

Aus der Abteilung für Thorax- und Gefäßchirurgie
Allgemeines Krankenhaus Hamburg-Altona
Prof. Dr. med. H. Kortmann

Der thorakale und thorakoabdominale Aortenersatz –
eine retrospektive Analyse offener und endovaskulärer
Therapieverfahren

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin

dem Fachbereich der Medizin der Universität Hamburg vorgelegt von

Barbara Sinner
aus Düsseldorf

Hamburg, Mai 2004

Angenommen vom Fachbereich Medizin der Universität Hamburg
am 2. November 2004

Veröffentlicht mit Genehmigung des Fachbereichs Medizin der
Universität Hamburg

Prüfungsausschuss, der Vorsitzende: Prof. Dr. H. Kortmann

Prüfungsausschuss: 2. Gutachter: Priv.-Doz. Dr. Th. Hofmann

Prüfungsausschuss: 3. Gutachter: Priv.-Doz. Dr. Ch. Detter

1 Fragestellung

Ziel der vorliegenden Dissertation war es, neben einer detaillierten Beschreibung der am eigenen Patientengut gemachten Erfahrungen einen retrospektiven Vergleich zwischen den verschiedenen Operationsmethoden beim thorakalen und thorako-abdominalen Aortenersatz zu unternehmen, die in einem Zeitraum von insgesamt 13 Jahren (1988-2001) in der Abteilung für Thorax- und Gefäßchirurgie des Allgemeinen Krankenhauses Altona (Leitung: Professor Dr. Kortmann) angewandt wurden.

Beim thorakalen Aortenersatz wurden die Ergebnisse eines offen-chirurgischen Vorgehens mit denen des endovaskulären Stentverfahrens verglichen. Beim thorako-abdominalen Aortenersatz wurde außerdem zwischen Patienten mit und ohne Implantation eines protektiven Bypass zur distalen Perfusion unterschieden. Untersucht werden sollten überdies Kofaktoren, die auf die Morbidität und Letalität der Patienten – unabhängig von Befund und Operationsmethode - Einfluß nehmen könnten.

2 Einleitung

Aneurysmen, traumatische Rupturen und Dissektionen der thorakalen Aorta descendens sind potentiell lebensbedrohliche Erkrankungen. Seit dem ersten erfolgreichen thorakalen Aortenersatz durch DeBakey und Crawford 1953 (DeBakey, 1953) haben die Entwicklungen in der Gefäßchirurgie zu einer deutlichen Besserung der Überlebenschancen geführt (Svensson, 1993a; Crawford, 1986a). Trotzdem gehören Eingriffe an der thorakalen Aorta immer noch zu den großen Herausforderungen in der Gefäßchirurgie. Perioperative Letalität und Morbidität sind weiterhin hoch.

Crawford und DeBakey gelang 1953 der erste offen-chirurgische Aortenersatz der thorakalen Aorta, und kurz darauf wurde der erste thorako-abdominale Aortenersatz durch Etheredge durchgeführt (Etheredge, 1955). Seitdem hat sich dieses Verfahren als Standardtherapie etabliert. Zwar birgt der thorakale bzw. thorako-abdominale Aortenersatz auch heute noch ein hohes Letalitätsrisiko von 5-35% (Crawford, 1986a und 1991b; Cox, 1992; Svensson, 1993a), doch wurde die Prognose insgesamt erheblich verbessert (Webb, 1999). So ist in den letzten Jahrzehnten die 1-Jahresüberlebensrate der an einem thorakalen bzw. thorako-abdominalen Aortenaneurysma operierten Patienten gegenüber den nicht-operierten Patienten von 39-52% auf über 70%, die 5-Jahresüberlebensrate von 13-19% auf 50-60% gestiegen (Bengsson, 1991; Svensson, 1993b; Clouse, 1998).

Das Aneurysma ist der häufigste Grund für einen chirurgischen Eingriff an der thorakalen Aorta (Cooley, 1999). Die Inzidenz thorakaler Aortenaneurysma von ca. 450 pro 100.000 Personen im Autopsiegut in der schwedischen Bevölkerung zwischen 1958 und 1985 (Svensjo, 1996) hat zwar relativ im Verhältnis zu abdominalen Aneurysma in den letzten hundert Jahren abgenommen. Dies ist auf einen Rückgang der durch Syphilis bedingten thorakalen Aneurysmen zurückzuführen. Andererseits hat die Zunahme der Arteriosklerose und die zunehmende Lebenserwartung zu einer Zunahme der thorako-abdominalen Aneurysmen geführt (Clouse, 1998). Bevölkerungsstudien gehen von einer Neuerkrankungsrate für das thorakale Aortenaneurysma von 5,9 pro 100.000 Personen-Jahre aus. Die meisten Untersuchungen geben ein deutlich erhöhtes Risiko für das männliche Geschlecht an (DeBakey, 1975; Joyce, 1964; Bickerstaff, 1982). Neben der Arteriosklerose gibt es andere, jedoch weit

selteneren Ursachen für thorakale Aortenaneurysmen: Marfan-Syndrom, Takayasu-Arteriitis, mykotische Aneurysmen und hormonell bedingte, in der Schwangerschaft auftretende Aneurysmen.

Das Aneurysma der thorakalen Aorta ist definiert als eine lokalisierte, dauerhafte Aussackung der Aorta mit einem Querdurchmesser von mindestens 3,5 cm oder 50% über der Normgrenze bei Erwachsenen. Arteriosklerotisch bedingte Degenerationen der Aortenwand mit Ausbildung eines Aneurysmas betreffen zu 75-70% die infrarenale Aorta. Auf die thorakale Aorta entfallen 25-30% der Aneurysmen einschließlich der dissezierenden Formen. Die histopathologische Grundlage der arteriosklerotisch veränderten Gefäßwand ist eine Degeneration aller drei histologischen Schichten der Aortenwand. Somit handelt es sich bei den arteriosklerotischen Aneurysmen zu etwa 90% um „echte“ Aneurysmen (DeBakey, 1975).

Die Dissektion, eine weitere mögliche Ursache für die Ausbildung eines thorakalen Aortenaneurysma, resultiert aus Medianekrose in der Aortenwand, möglicherweise auf dem Boden einer Blutung aus Vasa vasorum, welche eine Auffächerung der Wandschichten zur Folge hat. Durch ein Intimaleck („Entry“) kann der Blutstrom die Aufspaltung der Aortenwandstruktur verstärken und diese durch Ausbildung eines zweiten Gefäßlumens (sogenanntes falsches Lumen) nach antegrad oder retrograd fortsetzen. Dies kann zu einer weiteren Aussackung der Aorta führen, einem Aneurysma dissecans. Der Falschkanal kann früher oder später thrombosieren, er kann aber auch als Aneurysma dissecans rupturieren. Dabei besteht die Gefahr eines Fortschreitens der Dissektion bis in die Aortenwurzel mit konsekutiver Ruptur in den Herzbeutel. Bei einem Fortschreiten der Dissektion in Seitenarterien kann eine Ischämie des abhängigen Organs resultieren.

Die Dissektion wird nach DeBakey oder Stanford klassifiziert. Die DeBakey-Klassifikation unterscheidet drei Typen der Dissektion. In DeBakey-Typ-I-Dissektion ist das Entry in der proximalen Aorta ascendens lokalisiert und dehnt sich beliebig nach distal aus. In DeBakey-Typ-II ist nur die Aorta ascendens disseziert. Der Typ-III betrifft die Aorta descendens mit oder ohne Aorta abdominalis. Die geläufigere Stanford-Klassifikation unterscheidet Typ A und Typ

B. Typ-A umfaßt alle Formen der Dissektion, in denen die Aorta ascendens beteiligt ist, Typ B erfaßt jene Dissektionen mit Beteiligung der Aorta descendens. Die Letalitätsrate für Patienten mit einer DeBakey-III- oder Stanford-B-Dissektion ist deutlich niedriger als die bei anderen Dissektionen, insbesondere wenn nur ein anterogrades Fortschreiten der Dissektion vorliegt, da so die Interferenz mit Aortenklappe, Koronararterien und Perikard als prognostisch ungünstiger Faktor entfällt.

Ein traumatischer Defekt der Aortenwand, meist Folge eines stumpfen Dezelerationstraumas, kann zu einer Ausbildung eines extramuralen Hämatoms führen, das durch die intakte Pleura tamponiert wird. Aus diesem Hämatom kann sich sekundär ein „falsches“ Aneurysma oder Pseudoaneurysma formieren. Dieses sogenannte Aneurysma spurium, tropfenförmige Hämatomhöhle mit sekundärer Bindegewebskapsel, kann sich jedoch auch auf dem Boden eines penetrierenden degenerativen oder entzündlichen (bakteriell bedingten) Prozesses der Aortenwand entwickeln. Traumatisch bedingt treten diese Aneurysmen am häufigsten im Bereich der proximalen Aorta descendens auf. Für das akute Stadium der traumatischen Ruptur besteht allerdings ein Verblutungsrisiko von 85%, so daß ein chronisches Aneurysma spurium nur in 5-15% der Patienten mit traumatischem Defekt entsteht (Mattox, 1994). Die Annahme, daß das traumatische Aneurysma im natürlichen Verlauf eine bessere Prognose hat, weil die Aorta bis auf die Rupturstelle gesund ist, die Patienten meist jünger sind und dementsprechend geringere Begleiterkrankungen haben (Williams,1980), ist umstritten. Verschiedene Studien zeigten, daß auch das traumatisch bedingte Aneurysma eine Größenausdehnung erfährt und ebenso mit zunehmender Größe symptomatisch werden kann. Auch die Ruptur als gefürchtete Komplikation tritt in bis zu 33% dieser Patienten ein. Das Risiko, Symptome zu entwickeln bzw. an einer Ruptur zu sterben, betrug nach fünf Jahren 41% (Bennett, 1967; Finkelmeier, 1982).

Potentiell letale Komplikationen wie Ruptur, aber auch die Ausbildung eines intramuralen Thrombus als Ursache arterieller Embolien, erfordern die Ausschaltung des Aneurysmas. In großen Untersuchungen konnte gezeigt werden, daß 42-70% der Patienten, deren thorakales Aneurysma nicht ausgeschaltet wird, an einer Ruptur sterben. Pressler publizierte 1980 für

thorakale Aortenaneurysmen noch 1-Jahresüberlebensraten von 39-52% und 5-Jahresüberlebensraten 13-19% (Pressler, 1980). Trotz einer deutlichen Verbesserung der 5-Jahresüberlebenschancen betragen diese 1998 noch 56% (Clouse, 1998). Ähnliche Zahlen gelten für die thorako-abdominalen Aortenaneurysmen. Bei Vorliegen einer Dissektion wird das Risiko auf bis zu 77% beziffert (Bickerstaff, 1982; Pressler, 1980; Crawford, 1986b).

Das Risiko für die Komplikationen wie Ruptur und Dissektion steigt proportional mit dem Aneurysmadurchmesser (Dapunt, 1994; Clouse, 1998), die Wachstumsgeschwindigkeit steigt wiederum mit zunehmendem Aortendurchmesser. Das mediane Intervall zwischen der Diagnosestellung und einer Ruptur betrug in einer großen Studie zwei Jahre (Bickerstaff 1982). Verschieden Studien ermittelten ein jährliches Wachstum des Aneurysmadurchmessers von 0,10 cm bis 0,42 cm pro Jahr. Die höchsten Wachstumsraten hatten die chronischen dissezierenden Aneurysmen (Dapunt, 1994; Hirose, 1992; Coady, 1999).

12% der Patienten mit einem thorakalen Aortenaneurysma weisen eine multifokale aneurysmatische Erkrankung auf (Gilling-Smith, 1995). Die Häufigkeit thorako-abdominaler Aortenaneurysmen wird mit 0,37 pro 100.000 Patientenjahre angegeben (Panneton, 1995). Am häufigsten ist die Aorta descendens und die infrarenale Aorta betroffen. Etwa ein Drittel der Patienten weist gleichzeitig oder in der Vorgeschichte ein abdominales Aortenaneurysma auf (Cox, 1992, Kochoukos, 1995). Bei thorako-abdominalen Aortenaneurysmen kommt es in einem Fünftel der Fälle vor, daß ein kurzer Anteil normalkalibriger Aorta in Höhe der Zwerchfellschenkel zwischengeschaltet ist.

Crawford klassifizierte 1986 die Längsausdehnung der thorako-abdominalen Aortenaneurysmen auf Basis der Erkenntnis, daß eine Korrelation zwischen dem Ausmaß des Aneurysmas und dem Operationsergebnis besteht (Crawford, 1986a). Diese Klassifikation berücksichtigt die Längenausdehnung des Aneurysmas und beschreibt gleichzeitig das Ausmaß der involvierten Arterienabgänge. Crawford unterscheidet vier Typen: Typ I: Das Aneurysma beginnt unterhalb der linken Arteria subclavia und kann über die gesamte thorakale Aorta descendens bis zu den Renalarterien reichen. Typ II beginnt ebenso unterhalb der linken Arteria subclavia und erstreckt sich bis zur

infrarenalen Aorta bzw. bis zu den Iliacalarterien. Typ III beginnt im distalen Abschnitt der Aorta descendens etwas in Höhe der Brustwirbelkörper (Th) 6 und reicht bis in die infrarenale Aorta oder noch weiter nach distal. Typ IV beginnt in Höhe des Zwerchfells und erstreckt sich fast über die gesamte Aorta abdominalis.

Im natürlichen Verlauf besteht bei einem thorako-abdominalen Aortenaneurysma ebenso wie einem thorakalen Aortenaneurysma die Gefahr einer Ruptur sowie in ähnlicher Häufigkeit – zwischen 20 und 30% - das Risiko einer kardiovaskulären Komplikation mit Todesfolge (Joyce, 1964). Dabei steigt auch bei den thorako-abdominalen Aortenaneurysmen das Risiko der Ruptur ab einem Querdurchmesser von 5 cm exponentiell an. Am höchsten ist das Risiko bei einem Aneurysma dissecans (Crawford, 1991_a).

Viele Patienten (40%) sind zum Zeitpunkt der Diagnosestellung asymptomatisch, so daß die Diagnose zufällig gestellt wird. Andere fallen durch Symptome auf, die durch ein thorakales Aortenaneurysma der Aorta descendens bedingt sein können: Schmerzen zwischen den Schulterblättern oder links-thorakale Schmerzen, Beschwerden wie z.B. Schluckbeschwerden durch die Raumforderung, Atemprobleme oder Heiserkeit durch Einbeziehung des Nervus recurrens bzw. Nervus phrenicus in das Aneurysma. Thorako-abdominale Aortenaneurysmen präsentieren sich häufig mit abdominalen Schmerzen oder Schmerzen im Bereich der linken Schulter. Typische Symptome einer Dissektion sind akute und starke Schmerzen im Brustbereich, im Nacken oder zwischen den Schulterblättern, diese Symptomatik wird auch „akutes Aortensyndrom“ bezeichnet (Kodolitsch, 2003).

Allerdings kann durch die klinischen Beschwerden das akute Stadium von chronischen Stadien der Erkrankung nicht sicher abgegrenzt werden.

Das Ziel der chirurgischen Behandlung, die Ausschaltung und der Ersatz des thorakalen Aortenaneurysmas ist, der drohenden letalen Ruptur vorzubeugen (Pressler, 1985). Ab einem Aneurysmadurchmesser der Aorta descendens von 5-6 cm, bei einer Größenzunahme von mehr als 5-10 mm jährlich (Lobato, 1998, Webb, 1999) und bei Symptomen besteht eine elektive Operationsindikation (Coady, 1999 und 1997). Nur bei Vorliegen einer Dissektion Typ B ist eine medikamentöse Therapie gerechtfertigt. Diese zielt in erster Linie auf eine

Normalisierung bzw. Senkung des Blutdrucks, um das Fortschreiten der Dissektion zu verhindern. Eine absolute Operationsindikation besteht bei eingetretender oder akut drohender Ruptur, Fortschreiten der Dissektion oder im Falle ischämischer Ereignisse. Der elektive Aortenersatz bringt dabei grundsätzlich bessere Ergebnisse als der notfallmäßige Eingriff.

Nicht nur die Reduzierung der Letalität sondern auch die Reduzierung der postoperativen Morbidität ist in den letzten fünfzig Jahren Ziel technischer Verbesserungen gewesen. Die meisten Komplikationen sind durch intraoperative ischämische Organschädigungen und postoperatives Lungen- bzw. Multiorganversagen bedingt (Svensson, 1989 und 1991).

Die gefürchtetste Komplikation ist jedoch nach wie vor die ischämische Rückenmarkschädigung mit Paraparese bzw. Paraplegie. Diese hat beim thorako-abdominalen Aortenersatz eine Häufigkeit von bis zu 30% und wird durch Unterbrechung der spinalen Gefäßversorgung bei der Aneurysmaausschaltung verursacht (Crawford, 1986a; Hollier, 1992; Svensson, 1993a; Grabitz, 1996; Safi, 1998; Cambria, 1997). Neben einer großen Längsausdehnung des Aneurysmas und langen intraoperativen Aorta-Abklemmzeiten erhöht auch eine notfallmäßige Operation die Rate der Paraplegie. Von folgenden Methoden erwartet man eine Reduktion der Komplikationshäufigkeit: pharmakologische Protektion, Operation unter Hypothermie, cerebrospinale Liquordrainage, passive Bypass- und Shuntverfahren, aktive Bypassverfahren (extrakorporale Zirkulation, Biopumpe, Linksherzbypass), segmentale Ausklemmung der Aorta und Interkostalarterienreinsertion Th 9-12, bzw. der präoperativ ggf. identifizierten Arteria radicularis magna (Safi, 1998; Kawaharada, 2002; Kortmann, 2001).

Als Operationsverfahren beim thorako-abdominalen Aortenersatz hat sich die offene, direkte Protheseninterposition durchgesetzt. Eine primär dichte, beschichtete Kunststoff-Gefäßprothese wird in Inklusionstechnik (Lage der Gefäßprothese im eröffneten Aneurysma) implantiert (Crawford, 1986a; Crawford, 1974). Dabei werden die zwei Körperhöhlen durch eine fortlaufende Schnittführung eröffnet. In Einzelfällen (Crawford III und IV) kann bei geeigneter Morphologie die alleinige Laparotomie mit Erweiterung des Hiatus aorticus als Zugang zur thorakalen Aorta gewählt werden. Der thorakale Aortenersatz erfolgt durch eine antero-posteriore, linksseitige Thorakotomie. Die Interposition der

Prothese erfolgt in kranio-kaudaler Richtung. Dabei wird die Aorta segmental ausgeklemmt und die jeweils fertiggestellte Anastomose unmittelbar wieder freigegeben (Vollmar, 1996) um die Organischämiezeiten kurz zu halten. Bei ausgedehnten thorako-abdominalen Aortenaneurysmen wird teilweise ein temporärer extraanatomischer Prothesenbypass angelegt, der während der segmentalen aortalen Abklemmphase die Perfusion der distal lokalisierten Organarterien gewährleistet.

Mit den Anfang der Neunziger Jahre erstmals eingesetzten selbstexpandierenden Stentprothesen für die zunächst abdominale, später auch thorakale Aorta (Parodi, 1995; Yusuf, 1994; Mitchell, 1996; Dake, 1994; Nienaber, 1999) steht ein alternatives Behandlungsverfahren zur Verfügung. Da die Stents transluminal über die Arteria femoralis bzw. iliaca externa platziert werden, ist das Verfahren deutlich weniger invasiv. Aufgrund der geringeren kardiopulmonalen Belastung scheinen vor allem Patienten für dieses Verfahren geeignet, deren reduzierter Allgemeinzustand bzw. Begleiterkrankungen das übliche chirurgische Vorgehen nicht erlauben. Voraussetzung für eine endovaskuläre, transluminale Ausschaltung eines Aortenaneurysmas ist eine geeignete Morphologie. In jedem Fall ist zur proximalen und distalen Verankerung der Stentprothese kranial und kaudal eine weitgehend normalkalibrige Aorta über eine Strecke von mindestens 1,5 cm erforderlich. In einigen Fällen ist daher vor Stentplatzierung eine Transposition der supraaortalen Arterie notwendig, um eine ausreichend lange Verankerungsstrecke zu erhalten. Auch eine starke Krümmung des Aortenverlaufs kann, ebenso wie eine durch Kinking oder Stenose kaum passierbare Beckenarterie, die Implantation erheblich erschweren bzw. ausschließen.

Die jetzt vorliegenden Ergebnisse zeigen zunehmend eindeutige Vorteile hinsichtlich des Operationstraumas und der postoperativen Morbidität für das endovaskuläre Verfahren. Die Paraplegierate scheint geringer als beim offenen Verfahren zu sein. Dem stehen methodenbedingte Komplikationen entgegen. Unzureichende Aneurysmaausschaltung, Migration der Stentprothese und sogenannte „Endoleaks“ in einer Häufigkeit von bis zu 20% sind ein gewichtiger Nachteil des Verfahrens (Mitchell, 1999; Palma, 2002; Taylor 2001; Cartes-Zumelzu, 2000; Ehrlich, 1998). Insbesondere die Langzeitergebnisse werden durchaus unterschiedlich beurteilt.

Für eine abschließende Aussage zur Qualität der Stentprothesenversorgung ist das Verfahren zu jung, Untersuchungen über Langzeitergebnisse und prospektiv vergleichende Studien stehen aus.

3 Material und Methoden

3.1 Datenerfassung

Die vorliegende retrospektive Analyse umfasst alle in den Jahren 1988 bis 2001 in der Abteilung für Thorax- und Gefäßchirurgie des Allgemeinen Krankenhauses Altona (Leitung Professor Dr. H. Kortmann) operierten Patienten, bei denen ein Ersatz der thorakalen bzw. thorako-abdominalen Aorta vorgenommen wurde.

Das Allgemeine Krankenhaus Altona ist ein Krankenhaus der Akut- und Maximalversorgung in einer Großstadt mit 1,8 Million Einwohnern. In der Abteilung für Thorax- und Gefäßchirurgie werden jährlich etwa 2.000 arterielle Eingriffe, darunter 200 an der Aorta vorgenommen. Patienten mit Eingriffen an der thorakalen Aorta wurden anhand der Operationsbücher der Jahre 1988 – 2001 identifiziert.

Anhand der Patientenakten wurde die Basisdaten Alter, Geschlecht und Diagnose ermittelt. Anhand der präoperativ angefertigten Computertomographien (CT), Magnetresonanztomographien (MRT) oder arterieller digitaler Subtraktionsangiographien (DSA) wurde die Diagnose gestellt und durch die Operationsberichte retrospektiv gestützt oder korrigiert.

Die Patienten wurden gruppiert nach Aneurysma der thorakalen Aorta descendens, einem thorako-abdominalen Aortenaneurysma, einer akuten traumatischen Ruptur der thorakalen Aorta und einem posttraumatischen Aneurysma spurium. Es wurde dokumentiert, ob der abdominale Teil der Aorta in der Vorgeschichte des Patienten schon rekonstruiert worden war. Weiterhin wurde ein arteriosklerotische Degeneration der Aorta, eine Dissektion oder ein inflammatorisches Aneurysma unterschieden. Die thorako-abdominalen Aortenaneurysmen wurden in ihrer Längsausdehnung und Lokalisation nach Crawford eingestuft (siehe S. 5).

Es wurde protokolliert, ob das Aneurysma zum Zeitpunkt der Operationsindikation symptomatisch war oder nicht. Darüberhinaus wurde zwischen einem notfallmäßigen Eingriff und einem Elektiveingriff differenziert. Die dringliche Indikation wurde aufgrund einer eingetretenen bzw. drohenden Ruptur oder Dissektion gestellt, erkennbar entweder in der entsprechenden Bildgebung oder

durch die typischen klinischen Zeichen. Der Eingriff wurde außerdem als dringlich eingestuft, wenn eine intensivmedizinische Überwachung notwendig war oder wenn zwischen Diagnosestellung und Operation aufgrund der Symptomatik oder klinischen Instabilität ein Zeitraum von weniger als 48 Stunden nicht tolerabel war.

Folgende Begleiterkrankungen wurden erfasst: Arterieller Hypertonus, chronisch-obstruktive Lungenerkrankung (COPD), koronare Herzerkrankung (KHK), periphere arterielle Verschlusskrankheit (pAVK), Diabetes mellitus, Niereninsuffizienz, hämodynamisch relevante Stenosierung der Arteria carotis. Die anamnestischen Daten aus Angaben der Patienten oder Aufzeichnungen anderer vorbehandelnder Ärzte wurden mit der aktuellen Medikation oder – soweit vorhanden - mit den präoperativen Befunden einer Lungenfunktionsprüfung, einer Echokardiographie, einer farbcodierten Duplex-Sonographie der hirnversorgenden Arterien oder eines Belastungs-EKG gestützt:

Eine COPD wurde in der Lungenfunktion ab einem reduzierten forcierten expiratorischen Volumen in der ersten Sekunde (Tiffenau-Test) unter 75% des Sollwertes angenommen.

Die Nierenfunktion wurde anhand des präoperativen Serum-Kreatinins überprüft: ab einem Überschreiten des Normwertes im Krankenhauslabor von mehr als 1,2 mg/dl wurde dem Patienten eine Niereninsuffizienz zugeschrieben. Eine dialysepflichtige Niereninsuffizienz wurde als terminale Niereninsuffizienz bezeichnet.

Eine koronare Herzerkrankung wurde angenommen, wenn in der Vorgeschichte ein Myokardinfarkt dokumentiert war, im EKG in Ruhe oder unter Belastung laut Befundung die typischen Zeichen einer abgelaufenen oder vorhandenen Ischämie zu erkennen waren. Eine koronare Herzerkrankung wurde auch angenommen, wenn eine koronare Bypassoperation bzw. eine Intervention an den Koronararterien vorausgegangen war.

Eine pAVK wurde entweder klinisch durch eine eingeschränkte schmerzfreie Gehstrecke diagnostiziert oder durch eine stattgehabte revaskulierende Operation der peripheren Arterien aufgezeigt.

Bezüglich des Nikotinkonsums wurde den Patienten der Status Raucher, Ex-Raucher oder Nichtraucher zugeordnet.

Den Patienten wurden ein ASA-Status (Association of Anesthesiology) zugeordnet. Dieser faßt das anästhesiologische Risikoprofil jedes Patienten in vier Klassen

anhand der Begleiterkrankungen und dem aktuellen Zustand des Patienten zusammen (Dripps, 1961). Verwendet wurden die Narkoseprotokolle, die Einstufung war präoperativ durch den Anästhesisten vorgenommen worden.

Folgende Operationsvorbereitungen waren Standard bei elektiven Eingriffen: Intubation mit Doppellumentubus, zentralvenöser Zugang mit einem Swan-Ganz-Katheter, Punktion der rechten Arteria radicularis und bei Anwendung einer extraanatomischen, protektiven Bypassversorgung zusätzlich der linken Arteria femoralis zur arteriellen Druckmessung. Der extraanatomische Bypass wurde stets rechts axillo- (subclavio-) femoral (iliakal) angelegt. Außerdem erhielten die Patienten einen zweiten venösen Infusionszugang, einen Spinalkatheter zur Liquordruckmessung und Liquordrainage sowie einen Blasenkatheter. Während der Abklemmphase wurde der distale arterielle Perfusionsdruck blutig in der rechten Arteria femoralis gemessen. Relevante Beckenarterienstenosen wurden präoperativ durch perkutane transluminale Angioplastie beseitigt. Alle Operationen wurden unter Einsatz eines Cellsavers durchgeführt. Eisgekühlte Heparin-Prostacilin-Kochsalzlösung (physiologische 0,9% Natrium-Chlorid-Konzentration) wurde zum Kaltflushen der Nieren (250ml pro Organ) während der Abklemmphase vorbereitet.

Hinsichtlich der Operation wurden folgende technische Variablen erhoben: Thorakaler oder thorako-abdominaler Aortenersatz, offen chirurgische Technik oder endovaskuläres Stentverfahren, protektive Bypassimplantation, vorherige Subclaviatransposition, Reinsertion von lumbalen, interkostalen oder vizeralen Aortenästen, Splenektomie, aortale Abklemmzeit, Operationszeit, Prothesenmaterial und –größe.

Bezogen auf den postoperativen Verlauf wurden intensivpflichtige, beatmungs- und katecholaminpflichtige und die gesamte postoperative stationäre Behandlungsdauer inklusive Entlassungstag berechnet. Der Operationstag wurde nicht mitgezählt.

Die Menge der Einheiten transfundierter Erythrozytenkonzentrate (EK) und anderer Fremdblutprodukte wie Fresh frozen plasma (FFP) und Thrombozytenkonzentrate (TK) wurde anhand der Patientenakten pro Patient erfaßt.

An Komplikationen wurde die Gesamtrate postoperativer Komplikationen errechnet, ferner Major- und Minorkomplikationen differenziert. Minorkomplikationen wurden Komplikationen genannt, die durch therapeutische Maßnahmen ohne Verlängerung des stationären Aufenthaltes beherrscht werden konnten und keine Folgeschäden zur Konsequenz hatten. Diese waren zum Beispiel ein pulmonales Infiltrat, eine reversible Atelektase von Teilen der Lunge oder ein Pleuraerguß, welche klinisch nicht in Erscheinung getreten waren und in der Regel in routinemäßig postoperativ angefertigten Röntgenaufnahmen des Thorax diagnostiziert wurden. Minorkomplikationen waren außerdem reversible und nicht-intensivüberwachungspflichtige Herzrhythmusstörungen.

Schwerwiegendere Komplikationen bzw. Majorkomplaktionen erfüllten eines der folgenden Kriterien: Komplikation mit Todesfolge, Notwendigkeit der Revision, Nachblutung, Langzeitbeatmung über 7 Tage, Katecholamingabe über 7 Tage, Sepsis oder SIRS (Systemic inflammatory response syndrome), postoperative Niereninsuffizienz mit Hämodialyse oder Hämofiltration bzw. anhaltende eingeschränkte Nierenfunktion ab einem Serumkreatinin von 2 mg/dl oder neurologische Komplikationen wie Paraplegie, Paraparese oder apoplektischer Insult.

Die Komplikationen wurde in Früh- und Spätkomplaktionen unterteilt. Als Frühkomplaktionen wurden Komplikationen bezeichnet, die im postoperativen Verlauf des primären Krankenhausaufenthaltes auftraten. Spätkomplaktionen wurde diejenigen Komplikationen bezeichnet, die nach Entlassung aus dem Krankenhaus auftraten.

Die postoperativen Komplikationen wurden überdies eingeteilt in pulmonale, kardiale, neurologische und renale Komplikationen.

Die eingetretenen Spätfolgen wurden nach Organbezug eingeteilt in renale oder zentralnervöse Spätfolgen oder Todesfolge.

Zum Zeitpunkt der Datenerfassung wurden die Patienten bzw. die behandelnden Ärzte telefonisch kontaktiert. Als Tag des letzten Follow-up wurde dabei der Tag der letzten Vorstellung beim behandelnden Arzt erfaßt oder bei einem

persönlichen Gespräch mit dem Patienten der Tag des letzten Kontaktes. Es wurde anhand eines kurzen Fragebogens evaluiert, ob die Patienten noch lebten, falls nein, was nach Kenntnis des zuletzt behandelnden Arztes die Todesursache war. Darüberhinaus wurde die subjektive Belastbarkeit notiert. Hier wurde differenziert, ob der Patienten den körperlichen Status wie vor Operation erreicht hatte, ob aktuell Beschwerden bestanden, Spätfolgen eingetreten waren oder Folgeeingriffe stattgefunden hatten, die aus Sicht des Arztes oder des Patienten im Zusammenhang mit dem Eingriff standen. Der Zeitpunkt der zuletzt stattgehabten Bildgebung und das diagnostizierte funktionelle Langzeitergebnis wurde dokumentiert.

3.2 Statistik

Die erhobenen Daten wurden durch elektronische Datenverarbeitung in Excel für Windows (Microsoft, Inc., Redmond, WA, USA) analysiert.

Die statistische Analyse wurde mit Hilfe des Programms StatView® for Windows (SAS Institute Inc. Copyright © 1992-1998 Version 5.0.1; SAS Campus Drive, Cary NC 27513) durchgeführt.

Es wurde in einer univariaten Analyse errechnet, welche der prä-, post- und intraoperativen Faktoren Einfluß auf die Frühmorbidity und –letalität sowie auf Spätfolgen nahm.

Bezogen auf nominal verteilte Merkmalsausprägungen wurde durch Pearson Chiquadrat-Test untersucht, ob ein Unterschied der Häufigkeiten in verschiedenen Gruppen signifikant war. Dabei wurde der Fisher's exact Test angewendet, falls jeweils nicht mehr als zwei Merkmalsausprägungen vorlagen.

Bei der Untersuchung eines statistisch signifikanten Unterschied metrischer Variablen (keine Normalverteilung) wurde der Mann-Whitney-U-Test angewendet, wenn zwei Gruppen gegeneinander bzw. der Kruskal-Wallis bei mehr als zwei Gruppen geprüft wurden und.

Die Überlebenszeitanalyse (Gesamtüberleben) wurde nach der Kaplan-Meier-Methode (Kaplan, Meier, 1959) ausgewertet. Sämtliche prä-, intra- und postoperativen Variablen wurden auf ihren Einfluß auf das Gesamtüberleben

getestet. Dabei wurden signifikante Unterschiede der Überlebenskurven mit dem Log-Rank-Test geprüft.

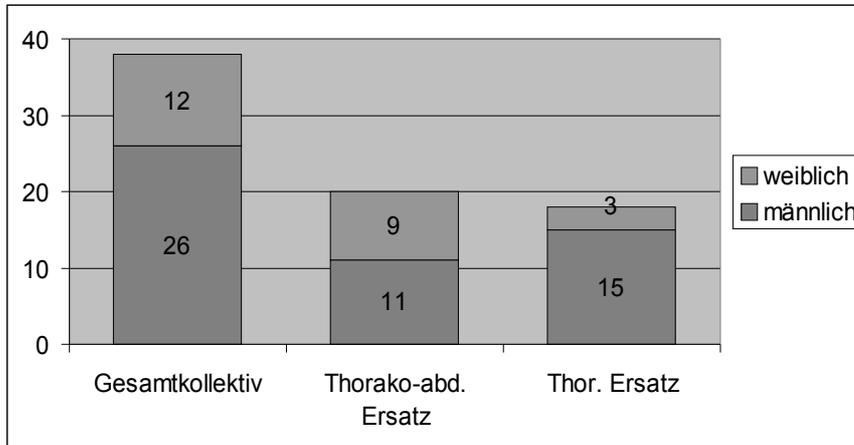
Eine multivariate Analyse wurde wegen der kleinen Fallzahl nicht durchgeführt.

Grundsätzlich wurde eine statistische Signifikanz angenommen ab einem p-Wert von unter 0,05.

4 Ergebnisse

4.1 Gesamtkollektiv

4.1.1 Basisdaten



Es wurden insgesamt 38 Patienten operiert, darunter waren 26 (68%) Männer und 12 (32%) Frauen. Das mittlere Alter aller operierten Patienten betrug 63 Jahre, der Median lag bei 65 Jahren. Der jüngste Patient wurde im Alter von 25 Jahren operiert, der älteste war 81 Jahre alt. Die Verteilung der Geschlechter und die Altersverteilung in den verschiedenen Operationskollektiven sind in der folgenden Tabelle aufgeführt.

	<i>n (%)</i>	<i>Mittleres Alter</i>	<i>Median</i>	<i>Range</i>	<i>p</i>
Gesamtkollektiv	38 (100)	62,8±13,4	65,4	24,9-81,1	
Thorako-abdominaler Aortenersatz	20 (53)	63,9±12,4	65,8	25,0-81,1	0,54
Thorakaler Aortenersatz	18 (47)	61,6±14,6	64,9	24,9-79,3	
Frauen	12 (32)	68,7±10,0	70,8	45,0-81,1	0,064
Männer	26 (68)	60,1±14,0	65,2	24,9-77,7	
Arteriosklerose	29 (76)	67,4±8,1	66,9	45,0-81,1	0,0005
keine Arteriosklerose	9 (24)	48,0±16,6	56,6	24,9-68,6	

Tabelle 1: Altersverteilung der operierten Patienten im Gesamtkollektiv und in verschiedenen Diagnosegruppen

4.1.2 Diagnose

Die Diagnostik erfolgte mit verschiedenen bildgebenden Verfahren. Bei 23/38 Patienten (61%) wurde präoperativ sowohl eine Computertomographie (CT) bzw. Magnetresonanztomographie (MRT) des Thorax und Abdomens als auch eine transarterielle digitale Subtraktionsangiographie (DSA) der Aorta durchgeführt. Bei

11/38 Patienten (29%) lag vor der Operation nur ein CT oder MRT vor, bei 4/38 Patienten (11%) lag lediglich eine DSA vor.

Im Rahmen der präoperativen Vorbereitung wurde bei 30/38 (79%) Patienten eine Lungenfunktion durchgeführt, bei 11/38 (29%) wurde eine Ergometrie angefertigt, bei 20/38 (51%) eine Echokardiographie. 26/38 (69%) der Patienten wurden farbdopplersonographisch auf pathologische Veränderungen der extrakraniellen, hirnversorgenden Arterien untersucht.

Die Indikation für den thorakalen bzw. thorako-abdominalen Aortenersatz wurde in 36/38 (95%) Patienten aufgrund der Diagnose eines Aneurysma der Aorta descendens gestellt. Unter diesen Patienten waren 16 (42%) mit thorakalem Aneurysma und 20 (53%) mit thorako-abdominalem Aortenaneurysma. Die restlichen zwei (5%) Patienten wurden bei traumatischer Ruptur der thorakalen Aorta operiert. Beide hatten ein für das Verletzungsmuster typisches Dezelerationstrauma bei einem Sturz aus großer Höhe bzw. bei einem PKW-Auffahrunfall erlitten.

Ein traumatisches, chronisches Aneurysma spurium der thorakalen Aorta infolge einer Ruptur in der Vorgeschichte lag bei 6 (16%) Patienten vor.

Eine arteriosklerotisch bedingte Gefäßwanddegeneration lag bei 29 (76%) Patienten vor.

Eine Dissektion wurde bei 7 (19%) Patienten diagnostiziert.

Bei 5 (13%) Patienten fand sich ein inflammatorisches Aortenaneurysma, davon lag bei einem Patienten eine Takayashu -Arteriitis vor.

2 von 20 (10%) Patienten mit einem thorako-abdominalen Aortenaneurysma waren bereits vorher an der infra- bzw. juxtarenalen Aorta wegen eines Aneurysmas operiert worden. Unter den 18 Patienten mit einem rein-thorakalen Aortenaneurysma waren 7 (39%) zuvor schon an der abdominalen Aorta operiert worden.

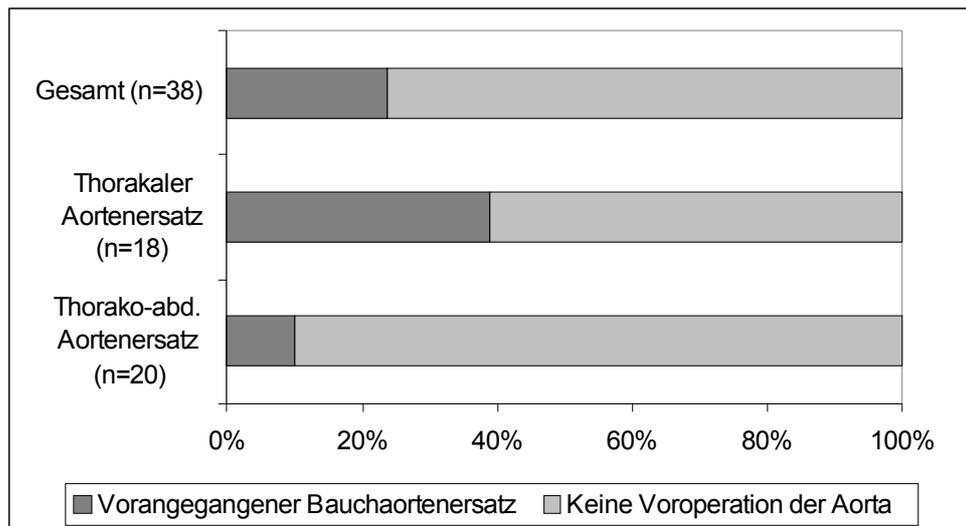


Abbildung 1: Anteil der Patienten, die in der Vorgeschichte bereits einen operativen Bauchaortenersatz erhalten hatten

Der mittlere Durchmesser der thorakalen Aortenaneurysmen betrug $5,9 \pm 2,0$ cm (Median 5,4 cm, Range 3,0 bis 11,0 cm). Der mittlere Durchmesser der abdominalen Aortenaneurysmen betrug $6,1 \pm 1,5$ cm (Median 6,0 cm, Range 3,5 bis 8,4 cm).

Die thorako-abdominalen Aneurysmen (n=20) verteilten sich bezogen auf ihre Ausdehnung nach Crawford wie folgt: 4 (20%) Crawford I, 6 (30%) Crawford II, 3 (15%) Crawford III und 7 (35%) Crawford IV.

4.1.3 Klinik

24/38 Patienten (63%) mit einem thorakalen oder thorako-abdominalen Aortenaneurysma hatten Symptome, davon die zwei Patienten mit akuter traumatischer Ruptur. 14/38 (37%) Patienten waren asymptomatisch.

31/38 (82%) der Patienten wiesen keine Ruptur auf, bei 5/38 (13%) Patienten fand sich eine gedeckte Ruptur, darunter waren zwei asymptomatisch.

Unterscheidet man die Patientengruppen nach Dringlichkeit, so wurden 12/38 (32%) Patienten notfallmäßig wegen des hochgradigen Verdachts auf eine Ruptur sowie 26/38 (68%) Patienten elektiv operiert. Bei 50% der notfallmäßig operierten Patienten bestätigte sich der präoperativ erhobene Verdacht auf eine Ruptur nicht. Demgegenüber fanden sich bei zwei asymptomatischen Patienten intraoperativ eine Ruptur. Die Verteilung der Patienten nach Symptomatik und Dringlichkeit ist in der folgenden Abbildung aufgeführt.

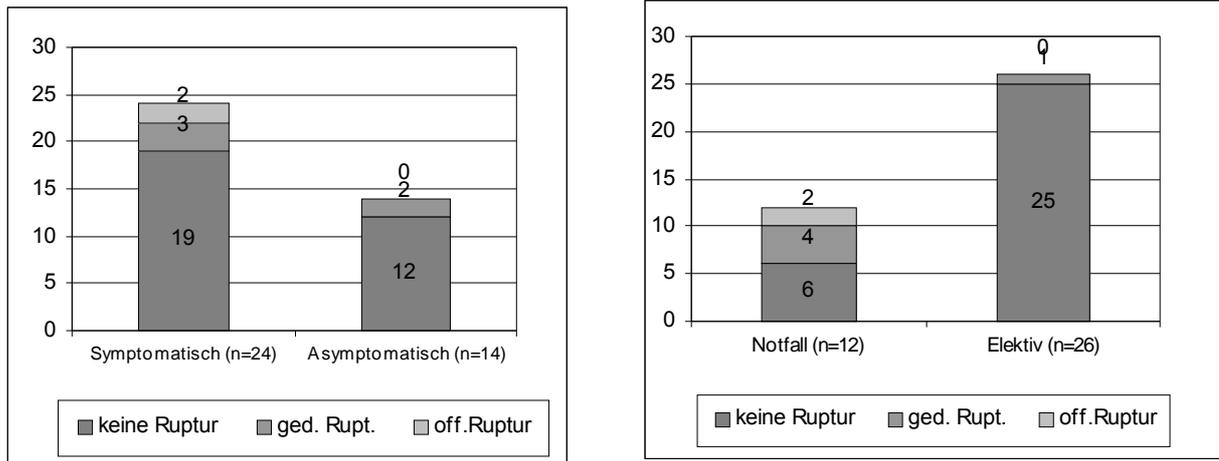


Abbildung 2: Verteilung der Patienten (n=38) nach Symptomen und Dringlichkeit in den verschiedenen Diagnosegruppen: nicht-rupturiertes Aneurysma (keine Ruptur), gedeckt rupturiertes Aneurysma (ged. Rupt.) und akute, traumatische Aortenruptur (off. Ruptur)

7 (18%) Patienten wiesen eine Dissektion auf. Von diesen waren 5 symptomatisch, vier Patienten wurden notfallmäßig operiert.

Unterscheidet man die Gruppen thorakaler und thorako-abdominaler Aortenersatz, so wiesen 2 von 20 (10%) der Patienten mit einem thorako-abdominalen Aortenaneurysma eine gedeckte Ruptur auf, diese wurden entsprechend notfallmäßig operiert, einer dieser Patienten war mit diesem Befund symptomatisch.

Unter den 18 Patienten mit einem thorakalen Aortenaneurysma fand sich in 3 (17%) ein gedeckte Ruptur, bei 2 (11%) Patienten lag eine offene Ruptur vor.

6 (33%) Patienten wurden notfallmäßig operiert, zwei Patienten mit gedeckter Ruptur und zwei Patienten mit der akuten, traumatischen Ruptur. Zwei weitere wiesen keine Ruptur auf. Insgesamt waren 9 dieser 18 Patienten symptomatisch.

4.1.4 Begleitmorbidität

Die Ergebnisse der präoperativen Einteilung nach ASA-Klassifikation sind in der folgenden Abbildung aufgeführt.

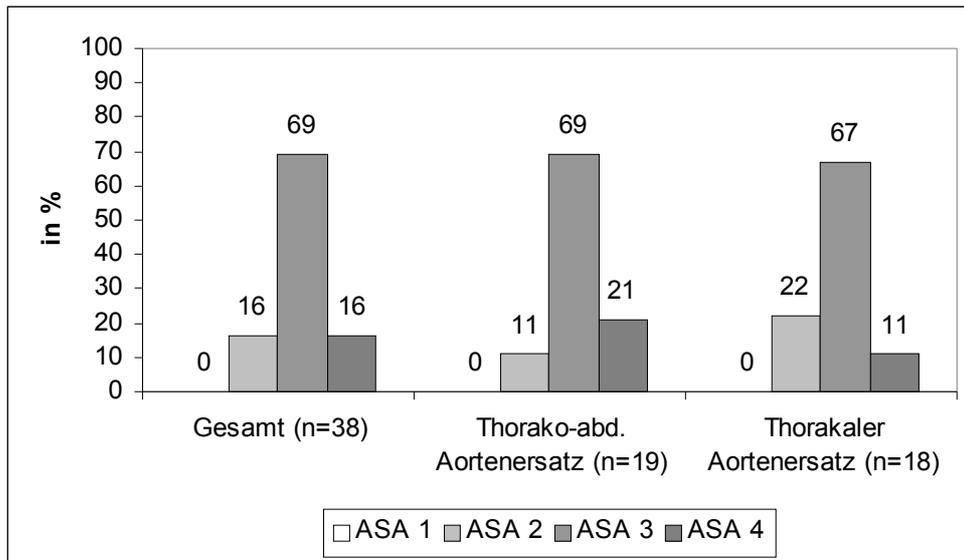


Abbildung 3: ASA-Klassifikation jeweils im Gesamtkollektiv und in den Patientgruppen thorako-abdominaler Aortenersatz bzw. thorakaler Aortenersatz

Im Gesamtkollektiv fand sich ein hoher Anteil an Begleiterkrankungen bzw. Risikofaktoren. Sie sind in der folgenden Tabelle aufgeführt:

	<i>n</i>	<i>Prozentualer Anteil</i>
<i>Arterieller Hypertonus</i>	28/38	82
<i>Chronisch-obstruktive Lungenerkrankung (COPD)</i>	21/38	55
<i>Koronare Herzerkrankung</i>	12/38	32
<i>pAVK</i>	8/38	21
<i>Diabetes mellitus</i>	5/38	13
<i>Komp. Niereninsuffizienz</i>	3/38	8
<i>Terminale Niereninsuffizienz</i>	2/38	5
<i>Raucher /Ex-Raucher</i>	29/38	76

Tabelle 2: Häufigkeit der Begleiterkrankungen im Gesamtkollektiv

4.1.5 Operation: Technische Ergebnisse

In den Jahren 1988 bis 1996 wurden die Patienten nur nach dem offenen chirurgischen Verfahren mit einem thorakalen bzw. thorako-abdominalen Aortenersatz versorgt. Dabei wurde bei einem Teil der Patienten vor Aortenersatz zur Sicherung der Perfusion der Viszeralarterien, zur Entlastung des Herzens durch Senkung des Afterloads und insbesondere zur Perfusion von Interkostal- und Viszeralarterien ein temporärer Bypass angelegt. Alle Patienten wurden ohne Einsatz einer Herz-Lungen-Maschine operiert.

Ab 1997 wurden die thorakalen Aortenaneurysmen alternativ mit einem thorakalen Aortenstent operiert. Die Indikation für das endovaskuläre Stentverfahren wurde nach verschiedenen Kriterien gestellt: Erstens mußte ein tolerables Zeitfenster vorhanden sein, um - zumindest in der Anfangsära der thorakalen Stentprothesen - die Maßfertigung der Prothese abwarten zu können. Außerdem mußten bestimmte anatomische Gegebenheiten vorhanden sein, um eine Aortenstentprothese platzieren und verankern zu können. Schließlich galt zu berücksichtigen, daß die Einwilligung des Patienten für diesen Eingriff vorliegen mußte, bei dem eine neue, bis dahin wenig erprobten Operationstechnik angewendet wurde.

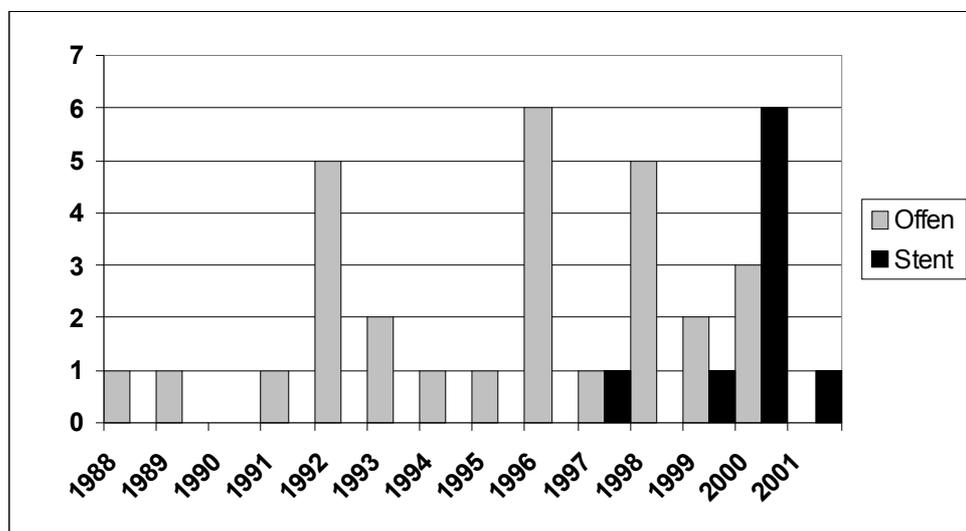


Abbildung 4: Anzahl der operierten Patienten pro Kalenderjahr, aufgeteilt nach offen-chirurgischem Aortenersatz (Offen) bzw. endovaskulärem Aortenstentverfahren (Stent)

Von den 38 Patienten wurden 20 (53%) an einem thorako-abdominalen Aortenersatz operiert (TA), 18 (47%) Patienten an einem thorakalen Aortenersatz (T).

Thorako-abdominaler Aortenersatz

Aus der Gruppe TA erhielten 19 von 20 Patienten einen kombinierten thorako-abdominalen Aortenersatz mittels Zwei-Höhlen-Eingriff. Lediglich bei einem Patienten wurde zunächst das abdominale Aortenaneurysma über eine Laparotomie durch eine aorto-biiliacale Y-Prothese ausgeschaltet und anschließend das thorakale Aortenaneurysma endovaskulär mit einem Stent

versorgt. Dieser Patient wurde der Gruppe der offen thorako-abdominal operierten zugeordnet, da es sich nicht um einen rein endovaskulären Eingriff handelt. Grundsätzlich erfolgte die offen-chirurgische Aneurysmaausschaltung durch Inklusionstechnik nach Crawford. Dabei wurde die Aorta von kranial nach kaudal schrittweise ausgeklemmt und die entsprechenden Anastomosen gefertigt. Anschließend wurde die Prothese mit dem Aneurysmasack gedeckt.

13 (65%) der 20 TA-Patienten wurden vorher mit einem protektiven Bypass zur retrograden Perfusion (sie werden im folgenden jeweils mit Bypass als TA+BP bzw. ohne Bypass als TA-BP bezeichnet) versorgt, der in je einem Fall aorto-aortal, axillo-iliacal, sublavio-ilical bzw. in den anderen Fällen axillo-femoral angelegt wurde. Bei keinem dieser Patienten war zuvor eine Transposition der Arteria subclavia notwendig. 14 (70%) der TA-Patienten wurden splenektomiert. Interkostalarterien wurden bei 4 (20%) dieser Patienten reinseriert. Eine Implantation von Viszeralarterien wurde bei 16 (80%) Patienten vorgenommen. Bei 11 (55%) Patienten wurden Renalarterien reinseriert. Darunter waren 7 (18%) Patienten mit beidseitiger Renalarterienreinsertion, bei 4 (20%) war die Reinsertion nur der rechten oder der linken Nierenarterie notwendig. Kombinierte Viszeralarterienreinsertion von Truncus coeliacus mit Mesenterialarterien und mit oder ohne Renalarterien wurden als Inselfpatch implantiert.

Thorakaler Aortenersatz

Von 18 thorakal operierten Patienten (T) wurde jeweils bei 9 die thorakale Aortenprothese offen implantiert (T-offen) bzw. eine thorakale Aortenstentprothese endovaskulär (T-Stent) eingebracht. Vor der Aortenoperation war in 5 Fällen eine Subclaviatransposition durchgeführt worden. Bei einem Patienten war präoperativ ein protektiver Bypass implantiert worden. Interkostalarterien wurden bei einem der thorakal operierten Patienten reinseriert.

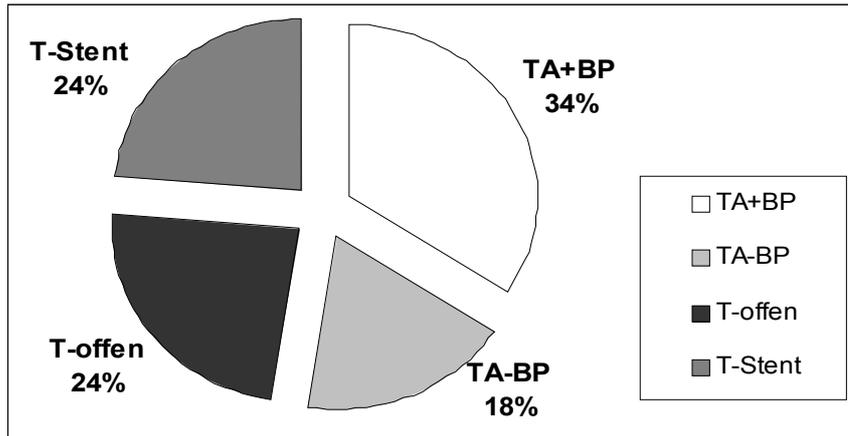


Abbildung 5: Prozentualer Anteil der verschiedenen Methoden n= 38

- (1) Thorako-abdominaler Aortenersatz mit Bypass TA+BP (n=13)
- (2) Thorako-abdominaler Aortenersatz ohne Bypass TA-BP (n=7)
- (3) Thorakaler Aortenersatz offen (T-offen) (n=9)
- (4) Thorakaler Aortenersatz mit Stent (T-Stent) (n=9)

Operationszeiten

Die mittlere Operationsdauer für alle Patienten betrug 245 ± 121 min (Median 230 min, Range 56-537 min). Es zeigte sich eine positive Korrelation der Operationszeit mit der Anzahl der reinsertierten Aortenäste ($p < 0,003$). Unter insgesamt 29 offen operierten Patienten (38 abzüglich 9 Stentoperierte) wurde bei 38% keine Reinsertionen vorgenommen. Bei jeweils drei Patienten wurden ein oder zwei Aortenäste inseriert, bei vier Patienten fanden drei, bei sieben Patienten vier und bei einem fünf Aortenastreinsertionen statt.

Die aortale Abklemmzeit betrug bei den Patienten mit offenem thorako-abdominalen Aortenersatz (n=20) 54 ± 21 min (Median 50 min, Range 25-110 min), bei den offen thorakal operierten Patienten (n=9) 36 ± 9 min (Median 35 min, Range 25-45 min). Dieser Unterschied war signifikant $p=0,029$. Bei der Stentversorgung entfällt die aortale Abklemmzeit. Weitere Vergleiche werden im Kapitel 4.3 unternommen.

Transfusionen

Eine Substitution mit Fremdblutprodukten war bei 31 (82%) Patienten erforderlich. Durchschnittlich wurden 15 Einheiten Erythrozytenkonzentrate (Median 13, Range 0-58) transfundiert. Von anderen Blutprodukten wie Fresh-Frozen-Plasma (FFP) oder Thrombozytenkonzentraten wurden durchschnittlich 8 Einheiten (Median 1,5; Range 0-54) gegeben.

Patienten mit einem thorako-abdominalen Aortenersatz erhielten im Mittel signifikant mehr Einheiten gegenüber Patienten, die nur an der thorakalen Aorta (offene Operation) (23 versus 13 Einheiten; Median 19 versus 6; p=0,008) operiert wurden. Vergleicht man die offen versus die endovaskulär operierten (nur thorakale Eingriffe), findet sich ebenso ein signifikanter Unterschied: EK-Transfusion im Mittel 13 versus 2 (Median 6 versus 0; p=0,021).

Nicht signifikante Unterschiede fanden sich für andere Fremdblutprodukte zwischen den Gruppen offener thorako-abdominaler Aortenersatz, offener thorakaler Aortenersatz und endovaskulärem Aortenersatz: Nach thorako-abdominalen Aortenersatz wurden durchschnittlich 12 Einheiten FFP oder Thrombozytenkonzentrate gegeben (Median 12) gegenüber 5 Einheiten nach thorakalem Aortenersatz (Median 0) und 1 Einheit bei endovaskulärem Aortenersatz (Median 0).

Postoperative Behandlungszeiten

Die postoperative Intensivüberwachungsdauer, katecholaminpflichtige und beatmungspflichtige Behandlungsdauer und Krankenhausverweildauer sind in der folgenden Tabelle aufgeführt.

<i>Mediane postoperative Behandlungsdauer in Tagen (Range)</i>	<i>Gesamt</i>	<i>Thorako- abdominaler Aortenersatz</i>	<i>Thorakaler Aortenersatz</i>	<i>p</i>
Krankenhausverweildauer	22,0 (2-185)	29,5 (2-185)	15,5 (6-143)	0,008
Intensivüberwachung	7,0 (0-156)	13,5 (2-156)	4,0 (0-143)	0,006
Katecholaminpflichtige Behandlung	5,0 (0-54)	11,0 (0-54)	1,5 (0-32)	0,003
Beatmungspflichtige Behandlung	4,5 (0-143)	10,0 (1-93)	1,0 (0-143)	0,001

Tabelle 3: Vergleich der postoperativen medianen Behandlungsdauer in Bezug auf Krankenhausverweildauer, Intensivpflichtigkeit, Katecholaminpflichtigkeit und Beatmungspflichtigkeit

Die erfassten Behandlungszeiten waren signifikant länger für die thorako-abdominal als für die thorakal operierten Patienten. Eine Unterscheidung verschiedener Operationsverfahren innerhalb dieser beiden Gruppen wird im Kapitel 4.2 und 4.3 vorgenommen.

4.1.6 Operation: Letalität und Morbidität

Die Krankenhausletalität für alle 38 operierten Patienten betrug 18% entsprechend 7/38 Patienten. Von den 20 Patienten, die am thorako-abdominalen Aortenersatz operiert wurden, starben 5 (25%) noch während des stationären Aufenthaltes, die Letalität der nur thorakal operierten betrug 11%, entsprechend 2/18 Patienten.

Welche Faktoren mit einer erhöhten Letalität oder Majorkomplikationsrate assoziiert waren, lässt sich in folgender Tabelle ablesen.

	Letalität	in %	p	Major-Kompl.	in %	p
<i>Gesamt</i>	7/38	18		24/38	63	
<i>Alter unter 70 Jahre</i>	4/27	15		17/27	63	
<i>Alter über 70 Jahre</i>	3/11	27	ns	7/11	64	ns
<i>Männer</i>	5/26	19		16/26	62	
<i>Frauen</i>	2/12	17	ns	8/12	67	ns
<i>Degenerativ</i>	7/29	24		19/29	66	
<i>Traumatisch</i>	0/9	0	ns	5/9	56	ns
<i>Symptomatisch</i>	6/24	25		17/24	71	
<i>Asymptomatisch</i>	1/14	8	ns	7/14	50	ns
<i>Dissektion</i>	4/7	57		7/7	100	
<i>keine Dissektion</i>	3/31	10	0,013	17/31	55	0,034
<i>Notfall</i>	4/12	33		9/12	75	
<i>Elektiv</i>	3/26	12	ns	15/26	58	ns
<i>mit Bypass</i>	3/14	21		11/14	79	
<i>ohne Bypass</i>	4/24	17	ns	13/24	54	ns
<i>thorako-abdominales</i>	5/20	25		16/20	80	
<i>Aortenaneurysma</i>						
<i>thorakales Aortenaneurysma</i>	2/18	11	ns	8/18	44	0,042
<i>Aneurysmagröße >= 5 cm</i>	5/24	21		13/24	54	
<i>Aneurysma unter 5 cm</i>	1/10	10	ns	8/10	80	ns
<i>Crawford I</i>	0/4	0		2/4	50	
<i>Crawford II</i>	1/6	17		5/6	83	
<i>Crawford III</i>	1/3	33		3/3	100	
<i>Crawford IV</i>	3/7	43	ns	6/7	86	ns
<i>ASA 2</i>	0/6	0		4/6	67	
<i>ASA 3</i>	3/25	14		13/25	52	
<i>ASA 4</i>	4/6	67	0,004	6/6	100	ns
<i>Abklemmzeit unter 30min</i>	0/7	0		3/7	43	
<i>Abklemmzeit über 30min</i>	6/19	31	ns	15/19	79	ns
<i>Arterieller Hypertonus</i>	7/31	23		22/31	71	
<i>kein Arterieller Hypertonus</i>	0/7	0	ns	2/7	28,6	0,077
<i>COPD</i>	5/21	24		13/21	62	
<i>keine COPD</i>	2/17	12	ns	11/17	65	ns
<i>Niereninsuffizienz</i>	3/6	50		5/6	83	
<i>keine Niereninsuffizienz</i>	4/32	13	0,063	19/32	59	ns
<i>Diabetes mellitus</i>	1/5	20		2/5	40	
<i>kein Diabetes mellitus</i>	6/33	18	ns	22/33	67	ns
<i>Koronare Herzerkrankung</i>						
<i>mit</i>	2/12	17		7/12	58	
<i>ohne</i>	5/26	19	ns	17/26	65	ns
<i>mit Revision</i>	4/15	27		14/15	93	
<i>ohne Revision</i>	3/23	13	ns	10/23	43	0,002

	<i>Letalität</i>	<i>in %</i>	<i>p</i>	<i>Major-Kompl.</i>	<i>in %</i>	<i>p</i>
<i>mit Blutungskomplikation</i>	2/8	25		8/8	100	
<i>ohne Blutungskomplikation</i>	5/30	17	ns	16/30	53	0,017
<i>renale Komplikationen</i>	4/10	40		9/10	90	
<i>keine renalen Komplikationen</i>	3/28	11	0,063	15/28	54	0,059
<i>postop. Dialyse/Hämofiltration</i>	3/5	60		5/5	100	
<i>keine Dialyse/Hämofiltration</i>	4/33	12	0,035	19/33	58	0,14
<i>keine Splenektomie</i>	2/24	8		12/24	50	
<i>Splenektomie</i>	5/14	36	0,077	12/14	86	0,039

Tabelle 4: Anzahl bzw. prozentualer Anteil Todesfälle und Majorkomplikation, unterteilt jeweils nach verschiedenen prä- bzw. postoperativen Variablen.

Bei 30 (79%) Patienten traten postoperativ Komplikationen auf. Somit war der peri- und postoperative Verlauf bei 8 (21%) Patienten vollständig ohne Komplikationen. Bei 5 (18%) traten nur Minorkomplikationen, bei 24 Patienten (63%) auch Majorkomplikationen auf. Die Komplikationen sind in Gruppen zusammengefaßt und für beide Eingriffe jeweils getrennt in der folgenden Tabelle abgebildet.

In der univariaten Analyse waren alle Komplikationen (Major- oder Minorkomplikationen) nicht signifikant häufiger bei den thorako-abdominal operierten (95%) als bei den thorakal operierten Patienten (61%). Allerdings traten Majorkomplikationen bei den thorako-abdominal operierten Patienten signifikant häufiger auf (80% versus 44%; $p = 0,042$). Die folgende Tabelle zeigt die Häufigkeit verschiedener Komplikationen:

	Gesamt	Thorako-abdominaler Aortenersatz	Thorakaler Aortenersatz	p
Letalität	7/38 (18%)	5/20 (25%)	2/18 (11%)	ns
Komplikationen - gesamt - Major komplikationen	30/38 (79%) 24/38 (63%)	19/20 (95%) 16/20 (80%)	11/18 (61%) 8/18 (44%)	0,042
Blutungskomplikationen (BK)	8/38 (21%)	6/20 (30%)	2/18 (11%)	ns
BK mit Revision	7/38 (18%)	5/20 (25%)	2/18 (11%)	ns
Revision - gesamt - ZNS-neurolog.	15/38 (40%) 4/38 (11%)	10/20 (50%) 2/20 (10%)	5/18 (28%) 2/18 (11%)	ns ns
Komplikationen Paraplegie	2/38 (5%)	1/20 (5%)	1/18 (6%)	ns
Peripher-neurologische Komplikationen	3/38 (8%)	2/20 (10%)	1/18 (6%)	ns
kardiale Komplikationen	10/38 (26%)	7/20 (35%)	3/18 (17%)	ns
pulmonale Komplikationen	16/38 (42%)	11/20 (55%)	5/18 (28%)	ns
Pleuraerguß und/oder Pneumonie	9/38 (24%)	7/20 (35%)	2/18 (11%)	ns
andere pulmonale Komplikation	7/38 (18%)	4/20 (20%)	3/18 (17%)	ns
Renale Komplikation	10/38 (26%)	9/20 (45%)	1/18 (6%)	0,009
davon Hämodialyse oder – filtration	5/38 (13%)	5/20 (25%)	0/18 (0%)	0,018
Sepsis/SIRS	8/38 (21%)	6/20 (30%)	2/18 (11%)	ns
Multiorganversagen (MOV)	7/38 (18%)	6/20 (30%)	1/18 (6%)	0,093
- davon letal	3/38 (8%)	3/20 (15%)	0/18 (0%)	ns

Tabelle 5: Häufigkeiten von Komplikationen jeweils im Gesamtkollektiv und in den Patientengruppen thorako-abdominaler Aortenersatz bzw. thorakaler Aortenersatz

Vergleicht man pathogenetisch unterschiedliche Komplikationen in den Untergruppen, so waren nur renale Komplikationen bei den thorako-abdominal operierten Patienten signifikant häufiger. Ein nicht signifikanter Trend ließ sich für die Häufigkeit eines Multiorganversagens feststellen, auch diese Komplikation trat bei der thorako-abdominal operierten Patientengruppe häufiger auf.

Unterteilt man die Komplikationen in Früh- und Spät komplikationen, so hatten unter insgesamt 30 Patienten mit Komplikationen 24 Patienten (63%) Frühkomplikationen. Bei 6 (16%) Patienten traten sowohl Früh- als auch Spät komplikationen auf. Lediglich bei einem Patienten (3%) mit einem den Ösophagus penetrierenden traumatischen Aortenbogenaneurysma war der frühe postoperative Verlauf zunächst ohne Komplikation. Erst einige Wochen nach Entlassung manifestierte sich eine Mediastinitis. Damit hatten insgesamt 7 (18%) Patienten Spät komplikationen.

Sämtliche Major- und Minorkomplikationen sind in der folgenden Tabelle im einzelnen aufgeführt:

<i>Organbezug</i>		
<i>Kardiale Komplikationen</i>	• Myokardinfarkt intraoperativ mit Kammerflimmern	1
	• Myokardinfarkt, Perikarderguß im Rahmen Sepsis/MOV	1
	• Herzrhythmusstörung: Tachyarrhythmie mit Kardioversion	5
	• Herzrhythmusstörung: Tachyarrhythmie medikamentöse Rhythmisierung	1
	• Herzrhythmusstörungen, intensivüberwachungspflichtig, med. Rhythmisierung	1
	• Asystolie im Rahmen MOV/Sepsis	1
	• Linksherzinsuffizienz mit Lungenödem, Tachyarrhythmie	1
<i>Neurologische Komplikationen</i>	• Paraplegie	2
	• Spinalis-anterior-Syndrom reversibel	1
	• Cerebrale Hirnleistungsminderung (HOPS)	2
	• Fortsetzung der Aortenwanddissektion in die hinversorgenden Arterien mit apoplektischem Insult	1
<i>Pulmonale Komplikationen</i>	• Pneumonie	4
	• Pleuraerguß	3
	• Pneumonie + Pleuraerguß	2
	• Sonstige	1
	Unterlappenatelektase	1
	Fulm. Lungenarterienembolie	1
	Thoraxwandinfekt, mehrfache Revision, sekundäre Wundheilung	1
	Hämatothorax	2
• pulmonale Insuffizienz	1	
<i>Renale Komplikationen</i>	• komp. Niereninsuffizienz Kreatininerhöhung bis 2,0mg/dl	6
	• Nierenversagen mit Hämofiltration im Rahmen von Sepsis/MOV	5
	• Schrumpfniere	2
<i>Infektion/Sepsis/SIRS</i>	• Aorto-ösophageale Fistel mit Mediastinitis	1
	• Milzlagerabszeß nach Colonfistel bei Splenektomie	1
	• nekrotisierende Pankreatitis und peripankreatisches Hämatom	1
	• ischämische Darmnekrose, Peritonitis	1
	• SIRS nach Polytrauma mit Darmverletzung	1
	• nekrotisierende Pankreatitis, multiresistenter Keim	1
	• infiziertes Hämatom der Bursa omentalis	1
	• Sepsis unklarer Genese, Pankreatitis	1

Tabelle 6: Anzahl unterschiedlicher Komplikationen

4.1.7 Spätfolgen

22 (60%) aller 37 nachgesorgten bzw. erfaßten Patienten und 14 (47%) Patienten unter denen, die eine Komplikation erlitten, hatten zum Zeitpunkt des letzten Follow-up einen allgemeinen gesundheitlichen Status wie vor Operation bzw. besser erreicht. Bezogen auf alle Patienten, die nicht an einer Operationskomplikation verstorben waren (n=30), beträgt dieser Anteil 73%.

Ein erhöhtes Risiko für das Auftreten von Spätfolgen bestand für den Patienten nach Multiorganversagen, renalen, septischen bzw. infektiösen Komplikationen sowie generell im Zusammenhang mit Frühkomplikationen.

Bei insgesamt 8 von 37 (22%) Patienten waren Spätfolgen der Operation eingetreten: 2 Patienten (5%) wiesen ein Transversalsyndrom als Folge einer Rückenmarkischämie auf. Renale Folgeschäden traten bei 3 (8%) Patienten auf. Darunter entwickelte sich wegen einer postoperativen Nierenarterienstenose bei 2 (5%) Patienten eine einseitige Schrumpfniere. Bei einem Patienten mit einer funktionellen Einzelniere führte dies zu einer Niereninsuffizienz im Stadium der kompensierten Retention. Zerebrale Defizite (hirnorganisches Psychosyndrom und Depression) als Spätfolge des Eingriffs traten bei 2 (5%) Patienten auf. Ein Patient erlitt einige Wochen postoperativ eine chronische Mediastinitis als Folge einer aneurysmabedingten aorto-ösophagealen Fistel. Diese führte trotz maximaler Therapie mit diversen Folgeeingriffen nach insgesamt 271 Tagen zum Tode.

Dabei fand sich unter den vier durchgeführten Operationstechniken ein gehäuftes Auftreten von Spätfolgen beim thorako-abdominalen Aortenersatz ohne Bypass ($p=0,036$).

Spätfolge	Gesamt (n=37)	TA+BP (n=12)	TA ohne BP (n=7)	T offen (n=9)	T Stent (n=9)
Tod OP-bedingt	8 (22%)	3 (25%)	2 (29%)	1 (11%)	2 (22%)
renale Folgeschäden	3 (8%)	2 (17%)	1 (14%)	0	0
cerebrale Folgeschäden	2 (5%)	0	1 (14%)	1 (11%)	0
Paraplegie	2 (5%)	0	1 (14%)	0	1

Tabelle 7: Anzahl organbezogener Spätfolgen aller Patienten mit Follow-up (n=37)

4.1.8 Follow-up und Todesursachen

Für 37 der 38 operierten Patienten konnte ein Follow-up erhoben werden, ein Patient war nach 3,3 Monaten lost to Follow-up. Das mittlere Follow-up für alle Patienten betrug 35,8 Monate (Median 18,3 Monaten; Minimum 2 Tage, Maximum 144 Monate).

Von diesen 37 Patienten lebten zum Zeitpunkt des letzten Follow-up noch 22 (60%). 15 (41%) Patienten waren gestorben, darunter 8 (22%) Patienten als direkte Folge bzw. an der Spätkomplikation des Eingriffs, weitere 6 (16%) Patienten ohne kausalen Zusammenhang mit der Operation. Bei einem Patienten konnte die Todesursache nicht eruiert werden. Die Todesursachen sind in der Tabelle 8 aufgeführt.

<i>OP-Verfahren</i> ¹	<i>Notfall/ elektiv</i> ²	<i>S/F</i> ³	<i>Komplikationen mit töglichem Ausgang</i>	<i>andere Todesursache</i>
TA ohne BP	N		nein	Oropharynx-Carcinom
TA ohne BP	N	F	Multiorganversagen, Sepsis bei infiziertem Hämatom in der Bursa omentalis	
TA ohne BP	E		nein	Aneurysma des Aortenbogens
TA ohne BP	E	F	Intraoperativer Myokardinfarkt mit Herzversagen	
TA ohne BP	N		unbekannt	unbekannt
TA mit BP	N		nein	Lungearterienembolie, Pneumonie, ARDS
TA mit BP	N	F	Multiorganversagen, Sepsis ungeklärter Ursache (Relaparotomie)	
TA mit BP	E		nein	Dekompensierte kardiale Globalinsuffizienz
TA mit BP	E	F	Peritonitis bei Colonfistel mit Milzlogenabszeß nach Splenektomie	
TA mit BP	E	F	akute Anastomosendehiszenz	
T offen	N	F	Pulmonalinsuffizienz bei COPD, Lungenemphysem	
T offen mit BP	N		nein	Weichteilsarkom
T offen	E		nein	Herzinsuffizienz
T Stent	N	F	Mediainfarkt bei Fortschreiten der Dissektion in die A. carotis	
T Stent	E	S	Mediastinitis	

¹ *Operationsverfahren: TA ohne BP= thorako-abdominaler Aortenersatz ohne protektiven Bypass; TA mit BP= thorako-abdominaler Aortenersatz mit protektivem Bypass; T offen= konventioneller thorakaler Aortenersatz; T Stent= thorakaler Aortenersatz durch Stent;* ² N=Notfall, E=elektiv

³S=Spätkomplikation, F=Frühkomplikation

Tabelle 8: Todesursachen aller nachgesorgten Patienten

Die Zeitdauer vom operativen Eingriff bis zum Eintritt des Todes betrug bei den operationsbedingt gestorbenen Patienten durchschnittlich 76 Tage (Median 32; Minimum 2, Maximum 299 Tage).

4.1.9 Gesamtüberlebensanalyse nach Kaplan-Meier

Verschiedene Einflußgrößen auf das Gesamtüberleben wurden mit Hilfe von Kaplan-Meier-Analysen untersucht. Unter den Basisdaten hatten weder Alter noch Geschlecht einen Einfluß auf das Gesamtüberleben. Signifikante Unterschiede

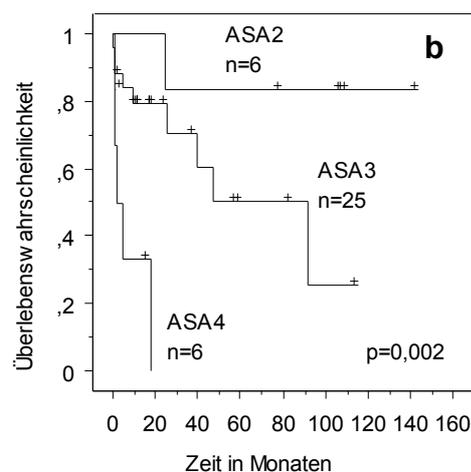
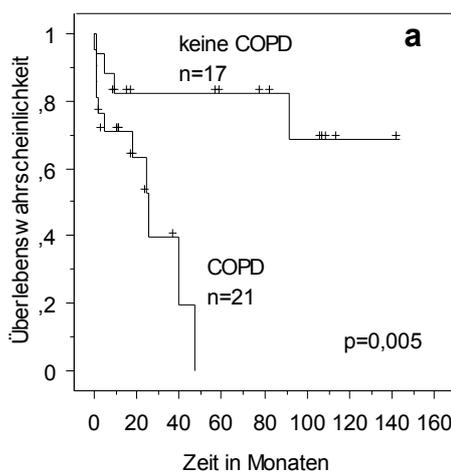
fanden sich dagegen hinsichtlich der Einteilung der Patienten in ASA-Klassifikation. Patienten mit ASA 2 überlebten signifikant länger als Patienten der Klasse ASA 3, welche wiederum bessere Überlebensraten hatten als ASA 4-Patienten ($p=0,0002$).

Es zeigte sich in diesem Kollektiv kein Überlebensvorteil für Patienten mit einem thorakalen Aortenaneurysma gegenüber Patienten mit einem thorako-abdominalen Aortenaneurysma. Innerhalb der Gruppe der thorako-abdominalen Aortenaneurysmen zeigten sich keine Unterschiede, weder in den verschiedenen Ausdehnungen nach der Crawford-Klassifikation, noch hinsichtlich des maximalen Querdurchmessers (unter oder über 5 cm) des thorakalen Aortenaneurysmas. Ebenfalls nicht relevant war für das Überleben, ob der Patient symptomatisch oder asymptomatisch bzw. welcher Genese das Aortenaneurysma war. Ein signifikanter Nachteil für das Überleben bestand allerdings bei Vorhandensein einer Dissektion ($p=0,019$). Dagegen stellte der elektiv durchgeführte Eingriff einen signifikanten Überlebensvorteil gegenüber notfallmäßigen Eingriffen dar ($p=0,008$).

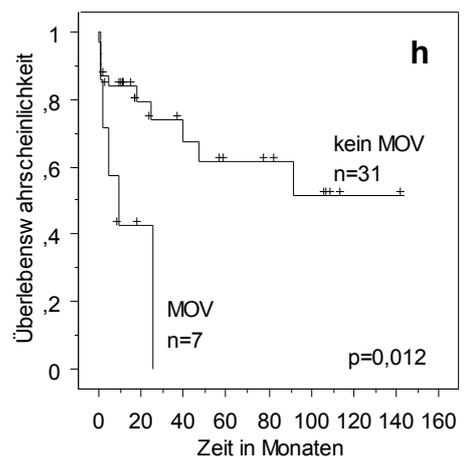
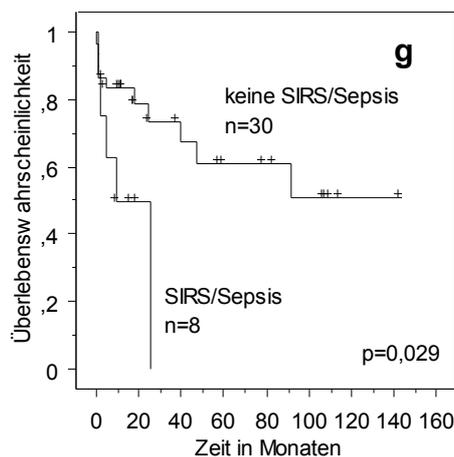
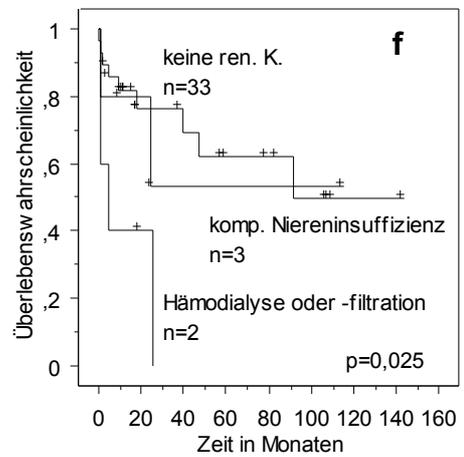
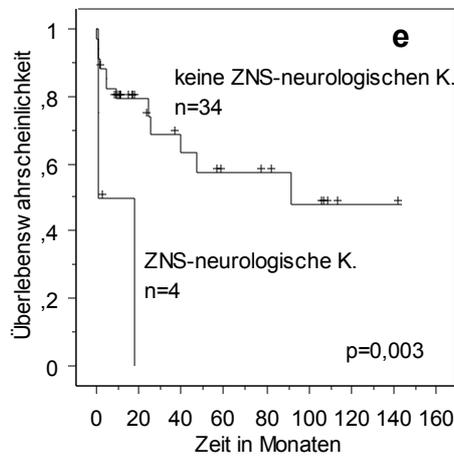
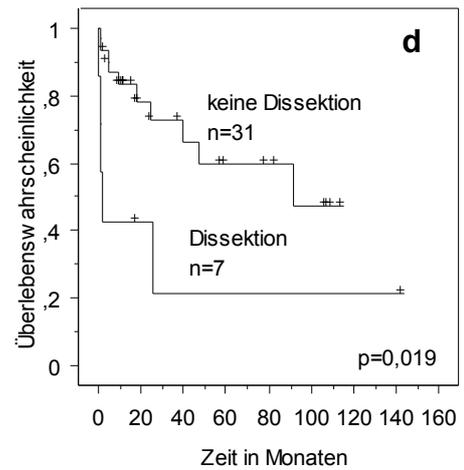
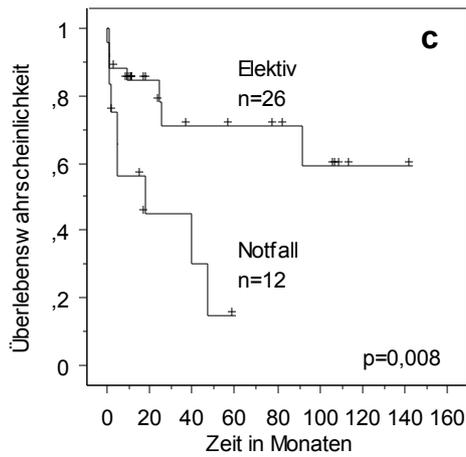
Unter den Begleiterkrankungen waren die koronare Herzerkrankung, der Diabetes mellitus, die Niereninsuffizienz und die periphere arterielle Verschlusskrankheit und der Raucherstatus ohne signifikanten Einfluß auf das Gesamtüberleben. Hingegen fand sich ein schlechteres Überleben für Patienten mit einer chronisch-obstruktiven Lungenerkrankung ($p= 0,005$) und einem arteriellen Hypertonus (Trend; $p= 0,051$).

Es ergab sich kein Unterschied für das Gesamtüberleben, welches Operationsverfahren unabhängig davon, ob ein thorako-abdominaler oder ein rein-thorakaler Aortenersatz vorgenommen wurde. Auch das endovaskuläre Vorgehen unterschied sich für die Überlebenswahrscheinlichkeit nicht gegenüber dem offen-chirurgischen Vorgehen. Folgende Variablen in der Operationstechnik hatten keinen signifikanten Einfluß auf das Überleben: Anlage eines temporären Bypass zur Perfusion der Rückenmarksperfusion versus Clamp-and-repair-Technik, vorangegangener infradiaphragmaler Aortenersatz, mit versus ohne Reinsertion von Interkostal-, Renal- oder Viszeralarterien. Dagegen fand sich ein signifikant schlechteres Überleben für Patienten, bei denen eine Splenektomie durchgeführt wurde ($p=0,031$).

An postoperativen Komplikationen waren insbesondere die neurologischen Komplikationen mit ZNS-Beteiligung mit einem schlechteren Überleben korreliert ($p=0,003$). Weiterhin war Multiorganversagen ($p=0,012$), SIRS/Sepsis ($p=0,028$), die postoperative Notwendigkeit der Dialyse bzw. Hämofiltration ($p=0,025$) oder die Langzeitbeatmung ($p=0,036$) mit einem signifikant schlechteren Überleben verbunden. Blutungskomplikationen, revisionspflichtige Komplikationen, kardiale sowie pulmonale Komplikationen hatten keinen signifikanten Einfluß auf das Überleben. Auch der Faktor „postoperative Komplikation ja/nein“ bzw. „Operationsspätfolge ja/nein“ blieb ohne signifikanten Einfluß auf das Gesamtüberleben.



Kaplan-Meier-Überlebenskurve verschiedener Patientengruppen, differenziert nach Vorliegen einer COPD (Chronisch-obstruktiven Lungenerkrankung) [a], ASA-Klassifikation [b], Logrank-Test



Kaplan-Meier-Überlebenskurve verschiedener Patientengruppen differenziert nach Dringlichkeit des durchgeführten Eingriffs [c], Vorliegen einer Dissektion [d], ZNS-neurologischen Komplikationen [e], renalen Komplikationen: kompensierte Niereninsuffizienz oder Hämodialyse- bzw.-filtration [f], Vorhandensein einer SIRS (Systemic inflammatory response syndrome) [g] bzw. Multiorganversagen (Multiorganversagen) [h], Logrank Test

Die kumulative 1-Jahres-Überlebensrate nach Kaplan-Meier betrug für alle 38 operierten Patienten 75,9%. Die 2-Jahres-Überlebensrate betrug für alle Patienten 67,6%, die 3-Jahres-Überlebensrate 62,7% und die 5-Jahres-Überlebensrate 52,3%. Zu beachten ist, daß in der 5-Jahres-Überlebensrate nur noch Patienten enthalten sind, die nicht endovaskulär versorgt wurden, da der Nachsorgezeitraum für Stent-versorgte Patienten bisher zu kurz war. 50% aller Patienten lebten nach 7,6 Jahren, die mediane Überlebenszeit betrug $4,7 \pm 0,6$ Jahre.

4.2 Thorako-abdominaler Aortenersatz: Einfluß der Bypassanlage

Von 20 Patienten, die am thorako-abdominalen Aortenersatz operiert wurden, erhielten 13 (65%) vor der Aortenoperation einen extraanatomischen Bypass (10 axillo-femoral, je einer axillo-iliacal, subclavio-iliacal bzw. aorto-aortal) zur Sicherung der distalen Perfusion während der aortalen Abklemmphase (TA+BP). 7 Patienten (35%) wurden ohne protektiven Bypass operiert (TA-BP). Es wurden die Ergebnisse dieser beiden Gruppen miteinander verglichen.

Die Basisdaten der beiden Patientengruppen zeigten keinen signifikanten Unterschied in der Alters- und Geschlechterverteilung. Auch hinsichtlich Aneurysmagröße, Pathogenese, Aneurysmamorphologie, Längsausdehnung gemäß Crawford-Klassifikation, Inflammation, Dissektion, Ruptur oder Aneurysma spurium (chronisch-traumatisches Aneurysma spurium) und Dringlichkeit bestand kein signifikanter Unterschied. Auch in bezug auf das Spektrum der Begleiterkrankungen inklusive der Einteilung in die ASA-Klassifikation fanden sich keine signifikanten Unterschiede.

Bei insgesamt 14/20 Patienten (70%) wurde im selben Eingriff eine Splenektomie notwendig. Dies war in der Gruppe mit Bypass (TA+BP) häufiger der Fall als in der Gruppe ohne Bypass (77% versus 57%; $p=0,61$). Auch eine Reinsertion von Aortenästen wurden in der Gruppe TA+BP deutlich häufiger vorgenommen als in der Gruppe ohne Bypass (TA-BP) (100% versus 57%, $p=0,031$). Im Einzelnen waren dies: Interkostalarterien 31% versus 0% ($p=0,25$); Viszeralarterien 100% versus 43% ($p=0,007$); Renalarterien 62% versus 43% ($p=0,6$). Keine Korrelation bestand zwischen der Längsausdehnung des Aneurysmas und der Anzahl der reinsertierten Aortenabgänge.

Die Operationszeiten und Abklemmzeiten der Aorta sind in der folgenden Tabelle dargestellt. Die Unterschiede waren für die beiden Gruppen thorako-abdominaler Aortenersatz mit oder ohne Bypass nicht signifikant.

Minuten	Gesamt	Thorako-abd. +BP	Thorako-abd. +BP (einzeitig)	Thorako-abd. +BP (zweizeitig)	Thorako-abd. ohne BP
	n=20	n=13	n=5	n=8	n=7
OP-Zeit	328±98	353±93	416±122	314±42	283±97
Median	321	327	415	306	255
Range	164-537	220-537	220-537	260-390	164-395
Abklemmzeit	53±21	56±14	47±12	60±14	50±31

Tabelle 9: Operationszeit und Aortenabklemmzeiten bei thorako-abdominalem Aortenersatz: alle Patienten mit temporärem Bypass [Thorako-abd. +BP], Aortenersatz mit gleichzeitiger Bypassanlage [Thorako-abd. +BP- einzeitig], Aortenersatz mit zweizeitiger Bypassanlage [Thorako-abd. +BP- zweizeitig], Thorako-abdominaler Aortenersatz ohne Bypass

Postoperativ wurden die beiden Operationsverfahren verglichen bezüglich der postoperativen Dauer der Intensivüberwachung, Beatmungspflichtigkeit, Katecholaminpflichtigkeit und des Krankenhausaufenthaltes. Die Ergebnisse sind in der folgenden Abbildung dargestellt.

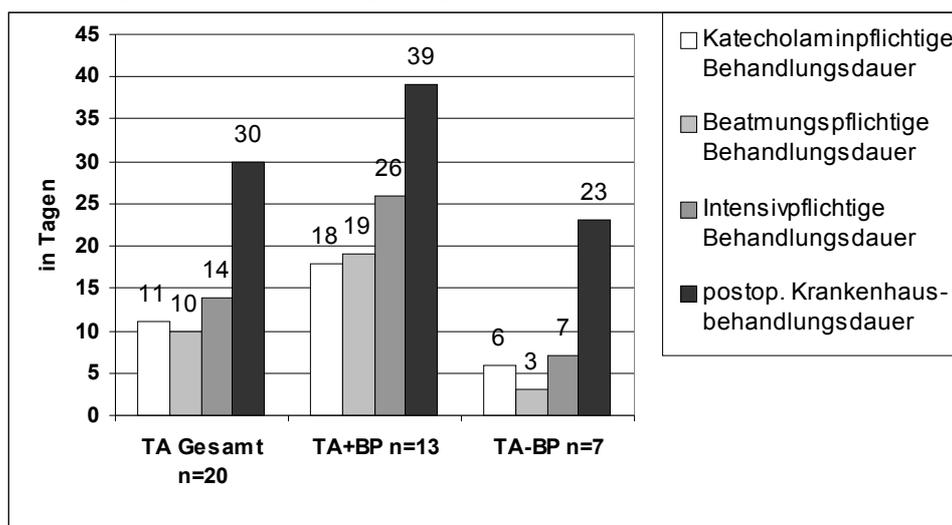


Abbildung 6: Postoperative Dauer der Intensivüberwachung, Beatmungs- und Katecholaminpflichtigkeit sowie Krankenhausverweildauer in den Patientengruppen Thorako-abdominaler Aortenersatz mit und ohne temporäre distale Perfusion (mit/ohne Bypass)

In der Gruppe TA+BP waren die Dauer der Beatmungspflichtigkeit (Median 19 versus 3 Tage; $p=0,014$) und die Dauer der Intensivüberwachung (Median 26 versus 7 Tage; $p=0,047$) signifikant länger.

Keine signifikanten Unterschiede wurden gefunden für die Anzahl der benötigten Erythrozytenkonzentrate bzw. anderen Fremdblutprodukte.

Postoperative Komplikationen traten in beiden Gruppen gleich häufig auf. Lediglich kardiale Komplikationen waren in der Gruppe TA-BP signifikant häufiger als in Gruppe TA+BP (71% versus 15%, $p=0,02$).

	<i>Gesamt</i>	<i>Thorako- abdominaler Aortenersatz mit Bypass</i>	<i>Thorako- abdominaler Aortenersatz ohne Bypass</i>	<i>p</i>
Operationsletalität	5/20 (25%)	3/13 (23%)	2/7 (29%)	ns
Operationskomplikationen	19/20 (95%)	12/13 (92%)	7/7 (100%)	ns
– Gesamtrate - Majorkomplikationen	16/20 (75%)	11/13 (85%)	5/7 (71%)	ns
Blutungskomplikation	6/20 (30%)	5/13 (39%)	1/7 (15%)	ns
- revisionsbedürftige	4/20 (20%)	4/13 (31%)	0/7 (0%)	ns
Blutungskomplikation Revision	10/20 (50%)	8/13 (62%)	2/7 (29%)	ns
ZNS-neurologische Komplikation	2/20 (10%)	1/13 (8%)	1/7 (17%)	ns
Paraplegie	1/20 (5%)	0/13 (0%)	1/7 (17%)	ns
Peripher-neurologische Komplikation	2/20 (10%)	1/13 (8%)	1/7 (17%)	ns
kardiale Komplikation	7/20 (35%)	2/13 (15%)	5/7 (71%)	0,02
pulmonale Komplikation	11/20 (55%)	7/13 (54%)	4/7 (57%)	ns
renale Komplikation	9/20 (45%)	5/13 (39%)	4/7 (57%)	ns
Sepsis/SIRS	6/20 (30%)	4/13 (31%)	2/7 (29%)	ns
Multiorganversagen (MOV)	6/20 (30%)	4/13 (31%)	2/7 (29%)	ns

Tabelle 10: Absolute und prozentuale Häufigkeiten von unterschiedlichen Komplikationen jeweils im Gesamtpatientenkollektiv und in den Patientengruppen thorako-abdominaler Aortenersatz mit und ohne Bypass

Spätfolgen waren in der Gruppe TA+BP signifikant seltener eingetreten: Von 9 zum Zeitpunkt des letzten Follow-up noch lebenden Patienten der Gruppe TA+BP wiesen 2 (22%) Patienten Folgeschäden auf. In der Gruppe der Patienten, die ohne Bypass operiert worden waren, betrug dieser Anteil 80%, nämlich 4 von 5 Patienten.

Die Krankenhausletalität war in beiden Gruppen etwa gleich (TA+BP 23% versus TA-BP 29%; ns).

Auch hinsichtlich des kumulativen Gesamtüberlebens bestand kein Unterschied. Die 1-Jahresüberlebensrate betrug in der Gruppe TA+BP 76,9% versus 71,4%

TA-BP. Die 2-, 3- und 5-Jahresüberlebensraten betragen 76,9 versus 57,1%, 61,5 versus 42,9% und 41 versus 21,4%. Diese Unterschiede waren nicht signifikant.

4.3 Thorakaler Aortenersatz: offener Aortenersatz versus endovaskuläres Stentverfahren

18 Patienten wurden nur an der Aorta descendens operiert. Hier wurden ebenfalls zwei verschiedene Operationsmethoden verglichen. Je zur Hälfte wurde das Aneurysma nach dem offen-chirurgischen Verfahren transthorakal ausgeschaltet (T Offen) oder mittels endovaskulärem Stentverfahren operiert (T Stent).

Die Alters- und Geschlechterverteilung ist in der folgenden Tabelle dargestellt.

	Gesamtkollektiv	Thorakaler Aortenersatz T offen	Thorakaler Aortenersatz T Stent	p
n (%)	18(100)	9 (50)	9 (50)	
M/W	15/3	9/0	6/3	0,21
Mittleres Alter	61,6	54,8±17,3	68,4±7,3	0,058
Median	64,9	53,3	66,5	

Tabelle 11: Alters- und Geschlechterverteilung der Patienten mit thorakalen Aortenersatz (n=18) kategorisiert nach den verschiedenen Operationsverfahren

Die Operationsdiagnose war bei 16 von 18 Patienten (89%) ein Aneurysma der Aorta descendens. Zwei Patienten wurden aufgrund einer akuten traumatischen Ruptur operiert. Eine degenerative Arteriosklerose als Ursache für das Aneurysma wurde bei 10 Patienten (56%) festgestellt. Bei 5 Patienten (28%) lag ein chronisches post-traumatisches Aneurysma spurium der Aorta descendens vor, eine Typ-B-Dissektion bei 3 Patienten (17%). 7 Patienten (39%) waren bereits aufgrund eines Aneurysmas an der abdominalen Aorta operiert worden. Signifikante Unterschiede der Diagnosehäufigkeiten lagen nicht vor.

Die Aneurysmaquerdurchmesser maßen in der Stent-Gruppe $6,7 \pm 1,5$ cm und waren damit signifikant größer als in der Gruppe der offen operierten Patienten ($4,5 \pm 1,7$ cm; $p=0,024$).

33% der 18 Patienten wurden notfallmäßig operiert, der Anteil war in der Gruppe der offen-chirurgisch operierten und der Gruppe der Stent-Operierten gleich groß. Unter den Stent-operierten Patienten waren mit 67 versus 33,3% mehr Patienten symptomatisch.

Unter den mit einer Stentprothese operierten Patienten (T Stent) war der arterielle Hypertonus signifikant häufiger als in der Gruppe der offen operierten (T Offen).

Die Häufigkeiten der anderen Begleiterkrankungen unterschieden sich nicht signifikant.

Allerdings fand sich in der Verteilung nach ASA-Klassifikation für die offen operierten Patienten ein Anteil von 44% ASA 2 und 56% ASA 3. Die Patienten T Stent verteilten sich zu 78% auf die Klassifikation ASA 3 und zu 22% auf ASA 4. Keiner der Stentoperierten befand sich in ASA-Klasse 1 oder 2. Damit bestanden bei den Stentpatienten signifikant mehr höhergradige ASA-Klassifikationen ($p=0,042$).

Die folgende Tabelle zeigt die Operationszeiten in jeweils beiden Untergruppen. Abklemmzeiten wurden nur bei den offen-chirurgisch versorgten Patienten berücksichtigt, da bei der endovaskulären Stentversorgung keine Abklemmung erforderlich ist.

	<i>Gesamt</i>	<i>offener Thorakaler Aortenersatz</i>	<i>Endovaskulärer Thorakaler Aortenersatz</i>	<i>p</i>
	<i>n=18</i>	<i>n=9</i>	<i>n=9</i>	
<i>OP-Zeit (Minuten)</i>	153±63	193±43	113±55	0,02
<i>Median</i>	165	180	90	
<i>Range</i>	56-280	150-280	56-208	
<i>Abklemmzeit (Minuten)</i>		36±9	0	
<i>Erythrozytenkonzentrate (Einheiten)</i>	8 (+14)	13 (+19)	2(+4)	0,027
<i>Fremdblutprodukte (Einheiten)</i>	3 (8)	5 (+11)	1 (+4)	0,27

Tabelle 12: Operationszeiten und aortale Abklemmzeiten, Anzahl Fremdblutprodukte bei Patienten mit einem thorakalen Aortenersatz, aufgeteilt nach offen-chirurgischem Verfahren und endovaskulärem Stentverfahren

Unterschiedlich war der Bedarf an Erythrozytenkonzentraten. Wurden bei den mittels Stentprothese operierten Patienten im Mittel nur 2±4 Einheiten (Median 0) transfundiert, betrug diese Anzahl bei den offen operierten Patienten 13±19 Einheiten (Median 6; $p= 0,02$) .

Die u.a. Abbildung illustriert die unterschiedlichen Behandlungszeiten. Die Unterschiede zwischen den beiden Patientengruppen waren für folgende untersuchte Kategorien signifikant: beatmungspflichtige Behandlungsdauer ($p=0,0062$), intensivpflichtige Behandlungsdauer ($p=0,034$), postoperative

Krankenhausverweildauer ($p=0,0031$). Der Unterschied für die katecholaminpflichtige Behandlungsdauer war nicht signifikant ($p=0,07$)

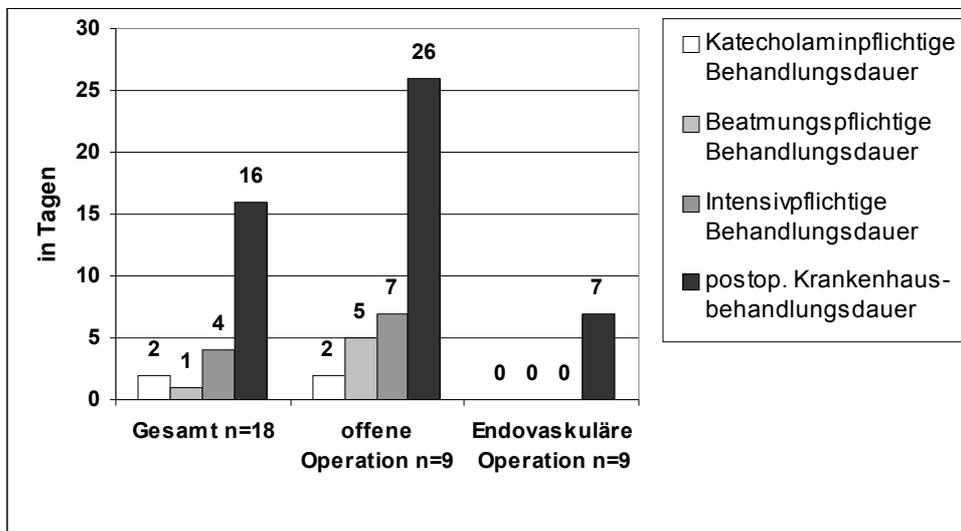


Abbildung 7: Mediane postoperative Dauer der Intensivüberwachung, Beatmungs- und Katecholaminpflichtigkeit sowie Krankenhausverweildauer bei Patienten mit Thorakalem Aortenersatz durch transthorakales Vorgehen ($n=9$) oder endovaskuläre Stentversorgung ($n=9$)

Das Auftreten von postoperativen Komplikationen unterschied sich in beiden Operationsgruppen nicht signifikant (siehe folgende Tabelle). Pulmonale und renale Komplikationen traten in der Gruppe offen operierter Patienten häufiger - jedoch nicht auf signifikantem Niveau - auf. Kardiale Komplikationen waren hingegen in der Gruppe T Stent häufiger.

Bei den mittels Stentprothese operierten Patienten trat in einem Fall eine ischämisch bedingte Paraplegie auf, unter den offen-chirurgisch operierten trat keine Paraplegie ein. Jeweils 2 von 9 (22%) bzw. 3 von 9 (33%) der Patienten in den beiden Kollektiven mußten einer Revision unterzogen werden.

<i>Komplikationen</i>	<i>Gesamt (n=18)</i>	<i>Offener Thorakaler Aortenersatz (n=9)</i>	<i>Endovaskulärer Thorakaler Aortenersatz (n=9)</i>	<i>p=</i>
<i>Letalität</i>	2 (11%)	1 (11%)	1 (11%)	ns
<i>Gesamtkomplikation</i>	12 (67%)	7 (78%)	5 (56%)	ns
<i>Sepsis/SIRS</i>	2 (11%)	0	2 (22%)	ns
<i>Revision</i>	5 (28%)	3 (33%)	2 (22%)	ns
<i>Blutungskomplikation</i>	2 (11%)	1 (11%)	1 (11%)	ns
<i>Paraplegie</i>	1 (6%)	0	1 (11%)	ns
<i>Pulmonale K.</i>	5 (28%)	4 (44%)	1 (11%)	ns
<i>Kardiale K.</i>	3 (17%)	1 (11%)	2 (22%)	ns
<i>Renale K.</i>	1 (6%)	1 (11%)	0	ns
<i>MOV</i>	1 (6%)	0	1 (11%)	ns

Table 13: Postoperative Komplikationen im Kollektiv der Patienten, die einen thorakalen Aortenersatz erhielten, aufgeteilt nach offen-chirurgischen Verfahren und endovaskulärem Stentverfahren

Bei einem Patienten mit einer akuten traumatischen Aortenruptur trat nach primärer Stentprothesenimplantation ein „Endoleak“ ein, daraufhin wurde im zweiten Eingriff eine zweite Stentprothese implantiert, die zu einer vollständigen Abdichtung führte. Im zweiten Patienten aus der Gruppe der revisionspflichtigen endovaskulären Operation war eine aneurysmabdingte aorto-ösophageale Fistel die Ursache für die Revision. Bei diesem Patienten wurde ein dreiviertel Jahr nach Stenteinlage aufgrund einer Mediastinitis eine Ösophagusresektion durchgeführt. In der Gruppe der primär chirurgisch versorgten Patienten waren die Revisionen notwendig aufgrund einer persistierenden Lymphsekretion, einer Nachblutung und in einem Fall wegen eines Thoraxwandinfektes.

Für alle 18 thorakal operierten Patienten war ein Follow-up eruiert, welches im Mittel 42±43 Monate betrug (Median 18 Monate, Range 1-111). In der Gruppe der offen operierten Patienten war das mittlere Follow-up 72±43 Monate (Median 84), bei den endovaskulär operierten Patienten betrug es im Mittel 12±6 Monate (Median 13).

Zum Zeitpunkt des letzten Follow-up (Median 42 Monate) waren insgesamt 5/18 Patienten (28%) - darunter 3/18 (17%) als Operationsfolge gestorben. Die Todesursache der frühzeitig, während des Krankenhausaufenthaltes gestorbenen Patienten war bei einem Patienten ein akutes pulmonales Versagen 32 Tage nach offen-chirurgischer Aneurysmaausschaltung. Zwei Stent-Patienten starben als

Folge des Eingriffs, davon der eine nach 271 Tagen aufgrund einer Mediastinitis nach aneurysmabedingter aorto-ösophagealer Fistel, der andere Patient an einem Schlaganfall 17 Tage postoperativ. Hier hatte sich eine Aortenwanddissektion nach Stentimplantation in die linke Arteria carotis fortgesetzt.

Damit betrug die Frühletalität der Patienten aus beiden Gruppen T offen und T Stent 11%, die Gesamletalität der Stentoperierten betrug 22%.

Die Todesursachen der unabhängig von der Operation des thorakalen Aortenaneurysmas gestorbenen beiden Patienten waren Herzinsuffizienz und ein Weichteilsarkom.

13 Patienten (72%) hatten einen Allgemeinzustand wie präoperativ erreicht. 2 Patienten (13%) litten an schweren operationsbedingten Spätfolgen wie Paraplegie oder hirnorganisches Psychosyndrom.

Die kumulierte 1-Jahresüberlebensrate betrug für alle 18 thorakal operierten Patienten 75%. Dieser Wert betrug für die offen-chirurgisch-operierten 78% versus 67% bei den Stentoperierten (nicht signifikant). Ein Vergleich der 2-, 3- und 5-Jahresüberlebensraten konnte zwischen den beiden Operationsverfahren nicht gemacht werden, da ein entsprechender Nachsorgezeitraum für die Stentoperierten bisher nicht vorliegt.

Faßt man alle stentversorgten Patienten zusammen, also inklusive einem Patienten, der zunächst offen-chirurgisch an einem abdominalen Aortenaneurysma operiert und in gleicher Sitzung transluminal am thorakalen Aneurysma operiert wurde, so ergibt sich eine Gesamtzahl von 10 Patienten.

Darunter wurden 8 Patienten mit Talent-Stentprothesen (World Medical Inc. Sunrise, FL/ Medtronic, Sunnyvale, California) versorgt, sowie je einer mit einer Excluder-Stentprothese (Fa. Gore and Assoc., Flagstaff, Arizona) bzw. Trigonstent (TRIGON-MTS, Mönchengladbach, Deutschland). Das Aneurysma wurde bei 8 Patienten durch eine Stentprothese ausgeschaltet, bei je einem Patienten waren primär zwei bzw. drei Stentprothesen notwendig. Eine sekundäre Überstentung mit einer zweiten Stentprothese war in einem Patienten einige Tage nach primärer Rupturversorgung notwendig, nachdem sich eine unzureichende Abdichtung abgezeichnet hatte („Endoleak“).

Von allen endovaskulär operierten Patienten gab es postoperative Computertomographien. Die mittlere Nachsorgezeit betrug $5,5 \pm 4,9$ Monate (Median 5,2 Monate). Ein Patient war an den Operationskomplikationen gestorben, ein weiterer an einer bereits präoperativ bestehenden, aneurysmabedingten Ösophagusarrosion, die, vom Aneurysma gedeckelt, präoperativ nicht erkannt wurde. Die anderen 8 Patienten wurden durchschnittlich 6 Monate mit einem CT nachuntersucht. Bei keinem dieser Patienten war im postoperativen Verlauf eine stentprothesenspezifische Komplikation wie Leckage, Zunahme des Aneurysmaquerdurchmessers, Prothesenmigration, Perigrافتreaktion oder distale Embolisation aufgetreten.

5 Diskussion

Der thorakale Aortenersatz durch eine Dacron- oder PTFE-Prothese stellte bis in die Mitte der Neunziger Jahre den Standard der operativen Therapie des thorakalen Aortenaneurysmas dar. Die perioperative Letalität und Morbidität konnten in den letzten fünfzig Jahren deutlich verringert werden. Sowohl technische Verbesserungen im operativen Vorgehen als auch Fortschritte in der Diagnostik sowie in der Anästhesie- und Intensivmedizin hatten einen positiven Einfluß auf die operativen Ergebnisse. Trotzdem sind die Risiken der Operation weiterhin nicht nur durch den operativen Eingriff an sich, sondern auch durch die sich aus den gefäßschädigenden Risikofaktoren ableitende Komorbidität bedingt.

5.1 Basisdaten

Das durchschnittliche Alter des hier untersuchten Patientenkollektivs (38 Patienten) betrug 65,3 Jahre. Die insgesamt 12 (32%) Frauen waren dabei signifikant älter (70,8 Jahre) als die Männer (65,2 Jahre). Die Alters- und Geschlechterverteilung mit einer Prädominanz des männlichen Geschlechts (68%) entspricht weitgehend der anderer Kollektive (Svensson, 1993). Das mediane Alter der weiblichen Patienten lag sowohl in der Analyse von Bickerstaff als auch von Svensson etwas höher als das der Männer (Bickerstaff, 1982). In allen größeren Kollektiven von Patienten mit einem thorakalen oder thorako-abdominalen Aneurysma lag das mediane Alter zwischen 63,5 und 67 Jahren (Svensson, 1991; Safi, 1999).

Typischerweise findet sich jedoch in allen Kollektiven eine große Altersspanne, da die mit der jeweils vorliegenden Pathogenese verknüpften Altersgipfel sehr unterschiedlich sein können. So steigt die Inzidenz der Arteriosklerose mit zunehmendem Alter. Das Alter der Patienten mit degenerativen Aneurysmen ist durchschnittlich höher als das derjenigen mit einer traumatischen Verletzung der Aorta. Im untersuchten Kollektiv war eine Arteriosklerose die Hauptursache für das Aneurysma. Ein hoher Anteil arteriosklerotisch bedingter Aneurysmen in diesem Patientengut spiegelt eine hohe Prävalenz der Arteriosklerose in der Bevölkerung wider (Leu, 1976; Young und Ostertag, 1987). Die Patienten mit einem arteriosklerotisch bedingten Aneurysma waren mehr als 10 Jahre älter als diejenigen ohne Arteriosklerose.

Betrachtet man die 9 Patienten ohne arteriosklerotisch-bedingte Aneurysmen, so findet sich bei 8 ein posttraumatisches Aneurysma oder eine traumatische Aortenruptur. Die für die Aneurysmen entsprechenden Traumata lagen durchschnittlich 20 Jahre zurück. Das Durchschnittsalter aller neun Patienten betrug zum Zeitpunkt der Operation im Median 56,6 Jahre. Duhaylongsod beschreibt in einer Metaanalyse von ca. 1200 Patienten mit akuter traumatischer Ruptur ein mittleres Alter zwischen 32 und 37 Jahren (Duhaylongsod, 1992), rechnet man eine Zeitspanne von 20 Jahren hinzu, ergibt sich ein etwa gleiches Patientenalter zum Zeitpunkt der Ruptur. Auch im Patientengut von Taylor war das durchschnittliche Alter der Patienten mit einem traumatisch bedingten Aneurysma mit 43 versus 73 Jahren jünger als das Alter der Patienten mit degenerativem Aneurysma (Taylor, 2001).

Eine Dissektion fand sich bei 19% der Patienten. Dieser Anteil am Gesamtkollektiv ist damit ähnlich häufig wie in großen Studien (Svensson,1993; Crawford 1986a; Cambria, 2002). Dagegen war der Anteil rupturierter Aneurysmen mit 18% in diesem Kollektiv relativ hoch. Svensson beschreibt einen Anteil von 4%, auch bei Crawford beträgt der Anteil rupturierter Aneurysmen nur 4%. Es fällt auf, daß der relative Anteil an rupturierten Aortenaneurysmen mit ca. 20% in Kliniken mit relativ wenigen thorakoabdominalen, aortalen Eingriffen meistens höher ist als in Zentren, die große, über die Landesgrenze reichende Regionen versorgen (Schepens, 1994; Mastroberto,1999; Skupin,1989). Dies läßt sich möglicherweise dadurch erklären, daß Notfallpatienten in der Regel regional versorgt werden müssen. Bei annähernd gleicher Prävalenz solcher Notfälle bilden diese Patienten somit einen größeren Anteil am Gesamtkollektiv in regional versorgenden Kliniken als in überregionalen Gefäßzentren.

Die Verteilung der thorako-abdominalen Aortenaneurysmen in die vier Crawford-Gruppen von I 20%, II 30%, III 15% und IV 35% läßt sich mit derjenigen in großen Untersuchungen vergleichen (Svensson, 1993a; Kashyap, 1997; Schepens, 1994).

Das typische Muster an Begleiterkrankungen der Patienten mit einem thorakalen bzw. thorako-abdominalen Aortenaneurysma fand sich auch bei den hier untersuchten Patienten. Ein arterieller Hypertonus lag bei 82% der Patienten vor,

in allen größeren Untersuchungen liegt die Häufigkeit dieser Begleiterkrankung in einer ähnlichen Größenordnung bei ca. 80%. Übereinstimmend findet sich bei den meisten Patienten mit einem degenerativen Aneurysma eine multifokale Arteriosklerose mit dementsprechenden Begleiterkrankungen. Etwas häufiger als in anderen Studien war die COPD vertreten, mit 55% ist der Anteil relativ groß, in vielen Untersuchungen mit großen Patientenzahlen beträgt die Häufigkeit zwischen 15 und 35%, eine Abweichung, die auch an niedrigen Patientenzahlen liegen kann. Vergleichbar mit anderen Studien war der Anteil von Rauchern oder Ex-Rauchern (76%). Ebenso wird ein Anteil von 13% Patienten mit Niereninsuffizienz ähnlich hoch von anderen Autoren angegeben. Die koronare Herzerkrankung mit einer Häufigkeit von 32% ist eher häufig. Die Häufigkeit des Diabetes mellitus mit 13% gleicht den Angaben in anderen Untersuchungen (Crawford, 1986a; Elefteraides, 2000; Safi, 1998b; Safi, 1997; Svensson, 1991; Safi, 1999; Schwartz, 1996; Cox, 1992).

5.2 Technische Operationsergebnisse

5.2.1 Operationszeiten

Die Operationszeiten betragen für den thorako-abdominalen Aortenersatz im Median 321 Minuten (Range 164-537 Minuten) und beim thorakalen Aortenersatz 180 Minuten (Range 150-280 Minuten). Getrennt bewertet werden muß im vorliegenden Kollektiv bei grundsätzlich unterschiedlichem Operationsaufwand der Eingriff des offenen und endovaskulären thorakalen Aortenersatzes, siehe dazu Kapitel 4.7. Für den offenen thorako-abdominalen Aortenersatz beschreiben neuere Arbeiten ähnliche Operationszeiten (Cambria, 2002; Najibi, 2002).

5.2.2 Aortenabklemmzeiten

Es fand sich eine signifikante Korrelation der Operationszeit mit der Abklemmzeit ($p=0,022$). Die Abklemmzeit der Aorta betrug bei allen nicht-endovaskulär versorgten Patienten 48 ± 19 Minuten (Range 25 bis 110 Minuten). Die mediane Abklemmzeit beim thorako-abdominalen Aortenersatz betrug 50 Minuten, beim thorakalen Aortenersatz 35 Minuten. Crawford gab 1986 eine Meßbreite von 12-134 bei thorako-abdominalem Aortenersatz an und konnte mit längerer aortaler Abklemmzeit eine höhere 30-Tage-Letalität und ein häufigeres Auftreten neuromuskulärer Defizite verzeichnen (Crawford, 1986a). Ähnlich fand Schwartz 1996 ein besseres Gesamtüberleben der Patienten mit kürzerer Viszeralischämie

(Schwartz, 1996). Svensson errechnete 1993 ein mediane aortale Abklemmzeit von 43 Minuten bei einer Meßbreite zwischen 11 und 197 Minuten (Svensson, 1993a), auch in aktuelleren Arbeiten betragen die Abklemmzeiten noch im Mittel 60 Minuten (Coselli, 2000).

5.2.3 Reinsertion von Aortenästen

Einfluß auf die Operationszeit und auf die aortale Abklemmzeit nimmt insbesondere die Reinsertion von Aortenästen. Es wurden zur Errechnung der Gesamtsumme der Reinsertionen gleichwertig Interkostal-, Lumbal, Viszeral- bzw. Renalararterien zusammengezählt. Bei insgesamt 47% der offen operierten Patienten wurde mindestens ein Aortenast reinsertiert. Es zeigte sich eine positive Korrelation der Operationszeit mit der Anzahl der reinsertierten Aortenäste ($p=0,0007$). 17% ($n=5$) der offen operierten Patienten erhielten eine Insertion von Interkostalararterien, von denen wurden 4 mit distaler Perfusion operiert. Crawford führte 1986 ohne distale Perfusion bei 28% bzw. 4% von 605 Patienten eine Reinsertion von Interkostalararterien bzw. Lumbalararterien durch (Crawford, 1986a). Svensson berichtete über eine Reinsertionsrate von 45% bei 1509 Patienten, wobei 17% der Patienten mit distaler Perfusion operiert wurden (Svensson 1993a). Safi befürwortete zur Verringerung des ischämisch bedingten neurologischen Defizits eine sorgfältige Reinsertion aller noch offenen Aortenäste und stellte nach einer Untersuchung von 271 Patienten mit einer Abklemmzeit von mehr als 30 Minuten fest, daß adjuvante Maßnahmen wie distale Perfusion und Liquordrainage die Toleranz der Rückenmarkischämie signifikant verlängerten. Damit ist nach seiner Einschätzung die entscheidende Voraussetzung für den Operateur gegeben, alle notwendigen Anastomosen ohne Zeitdruck fertigen zu können (Safi, 1998b).

5.2.4 Subclaviatransposition

Im vorliegenden Kollektiv war in 28% Patienten vor offenem oder endovaskulärem solitär-thorakalen Aortenersatz eine Transposition der Arteria subclavia notwendig. Patienten mit thorako-abdominalen Aortenersatz waren davon nicht betroffen. Die Indikation zu diesem Eingriff wurde gestellt, wenn sich in der präoperativen Diagnostik gezeigt hatte, daß der Aneurysmahals für ein Clamping-Manöver, für die Anastomose oder für die Verankerung der Stentprothese zu kurz war. In anderen Untersuchungen findet sich für die Subclaviatransposition eine

ähnliche Häufigkeit zwischen 8 und 45% (Cambria, 2002; Grabenwoger, 2000; Mitchell, 1999; Greenberg, 2000; Cartes-Zumelzu, 2000).

5.2.5 Gabe von Fremdblutbestandteilen

Bis heute gibt es für Fremdblutbestandteile keinen gleichwertigen synthetischen Ersatz. Daher ist die Transfusion von Erythrozytenkonzentraten (EK), Thrombozytenkonzentraten (TK) und Fresh Frozen Plasma (FFP) in kreislauf- und gerinnungsrelevanter Blutungssituation immernoch eine unverzichtbare Therapieoption. Trotz hochentwickelter Operationstechnik, kürzerer Operationszeit, Einsatz von Cell-Savern zur intraoperativen Retransfusion von Eigenblut und besseren Behandlungsmöglichkeiten von Koagulopathien lassen sich auch unter modernem perioperativen Management bei großen Eingriffen mit Blutverlust Transfusionen nicht vermeiden (Schwartz, 1996). Die Anzahl der transfundierten Einheiten läßt sich als Parameter für das Ausmaß der Blutung, aber auch als Variable für den Krankheitsverlauf heranziehen. Große Studien zeigten eine Korrelation des intraoperativen Blutverlustes bzw. der Gabe von Fremdbluttransfusionen mit einer höheren Operationsletalität (Cox, 1992; Crawford, 1986a; Schwartz, 1996). Die Spannweite ist relativ breit, da bei langwierigen Verläufen mit oder ohne Revisionseingriffe, septischen Verläufen oder anderen Komplikationen nicht nur der intraoperative Blutverlust, sondern auch der postoperative Blutbedarf hoch sein kann.

Bei den 20 Patienten, die offen am thorako-abdominalen Aortenersatz operiert wurden, wurden durchschnittlich 23 Einheiten EK und 12 Einheiten FFP/TK transfundiert. Svensson gab in seiner Studie aus 1993 mit 1509 Patienten einen durchschnittlichen Bedarf von 7 Einheiten EK an, höher war jedoch der Bedarf für FFP und TK, die dort getrennt erfaßt wurden: durchschnittlich wurden 16 bzw. 20 Einheiten transfundiert, die Spannweite lag zwischen 0-132, bzw. 0 und 110 Einheiten (Svensson, 1993a). Kouchoukos verzeichnete einen Bedarf von 9,5 Einheiten EK. Dabei registrierte er separat den intra- und postoperativen Blutbedarf und gab jeweils eine Meßbreite von 0-13 bzw. 0-26 an. Dies entspricht den Resultaten anderer großer operativer Zentren (Kouchoukos, 1995; Svensson, 1993a; Schepens, 1994; Coselli, 1994). Schwartz publizierte über 58 am thorako-abdominalen Aortenaneurysma operierte Patienten einen EK-Bedarf von durchschnittlich 11 Einheiten (Range 2-47) und errechnete in der univariaten

Analyse eine Korrelation von geringeren Bluttransfusionsbedarf mit einem besseren Gesamtüberleben (Schwartz, 1996). Eine Kausalität muß nicht bestehen. Denkbar ist, daß ein erhöhter EK-Bedarf in einer schlechteren Gesamtsituation wie z.B. Ruptur, septischen Komplikationen oder bei Blutungskomplikationen besteht und eben dies die Ursache für ein schlechteres Gesamtüberleben ist.

Im vorliegenden Kollektiv fand sich kein Unterschied im Transfusionsbedarf zwischen den notfallmäßig und den elektiv operierten Patienten, bzw. zwischen den Patienten mit oder ohne Ruptur. Allerdings war der Bedarf bei Patienten mit MOV oder Blutung höher als bei Patienten ohne diese Komplikationen. Möglicherweise ist ein durchschnittlich höherer Bedarf im Kollektiv der thorako-abdominalen Aortenaneurysmen darin begründet, daß insbesondere in der Untergruppe der thorako-abdominalen Aortenaneurysmen eine relativ hohe Majorkomplikationsrate bestand.

Ein deutlicher Unterschied im Transfusionsbedarf ist bei endovaskulär versorgten Patienten zu erwarten. Auch im vorliegenden Kollektiv erhielten die endovaskulär operierten Patienten mit durchschnittlich 2 Einheiten deutlich weniger EK als die offen operierten Patienten mit 13 Einheiten. Durch das Ausbleiben der aortalen Gefäßöffnung sowie des großen chirurgischen Zugangs entfällt eine Hauptursache für die Notwendigkeit der Transfusion. Ebenso ist das Risiko der Nachblutung aus denselben Gründen seltener. Auch der sekundäre Transfusionsbedarf im Falle einer Nachblutung, Sepsis o.ä. läßt sich nur über die Komplikationsrate erklären. Darüberhinaus bringt der große chirurgische Zugang wiederum Komplikationen mit sich, die sekundär den Transfusionsbedarf bedingen. Natürlich gibt es auch präoperative Faktoren, die den Transfusionsbedarf unabhängig von dem chirurgischen Vorgehen beeinflussen: z.B. bei Vorliegen einer Ruptur mit akutem Blutverlust. In der vorliegenden Untersuchung war die Komplikationshäufigkeit des thorakalen offenen versus endovaskulären Aortenersatzes nicht signifikant unterschiedlich. Möglicherweise waren die Patientenzahlen zu niedrig, um Unterschiede aufdecken zu können.

5.2.6 Postoperative Behandlungszeiten

Die Dauer der postoperativen Beatmungszeit, katecholaminpflichtigen und intensivpflichtigen Behandlungszeit sowie die Krankenhausverweildauer betragen

für alle Patienten 4,5 Tage, 5 Tage, 7 Tage bzw. 22 Tage. Wenige Autoren geben hierbei genaue Zahlen an. Kouchokos aus Washington berichtete 1995 über ein Kollektiv von 51 Patienten mit thorakalen oder thorako-abdominalen Aortenersatz. Diese wurden im Median 4 Tage auf der Intensivstation überwacht bei einer Krankenhausverweildauer von 12 Tagen (Kouchoukos, 1995).

Die Anzahl an Behandlungstagen ist zweifellos nur eine ungenaue Größe, um den postoperativen Verlauf qualitativ zu beurteilen. Dennoch sind kürzere Behandlungszeiten ein Parameter für bessere postoperative Ergebnisse. Allerdings ist im Zuge des zunehmenden Kostendrucks im Gesundheitswesen die Tendenz der postoperativen Krankenhausverweildauern grundsätzlich stark rückläufig. Die Behandlungszeiten sowohl in Europa als auch in Nordamerika gehen aus diesen Gründen schon seit vielen Jahren zurück. Insofern spiegelt ein Rückgang der Behandlungszeiten nicht nur eine Verbesserung der postoperativen Ergebnisse wider. Schwartz berichtete über einen signifikanten Rückgang der postoperativen intensivpflichtigen, beatmungspflichtigen und Krankenhausbehandlungs-Dauer zwischen den Zeitperioden 1977-1987 und 1988-1994. Es sind jedoch auch Letalität und Morbidität zurückgegangen. Eine Korrelation der Behandlungszeiten mit dem Operationsergebnis ist daher evident (Schwartz, 1996).

Ein Unterschied der Krankenhausverweildauer zwischen dem offenen gegenüber dem endovaskulären Stentverfahren war in diesem Kollektiv signifikant. Überdies fand sich für sämtlich gemessene Behandlungszeiten ein signifikanter Unterschied zwischen dem endovaskulären und dem offenen Vorgehen. Daher scheint in erster Linie die durch den Zugang bedingte Morbidität entscheidend zur längeren Behandlungszeit beizutragen. Auch wenn die Unterschiede der Komplikationsraten eventuell wegen kleiner Fallzahlen kein Signifikanzniveau erreichten, war der Verlauf offenbar blander als bei den offenen Operationen. Eine Arbeitsgruppe aus Houston und Atlanta publizierte einen Vergleich von 18 endovaskulär mit 10 offen operierten Patienten. Die Krankenhausverweildauer betrug bei den stentoperierten Patienten durchschnittlich $6,2 \pm 3,3$ Tage versus $16,3 \pm 6,7$ Tage bei den offen operierten Patienten. Während nur 50% der Stentpatienten auf der Intensivstation behandelt werden mußten, war dies bei allen offen operierten Patienten notwendig (Najibi, 2002). Cartes-Zumelzu berichtete über eine mediane Krankenhausverweildauer von 10 Tagen bei 32

endovaskulär operierten Patienten (Cartes-Zumelzu, 2000). Ehrlich fand in einer vergleichenden Studie von 58 offen und 10 endovaskulär operierten Patienten eine ebenso signifikant kürzere Behandlungszeit der endovaskulär operierten Patienten sowohl für die Intensiv- als auch für die Krankenhausverweildauer (13 versus 4 Tage Intensivstation und 23 versus 10 Tage Krankenhausverweildauer) (Ehrlich, 1998).

Grundsätzlich liegen jedoch weder für das endovaskuläre Verfahren noch für den Vergleich der verschiedenen Operationsverfahren prospektive, randomisierte Studien vor. Diese zu implementieren erscheint zur Zeit auch noch schwierig, da die beiden Therapieoptionen nicht für alle Patienten gleichsam in Frage kommen. Das endovaskuläre Verfahren ist bisher nur bei einem begrenzten Patientenkreis einsetzbar, für einen thorako-abdominalen Aortenersatz kommt es zur Zeit noch nicht zum Einsatz. Während in einigen Studien nur Patienten endovaskulär operiert wurden, für die aufgrund eines schlechten Performancestatus die offene Operation zu gefährlich erschien („non-surgical-candidates“) (Taylor, 2001; Mitchell, 1999; Grabenwoger, 2000), berichteten andere Autoren später auch über endovaskuläre Operationen an weniger morbiden, elektiven Patienten (Heijmen, 2002; Orend, 2001).

Eine signifikant unterschiedliche postoperative Krankenhausverweildauer bestand in diesem Kollektiv zwischen dem thorakalen und dem thorako-abdominalen Aortenersatz (15,5 versus 29,5; $p=0,008$). Im Vergleich dieser beiden Gruppen waren auch die intensivpflichtige, beatmungspflichtige und katecholaminpflichtige Behandlungsdauer signifikant unterschiedlich zugunsten des thorakalen Aortenersatzes. Dies steht im Einklang mit einer höheren Komplikations- und insbesondere Majorkomplikationsrate des thorako-abdominalen Aortenersatzes.

5.3 Operationsletalität und Gesamtüberlebensanalyse

Die Gesamtletalität im Gesamtkollektiv betrug 18%. Zählt man den einen Patienten hinzu, welcher als Spätfolge des Eingriffs ein dreiviertel Jahr postoperativ starb, erhöht sich die Gesamtletalität 21%. Diese Rate liegt damit in etwa in dem Bereich, der für andere Kollektive angegeben wird. Crawford beschreibt 1986 in einer Untersuchung an 605 Patienten mit einem thorako-abdominalen Aortenaneurysma eine 30-Tage-Letalität von 9%. Zu diesen fast

neun Prozent traten jedoch weitere 25% „late deaths“ hinzu, so daß sich eine Gesamtletalität von 34% ergab (Crawford, 1986a). Geringer unterschieden sich bei Svensson die Angaben zur 30-Tage-Letalität (8%) von der Krankenhausletalität von 10% (Svensson, 1993a). Deutlicher ist dieser Unterschied bei Schepens in einer Arbeit über 88 Patienten mit thorako-abdominalen Aortenersatz. Er gibt eine 30-Tage-Letalität von 6% und eine Krankenhausletalität von 11% an (Schepens, 1994). Es muß berücksichtigt werden, daß infolge verbesserter intensivmedizinischer Therapieoptionen die 30-Tage-Letalität heutzutage nicht mehr der Gesamtletalität entspricht. Zwar konnte seit den Anfängen der thorakalen Aorten Chirurgie eine deutliche Verbesserung der Operationsergebnisse erzielt werden, die Letalität beträgt jedoch bei thorako-abdominalen Aortenersatz auch in großen Zentren noch immer ca. 10-30%, teilweise sogar bis 35% (Crawford, 1986a; Svensson, 1993a; Hollier, 1992; Coselli, 1994; Coselli 2002; Safi, 1997; Sandmann 1988; Cambria, 1989).

Verschiedene Faktoren haben einen Einfluß auf den postoperativen Ausgang. Bei notfallmäßig operierten Patienten ist die Letalität fast immer höher (Svensson, 1993a; Coselli, 2000; Cambria, 2002; Rectenwald, 2002). Für die Patienten im beschriebenen Kollektiv lag die Klinikletalität bei 33% bei notfallmäßig operierten Patienten, jedoch nur bei 12% bei den elektiv operierten Patienten. Dieser Unterschied war nicht signifikant, wahrscheinlich aufgrund der geringen Fallzahlen. Pressler und Namara stellten fest, daß sich die Operationsergebnisse allein zwischen 1980 und 1985 verbessert haben, weiterhin aber ein Unterschied zwischen den elektiv und den notfallmäßig operierten Patienten besteht: Nach wie birgt der notfallmäßig durchgeführte Eingriff eine höhere Letalität von 16% gegenüber 5% bei den elektiv operierten Patienten (Pressler, 1985). Schepens berichtet über einen Unterschied von 7% zu 28%, Cox sogar 15% zu 63% (Cox, 1992). Die meisten großen Untersuchungen beschreiben Kollektive mit thorako-abdominalen Aortenersatz. Die Ergebnisse des rein-thorakalen Aortenersatzes ist die Letalität meist in einer ähnlichen Größenordnung. In einer Arbeit über 110 solitär thorakale Aortenoperationen berichten Skupin und Mitarbeiter über eine Letalität von insgesamt 35%, die bei Patienten zwischen 60 und 70 Jahren sogar bei 60% lag (Skupin, 1990). Mastroberto beschrieb 1999 über 19 notfallmäßig operierten Patienten eine 30-Tage-Letalität von 42%. Bei Skupin betrug die Letalität der notfallmäßig operierten Patienten bis 1990 sogar 52% (Skupin, 1990).

Ursache für die höhere Letalität notfallmäßig operierter Patienten ist der schlechte Ausgangsstatus. Meistens wird eine dringliche Indikation im Falle einer instabilen Aneurysmasituation gestellt, wie sie sich zum Beispiel bei einer Ruptur oder Dissektion findet. Diese kann häufig lebensbedrohlich werden. Symptome sind in der Regel Schmerzen und eine instabile Kreislaufsituation. Folglich findet sich eine höhere Letalität nicht nur bei notfallmäßig operierten Patienten. Im vorliegenden Kollektiv war eine Dissektion mit einer höheren Letalität assoziiert, was durch andere Untersuchungen bestätigt wird (Safi, 1998_b). Auch das Vorliegen einer gesicherten, vermuteten oder drohenden Ruptur geht oft mit einer höheren Letalität einher (Svensson, 1993_b; Cambria, 1997). Unter den hier untersuchten Patienten konnten weder das Alter noch das Vorliegen einer Ruptur, Symptomatik oder die Einstufung in einen Crawfordtyp als signifikanter Überlebensfaktor herausgearbeitet werden. Demgegenüber war jedoch die präoperative Einstufung eines Patienten in eine höhere ASA-Klassifikation mit einer höheren Letalität assoziiert. Die ASA-Klassifikation ist damit offenbar auch ohne Berücksichtigung des spezifischen Krankheits- und Operationsrisikos ein Kriterium, welches zur Abschätzung des individuellen Risikos mit herangezogen werden sollte, da neben der Operationsdiagnose auch die aktuelle kardiopulmonale Stabilität berücksichtigt wird.

Die insgesamt relativ hohe Letalitätsrate läßt sich vermutlich nicht nur auf die Invasivität der konventionellen Operation zurückführen. Auch die Letalitätsraten der endovaskulär versorgten Patienten liegen bei bis zu 25% (Mitchell, 1999; Taylor, 2001; Orend, 2001; Cartes-Zumelzu, 2001; Greenberg, 2000; Bortone, 2001).

Dies hängt damit zusammen, daß nicht nur die Operation, sondern auch das typische Muster an Begleiterkrankungen das Letalitätsrisiko bestimmt. Svensson stellte schon 1992 fest, daß das aus Komorbidität resultierende Risiko kaum zu reduzieren ist und daher eine weitere Verbesserung der Operationsergebnisse durch technische Weiterentwicklungen zunehmend schwieriger zu erreichen sein wird (Svensson, 1992). Verschiedene prädiktive Faktoren wurden für ein schlechteres Überleben ermittelt: Das Alter als prädiktiver Risikofaktor wurde von Coselli und Skupin herausgearbeitet. Dabei unterschied Skupin Patienten mit einem Alter von über bzw. unter 60 Jahre, Coselli ermittelte ein sukzessive

zunehmendes Risiko bei ansteigendem Alter (Coselli, 2000; Skupin, 1989). Unter den weiteren präoperativ erhobenen Variablen war in vielen Publikationen außerdem das Vorhandensein einer COPD (Crawford 1986a; Svensson, 1993a; Svensson, 1991) sowie einer Einschränkung der Nierenfunktion (Coselli, 2000; Svensson, 1993a; Acher, 1994; Hines 1994; Crawford, 1986a) mit einer höheren Letalität verbunden.

Im vorliegenden Kollektiv konnte nur für das Vorliegen einer Niereninsuffizienz ein Trend für ein erhöhtes Letalitätsrisiko ermittelt werden. Andere Faktoren wie COPD, Diabetes mellitus, koronare Herzerkrankung oder höheres Lebensalter konnten als negative Einflußfaktoren auf die postoperative Letalität hier nicht bestätigt werden, was möglicherweise auf die geringen Fallzahlen zurückzuführen sein dürfte.

Hinsichtlich der Operationstechnik sind die Dauer der aortalen Abklemmzeit und der Einsatz eines protektiven Bypass die wichtigsten prädiktiven Faktoren (Svenson, 1993b; Bigioli, 1999; Cooley, 2000; Cambria, 1997; Crawford, 1986a). Dies liegt am Umstand, daß beide Kriterien die Häufigkeit der Paraplegie und anderer Ischämie-bedingter Komplikationen und damit sekundär die Letalität beeinflussen. Im vorliegenden Kollektiv konnte ein signifikanter Unterschied zwischen den Patienten, die mit oder ohne einen Bypass operiert wurden, nicht festgestellt werden. Ebenso konnte eine Korrelation der Abklemmdauer mit der Letalität nicht ermittelt werden, wenn ein cut-off der Abklemmzeit bei 30 min festgesetzt wurde. Allerdings ergab sich bei der Abklemmzeit ein Trend: Lag die Letalität der Patienten mit einer Abklemmzeit unter 30 min bei 0%, so betrug die Letalität der anderen Patienten 32%. Wegen kleiner Fallzahlen war dieser Unterschied jedoch nicht signifikant. Dabei muß berücksichtigt werden, daß die Abklemmzeit derjenigen Patienten, die mit protektivem Bypass operiert wurden, meistens länger ist als bei den Patienten, die keinen Bypass erhalten haben. Safi beschrieb 1998, daß die Protektion, die durch einen Bypass erreicht wird, für den Operateur den Vorteil bringt, nicht übereilt die Anastomose der Aorta und der zu reimplantierenden Aortenabgänge fertigen zu müssen (Safi, 1998).

Der thorakale Aortenersatz war mit einer Letalität von 11% verbunden, der thorako-abdominale Aortenersatz mit einer Letalität von 25%. Ein signifikanter Unterschied ergab sich jedoch nicht. Auch der Unterschied zwischen den

Patienten, bei denen im Zusammenhang mit dieser Operation primär oder sekundär eine Splenektomie durchgeführt worden war, war nicht signifikant.

Renale, pulmonale und kardiale Komplikationen nehmen einen wesentlichen Einfluß auf den postoperativen Verlauf und stellen die häufigsten Ursachen für die perioperative Letalität. Für ausführliche Erläuterungen sei auf das Kapitel Morbidität verwiesen.

Untersucht man die Faktoren, die im langfristigen postoperativen Verlauf mit einem schlechteren Gesamtüberleben für die Patienten verbunden sind, so fanden sich in der univariaten Kaplan-Meier-Analyse folgende präoperative Faktoren: die Dissektion, eine schlechtere ASA-Klassifikation, der notfallmäßig durchgeführte Eingriff, das Vorliegen einer COPD und das Vorliegen einer Niereninsuffizienz. Diese sind die Variablen, die schon im unmittelbar postoperativen Verlauf mit einer höheren Letalität einhergehen und wahrscheinlich dadurch auch einen negativen Einfluß auf die Gesamtüberlebensrate nehmen. Präoperative Nikotinabstinenz und die medikamentöse Verbesserung der Lungenfunktion für Patienten mit einer COPD gehen mit einer signifikanten Verbesserung des Gesamtüberlebens einher (Svensson, 1991). Somit kann über eine Verbesserung der Ausgangsbedingungen möglicherweise Einfluß auf die Überlebenschancen genommen werden.

Andere operative Faktoren bzw. Ereignisse im postoperativen Verlauf führen zwar nicht unmittelbar zu einer höheren postoperativen Letalität, verschlechtern aber die Gesamtüberlebenschance. Dazu gehörten in der vorliegenden Untersuchung Splenektomie, neurologische Komplikationen mit Beteiligung des zentralen Nervensystems, Langzeitbeatmung, septische Komplikationen und Multiorganversagen. Neurologische Komplikationen mit ZNS-Beteiligung sind irreversible Komplikationen, die häufig die Lebenserwartung ungünstig beeinflussen.

Die anderen genannten Komplikationen wie Multiorganversagen, Langzeitbeatmung und Sepsis stehen für sehr langwierige Verläufe, die eine vollständige Erholung erschweren und damit zu einer schlechteren Lebenserwartung führen.

Die 1-Jahresüberlebensrate betrug für alle Patienten 76% und liegt damit in etwa in der Größenordnung anderer Kollektive. Svensson gab für 832 Patienten eine 1-Jahresüberlebensrate von 82% an (Svensson, 1993b), Crawford fand eine Rate von 58% (Crawford, 1991), Coselli publizierte 2000 eine 1-Jahresüberlebensrate von 89% bei 1220 Patienten (Coselli, 2000). Kürzlich berichtete Rectenwald über ein 1-Jahresüberleben von 67% unter 101 Patienten, die offen am thorako-abdominalen Aortenersatz operiert worden waren (Rectenwald, 2002). Dabei muß berücksichtigt werden, daß die in der vorliegenden Untersuchung bewerteten Patienten über einen relativ langen Untersuchungszeitraum von 13 Jahren zusammengefaßt wurden und in dieser Zeit Veränderungen der Operationsmethoden die Prognose verbesserten. Schwartz konstatierte in einer Studie mit 58 Patienten, daß das spätere Operationsjahr der einzig unabhängige Prädiktor für ein besseres Überleben war (Schwartz, 1996).

Die 2- und 5-Jahresüberlebensrate betrug 68 und 52%. Auch diese Zahlen sind ähnlich wie in anderen Publikationen. Eine Arbeitsgruppe um Schepens fand eine 2-Jahresüberlebensrate von 78% und eine 5-Jahresüberlebensrate von 54% (Schepens, 1994), Schwartz berichtete ein 5-Jahresüberlebensrate von 50% (Schwartz, 1996). In einer großen Untersuchung von Crawford aus dem Jahr 1986, in der er die Ergebnisse über 605 Patienten publizierte, betrug die 5-Jahresüberlebensrate 60% (Crawford, 1986a), Coselli veröffentlichte in einer aktuelleren Arbeit ein 6-Jahresüberleben von 63% (Coselli, 2000). Schlechter war die Überlebensrate bei 117 Patienten mit rupturierten Aneurysmen, Crawford fand dort eine 5-Jahresüberlebensrate von 28%. Auch der notfallmäßig durchgeführte Eingriff und das Vorliegen einer Dissektion bringen nicht nur eine höhere Komplikationsrate mit sich, sondern gehen auch mit einem schlechteren Gesamtüberleben einher (Cox, 1992; LeMaire, 2002; Crawford, 1986a; Gilling-Smith, 1995)

Entscheidend bei der Indikationsstellung zum operativen Aortenersatz ist der Vergleich zwischen Operationsrisiko und natürlichem Verlauf: Für nicht operierte Patienten mit einem thorakalen Aortenaneurysma beträgt die 1-Jahresüberlebensrate zwischen 39-52%, die 5-Jahresüberlebensrate nur noch 13-19% (Pitt,1997). Crawford publizierte über den natürlichen Verlauf des thorako-abdominalen Aortenaneurysma eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 24% nach 2 Jahren und 19% nach 5 Jahren (Crawford, 1986b). Elefteriades berichtete 2002

über eine retrospektive Analyse von 1600 Patienten mit thorakalem Aortenaneurysma oder Dissektion, deren natürlicher Verlauf beobachtet worden war. Demnach beläuft sich das Risiko, eine tödliche Komplikation des Aneurysmas zu erleiden, ab einem maximalen Querdurchmesser der Aorta descendens von 6 cm auf 14% pro Jahr.

Zusammenfassend kann mit dem thorakalen bzw. thorako-abdominalen Aortenersatz trotz einer erheblichen perioperativen Morbidität eine Verbesserung der Prognose für die betroffenen Patienten erreicht werden. Ob auch in Zukunft die Stentversorgung bei geringerer Letalität eine dauerhafte funktionelle Aneurysmaausschaltung erreichen kann, wird Inhalt weiterer Studien sein müssen.

5.4 Operationsmorbidity

Der thorakale und der thorako-abdominale Aortenersatz bergen ein hohes Risiko für schwere Komplikationen.

Ursache für die meisten Aneurysmen ist die Arteriosklerose, welche nicht nur die Aorta betrifft, sondern im Rahmen der generalisierten Erkrankung der gesamten arteriellen Strombahn zu einer Kompromittierung auch der abhängigen Organsysteme führen kann. Außerdem trägt eine präoperativ vorhandene Erkrankung des Gefäßsystems, welche sich als koronare Herzerkrankung oder Nierenarterienstenose manifestieren kann, zu postoperativen Folgeschäden bei. Dazu gehören Myokardinfarkte, Herzrhythmusstörungen, cerebrale Durchblutungsstörungen und Nierenversagen (Coselli, 2000). Umstände wie der notfallmäßig durchgeführte Eingriff, das Vorliegen einer Ruptur oder einer Dissektion führen ebenfalls zu einer höheren Komplikationsrate (Cambria, 1997; Hines, 1994; Schepens, 1994).

5.4.1 Gesamtkomplikationsrate

In unserem Kollektiv fanden wir eine Komplikationsrate von 82%, wenn man alle Major- und Minorkomplikationen zusammenfaßt. Ähnlich Ergebnisse fand Cox in einer Untersuchung an 129 Patienten mit thorako-abdominalen Aortenersatz (Cox, 1992). Die Häufigkeit aller nicht-tödlicher Komplikationen betrug hier 67%, die Letalität 35%. Rectenwald gab bei 101 am thorakalen Aortenaneurysma operierten Patienten eine postoperative Komplikationsrate von 77% an. Im vorliegenden Kollektiv betrug die Majorkompliationsrate 63%. Der thorako-

abdominale Aortenersatz war mit 80% versus 44% mit einer signifikant höheren Komplikationsrate besetzt als der thorakale Aortenersatz.

Die endovaskuläre Operation geht in den meisten Studien - bei meist kleineren Patientenzahlen - mit einer deutlich niedrigeren Majorkompliationsrate einher. In der vorliegenden Untersuchung konnte ein signifikanter Unterschied weder in der Gesamt- noch in der Majorkompliationsrate für die endovaskulär operierten Patienten aufgezeigt werden. Bei Cartes-Zumelzu fand sich bei 32 Patienten eine Komplikationsrate von 19% (Cartes-Zumelzu, 2000), bei Cambria zeigte sich bei 28 Patienten eine Rate nicht-tödlicher Komplikationen von 28% (Cambria, 2002). Orend gab bei 52 operierten Patienten eine für renale, kardiale und pulmonale Komplikationen zusammengefasste Rate von 23% an (Orend, 2001). Nicht miteingerechnet sich dabei jedoch verfahrensspezifische Komplikationen wie Stentmigration, Endoleak oder Komplikationen beim Zugangsweg.

Eine hohe Rate an Majorkomplifikationen wird im wesentlichen durch die Komorbidität und die Komplexität des Eingriffs bedingt. Cambria definierte Majorkomplifikationen als folgende Ereignisse: Myokardinfarkt, kardiale Arrhythmie, katecholaminpflichtige Linksherzinsuffizienz, instabile Angina pectoris, Beatmung über 72 h, Reintubation, Rückverlegung auf die Intensivstation, röntgenologisch dokumentierte Pneumonie, postoperative Dialyse oder Hämofiltration, postoperatives Serumkreatinin über 3,0 mg/dl oder bei einem Ausgangswert von mehr als 1,8 mg/dl mindestens Verdoppelung des Wertes (Cambria, 1997; Cambria, 2002). Er fand eine Rate an Todesfolge oder Majorkomplifikationen von 44%. Coselli definierte in einer Publikation den Begriff „ungünstiger Ausgang“, um Komplikationen wie Todesfolge, Paraplegie, Paraparese, Schlaganfall oder dialysepflichtige Niereninsuffizienz zusammenzufassen und fand eine Häufigkeit von 22% (Coselli, 2000). Die relativ große Häufigkeit an Majorkomplifikationen in der vorliegenden Untersuchung erklärt sich durch verschiedene Gründe: Der hier verwendete Begriff Majorkomplifikation erfaßt durchaus nicht nur das Endergebnis der Operation im Sinne eines ungünstigen Ausgangs, sondern schließt einen komplizierten Verlauf, unabhängig vom Endergebnis, mit ein. Im Zusammenhang mit Angaben über postoperative Behandlungszeiten (s.o.) kann somit ein realistisches Bild des komplikationsträchtigen Eingriffs wiedergegeben werden. Außerdem werden unter diesem Begriff alle Komplikationen unterschiedlicher Genese zusammengefaßt. Eine getrennte Erfassung von Komplikationen

unterschiedlicher Organsysteme ist dann notwendig, wenn durch gezielte Verbesserungen dieser Organfunktionen ein besseres Gesamtergebnis erwartet wird. Für die Einschätzung des Operationsrisikos erscheint jedoch eine Zusammenfassung verschiedener Komplikationen sinnvoll.

5.4.2 Kardiale Komplikationen

Kardiale Komplikationen wie Myokardinfarkte aber auch maligne Herzrhythmusstörungen sind häufig Ursache für die Frühletalität (Coselli, 2002; Crawford, 1986a; Schepens, 1994.) Bei einer häufigen arteriosklerotischen Degeneration der Aortenwand und oft bereits präoperativ bekannter koronarer Herzerkrankung stellt die kardiale Funktion a priori bei vielen Patienten einen Schwachpunkt der intraoperativen kardiopulmonalen Funktion dar. Ähnlich wie in fast allen großen Untersuchungen war im vorliegenden Patientenkollektiv bei einem hohen Anteil der Patienten eine koronare Herzerkrankung oder zumindest ein arterieller Hypertonus bekannt.

Die Rate kardialer Komplikationen wie Herzrhythmusstörungen oder Myokardinfarkte betrug 26%. Schepens fand unter 88 Patienten 23% katecholaminpflichtige kardiale Funktionsstörungen, außerdem 13% späte Todesfälle aufgrund kardialer Komplikationen (Schepens, 1994). Svensson beschreibt in seiner Analyse von 1509 Patienten 12% kardiale Komplikationen (Svensson, 1993a). Coselli untersuchte 442 Patienten nach thorako-abdominalem Aortenaneurysmaersatz und fand eine Häufigkeit kardialer Komplikationen von 16%, in einer anderen Analyse beschreibt er kardiale Komplikationen mit 12% als zweithäufigste Todesursache nach dem Multiorganversagen (Coselli, 2002; Coselli, 2000). Cambria beschreibt eine Häufigkeit von 10% (Cambria, 1997). Crawford nennt kardiale Komplikationen bei 44% der früh gestorbenen Patienten als Todesursache (Crawford, 1986a), die 605 untersuchten Patienten waren ohne Bypass operiert worden.

Zum Zeitpunkt des Abklemmens der Aorta wird durch den plötzlichen Anstieg des Auslaßwiderstandes (Afterload) die kontraktile Funktion des Herzen einer extremen Belastung ausgesetzt. Jedoch nicht nur die Unterbrechung der aortalen Perfusion, sondern insbesondere auch das sog. Declamping-Manöver ist eine erhebliche Streßsituation. Mithilfe einer hochdifferenzierten anästhesiologischen

Führung muß eben so viel Volumen vorgegeben sein, daß unmittelbar vor dem Decalmping nach erfolgtem Aortenersatz keine kardiale Dekompensation eintritt. Während des Declampingmanövers führt das akute Absinken des Afterloads zu einer Belastung durch raschen Anstieg der Herzfrequenz und Blutdruckabfall. Dies ist der kritische Moment, in dem vor allem bei vorgeschädigten Koronarien Herzrhythmusstörungen oder Myokardinfakte mit möglicher Herzinsuffizienz bis zum Herzversagen eintreten können. Hinzu tritt die kardiale Belastung durch das Anfluten hypoxiebedingter, toxischer Mediatoren aus der Peripherie, die nach der Abklemmphase ausgeschwemmt werden. Mehrere Autoren konnten zeigen, daß dieses Problem durch einen Bypass, der während der Abklemmphase die arterielle Versorgung der unteren Körperhälte aufrechterhält, günstig beeinflusst werden kann (Sandmann, 1995; Schepens, 1999; Camerota, 1995; Ouriel, 2003). Die Patienten, die vor thorako-abdominalem Aortenersatz einen Bypass erhalten hatten, wiesen mit 15% signifikant weniger kardiale Komplikationen auf als die Patienten ohne Bypass, von denen 71% kardiale Komplikationen erlitten, so daß sich die kardioprotektive Wirkung des Bypass auch in der vorliegenden Untersuchung bestätigen ließ.

Eine Dekompensation der kardialen Funktion im postoperativen Verlauf ist jedoch auch häufig der Endpunkt anderer schwerwiegenden Komplikationen wie Sepsis oder Multiorganversagen. In diesen Fällen ist eine Trennung kardialer Komplikationen von anderen Komplikationen schwierig.

5.4.3 Pulmonale Komplikationen

Pulmonale Komplikationen stellen in vielen Arbeiten den größten Anteil (ca. 40-60%) postoperativer Probleme bei offenem thorako-abdominalen Aortenersatz und sind hier im Vergleich zur anderen chirurgischen Eingriffen überproportional häufig (Cain, 1979; Diehl, 1983; Svensson, 1991; Crawford 1986_{a,b}; Svensson, 1990; Cambria, 1997; Coselli, 2002). Der Begriff faßt jedoch alle ätiologisch unterschiedlichen Komplikationen zusammen, die irgendeinen negativen Einfluß auf die Lungenfunktion nehmen können: Atelektasen, ARDS (Adult respiratory distress syndrome), Pleuraerguß, Zwerchfellhochstand bzw- lähmung, Aspiration, Pneumothorax und Hämatothorax (Svensson, 1993). Pulmonale Komplikationen traten in unserem Patientengut mit einer Häufigkeit von 42% ein. Darunter waren jedoch 7 Patienten mit Pneumonie oder Pleuraerguß. Diese Komplikationen treten bei offenem thorako-abdominalen Zugang allerdings fast regelhaft ein und führen nicht zu einer chronischen pulmonalen Schädigung. Andere pulmonale

Komplikationen waren Lungenarterienembolie, Hämatothorax, Thoraxwandinfekt und pulmonale Insuffizienz bei chronischer Vorschädigung.

Postoperative pulmonale Komplikationen sind wiederum die Ursache für eine signifikante nicht-pulmonale Morbidität in der postoperativen Phase. Umgekehrt können auch nicht-pulmonale Komplikationen in einer Verschlechterung der Lungenfunktion resultieren. Svensson fand mit verlängerter Beatmungsdauer eine Zunahme sekundärer Komplikationen wie Sepsis und Todesfolge (Svensson, 1991). Auch in unserem Patientenkollektiv war Langzeitbeatmung mit einem schlechteren Überleben assoziiert. Dabei wurde eine Beatmungsphase von mehr als 7 Tagen als Langzeitbeatmung definiert, wohingegen Svensson schon eine Beatmungsdauer von mehr als 48 h als Langzeitbeatmung definierte. Allerdings stieg in dieser Studie die Letalität erst ab dem 8. beatmungspflichtigen Tag progressiv an. Damit bestätigte er, daß die Langzeitbeatmung nicht nur ein Parameter für pulmonales Versagen ist, sondern auch einen wichtigen ätiologischen Faktor für andere schwerwiegenden Komplikationen mit sekundärer pulmonaler Erschöpfung darstellt.

Die Ursache für pulmonale Komplikationen ist multifaktoriell. Ein Grund für die Beeinträchtigung der Lungenfunktion ist durch den ausgedehnten Zugangsweg beim offenen Vorgehen begründet, welcher wiederum häufig eine Parese des linken Hemidiaphragmas zur Folge haben kann. Deshalb wird zur Schonung des Nervus phrenicus die zirkuläre Zwechfelldurchtrennung der radiären bevorzugt. Nicht nur durch die Abkoppelung der linken Lunge von der Beatmung, sondern auch durch das operative Trauma während der Aortenrekonstruktion, unterliegt die Lunge einer außergewöhnlichen Belastung, die das Risiko postoperativer pulmonaler Komplikationen deutlich erhöht. Ähnlich hohe Raten pulmonaler Komplikationen wie beim thorakalen Aortenersatz fanden sich in Untersuchungen an Patienten, die einem kardiovaskulärem Eingriff unterzogen wurden (Cain, 1979). Auf eine Schonung des Phrenikusnerves zur Erhaltung der vollständigen Entfaltung der Lunge sollte daher besonders geachtet werden (Coselli, 2002).

Eine niedrigere Rate pulmonaler Komplikationen liegt bei endovaskulärem Vorgehen vor. In der Gruppe der offen operierten Patienten mit thorakalem Aortenaneurysma sahen wir 44% pulmonale Komplikationen gegenüber 11% bei den endovaskulär operierten, dieser Unterschied war aufgrund der kleinen Fallzahl nicht signifikant. Bei den Patienten mit thorako-abdominalen

Aortenersatz, die alle offen operiert wurden, fand sich eine Gesamtrate pulmonaler Komplikationen von 55%. Insgesamt wird dadurch bestätigt, daß der offene Zugang mit einer hohen Rate pulmonaler Komplikationen einhergeht. In einer großen Untersuchung an 1414 Patienten wurden als unabhängige Prädiktoren für ein postoperatives Lungenversagen folgende Faktoren gefunden: chronische Lungenerkrankung, Raucherstatus, kardiale und renale Komplikationen (Svensson, 1991). Andere Autoren fanden ebenso eine positive Korrelation der Häufigkeiten postoperativer pulmonaler Komplikationen mit präoperativer COPD (Cambria, 1997). Im vorliegenden Kollektiv konnte dies bestätigt werden: Pulmonale Komplikationen fanden sich bei 75% der Patienten mit COPD im Vergleich zu 25% der Patienten ohne COPD. Die COPD wird in fast allen größeren Untersuchungen als unabhängiger Faktor für eine erhöhte Todesrate herausgearbeitet (Svensson, 1993a; Svensson, 1992; Crawford 1986a). Dies konnte auch in unseren Patienten in der Kaplan-Meier Analyse bestätigt werden. 76% in unserem Patientenkollektiv waren Raucher oder Ex-Raucher, bei 55% bestand präoperativ eine chronisch-obstruktive Lungenerkrankung. Hier besteht ein schlüssiger Zusammenhang, da der Nikotinabusus sowohl in der Pathogenese der Arteriosklerose als auch der chronisch-obstruktiven Lungenerkrankung eine ursächliche Rolle spielt. Es konnte in mehreren Arbeiten gezeigt werden, daß die präoperative Verbesserung der Lungenfunktion mit einem besseren postoperativen Ergebnis einhergeht (Cambria, 1997).

5.4.4 Renale Komplikationen

Renale Komplikationen bilden eine weitere große Gruppe postoperativer Komplikationen vor allem beim thorako-abdominalem Aortenersatz, weniger beim thorakalen Aortenersatz. Im vorliegenden Patientenkollektiv betrug die Häufigkeit aller renaler Komplikationen 26%. Diese waren mit 45% bei den thorako-abdominal operierten signifikant häufiger als 6% bei den nur thorakal operierten Patienten. Die Notwendigkeit der Dialyse oder Hämofiltration in der postoperativen Phase war bei insgesamt 13% gegeben. Auch hier war der Unterschied zwischen dem thorako-abdominalen Aortenersatz und dem thorakalen Aortenersatz signifikant. Auch Svensson fand signifikant weniger renale Komplikationen nach thorakalem Aortenersatz als bei ausgedehnterem Aortenersatz (Svensson, 1993). In anderen großen Serien über thorako-abdominalen Aortenersatz werden - bei unterschiedlichen Definitionen für Niereninsuffizienz - Raten für renale

Komplikationen zwischen 6,5% und 57% beschrieben. Dialysepflichtige Komplikationen traten zwischen 3 und 27% auf (Kashyap, 1997; Safi, 1996; Svensson, 1993a; Svensson, 1993b; Crawford 1986a; Cox, 1992; Schepens, 1994; Coselli, 2000). Der Aortenabschnitt, aus dem die Nierenarterien entspringen, ist beim thorako-abdominalen Aortenaneurysma Crawford II, III und IV in das Aneurysma miteinbezogen. Die Gefäßwandveränderungen gehen daher fast immer auf die Renalarterien über und führen meist zu einer Einschränkung der Nierenfunktion. Die damit notwendige Rekonstruktion der Nierenarterienabgänge ist mit einer längeren Organischämie verbunden, auf die die Nieren besonders empfindlich reagieren. In fast allen Studien ist die präoperativ eingeschränkte Nierenfunktion der wichtigste unabhängige, prädiktive Faktor für postoperative Niereninsuffizienz (Svensson, 1993a; Safi, 1996; Kashyap, 1997). In der vorliegenden Untersuchung betrug die Häufigkeit renaler Komplikationen 50% bei den Patienten mit bereits präoperativ eingeschränkter Nierenfunktion und 22% bei den übrigen Patienten. Das Signifikanzniveau wurde bei niedrigen Fallzahlen nicht erreicht.

Andere Einflußgrößen auf postoperative renale Komplikationen sind höheres Alter (Svensson, 1993a; Schepens, 1994) oder das Vorliegen einer Ruptur (Schepens, 1994). Zusätzlich werden die Nieren durch die intraoperative Ischämie während der Abklemmphase erheblich belastet. Mehrere Autoren fanden eine Assoziation zwischen einer längeren aortalen Abklemmzeit und dem Auftreten postoperativer renaler Komplikationen (Kashyap, 1997; Safi, 1997; Svensson, 1993a). Diese Beobachtung wurde allerdings in dieser Untersuchung nicht bestätigt. Adjuvante Maßnahmen zur Verkürzung der Ischämiezeiten bzw. der retrograden Perfusion während der Abklemmphase (Bypass) oder die Perfusion mit gekühlten Infusionslösungen und diuretisch wirkenden Medikamenten konnten die Rate renaler Schädigungen in einigen Untersuchungen verringern (Safi, 1996; Svensson, 1993b), blieben jedoch in anderen Arbeiten ohne positiven Einfluß (Schepens, 1994). Die protektive Bypassanlage ging im vorliegenden Patientenkollektiv nicht mit einer niedrigeren Rate renaler Komplikationen einher. Allerdings fanden sich keine renalen Komplikationen bei den Patienten mit endovaskulärem Aortenersatz. Dadurch wird die Annahme gestützt, daß ein kausaler Zusammenhang zwischen der intraoperativen Ischämie und der Schädigung der Nierenfunktion besteht.

Postoperative renale Komplikationen (vor allem dialysepflichtige renalen Komplikationen) sind eng mit einer höheren Letalität korreliert (Kashyap, 1997; Safi, 1996; Cox, 1992; Crawford, 1986a; Cambria 1997). Auch im vorliegenden Patientenkollektiv war dies der Fall: 40% der Patienten mit renalen Komplikationen starben im weiteren Verlauf gegenüber 11% der Patienten ohne renale Komplikationen. Ein signifikanter Unterschied bestand allerdings nur für schwerwiegendere Nierenfunktionsstörungen. Von den Patienten mit einer postoperativen dialysepflichtigen Niereninsuffizienz starben 60% gegenüber 14% der Patienten ohne diese Komplikationen. Ähnliche Zahlen werden aus großen Kohorten berichtet (Safi, 1996; Cox, 1992; Schepens, 1994). Die Möglichkeiten der Nephroprotektion sollten daher weiter verbessert werden, um so einen positiven Einfluß auf den Gesamtverlauf zu nehmen.

5.4.5 Splenektomie

Die Splenektomie wurde im vorliegenden Kollektiv bei insgesamt 37% Patienten durchgeführt, dies entspricht einer Häufigkeit von 70% der thorako-abdominal operierten Patienten. Bei rein thorakalem Aortenersatz war die Splenektomie nicht erforderlich. Notwendig war dies bei bedrohlichen Milzparenchymverletzungen, die eine erhöhte Nachblutungsgefahr - vor allem im Zusammenhang mit einer Adhäsio lyse – mit sich bringen. In anderen Studien, bei denen im Rahmen eines Viszeraleingriffs gleichzeitig eine Splenektomie durchgeführt wurde, zeigte sich, daß postoperative, insbesondere septische Komplikationen bei den splenektomierten Patienten häufiger vorkommen (Schmidt, 2000). In unserem Patientengut zeigte sich in der univariaten Analyse ein signifikanter Überlebensvorteil in der Kaplan-Meier-Analyse für die Patienten, bei denen keine Splenektomie durchgeführt worden war. Septische Komplikationen waren jedoch nicht signifikant häufiger bei den Patienten mit Splenektomie. Es scheint daher, daß die Splenektomie nicht unbedingt die Ursache für eine höhere Letalität darstellt, sondern vielmehr eine Folge möglicherweise präoperativ bestehender ungünstiger Ausgangslage sein könnte.

5.4.6 Multiorganversagen

Das Multiorganversagen (MOV) als maximale Ausprägung der Organdekompensation kam im vorliegenden Kollektiv in einer Häufigkeit von 18% vor. Dabei handelt es sich um ein sehr komplexes Krankheitsbild, welches mit

einer hohen Letalität verbunden ist und nur unter maximaler intensivmedizinischer Behandlung beherrscht werden kann. Insbesondere der Eingriff des kombinierten thorako-abdominalen Aortenersatzes mit Zweihöhleneingriff birgt dafür ein relativ hohes Risiko. In dieser Untersuchung trat das MOV mit einer Häufigkeit von 30% beim thorako-abdominalen Aortenersatz und 6% bei thorakalen Aortenersatz ein. Das MOV stellte beim thorako-abdominalen Aortenersatz die Hauptursache für den postoperativen Tod dar: Bei 3 von 5 gestorbenen Patienten war die Todesursache MOV. Von den Patienten mit thorakalen Aortenersatz starb keiner im MOV. Eine ähnliche Häufigkeit fanden andere Autoren. Coselli beschrieb für 64%, Cox für 56% der gestorbenen Patienten das MOV als Todesursache (Coselli, 2000; Cox 1992). Dies gründet nicht nur auf den Komplikationen, die der Aortenersatz an sich mitbringt. Auch die Komorbidität durch den Zweihöhleneingriff mit offener Thorako- und Laparotomie kann postoperativ zu einer Einschränkung der Beweglichkeit, Schmerzen und Darmatonie mit nachfolgenden Risiken wie Thrombose, Lungenarterienembolie, Ileus etc. führen und damit den Gesamtverlauf verschlechtern. Eine Arbeitsgruppe fand eine positive Korrelation von erhöhten Auftreten von MOV und postoperativ erhöhten Plasmazytokinspiegel IL-10 bzw. TNF-Alpha, IL-6 und IL-8. Diese waren wiederum mit einer längeren Organischämiezeit assoziiert. Entsprechend fanden die Autoren geringere Plasmaspiegel bei Patienten, die während des thorako-abdominalen Aortenersatzes mit intraoperativem Linksherzbypass versorgt waren (Oldenburg, 2000; Welborn, 2000). Unter den hier untersuchten Patienten zeigte sich allerdings bezogen auf das MOV kein Unterschied zwischen den Patienten, die mit Bypass oder ohne operiert worden waren.

Grundsätzlich sind die Komplikationen, die bei der offenen Methode im Zusammenhang mit der erheblichen intraoperativen kardiopulmonalen Belastung durch die aortale Abklemmung und dem ausgedehnten Zugangsweg über die Zwerchhöhle zusammenhängen, bei der endovaskulären Versorgung weniger zu befürchten (Dake, 1998). Jedoch treten bei endovaskulärer Versorgung verfahrensspezifische Komplikationen auf, die dennoch den postoperativen Verlauf beeinträchtigen. Dazu gehören Komplikationen im Zusammenhang mit dem arteriellen Zugang und der endovaskulären Prothesenpassage wie Hämatomate, Lymphozelen und Dissektionen (Dake, 1998; Grabenwoger, 2000). Diese Komplikationen wurden im vorliegenden Kollektiv nicht gefunden. Eine weitere

wichtige Komplikation ist das Endoleak. Die Problematik der unzureichenden Abdichtung des Aneurysmas wurde bei der Nachsorge einer inzwischen großen Anzahl am abdominalen Aneurysma versorgten Patienten deutlich. Die Endoleakrate scheint beim thorakalen Aortenersatz geringer zu sein, allerdings liegen bisher nur kürzere Nachbeobachtungszeiten vor.

Zusammenfassend läßt sich ein spezifisches Muster postoperativer Komplikationen bei der vorliegenden Komplexität des Krankheitsbildes und des Eingriffs nicht festmachen. Um eine Verminderung der Komplikationsrate anzustreben, werden daher die einzelnen betroffenen Organsysteme möglichst geschont, indem die präoperative Ausgangssituation verbessert wird. Außerdem sollten protektive Maßnahmen umgesetzt und die Operations- und Narkosetechnik optimiert werden.

5.5 Postoperative Folgezustände

5.5.1 Status wie präoperativ

Von den entlassenen Patienten erreichten 73% Patienten den präoperativen Status. Diese Zahlen sind vereinbar mit anderen Ergebnissen. In einer kritischen Arbeit über das funktionelle Ergebnis des thorako-abdominalen Aortenersatz wurde retrospektiv untersucht, welchen gesundheitlichen Status die Patienten bei der Krankenhausentlassung bzw. ein Jahr postoperativ boten (Rectenwald, 2002). Es wurde ein „gutes“ von einem „schlechten“ Ergebnis unterschieden. Als „gut“ wurde bezeichnet, wenn der Patient zum Zeitpunkt der Krankenhausentlassung selbständig mobil war und nach Hause oder in eine Anschlußheilbehandlung überwiesen worden war. „Schlecht“ hingegen wurde die Todesfolge, ein nicht-ambulanter Allgemeinzustand oder die Überweisung in eine Pflegeeinrichtung gewertet. 63% der 101 operierten Patienten befanden sich bei Entlassung aus dem Krankenhaus in einem „guten“ Zustand, nach einem Jahr konnte noch 52% der Patienten ein „gutes“ Ergebnis attestiert werden. Für elektive Patienten waren die Resultate besser mit 69% und 63% „gutem“ Ausgang als für notfallmäßig operierte Patienten (56% und 37%). Dennoch zeigte sich ein deutlicher Unterschied dieser Angaben zur 1-Jahresüberlebensrate, die bei 78% für die elektiv bzw. 64% für die notfallmäßig operierten Patienten lag.

Es muß betont werden, daß die Lebenserwartung für Patienten mit Operation trotz einer relativ hohen Morbidität immernoch deutlich geringer ist als ohne Operation. Gleichwohl ist nicht für alle Patienten das Überleben mit einem subjektiv gutem

Operationsergebnis gleichzusetzen. Auch die Morbidität und Behandlungszeiten reflektieren den Krankheitsverlauf nur unvollständig (Meredith, 1996; Wright, 1999). Lebensqualitätsstudien erscheinen als geeignetes Instrument, neben den technischen Ergebnissen den subjektiven Erfolg zu messen. Allerdings wurden bislang nur wenige Studien zur Lebensqualität der Patienten nach thorakalem Aortenersatz unternommen. In zwei Arbeiten fanden die Autoren trotz geringer Einschränkungen in der körperlichen Leistungsfähigkeit eine Verbesserung in der Lebensqualität bezogen auf den Gesundheitsstatus (Olsson, 1999; Immer, 2002). Olsson konnte darüberhinaus herausarbeiten, daß bei 81 befragten Patienten die Lebensqualität nicht unterschiedlich war zwischen Patienten mit oder ohne Majorkomplikationen. 91% der Patienten betrachteten die Operation retrospektiv als sinnvoll (Olsson, 1999).

5.5.2 Paraplegie

Die Paraplegie ist trotz vieler Fortschritte in der Operationstechnik nach wie vor die gefürchtetste Komplikation des operativen Ersatzes der thorakalen bzw. thorako-abdominalen Aorta. Die Häufigkeit der Paraplegie betrug in großen Kohorten aus Houston zwischen 6% (Coselli, 1994) und 22% (Svensson, 1993a). In dem hier beschriebenen Patientengut lag die Paraplegierate bei 5%. Die Operationsindikation war in einem Fall ein thorako-abdominales Aortenaneurysma Crawford I, im zweiten Fall wurde ein thorakales Aortenaneurysma endovaskulär operiert.

Grundlage dieser neurologischen Komplikation ist eine multifaktoriell verursachte, ischämische Schädigung des Spinalmarks. Zahlreiche Studien haben den Versuch unternommen, präoperative, operationstechnische und postoperative Risikofaktoren zu ermitteln (Schepens, 1994; Svensson, 1993a; Safi, 1998; Crawford 1986a; Mastroroberto, 1999; Safi, 1999; Svensson, 1993b; Safi, 1997a, Safi, 1997b; Elefteriades, 1999; Cambria, 1997; Biglioli, 1999; Griep, 1996; Cooley, 2000; Hamilton, 1998; Coselli, 2000; Cox, 1992; Kouchoukos, 1995; Crawford 1991a; Hollier, 1992). So fand Crawford in einer Untersuchung von 605 Patienten, daß eine Korrelation zwischen der Längsausdehnung des thorako-abdominalen Aortenaneurysmas und der Paraplegierate besteht. Dabei hatten Patienten mit einem thorako-abdominalen Aortenaneurysma Crawford II das größte relative Risiko (Crawford, 1986a). Diese Beobachtungen wurden durch andere Studien bestätigt (Safi, 1999; Safi 1998b). In unserem Patientenkollektiv

trat unter den operierten thorako-abdominalen Aortenaneurysmen eine Paraplegie in 5% auf. Dabei lag bei dem betroffenen Patienten ein thorako-abdominales Aortenaneurysma Crawford I vor. Aus der Gruppe der nur thorakal operierten Patienten entwickelte ebenfalls ein Patient eine Paraplegie (6%). Ein statistischer Vergleich zu großen Kollektiven kann aufgrund der niedrigen Gesamtfallzahl nicht vorgenommen werden.

Als weitere Risikofaktoren wurden die akute Dissektion (Safi, 1998a; Elefteriades, 1999) und der notfallmäßige Eingriff bei akuter Ruptur ermittelt (Coselli, 1997; Hamilton, 1998). Diesen Resultaten stehen die Ergebnisse einer größeren Untersuchung mit 1220 Patienten gegenüber, unter denen die chronische Dissektion nicht mit einem erhöhten Paraplegierisiko einherging (Coselli, 2000). In unserem Kollektiv wiesen beide betroffenen Patienten eine gedeckte Ruptur auf. Die beschriebenen Aneurysmen waren arteriosklerotisch-degenerativ bedingt, eine Dissektion lag jeweils nicht vor. Nur ein Patient war symptomatisch und wurde notfallmäßig operiert, der Patient mit dem thorakalen Aortenaneurysma war asymptomatisch und wurde elektiv operiert.

Folgende weitere Faktoren nehmen Einfluß auf das Risiko einer Paraplegie: die aortale Abklemmzeit, das Ausmaß der betroffenen Aortenabschnitte, die Perfusion der Interkostalarterien und die Blutdruckstabilität während des Abklemmens und besonders während des Declampingmanövers (Svensson, 1993a; Svensson, 1986; Svensson, 1991; Crawford, 1986a; Safi, 1999). Eine Abklemmzeit von mehr als 30 Minuten und damit eine Minderperfusion des Rückenmarkes für mehr als 30 Minuten hat sich als unabhängiger Risikofaktor für die Paraplegie herausarbeiten lassen (Crawford 1986a; Livesay, 1995). Diese Beobachtung konnte durch andere Autoren bestätigt werden (Safi, 1998; Biglioli, 1999; Cooley, 2000). Dementsprechend wurden in mehreren Studien verschiedene Techniken entwickelt, mithilfe derer das Risiko der Paraplegie gesenkt werden kann: Verkürzung der aortalen Abklemmzeit, Interkostalarterienreinsertion, gezielte präoperative Identifikation und ggf. Reinsertion der Arteria radikularis magna, distale, retrograde aortale Perfusion während der Abklemmphase über einen extraanatomischen Bypass, Überwachung des cerebrospinalen Liquordrucks und Drainage des Liquors bei Druckerhöhung, Ableiten evozierter somato-sensorischer Potenziale (ESSP), medikamentöse Protektion (z.B. durch Corticosteroide, Prostanoiden, Mannitol,

Barbiturate, Naloxon oder Calciumkanalblocker), Anlage eines kardiopulmonalen Bypass, Hypothermie (Kortmann, 2001).

Extraanatomische Bypasskonstruktionen zur distalen Perfusion der Aorta wurden seit den frühen 90er Jahren als Methode etabliert, um die Perfusion im Rückenmark auch während der segmentalen Abklemmphase der Aorta aufrechtzuerhalten und gleichzeitig möglichst lang die Viszeralperfusion zu sichern (Safi, 1997). Theoretische Grundlage dieser Methode ist, daß die Ischämie im Rückenmark ein Ödem verursacht, das wiederum einen Anstieg des Liquordrucks zur Folge hat. Der erhöhte Liquordruck behindert die Restperfusion des Rückenmarkes, so daß ein Circulus vitiosus entsteht (Kouchoukos, 1979; Safi, 1999). Es hat sich jedoch gezeigt, daß auch hiermit das Risiko nicht ganz ausgeschaltet werden kann. In den Fällen, in denen die A. radicularis magna im abgeklemmten Segment der Aorta liegt, kann auch die distale Perfusion eine Ischämie des entscheidenden Aortenabschnittes und somit des Rückenmarks nicht verhindern. Es wurde demonstriert, daß in einer vergleichenden Studie an Patienten mit einem thorakalen Aortenaneurysma diejenigen Patienten, bei denen keine Interkostalarterien reinsertiert wurden, mit einer Paraplegierate von 0% profitierten. Begründet werden diese Ergebnisse mit einer kurzen Abklemmzeit bei Nicht-Reinsertion. Auch in einer anderen Untersuchung an insgesamt 197 Patienten konnte demonstriert werden, daß die Rückenmarksschädigung nicht an den Perfusionsverhältnissen einer einzigen, bestimmten Arterie hängt, sondern in einer Studie sogar eine signifikant niedrigere Paraplegierate bei Patienten erreicht werden konnte, bei denen keine Interkostal- oder Lumbalarterien reimplantiert wurden (Griep, 1996). Ob also die kurze aortale Abklemmzeit oder die erfolgreiche Reinsertion von Spinalarterien entscheidend ist, ist nicht vollständig geklärt. Zumindest beim thorako-abdominalen Aortenersatz scheinen beide Faktoren von Bedeutung. Allerdings ist die Reinsertion von Interkostalarterien zur Rückenmarksprotektion je nach Morphologie des Aneurysmas und der Anatomie der Spinalarterien nur relativ selten (10-20%) erforderlich. Auch muß berücksichtigt werden, daß nicht alle reinsertierten Interkostal- oder Lumbalarterien postoperativ tatsächlich perfundiert sind (Svensson, 1991).

Bei dem im unserem Kollektiv betroffenen Patienten mit thorako-abdominalem Aortenersatz wurde kein extranatomischer Bypass zur distalen Perfusion implantiert. Begründet war dies mit der Notfallsituation, in der bei instabilen Kreislaufverhältnissen eine schnelle Ausschaltung des Aneurysma notwendig war.

Interkostalarterien wurden nicht reinsertiert. Es wurde bei dem Eingriff nur eine offene, wenig rückblutende Interkostalarterie etwas in Höhe Th12/L1 gesehen, die umstochen wurde. Dies verursachte möglicherweise die Ischämie mit. Die Abklemmzeit der Aorta betrug hier 45 Minuten, so daß letztlich retrospektiv nicht sicher festgestellt werden kann, ob bei vorausgegangener Kreislaufinstabilität eine kritische Abklemmzeit, also eine temporäre Ischämie, oder die definitive Ischämie durch Umstechung zur Rückenmarksschädigung geführt hat oder sogar beides zusammen ausschlaggebend war.

Der zweite Patient, der eine Paraplegie entwickelte, wurde endovaskulär am thorakalen Aortenaneurysma operiert. Es wurde dafür ein Stent transfemoral eingesetzt. Die Paraplegie entwickelte sich erst 26 Stunden postoperativ. Für die Stentversorgung ist grundsätzlich aus technischen Gründen eine Reinsertion nicht vorgesehen.

Die Drainage des Liquors (Cerebrospinal fluid drainage = CSF drainage) ist ein weiterer Ansatz zur Reduktion eines möglicherweise erhöhten Drucks und soll die Paraplegierate senken. Dieses Ziel konnte in einigen Studien realisiert werden (Safi, 1998; Safi, 1999; Svensson, 1998; Hamilton, 1998). Andere Studien konnten diesen Effekt nicht bestätigen (Crawford, 1991b; Shenaq, 1992). Eine randomisierte, kontrollierte Studie zu dieser Fragestellung fehlt bisher. Auch eine Liquordrainage nach verzögerten, also erst nach 24 Stunden postoperativem Auftreten eines neurologischen Defizites führte zu einem Rückgang des Defizits (Safi, 1997b). In unseren betroffenen Patienten war die Liquordrainage in beiden Fällen eingesetzt worden. Dabei wurde der Spinalkatheter im Falle des offenoperierten Patienten wegen der Notfallsituation erst bei Eintreten der neurologischen Symptomatik gelegt. Die Drainage führte jedoch nicht zu einer Rückbildung der neurologischen Symptomatik. Auch im Fall des stentversorgten Patienten führte die Liquordrainage nach dem verzögerten Auftreten der neurologischen Defizite 24h postoperativ nicht zu einer Besserung. Da das Deszendesaneurysma relativ weit distal lokalisiert war, erreichte der ummantelte Stentanteil noch partiell die anatomische Ursprungsregion der Arteria radicularis magna.

Zum Thema Liquordrainage fand Ling zusammenfassend, daß zwar in vielen Untersuchungen ein Nutzen des Verfahrens gezeigt werden konnte, der endgültige Beweis dafür jedoch aufgrund methodischer Unsorgfältigkeiten in den bisher publizierten Studien noch aussteht (Ling, 2000).

Eine Paraplegierate von 11% bei Stentversorgung eines thorakalen Aneurysmas kann statistisch aufgrund der geringen Fallzahl nicht ausgewertet werden. Die insgesamt niedrige Rate dieser Komplikation stützt die These eines multifaktoriellen Geschehens. Zwar bleibt die aortale Perfusion bei der Stentplatzierung durchweg erhalten, doch wird eine Reinsertion von Interkostal- oder Lumbalarterien nicht durchgeführt. Es werden unter Umständen sogar noch offene Interkostalarterien überstentet, dies könnte auch eine erhöhte Paraplegierate mit sich bringen. Dies hat sich jedoch in der Realität bisher nicht bestätigen lassen.

Die Rückenmarksischämie bleibt jedoch weiterhin unvorhersagbar und die Hauptkomplikation beim thorakalen bzw. thorako-abdominalen Aortenersatz. Solange kein Verfahren zur sicheren Vermeidung dieser Komplikation existiert, werden weiterhin multimodale und von Klinik zu Klinik unterschiedliche Operationskonzepte angewendet.

5.5.3 Renale Spätkomplikationen

Renale Komplikationen sind eine weitere häufige Folge komplexer Aorten Chirurgie. Die arterielle Versorgung der Nieren entspringt aus einem zentralen Aortenbereich, welcher häufig in eine aneurysmatische Veränderung der Aorta miteinbezogen ist. Dies betrifft insbesondere das thorako-abdominale Aortenaneurysma Crawford II,III und IV. Die degenerative Gefäßwandschädigung, die das Aneurysma bedingt, betrifft auch die Aortenabgänge. Eher selten ist bei der operativen Aneurysmaausschaltung die Desobliteration der Nierenarterie notwendig, dennoch darf davon ausgegangen werden, daß die arteriosklerotische Gefäßschädigungen auch die mikrovaskulären Bereiche betreffen, wo das Parenchym ohnehin äußerst sensibel auf Perfusionsstörungen reagiert. Die Minderperfusion der Renalarterien während der aortalen Abklemmphase verursacht eine zwar oft reversible, aber länger anhaltende Parenchymschädigung der Niere.

Faßt man postoperative Einschränkungen der Nierenfunktion und renale Spätschäden, also Früh – und Spätkomplikationen zusammen, so fanden wir im

vorliegenden Patientenkollektiv eine Häufigkeit von 26%. Signifikant häufiger waren postoperative renale Komplikationen bei Patienten nach einem thorako-abdominalen Aortenersatz (45% versus 6%). Der Unterschied der Häufigkeit erklärt sich schon dadurch hinreichend, daß die Nierenarterien aus der abdominalen Aorta entspringen. Demzufolge wurden passagere Hämodialysen oder Hämofiltrationen nur in der Gruppe der thorako-abdominal operierten Patienten notwendig.

Eine chronische, kompensierte Niereninsuffizienz mit Serumkreatininwerten bis 2,0 mg/dl als Operationsfolge fand sich bei 16% der Patienten. Unter den überlebenden Patienten entwickelte keiner eine dauerhafte Niereninsuffizienz mit Retentionswerten über 2,0 mg/dl. In 5% wurde später eine einseitige Schrumpfniere festgestellt.

Eine Verminderung der renalen Schädigung wird im wesentlichen durch Verkürzung der aortalen Abklemmzeit (Cox, 1992), wie z.B. bei der distalen Perfusion erreicht. Außerdem haben sich Eiswasserspülung („cold flush“) mit oder ohne vasoaktive Substanzen und Mannitolinfusionen vor dem Ausklemmen der Nieren bewährt. Allerdings kann eine renale Schädigung auch so nicht sicher verhindert werden. Svensson konnte für den atriofemoralen Bypass eine nephroprotektiven Effekt nachweisen (Svensson, 1993b): 4% der Patienten mit einem atriofemoralen Bypass entwickelten dauerhafte renale Komplikationen gegenüber 8% der Patienten ohne Bypass. Auch konnte er in der selben Studie an 832 Patienten bestätigen, daß eine renale Komplikation mit einem erhöhten Letalitätsrisiko verbunden ist, 6 versus 33%.

Renale Spätschäden traten in dem vorliegenden Patientengut 8% auf. In großen Untersuchungen lag die Häufigkeit des chronischen Nierenversagens zwischen 3 und 18%. Bei den hier angegebenen Spätschäden handelte sich um Nierenparenchymschäden als Folge einer erst im Spätverlauf entwickelten Nierenarterienstenose. In zwei Patienten resultierte eine Schrumpfniere, die durch die zweite Niere kompensiert wurde, bei dem dritten Patienten entwickelte sich eine unvollständige Schrumpfniere bei vorher bestehender Schrumpfniere der Gegenseite. In allen drei betroffenen Patienten war jeweils eine Reinsertion der jeweiligen Nierenarterie vorgenommen worden. Eine Korrelation der Abklemmzeit

mit dem Auftreten einer renalen Späfolge konnte aufgrund der kleinen Fallzahl nicht festgestellt werden. In zwei dieser drei beschriebenen Patienten bestand eine distale Perfusion durch einen extranatomischen Bypass. Somit kann auch die protektive Wirkung eines Bypass anhand des vorliegenden Patientenkollektivs als sicheres Mittel zur Nephroprotektion nicht bestätigt werden.

Übereinstimmend wird von verschiedenen Untersuchern eine Korrelation zwischen der Häufigkeit renaler Komplikation und der Letalitätsrate gesehen (Crawford, 1986a; Cambria, 1997; Cox, 1992). Dies konnte in den hier untersuchten Patienten in der univariaten Analyse bestätigt werden. 40% der Patienten mit renalen Komplikationen verstarben gegenüber 11% der Patienten ohne renale Komplikationen. Für das Gesamtüberleben (Kaplan-Meier) konnte allerdings am ehesten aufgrund der kleinen Fallzahl in dieser Untersuchung kein signifikanter Überlebensnachteil bei Vorliegen renaler Komplikationen gefunden werden. Die präoperativ eingeschränkte Nierenfunktion zeigte jedoch einen negativen Einfluß auf die Gesamtüberlebenschance.

Zusammenfassend zeigt sich, daß eine gute Nierenfunktion einen entscheidenden Faktor im Heilungsverlauf darstellt. Sowohl eine präoperativ eingeschränkte Nierenfunktion als auch eine renale Komplikation im postoperativen Verlauf nehmen einen negativen Einfluß auf die Gesamtüberlebensrate.

5.6 Thorako-abdominaler Aortenersatz: Einfluß der Bypassanlage

Die vorrangige Intention eines extrananatomischen Bypass ist die möglichst lange Sicherung der Spinalarterien- und der Viszeralarterien- bzw. der Nierenarterienperfusion. Durch die zumindest auf niedrigerem Druck aufrechterhaltene Perfusion der Spinal- aber auch der Viszeralarterien ist der Zeitdruck für die Fertigung von Aorten Anastomosen reduziert. Darüber hinaus wirkt der Bypass kardioprotektiv dadurch, daß er das kardiale Afterload zum Zeitpunkt der Abklemmung entlastet. Auch die kardial sehr kritische Situation beim Declamping kann durch einen Bypass abgemildert werden. Schließlich wird die Reperfusionstoxikämie nach dem Declampingmanöver verringert.

Ein extranatomischer, axillo-distaler Bypass zur distalen Perfusion wurde in diesem Patientenkollektiv bei 13 von 20 Patienten bei thorako-abdominalem Aortenersatz angelegt. Untersucht wurde in diesem Patientenkollektiv der Einfluß der Bypassanlage beim thorako-abdominalen Aortenersatz. Grundsätzlich wurde am vorliegenden Patientengut eine distale Versorgung über einen extraanatomischen Bypass bei allen Patienten vor einem thorako-abdominalen Aortenersatz angestrebt. Von 13 Patienten, die an einem thorako-abdominalen Aortenaneurysma und mithilfe eines Bypass operiert wurden, erhielten 5 diesen in einer Operationssitzung, bei 8 wurde zweizeitig zunächst der Bypass angelegt und in einer folgenden Operation der Aortenersatz durchgeführt. Nicht immer möglich war eine Bypassanlage aus Zeit- bzw. Dringlichkeitsgründen in notfallmäßig operierten Patienten. Unter diesen 6 Patienten wurden 3 mit einem Bypass versorgt, der dann einzeitig implantiert wurde.

Von 14 elektiv operierten Patienten erhielten nur 4 (29%) keinen Bypass. Bei einem Patienten, der hier aus allgemein chirurgischen Gesichtspunkten zum Kollektiv der thorako-abdominal operierten gerechnet wurde, wurde das abdominale Aortenaneurysma konventionell operiert und in derselben Operationsitzung das thorakale Aneurysma mit Stent versorgt. Daher war eine distale Perfusion über einen Bypass nicht indiziert. Die anderen drei Patienten wurden zu einem in diesem Patientenkollektiv frühen Zeitpunkt operiert, als die einfache „clamp and repair“-Methode weit verbreiteter Standard war.

Bei einem Vergleich der beiden Patientengruppen mit oder ohne Bypass ließen sich hinsichtlich der präoperativ erhobenen Variablen betreffend des Alters, Geschlecht, der Operationsdiagnose, der Begleiterkrankungen und des ASA-

Status keine signifikanten Unterschiede feststellen. Die Operationszeiten der beiden Gruppen waren nur bedingt miteinander vergleichbar, da ein Teil der Patienten zweizeitig und der andere Anteil einzeitig operiert wurde. Ähnliches gilt für die aortale Abklemmzeit, da bei distaler Perfusion die Aorta segmental abgeklemmt wurde, so daß wichtige Organarterien möglichst lange perfundiert wurden. Ein signifikanter Unterschied bestand in der Operationszeit zwischen den Patienten ohne Bypass und den Patienten mit Bypass, wobei nur die einzeitig operierten Patienten berücksichtigt wurden. Die signifikant längere Operationszeit bei den einzeitig operierten Patienten war nicht mit einer erhöhten Komplikationsrate korreliert. Die aortale Abklemmzeit bei Operationen mit oder ohne Bypass unterschied sich nicht signifikant. Durch segmentales Ausklemmen der Aortenäste konnte also die für das Risiko einer Paraplegie gefährlichste Phase der Unterbrechung der aortalen Perfusion kurz gehalten werden.

Im postoperativen Verlauf fanden sich bei den mit Bypass operierten Patienten signifikanter weniger kardiale Komplikationen. Damit ließ sich eine kardioprotektive Wirkung des Bypass bestätigen, die bereits von anderen Autoren gefunden wurde (Sandmann, 1995; Camerota, 1995; Ouriel, 2003). Die kritische kardiale Belastung bei der Abklemmung der Aorta erfordert eine sehr komplexe und differenzierte anästhesiologische Führung. In dieser Phase unterliegt das Herz einer extremen Belastungssituation. Insbesondere bei den Patienten, die zudem häufig an Hypertonus und koronarer Herzerkrankung erkrankt sind, treten dann kardiale Komplikationen ein, die in geringer Ausprägung als Herzrhythmusstörung, jedoch auch in schweren Fällen mit einer Insuffizienz bis zum Herzinfarkt einhergehen. Auch im vorliegenden Patientenkollektiv trat in einem Fall zu diesem Zeitpunkt ein transmuraler Herzinfarkt ein, der trotz intrakorporaler Herzmassage und unverzüglicher Koronar-Balldilatation (PTCA) schließlich tödlich verlief. Durch einen Bypass kann zumindest teilweise die hämodynamische Instabilität abgefangen werden. Eine mit dem Operateur sehr fein abgestimmte Narkose- und besonders Volumenführung durch einen erfahrenen Anästhesisten ist jedoch unerlässlich.

Alle anderen Operationskomplikationen und die Letalitätsraten unterschieden sich nicht signifikant. Speziell die Paraplegie war in beiden Gruppen nicht signifikant unterschiedlich. Ein Fall einer ischämisch bedingten Paraplegie trat postoperativ

ein, dieser Patient war ohne Bypass operiert worden. In der Gruppe der mit Bypass operierten Patienten war keine Paraplegie oder Paraparese zu verzeichnen. Eine statistische Wertung ist jedoch bei einem Patienten nicht möglich.

Es fällt gleichwohl auf, daß der postoperative Verlauf für die Patienten mit einem Bypass ansonsten tendenziell schlechter war, wenn postoperative Behandlungszeiten als Kriterium zugrunde gelegt werden. Die postoperative Intensivbehandlung und die Beatmungsdauer der mit Bypass operierten Patienten waren in der univariaten Analyse signifikant länger als bei den Patienten ohne Bypass. In der Patientengruppe mit Bypass waren zudem Revisionseingriffe häufiger, jedoch nicht auf Signifikanzniveau. Betrachtet man die vorliegenden Komplikationen, die zu einem prolongierten, intensivpflichtigen Verlauf geführt haben, so lassen sich diese jedoch nicht als direkte oder indirekte Komplikationen des Bypass interpretieren. Zu vermuten ist, daß schwerwiegendere und ausgedehntere arteriosklerotische Veränderungen zu komplexeren Eingriffen mit oft mehrfachen Reinsertionen von Viszeralarterien führten, welche wiederum das Risiko für nachfolgende Komplikationen mit sich bringen. Das Multiorganversagen und die Sepsis als schwerste Komplikationen waren in beiden Gruppen etwa gleich häufig.

Im langfristigen Verlauf fanden sich häufiger Spätfolgen bei den Patienten, die ohne Bypass operiert worden waren, dieser Unterschied war aber nicht signifikant. Von 19 am thorako-abdominalen Aortenaneurysma operierten und nachgesorgten Patienten hatten nach eigenen Angaben 7 von 12 mit Bypass operierter Patienten den Status quo wie vor Operation erreicht. Unter den 7 Patienten ohne Bypass konnten dies nur 2 bejahen. Dies kann jedoch nur bedingt für eine definitive Aussage über die Lebensqualität und den gesundheitlichen Status gerechnet werden, da weder eine Nachuntersuchung bei allen Patienten noch ein validierter Lebensqualitätsindex erhoben wurde. Die retrospektive Erhebung subjektiver und nicht standardisierter Aussagen zur Lebensqualität, die zudem in sehr unterschiedlichem zeitlichen Abstand zum Eingriff erfragt wurden, spiegelt nur unzureichend den tatsächlichen Erfolg oder Mißerfolg der Operation wider.

An Spätfolgen bei den überlebenden Patienten wurden Paraplegie, cerebrale Folgeschäden und renale Spätfolgen gefunden. In der Gruppe ohne Bypass erlitt ein als Notfall operierter Patient eine Paraplegie. Ein Patient aus der Gruppe ohne Bypass operierter beklagte als Spätfolge ein cerebrales Defizit im Sinne eines hirnganischen Psychosyndroms. Renale Spätfolgen bei mit Bypass operierten Patienten traten in 17% ein gegenüber 14% aus der Gruppe ohne Bypass ein. Da es sich in den vorliegenden Fällen um eine Einschränkung der Nierenfunktion auf dem Boden einer Nierenarterienstenose handelt, kann nicht sicher unterschieden werden, ob dies eine direkte Folge der Operation im Sinne einer Anastomosenstenose ist oder ob eine arteriosklerotisch-bedingte Stenose, die im Rahmen des allgemeinen Gefäßleidens bestanden hatte, vorlag.

5.7 Thorakaler Aortenersatz: offener Aortenersatz versus endovaskuläres Stentverfahren

Die Standardoperation für den operativen Ersatz der thorakalen Aorta descendens war bis Ende der 90er Jahre die offen-chirurgische Protheseninterposition über Thorakotomie. Trotz stetiger Verbesserungen der operativen und anästhesiologischen sowie intensivmedizinischen Techniken ist das Operationsrisiko in einem Patientengut, welches in der Regel älter ist und im Rahmen der meist generalisierten Gefäßerkrankung eine hohe Komorbidität mit sich bringt, mit einer Frühletalität von 7-15% relativ hoch. Seit 1991 wurden zunächst nur abdominale Aneurysmen mittels einer endovaskulären Stentprothese versorgt (Parodi, 1991). Dieses Verfahren hat sich bei geeigneter Morphologie als Alternativverfahren zur offenen Operation mit einer geringeren Morbidität und Letalität etabliert. Eine Arbeitsgruppe aus Stanford versorgte seit 1992 auch thorakale Aortenaneurysmen mittels Stentprothese. Dake publizierte erstmals 1994 die Ergebnisse einer endovaskulären Ausschaltung eines thorakalen Aortenaneurysmas. 1998 und 1999 präsentierte dieselbe Gruppe aus Stanford die Ergebnisse der endovaskulären Aneurysmaausschaltung durch Stentprothesen in einer prospektiven, nicht-randomisierten Studie an 103 Patienten (Mitchell, 1999; Dake 1998, Dake 1996). Die Letalität war zwar mit 9% ähnlich wie beim offenen Aortenersatz, allerdings war ein chronologisch früheres Operationsdatum mit einer höheren Mortalität und Morbidität korreliert. In einer anderen Publikation berichtete Cambria über eine Letalität von 4% bei 28 Patienten (Cambria, 2002). Dies ist ein Hinweis auf die Lernkurve für dieses neuere technische Verfahren.

Vergleicht man in unserem Patientengut diejenigen Patienten, die einen chirurgischen Aortenersatz erhielten mit denjenigen, die transluminal operiert wurden, so fällt auf, daß die stentoperierten Patientengruppe signifikant älter waren als die konventionell operierte. Hinsichtlich der Begleiterkrankungen lag in der endovaskulären Gruppe ein arterieller Hypertonus signifikant häufiger vor. Eine COLD war zwar auch häufiger vertreten, jedoch war dieser Unterschied nicht signifikant. Außerdem waren die endovaskulär operierten Patienten signifikant schlechter ASA-klassifiziert.

Somit gingen also auch in unserem Patientenkollektiv die endovaskulär operierten Patienten mit schlechteren Ausgangsvoraussetzungen in die Operation. Allerdings wurde die Entscheidung für ein bestimmtes Operationsverfahren nicht infolge

dieser Kriterien getroffen. Schon aufgrund der Tatsache, daß der offenen-chirurgische Aortenersatz seit 1988 durchgeführt wurde und die erste Stentprothese bei thorakalem Aortenaneurysma in unserer Klinik im Jahr 1997 implantiert wurde, läßt erkennen, daß die Verteilung in verschiedene Operationsverfahren nicht zufällig erfolgte, sondern durch neu eingeführte technische Entwicklungen im chronologischen Verlauf verändert wurde. Außerdem sind für das Stentverfahren bestimmte Gegebenheiten der Aneurysmamorphologie Voraussetzung, die nicht jeder Patient erfüllt. Ein normalkalibriger Aneurysmahals mit einer Mindestlänge von 15 mm zur proximalen und distalen Verankerung des Stents ist die Hauptvoraussetzung. Hierzu kann bei der Versorgung thorakaler Aortenaneurysmen eine Transposition der linken Arteria subclavia auf die linke Arteria carotis communis durchgeführt werden. Erfahrungen neueren Datums zeigen, daß die Transposition nur in wenigen Fällen notwendig ist. In beiden Gruppen wurde in etwa einem Drittel der Fälle eine Subclaviatransposition durchgeführt.

Ein weiteres Kriterium für die endovaskuläre Implantation einer Stentprothese ist die Ausdehnung des Aneurysmas. Ein thorako-abdominales Aneurysma kann bisher nicht allein endovaskulär versorgt werden, da der Anschluß der Aortenabgänge zur Zeit noch ein offenes Vorgehen erfordert. Zuletzt spielt auch die Dringlichkeit in der Wahl des Operationsverfahrens eine Rolle, da die Stentprothesen teilweise maßgefertigt werden und so ein bestimmtes Zeitfenster tolerabel sein muß. Ist allerdings eine passende Stentprothese vorhanden, so ist das Verfahren besonders im Akutstadium heute weitgehend zum Standard geworden, zumal es gerade bei einem kompromittierten Performancestatus des Patienten angewendet werden kann. Die Ergebnisse von 37 Patienten, die aufgrund einer akuten Ruptur aufgrund Trauma oder Aneurysma notfallmäßig mit Stentprothesen versorgt werden mussten, zeigten eine geringe Mortalität von 11% (Orend, 2002). Bei diesen Patienten fällt überdies ins Gewicht, daß die zusätzliche Belastung und die Risiken durch den offenen Zugangsweg, den Blutverlust, die Abklemmphase der Aorta etc. wegfällt. Orend konnte am eigenen Patientengut eine Reduktion der Letalität bei rupturierten Descendensaneurysmen von 57 auf 13% aufzeigen (Orend, 2001).

In zahlreichen Publikationen wurde eine geringere Letalitätsrate im interventionellen Verfahren gegenüber der konventionellen Operation bestätigt.

Die 30-Tage-Letalität betrug 0 bis 23% in Patientenkollektiven in der Größe zwischen 16 und 53 Patienten. In den meisten Untersuchungen war - ähnlich wie in Untersuchungen an konventionell operierten – der notfallmäßig durchgeführte Eingriff mit einer höheren Letalitätsrate assoziiert als der elektive Eingriff. (Nienaber, 1999; Umana, 2000; Orend 2001; Heijmen, 2002; Cartes-Zumelzu, 2000; Ehrlich, 1998; Greenberg, 2000; Grabenwoger, 2000; Taylor, 2001).

Das endovaskuläre Stentverfahren in der operativen Versorgung von Typ-B-Dissektionen der Aorta wurde erstmals durch Inoue angewendet (Inoue, 1996). Die Letalität betrug in seinem Patientengut an 15 Patienten mit Typ B-Dissektion 16%. Eine vollständige Thrombosierung des falschen Lumens konnte in 79% der Patienten erreicht werden, in 71% der Patienten konnten vorher minderperfundierte Gefäße revaskularisiert werden. Im Follow-up traten weder Todesfälle noch Aneurysmen oder Rupturen auf. Nienaber publizierte 1999 die Ergebnisse von jeweils 12 Patienten, die wegen einer nicht medikamentös behandelbaren Typ-B-Dissektion mit einer Stentprothese bzw. offen chirurgisch behandelt wurden. In seinem Kollektiv traten keine Komplikationen oder Todesfälle in der endovaskulär versorgten Gruppe ein. Dem gegenüber betrug die Letalität in der Gruppe der chirurgisch versorgten Patienten 33%, die Komplikationsrate schwerer Komplikationen betrug 42%. Folglich konnte Nienaber eine erheblich kürzere Krankenhausverweildauer und geringere Behandlungskosten aufzeigen. Palma behandelte 70 Patienten mit Dissektionen, von diesen konnten 93% erfolgreich ausgeschaltet werden. Die Letalität betrug 3%. Bei 19% trat ein Endoleak ein, in 7% war eine Konversion erforderlich (Palma, 2002).

Zusammenfassend bestätigt sich, daß die Grunderkrankungen bzw. die Komorbidität der Patienten auch bei der endovaskulären Versorgung wesentlich zur Morbidität und Letalität des Eingriffs beitragen. Faktoren, die im konventionellen Operationsverfahren mit einer erhöhten Letalität einhergehen, wie z.B. das Vorliegen einer Dissektion oder der notfallmäßige Eingriff, bedingen auch in der Patientengruppe der endovaskulär Operierten eine erhöhte Letalität. Wenn sich auch die mitunter sehr geringen Letalitäts- und Komplikationsraten bei der Stentprothesenversorgung (Nienaber, 1999; Bortone 2001) relativieren lassen mussten, so fanden sich trotzdem Letalitätsraten, die mit 5-25% geringer waren

als in den offen-operierten Kollektiven (Dake 1998; Umana, 2000; Orend, 2001; Mitchell, 1996; Greenberg, 2000; Cartes-Zumelzu, 2000; Ehrlich, 1998; Palma, 2002). Dies ist insbesondere beachtenswert unter dem Aspekt, daß für dieses junge Verfahren eine Lernkurve einkalkuliert werden muß und durch eine Weiterentwicklung der Methode eine Abnahme der Komplikationshäufigkeit zu erwarten ist.

Für die Stentoperierten fand sich in der vorliegenden Untersuchung mit 11% dieselbe Krankenhaus-Letalität wie in der Patientengruppe der offen operierten. In diesem Patienten war eine Aortenwanddissektion durch den eingebrachten Stent unvollständig abgedichtet. Nach zunächst unauffälligen postoperativen Verlauf kam es zu einer retrograden Dissektion bis in die Arteria carotis und in die Aorta ascendens mit konsekutivem ischämischen Insult und Perikardtamponade mit Todesfolge. Bei einem zweiten Patienten, der an der Spätfolge des Eingriffs starb, wurde eine unbekannte, durch das Descendensaneurysma verursachte Aorto-ösophageale Fistel nach Stentprothesenimplantation entlastet. Daraus entwickelte sich sekundär eine Mediastinitis, die auch nach mehrfachen Sanierungsversuchen durch Ösophagusresektion und Versuch der Keimsanierung nicht beherrschbar war und so letztlich zum Tod des Patienten führte.

Auch die Paraplegierate war im endovaskulären Verfahren nicht niedriger als im offenen Verfahren. Die von Crawford für den offenen thorakalen Aortenersatz festgestellte Korrelation zwischen der Längsausdehnung des Aneurysmas und Paraplegierate scheint auch für das endovaskuläre Vorgehen zuzutreffen. Gravereux geht in einer Publikation ausführlich auf mögliche Grundlagen der Paraplegie als Operationsfolge nach thorakalem Aortenersatz ein. Drei Aspekte spielen demnach in der multifaktoriellen Genese der neurologischen Schädigung eine besondere Rolle:

1. Die Längsausdehnung des Aneurysmas: Greenberg fand eine Paraplegierate von 12% unter 25 Patienten, betroffen waren jeweils diejenigen Patienten mit einem relativ ausgedehnten Aneurysma. In der Studie von Mitchell 1999 trat die Paraplegie nur bei Patienten auf, die zuvor oder gleichzeitig am abdominalen Aortenersatz operiert wurden. Auch im Patientengut Greenbergs mit 53 Patienten traten zwar in nur 4% eine Paraplegie auf, jedoch waren auch hier diejenigen mit einem vorangegangenen Aortenersatz betroffen. Eine mögliche Erklärung dafür ist

die Tatsache, daß nach abdominalem Aortenersatz die Kollateralfunktion lumbaler Aortenabgänge für die Rückenmarksp perfusion bereits ausgeschaltet ist (Mitchell, 1999).

2. Die intraoperative Ischämie durch das Clampingmanöver bei gleichzeitigem, konventionellen abdominalen Aortenersatz: Für die Patienten, die einzeitig am abdominalen Aortenaneurysma über eine offene Operation und im selben Verfahren mit einem thorakalen Stent versorgt werden, tritt das Risiko der neurologischen Schädigung durch die akute Ischämie während der aortalen Abklemmphase hinzu.

In unserem Patientengut trat die Paraplegie in 11% der stentversorgten Patienten auf. Ein abdominales Aneurysma lag hier nicht vor. Auch eine vorangegangene Operation eines abdominalen Aortenaneurysmas war nicht vorausgegangen. Letzlich ist das Grundproblem weiterhin die fehlende Identifikationsmöglichkeit der entscheidenden versorgenden Arterie. Außerdem kann präoperativ die Reservekapazität der Kollateralgefäße nicht vorhergesagt werden. Anzustreben ist es, die Interkostal- bzw. Lumbalarterienabgänge der Aorta descendens im Bereich T8-L2 von der Perfusion nicht vollständig abzutrennen.

3. Postoperative Hypotonie: Verstärkend für einen ischämischen Schaden soll im Fall der offenen wie endovaskulären Aortenaneurysmaversorgung die intra- und früh-postoperative Hypotonie wirken. Wurde in den Anfängen des Stentverfahrens von einigen Untersuchern bewußt ein kurzer Herzstillstand während der Stentplatzierung angestrebt, um eine möglichst präzise Positionierung ohne Strömungsirritationen zu bewirken, wird dieses Vorgehen nach negativen Erfahrungen nicht mehr angewendet. Taylor beschuldigte die Hypotonie und Strömungsirritationen als Mitversursacher embolischer Ereignisse (Taylor, 2001). Es konnte durch Verbesserungen der technischen Handhabung, der Führungsdrähte sowie eine schnellere Entfaltung der Stentprothesen auf eine Unterbrechung des Blutflusses verzichtet werden.

Es scheint sich abzuzeichnen, daß das endovaskuläre Verfahren mit einer geringeren Komplikations- und Letalitätsrate assoziiert ist als das offenchirurgische. Unter der Voraussetzung einer geeigneten Morphologie sind die Vorteile des endovaskulären Verfahrens insbesondere für Hochrisiko-Patienten offenkundig.

Für die Einschätzung des Potenziales des endovaskulären Verfahrens werden jedoch die spezifischen Komplikationen entscheidend sein. Hinsichtlich der erfolgreichen Aneurysmaversorgung und der Langzeitprognose der Patienten steht dabei an erster Stelle die Endoleakrate bzw. die Mißerfolgsquote dieser Technik. Mitchell beschrieb in der Publikation der „ersten Generation“, daß bei einem durchschnittlichen Follow-up von 3,7 Jahren 53±10% der 103 Patienten ohne „Treatment failure“ waren (Mitchell, 1999). Das frühe, primäre Endoleak, also die unzureichende Abdichtung des Aneurysmas, trat in fast allen publizierten Arbeiten in unterschiedlicher Häufigkeit von 5-29% ein (Dake, 1994; Umana, 2000; Heijmen, 2002; Ehrlich, 1998; Mitchell 1996; Palma, 2002).

Die Abdichtung eines Endoleaks durch Implantation einer weiteren Stentprothese war während des Follow-up von 12±6 Monaten zweimal erforderlich. Dabei war bei einem Patienten eine primäre Versorgung einer traumatischen Aortenruptur mit Stentprothese erfolgt, welche nicht ausreichend war. Nach zehn Tagen wurde die Aortenprothese zentral mittels einer zweiten Stentprothese verlängert und es konnte so eine suffiziente Versorgung erreicht werden. Im zweiten Fall hatte bei einer 83-jährigen Patienten mit einem dynamischen Aneurysma dissecans Typ B der proximal liegende Stent („bare spring“) der Stentprothese eine Intimaverletzung verursacht. Diese war Ausgang für eine weitere Dissektion, die sich in die linke Arteria carotis und in die Aorta ascendens ausdehnte und durch Perikardpamponade zum Tod führte.

Weitere typische Komplikationen der Stentversorgung der Aorta sind die Stentmigration und die distale Embolisation mit Ischämie der unteren Extremität. Diese Komplikationen konnten wir bei insgesamt neun endovaskulär operierten Patienten nicht beobachten. Schließlich sind auch trotz Verbesserungen der Stentprothesensysteme materialbedingte Komplikationen wie Drahtbrüchemitunter Hauptursache für die perioperative Letalität (Cambria, 2002).

6 Zusammenfassung

Der thorakale Aortenersatz durch offene Protheseninterposition war bis in die Mitte der Neunziger Jahre Standard der operativen Therapie des thorakalen Aortenaneurysmas. Seitdem wurden zunächst abdominale, später thorakale Aortenaneurysmen mittels endovaskulärem Verfahren mit Stentprothesen operiert. Die Risiken der Operation sind weiterhin nicht nur durch den operativen Eingriff an sich, sondern auch durch die sich aus der Grunderkrankung resultierende Komorbiditäten und Risikofaktoren bedingt.

In der vorliegenden Analyse wurden die Daten von 38 Patienten ausgewertet, die in den Jahren 1988-2001 in der Abteilung für Thorax- und Gefäßchirurgie des Allgemeinen Krankenhauses Hamburg-Altona am thorakalen bzw. thorakoabdominalen Aortenersatz operiert wurden.

Es fand sich über das gesamte Kollektiv eine perioperative Letalität von 18%. Die 1-Jahresüberlebensrate betrug für alle Patienten 75,9 %. Die 2-, 3- und 5-Jahresüberlebensraten betragen 67,7%, 62,7% und 52,5%.

Eine Dissektion, ein höherer ASA-Status, Notfalloperationen sowie schwere renale Komplikationen gingen dabei mit einer erhöhten perioperativen Letalität einher.

In der Kaplan-Meier Analyse nahmen folgende präoperative Faktoren einen negativen Einfluß auf das Gesamtüberleben: höhere ASA-Einstufung, Vorhandensein einer Dissektion, notfallmäßiger Eingriff, Vorliegen einer chronisch-obstruktiven Lungenerkrankung.

Peri- bzw. postoperativ waren die Splenektomie, neurologische Komplikationen, Multiorganversagen, Sepsis/SIRS, Notwendigkeit der Hämodialyse bzw. -filtration und Langzeitbeatmung mit einem schlechteren Überleben assoziiert.

Postoperative Komplikationen sind beim thorakalen bzw. thorako-abdominalen Aortenersatz häufig. Der Anteil an Majorkomplikationen ist relativ hoch, die Häufigkeit ist beim thorako-abdominalen Aortenersatz größer als beim thorakalen Aortenersatz. Dabei sind das Vorliegen einer Dissektion, die Notwendigkeit zur Revision, Blutungen und die Splenektomie mit einer erhöhten Majorkomplikationsrate assoziiert. Im Kollektiv der Patienten mit thorako-

abdominalen Aortenersatz traten mehr renale Komplikationen und häufiger Multiorganversagen auf als bei Patienten mit rein thorakalem Aortenersatz.

Bei Vergleich der mit oder ohne Bypass am thorako-abdominalen Aortenersatz operierten Patienten fiel auf, daß die Patienten mit Bypass signifikant mehr Reinsertionen von Aortenästen erhielten. Die postoperative Krankenhausverweildauer, beatmungspflichtige, katecholamin- und intensivpflichtige Behandlungsdauer war bei den Patienten mit Bypass signifikant länger. Die Komplikationen unterschieden sich bis auf kardiale Komplikationen nicht signifikant. Seltener kardiale Komplikationen bei den Patienten mit Bypass lassen auf einen protektiven Effekt des Bypass schließen. Ebenso fand sich bei den Patienten, die mit Bypass operiert worden waren, weniger Spätfolgen, so daß dieses Verfahren trotz einer erhöhten postoperativen Komplikationsrate empfohlen wird.

Im Vergleich offener versus endovaskulärer thorakaler Aortenersatz fanden sich folgende Unterschiede: Die Aneurysmagröße endovaskulär operierter Patienten war signifikant größer, außerdem waren die Patienten höher ASA-klassifiziert. Die Operationszeiten der Stentpatienten waren kürzer, der Transfusionsbedarf war geringer und die postoperativen Behandlungszeiten waren kürzer. Unterschiede hinsichtlich Komplikationsrate, Letalitätsrate und Gesamtüberleben fanden sich im kleinen Kollektiv nicht.

Beim rein thorakalen Aortenersatz zeichnet sich das Stentverfahren durch bessere Ergebnisse in Operationsaufwand und Behandlungszeiten bei im Vergleich zum offenen Ersatz bisher ähnlicher Komplikationshäufigkeit aus. Bei weiterer Entwicklung dieses Verfahrens und möglicher Ausweitung der Indikationen ist eine Abnahme der Komplikationen zu erwarten. Ob in Zukunft auch thorako-abdominale Aortenaneurysmen endovaskulär versorgt werden können, bleibt abzuwarten.

7 Literaturverzeichnis

- 1) Acher CW, Crawford JL, Safi HJ et al (1986) Thoracoabdominal aortic aneurysms: preoperative and intraoperative factors determining immediate and long-term results of operation in 605 Patients. *J Vasc Surg* 3:389-404
- 2) Bengtsson, H, Bergqvist D, Ekberg O et al (1991) A population based screening of abdominal aortic aneurysms. *Eur J Vasc Surg* 5:53-57
- 3) Bennett DE, Cherry JK. (1967) The natural history of traumatic aneurysms of the aorta *Surgery* 61: 516-523
- 4) Bickerstaff LK, Messina CR, Brewster DC et al (1982) Thoracic aortic aneurysms: A population-based study. *Surgery* 92:1103-1108
- 5) Biglioli P, Spirito R, Porqueddu M, Agrifoglio M, Pompilio G, Parolari A, Dainese L, Sisillo E (1999) Quick, simple clamping technique in descending thoracic aortic aneurysm repair. *Ann Thorac Surg* Apr 67(4):1038-43
- 6) Bortone AS, Schena S, Mannatrizio G, Paradiso V, Ferlan G, Dialetto G, Cotrufo M, de Luca Tuputti Schinosa L (2001) Endovascular stent-graft treatment for diseases of the descending thoracic aorta. *European Journal of Cardiothoracic Surgery* 20:514-519
- 7) Cain HD, Stevens PM, Adaniya R (1979) Preoperative pulmonary function and complications after cardiovascular surgery. *Chest* 76:130-5
- 8) Cambria RP, Brewster DC, Moncure AC et al (1989) Recent experience with thoracoabdominal aneurysm repair. *Arch Surg* 124:620-4
- 9) Cambria RP, Davison JK, Zannetti S, L'Italien G, Atamian S (1997) Thoracoabdominal aneurysm repair: perspectives over a decade with the clamp-and-sew technique. *Ann Surg* Sep 226(3):294-303
- 10) Cambria RP, Brewster DC, Lauterbach SR, Kaufman JL, Geller S, Fan CM, Greenfield A, Hilgenberg A, Clouse WD (2002a) Evolving experience with thoracic aortic stent graft repair. *J Vasc Surg* Jun 35(6):1129-36
- 11) Cambria RP, Clouse WD, Davison JK, Dunn PF, Corey M, Dorer D (2002b) Thoracoabdominal aneurysm repair: results with 337 operations performed over a 15-year interval. *Ann Surg* Oct 236(4):471-9
- 12) Carrel A, Guthrie CC (1906) Uniterminal and biterminal venous transplantation. *Surg Gynecol Obstet* 2:266
- 13) Carrel A, Guthrie CC (1907) The Surgery of blood vessels. *John Hopkins Hospital Bulletin* 18:18

- 14) Cartes-Zumelzu F, Lammer J, Kretschmer G, Hoelzenbein T, Grabenwoger M, Thurnher S (2000) Endovascular repair of thoracic aortic aneurysms. *Semin Interv Cardiol* Mar 5(1):53-7
- 15) Clouse WD, Hallett JW Jr, Schaff HV, Gayari MM, Ilstrup DM, Melton LJ 3rd (1998) Improved prognosis of thoracic aortic aneurysms: a population-based study. *JAMA* Dec 9 280(22):1926-9
- 16) Coady MA, Rizzo JA, Hammond GL et al (1997) What is the appropriate size criterion for resection of thoracic aortic aneurysms? *J Thorac Cardiovasc Surg* 113:475-91
- 17) Coady MA, Rizzo JA, Elefteriades JA (1999a) Developing surgical intervention criteria for thoracic aortic aneurysms. *Cardiol Clin* Nov 17(4):827-39
- 18) Coady MA, Rizzo JA, Hammond GL, Kopf GS, Elefteriades JA (1999b) Surgical intervention criteria for thoracic aortic aneurysms: a study of growth rates and complications. *Ann Thorac Surg* Jun 67(6):1922-6
- 19) Comerota AJ, White JV (1995) Reducing morbidity of thoracoabdominal aneurysm repair by preliminary axillofemoral bypass. *Am J Surg* Aug 170(2): 218-22
- 20) Cooley DA (1999) The history of surgery of the thoracic aorta. *Cardiology Clinics of North America* 17 (4):609-13
- 21) Cooley DA, Golino A, Frazier OH (2000) Single-clamp technique for aneurysms of the descending thoracic aorta: report of 132 consecutive cases. *Eur J Cardiothorac Surg* Aug 18(2):162-7
- 22) Cooper AC (1830) *Lectures on the principles and practice of surgery*, ed 2. London, FC Westley, p110
- 23) Coselli JS (1994) Thoracoabdominal aortic aneurysms: experience with 372 patients. *J Card Surg* Nov 9 (6):638-647
- 24) Coselli JS, LeMaire SA, Figueiredo LP et al (1997) Paraplegia after thoracoabdominal aortic aneurysm repair: is dessection a risk factor? *Ann Thorac Surg* 63:28-36
- 25) Coselli JS, LeMaire SA, Miller CC 3rd, Schmittling ZC, Koksoy C, Pagan J, Curling PE (2000) Mortality and paraplegia after thoracoabdominal aortic aneurysm repair: a risk factor analysis. *Ann Thorac Surg* Feb 69(2):409-14
- 26) Coselli JS, LeMaire SA, Conklin LD, Koksoy C, Schmittling ZC (2002) Morbidity and mortality after extent II thoracoabdominal aortic aneurysm repair. *Ann Thorac Surg* Apr 73(4):1107-15

- 27)Cox GS, O'Hara PJ, Hertzner NR, Piedmonte MR, Krajewski LP, Beven EG (1992) Thoracoabdominal aneurysm repair: a representative experience. J Vasc Surg May 15(5):780-7
- 28)Crawford ES (1974) Thoracoabdominal and abdominal aortic aneurysms involving renal superior and mesenteric and celiac arteris. Ann Surg 179:763-772
- 29)Crawford ES, Crawford JL, Safi HJ, Coselli JS, Hess KR, Brooks B, Norton HJ, Glaeser DH (1986a) Thoracoabdominal aortic aneurysms: preoperative and intraoperative factors determining immediate and long-term results of operations in 605 patients. J Vasc Surg 3(3):389-404
- 30)Crawford ES, DeNatale RW (1986b) Thoracoabdominal aortic aneurysm: Observations regarding the natural course of the disease. J Vasc Surg 3: 578-582
- 31)Crawford ES, Hess KR, Cohen ES, Coselli JS, Safi HJ (1991a) Ruptured aneurysm of the descending thoracic and thoracoabdominal aorta. Analysis according to size and treatment. Ann Surg May 213(5):417-25
- 32)Crawford ES, Svensson LG, Hess KR et al (1991b) A prospective randomised study of cerebrospinal fluid drainage to prevent paraplegia after high-risk surgery of the thoracoabdominal aorta. J Vasc Surg 13:36-46
- 33)Csendes A, Burdiles P, Rojas J, Braghetto I, Diaz JC, Maluenda F (2002) A prospective randomized study comparing D2 total gastrectomy versus D2 total gastrectomy plus splenectomy in 187 patients with gastric carcinoma. Surgery Apr 131(4):401-7
- 34)Dake MD, Miller DC, Semba CP, Mitchell RS, Walker PJ, Liddell RP (1994) Transluminal placement of endovascular stent-grafts for the treatment of descending thoracic aortic aneurysms. N Eng J Med 331:1729-1734
- 35)Dake MD, Miller DC, Mitchell RS, Semba CP, Moore KA, Sakai T (1998) The „First generation“ of endovascular stent-grafts for patients with aneurysms of the descending thoracic aorta. J Thoracic Cardiovascular Surgery 116:689-704
- 36)Dapunt OE, Galla JD, Sadeghi AM, Lansman SL, Mezrow CK, de Asla RA, Quintana C, Wallenstein S, Ergin AM, Griep RB (1994) The natural history of thoracic aortic aneurysms. J Thorac Cardiovasc Surg May 107(5):1323-32
- 37)DeBakey ME, Cooley DA (1953) Successful resection of aneurysm of thoracic aorta and replacement by graft. JAMA 152:673-676

- 38) DeBakey M, Noon G (1975) Aneurysms of the thoracic aorta. *Mod Concepts Cardiovasc Dis* 44: 53-58
- 39) Diehl JT, Cali RF, Hertzner NR, Beven EG (1983) Complications of abdominal aortic reconstruction: an analysis of perioperative risk factors in 557 patients. *Ann Surg* 97:49-56
- 40) Dripps RD, Lamont A, Eckenhoff JE (1961) The role of anesthesia in surgical mortality. *JAMA* 178: 261-66
- 41) Duhaylongsod FG, Glower DD, Wolfe WG (1992) Acute traumatic aortic aneurysm: the Duke experience from 1970 to 1990. *J Vasc Surg* Feb 15(2): 331-42
- 42) Ehrlich M, Grabenwoger M, Cartes-Zumelzu F, Grimm M, Petzl D, Lammer J, Thurnher S, Wolner E, Havel M (1998) Endovascular stent graft repair for aneurysms of the descending aorta. *Ann Thorac Surg* Jul 66(1):19-24
- 43) Elefteriades JA, Lovoulos CJ, Coady MA, Tellides G, Kopf GS, Rizzo JA (1999) Management of descending aortic dissection. *Ann Thorac Surg* Jun 67 (6):2002-5
- 44) Elkin DC (1940) Aneurysms of the abdominal aorta: treatment by ligation. *Annals of Surgery* 112:895
- 45) Etheredge AN, Yee J, Smith JV et al (1955) Successful resection of a large aneurysm of the upper abdominal aorta and replacement with homograft. *Surgery* 38:1071-1081
- 46) Finkelmeier BA, Mentzer RM, Kaiser DL et al (1982) Chronic traumatic thoracic aneurysm. Influence of operative treatment on the natural history: An analysis of reported cases, 1950-1980. *J Thorac Cardiovasc Surg* 84:257-266
- 47) Gilling-Smith GL, Worswick L, Knight PF, Wolfe JH, Mansfield AO (1995) Surgical repair of thoracoabdominal aortic aneurysm: 10 years' experience. *Br J Surg* May 82(5):624-9
- 48) Grabenwoger M, Hutschala D, Ehrlich MP, Cartes-Zumelzu F, Thurnher S, Lammer J, Wolner E, Havel M (2000) Thoracic aortic aneurysms: treatment with endovascular self-expandable stent grafts. *Ann Thorac Surg* Feb 69:441-445
- 49) Grabitz K, Sandmann W, Stuhmeier K et al. (1996) The risk of ischemic spinal cord injury in patients undergoing graft replacement for thoracoabdominal aortic aneurysms. *J Vasc Surg* 23:230-240

- 50)Greenberg R, Resch T, Nyman U, Lindh M, Brunkwall J, Brunkwall P, Malina M, Koul B, Lindblad B, Ivencev K (2000) Endovascular repair of descending thoracic aortic aneurysms: an early experience with intermediate-term follow-up J Vasc Surg Jan 31:147-156
- 51)Griep RB, Ergin MA, Galla JD et al (1996) Looking for the artery of Adamkiewicz: a quest to minimize paraplegia after operations for aneurysms of the descending thoracic and thoracoabdominal aorta. J Thorac Cardiovasc Surg 112:1202-1215
- 52)Hamilton IN Jr, Hollier LH (1998) Adjunctive therapy for spinal cord protection during thoracoabdominal aortic aneurysm repair. Semin Thorac Cardiovasc Surg Jan10(1):35-9.
- 53)Hines GL, Busutil S (1994) Thoraco-abdominal aneurysm resection. Determinants of survival in a community hospital. J Cardiovasc Surg 35:243-6
- 54)Heijmen RH, Deblie IG, Moll FL, Dossche KM, van den Berg JC, Overtom TT, Ernst SM, Schepens MA (2002) Endovascular stent-grafting for descending thoracic aortic aneurysms. Eur J Cardiothorac Surg Jan 21(1):5-9
- 55)Hirose Y, Hamada S, Takamiya M, Imakita S, Naito H, Nishimura T (1992) Aortic aneurysms: growth rates measured with CT. Radiology 185:249-52
- 56)Hollier LH, Money SR, Naslund TC et al (1992) Risk of spinal cord dysfunction in patients undergoing thoracoabdominal aortic replacement. Am J Surg 164:210-214
- 57)Huynh TT, Miller CC 3rd, Estrera AL, Porat EE, Safi HJ (2002) Thoracoabdominal and descending thoracic aortic aneurysm surgery in patients aged 79 years or older. J Vasc Surg (3):469-75
- 58)Inoue K, Sato M, Iwase T et al (1996) Clinical endovascular placement of branched graft for type B aortic dissection. J Thorac Cardiovasc Surg 112:1111-1113
- 59)Johansson G, Markstrom U, Swedenborg J (1995) Ruptured thoracic aortic aneurysms: A study of incidence and mortality rates. J Vasc Surg 21:985-988
- 60)Joyce JW, Fairbairn J, Kincaid OW et al (1964) Aneurysms of the thoracic aorta –A clinical study with special reference to prognosis. Circulation 29:176-181
- 61)Kaplan EL, Meier P (1958) Nonparametric estimation for incomplete observations. J Am Stat Assoc 53: 457-81

- 62)Kashyap VS, Cambria R, Davidson JK, L'Italien GJ (1997) Renal failure after thoracoabdominal aortic surgery. *J Vasc Surg* 26:949-57
- 63)Kawaharada N, Morishita K, Fukada J, Yamada A, Muraki S, Hyodoh H, Abe T (2002) Thoracoabdominal or descending aortic aneurysm repair after preoperative demonstration of the Adamkiewicz artery Bypass magnetic resonance angiography. *Eur J Cardiothorac Surg* Jun 21(6):970-4
- 64)Kodolitsch Y, Baumgart D, Eggebrecht H, Dieckmann C, Jakob H, Meinertz T, Erbel R (2003) Das akute Aortensyndrom. *Dtsch Arztebl* 2003 100:A 326-333
- 65)Kortmann H (2001) Aneurysmen der thorakalen Aorta. In: Hepp W, Kogel H. *Gefäßchirurgie* 1.Auflage Urban&Fischer Verlag München Jena Seite 237
- 66)Kouchoukos NT, Lell WA, Karp RB et al (1979) Hemodynamic effects of aortic clamping and decompression with a temporary shunt for resection of the descending thoracic aorta. *Surgery* 85:25-30
- 67)Kouchoukos NT, Bill BD (1995) Hypothermic bypass and circulatory arrest for operations on the descending thoracic and thoracoabdominal aorta. *Ann Thorac Surg* Jul 60(1):67-76
- 68)Kouchoukos NT, Dougenis D (1997) Surgery of the thoracic aorta. *N Eng J Med* 26: 1876-1888
- 69)Leu, HJ (1976) Pathomorphologie und Ätiologie der dilatierenden Arteriopathien. In Vollmar JF, Nobbe FP: *Arteriovenöse Fisteln – Dilatierende Arteriopathien (Aneurysmen)*. Thieme, Stuttgart
- 70)Lemaire SA, Rice DC, Schmittling ZC, Coselli JS (2002) Emergency surgery for thoracoabdominal aortic aneurysms with acute presentation. *J Vasc Surg* Jun 35(6):1171-8
- 71)Ling E, Arellano R (2000) Systematic overview of the evidence supporting the use of cerebrospinal fluid drainage in thoracoabdominal aneurysm surgery for prevention of paraplegia. *Anesthesiology* Oct 93(4):1115-22
- 72)Livesay JL, Cooley DA, Ventemiglia RA et al (1995) Surgical experience in descending thoracic aneurysmectomy with and without adjuncts to avoid ischemia. *Ann Thorac Surg* 39:37-46
- 73)Lobato AC, Puech-Leao P (1998) Predictive factors of rupture of thoracoabdominal aortic aneurysm. *J Vasc Surg* 27:446-453
- 74)Mastroroberto P, Chello M (1999) Emergency thoracoabdominal aortic aneurysm repair: clinical outcome. *J Thorac Cardiovasc Surg* Sep 118(3):477-81

- 75)Matas R (1903) An operation for the radical cure of aneurysms based upon arteriorrhaphy. *Annals of surgery* 37:161
- 76)Mattox KL, Wall MJ, Hirshberg A (1994) Traumatic aneurysms of the thoracic aorta. In: Yao JST&Pearce WH ED. *Aneurysms - New findings and treatments*. Appleton & Lange
- 77)Meredith P (1996) But was the operation worth it? The limitations of quality of life and patient satisfaction research in health-care outcome assessment. *J Qual Clin Pract* Jun 16(2):75-85
- 78)Mitchell RS, Dake MD, Semba CP, Fogarty TJ, Zarins CK, Liddel RP, Miller DC (1996) Endovascular stentgraft repair of thoracic aortic aneurysms. *J Thoracic Cardiovasc Surg* 111:1054-1062
- 79)Mitchell RS, Miller DC, Dake MD (1997) Stent graft repair of thoracic aortic aneurysms. *Semin Vasc Surg* 10:257-271
- 80)Mitchell RS, Miller DC, Dake MD, Semba CP, Moore KA, Sakai T (1999) Thoracic aortic aneurysm repair with an endovascular stent graft: the "first generation". *Ann Thorac Surg* Jun 67(6):1971-4
- 81)Najibi S, Terramani TT, Weiss VJ, Mac Donald MJ, Lin PH, Redd DC, Martin LG, Chaikof EL, Lumsden AB (2002) Endovaskulär versus open treatment of descending thoracic aortic aneurysms. *J Vasc Surg* Oct 36(4):732-7
- 82)Nienaber CA, Fattori R, Lund G, Dieckmann C, Wolf W, v.Kodolitsch Y, Nicolas Y, Pierangeli A (1999) Nonsurgical reconstruction of thoracic aortic dissection by stent-graft placement. *N Eng J Med* 340:1539-1545
- 83)Oldenburg HS, Burrell Welborn M, Pruitt JH, Boelens PG, Seeger JM, Martin TD, Wesdorp RI, Rauwerda JA, van Leeuwen PA, Moldauer LL (2000) Interleukin-10 appearance following thoraco-abdominal and abdominal aortic aneurysm repair is associated with the duration of visceral ischaemia. *Eur J Vasc Endovasc Surg* Aug 20(2):169-72
- 84)Orend KH, Scharrer-Pamler R, Kapfer X, Görich J, Sunder-Plassmann L (2001) Endovaskuläre Ausschaltung thorakaler Aortenaneurysmen, Dissektionen und Rupturen. *Gefäßchirurgie* 6:136-144
- 85)Orend KH, Kotsis T, Scharrer-Pamler R, Kapfer X, Liewald F, Gorich J, Sunder-Plassmann L (2002) Endovascular repair of aortic rupture due to trauma and aneurysm. *Eur J Vasc Endovasc Surg* Jan 23(1):61-7

- 86) Ouriel K (2003) The use of an aortoiliac side-arm conduit to maintain distal perfusion during thoracoabdominal aortic aneurysm repair. *J Vasc Surg* Jan 37 (1):214-8
- 87) Palma JH, de Souza JA, Rodrigues Alves CM, Carvalho AC, Buffolo E (2002) Self-expandable aortic stent-grafts for treatment of descending aortic dissections. *Ann Thorac Surg* Apr 73(4):1138-41
- 88) Panneton JM, Hollier LH (1995) Non-dissecting thoracoabdominal aortic aneurysms, Part 1. *Ann Vasc Surg* 9:503-514
- 89) Parodi JC, Palmaz JC, Bortone HD (1991) Transfemoral intraluminal graft implantation for abdominal aortic aneurysms. *Ann Vasc Surg* 5:491-499
- 90) Pitt MP, Bonser RS (1997) The natural history of thoracic aortic aneurysm disease: an overview. *J Card Surg* Mar-Apr 12(2 Suppl):270-8
- 91) Passaro E, Pace WG (1959) Traumatic rupture of the aorta. *Surgery* 46:787-91
- 92) Pressler V, McNamara JJ (1980) Thoracic aortic aneurysm: natural history and treatment. *J Thorac Cardiovasc Surg* 79: 489-98
- 93) Pressler V, McNamara JJ (1985) Aneurysm of the thoracic aorta. Review of 260 cases. *J Thorac Cardiovasc Surg* Jan 89(1):50-4
- 94) Rectenwald JE, Huber TS, Martin TD, Ozaki CK, Devidas M, Welborn MB, Seeger JM (2002) Functional outcome after thoracoabdominal aortic aneurysm repair. *J Vasc Surg* Apr 35(4):640-7
- 95) Robbins RC, McManus RP, Mitchell RS et al (1993) Management of patients with intramural hematoma of the thoracic aorta. *Circulation* 88 Suppl II:1-10
- 96) Safi HJ, Harlin SA, Miller CC et al (1996) Predictive factors for acute renal failure in thoracic and thoracoabdominal aortic aneurysm surgery. *J Vasc Surg* 24: 338-45
- 97) Safi HJ, Campbell MP, Miller CC 3rd, Iliopoulos DC, Khojnejhad A, Letsou GV, Asimacopoulos PJ (1997a) Cerebral spinal fluid drainage and distal aortic perfusion decrease the incidence of neurological deficit: the results of 343 descending and thoracoabdominal aortic aneurysm repairs. *Eur J Vasc Endovasc Surg* Aug 14(2):118-24
- 98) Safi HJ, Miller CC 3rd, Azzizadeh A, Iliopoulos DC (1997b) Observations on delayed neurologic deficit after thoracoabdominal aortic aneurysm repair. *J Vasc Surg* Oct 26(4):616-22

- 99)Safi HJ, Miller CC, Carr C et al (1998a) Importance of intercostal artery reattachment during thoracoabdominal aortic aneurysm repair. J Vasc Surg 27:58-68
- 100)Safi HJ, Winnerkvist A, Miller CC 3rd, Iliopoulos DC, Reardon MJ, Espada R, Baldwin JC (1998b) Effect of extended cross-clamp time during thoracoabdominal aortic aneurysm repair. Ann Thorac Surg Oct 66(4):1204-9.
- 101)Safi HJ, Miller CC 3rd. (1999) Spinal cord protection in descending thoracic and thoracoabdominal aortic repair. Ann Thorac Surg Jun 67(6):1937-9
- 102)Sandmann W, Grabitz K, Kniemeyer H-W, Stühmeier K, Breulmann M (1988) Chirurgische Behandlung des thorako-abdominalen und suprarenalen Aortenaneurysmas. Zentralbl Chir 123:871-5
- 103)Sandmann W, Grabitz K, Torsello G, Kniemeyer HW, Stuhmeier K, Mainzer B (1995) Surgical treatment of thoraco-abdominal aneurysm. Indications and results. Chirurg Sep 66(9):845-56
- 104)Schepens MA, Defauw JJ, Hamerlijck RP, De Geest R, Vermeulen FE (1994) Surgical treatment of thoracoabdominal aortic aneurysms by simple crossclamping. Risk factors and late results. J Thorac Cardiovasc Surg Jan 107(1):134-42
- 105)Schepens MA, Vermeulen FE, Morshuis WJ, Dossche KM, van Dongen EP, Ter Beek HT, Boezeman Einheiten (1999) Impact of left heart bypass on the results of thoracoabdominal aortic aneurysm repair. Ann Thorac Surg Jun 67 (6):1963-7
- 106)Schmid A, Thybusch A, Kremer B, Henne-Bruns D (2000) Differential effects of radical D2-lymphadenectomy and splenectomy in surgically treated gastric cancer patients. Hepatogastroenterology Mar-Apr 47(32):579-85
- 107)Schwartz LB, Belkin M, Donaldson MC, Mannick JA, Whittemore AD (1996) Improvement in results of repair of type IV thoracoabdominal aortic aneurysms. J Vasc Surg Jul 24(1):74-81
- 108)Shenaq SA, Svensson LG (1992) Con: Cerebrospinal fluid drainage does not afford spinal cord protection during resection of thoracic aneurysms. Cardiothorac Vasc Anesth 6(3): 369-372
- 109)Skupin M, Blum U, Krause E, Ruhr-Leukart M (1990) Results of surgical repair for 110 thoracic aortic aneurysms. Thorac Cardiovasc Surg Jun 38(3): 175-80

- 110)Svensjo S, Bengtsson H, Bergqvist D (1996) Thoracic and thoracoabdominal aortic aneurysm and dissection: an investigation based on autopsy. *Br J Surg* 83:68-71
- 111)Svensson LG, Rickards E, Coull A et al (1986) Relationship of spinal cord blood flow to vascular anatomy during thoracic aortic cross clamping and shunting. *J thorac Cardiovasc Surg* 91:71-78
- 112)Svensson LG, Coselli JA, Safi HJ, Hess KR, Crawford ES (1989) Appraisal of adjuncts to prevent acute renal failure after surgery on the thoracic or thoracoabdominal aorta *J Vasc Surg* 10:230-239
- 113)Svensson LG, Crawford ES, Hess KR, Coselli JS, Safi HJ (1990) Dissection of the aorta and dissecting aortic aneurysms: improving early and long-term surgical results. *Circulation* 82 (Suppl IV): 24-38
- 114)Svensson LG, Hess KR, Coselli JS, Safi HJ, Crawford ES (1991a) A prospective study of respiratory failure after high-risk surgery on the thoracoabdominal aorta. *J Vasc Surg* Sep 14(3):271-82
- 115)Svensson LG, Patel V, Robinson MF, Ueda T, Roehm JOJ, Crawford ES (1991b) Influence of preservation or perfusion of intraoperatively identified spinal cord blood supply on spinal motor evoked potentials and paraplegia after aortic surgery. *J Vasc Surg* 13:355-65
- 116)Svensson LG, Crawford ES, Hess KR, Coselli JS, Safi HJ (1993a) Experience with 1509 patients undergoing thoracoabdominal aortic operations. *J Vasc Surg* Feb17(2):357-68
- 117)Svensson LG, Crawford ES, Hess KR, Coselli JS, Safi HJ (1993b) Variables predictive of outcome in 832 patients undergoing repairs of the descending thoracic aorta. *Chest* Oct 104(4):1248-53
- 118)Svensson LG, Hess KR, D'Agostino RS, Entrup MH, Hreib K, Kimmel WA, Nadolny E, Shahian DM (1998) Reduction of neurologic injury after high-risk thoracoabdominal aortic operation. *Ann Thorac Surg* 66:32-138
- 119)Taylor PR, Gaines PA, McGuinness CL, Cleveland TJ, Beard JD, Cooper G, Reidy JF (2001)Thoracic Aortic Stent Grafts – Early Experience from two centres using commercial available devices. *Eur J Vasc Surg* 22:70-76
- 120)Umana JP, Mitchell RS (2000) Endovascular treatment of aortic dissections and thoracic aortic aneurysms. *Semin Vasc Surg* Dec 13(4):290-8
- 121)Vollmar J. *Rekonstruktive Chirurgie der Arterien*, Georg-Thieme-Verlag New York 1996, Seite123

- 122)Webb TH, Williams GM (1999) Thoracoabdominal aneurysm repair. Cardiovasc Surg Oct 7(6):573-85
- 123)Welborn MB, Oldenburg HS, Hess PJ, Huber TS, Martin TD, Rauwerda JA, Wesdorp RI, Espat NJ, Copeland EM 3rd, Moldawer LL, Seeger JM (2000) The relationship between visceral ischemia, proinflammatory cytokines, and organ injury in patients undergoing thoracoabdominal aortic aneurysm repair. Crit Care Med Sep 28(9): 3191-7
- 124)Williams TE, Vasco JS, Kakos GS, Cattaneo SM, Meckstrotz CV, Kilman JW (1980) Treatment of acute and chronic traumatic rupture of the descending aorta. World J Surg 4:545-552
- 125)Wright JG (1999) Outcomes research: what to measure. World J Surg Dec 23 (12):1224-6
- 126)Young R, Ostertag H (1987) Häufigkeit, Ätiologie und Rupturrisiko des Aortenaneurysmas. Eine Autopsiestudie. Dtsch med Wschr 112:1253-1256

8 Danksagung

Herrn Professor Dr. W. Teichmann danke ich für die freundliche Überlassung des Dissertationsthemas.

Herrn Professor Dr. H. Kortmann danke ich für die konkrete und im Einzelfall sehr präzise Unterstützung bei der Ausarbeitung der Daten. Außerdem möchte ich mich für die Hilfe bei der Interpretation und Diskussion der Arbeit bedanken, für die die Erfahrung des Operateurs unentbehrlich ist.

Frau Dr. H. Weichert danke ich für die hilfreiche, motivierende und konkrete Beratung bei der Umsetzung der Arbeit.

Frau E. Wolf danke ich für die immer freundliche Hilfe bei der statistischen Auswertung.

Christian Hoffmann danke ich für die langdauernde moralische Unterstützung und Motivation sowie die konstruktive Kritik und Korrektur.

9 Lebenslauf

Name	Barbara Sinner
Geburtsdatum	15. Juli 1968
Geburtsort	Düsseldorf
Eltern	Dr. med. Wolfram Sinner, Internist Dörte Sinner, Medizinisch-technische Assistentin
Schulbildung	
1974 – 1978	Grundschule Urdenbach, Düsseldorf
1974 – 1978	Annette-von-Droste-Hülshoff-Gymnasium Düsseldorf-Benrath
Hochschulbildung	
1987-1989	Julius-Maximilian-Universität Würzburg Physikum September 1989
1991-1992	Auslandssemester Universita degli Studi di Medicina e Chirurgia Padua/Italien
1989-1995	Universität Hamburg 1.Staatsexamen März 1991 2.Staatsexamen September 1993 3.Staatsexamen April 1995
Berufliche Laufbahn	
1995-1996	Ärztin im Praktikum Medizinisch-Wissenschaftliche Mitarbeiterin Fa. Strathmann, Pharma, Hamburg
1996	Ärztin im Praktikum Chirurgie PD Dr. P. Matthaes Israelitisches Krankenhaus, Hamburg
1996-1998	Ärztin im Praktikum und Assistenzärztin Thorax- und Gefäßchirurgie Prof. Dr. H. Kortmann Allgemeines Krankenhaus Hamburg-Altona
Seit 1998	Assistenzärztin Urologie Prof. Dr. D. Gonnermann Allgemeines Krankenhaus Hamburg-Altona Dezember 2003 Fachärztin für Urologie

10 Erklärung

Ich versichere ausdrücklich, daß ich die Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfaßt, andere als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die aus den benutzten Werken wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen einzeln nach Ausgabe (Auflage und Jahr des Erscheinens), Band und Seite des benutzten Werkes kenntlich gemacht habe, und daß ich die Dissertation bisher nicht einem Fachvertreter an einer anderen Hochschule zur Überprüfung vorgelegt oder mich anderweitig um eine Zulassung zur Promotion beworben habe.

Hamburg, Mai 2004

Barbara Sinner

11 Inhaltsverzeichnis

1FRAGESTELLUNG.....	1
2EINLEITUNG.....	2
3MATERIAL UND METHODEN	10
3.1Datenerfassung.....	10
3.2Statistik	14
4ERGEBNISSE	16
4.1Gesamtkollektiv.....	16
4.1.1Basisdaten.....	16
4.1.2Diagnose.....	16
4.1.3Klinik.....	18
4.1.4Begleitmorbidität.....	19
4.1.5Operation: Technische Ergebnisse.....	20
4.1.6Operation: Letalität und Morbidität.....	25
4.1.7Spätfolgen	29
4.1.8Follow-up und Todesursachen.....	30
4.1.9Gesamtüberlebensanalyse nach Kaplan-Meier	31
4.2Thorako-abdominaler Aortenersatz: Einfluß der Bypassanlage	36
4.3Thorakaler Aortenersatz: offener Aortenersatz versus endovaskuläres Stentverfahren.....	40
5DISKUSSION.....	46
5.1Basisdaten.....	46
5.2Technische Operationsergebnisse.....	48
5.2.1Operationszeiten.....	48
5.2.2Aortenabklemmzeiten.....	48
5.2.3Reinsertion von Aortenästen.....	49
5.2.4Subclaviatransposition.....	49
5.2.5Gabe von Fremdblutbestandteilen.....	50
5.2.6Postoperative Behandlungszeiten.....	51
5.3Operationsletalität und Gesamtüberlebensanalyse	53
5.4Operationsmorbidität	59
5.4.1Gesamtkomplikationsrate.....	59
5.4.2Kardiale Komplikationen	61
5.4.3Pulmonale Komplikationen	62
5.4.4Renale Komplikationen.....	64
5.4.5Splenektomie.....	66
5.4.6Multiorganversagen.....	66
5.5Postoperative Folgezustände.....	68
5.5.1Status wie präoperativ	68
5.5.2Paraplegie.....	69
5.5.3Renale Spätkomplikationen.....	73

5.6Thorako-abdominaler Aortenersatz: Einfluß der Bypassanlage	76
5.7Thorakaler Aortenersatz: offener Aortenersatz versus endovaskuläres Stentverfahren.....	80
6ZUSAMMENFASSUNG	86
7LITERATURVERZEICHNIS.....	88
8DANKSAGUNG	99
9LEBENSLAUF.....	100
10ERKLÄRUNG.....	101
11INHALTSVERZEICHNIS.....	102