterschenkel- Fraktur links mit postoperativer Osteitis, Unterarmmehrfragmentfraktur links), deren Versorgung äußerst zeitaufwendig war. Die Verletzungen mussten in mehreren Operationen versorgt werden, so dass sich der Aufenthalt dementsprechend verlängerte. Der kürzeste Krankenhausaufenthalt betrug 1 Tag, die Patientin verstarb noch auf der ICU an ihren schweren Begleitverletzungen. Die kürzeste stationäre Verweildauer bei den überlebenden Patienten betrug 7 Tage.
Hoffer et al. beschrieben eine stationäre Aufenthaltsdauer zwischen 8 und 46 Tagen (mean 29,3 Tage).

4.9 Follow up

Der mittlere Nachbeobachtungszeitraum unserer Patienten mit einer ATAR beträgt 46,2 Monate (3,85 Jahre; 2,12 – 115,5 Monate). Laut Hoffer et al. gehörte im August 2008 eine mittlere Nachbeobachtungszeit von 4 Jahren zu den längsten publizierten Follow- ups, was es schwierig macht, die Risiken vollständig abzuschätzen. Dennoch scheint die EVT eine vertretbare Lösung zu sein, v.a. hinsichtlich notfallmäßiger Versorgung von Aortenrupturen, auch wenn noch nicht klar ersichtlich ist, ob diese Art der Therapie langfristig problemlos bleibt [34, 38].

4.9.1 Nachsorgeuntersuchungen

Bei allen Patienten wurde direkt nach dem endovaskulären Eingriff oder am Tag danach die korrekte Lage der Endoprothese mit einer CT- Angiographie überprüft.

Diese Kontrolle wurde wiederholt nach 3, 6 und 12 Monaten, danach in jährlichen Abständen. Im Rahmen der vorliegenden Studie wurde ab 2008 vermehrt versucht, von einer CT- Untersuchung auf eine dynamische MR- Angiographie umzustellen, um die meist jungen Patienten vor einer übermäßigen Strahlenbelastung zu schützen.

Von den 42 noch lebenden Patienten konnten so 33 CT- oder MR– graphisch nachkontrolliert werden. 8 Patienten wurden nur telefonisch anhand der ausgearbeiteten Checkliste zu ihrem aktuellen Gesundheitszustand befragt. Die Beeinträchtigung im alltäglichen Leben war in den meisten Fällen extraaortaler Genese. Bei insgesamt nur 3 Patienten war die endovaskuläre Therapie der ATAR mitbeteiligt an der körperlichen Einschränkung der Betroffenen. Bei einem 62-jährigen Patienten musste aufgrund eines Subclavian Steal- Syndroms eine Transposition der linken A. subclavia in die linke A. carotis communis durchgeführt werden. Seit diesem Eingriff ist der Patient beschwerdefrei. Eine (zum Zeitpunkt des Unfalls) 19- jährige Patientin klagt seit der EVT über eine vermehrte Schwäche des linken Armes bei Überkopfarbeiten. Diese Schwäche beeinträchtigt die Patientin bis dato aber nicht in dem Maße, dass es eines Revaskularisierungseingriffes bedarf. Die dritte Betroffene, bei der die EVT mitbeteiligt ist an der körperlichen Beeinträchtigung, ist eine 66- jährige Patientin, bei der - um eine korrekte Ausschaltung der ATAR zu erreichen – zusätzlich die ACC überstentet werden musste. Sie klagt seither über einen schweres Gefühl im linken Arm, der sich zudem kalt anfühlt. Die zerebrale Leistung der Patientin ist reduziert, was sich auch durch die ACC- Überstentung erklären lässt.

Steingruber et al. kontrollierten die korrekte Lage der Stentgrafts bei ihren Patienten am 1. oder 2. postoperativen Tag mit einem Mehrschicht- Spiral– CT. Diese Untersuchung wurde nach 6 und 12 Monaten wiederholt und erfolgte dann jährlich. Die Patienten, bei denen die LSA überstentet werden musste, wurden postoperativ sonographiert, um die Durchgängigkeit der Arterien zu beurteilen [92].

4.9.2 Auswertung MR- und CT- Bilder

Die Auswertung der MR- und CT- Bilder zeigte, dass mehr als die Hälfte der Stentgrafts optimal (n=18 Patienten) oder annähernd optimal (n=15 Patienten) in der Aorta liegen. Bei zwei Patienten wurde die Lage der Endoprothesen als schlecht und sehr schlecht eingestuft (ein Patient Grad 4 und ein weiterer Patient

Grad 5). Es handelte sich um eine 12- jährige Patientin und einen 20- jährigen Patienten, deren beider Aortenbögen aufgrund des jugendlichen Alters sehr steil sind, was es für den Stentgraft schwierig macht, sich optimal anzulagern. Sowohl der heute 20- jährigen Patientin also auch dem jetzt 22- jährigen Patienten geht es aber gut und beide fühlen sich im Alltag in keiner Weise eingeschränkt. In unserem Patientengut wurde ersichtlich, dass je steiler der Aortenbogen des Betroffenen ist umso größer ist auch der Aortenstentwinkel und umso schlechter ist meist auch die Lage des Stentgrafts. Ist der Aortenbogen jedoch flacher, was bei älteren Patienten der Fall ist, kann sich die Endoprothese besser an die aortale Wand anschmiegen und die Ruptur besser abdecken.

4.10 Postoperative Letalität und Todesursache

Die Mortalität innerhalb der ersten 30 Tage nach dem Eingriff betrug in der vorliegenden Studie 8,3% (4 Patienten). Ein Patient verstarb aufgrund der endovaskulären Therapie (2,1%), die anderen 3 starben an ihren schweren Begleitverletzungen. In der Nachbeobachtungszeit verstarben 2 weitere Patienten, jedoch unabhängig von der EVT oder ihren Begleitverletzungen. Die prozedurbezogene Mortalität entspricht 2,1%, wohingegen die traumabezogene Mortalität 6,2% beträgt bei einer kumulativen Mortalität (inklusive Follow- up) von 12,5%. In der Literatur werden verschiedene Prozentsätze für die Mortalität innerhalb der ersten 30 Tage beschrieben, so berichteten Kwok et al. über eine Mortalität von 13% (2/15), Bell et al. über eine Mortalität von 16%, im EUROSTAR– UK Register wird eine Mortalität von 18,3% angegeben und in der Metaanalyse von Eggebrecht et al. war sie 9.8%[8, 20, 47, 55]. Hoffer et al. beschrieben anhand von 50 Studien eine 30- Tages- Mortalität von 7,6% (55 von 722), wobei 16,3% (9 / 55) der Verstorbenen aufgrund der EVT starben [34].

5 Zusammenfassung

Die akute traumatische thorakale Aortenruptur ist eine schwere Verletzung und stellt neben dem Schädelhirntrauma die zweithäufigste Todesursache bei Verkehrsunfällen dar. Die endovaskuläre Versorgung dieser Verletzung hat sich in den letzten Jahren zu einer Alternative zum konventionellen Verfahren entwickelt. Die endovaskuläre Therapie weist im Vergleich zum offenen Verfahren geringere Mortalitäts- und Paraplegieraten sowie eine reduzierte Schlaganfallrate auf. Neben diesen Vorteilen zeichnet sich die endovaskuläre Therapie besonders durch das Fehlen einer Thorakotomie, aortales Crossclamping sowie extrakorporaler Zirkulation aus.

Ziel der vorliegenden retrospektiven Studie ist es, zu beschreiben, zu welchen Langzeitergebnissen die endovaskuläre Versorgung von akut traumatischen Aortenrupturen führt. Es wurden Krankenakten von 48 Patienten mit einer akut traumatischen Aortenruptur, die zwischen März 1999 und November 2008 an der Klinik für Thorax- und Gefäßchirurgie des Universitätsklinikums Ulm endovaskulär therapiert wurden, retrospektiv analysiert. Die Patienten, 35 Männer und 13 Frauen, waren zum Zeitpunkt des Unfallgeschehens zwischen 12 und 79 Jahre alt. 47 der 48 Patienten wurden innerhalb von 24 Stunden nach Einlieferung bzw. Überweisung in unsere Klinik endovaskulär versorgt, einer erst 30 Tage nach dem Ereignis. Es wurden dabei 4 verschiedene Endoprothesen der Firmen Cook (n=6), Gore (n=34), Medtronic (n=14) und OptiMed (n=2) eingestetzt. Die endovaskuläre Versorgung war bei allen Patienten erfolgreich und es musste in keinem Fall auf das offene Verfahren umgestiegen werden. Innerhalb der ersten 30 Tage nach dem Eingriff verstarb ein Patient aufgrund der endovaskulären Therapie, 3 weitere starben an ihren schweren Begleitverletzungen. Der mittlere Nachbeobachtungszeitraum beträgt 46,2 Monate. 2 Patienten verstarben in der Nachbeobachtungszeit, jedoch unabhängig von ihren Begleitverletzungen oder der endovaskulären Therapie. 41 Patienten wurden regelmäßig nachkontrolliert und es zeigte sich, dass in den meisten Fällen die Beeinträchtigung im alltäglichen Leben extraaortale Ursachen hat. In insgesamt nur 3 Fällen war die endovaskuläre Therapie mitbeteiligt an der körperlichen Einschränkung, wobei diese bei einem Patienten durch die Transposition der linken Arteria subclavia in die linke Arteria carotis communis behoben werden konnte.

Alles in allem befürworten wir die endovaskuläre Therapie, da zum einen den schwerst und multipel verletzten Personen schnell und minimialinvasiv schonend geholfen werden konnte und sich zum anderen zeigte, dass die Patienten auch längerer Zeit nach der Operation wenig bis gar keine Einschränkung im alltäglichen Leben bzw. Beschwerden aufweisen. Die Wirksamkeit der endovaskulären Therapie wird auch durch unsere Daten belegt.

Unklar bleibt, inwiefern sich jene Stentgrafts verhalten, die keine optimale Lage haben und sich nicht komplett der inneren Kurvatur der vor allem bei jungen Patienten eher steilen Aortenbögen angelegt haben. Weiters bleibt offen, wie sich die normalen Veränderungen des Aortenbogens über die Lebensjahrzehnte auf die Lage der wahrscheinlich bis dahin komplett eingewachsenen Stentgrafts auswirken. Gibt es eine Verringerung des Stentgraft- Aortenbogenwinkels, entstehen durch die wirkenden Kräfte Materialschäden, kommt es zu sekundären Aneurysmen im Bereich der Beulenbildung der Stentgrafts? Viele Fragen die noch offen stehen und erst durch konsequente und permanente Nachuntersuchungen geklärt werden können. Die zentrale Frage ist dabei immer noch, ob es sich bei der endovaskulären Therapie der akuten traumatischen Aortenruptur um eine definitive Therapie handelt oder ob es nur eine Überbrückung zur abschließenden doch offenen Therapie ist.

Literaturverzeichnis

1. A Agostinelli, S Saccani, B Borrello, F Nicolini, P Larini, T Gherli, Immediate endovascular treatment of blunt aortic injury: our therapeutic strategy. J Thorac Cardiovasc Surg. 131: 1053-7 (2006).

2. F Ahmad, N Cheshire, M Hamady, Acute aortic syndrome: pathology and therapeutic strategies. Postgrad Med J. 82: 305-12 (2006).

3. CW Akins, MJ Buckley, W Daggett, JB McIlduff, WG Austen, Acute traumatic disruption of the thoracic aorta: a ten-year experience. Ann Thorac Surg. 31: 305-9 (1981).

4. P Amabile, G Rollet, V Vidal, F Collart, J-M Bartoli, P Piquet, Emergency treatment of acute rupture of the descending thoracic aorta using endovascular stent-grafts. Ann Vasc Surg. 20: 723-30 (2006).

5. J Andrassy, R Weidenhagen, G Meimarakis, L Lauterjung, K-W Jauch, R Kopp, Stent versus open surgery for acute and chronic traumatic injury of the thoracic aorta: a single-center experience. J Trauma. 60: 765-71; discussion 771-2 (2006).

6. P Baque, T Serre, N Cheynel, PJ Arnoux, L Thollon, M Behr, C Masson, J Delotte, SV Berdah, C Brunet, An experimental cadaveric study for a better understanding of blunt traumatic aortic rupture. J Trauma. 61: 586-91 (2006).

7. DT Baril, TS Jacobs, ML Marin, Surgery insight: advances in endovascular repair of abdominal aortic aneurysms. Nat Clin Pract Cardiovasc Med. 4: 206-13 (2007).

8. RE Bell, PR Taylor, M Aukett, T Sabharwal, JF Reidy, Results of urgent and emergency thoracic procedures treated by endoluminal repair. Eur J Vasc Endovasc Surg. 25: 527-31 (2003).

9. L Botta, V Russo, C Savini, K Buttazzi, D Pacini, L Lovato, C La Palombara, M Parlapiano, R Di Bartolomeo, R Fattori, Endovascular treatment for acute traumatic transection of the descending aorta: focus on operative timing and left subclavian artery management. J Thorac Cardiovasc Surg. 136 1558-63 (2008).

10. C Broux, F Thony, O Chavanon, V Bach, R Hacini, C Sengel, D Blin, P Lavagne, P Girardet, C Jacquot, Emergency endovascular stent graft repair for acute blunt thoracic aortic injury: a retrospective case control study. Intensive Care Med. 32: 770-4 (2006).

11. F Beyersdorf, P Satter, Thoraxverletzungen, R Berchthold, H. Hamelmann, HJ Peiper (Hrsg.), Chirurgie, Urban & Fischer. 4. Auflage, Kapitel 27, 360-361(2001).

12. S Buz, B Zipfel, S Mulahasanovic, M Pasic, Y Weng, R Hetzer, Conventional surgical repair and endovascular treatment of acute traumatic aortic rupture. Eur J Cardiothorac Surg. 33: 143-9 (2008).

13. L Canaud, P Alric, P Branchereau, C Marty-Ane, JP Berthet, Lessons learned from midterm follow-up of endovascular repair for traumatic rupture of the aortic isthmus. J Vasc Surg. 47: 733-8 (2008).

14. MY Chen, JD Regan, MJ D'Amore, WD Routh, JW Meredith, RB Dyer: Role of angiography in the detection of aortic branch vessel injury after blunt thoracic trauma. J Trauma. 51: 1166-71; discussion 1172 (2001).

15. J Chung, R Owen, R Turnbull, H Chyczij, G Winkelaar, N Gibney, Endovascular repair in traumatic thoracic aortic injuries: comparison with open surgical repair. J Vasc Interv Radiol. 19: 479-86 (2008).

16. G Daenen, G Maleux, K Daenens, I Fourneau, A Nevelsteen, Thoracic aorta endoprosthesis: the final countdown for open surgery after traumatic aortic rupture? Ann Vasc Surg. 17: 185-91 (2003).

17. MK Dinkelman, LP Leenen, HJ Verhagen, JD Blankensteijn, Endovascular treatment of 4 patients with a traumatic rupture of the thoracic aorta. Ned Tijdschr Geneeskd. 147: 2291-4 (2003).

18. B Dorweiler, C Dueber, A Neufang, W Schmiedt, MB Pitton, H Oelert, Endovascular treatment of acute bleeding complications in traumatic aortic rupture and aortobronchial fistula. Eur J Cardiothorac Surg. 19: 739-45 (2001).

19. MB Dunham, D Zygun, P Petrasek, JB Kortbeek, R Karmy-Jones, RD Moore, Endovascular stent grafts for acute blunt aortic injury. J Trauma. 56: 1173-8 (2004).

20. H Eggebrecht, CA Nienaber, M Neuhauser, D Baumgart, S Kische, A Schmermund, U Herold, TC Rehders, HG Jakob, R Erbel, Endovascular stent-graft placement in aortic dissection: a meta-analysis. Eur Heart J. 27: 489-98 (2006).

21. TC Fabian, JD Richardson, MA Croce, JS Smith, Jr., G Rodman, Jr., PA Kearney, W Flynn, AL Ney, JB Cone, FA Luchette, DH Wisner, DJ Scholten, BL Beaver, AK Conn, R Coscia, DB Hoyt, JA Morris, Jr., JD Harviel, AB Peitzman, RP Bynoe, DL Diamond, M Wall, JD Gates, JA Asensio, BL Enderson, Prospective study of blunt aortic injury: Multicenter Trial of the American Association for the Surgery of Trauma. J Trauma. 42: 374-80; discussion 380-3 (1997).

22. R Fattori, G Napoli, L Lovato, V Russo, D Pacini, A Pierangeli, G Gavelli, Indications for, timing of, and results of catheter-based treatment of traumatic injury to the aorta. AJR Am J Roentgenol. 179: 603-9 (2002).

23. R Fattori, K Buttazzi, V Russo, L Lovato, L Botta, V Gostoli, S Bartolini, R Di Bartolomeo, Evolving concepts in the treatment of traumatic aortic injury. A review article. J Cardiovasc Surg (Torino). 48: 625-31 (2007).

24. PC Ferrera, PA Ghaemmaghami, Ductus diverticulum interpreted as traumatic aortic injury. Am J Emerg Med. 15: 371-2 (1997).

25. D Fornell, Endovascular Aortic Aneurysm Repair in the Rise. http://www.dicardiology.net/node/32581/. (23.09.2009).

26. T Fujikawa, T Yukioka, S Ishimaru, M Kanai, A Muraoka, H Sasaki, H Honma, S Koike, S Kawaguchi, Endovascular stent grafting for the treatment of blunt thoracic aortic injury. J Trauma. 50: 223-9 (2001).

27. J Gorich, Y Asquan, H Seifarth, S Kramer, X Kapfer, KH Orend, L Sunder-Plassmann, R Pamler, Initial experience with intentional stent-graft coverage of the subclavian artery during endovascular thoracic aortic repairs. J Endovasc Ther. 9 Suppl 2: II39-43 (2002).

28. JH Grollman, The aortic diverticulum: a remnant of the partially involuted dorsal aortic root. Cardiovasc Intervent Radiol. 12: 14-7 (1989).

29. KA Hance, J Hsu, T Eskew, AS Hermreck, Secondary aortoesophageal fistula after endoluminal exclusion because of thoracic aortic transection. J Vasc Surg. 37: 886-8 (2003).

30. S Haulon, M Koussa, JP Beregi, C Decoene, C Lions, H Warembourg, Stent-graft repair of the thoracic aorta: short-term results. Ann Vasc Surg. 16: 700-7 (2002).

31. SR Haynes, PG Lawler, An assessment of the consistency of ASA physical status classification allocation. Anaesthesia. 50: 195-9 (1995).

32. H Kortmann, Akute traumatische Aortenrupturen und chronische postraumatische Aortenaneurysmen, KH Hepp, H Kogel (Hrsg), Gefäßchirurgie, Urban & Fischer, 2.Auflage, Kapitel B2: 197-200 (2006).

33. AD Hilgenberg, DL Logan, CW Akins, MJ Buckley, WM Daggett, GJ Vlahakes, DF Torchiana, Blunt injuries of the thoracic aorta. Ann Thorac Surg. 53: 233-8; discussion 238-9 (1992).

34. EK Hoffer, AR Forauer, AM Silas, and JM Gemery: Endovascular stent-graft or open surgical repair for blunt thoracic aortic trauma: systematic review. J Vasc Interv Radiol. 19: 1153-64 (2008).

35. G Iannelli, F Piscione, L Di Tommaso, M Monaco, M Chiariello, N Spampinato, Thoracic aortic emergencies: impact of endovascular surgery. Ann Thorac Surg. 77: 591-6 (2004).

36. MM Idu, JA Reekers, R Balm, K-J Ponsen, BAJM de Mol, DA Legemate, Collapse of a stent-graft following treatment of a traumatic thoracic aortic rupture. J Endovasc Ther. 12: 503-7 (2005).

37. AS Jahromi, K Kazemi, HA Safar, B Doobay, CS Cina, Traumatic rupture of the thoracic aorta: cohort study and systematic review. J Vasc Surg. 34: 1029-34 (2001).

38. R Karmy-Jones, E Hoffer, M Meissner, RD Bloch, Management of traumatic rupture of the thoracic aorta in pediatric patients. Ann Thorac Surg. 75: 1513-7 (2003).

39. R Karmy-Jones, E Hoffer, MH Meissner, S Nicholls, M Mattos, Endovascular stent grafts and aortic rupture: a case series. J Trauma. 55: 805-10 (2003).

40. K Kasirajan, J Marek, M Langsfeld, Endovascular management of acute traumatic thoracic aneurysm. J Trauma. 52: 387-90 (2002).

41. K Kasirajan, D Heffernan, M Langsfeld, Acute thoracic aortic trauma: a comparison of endoluminal stent grafts with open repair and nonoperative management. Ann Vasc Surg. 17: 589-95 (2003).

42. N Kato, MD Dake, DC Miller, CP Semba, RS Mitchell, MK Razavi, ST Kee, Traumatic thoracic aortic aneurysm: treatment with endovascular stent-grafts. Radiology. 205: 657-62 (1997).

43. N Kato, T Hirano, M Ishida, T Shimono, SH Cheng, I Yada, K Takeda, Acute and contained rupture of the descending thoracic aorta: treatment with endovascular stent grafts. J Vasc Surg. 37: 100-5 (2003).

44. B Kipfer, F Leupi, P Schuepbach, D Friedli, U Althaus, Acute traumatic rupture of the thoracic aorta: immediate or delayed surgical repair? Eur J Cardiothorac Surg. 8: 30-3 (1994).

45. J Kpodonu, GH Wheatley, 3rd, VG Ramaiah, EB Diethrich, Endovascular management of a thoracic aortic disruption following failure of deployment of a parachute. Interact Cardiovasc Thorac Surg. 6: 823-4 (2007).

46. CA Kuhne, S Ruchholtz, G Voggenreiter, H Eggebrecht, T Paffrath, C Waydhas, D Nast-Kolb, Traumatic aortic injuries in severely injured patients. Unfallchirurg. 108: 279-87 (2005).

47. PCH Kwok, KK Ho, CC Ma, SS Chung, CCW Tse, PLF Tang, FSK Cheng, SCH Chan, The short-to-midterm results of endovascular stent grafting for acute thoracic aortic diseases in Chinese patients. Hong Kong Med J. 12: 355-60 (2006).

48. M Lachat, T Pfammatter, H Witzke, E Bernard, U Wolfensberger, A Kunzli, M Turina, Acute traumatic aortic rupture: early stent-graft repair. Eur J Cardiothorac Surg. 21: 959-63 (2002).

49. T Langanay, JP Verhoye, H Corbineau, A Agnino, T Derieux, P Menestret, Y Logeais, A Leguerrier, Surgical treatment of acute traumatic rupture of the thoracic aorta a timing reappraisal? Eur J Cardiothorac Surg. 21: 282-7 (2002).

50. DK Lawlor, M Ott, TL Forbes, S Kribs, KA Harris, G DeRose, Endovascular management of traumatic thoracic aortic injuries. Can J Surg. 48: 293-7 (2005).

51. DR Lebl, RA Dicker, DA Spain, SI Brundage, Dramatic shift in the primary management of traumatic thoracic aortic rupture. Arch Surg. 141: 177-80 (2006).

52. T Lettinga-van de Poll, GWH Schurink, MW De Haan, JPAM Verbruggen, MJ Jacobs, Endovascular treatment of traumatic rupture of the thoracic aorta. Br J Surg. 94: 525-33 (2007).

53. T Lettinga-van de Poll, GW Schurink, MW De Haan, JP Verbruggen, MJ Jacobs, Endovascular treatment of traumatic rupture of the thoracic aorta. Br J Surg. 94: 525-33 (2007).

54. DA Leung, I Davis, G Katlaps, J Tisnado, MK Sydnor, DJ Komorowski, D Brinster, Treatment of infolding related to the gore TAG thoracic endoprosthesis. J Vasc Interv Radiol. 19: 600-5 (2008).

55. LJ Leurs, R Bell, Y Degrieck, S Thomas, R Hobo, J Lundbom, Endovascular treatment of thoracic aortic diseases: combined experience from the EUROSTAR and United Kingdom Thoracic Endograft registries. J Vasc Surg. 40: 670-9; discussion 679-80 (2004).

56. R Maggisano, A Nathens, NA Alexandrova, C Cina, B Boulanger, R McKenzie, AW Harrison, Traumatic rupture of the thoracic aorta: should one always operate immediately? Ann Vasc Surg. 9: 44-52 (1995).

57. B Marcheix, C Dambrin, J-P Bolduc, C Arnaud, L Hollington, C Cron, A Mugniot, P Soula, M Bennaceur, V Chabbert, P Otal, A Cerene, H Rousseau, Endovascular repair of traumatic rupture of the aortic isthmus: midterm results. J Thorac Cardiovasc Surg. 132: 1037-41 (2006).

58. KE Marnocha, DD Maglinte, Plain-film criteria for excluding aortic rupture in blunt chest trauma. AJR Am J Roentgenol. 144: 19-21 (1985).

59. KL Mattox, MJ Wall, Jr., Historical review of blunt injury to the thoracic aorta. Chest Surg Clin N Am. 10: 167-82,(2000).

60. KL Mattox, M Holzman, LR Pickard, AC Beall, Jr., ME DeBakey: Clamp/repair, a safe technique for treatment of blunt injury to the descending thoracic aorta. Ann Thorac Surg. 40: 456-63 (1985).

61. JT McPhee, EH Asham, MJ Rohrer, MJ Singh, G Wong, RW Vorhies, PR Nelson, BS Cutler, The midterm results of stent graft treatment of thoracic aortic injuries. J Surg Res. 138: 181-8 (2007).

62. PI Midgley, KS Mackenzie, MM Corriveau, DI Obrand, CZ Abraham, P Fata, OK Steinmetz, Blunt thoracic aortic injury: a single institution comparison of open and endovascular management. J Vasc Surg. 46: 662-8 (2007).

63. SL Moainie, DG Neschis, JS Gammie, JM Brown, RS Poston, TM Scalea, BP Griffith, Endovascular stenting for traumatic aortic injury: an emerging new standard of care. Ann Thorac Surg. 85: 1625-9; discussion 1629-30 (2008).

64. K Morishita, Y Kurimoto, N Kawaharada, J Fukada, Y Hachiro, Y Fujisawa, T Abe, Descending thoracic aortic rupture: role of endovascular stent-grafting. Ann Thorac Surg. 78: 1630-4 (2004).

65. SS Morse, MG Glickman, LH Greenwood, DF Denny, Jr., EB Strauss, BR Stavens, M Yoselevitz, Traumatic aortic rupture: false-positive aortographic diagnosis due to atypical ductus diverticulum. AJR Am J Roentgenol. 150: 793-6 (1988).

66. BE Muhs, R Balm, GH White, HJM Verhagen, Anatomic factors associated with acute endograft collapse after Gore TAG treatment of thoracic aortic dissection or traumatic rupture. J Vasc Surg. 45: 655-61 (2007).

67. B Neuhauser, B Czermak, W Jaschke, P Waldenberger, G Fraedrich, R Perkmann, Stent-graft repair for acute traumatic thoracic aortic rupture. Am Surg. 70: 1039-44 (2004).

68. D Nio, PM Vos, BA de Mol, KJ Ponsen, JA Reekers, R Balm, Emergency endovascular treatment of thoracic aortic rupture in three accident victims with multiple injuries. J Endovasc Ther. 9 Suppl 2: II60-6 (2002).

69. KH Orend, R Pamler, X Kapfer, F Liewald, J Gorich, L Sunder-Plassmann, Endovascular repair of traumatic descending aortic transection. J Endovasc Ther. 9: 573-8 (2002).

70. KH Orend, N Zarbis, H Schelzig, G Halter, G Lang, L Sunder-Plassmann, Endovascular treatment (EVT) of acute traumatic lesions of the descending thoracic aorta--7 years' experience. Eur J Vasc Endovasc Surg. 34: 666-72 (2007).

71. KH Orend, T Kotsis, R Scharrer-Pamler, X Kapfer, F Liewald, J Gorich, L Sunder-Plassmann, Endovascular repair of aortic rupture due to trauma and aneurysm. Eur J Vasc Endovasc Surg. 23: 61-7 (2002).

72. VP Orford, NR Atkinson, K Thomson, PY Milne, WA Campbell, A Roberts, J Goldblatt, J Tatoulis, Blunt traumatic aortic transection: the endovascular experience. Ann Thorac Surg. 75: 106-11; discussion 111-2 (2003).

73. MC Ott, TC Stewart, DK Lawlor, DK Gray, TL Forbes, Management of blunt thoracic aortic injuries: endovascular stents versus open repair. J Trauma. 56: 565-70 (2004).

74. D Pacini, E Angeli, R Fattori, L Lovato, G Rocchi, L Di Marco, M Bergonzini, G Grillone, R Di Bartolomeo, Traumatic rupture of the thoracic aorta: ten years of delayed management. J Thorac Cardiovasc Surg. 129: 880-4 (2005).

75. LF Parmley, TW Mattingly, WC Manion, EJ Jahnke, Jr.: Nonpenetrating traumatic injury of the aorta. Circulation. 17: 1086-101 (1958).

76. JC Parodi, JC Palmaz, HD Barone, Transfemoral intraluminal graft implantation for abdominal aortic aneurysms. Ann Vasc Surg. 5: 491-9 (1991).

77. JW Pate, TC Fabian, W Walker, Traumatic rupture of the aortic isthmus: an emergency? World J Surg. 19: 119-25; discussion 125-6 (1995).

78. P Perreault, P Soula, H Rousseau, P Otal, P Massabuau, G Meites, A Cerene, F Joffre, Acute traumatic rupture of the thoracic aorta: delayed treatment with endoluminal covered stent. A report of two cases. J Vasc Surg. 27: 538-44 (1998).

79. BG Peterson, MK Eskandari, TG Gleason, MD Morasch, Utility of left subclavian artery revascularization in association with endoluminal repair of acute and chronic thoracic aortic pathology. J Vasc Surg. 43: 433-9 (2006).

80. BG Peterson, GM Longo, JS Matsumura, MR Kibbe, MD Morasch, KR Cardeira, MK Eskandari, Endovascular repair of thoracic aortic pathology with custom-made devices. Surgery. 138: 598-605; discussion 605 (2005).

81. D Plummer, K Petro, C Akbari, S O'Donnell, Endovascular repair of traumatic thoracic aortic disruption. Perspect Vasc Surg Endovasc Ther. 18: 132-9 (2006).

82. VS Reddy, Endovascular approaches for traumatic thoracic aortic injury: immediate versus delayed therapy. J Trauma. 62: S23 (2007).

83. PJ Riesenman, MA Farber, PB Rich, BC Sheridan, RR Mendes, WA Marston, BA Keagy, Outcomes of surgical and endovascular treatment of acute traumatic thoracic aortic injury. J Vasc Surg. 46: 934-40 (2007).

84. H Rousseau, P Soula, P Perreault, B Bui, B Janne d'Othée, P Massabuau, G Meites, P Concina, M Mazerolles, F Joffre, P Otal, Delayed treatment of traumatic rupture of the thoracic aorta with endoluminal covered stent. Circulation. 99: 498-504 (1999).

85. HJ Safi, PR Taylor, Open surgery for thoracic aortic disease. Heart. 89: 825-6 (2003).

86. JH Siegel, KH Yang, JA Smith, SQ Siddiqi, C Shah, M Maddali, W Hardy, Computer simulation and validation of the Archimedes Lever hypothesis as a mechanism for aortic isthmus disruption in a case of lateral impact motor vehicle crash: a Crash Injury Research Engineering Network (CIREN) study. J Trauma. 60: 1072-82 (2006).

87. DS Sinclair, Traumatic aortic injury: an imaging review. Emerg Radiol. 9: 13-20 (2002).

88. Statistisches Bundesamt Deutschland: http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Statistiken/Bevoelkerung/GeburtenSterbefaelle/Tabellen/Content75/LebenserwartungBundeslaenderWeiblich.psml. 23.06.2009.

89. Statistisches Bundesamt Deutschland: http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Publikationen/Querschnittsveroeffentlichungen/WirtschaftStatistik/Verkehr/UnfallgeschehenStrassenverkehr2007,property=file.pdf. (25.06.2009).

90. Statistisches Bundesamt Deutschland: Fachserie 8, Reihe 7. Tabelle 2.1 Straßenverkehrsunfälle und Unfallfolgen nach Ortslage und Monaten., (2007).

91. MGM Steinbauer, A Stehr, K Pfister, T Herold, N Zorger, I Töpel, C Paetzel, PM Kasprzak, Endovascular repair of proximal endograft collapse after treatment for thoracic aortic disease. J Vasc Surg. 43: 609-12 (2006).

92. IE Steingruber, BV Czermak, A Chemelli, B Glodny, J Bonatti, W Jaschke, P Waldenberger, M Rieger, B Neuhauser, Placement of endovascular stent-grafts for emergency repair of acute traumatic aortic rupture: a single-centre experience. Eur Radiol. 17: 1727-37 (2007).

93. MS Sweeney, DJ Young, OH Frazier, PR Adams, MO Kapusta, MP Macris, Traumatic aortic transections: eight-year experience with the "clamp-sew" technique. Ann Thorac Surg. 64: 384-7; discussion 387-9 (1997).

94. GL Tang, HY Tehrani, A Usman, K Katariya, C Otero, E Perez, MK Eskandari, Reduced mortality, paraplegia, and stroke with stent graft repair of blunt aortic transections: a modern meta-analysis. J Vasc Surg. 47: 671-5 (2008).

95. G Teasdale, B Jennett, Assessment of coma and impaired consciousness. A practical scale. Lancet. 2: 81-4 (1974).

96. HY Tehrani, BG Peterson, K Katariya, MD Morasch, R Stevens, G DiLuozzo, T Salerno, G Maurici, D Eton, MK Eskandari, Endovascular repair of thoracic aortic tears. Ann Thorac Surg. 82: 873-7; discussion 877-8 (2006).

97. J van Prehn, JA van Herwaarden, BE Muhs, A Arnofsky, FL Moll, HJM Verhagen, Difficulties with endograft sizing in a patient with traumatic rupture of the thoracic aorta: the possible influence of hypovolemic shock. J Vasc Surg. 47: 1333-6 (2008).

98. T Vogler, F Schulz, C Heyer, KM Muller, AM Muller, Diverticulum of the ductus arteriosus. Cause of traumatic aortic ruptures?. Chirurg. 78: 47-51 (2007).

99. NL Volodos, IP Karpovich, VI Troyan, V Kalashnikova Yu, VE Shekhanin, NE Ternyuk, AS Neoneta, NI Ustinov, LF Yakovenko, Clinical experience of the use of self-fixing synthetic prostheses for remote endoprosthetics of the thoracic and the abdominal aorta and iliac arteries through the femoral artery and as intraoperative endoprosthesis for aorta reconstruction. Vasa Suppl. 33: 93-5 (1991).

100. UO von Oppell, TT Dunne, MK De Groot, P Zilla: Traumatic aortic rupture, twenty-year metaanalysis of mortality and risk of paraplegia. Ann Thorac Surg. 58: 585-93 (1994).

101. ED Wellons, R Milner, M Solis, A Levitt, D Rosenthal, Stent-graft repair of traumatic thoracic aortic disruptions. J Vasc Surg. 40: 1095-100 (2004).

102. GH White, W Yu, J May, X Chaufour, MS Stephen, Endoleak as a complication of endoluminal grafting of abdominal aortic aneurysms: classification, incidence, diagnosis, and management. J Endovasc Surg. 4: 152-68 (1997).

103. GH White, J May, RC Waugh, X Chaufour, W Yu, Type III and type IV endoleak: toward a complete definition of blood flow in the sac after endoluminal AAA repair. J Endovasc Surg. 5: 305-9 (1998).

104. JS Williams, JA Graff, JM Uku, JP Steinig, Aortic injury in vehicular trauma. Ann Thorac Surg. 57: 726-30 (1994).

105. BH Yamane, G Tefera, JR Hoch, WD Turnipseed, CW Acher, Blunt thoracic aortic injury: open or stent graft repair? Surgery. 144: 575-80; discussion 580-2 (2008).

Anhang

Checkliste für Nachuntersuchung ATAR:

1. Allgemeines Befinden
2. derzeitige Belastbarkeit im alltäglichen Leben
3. derzeitige. Arbeit
4. Gehstrecke
5. Gewicht und Größe
6. bei Patienten, bei denen die A. subclavia überstentet wurde: Belastbarkeit des linken Arms und wie sieht es mit Schwindel bei Überkopfarbeiten aus (Subclavian Steal- Syndrom)
7. Dopplerdrucke Arme und Beine
8. Spezielle Befindlichkeit:
    a. bei Frakturen langer Röhrenknochen: Belastbarkeit der Extremität, chronische Schmerzsyndrome
    b. bei Nervenausfälle: aktuelle Situation mit Beschreibung der Lähmung
    c. Bei Beckenfrakturen: Laufen, Inkontinenz, Schmerzen durch Fehlbelastung bei Beckenschiefstand
    d. bei SHT: zerebrale Leistung
    e. bei Bauchoperationen: chronische Schmerzen, Hernien, Anus praeter
    f. bei schweren Thoraxverletzungen: chronische Schmerzen, Belastbarkeit, evtl. Lungenfunktion

Abbildung 29: Checkliste zur Nachuntersuchung der Patienten mit einer akut traumatischen Aortenruptur in der Klinik für Thorax- und Gefäßchirurgie der Uniklinik Ulm im Zeitraum von März 1999 bis November 2008.

Danksagung

Danken möchte ich all den Menschen die mich auf vielfältige Art und Weise bei meiner Arbeit unterstützt haben. In besonderer Weise danke ich Herrn Prof. Dr. Sunder- Plassmann für die Überlassung des Themas sowie Herrn Prof. Dr Orend für die Übernahme der Berichterstattung.

Weiterhin gebührt besonderer Dank Herrn Dr. A. Oberhuber für die äußerst gute Betreuung, die mir ein zügiges Vorankommen ermöglicht hat. Ohne sein stets offenes Ohr, sein schnelles Bearbeiten und die gleichzeitig aufgebrachte Geduld wäre die Arbeit so nicht zustande gekommen.

Mein Dank gilt nicht zuletzt meiner Familie und meinen Freunden, insbesondere meinen Geschwistern Paul und Lena aber auch meinen Freunden Sebastian Zerwes und Michael Schober.

Lebenslauf

Persönliche Daten

Name:	Erhard, Lucie
Anschrift:	Ebenäckerring 65
	94110 Wegscheid
Geburtsdatum:	10.Januar 1984
Geburtsort:	Hutthurm bei Passau
Familienstand:	ledig

Schulausbildung

1990 - 1994	Volksschule Wegscheid
1994 – 2003	Gymnasium Untergriesbach
Frühjahr 2003	Erwerb der Allgemeinen Hochschulreife

Hochschulbildung

Okt 2004 – Nov 2010	Studium der Humanmedizin, Universität Ulm

Promotion

Dissertation bei Prof. Dr. Sunder- Plassmann

Thorax- und Gefäßchirurgie, Universitätsklinikum Ulm

Bisherige berufliche Erfahrungen

10/03 und 11/03	Krankenpflegepraktikum, Krankenhaus Wegscheid
03/04	Krankenpflegepraktikum, Klinikum Passau
03/07	Famulatur Allgemeinmedizin, Allgemeinarztpraxis Dr.med Götz Erhard in Wegscheid
08/07	Famulatur Anästhesie, Klinikum Leverkusen
03/08	Famulatur Allgemeinmedizin, Allgemeinarztpraxis Dr.med Götz Erhard in Wegscheid
08/08	Famulatur Innere Medizin, Krankenhaus Wegscheid

Sonstiges

Sprachkenntnisse Englisch, Französisch

PC- Kenntnisse Grundkenntnisse in Excel, Word