

Aus der Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie
(Direktor: Prof. Dr. med. J. Cremer)
im Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel
an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

**MORTALITÄT UND MORBIDITÄT NACH OPERATIVER VERSORGUNG BEI
AKUTER AORTENDISSEKTION TYP A –
LANGZEIT FOLLOW-UP BEI ÄLTEREN PATIENTEN**

Inauguraldissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
der Medizinischen Fakultät
der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

vorgelegt von

INSA TAUTORAT

aus Goslar

Kiel 2016

-
1. Berichtstatter: Priv.-Doz. Dr. Assad Haneya
 2. Berichtstatter: Priv.-Doz. Dr. Jochen Renner
- Tag der mündlichen Prüfung: 08.08.2017
Zum Druck genehmigt, Kiel, den 26.06.2017

gez.: Priv.-Doz. Dr. Tim Attmann

Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

TABELLENVERZEICHNIS

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

1 EINLEITUNG	1
1.1 DEFINITION UND PATHOGENESE	2
1.2 KLASSIFIKATION	3
1.2.1 KLASSIFIKATION NACH DEBAKEY	4
1.2.2 KLASSIFIKATION NACH STANFORD	4
1.3 ÄTIOLOGIE	5
1.4 KLINIK	7
1.5 DIAGNOSTIK	9
1.5.1 ECHOKARDIOGRAPHIE	10
1.5.2 COMPUTERTOMOGRAPHIE	11
1.5.3 MAGNETRESONANZTOMOGRAPHIE	12
1.5.4 KONTRASTAORTOGRAPHIE	12
1.6 THERAPIEVERFAHREN	13
1.6.1 THERAPIE DER AORTENDISSEKTION TYP A	13
1.6.2 THERAPIE DER AORTENDISSEKTION TYP B	15
1.7 ZIELSETZUNG	15
2 MATERIAL UND METHODEN	17
2.1 PATIENTENKOLLEKTIV	17
2.2 DIAGNOSESTELLUNG	17
2.3 OPERATIONSVERFAHREN	18
2.3.1 PRINZIP DER HERZ-LUNGEN-MASCHINE	18
2.3.2 ARTERIELLE KANÜLIERUNG	19
2.3.3 VENÖSE KANÜLIERUNG	20
2.3.4 NEUROPROTEKTIVE MAßNAHMEN	20
2.3.4.1 HYPOTHERMER KREISLAUFSTILLSTAND	20
2.3.4.2 RETROGRADE HIRNPERFUSION	21

2.3.4.3 SELEKTIVE ANTEGRADE HIRNPERFUSION	21
2.3.4.4 CO ₂ -INSUFFLATION	22
2.4 OPERATIONSTECHNIKEN	22
2.4.1 SUPRAKORONARER ERSATZ DER AORTA ASCENDENS	23
2.4.2 PARTIELLER ODER TOTALER AORTENBOGENERSATZ	23
2.4.3 KLAPPENERSATZ	24
2.4.4 OPERATION NACH BENTALL	24
2.4.5 OPERATION NACH DAVID UND YACOUB	24
2.5 ENTWÖHNUNG VON DER HERZ-LUNGEN-MASCHINE	25
2.6 POSTOPERATIVE VERSORGUNG UND NACHSORGE	26
2.7 DATENERHEBUNG	26
2.7.1 PRÄOPERATIVE PARAMETER	27
2.7.2 INTRAOPERATIVE PARAMETER	27
2.7.3 POSTOPERATIVE PARAMETER	28
2.8 ETHIKKOMMISSION	28
2.9 STATISTISCHE METHODEN	28
3 ERGEBNISSE	30
<hr/>	
3.1 PRÄOPERATIVE DATEN	30
3.1.1 DAS PATIENTENKOLLEKTIV	30
3.1.2 RISIKOFAKTOREN	31
3.1.3 KLINISCHE PRÄSENTATION BEI AUFNAHME	32
3.2 INTRAOPERATIVE DATEN	34
3.2.1 EXTRAKORPORALE PERFUSION	34
3.2.2 KANÜLIERUNGSTECHNIKEN	35
3.2.3 OPERATIONSTECHNIKEN	36
3.2.4 OPERATIONSVERFAHREN	37
3.3 POSTOPERATIVE DATEN	38
3.3.1 POSTOPERATIVE KOMPLIKATIONEN	39
3.3.2 30-TAGES-MORTALITÄT	40
3.3.3 SPÄTE KOMPLIKATIONEN	42
3.3.4 LANGZEITÜBERLEBEN	42
4 DISKUSSION	45
<hr/>	
4.1 PATIENTENKOLLEKTIV	45
4.2 RISIKOFAKTOREN	46

4.3 KLINISCHE PRÄSENTATION BEI AUFNAHME	50
4.4 INTRAOPERATIVE PARAMETER	54
4.5 POSTOPERATIVE KOMPLIKATIONEN	58
4.6 MORTALITÄT	62
4.7 LIMITATIONEN DER STUDIE	66
5 ZUSAMMENFASSUNG	67
<hr/>	
ERKLÄRUNG	69
<hr/>	
LITERATURVERZEICHNIS	70
<hr/>	
DANKSAGUNG	
<hr/>	
LEBENS LAUF	
<hr/>	

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Klassifikation der Aortendissektion

(Quelle: modifiziert nach <http://de.slideshare.net/hubertshare/thoraxschmerz>, 21.11.2016) 5

Abbildung 2: Arterielle Kanülierungstechniken (Quelle: eigene Abbildung) 35

Abbildung 3: Venöse Kanülierungstechniken (Quelle: eigene Abbildung) 36

Abbildung 4: Operationsverfahren (Quelle: eigene Abbildung) 38

Abbildung 5: Todesursachen während des Krankenhausaufenthalts

(Quelle: eigene Abbildung) 41

Abbildung 6: Langzeitüberleben des Gesamtkollektivs (Quelle: eigene Abbildung) 43

Abbildung 7: Langzeitüberleben beider Kollektive im Vergleich

(Quelle: eigene Abbildung) 44

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Das Patientenkollektiv	30
Tabelle 2: Untersuchte Risikofaktoren bei Aufnahme	32
Tabelle 3: Aufnahmezustand der Patienten	33
Tabelle 4: Daten der Herz-Lungen-Maschine	34
Tabelle 5: Operationstechniken	37
Tabelle 6: Stationäre Liegezeiten	39
Tabelle 7: Postoperative Komplikationen	40
Tabelle 8: Intraoperative und postoperative Mortalität	41
Tabelle 9: Späte Komplikationen	42

Abkürzungsverzeichnis

AADA	akute Aortendissektion Typ A
ASCP	selektive antegrade Hirnperfusion
BMI	Body-Mass-Index
COPD	chronisch obstruktive Lungenerkrankung
CT	Computertomographie
DHCA	Deep Hypothermic Cardiac Arrest
EF	Ejektionsfraktion
EKG	Elektrokardiographie
HLM	Herz-Lungen-Maschine
IRAD	International Registry of Acute Aortic Dissection
KHK	Koronare Herzkrankheit
LVEF	Linksventrikuläre Ejektionsfraktion
MD-CTA	Multi Detektor- Computertomographie Angiographie
mmHg	Millimeter Quecksilbersäule
MRT	Magnetresonanztomographie
pAVK	periphere arterielle Verschlusskrankheit
TEE	Transösophageale Echographie
TTE	Transthorakale Echographie
UKSH	Universitätsklinikum Schleswig-Holstein

1 Einleitung

Seit der Erstbeschreibung einer Aortendissektion bei der Autopsie von König George II im Jahr 1761 durch seinen Leibarzt Dr. Nicholls (Nicholls 1762) wurden große Fortschritte in der Diagnostik und der Therapie erzielt. Dennoch gilt die akute Aortendissektion nach wie vor als lebensbedrohliches Erkrankungsbild und führt häufig zum Tod des betroffenen Patienten (Mehta et al. 2002 b). Durch frühzeitige Komplikationen wie eine Aortenruptur oder eine Malperfusion der viszeralen Organe ist die Prognose oft fatal (Chirillo et al. 1990; Jamieson et al. 1982; Svensson et al. 1990). Dabei muss hinsichtlich der Prognose und Therapie sowohl zwischen der akuten und der chronischen Aortendissektion, als auch zwischen Typ A und B unterschieden werden. Die Inzidenz der Aortendissektion wird mit 2,5-3,5 Neuerkrankungen pro 100.000 Personen pro Jahr angegeben (Bickerstaff et al. 1982; Meszaros et al. 2000; Clouse et al. 2004). Wahrscheinlich ist diese jedoch deutlich unterschätzt, da viele Patienten noch vor Erreichen des Krankenhauses versterben. Erbel et al. (2001) zeigten in einer Studie, dass nur bei 15 % der post mortem diagnostizierten Aortendissektionen bereits ante mortem die Diagnose gestellt worden war. Die Mortalität der Aortendissektion ist nach wie vor sehr hoch (Khan und Nair 2002). In den westlichen Industrieländern stehen die akuten Aortenerkrankungen, die Aortenaneurysmen und Aortendissektionen, an 13. Stelle der Todesursachenstatistik bei Personen über 65 Jahren (Sodeck et al. 2008). Das statistische Bundesamt gibt eine Verdopplung der Todesfälle durch Aortenaneurysmen und Aortendissektionen in den letzten zehn Jahren an (Rehders et al. 2006). Insbesondere bei der akuten Aortendissektion Typ A (AADA) versterben 50 % der Patienten innerhalb von 24 Stunden ohne zeitnahe chirurgische Therapie. Somit gibt es aktuell keine therapeutische Alternative, die das Überleben dieses Patientenkollektivs in gleicher Art und Weise sichert wie die Operation. Für die Prognose der Patienten entscheidend sind die zeitnahe Diagnose und die rechtzeitige, adäquate Therapie. Die Aortendissektion betrifft zu zwei Dritteln Männer mit einem Altersdurchschnitt von 63 Jahren. Frauen erkranken deutlich seltener und mit einem höheren Altersdurchschnitt (67 Jahren) (Hagan et al. 2000). Die beschriebene Mortalität ist trotz chirurgischer Therapie bei Frauen mit 32 % höher als bei Männern. Diese weisen eine Mortalität von 22 % auf (Nienaber et al. 2004).

Dementsprechend ist die akute Aortendissektion eher eine Erkrankung des höheren Lebensalters. Da unsere Gesellschaft immer älter wird, wird wahrscheinlich auch die Zahl der akuten Aortendissektionen zunehmen. Die International Registry of Acute Aortic Dissection (IRAD) beschreibt hohes Lebensalter als unabhängigen Prädiktor für eine erhöhte Mortalität im Rahmen einer akuten Aortendissektion Typ A (Trimarchi et al. 2010). Neri et al. (2001) stellten sogar eine Krankenhausmortalität von 84 % bei Patienten mit höherem Lebensalter fest. Angesichts dieser Zahlen stellt sich die Frage, ob auch ältere Patienten von einem operativen Eingriff profitieren oder ob es Alters- und Befundkonstellationen gibt, die eine Operation obsolet machen.

1.1 Definition und Pathogenese

Die Aortendissektion oder auch Aneurysma dissecans aortae ist eine Sonderform des Aneurysmas. Sie ist durch das Vorliegen einer Dissektionsmembran charakterisiert. Bei dem Erkrankungsbild werden zwei unterschiedliche Entstehungsmechanismen beschrieben. Häufig kommt es zu einem Einriss der Tunica intima, der innersten Wandschicht des Gefäßes. Diesen Einriss bezeichnet man als Entry (Siewert und Stein 2012). Die Läsion entsteht an stark druckbelasteten Arealen der Aorta (Wheat 1987). Am häufigsten liegt das Entry innerhalb der ersten zwei Zentimeter distal der Aortenklappe. Eine zweite Prädilektionsstelle ist im Aortenbogen gegenüber dem abgehenden Truncus brachiocephalicus. Eine dritte Prädilektionsstelle liegt distal der Arteria subclavia sinistra am Übergang zur Aorta descendens (Cachovan 1999). Normalerweise ist der Einriss der Tunica intima zwischen ein und fünf Zentimeter lang (Larson und Edwards 1984). Bei dem zweiten, selteneren Entstehungsmechanismus dagegen kommt es durch eine initiale Schädigung der Tunica media zu Blutungen aus eingerissenen Vasa vasorum (Bruch und Trentz 2008).

Die Folge beider Pathologien ist eine intramurale Einblutung zwischen der Tunica intima und der Tunica media mit Ausbildung eines Hämatoms. Durch den hohen Blutdruck in der Aorta kommt es so zu einer longitudinalen Aufspaltung der Gefäßschichten. Es entsteht die sogenannte Dissektionsmembran. Diese kann sich orthograd Richtung Körperkreislauf und/oder retrograd Richtung Herz ausbreiten. Durch die Ausbreitung kommt es zur Ausbildung eines falschen Lumen, in dem nun Blut fließt. Oft hat das falsche Lumen einen größeren Durchmesser als das ursprüngliche, wahre Lumen (Erbel et al. 2001). Durch einen höheren mittleren

Druck im falschen Lumen kann es zu einer Kompression des eigentlichen Lumens und somit zu einer Unterbrechung des Blutflusses durch die Aorta kommen. Durch Verlegung der aus der Aorta abgehenden Arterien resultiert eine Minderperfusion mit konsekutiven Ischämien der Endorgane (Williams et al. 1997). Durch die Ausweitung der Dissektionsmembran nach proximal oder distal entsteht in vielen Fällen eine zweite Läsion, das sogenannte Reentry. Hier schließt das falsche Lumen wieder an das wahre Lumen an (Larson und Edwards 1984; Nienaber und Eagle 2003). Zudem kann sich das Hämatom in Richtung Tunica adventitia ausbreiten, so dass es zu einer Ruptur der Aorta und damit zu einer massiven Einblutung kommen kann.

1.2 Klassifikation

Die Einteilung der Aortendissektion kann anhand der Symptombdauer und der Lokalisation erfolgen. Die Aortendissektion wird als akut eingestuft, wenn die Symptombdauer weniger als 14 Tage beträgt. Innerhalb dieser Phase ist die Morbidität und Mortalität am höchsten (Hagan et al. 2000). Als chronische Dissektion gilt sie, wenn die Symptome länger als zwei Wochen anhalten (Evangelista et al. 2005). Etwa ein Drittel der Patienten leiden unter einer chronischen Aortendissektion (Spittell et al. 1993).

Eine andere Einteilungsmöglichkeit berücksichtigt die Lokalisation des Entry und das Ausmaß der orthograden Dissektion. Es gibt zwei gängige Klassifikationen, anhand derer man das Erkrankungsbild einteilen kann. Die Klassifikation von DeBakey et al. aus dem Jahr 1966 teilt sich in drei Typen (DeBakey et al. 1966; DeBakey et al. 1965). Die Einteilung nach DeBakey wurde allerdings weitestgehend von der heutzutage gängigeren Klassifikation nach Stanford abgelöst. Diese wurde 1970 von Stanley et al. an der Universität Stanford vorgeschlagen und orientiert sich vor allem an den klinischen Behandlungskonzepten. Die Einteilung nach Stanford erfolgt anhand des Entstehungsortes der Dissektionsmembran (Daily et al. 1970). Es wird zwischen den Typen A und B unterschieden. Während bei Typ A die Aorta ascendens immer mitbetroffen ist, ist bei Typ B keine Mitbeteiligung der Aorta ascendens vorhanden (Mueller 2013). Eine Dissektion der Aorta ascendens ist zwei bis dreimal häufiger als eine Dissektion der Aorta descendens (Svensson et al. 1999). Die Unterteilung spielt eine wichtige Rolle bei der Therapieplanung. Eine Aortendissektion vom Typ A bedarf grundsätzlich einer operativen

Versorgung, eine Aortendissektion Typ B wird je nach klinischem Erscheinungsbild konservativ oder interventionell behandelt. In dieser Arbeit wird die gängigere Klassifikation nach Stanford verwendet. Im Folgenden werden die verschiedenen Klassifikationen detailliert aufgeschlüsselt.

1.2.1 Klassifikation nach DeBakey (DeBakey et al. 1966; DeBakey et al. 1965)

Typ I (~60 %): Intimaeinriss liegt in der Aorta ascendens, die Dissektion kann bis in die Aorta abdominalis hineinreichen

Typ II (10-15 %): Intimaeinriss liegt in der Aorta ascendens, die Dissektion ist auf die Aorta ascendens beschränkt

Typ III (25-30 %): Intimaeinriss liegt in der Aorta descendens, die Dissektion kann bis in Aorta abdominalis hineinreichen

1.2.2 Klassifikation nach Stanford (Daily et al. 1970)

Typ A: Dissektion der Aorta ascendens mit oder ohne Beteiligung des Aortenbogens und der Aorta descendens

Typ B: Dissektion der Aorta descendens (distal der Arteria subclavia sinistra)

DIE AKUTE AORTENDISSEKTION

– Einteilung –

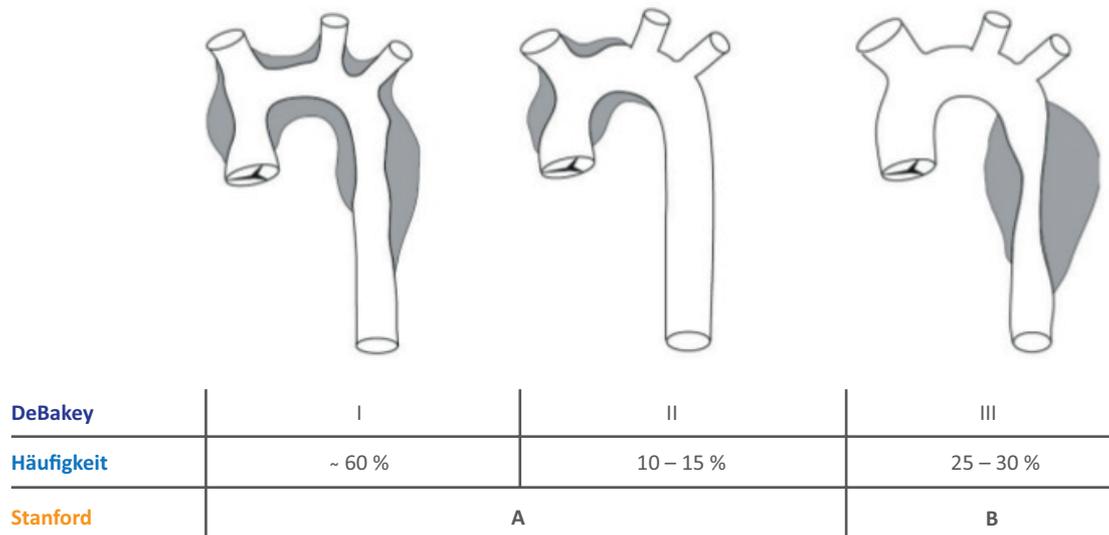


Abbildung 1: Klassifikation der Aortendissektion

1.3 Ätiologie

Alle Prozesse, die die Wandschichten der Aorta schädigen, führen zu einer erhöhten Belastung des Gefäßes und können somit zu einer Dilatation und Ausbildung eines Aneurysmas führen. Langfristig können dann diese Veränderungen eine Aortendissektion oder eine Aortenruptur bedingen (Erbel et al. 2001). Grundsätzlich können alle Faktoren eine Rolle spielen, die zur Atherosklerose der Gefäßwand führen. Die meisten Patienten weisen auf dieser Grundlage strukturelle Veränderungen an der Aorta auf (Hirst et al. 1958). Vermutlich kommt es durch diese endoluminal liegenden, atheromatösen Plaques zu einer Minderversorgung der Aortenwand und damit zu einer verminderten Elastizität und Festigkeit (Pretre und von Segesser 1997). Diese Faktoren prädisponieren für einen späteren Einriss der Tunica intima im Randbereich der Kalkplaques. Als Hauptrisikofaktor für die Atherosklerose gilt der chronische arterielle Hypertonus. Er besteht anamnestisch bei 70 % der betroffenen Patienten mit einer Aortendissektion. Bei Patienten mit einer Aortendissektion Typ B sind mehr Patienten betroffen als bei einer Aortendissektion Typ A (Hagan et al. 2000). Andere Risikofaktoren die

zur Entstehung einer Atherosklerose führen sind ebenfalls mit der Entstehung einer Aortendissektion assoziiert. Hierzu zählen zum einen Faktoren wie höheres Lebensalter, männliches Geschlecht und familiäre Belastung zum anderen Faktoren wie Nikotinabusus, Hypercholesterinämie, Bewegungsmangel, Adipositas und Diabetes mellitus.

Neben der Atherosklerose gibt es weitere Ursachen für eine Aortendissektion. Dies sind strukturelle Veränderungen der Aortenklappe und der Aorta oder verschiedene erbliche Bindegewebserkrankungen, die für eine Dissektion prädisponieren. Strukturelle Veränderungen können eine Ektasie der Aortenklappe, ein Aortenaneurysma, eine bikuspidale Aortenklappe, eine Aortenisthmusstenose oder Folgen vorausgegangener Operationen am Herz oder an der Aorta sein (Anagnostopoulos et al. 1972). So erkrankten Patienten nach einer Bypassoperation der Koronarien, einem vorausgegangenen Ersatz der Aortenklappe oder anderen Herzoperationen ebenfalls häufiger an einer Aortendissektion (Dieter et al. 2003). Laut dem International Registry of Aortic Dissection waren 17,9 % der Patienten mit einer Aortendissektion schon einmal am Herzen operiert worden (Hagan et al. 2000).

Die erblichen prädisponierenden Erkrankungen sind für etwa 10 % der Aortendissektionen verantwortlich. Hierzu zählen das Marfan-Syndrom, das Ehlers-Danlos-Syndrom und andere familiäre Formen von Aortenaneurysmen und Aortendissektionen (Erbel et al. 2001; O'Gara und DeSanctis 1995).

Seltenere Ursachen einer Aortendissektion sind eine Vaskulitis, der Abusus von Kokain, Thoraxtraumata, das Turner-Syndrom (Dieter et al. 2003) oder in 4,3 % der Fälle eine iatrogene Ursache (Hagan et al. 2000).

Weniger als 10 % der Aortendissektionen treten bei Patienten unter 40 Jahren auf. Diese Patienten sind oft normotensiv. Hier spielen eher die angeborenen Bindegewebserkrankungen wie das Marfan-Syndrom oder das Ehlers-Danlos-Syndrom, eine bikuspidale Aortenklappe, eine Aortenisthmusstenose, das Vorliegen einer Schwangerschaft oder vorausgegangene Operationen eine Rolle (Pape et al. 2015; Hirst et al. 1958).

1.4 Klinik

Da eine Aortendissektion einen dynamischen Prozess darstellt, ist das klinische Bild der Patienten sehr unterschiedlich. Hagan et al. (2000) schildern den typischen Patienten mit Aortendissektion als männlichen Patienten um die 70 Jahre mit einem chronischen Hypertonus in der Anamnese und einem akut einsetzenden starken Schmerzereignis in der Brustregion. Das beschriebene abrupte Einsetzen von stärksten Schmerzen in der Brust- oder Rückenregion gilt als Leitsymptom (Pape et al. 2015). Die charakteristischen Schmerzen wurden laut International Registry of Acute Aortic Dissection von 84,8 % aller Patienten geschildert. Isolierte Brustschmerzen traten bei 72,7 % auf. Zudem ließ sich ein Unterschied in der Schmerzlokalisation feststellen. Während bei der Aortendissektion Typ A der vordere Brustschmerz typisch war, schilderten Patienten mit einer Aortendissektion Typ B eher Rücken- und Bauchschmerzen. Der Schmerzcharakter bei einer Aortendissektion wird oft als scharf beschrieben, seltener als reißend oder ziehend. Das häufig beschriebene Wandern des Schmerzes von proximal nach distal muss nicht vorhanden sein. So wurde es nur von 16 % der Patienten geschildert (Hagan et al. 2000). Nach dem abrupt auftretenden starken Schmerz folgt oft ein schmerzfreies Intervall von Stunden bis Tagen. Sollte der Schmerz nach diesem schmerzlosen Intervall erneut auftreten, muss an eine drohende Ruptur gedacht werden (Meszaros et al. 2000). Allerdings waren ungefähr 17 % der Patienten bei Aufnahme schmerzfrei. Hier verlängerte sich das Intervall bis zur Diagnosestellung. Folgend wurden höhere Mortalitätsraten geschildert (Imamura et al. 2011). Laut Sullivan et al. (2000) wurde der Erstverdacht einer Aortendissektion bei Patienten mit Brust- und Rückenschmerzen in 86 % getroffen. Bei Patienten, die ausschließlich Brustschmerzen schilderten, fiel der Verdacht bei 45 % und bei Patienten mit ausschließlich Bauchschmerzen nur bei 8 %.

Neben dem Leitsymptom Schmerz sind andere Symptome und Komplikationen einer Aortendissektion vielfältig. Mehr als ein Drittel der Patienten mit einer Aortendissektion präsentieren sich mit Anzeichen und Symptomen, die auf eine Mitbeteiligung der Organe hindeuten (Khan 2001). Der häufigste Grund für die Beeinträchtigung der Organe ist durch eine Verlegung der aus der Aorta abgehenden Arterien bedingt. Hierdurch kommt es zu Ischämien an den Endorganen. Eine weitere Ursache für die Organbeteiligung ist ein Leck oder eine Ruptur der Aortenwand. Folgend stehen bei diesen Patienten Symptome im Vordergrund, welche durch die Minderversorgung der peripheren Aortenäste entstehen. Bei einer Verlegung der

brachiocephalen Gefäße kommt es zu einer Malperfusion des Gehirns. Bei Verlegung der Mesenterialgefäße, der Arteria iliaca und der Arteria femoralis kommt es zu einer Ischämie des Abdomens und der unteren Extremität und somit zu Bauchschmerzen und Taubheitsgefühlen der unteren Extremität. Das klinische Bild einer Paraplegie ist das Zeichen einer Malperfusion der Interkostalararterien der Aorta descendens bzw. der Arteria iliaca interna und Arteria vertebralis (Etz et al. 2011).

Die am häufigsten betroffenen Organsysteme sind das kardiovaskuläre System und das neurologische System (Khan und Nair 2002). Bei einer Aortendissektion Typ A kommt es bei ungefähr 50 % der Patienten durch eine retrograde Ausbreitung der Dissektionsmembran zu einer Aortenklappeninsuffizienz. Ein damit verbundenes Herzgeräusch über der Aortenklappe lässt sich bei 44 % der Patienten auskultieren (Hagan et al. 2000). Ein Pulsdefizit findet sich bei ungefähr 30 % der Patienten mit einer Aortendissektion Typ A (Pape et al. 2015). Hier waren die Morbiditäts- und Mortalitätsraten im Krankenhaus höher als bei Patienten ohne Pulsdefizit (Bossone et al. 2002). Bei 25 % der Patienten mit einer Aortendissektion Typ A wurde initial ein systolischer Blutdruck unter 100 mmHg gemessen. Bei 12,7 % der Patienten mit einer Aortendissektion Typ A kam es infolge einer Perikardtamponade über eine Hypotension zu einem kardiogenen Schock (Hagan et al. 2000). Bei der Aortendissektion Typ A kann es zudem im Rahmen einer Minderperfusion der Koronararterien zu einer Myokardischämie des betroffenen Areals kommen. Ein Myokardinfarkt im Rahmen einer Aortendissektion entsteht meist durch Dissektion der rechten Koronararterie (Corvera 2016).

Neurologische Defizite im Rahmen einer Beteiligung der Arteria carotis traten bei 20 % der Patienten auf (Erbel et al. 2001). Häufige neurologische Symptome sind eine transitorisch ischämische Attacke oder ein Schlaganfall (10 % der Patienten), eine Paraplegie, ein Horner-Syndrom, Heiserkeit oder eine ischämische Neuropathie (Hagan et al. 2000).

Grundsätzlich scheint sich die klinische Präsentation älterer Patienten mit einer Aortendissektion im Vergleich zu jüngeren Patienten zu unterscheiden. Ältere Patienten haben einen weniger deutlichen Beginn des Schmerzereignisses, neigen eher zu einer Hypotension und haben seltener neurologische Symptome (Mehta et al. 2002 a).

1.5 Diagnostik

Das frühe Erkennen und das zeitnahe Diagnostizieren einer Aortendissektion sind entscheidend um die Prognose für die Patienten zu verbessern (Pape et al. 2015). Durch die Vielfalt der Symptome, mit denen sich die Patienten vorstellen, ist eine Diagnose allerdings nicht immer einfach (Hagan et al. 2000). So wurde in der Ersteinschätzung bei bis zu 38 % der Patienten die richtige Diagnose der Aortendissektion verkannt. Bei 28 % der Patienten konnte die Diagnose erst post mortem gestellt werden (Bickerstaff et al. 1982; Spittell et al. 1993). Durch die unspezifische klinische Präsentation der Patienten steht die bildgebende Diagnostik im Vordergrund. Dennoch sind eine Anamnese und eine klinische Untersuchung wichtig.

In der Anamnese ist insbesondere das Abfragen der Risikofaktoren entscheidend. Hierzu zählen die kardiovaskulären Risikofaktoren, insbesondere der chronisch arterielle Hypertonus. Zudem ist entscheidend, ob eine Bindegewebserkrankung bekannt ist, ob es eine familiäre Vorbelastung gibt oder ob schon mal eine Operation am Herzen oder der Aorta stattfand. Zusätzlich sollte die Frage nach ärztlichen Eingriffen wie Gefäßpunktionen oder Herzkatheteruntersuchungen in der jüngsten Vergangenheit gestellt werden (Nienaber et al. 2005). Diese prädisponieren für eine iatrogene Aortendissektion.

In einer orientierenden körperlichen Untersuchung muss ein kompletter Pulsstatus erhoben werden. Die peripheren Pulse geben Aufschluss über das orthograde Fortschreiten der Dissektionsmembran. Ein neu aufgetretenes Herzgeräusch über der Aortenklappe ist wegweisend für eine retrograde Ausbreitung der Dissektionsmembran. Zudem ist auf neurologische Defizite zu achten. Momentan gibt es noch keine Möglichkeit, eine Aortendissektion über Laborparameter zu diagnostizieren. Zwar kann ein erhöhter D-Dimer über 500 µg/L ein Anzeichen für eine Aortendissektion sein, allerdings kann keine Abgrenzung zu einer Lungenarterienembolie getroffen werden (Suzuki et al. 2009). Ein Problem stellt auch die Differenzierung einer Aortendissektion und eines Myokardinfarkts dar, da die Symptome sich sehr ähnlich präsentieren können (Blankenship und Almquist 1989; Butler et al. 1990). Ein normal ausfallendes Elektrokardiogramm (EKG) hilft bei der Unterscheidung und deutet auf eine Aortendissektion hin (Eagle und DeSanctis 1989; Slater und DeSanctis 1976). Bei Hagan et al. (2000) zeigte sich allerdings nur bei einem Drittel der Patienten mit Aortendissektion ein unauffälliges EKG. Daher ist die moderne bildgebende Diagnostik für eine sichere Diagnose notwendig.

Sie dient zum einen dem definitiven Erkennen einer Aortendissektion, zum anderen lassen sich wichtige Fragen bezüglich der Lokalisation und der Ausbreitung der Dissektionsmembran beantworten. Zudem können Komplikationen durch die Mitbeteiligung peripherer Arterien oder der Herzklappe erkannt werden. Diese Fakten sind entscheidend für die anschließende Therapieplanung.

Eine Röntgen-Thorax Aufnahme ist eine oft gewählte, initiale Diagnostik. Zusammen mit einer guten Anamnese und der körperlichen Untersuchung kann die Aufnahme zielführend für die richtige Diagnose sein. Sie ist aber bei instabilen Patienten mit der Verdachtsdiagnose der akuten Aortendissektion laut der Europäischen Gesellschaft für Kardiologie obsolet (Erbel et al. 2001). Allerdings können in 50 % der Fälle eine Verbreiterung des Mediastinums (Khan und Nair 2002) oder eine andere sichtbare Veränderung an der Aorta erkannt werden. Hierzu zählen zum Beispiel eine Erweiterung der Aorta, eine Kalzifizierung des Aortenknopfes, eine Verdickung der Aortenwand, ein doppelter Aortenschatten oder ein Kalibersprung zwischen der Aorta ascendens und der Aorta descendens (Wheat 1980). In einigen Fällen sind zusätzlich Pleuraergüsse sichtbar (Earnest et al. 1979).

Die Einführung neuer diagnostischer Mittel wie die Computertomographie (CT), die transösophageale und die transthorakale Echokardiographie (TEE und TTE) und die Magnetresonanztomographie (MRT) erlauben eine bessere und frühzeitigere Diagnostik der Aortendissektion (Erbel et al. 2001). Die CT-, die TEE- und die MRT-Untersuchung haben ähnliche Ergebnisse bezüglich der Spezifität und der Sensitivität erreicht. Die Wahl ist abhängig von der Verfügbarkeit, der Expertise des Untersuchers und der Aufnahmesituation des Patienten (Nienaber et al. 1993; Barbant et al. 1992). Die Echokardiographie und die Computertomographie gelten als die Mittel der Wahl. Sehr selten kommen in der Diagnostik einer Aortendissektion auch die MRT-Untersuchung oder eine Aortographie zum Einsatz (Nienaber 2013). In der Regel führen die Echokardiographie und die Computertomographie in Kombination schon zur Diagnosesicherung und Therapieplanung.

1.5.1 Echokardiographie

Die Echokardiographie ist schnell und einfach verfügbar. Auch bei hämodynamisch instabilen

Patienten, welche für eine CT-Untersuchung nicht geeignet sind, kann sie zügig am Bett durchgeführt werden. Zudem gibt es hier keine Belastung durch Strahlung oder durch Kontrastmittel. Die hohe räumliche und zeitliche Auflösung erlauben eine Beschreibung der aortalen Läsionen und eine Beurteilung der großen abgehenden Gefäße. Auch Ulzerationen und atherosklerotisch veränderte Abschnitte lassen sich darstellen. Durch eine farbkodierte Doppler-Sonographie kann das wahre und das falsche Lumen beschrieben werden. Zudem kann eine Aussage über das Vorhandensein einer Aortenklappeninsuffizienz, von Wandbewegungsstörungen oder eines Perikardergusses beziehungsweise einer Perikardtampnade getroffen werden (Fukunaga und Koyama 2016). Nachteile der TEE sind die Invasivität und die Notwendigkeit einer Narkose und einer Analgesie. Außerdem lassen sich keine Aussagen über weiter distal liegende Abschnitte der Aorta treffen. Die TEE- und TTE-Untersuchungen werden dementsprechend ausschließlich bei dem Verdacht auf eine Aortendissektion Typ A angewandt. Durch die luftgefüllte Trachea und den linken Hauptbronchus fällt die Beurteilung der distalen Aorta ascendens und des proximalen Aortenbogens manchmal schwer (Cigarroa et al. 1993). Obwohl die Sensitivität der TEE-Untersuchung vergleichbar mit der Sensitivität der CT-Untersuchung war, stellte sich die Spezifität geringer dar (Nienaber et al. 1993). Dies lässt sich durch rückhallende Artefakte erklären, welche als Dissektion fehlinterpretiert werden können (Hiratzka et al. 2010). Zudem sind die Sensitivität und die Spezifität stark Untersucher abhängig. Sollte eine operative Therapie geplant sein, ist eine zusätzliche Computertomographie sinnvoll, sollte es der zeitliche Rahmen zulassen.

1.5.2 Computertomographie

Die kontrastmittelgestützte Computertomographie wird mittlerweile bei über 73 % der Patienten mit einer Aortendissektion als initiales Diagnostikmittel genutzt (Pape et al. 2015) und gilt als die sicherste verwendete Methode (Hagan et al. 2000). Sie gilt insbesondere bei Patienten mit einer Aortendissektion Typ B als Mittel der Wahl in Notfallsituationen, da die Computertomographie meist verfügbar ist und sehr schnell durchgeführt werden kann (Hagan et al. 2000). Die Sensitivität (83-94 %) und die Spezifität (87-100 %) sind annähernd mit denen des MRT vergleichbar. Bei einer Aortendissektion Typ A liegt die Sensitivität allerdings unter 80 % (Khan und Nair 2002; Nienaber et al. 1993; St Amour et al. 1988; Clague et al. 1992; Vasile et al. 1986). Die Multidetektor-Computertomographie-Angiographie (MD-CTA) gilt

als Goldstandard. Eine ideale Aufnahme sollte in der arteriellen Phase durchgeführt werden. Ein großer Vorteil ist die Möglichkeit der Darstellung der gesamten Aorta mit all ihren Abgängen. Diese Informationen sind notwendig für eine gute operative Therapieplanung. Nachteile der CT-Untersuchung sind die Strahlenbelastung, der Gebrauch von jodhaltigem Kontrastmittel und die verringerte Sensitivität bei Aortendissektionen Typ A. Zudem kann keine Aussage über einen Rückfluss über die Aorta getroffen werden (Khan und Nair 2002; Cigarroa et al. 1993).

1.5.3 Magnetresonanztomographie

Die MRT-Untersuchung hat die höchste Spezifität und Sensitivität (zwischen 95-100 %) aller bildgebenden Diagnostika (Barbant et al. 1992; Nienaber et al. 1993). Der Gebrauch von Gradienten-Echo-Impulsfolgen hilft zudem bei der Darstellung des wahren und des falschen Lumens, der Herzgröße und Herzfunktion und der Verlegung von abgehenden Arterien sowie dem Nachweisen und der Einschätzung einer Aortenklappeninsuffizienz. Dennoch wird die Untersuchung in der Praxis selten zur Diagnostik von Aortendissektionen verwendet (Nienaber et al. 1992; Nienaber et al. 1993), da es diverse Limitationen gibt. Das Verfahren ist nicht überall verfügbar und hat einen hohen Zeitaufwand. So eignet sich die MRT-Untersuchung bei instabilen Patienten nicht. Zudem sind Kontraindikationen zu beachten. So können zum Beispiel Patienten mit bestimmten Herzschrittmachern, mit implantierten Insulin- oder Schmerzpumpen oder mit Neurostimulatoren nicht mittels MRT untersucht werden.

1.5.4 Kontrastaortographie

Bei der Kontrastaortographie wird ein jodhaltiges Kontrastmittel direkt in die Aorta gespritzt. Anschließend wird die Aorta mittels Röntgendurchleuchtung dargestellt. Die Sensitivität liegt bei 86-88 %, die Spezifität wird mit Werten zwischen 75-94 % angegeben (Barbant et al. 1992). Da eine hohe Rupturgefahr besteht, wurde die Methode allerdings mittlerweile größtenteils durch nicht-invasive und schnellere Verfahren abgelöst.

1.6 Therapieverfahren

Das Therapieverfahren hängt zum einen von der Lokalisation der Aortendissektion und zum anderen von den auftretenden Komplikationen ab. Daher ist die Klassifikation nach Stanford entscheidend, da Aortendissektionen Typ A einer sofortigen Operation bedürfen, während eine Aortendissektion Typ B konservativ oder interventionell behandelt werden kann. Die initiale Therapie hängt maßgeblich vom Zustand des Patienten ab und dient bei einer Aortendissektion Typ A, solange keine Kontraindikationen vorliegen, der Vorbereitung für eine Operation. Wichtig sind das Legen eines großlumigen Venenzugangs und das Bestimmen eines großen Blutbildes. Außerdem sollte der Patient bis zur Operation am Monitor überwacht werden. Ideal ist ein systolischer Blutdruck zwischen 90-110 mmHg. Im Falle eines kardiogenen Schocks sind eine adäquate Volumentherapie und die medikamentöse Gabe von Katecholaminen indiziert (Dieter et al. 2005). Außerdem sollte die operative Therapie forciert werden.

1.6.1 Therapie der Aortendissektion Typ A

Eine Aortendissektion Typ A weist bei ausschließlich konservativer Behandlung eine Mortalität von 30 - 70 % in den ersten 24 Stunden und 80–95 % in der ersten Woche auf, wobei die Mortalität innerhalb der ersten 24 Stunden um 2 % pro Stunde beträgt (Hata et al. 2008 a; Mehta et al. 2002 a; Pape et al. 2015; Trimarchi et al. 2010). Daher bedarf die Aortendissektion Typ A unbedingt einer operativen Therapie. In den letzten 17 Jahren hat sich der Anteil der Patienten mit einer Aortendissektion Typ A, welche chirurgisch behandelt werden, von 78,7 % auf 90,2 % gesteigert (Pape et al. 2015). Die Gesamtmortalitätsrate ist dagegen von 25 % auf 15,8 % gesunken. Von einigen Experten wird sie sogar nur auf etwa 10 % geschätzt (Omura et al. 2016). Die Mortalität hängt nachweislich mit dem Aufnahmezustand des Patienten zusammen und ist höher bei Patienten mit präoperativen Endorganischämien. Insbesondere neurologische Defizite oder Herzversagen gelten als Prädiktoren für eine erhöhte Mortalität. Auch ein erhöhter Blutverlust korreliert mit einer erhöhten Mortalität. Kommt es im Rahmen einer Aortendissektion Typ A zu einer Malperfusion, liegt die Mortalität trotz operativer Therapieversuche bei 31 - 44 %. (Di Eusanio et al. 2013; Pacini et al. 2013; Geirsson et

al. 2007). Eine weitere häufige Todesursache ist mit 41,6 % eine Ruptur der Aorta oder eine Perikardtamponade (Hagan et al. 2000).

Das Hauptziel einer Operation bei einer Aortendissektion Typ A ist das Verhindern einer Aortenruptur und das retrograde Fortschreiten der Dissektionsmembran Richtung Aortenklappe und Koronararterien (Sosnowski et al. 2008). Es gilt lebensbedrohliche Komplikationen zu verhindern. In der Operation wird eine Resektion des Entrys in der proximalen Aorta und der aneurysmatischen Veränderungen angestrebt, um das wahre Lumen wieder zu perfundieren und so die Versorgung der Organe wiederherzustellen (Tsagakis et al. 2009). Für die Operation wird der Patient an die Herz-Lungen-Maschine (HLM) angeschlossen. Durch den induzierten Kreislaufstillstand können die Anastomosen sehr präzise und unter guter Sicht genäht werden. Zur Protektion des Gehirns wird zudem vorzugsweise in tiefer Hypothermie zwischen 18-22 C° und mit einer selektiven antegraden Hirnperfusion operiert. Bei einer höhergradigen Aortenklappeninsuffizienz durch eine retrograde Ausbreitung der Dissektionsmembran wird zudem auch die Aortenklappe rekonstruiert oder ersetzt. Durch eine intraoperativ durchgeführte TEE-Untersuchung kann die Indikation hierfür gestellt werden. Bei Patienten mit einer bekannten Bindegewebserkrankung wie dem Marfan-Syndrom sollte intraoperativ grundsätzlich die Aortenwurzel ersetzt werden, da es sonst postoperativ zu aneurysmatischen Veränderungen oder einer Klappeninsuffizienz kommen kann. Bei chronischen Aortendissektionen Typ A werden die gleichen Operationstechniken angewandt. Hier kann der Operationszeitpunkt allerdings elektiv gewählt werden. Bei Patienten mit chronischen Dissektionen finden sich postoperativ geringere Morbiditäts- und Mortalitätsraten (Dieter et al. 2005). Postoperativ muss der Blutdruck langfristig engmaschig kontrolliert werden. Das Ziel ist ein systolischer Blutdruck unter 120 mmHg, um die Spannung auf die Aorta gering zu halten. So wird das Risiko für das Wiederauftreten einer Dissektion, eines Aneurysmas, einer Aortenruptur oder einer Ausbreitung des falschen Lumens gesenkt. Da viele Patienten präoperativ an hohe Blutdrücke gewöhnt sind, müssen teilweise höhere Blutdrücke akzeptiert werden, um eine ausreichende Organperfusion zu gewährleisten. Zur Nachsorge gehören jährliche CT-Untersuchungen, um frühzeitig das Entstehen eines (neuen) Aneurysmas zu detektieren (Dieter et al. 2005).

1.6.2 Therapie der Aortendissektion Typ B

Bei einer Aortendissektion Typ B steht dagegen die medikamentöse Stabilisierung der Patienten im Vordergrund. Mit β -Blockern wird zunächst der Blutdruck gesenkt. Zudem werden Nachlastsenker wie Nitroglycerin verabreicht. Die Reihenfolge sollte eingehalten werden, um eine Reflextachykardie zu verhindern. Auch eine Analgesie sollte erfolgen. Stabile Patienten können weiter konservativ behandelt werden. Regelmäßig sollten sie eine Kontrolle der Dissektion mittels Bildgebung durchführen lassen. So kann frühzeitig eine Ausbreitung der Dissektionsmembran oder des Aneurysmas erkannt werden.

Patienten bei denen eine adäquate Blutdrucksenkung nicht möglich ist, ein gravierendes Aneurysma vorliegt oder es zu peripheren oder viszeralen Ischämien gekommen ist, sollten einer chirurgischen oder einer endovaskulären Therapie unterzogen werden (Dieter et al. 2005). Dabei gilt die endovaskuläre Therapie mittlerweile als Goldstandard. Die Zahl der Patienten mit einer Aortendissektion Typ B, welche operativ versorgt wurden, ist von 17,3 % auf 7,6 % gesunken. Dagegen wurde vermehrt ein endovaskuläres Therapieverfahren gewählt. Hier stieg die Anzahl der Patienten von 7,3 % auf 30,9 % (Pape et al. 2015). Bei einem endovaskulären Eingriff wird das wahre Aortenlumen durch die Implantation einer Stentprothese dilatiert und die dissekierten Gefäßabgänge mit Stents überbrückt (Siewert und Stein 2012). Bei der Verwendung von Stent-Grafts wurden gute Morbiditäts- und Mortalitätsraten beobachtet (Grabenwoger et al. 2003; Brandt et al. 2004; Ramaiah et al. 2003). Laut Pape et al. (2015) ist insgesamt die Mortalität bei chirurgischen oder endovaskulären Eingriffen bei einer Aortendissektion Typ B auf 21,1 % gesunken. Allerdings war sie höher als bei Patienten mit konservativer Behandlung. Häufige Todesursachen bei einer Aortendissektion Typ B waren laut Hagan et al. (2000) in 38,5 % der Fälle eine Aortenruptur und in 15,4 % der Fälle eine viszerale Ischämie.

1.7 Zielsetzung

Durch die demographische Entwicklung ist mit einem weiteren Anstieg der älteren Patienten mit einer akuten Aortendissektion zu rechnen. Die akute Aortendissektion Typ A gilt als lebensbedrohliche Erkrankung, welche sofort operativ versorgt werden sollte. In einigen Klini-

ken wurde bei älteren Patienten von diesem Vorgehen abgewichen, da sich die Frage stellte, ob auch dieses Patientenkollektiv von einer operativen Versorgung profitiert. Um dieser Frage nachzugehen, wurden unsere Patienten in zwei Altersgruppen aufgeteilt. Die Altersgrenze wurde bei 70 Jahren gesetzt. Retrospektiv wurde die frühe und die späte Mortalität untersucht. Durch eine Evaluierung der demographischen Unterschiede, der präoperativen Klinik sowie des intra- und postoperativen Verlaufs wurden zusätzliche Risikofaktoren zum Alter demaskiert.

2 Material und Methoden

2.1 Patientenkollektiv

Die vorliegende retrospektive Studie umfasst $N = 204$ Patienten. Es wurden alle Patienten einbezogen, die zwischen dem 01.01.2004 und dem 31.12.2012 aufgrund einer akuten Aortendissektion Typ A in der Abteilung für Herz- und Gefäßchirurgie des Universitätsklinikums Schleswig-Holstein, Campus Kiel (UKSH) operiert wurden. Anhand des oben genannten Einschlusskriteriums wurde zunächst eine Liste aller relevanten Patienten erstellt. Hierfür stand die elektronische Datenbank der Abteilung für Herz- und Gefäßchirurgie des UKSH, Campus Kiel zur Verfügung. Die Gesamtstichprobe wurde anhand des Alters in eine jüngere und eine ältere Gruppe eingeteilt, um die postoperativen Komplikationen und die 30-Tages-Mortalität der älteren Patienten mit denen der jüngeren Patienten vergleichen zu können. Die Altersgrenze wurde bei 70 Jahren gewählt.

2.2 Diagnosestellung

Die Verdachtsdiagnose der Aortendissektion Typ A wurde bei den Patienten mittels CT bestätigt, diese wurde häufig bereits in der zuweisenden Klinik angefertigt. Bei unklarer oder zweifelhafter Diagnose wurde die Computertomographie in der Abteilung für Radiologie des UKSH, Campus Kiel wiederholt. Bei stabilen Patienten wurde ggf. zusätzlich eine Koronarangiographie durchgeführt um bei Bedarf intraoperativ Koronararterien-Bypässe anzulegen. Intraoperativ wurde bei allen Patienten außerdem eine TEE-Untersuchung veranlasst. Zum einen konnte so die Herzleistung präoperativ eingeschätzt werden, zum anderen wenn nötig die Indikation zu einem zusätzlichen Aortenklappenersatz gestellt werden.

2.3 Operationsverfahren

Bei allen Patienten der Studie wurde nach Diagnose einer akuten Aortendissektion Typ A die Indikation für eine notfallmäßige Operation gestellt. Die Operation bei einer akuten Aortendissektion Typ A wird unter Vollnarkose vorgenommen. Das Operationsfeld wird mittels medianer Sternotomie und konventioneller Perikardiotomie freigelegt. So können das Herz, die Aorta ascendens, der Aortenbogen und die supraaortalen Äste dargestellt werden. Wenn eine Erweiterung Richtung Aorta descendens notwendig ist, wird eine bilaterale transversale Thorakotomie durchgeführt (Tsagakis et al. 2009). Diese wird allerdings aufgrund des schon vorliegenden großen Traumas durch die akute Aortendissektion Typ A gerne vermieden (Kouchoukos et al. 2007). Im Anschluss an die mediane Sternotomie werden die Patienten vollheparinisiert und an die Herz-Lungen-Maschine (HLM) angeschlossen. Zudem werden die Patienten in tiefer Hypothermie (DHCA) operiert. Vorzugsweise findet auch eine selektive antegrade Hirnperfusion (ASCP) statt. Je nach Ausmaß der Dissektionsmembran werden verschiedene Operationstechniken verwendet.

2.3.1 Prinzip der Herz-Lungen-Maschine

Die HLM übernimmt die Herz-Lungen-Funktion des Patienten und kontrolliert die metabolische Situation. Das venöse Blut wird mittels Sog oder Schwerkraft dem Herzen entzogen und in einem Reservoir gesammelt. Eine aktive Pumpe führt das Blut zu dem Membranoxygenator. Dieser kann dem Blut Sauerstoff, Narkotika und Kohlendioxid zuführen bzw. entziehen. Zudem ist der Membranoxygenator mit einem Wärmeaustauscher verbunden. Hiermit kann der Patient zunächst gekühlt und später wieder erwärmt werden. Nach Durchfluss durch einen Filter wird das Blut mittels arterieller Kanüle dem Patienten wieder zugeführt. Es wird ein Perfusionsdruck von 50-70 mmHg angestrebt. Die Pumpleistung der HLM sollte bei 2,4 l/min/m² liegen. Durch die induzierte Hypothermie kann die Leistung auf 1,5 l/min/m² gesenkt werden (Gansera und Solf 2012). Während der selektiven Kopfperfusion sollte der Fluss der Herz-Lungen-Maschine zwischen 10 -15 % des berechneten Bedarfsflusses liegen.

2.3.2 Arterielle Kanülierung

Verschiedene Kriterien führen zur Wahl der arteriellen Kanülierung für die Herzlungenmaschine. Zum einen muss ein schneller arterieller Anschluss gewährleistet sein, zum anderen ist die sichere Perfusion des wahren Lumens notwendig (Tsagakis et al. 2009). Die verschiedenen Techniken teilen sich in periphere und zentrale Methoden.

Die früher übliche periphere Kanülierung der Arteria femoralis wird mittlerweile nicht mehr bevorzugt, da die retrograde Perfusion der Aorta die Mobilisierung von thrombotischen Material aus dem falschen Lumen und somit eine Embolisierung begünstigt (Fusco et al. 2004; Gulbins et al. 2007). So kann es zu Malperfusionen lebenswichtiger Organe oder zerebralen Embolien kommen. Außerdem kann unter Umständen das falsche Lumen perfundiert werden, was die Minderperfusion aggravieren würde. Mittlerweile wird von den meisten Chirurgen die periphere Kanülierung der Arteria subclavia dextra bevorzugt. Die Technik erlaubt eine antegrade Perfusion der hirnzuführenden Gefäße und des Aortenbogens. Die Dauer des hypothermen Kreislaufstillstandes wird so geringgehalten (Villard et al. 1976; Etz et al. 2008). Nachteilig ist die zeitaufwendige Präparation der Arteria subclavia und die Gefahr einer Verletzung des Plexus brachialis. Weitere periphere Kanülierungsorte sind der Truncus brachiocephalicus (Di Eusano et al. 2007) und die Arteria carotis (Urbanski et al. 2006). Diese Verfahren sind, wie die Kanülierung der Arteria subclavia, aufwendig und problematisch bei einer Dissektionen der genannten Gefäße. Zudem findet bei diesen Techniken auch noch eine geringe retrograde Perfusion der Aorta statt.

Die zentralen Verfahren umfassen die arterielle Kanülierung der Aorta ascendens und die transapikale Kanülierung über den linken Ventrikel und die Aortenklappe sowie die transatriale Kanülierung des linken Ventrikels über die rechte obere Lungenvene wie bei Anlage eines Linksvents. Durch den intraoperativen Gebrauch der TEE-Untersuchung ist bei der direkten Kanülierung der Aorta ascendens eine sichere Kanülierung des wahren Lumens durch das Einführen der Kanüle mittels Seldinger Technik möglich geworden (Minatoya et al. 2003; Inoue et al. 2007; Khaladj et al. 2008). Aber auch bei der transapikalen Kanülierung und der Kieler Technik nach Rahimi ist die TEE-Untersuchung zum Überprüfen der richtigen Kanülenlage hilfreich (Schoeneich et al. 2011). Vorteile aller zentralen Methoden sind die antegrade Perfusion der Aorta sowie der schnelle Anschluss an die HLM. Die verschiedenen

Techniken sind zu unterschiedlichen Zeitpunkten entstanden. Die transapikale Kanülierung über den linken Ventrikel und die Aortenklappe wurde erstmals 1969 von Zwart beschrieben (Zwart et al. 1969). Allerdings wurde sie erst im Jahr 1991 erstmalig im Rahmen einer Operation bei einer Aortendissektion Typ A von Robicsek angewandt (Robicsek 1991). Die klinischen Ergebnisse dieser Methode zeigen eine Mortalität unter 20 % und keine Vorkommnisse einer Malperfusion (Wada et al. 2006). Die Technik ist bei allen Patienten mit einer akuten Aortendissektion Typ A anwendbar, unabhängig vom Ausmaß der Dissektionsmembran. Gerade bei Patienten mit Komplikationen wie einer Ausbreitung der Dissektionsmembran auf die Arteria subclavia oder die Arteria femoralis, welche sonst gerne für eine Kanülierung benutzt werden, kommt in anderen Kliniken diese Methode häufig zur Anwendung.

Seit 2010 wurde bei den Patienten dieser Studie die Kieler Technik der transatrialen Kanülierung des linken Ventrikels über die rechte obere Lungenvene eingeführt. Diese Methode gilt mittlerweile als Standardmethode in der Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie des UKSH, Campus Kiel (Schoeneich et al. 2011). Sie erlaubt eine direkte antegrade Perfusion des wahren Lumens und kann unabhängig vom Dissektionsbefund nahezu uneingeschränkt eingesetzt werden. Zudem gewährleistet die Methode einen zügigen Anschluss an die HLM und verhindert die Narbenbildung im linken Ventrikel (Schoeneich et al. 2011).

2.3.3 Venöse Kanülierung

Die venöse Kanüle wird vorzugsweise in den rechten Vorhof gelegt. Im Falle einer gedeckten Aortenruptur oder bei ausgeprägten Verwachsungen kommt es selten zur venösen Kanülierung der Venae cavae oder der Vena femoralis.

2.3.4 Neuroprotektive Maßnahmen

2.3.4.1 Hypothermer Kreislaufstillstand

Nach der Kanülierung des Patienten wird die HLM angefahren. Durch den Wärmeaustauscher werden alle Patienten auf eine Zieltemperatur zwischen 18-24 C° Körperkerntemperatur ge-

kühlt. Die Abkühlung sollte in angemessener Geschwindigkeit durchgeführt werden. Pro Minute kann die Temperatur um 1 C° gesenkt werden, sonst drohen Gasembolien. Durch die aktive Kühlung auf unter 20 C° ist ein Kreislaufstillstand von über 45 Minuten möglich. Dieser erlaubt dem Operateur die Durchführung der Operation unter blutleeren Bedingungen. Durch die induzierte Hypothermie wird der Sauerstoffbedarf der Zellen herabgesetzt (Gansera und Solf 2012). Ein Kreislaufstillstand bei diesen Temperaturen schützt den Patienten ausreichend vor schweren neurologischen Defiziten (Weigang et al. 2010). Das Verfahren der tiefen Hypothermie wurde 1975 von Griep beschrieben und etabliert (Griep et al. 1975). Dennoch steigt mit zunehmender Länge des Kreislaufstillstands das Risiko einer zerebralen Ischämie, daher sollte die Dauer 30 Minuten nicht übersteigen (McCullough et al. 1999). Da die Operationen bei einer Aortendissektion Typ A gerade bei ausgeprägten Befunden allerdings oft länger dauern, bedarf es zusätzlicher Schutzmaßnahmen zur Neuroprotektion, die eine Verlängerung der Ischämietoleranz bewirken (Griep 2001).

2.3.4.2 Retrograde Hirnperfusion

Die retrograde Hirnperfusion als neuroprotektive Maßnahme wurde 1990 von Ueda et al. beschrieben (Ueda et al. 1990). Dieses Verfahren dient dazu, die Ischämietoleranz des Gehirns zu verlängern. Bei diesem Verfahren wird über die Vena cava superior das Gehirn retrograd perfundiert und mit Metaboliten versorgt. Zudem findet eine Kühlung statt. Allerdings konnte sich das Verfahren nicht standardmäßig durchsetzen, da viele Studien zu kontroversen Ergebnissen kamen. Insbesondere Tierexperimente deuteten darauf hin, dass eine inhomogene Sauerstoffversorgung des Gehirns stattfindet und Sauerstoff durch venovenöse Shunts verloren geht (Boeckxstaens und Flameng 1995; Ehrlich et al. 2001).

2.3.4.3 Selektive antegrade Hirnperfusion

Nachdem verschiedene Studien widersprüchliche Ergebnisse bezüglich der retrograden Hirnperfusion veröffentlichten, gilt die selektive antegrade Hirnperfusion als Mittel der Wahl bei komplexen Operationen an der Aorta (Harrington et al. 2007). Die selektive antegrade Hirnperfusion zeigte sich als bewährte neuroprotektive Maßnahme, mit der längere Kreislaufstillstandzeiten erreicht werden können (Omura et al. 2016; Fukunaga et al. 2015). Bei diesem

Verfahren werden die hirnzuführenden Arterien mit oxygeniertem, gekühltem Blut perfundiert (Berndt et al. 2015). Dies geschieht einseitig oder beidseitig über die Arteriae carotides. Laut Olsson et al. (2006) ist die bilaterale Hirnperfusion mit einem niedrigeren Schlaganfallrisiko behaftet, somit sollte diese Technik bevorzugt werden. Malvindi et al. (2008) empfehlen die bilaterale Hirnperfusion insbesondere wenn Perfusionszeiten von mehr als 50 Minuten notwendig sind. Kontinuierlich werden so dem Gehirn Sauerstoff und Metabolite zugeführt, die Ischämietoleranz wird verlängert (Griep 2001). Durch die selektive antegrade Hirnperfusion wurde eine mögliche Kreislaufstillstandzeit von bis zu 90 Minuten erreicht (Sakurada et al. 1996). Eine Überlegenheit gegenüber der alleinigen Hypothermie bzw. in Kombination mit der retrograden Hirnperfusion konnte von verschiedenen Studien nachgewiesen werden. Das Auftreten von permanenten neurologischen Schäden konnte bei Czerny et al. (2003) auf 5 %, von Svensson et al. (1990) auf 6,1 % und von DiEusanio (2013) auf 7 % gesenkt werden. Das Verfahren findet Anwendung bei komplexen Eingriffen, bei denen lange Kreislaufstillstandzeiten benötigt werden.

2.3.4.4 CO₂ -Insufflation

Unter Verwendung der HLM gelten zudem Luftembolien als gefürchtete Komplikationen in der offenen Herzchirurgie. Sie sind mit einer hohen Mortalität assoziiert. Daraus resultierende schwerwiegende, neurologische Defizite gilt es zu verhindern. Um das Risiko einer Luftembolie zu reduzieren werden 2-4 l/min CO₂ in die Perikardhöhle insuffliert (Inselspital Bern, Herz- und Gefäßchirurgie). Da CO₂ schwerer ist als Luft wird diese verdrängt. Zudem hat CO₂ eine höhere Löslichkeit und wird schneller resorbiert. Martens et al. (2001) zeigten, dass die Mortalität unter Insufflation von CO₂ geringer ist als bei Patienten ohne Insufflation.

2.4 Operationstechniken

Je nach Lokalisation und Ausmaß der Dissektionsmembran werden verschiedene Operationstechniken angewandt. Das Ziel des chirurgischen Eingriffs ist es, das betroffene Gewebe durch eine Rohrprothese zu ersetzen und so die Perfusion des wahren Lumens zu ermöglichen. Zunächst wird in tiefer Hypothermie und im Kreislaufstillstand der distale Bereich der

Aorta ersetzt. Je nach Entry und Ausprägung der Dissektion -vor allem der Kopfgefäße- kann dies von einem reinen Ascendensersatz bis zu einem kompletten Bogenersatz reichen. Nach der distalen Anastomose erfolgen die Entlüftung, das Klemmen der Aortenprothese und das Wiederanfahren der Herz-Lungen-Maschine sowie die Kardioplegiegabe.

2.4.1 Suprakoronarer Ersatz der Aorta ascendens

Wenn die Dissektion auf die suprakoronaren Abschnitte der Aorta begrenzt ist, ist ein suprakoronarer Ersatz der Aorta ascendens ausreichend. Dabei wird zunächst das Entry der Dissektion aufgesucht. Die Aorta wird vor dem Truncus brachiocephalicus abgesetzt und das distale Ende wird mit einer Dacron-Rohrprothese verbunden (Oberwalder 2001).

2.4.2 Partieller oder totaler Aortenbogenersatz

Wenn die Dissektion auch den Aortenbogen betrifft, kann dieser zusätzlich partiell oder komplett mittels Dacron-Prothese ersetzt werden. Bei einem totalen Aortenbogenersatz werden die abgehenden, supraaortalen Gefäße exzidiert und anschließend in die Prothese reinseriert (Weigang et al. 2008). Um später einen zusätzlichen interventionellen Ersatz der Aorta descendens durchführen zu können, bzw. zu erleichtern, kann zudem ein Stück Rohrprothese in die Aorta descendens gekrempt werden (Elephant-Trunk-Technik nach Borst). Auf diese Weise besteht eine gute Landezone für die Anlage einer Endoprothese (Borst et al. 1983). Sowohl der reine Ersatz der Aorta ascendens als auch der partielle oder komplette Bogenersatz sind mit einem reinen Klappenersatz oder den Operationstechniken nach Bentall und David kombinierbar.

Nach Entlüftung und Kardioplegiegabe wird im Falle einer Aortenklappeninsuffizienz oder einer bikuspiden Aortenklappe zusätzlich die Aortenklappe durch eine künstliche Klappe ersetzt. Je nach Alter des Patienten wird eine biologische oder eine mechanische Klappenprothese eingebracht.

2.4.3 Klappenersatz

Bei einer ausgeprägten Aortenklappeninsuffizienz oder auch -verkalkung wird die Aortenklappe zusätzlich ersetzt. Grundsätzlich erfolgt nach Klemmung der Aorta die Gabe einer kardioplegen Lösung. Diese dient der Myokardprotektion und stellt einen Herzstillstand bis zu vier Stunden sicher. Die Lösung enthält Kalium. Die Hyperkaliämie führt in den Myozyten zu einer Membrandepolarisation. Das Herz bleibt in der Diastole stehen, es kommt zur elektromechanischen Entkopplung (Bransi 2004). Der Herzstillstand erlaubt ein sicheres Operieren und senkt den myokardialen Sauerstoffverbrauch. Die Gabe erfolgt in der Regel antegrad direkt über die Koronarostien. Die Lösung kann zusätzlich auch retrograd über den Sinus coronarius verabreicht werden. Insbesondere bei höhergradigen Koronarstenosen oder bei einer einhergehenden Aortenklappeninsuffizienz kann die retrograde Methode zusätzlich sinnvoll sein. (Gansera und Solf 2012).

2.4.4 Operation nach Bentall

Bei der Operation nach Bentall handelt es sich um einen infrakoronaren Ersatz der Aorta ascendens mit einem klappentragendem Conduit. Die Methode wurde 1968 von Bentall und de Bono beschrieben (Bentall und De Bono 1968). Das Verfahren wird bei Patienten mit einer Aortendissektion Typ A und einer ausgeprägten Anuloektasie der Klappenbasis verwendet. Eine Rekonstruktion der Klappe ist in diesem Fall nicht möglich. Insbesondere bei Marfan-Patienten findet dieses Verfahren Anklang, da sich sonst im Verlauf ein infrakoronares Aneurysma bilden könnte. Zunächst wird der betroffene Abschnitt der Aorta bis auf den Anulus der Aortenklappe entfernt. Es erfolgt ein Ersatz des Abschnitts mittels Dacron-Prothese. Beide Koronarostien werden reseziert. Nach Implantation eines klappentragenden Conduits werden die Koronarostien reimplantiert. Nachteile des Eingriffs sind thromboembolische Komplikationen und die erhöhte Blutungsgefahr.

2.4.5 Operation nach David und Yacoub

Bei Patienten mit einer symmetrischen Erweiterung der Aortenklappe sind die Aortenklappensegel nicht oder nur wenig pathologisch verändert. Hier bewähren sich die klappenerhal-

tenden Verfahren nach David und Yacoub. Die Aortenwurzel kann unter Erhalt der Klappen-
segel rekonstruiert werden (UKSH, Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie). Bei dem Operati-
onsverfahren nach David wird nach Exzision des Sinusgewebes die mobilisierte Aortenklappe
in ein Dacronrohr implantiert. Das Verfahren wurde erstmals 1993 von David beschrieben
und wird auch als Reimplantationstechnik bezeichnet (David 1993). Eine erneute aneurysma-
tische Erweiterung des Klappenannulus ist nach dem Eingriff nicht mehr möglich.

Bei dem Verfahren nach Yacoub wird der Sinus aortae durch eine zugeschnittene
Dacronvelourprothese ersetzt. Das Verfahren wurde 1993 erstmals von Mazin und Yacoub
beschrieben und wird als Remodeling des Aortenannulus bezeichnet (Sarsam und Yacoub
1993). Im Gegensatz zu dem Verfahren nach David bleibt hier folglich das Zusammenspiel
zwischen der Aortenwurzel und den Aortenklappensegeln ungestört. Allerdings wird dieses
Verfahren nur noch selten und von wenigen Zentren angewendet.

2.5 Entwöhnung von der Herz-Lungen-Maschine

Nach Aneinandernähen der Aorta ascendens an die Prothese oder der proximalen Prothese an
die distale Prothese und ausgiebiger Entlüftung des Herzens, wird die Aortenklemme eröffnet
und der Patient in angemessener Geschwindigkeit wieder erwärmt. Die Geschwindigkeit soll-
te 1 C° pro vier Minuten nicht überschreiten. Normalerweise sollte sich der Herzschlag auto-
matisch einstellen. Bei Kammerflimmern kann eine intrathorakale Defibrillation notwendig
sein. Ist der Eigenrhythmus nicht ausreichend, kann ein temporärer Schrittmacher einen
normofrequenten Herzrhythmus sichern. Zum Abgang von der HLM wird vermehrt Blut an
den kleinen Kreislauf zurückgegeben. Es erfolgt die venöse Dekanülierung und die Antagoni-
sierung des Heparins mit Protamin. Zunächst wird über die arterielle Kanüle dem Patienten
weiter Volumen zugeführt. Sobald die Herzfunktion stabil ist und normotensive Blutdruck-
werte vorliegen, kann die arterielle Kanüle entfernt werden (Gansera und Solf 2012). Im TEE
wird bei noch liegenden Kanülen die Herz- und die Klappenfunktion eingeschätzt.

2.6 Postoperative Versorgung und Nachsorge

Alle Patienten wurden postoperativ auf Intensivstation verlegt und dort stabilisiert. Anschließend konnten sie auf Normalstation verlegt werden. Noch vor Entlassung wurde eine Kontrolle der Herzfunktion und der Prothese mittels TEE und einer kontrastmittelgestützten CT durchgeführt. Zudem fand eine regelmäßige Nachsorge in bestimmten Zeitintervallen statt. Hier spielte insbesondere die Einstellung des Blutdrucks mittels β -Blocker eine große Rolle. Es wurde ein systolischer Blutdruck unter 120 mmHg angestrebt. Zudem wurden regelmäßig Bildgebungen zur Kontrolle veranlasst. Bei Vorliegen einer genetisch bedingten Bindegeweberkrankung wurde eine ausführliche Beratung des Patienten und der Familie unternommen und eine engmaschige Nachsorge geplant.

2.7 Datenerhebung

Um die präoperativen Symptome, die intraoperativen Parameter, die postoperativen Komplikationen und die 30-Tages-Mortalität zwischen den beiden Gruppen vergleichen zu können, wurde auf Grundlage verschiedener Publikationen zum Thema Aortendissektion Typ A ein Auswertungsbogen erstellt. Dieser gliedert sich in einen Abschnitt für präoperative, intraoperative und postoperative Parameter. Die Daten, die zum Ausfüllen des Bewertungsbogens benötigt wurden, wurden anhand der elektronischen Patientenakten und der Operations- und Anästhesieprotokolle der Abteilung für Herz- und Gefäßchirurgie des Universitätsklinikums Schleswig-Holstein erhoben.

Um die langfristigen Überlebensrate und etwaige Komplikationen zu bestimmen, wurden die Hausärzte der Patienten kontaktiert. Auf diese Weise konnten die 1-, 3- und 5-Jahres-Überlebensraten des Patientenkollektivs ermittelt werden. Zudem wurden die noch lebenden Patienten kontaktiert und Einverständniserklärungen zur Verwendung ihrer Daten und zur Veröffentlichung der Studie eingeholt.

2.7.1 Präoperative Parameter

Der präoperative Abschnitt des Bewertungsbogens umfasst zum einen die persönlichen Daten der Patienten. Hierzu zählen das Alter und das Geschlecht sowie der Operationszeitpunkt. Zum anderen werden Risikofaktoren, welche im Zusammenhang mit der Entstehung einer Aortendissektion Typ A stehen und in wissenschaftlichen Publikationen beschrieben wurden, erfasst. Zu den Risikofaktoren zählen der Body-Maß-Index (BMI) (kg/m^2), eine Operation am Herzen in der Vergangenheit, ein anamnestisch vorliegender arterieller Hypertonus, eine bekannte koronare Herzkrankheit (KHK), das Vorliegen einer chronisch obstruktiven Lungenerkrankung (COPD), ein diagnostizierter Diabetes mellitus (DM), eine Niereninsuffizienz, das Marfan-Syndrom, eine reduzierte Ejektionsfraktion (EF), eine periphere arterielle Verschlusskrankheit (pAVK) sowie ein Aneurysma der Aorta ascendens und das Vorliegen einer bikuspiden Aortenklappe.

Für den Aufnahmezustand der Patienten wurden verschiedene Parameter erhoben. Hierzu zählen eine Extremitätenischämie, das Vorliegen von Schmerzen in der Brust, neurologische Defizite in der Untersuchung, eine Perikardtamponade, das Vorliegen eines kardiogenen Schocks, eine Myokardischämie, die Notwendigkeit einer kardiopulmonalen Reanimation, eine Oligurie, die Intubation sowie das Vorliegen einer Aortenklappeninsuffizienz.

2.7.2 Intraoperative Parameter

Neben verschiedenen Parametern der Herz-Lungen-Maschine (Kardiopulmonale Bypasszeit, Aortenklammzeit, die Kreislaufstillstandzeit, minimale rektale Temperatur) wurden die verschiedenen arteriellen und venösen Kanülierungstechniken erfasst. Auch die Verwendung einer selektiven, antegraden zerebralen Hirnperfusion spiegelt sich wider. Zudem wurden die verschiedenen Operationsverfahren aller Patienten und eine etwaige gleichzeitig durchgeführte Bypassoperation erfasst. Auch die intraoperative Mortalität wurde ermittelt.

2.7.3 Postoperative Parameter

Es wurden verschiedene postoperative Parameter im weiteren Krankenhausaufenthalt ausgewertet. Hierzu zählen die allgemeine Aufenthaltsdauer im Krankenhaus und die Aufenthaltsdauer auf der Intensivstation. Zudem wurde der Blutverlust über die Drainagen und etwaige Reexplorationen bei erhöhtem Blutverlust bzw. einer Perikardtampnade, eine ggf. stattgehabte kardiopulmonale Reanimation, das Auftreten eines Myokardinfarkts, eine Extremitäten- oder Mesenterialischämie, neue neurologische Defizite, ein Vorhofflimmern, eine verlängerte Beatmungszeit (>48 Stunden), eine temporäre Dialyse, Wundheilungsstörungen im Bereich des Sternums und die 30-Tages-Mortalität der Patienten erfasst. Beim Versterben eines Patienten innerhalb der ersten 30 Tage postoperativ wurde die Todesursache ermittelt.

2.8 Ethikkommission

Das Studiendesign und die Veröffentlichung der Studienergebnisse wurden von der Ethikkommission des Universitätsklinikum Schleswig-Holstein genehmigt.

2.9 Statistische Methoden

Zur statistischen Analyse und zur Berechnung der Kenndaten wurden die Statistikprogramme SPSS 18.0 (SPSS, Chicago, IL, USA) und Stata 10 SE (StataCorp., College Station, TX, USA) verwendet. Die Häufigkeitsverteilung der Daten der Stichprobe wurde mittels Kolmogorow-Smirnow-Lilliefors-Test auf Abweichungen von der Normalverteilung untersucht. Bei normalverteilten, stetigen Variablen wurden der Mittelwert \pm Standardabweichung angegeben. Bei nicht normalverteilten Werten wurde der Median und die dazugehörigen Quartile angegeben. Kategorische Variablen wurden mittels der Anzahl der betroffenen Patienten (n) und eines Prozentwertes (%) angegeben. Um einen Vergleich zwischen den beiden untersuchten Gruppen zu erlangen wurde der Chi-Quadrat-Test und bei Bedarf der Exakte Fisher-Test verwendet. Das Langzeitüberleben beider Kollektive wurde mit der Kaplan-Meier-Methode bestimmt und dargestellt. Die dabei ermittelte Signifikanz wurde mit Hilfe des Log-Rank-Test validiert. Das Signifikanzniveau wurde bei den durchgeführten Analysen auf 5 % gesetzt. Es

wurden alle p-Werte $\leq 0,05$ als signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen gewertet.

3 Ergebnisse

3.1 Präoperative Daten

3.1.1 Das Patientenkollektiv

Zwischen Januar 2004 und Dezember 2012 wurden in der Abteilung für Herz- und Gefäßchirurgie des UKSH, Campus Kiel insgesamt $N = 204$ Patienten aufgrund einer Aortendissektion Typ A operiert. Alle Patienten wurden in die vorliegende Studie eingeschlossen. Die Stichprobe besteht aus 135 (66,2 %) männlichen und 69 (33,8 %) weiblichen Personen. Das Durchschnittsalter der gesamten Stichprobe beträgt $m = 62$ Jahre ± 13 Jahre (64; 54-72). Für die Studie wurde das Kollektiv anhand des Alters in zwei Gruppen eingeteilt, um die postoperativen Komplikationen und die 30-Tages-Mortalität der älteren Patienten mit denen der jüngeren Patienten vergleichen zu können. Die Grenze wurde bei 70 Jahren gesetzt. Insgesamt sind $n = 139$ (68,1 %) Patienten unter 70 Jahre alt (jüngere Gruppe) und $n = 65$ (31,9 %) Patienten über 70 Jahre alt (ältere Gruppe). Das Durchschnittsalter der jüngeren Gruppe liegt bei 56 Jahren, das der älteren Gruppe bei 76 Jahren. Es zeigt sich ein signifikanter Unterschied in der Geschlechterverteilung in beiden Gruppen. Während in der jüngeren Gruppe 100 Männer (71,9 %) an der Aorta operiert wurden, waren es in der älteren Gruppe nur 35 (53,8 %) Männer ($p = 0.02$). Eine Übersicht über die Geschlechterverteilung der Stichprobe gibt Tabelle 1.

Tabelle 1: Das Patientenkollektiv

	Gesamtstichprobe (N = 204)	Jüngere Gruppe (n = 139)	Ältere Gruppe (n = 65)	p-Wert
Anzahl der Patienten	204	139 (68,1 %)	65 (31,9 %)	
Alter der Patienten	62 \pm 13 (64; 54-72)	56 \pm 10 (57; 49-65)	76 \pm 4 (74; 73-78)	<0.001
Männliches Geschlecht	135 (66,2 %)	100 (71,9 %)	35 (53,8 %)	0.02
Weibliches Geschlecht	69 (33,8 %)	39 (28,1 %)	30 (46,2 %)	0.02

3.1.2 Risikofaktoren

Einzig die Anzahl der Patienten mit reduzierter linksventrikulärer EF (LVEF) $< 40\%$ war in der älteren Gruppe signifikant erhöht (1,4 % vs. 7,7 %; $p = 0.04$). Ansonsten zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen der jüngeren und der älteren Gruppe bezüglich der präoperativen Risikofaktoren. Die Gruppen unterschieden sich nicht hinsichtlich des BMI ($p = 0.18$). Der BMI betrug in der jüngeren Gruppe $27 \pm 5 \text{ kg/m}^2$ und in der älteren Gruppe $26 \pm 5 \text{ kg/m}^2$. Ein arterieller Hypertonus lag in der jüngeren Gruppe bei 77,0 % vor, in der älteren Gruppe bei 72,3 % vor ($p = 0.49$). In der jüngeren Gruppe waren anamnestisch bei Aufnahme 2,9 % der Patienten an Diabetes mellitus erkrankt, in der älteren Gruppe dagegen 9,2 % der Patienten ($p = 0.08$). Eine Erkrankung an COPD lag in der jüngeren Gruppe bei 4,3 % und in der älteren Gruppe bei 10,8 % der Patienten vor ($p = 0.12$). Eine KHK lag in der jüngeren Gruppe bei 14,4 % und in der älteren Gruppe bei 7,7 % der Patienten vor ($p = 0.25$). Bei 10,1 % der Patienten der jüngeren Gruppe und bei 4,6 % der Patienten der älteren Gruppe erfolgte bereits eine Herzoperation in der Vergangenheit ($p = 0.28$). Zudem litten in der jüngeren Gruppe 21,6 % der Patienten an einer Niereninsuffizienz. In der älteren Gruppe sind 10,8 % betroffen ($p = 0.08$). Eine pAVK lag bei Patienten der jüngeren Gruppe in 4,3 % der Fälle und bei Patienten der älteren Gruppe in 6,2 % der Fälle vor ($p = 0.73$). Während in der jüngeren Gruppe 2,9 % der Patienten unter dem Marfan-Syndrom litten, wurde die Diagnose bei keinem Patienten in der älteren Gruppe gestellt ($p = 0.31$). Die Anzahl der Patienten mit einem Aortenaneurysma war insgesamt sehr hoch. In der jüngeren Gruppe waren 75,5 % der Patienten betroffen. In der älteren Gruppe lag bei 87,7 % eine erweiterte Aorta vor ($p = 0.10$). Eine bikuspidale Aortenklappe hatten 5 % Patienten der jüngeren Gruppe, in der älteren Gruppe waren es 0 % der Patienten ($p = 0.06$). Die Zusammenfassung der Ergebnisse ist in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2: Untersuchte Risikofaktoren bei Aufnahme

	Gesamtstichprobe (N = 204)	Jüngere Gruppe (n = 139)	Ältere Gruppe (n = 65)	p-Wert
LVEF				
> 60 %	190 (93,2 %)	134 (96,4 %)	56 (85,1 %)	0.01
60 - 40 %	7 (3,4 %)	3 (2,2 %)	4 (6,2 %)	0.21
< 40 %	7 (3,4 %)	2 (1,4 %)	5 (7,7 %)	0.04
BMI (kg/m²)	27 ± 5	27 ± 5	26 ± 5	0.18
Art. Hypertonus	154 (75,5 %)	107 (71,9 %)	47 (72,3 %)	0.49
Diabetes mellitus	10 (4,9 %)	4 (2,9 %)	6 (9,2 %)	0.08
COPD	13 (6,4 %)	6 (4,3 %)	7 (10,8 %)	0.12
KHK	25 (12,3 %)	20 (14,4 %)	5 (7,7 %)	0.25
Reoperation Herz	17 (8,3 %)	14 (10,1 %)	3 (4,6 %)	0.28
Niereninsuffizienz	37 (18,1 %)	30 (21,6 %)	7 (10,8 %)	0.08
pAVK	10 (4,9 %)	6 (4,3 %)	4 (6,2 %)	0.73
Marfan-Syndrom	4 (1,9 %)	4 (2,9 %)	0 (0 %)	0.31
Aortenaneurysma	162 (79,4 %)	105 (75,5 %)	57 (87,7 %)	0.10
Bikuspide Aortenklappe	7 (3,4 %)	7 (5,0 %)	0 (0 %)	0.06

3.1.3 Klinische Präsentation bei Aufnahme

Bis auf eine erhöhte Anzahl an Patienten mit einer Extremitätenmalperfusion in der jüngeren Gruppe (26,6 % vs. 12,3 %; $p = 0.03$) zeigten sich keine signifikanten Unterschiede in den untersuchten Kriterien der klinischen Präsentation. Schmerzen in der Brust zeigten sich bei 86,3 % der Patienten der jüngeren Gruppe und bei 87,7 % der Patienten der älteren Gruppe ($p = 0.98$). Neurologische Defizite fielen bei Aufnahme bei 24,5 % der Patienten der jüngeren Gruppe und bei 27,7 % der Patienten der älteren Gruppe in der klinischen Untersuchung auf ($p = 0.61$). Eine Perikardtamponade trat in der jüngeren Gruppe bei 44,6 % und in der älteren Gruppe bei 55,4 % auf ($p = 0.18$). 17,3 % der Patienten der jüngeren Gruppe waren bei Aufnahme im kardiogenen Schock, in der älteren Gruppe waren 24,6 % betroffen ($p = 0.26$). Eine Ruptur der Aorta betraf 1,4 % der Patienten in der jüngeren Gruppe und 4,6 % der Patienten in der älteren Gruppe ($p = 0.33$). Eine Myokardischämie lag bei 4,3 % der Patienten in der

jüngeren Gruppe und bei 3,1 % der Patienten der älteren Gruppe vor ($p = 0.97$). Eine kardiopulmonale Reanimation war bei 5 % Patienten in der jüngeren Gruppe und bei 9,2 % der Patienten in der älteren Gruppe notwendig ($p = 0.36$). Es präsentierten sich 7,9 % der Patienten der jüngeren Gruppe und 9,2 % der Patienten der älteren Gruppe bei Aufnahme mit einer Oligurie ($p = 0.79$). Zudem waren 11,5 % der Patienten der jüngeren Gruppe und 20 % der Patienten der älteren Gruppe in der Akutsituation intubationspflichtig ($p = 0.13$). Es zeigte sich bei 35,5 % der Patienten in der jüngeren Gruppe und bei 32,3 % der Patienten in der älteren Gruppe eine Aortenklappeninsuffizienz Grad I-II ($p = 0.75$) und bei 19,4 % der Patienten in der jüngeren Gruppe bzw. bei 9,2 % der Patienten in der älteren Gruppe eine Aortenklappeninsuffizienz Grad III-IV ($p = 0.07$). Eine Übersicht über die klinische Präsentation der Patienten bei Aufnahme gibt Tabelle 3.

Tabelle 3: Aufnahmestatus der Patienten

	Gesamtstichprobe (N = 204)	Jüngere Gruppe (n = 139)	Ältere Gruppe (n = 65)	p-Wert
Malperfusion der Extremitäten	45 (22,1)	37 (26,6 %)	8 (12,3 %)	0.03
Brustschmerz	177 (86,8 %)	120 (86,3 %)	57 (87,7 %)	0.98
Neurologische Defizite	52 (25,5 %)	34 (24,5 %)	18 (27,7 %)	0.61
Perikardtamponade	98 (48,0 %)	62 (44,6 %)	36 (55,4 %)	0.18
Aortenruptur	5 (2,4 %)	2 (1,4 %)	3 (4,6 %)	0,33
Kardiogener Schock	40 (19,6 %)	24 (17,3 %)	16 (24,6 %)	0.26
Myokardischämie	8 (3,9 %)	6 (4,3 %)	2 (3,1 %)	0.97
Reanimation	13 (6,4 %)	7 (5,0 %)	6 (9,2 %)	0.36
Oligurie	17 (8,3 %)	11 (7,9 %)	6 (9,2 %)	0.79
Intubation	29 (14,2 %)	16 (11,5 %)	13 (20,0 %)	0.13
Aortenklappeninsuffizienz				
Grad I-II	70 (34,4 %)	49 (35,3 %)	21 (32,3 %)	0.75
Grad III-IV	33 (16,2 %)	27 (19,4 %)	6 (9,2 %)	0.07

3.2 Intraoperative Daten

3.2.1 Extrakorporale Perfusion

Die durchschnittliche kardiopulmonale Bypasszeit aller Patienten betrug 175 ± 56 Minuten. Es zeigte sich hier ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen ($p = 0.003$). Die Patienten der jüngeren Gruppe hatten eine durchschnittliche kardiopulmonale Bypasszeit von 183 ± 62 Minuten, die Patienten der älteren Gruppe dagegen eine Bypasszeit von 158 ± 36 Minuten. Auch in der Aortenklemmzeit zeigte sich ein signifikanter Unterschied. Sie betrug bei Patienten der jüngeren Gruppe 100 ± 45 Minuten, bei Patienten der älteren Gruppe dagegen 83 ± 30 Minuten ($p = 0.006$). Ansonsten zeigten sich keine weiteren signifikanten Unterschiede bezüglich der Operationsparameter zwischen den beiden Gruppen. Die Zeit des Kreislaufstillstandes betrug in der jüngeren Gruppe 37 ± 21 Minuten und in der älteren Gruppe 36 ± 17 Minuten ($p = 0.74$). Die minimale rektale Temperatur betrug bei Patienten der jüngeren Gruppe im Schnitt $24,3 \pm 2,9$ C° und bei Patienten der älteren Gruppe $24,1 \pm 2,6$ C° ($p = 0.64$). Eine Übersicht gibt Tabelle 4.

Tabelle 4: Daten der Herz-Lungen-Maschine

	Gesamtstichprobe (N = 204)	Jüngere Gruppe (n = 139)	Ältere Gruppe (n = 65)	p-Wert
Kardiopulmonale Bypasszeit (Min.)	175 ± 56	183 ± 62	158 ± 36	0.003
Aortenklemmzeit (Min.)	95 ± 41	100 ± 45	83 ± 30	0.006
Kreislaufstillstand (Min.)	37 ± 19	37 ± 21	36 ± 17	0.74
Minimale rektale Temperatur (C°)	24,2 ± 2,8	24,3 ± 2,9	24,1 ± 2,6	0.64

3.2.2 Kanülierungstechniken

Die Verteilung der unterschiedlichen arteriellen Kanülierungstechniken der Herz-Lungen-Maschine beider Gruppen im Vergleich ist in der Abbildung 2 dargestellt. Bei der Art der arteriellen Kanülierung zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Altersgruppen. In beiden Gruppen waren in den Jahren von 2004-2009 die Kanülierung der Arteria femoralis und die Kanülierung der Aorta ascendens führend. In diesem Zeitraum wurde in der jüngeren Gruppe bei 35,3 % der Patienten der jüngeren Gruppe und bei 33,8 % der Patienten der älteren Gruppe die Arteria femoralis kanüliert ($p = 0.88$). Die Kanülierung der Aorta ascendens erfolgte bei 25,9 % der Patienten der jüngeren Gruppe und bei 24,6 % der Patienten der älteren Gruppe ($p = 0.98$). Ab dem Jahr 2010 wurde zudem die Kanülierung der Vena pulmonalis dextra superior in insgesamt 71 Fällen durchgeführt, bei Patienten der jüngeren Gruppe in 34,5 % und bei Patienten der älteren Gruppe in 35,4 % ($p = 0.99$). Der Arcus aortae wurde bei Patienten in der jüngeren Gruppe bei 3,6 % der Patienten und in der älteren Gruppe bei 6,2 % der Patienten kanüliert ($p = 0.47$). Bei einem Patienten (0,7 %) der jüngeren Gruppe wurde die Arteria subclavia kanüliert. Dieses Verfahren kam bei keinem Patienten der älteren Gruppe zur Anwendung ($p = 0.99$).

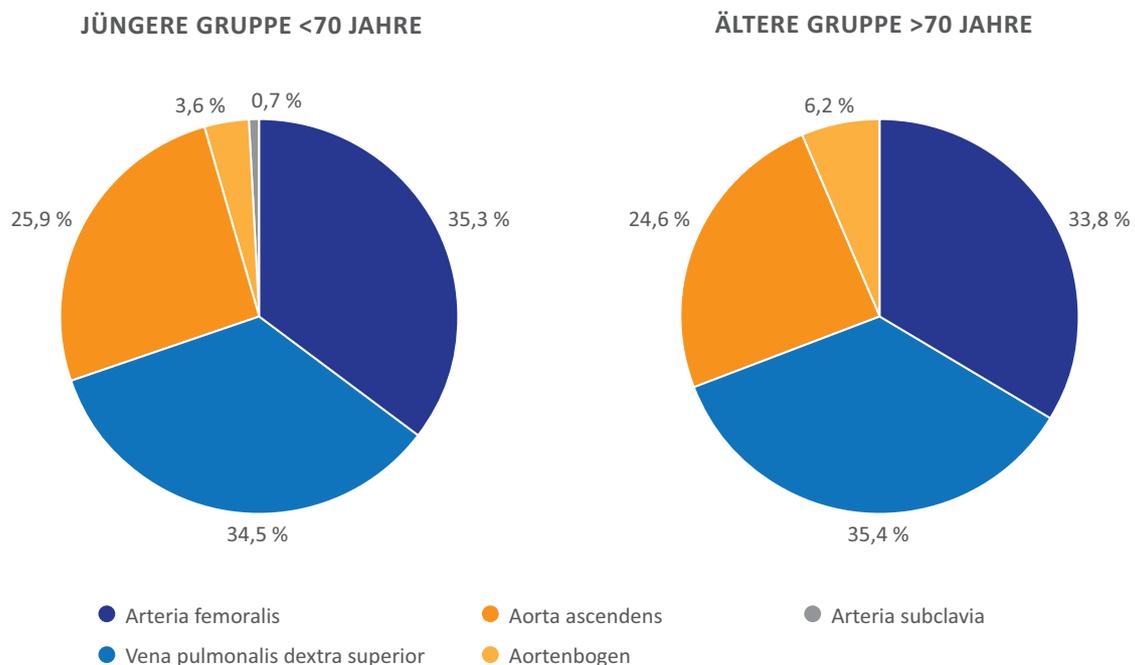


Abbildung 2: Arterielle Kanülierungstechniken

In der Abbildung 3 ist die Verteilung der unterschiedlichen venösen Kanülierungstechniken beider Gruppen im Vergleich dargestellt. Auch hier wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Altersgruppen beobachtet. In beiden Gruppen war die Kanülierung des rechten Vorhofs die am häufigsten verwendete Methode. Es wurden 95,7 % der Patienten in der jüngeren Gruppe und 95,4 % der Patienten der älteren Gruppe über den rechten Vorhof kanüliert ($p = 0.99$). Selten fand eine Kanülierung der Vena femoralis statt. Diese Art der Kanülierung fand bei 3,6 % der Patienten der jüngeren Gruppe und bei 3,1 % der Patienten der älteren Gruppe Anwendung ($p = 0.99$). Jeweils ein Patient beider Gruppen wurde über die Venae cavae kanüliert ($p = 0.54$).

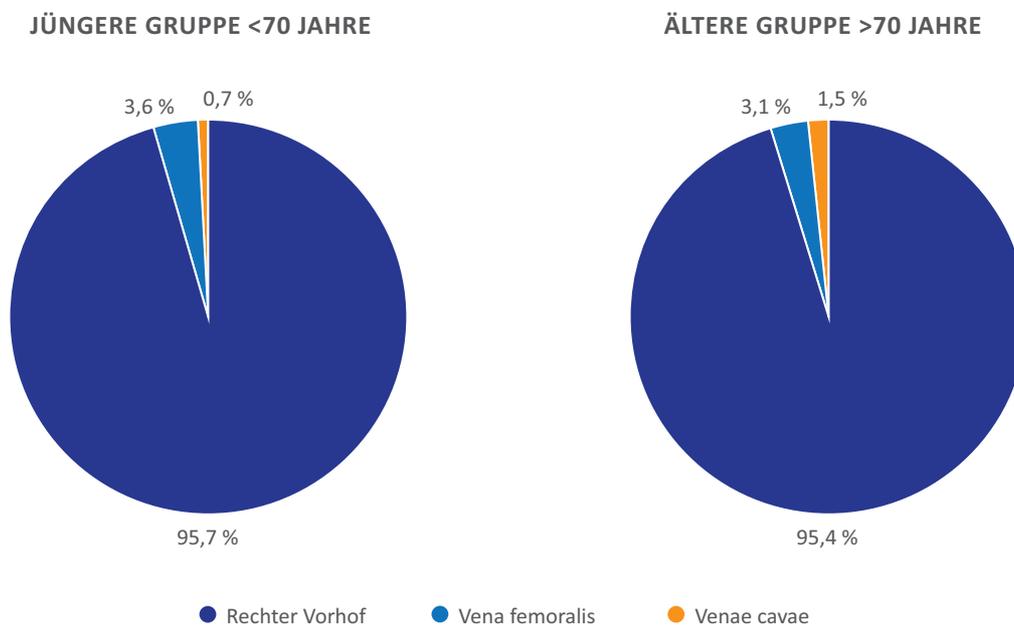


Abbildung 3: Venöse Kanülierungstechniken

3.2.3 Operationstechniken

Alle 204 Patienten wurden in tiefer Hypothermie operiert. Bei insgesamt 91 Patienten (jeweils 44,6 % der Patienten in der jüngeren und älteren Gruppe) fand eine gleichzeitige selektive, antegrade zerebrale Perfusion mit oxygeniertem, kaltem Blut statt ($p = 1.00$). Insgesamt wurde 113 Patienten (55,4 %) in tiefer Hypothermie ohne antegrade zerebrale Perfusion operiert. In der jüngeren Gruppe waren dies 77 Patienten (55,4 %), in der älteren Gruppe 36 Patienten

(55,4 %). Hier zeigte sich kein signifikanter Unterschied ($p = 1.00$). Einen Überblick gibt Tabelle 5.

Tabelle 5: Operationstechniken

	Gesamtstichprobe (N = 204)	Jüngere Gruppe (n = 139)	Ältere Gruppe (n = 65)	p-Wert
DHCA	113 (55,4 %)	77 (55,4 %)	36 (55,4 %)	1.00
DHCA + ASCP	91 (44,6 %)	62 (44,6 %)	29 (44,6 %)	1.00

ASCP = antegrade selective cerebral perfusion

DHCA = deep hypothermic circulatory arrest

3.2.4 Operationsverfahren

In der Abbildung 4 ist die Häufigkeit der angewandten Operationsverfahren beider Gruppen im Vergleich dargestellt. Es konnte kein signifikanter Unterschied hinsichtlich der Häufigkeit der einzelnen Verfahren in beiden Gruppen gefunden werden. Bei 51,8 % der Patienten der jüngeren Gruppe und bei 56,9 % der Patienten der älteren Gruppe war lediglich ein Ersatz der Aorta ascendens notwendig ($p = 0.55$). Bei vielen Patienten erfolgte zusätzlich ein partieller oder kompletter Bogenersatz. In der jüngeren Gruppe waren es 27,3 % der Patienten und in der älteren Gruppe 35,4 % der Patienten ($p = 0.25$). Bei 1,4 % der Patienten der jüngeren Gruppe und bei 1,5 % der Patienten der älteren Gruppe ($p = 0.99$) wurde intraoperativ die Aortenklappe und die Aorta ascendens ersetzt.

Aufwendigere Eingriffe wie die Operation nach Bentall und der Eingriff nach David und Yacoub fanden dagegen im jüngeren Kollektiv mehr Anwendung als in der älteren Gruppe. Eine Operation nach Bentall wurde bei 7,9 % der Patienten der jüngeren Gruppe sowie bei 4,6 % der Patienten der älteren Gruppe angewandt ($p = 0.56$). Bei 5 % der Patienten in der jüngeren Gruppe wurde in diesem Rahmen zusätzlich ein partieller oder kompletter Bogenersatz durchgeführt ($p = 0.18$). Einer Operation nach Yacoub und David unterzogen sich 6,5 % der Patienten der jüngeren Gruppe und 1,5 % der Patienten der älteren Gruppe ($p = 0.17$). Bei 5,8 % der Patienten der jüngeren Gruppe und 7,7 % der Patienten der älteren Gruppe ($p = 0.80$)

war intraoperativ eine zusätzliche operative Myokardrevaskularisation (Bypassoperation) notwendig.

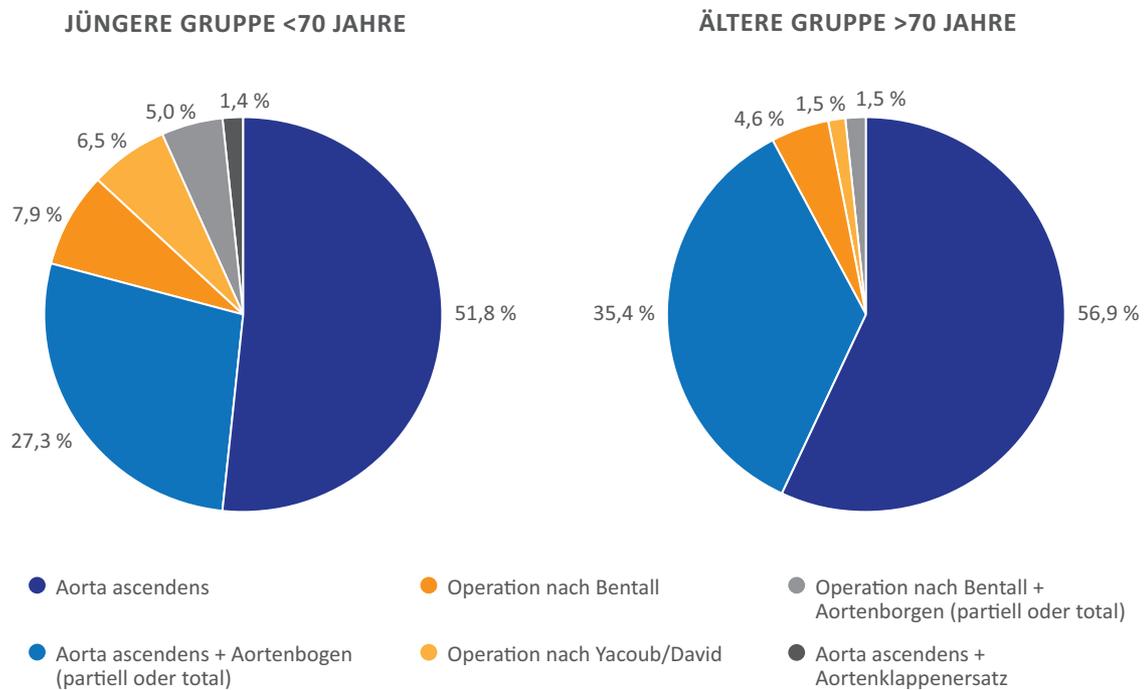


Abbildung 4: Operationsverfahren

3.3 Postoperative Daten

Insgesamt verbrachten die Patienten nach dem Eingriff im Durchschnitt 11 Tage (8-12) im UKSH, davon sogar 5 (3-12) Tage auf der Intensivstation. Die jüngere Gruppe war insgesamt länger im Krankenhaus. Allerdings zeigte sich kein signifikanter Unterschied. Die jüngere Gruppe verbrachte 12 [9-22] Tage und die ältere Gruppe 9 [7-12] im Krankenhaus ($p = 0.06$). In der jüngeren Gruppe waren die Patienten durchschnittlich 6 (2-15) Tage intensivpflichtig, die Patienten der älteren Gruppe im Schnitt 5 (3-8) Tage ($p = 0.18$). Einen Überblick über die Aufenthaltsdauer beider Gruppen gibt Tabelle 6.

Tabelle 6: Stationäre Liegezeiten

	Gesamtstichprobe (N = 204)	Jüngere Gruppe (n = 139)	Ältere Gruppe (n = 65)	p-Wert
Krankenhausaufenthalt (Tage)	11 (8-12)	12 (9-22)	9 (7-12)	0.06
Intensivpflichtig (Tage)	5 (3-12)	6 (2-15)	5 (3-8)	0.18

3.3.1 Postoperative Komplikationen

Es ließen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen bezüglich der postoperativen Komplikationen beobachten. In den ersten zwei postoperativen Tagen zeigte sich ein durchschnittlicher Blutverlust von 700 ml (300-950 ml) über die Drainagen. In der jüngeren Gruppe zeigte sich ein durchschnittlicher Blutverlust von 650 ml (250-1100 ml) und in der älteren Gruppe ein durchschnittlicher Blutverlust von 700 ml (300-1000 ml). Es zeigte sich dementsprechend kein signifikanter Unterschied ($p = 0.78$). Insgesamt mussten 28 Patienten (13,7 %) aufgrund eines erhöhten Blutverlustes bzw. einer Herzbeutelamponade rethorakotomiert werden. Eine Reexploration betraf 13,7 % der Patienten der jüngeren Gruppe sowie 13,8 % der Patienten der älteren Gruppe ($p = 1.00$). 11 Patienten (5,4 %) wurden postoperativ reanimationspflichtig. Insgesamt betraf dies 5,8 % der Patienten der jüngeren Gruppe und 4,6 % der Patienten der älteren Gruppe ($p = 0.99$). Zwei Patienten (1,4 %) aus der jüngeren Gruppe erlitten im weiteren Krankenhausaufenthalt einen Myokardinfarkt. In der älteren Gruppe war kein Patient betroffen ($p = 0.99$). Häufiger dagegen kam es zu einer Mesenterialischämie bzw. einer Ischämie der Extremitäten. Es waren 10,1 % der jüngeren Gruppe und 6,2 % der älteren Gruppe betroffen ($p = 0.44$). Zudem wurden bei insgesamt 10,8 % der Patienten postoperativ neurologische Defizite beobachtet (bei 12,9 % der Patienten der jüngeren Gruppe und bei 6,2 % der älteren Gruppe; $p = 0.22$). Ein zum Teil neu aufgetretenes Vorhofflimmern zeigte sich bei 30,2 % der Patienten der jüngeren Gruppe sowie bei 35,4 % Patienten der älteren Gruppe ($p = 0.52$). Insgesamt waren 114 Patienten (53,9 %) länger als 48 Stunden beatmungspflichtig. In der jüngeren Gruppe waren 54,0 % und in der älteren Gruppe 60,0 % der Patienten länger als 48 Stunden beatmet ($p = 0.45$). Eine temporäre Dialyse bei akutem Nierenversagen war bei 23,0 % der Patienten der jüngeren Gruppe sowie bei 16,9 % der Patienten der älteren Gruppe notwendig ($p = 0.36$). Bei acht Patienten der jüngeren Gruppe (5,8 %) und bei einem Patienten der älteren Gruppe (1,5 %) kam es im Anschluss an die

Operation zu Wundheilungsstörungen des Sternums ($p = 0.28$). In Tabelle 7 sind die postoperativen Komplikationen zusammengefasst.

Tabelle 7: Postoperative Komplikationen

	Gesamtstichprobe (N = 204)	Jüngere Gruppe (n = 139)	Ältere Gruppe (n = 65)	p-Wert
Blutverlust in 48 Stunden (ml)	700 [300-950]	650 [250-1100]	700 [300-1000]	0,78
Reexploration	28 (13,7 %)	19 (13,7 %)	9 (13,8 %)	1,0
Reanimation	11 (5,4 %)	8 (5,8 %)	3 (4,6 %)	0,99
Myokardinfarkt	2 (1,0 %)	2 (1,4 %)	0 (0,0 %)	0,99
Mesenterial- oder Extremitätenischämie	18 (8,8 %)	14 (10,1 %)	4 (6,2 %)	0,44
Neurologische Defizite	22 (10,8 %)	18 (12,9 %)	4 (6,2 %)	0,22
Vorhofflimmern	65 (31,9 %)	42 (30,2 %)	23 (35,4 %)	0,52
Intubation >48 Stunden	114 (53,9 %)	75 (54,0 %)	39 (60,0 %)	0,45
Temporäre Dialyse	43 (21,1 %)	32 (23,0 %)	11 (16,9 %)	0,36
Sternale Wundinfektionen	9 (4,4 %)	8 (5,8 %)	1 (1,5 %)	0,28

3.3.2 30-Tages-Mortalität

Intraoperativ verstarben insgesamt fünf Patienten (2,4 %). Es war kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Altersgruppen erkennbar. In der jüngeren Gruppe verstarben intraoperativ 1,4 % der Patienten, in der älteren Gruppe 4,6 % der Patienten ($p = 0.33$). Die 30-Tages-Mortalität lag insgesamt bei 11,8 % (24 Patienten). Es verstarben eindeutig mehr Patienten aus der älteren Gruppe (18,5 %) als aus der jüngeren Gruppe (8,6 %). Allerdings zeigte sich keine Signifikanz ($p = 0.06$). Die Häufigkeiten der verschiedenen Todesursachen beider Gruppen im Vergleich sind in der Abbildung 5 dargestellt. Die Verteilung der Todesursachen bezieht sich in der Abbildung auf die Mortalitäten von 8,6 % in der jüngeren Gruppe und 18,5 % in der älteren Gruppe. Hier ergibt sich ein signifikanter Unterschied bei der Häufigkeit von schweren neurologischen Schäden als Ursache des Todes. Insgesamt waren die schweren neurologischen Schäden bei 1,4 % der Patienten der jüngeren Gruppe und bei 7,7 % der Patienten der älteren Gruppe für den Tod verantwortlich ($p = 0.04$). Ansonsten konnte kein signifikan-

ter Unterschied beobachtet werden. Insgesamt starb ein Patient der jüngeren Gruppe (0,7 %) und zwei Patienten der älteren Gruppe (3,1 %) an einer Herzinsuffizienz ($p = 0.24$). Eine Blutung war bei zwei Patienten der jüngeren Gruppe (1,4 %) und bei drei Patienten der älteren Gruppe (4,6 %) ursächlich für den Tod ($p = 0.33$). Sechs Patienten der jüngeren Gruppe (4,3 %) und zwei Patienten der älteren Gruppe (3,1 %) verstarben an multiplem Organversagen ($p = 0.99$). Eine Sepsis war bei einem Patienten der jüngeren Gruppe (0,7 %) und bei keinem Patienten (0,0 %) der älteren Gruppe die Todesursache ($p = 0.99$). Eine Übersicht über die 30-Tages-Mortalität gibt Tabelle 8.

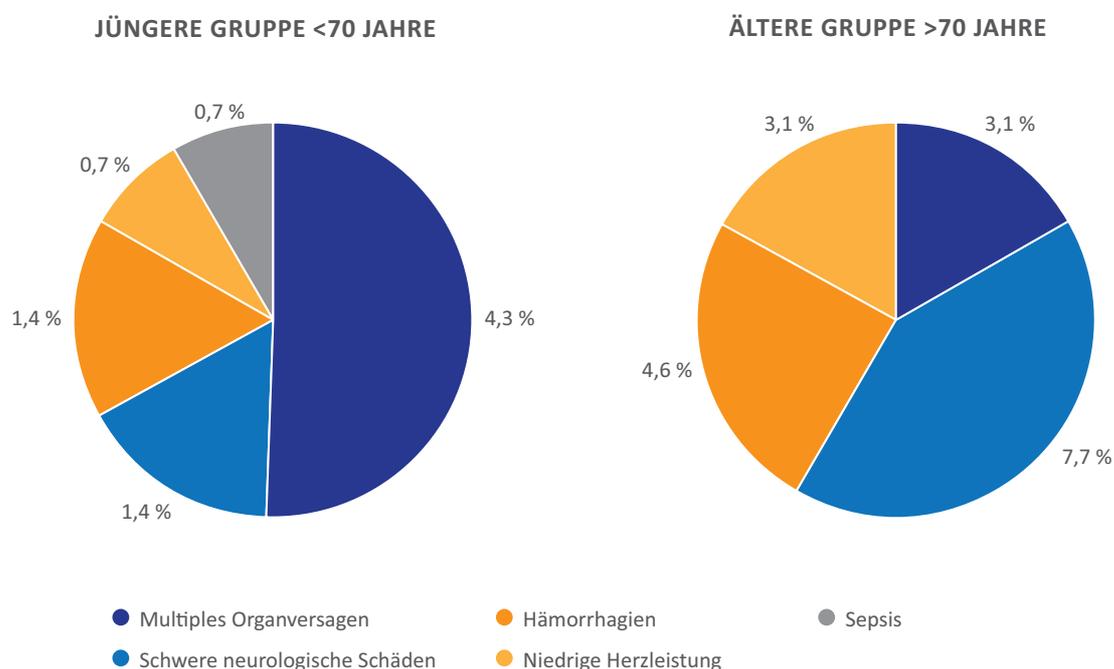


Abbildung 5: Todesursachen während des Krankenhausaufenthalts

Tabelle 8: Intraoperative und postoperative Mortalität

	Gesamtstichprobe (N = 204)	Jüngere Gruppe (n = 139)	Ältere Gruppe (n = 65)	p-Wert
Intraoperative Mortalität	5 (2,4 %)	2 (1,4 %)	3 (4,6 %)	0.33
30-Tages-Mortalität	24 (11,8 %)	12 (8,6 %)	12 (18,5 %)	0.06

3.3.3 Späte Komplikationen

Bei insgesamt 3,4 % der Patienten zeigten sich später noch neu aufgetretene neurologische Folgeschäden. In der jüngeren Gruppe waren 3,6 % der Patienten betroffen, in der älteren Gruppe 3,1 % der Patienten. Es zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen ($p = 0.99$). Eine Reoperation aufgrund einer erneuter Aortendissektion, Anastomosendehiszenz oder Protheseninfektion war bei insgesamt 3,9 % der Patienten notwendig. 4,3 % der Patienten in der jüngeren Gruppe und 3,1 % der Patienten in der älteren Gruppe wurden reoperiert ($p = 0.98$). Die Ergebnisse sind in Tabelle 9 veranschaulicht.

Tabelle 9: Späte Komplikationen

	Gesamtstichprobe (N = 204)	Jüngere Gruppe (n = 139)	Ältere Gruppe (n = 65)	p-Wert
Neurologische Defizite	7 (3,4 %)	5 (3,6 %)	2 (3,1 %)	0,99
Reoperation	8 (3,9 %)	6 (4,3 %)	2 (3,1 %)	0,98

3.3.4 Langzeitüberleben

Das Langzeitüberleben zeigte signifikante Unterschiede zwischen den untersuchten Gruppen. Ein Jahr postoperativ lebten noch 81 % aller Patienten. Während in der jüngeren Gruppe 85 % der Patienten das erste Jahr überlebten, waren dies in der älteren Gruppe nur 72 %. Die ersten drei Jahre postoperativ überlebten 78 % aller Patienten. In der jüngeren Gruppe überlebten 84 %, in der älteren Gruppe nur 68 %. Insgesamt überlebten 74 % der Patienten die ersten 5 Jahre nach der Operation. In der jüngeren Gruppe betrug die 5- Jahres-Überlebensrate 79 %. In der älteren Gruppe waren nach fünf Jahren 63 % der Patienten am Leben. Der Log-rank-Test wies mit $p = 0.008$ eine Signifikanz bezüglich des Langzeitüberlebens zwischen den beiden untersuchten Gruppen nach. Das Langzeitüberleben wird mit Hilfe von Kaplan-Meier-Kurven in den Abbildungen 6 und 7 dargestellt.

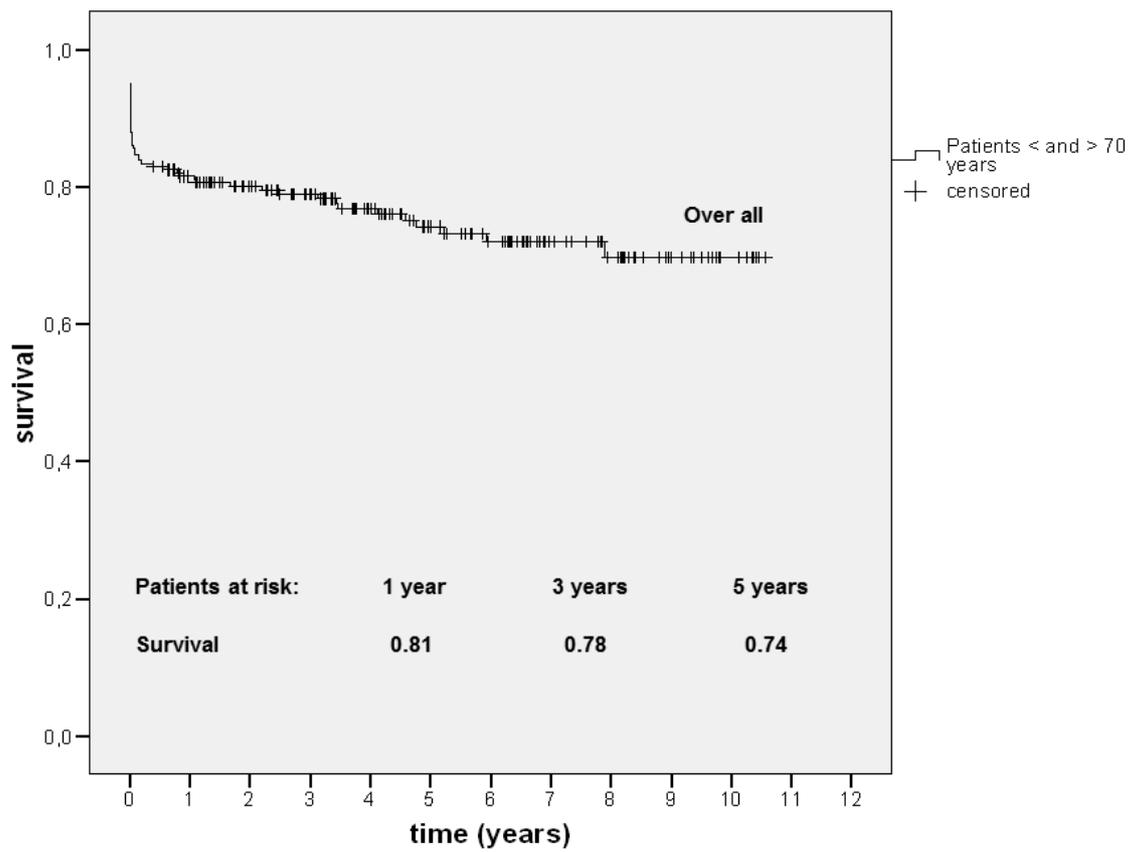


Abbildung 6: Langzeitüberleben des Gesamtkollektivs

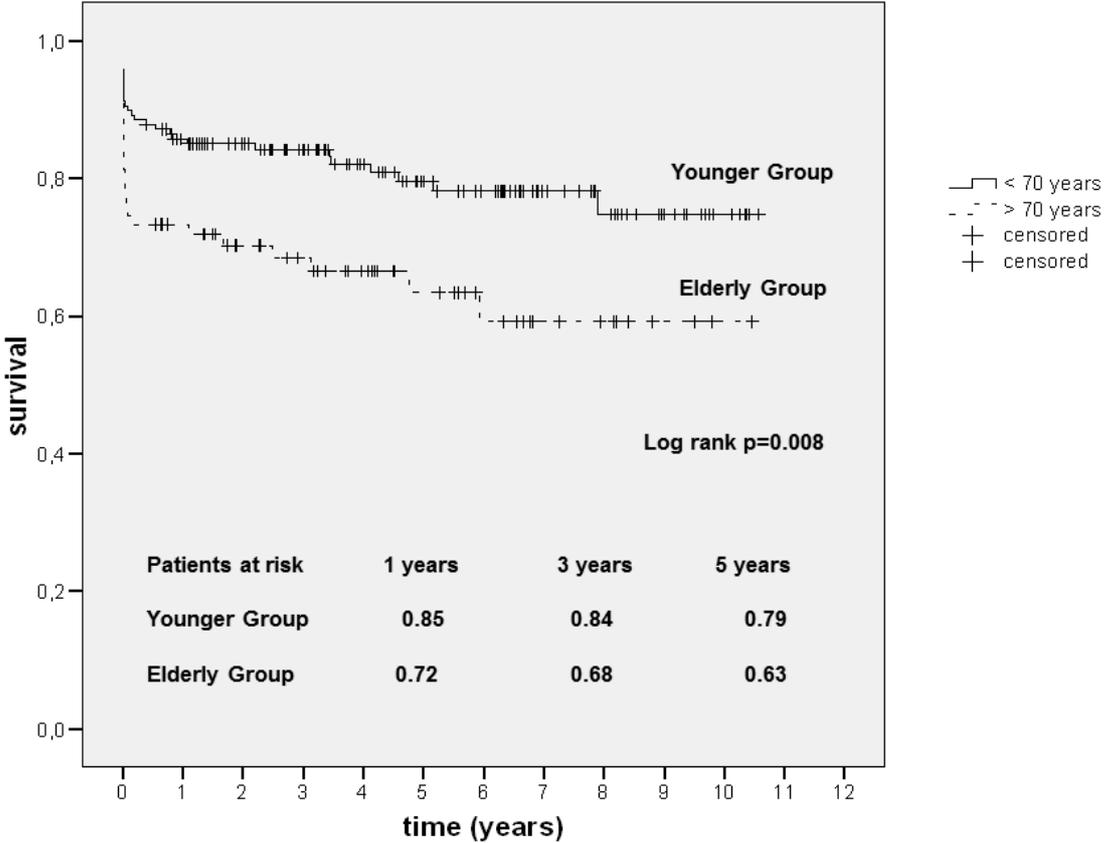


Abbildung 7: Langzeitüberleben beider Kollektive im Vergleich

4 Diskussion

Die akute Aortendissektion Typ A gilt als lebensbedrohliche Erkrankung und bedarf einer sofortigen operativen Versorgung. Trotz erheblicher Fortschritte in den operativen Verfahren und dem perioperativen Management ist die Mortalität durch frühzeitige Komplikationen nach wie vor sehr hoch (Chirillo et al. 1990). Erbel et al. (2001) berichten von einer Mortalität zwischen 3,25-3,6 Todesfällen pro 100.000 Einwohner pro Jahr. Eine Alternative zur chirurgischen Therapie gibt es bis dato nicht. Ohne operative Versorgung sterben bis zu 75 % der betroffenen Patienten innerhalb der ersten 14 Tage nach Auftreten der Symptome (Suzuki und Masuda 2009). Die aktuelle Studienlage zeigt die Notwendigkeit der zeitnahen Diagnose und Versorgung der Patienten mit einer akuten Aortendissektion Typ A. Da die Gesamtbevölkerung immer älter wird und die akute Aortendissektion Typ A eine Erkrankung des höheren Lebensalters ist, stellt sich die Frage, ob auch ältere Patienten von einer operativen Versorgung profitieren oder ob es Alters- und Befundskonstellationen gibt, die von einer Operation absehen lassen sollten. Nach wie vor ist das Management älterer Patienten mit einer akuten Aortendissektion Typ A nicht gänzlich geklärt. Ergebnisse verschiedener Studien zeigen kontroverse Ergebnisse über das Nutzen auf (Hata et al. 2008 a; Rylski et al. 2011; Tang et al. 2013; Matsushita et al. 2014). In dieser Studie wird der Nutzen einer Operation bei den älteren Patienten hinterfragt und Risikofaktoren demaskiert, die das postoperative Ergebnis beeinflussen. Aus diesem Grund wurde das untersuchte Patientenkollektiv in zwei Gruppen eingeteilt. Die jüngere Gruppe umfasst alle Patienten unter 70 Jahren, die ältere Gruppe umfasst alle Patienten über 70 Jahren.

4.1 Patientenkollektiv

Das Durchschnittsalter des untersuchten gesamten Kollektivs lag bei 62 ± 13 Jahren, was repräsentativ für das Durchschnittsalter der akuten Aortendissektion Typ A zu werten ist. Hagan et al. (2000) beschreiben ein Durchschnittsalter von 63 Jahren. Im untersuchten Gesamtkollektiv lag der Anteil der männlichen Patienten bei 66,2 %, der Anteil an weiblichen Patienten bei 33,8 %. Ähnliche Ergebnisse werden auch durch Hagan et al. (2000) beschrieben: Laut

International Registry of Acute Aortic Dissection sind zwei Drittel der Patienten mit einer Aortendissektion männlich. Auch andere Studien schildern eine höhere Inzidenz bei Männern, laut Kazui et al. (2002) sind 60 % der Patienten männlich, laut Santini et al. (2007) 71 % der Patienten. Diese ungleiche Verteilung lässt sich dadurch erklären, dass der arterielle Hypertonus, welcher als Hauptrisikofaktor der akuten Aortendissektion Typ A gilt, häufiger bei Männern als bei Frauen auftritt. In der vorliegenden Studie zeigte sich ein signifikanter Unterschied in der Geschlechterverteilung in beiden Gruppen. Während in der jüngeren Gruppe ein Anteil von 66,2 % männlich war, lag der Anteil der männlichen Patienten in der älteren Gruppe nur bei 53,8 % ($p = 0.02$). Diese Ergebnisse decken sich auch mit der Studie von Santini et al. (2007), die das Überleben von Patienten über 75 Jahren nach einer akuten Aortendissektion Typ A untersuchen. Hier zeigt sich ein Anteil an männlichen Patienten von 52,5 %. Auch bei Chiappini et al. (2004) liegt der Anteil der männlichen Patienten bei der Gruppe der über 70-jährigen nur bei 51,4 %, in der Gruppe der unter 70-jährigen bei 68,9 %. Bei Stamou et al. (2010) sind in der jüngeren Gruppe unter 70 Jahren 77 % männlich, in der älteren Gruppe über 70 Jahren nur 48 %. Auch Santini et al. (2006) beobachteten einen Anteil an männlichen Patienten von 52,5 % in der Gruppe der über 75-jährigen. Diese Tatsache lässt sich vermutlich auf die grundsätzlich höhere Lebenserwartung von Frauen zurückführen.

4.2 Risikofaktoren

Es zeigte sich ein signifikanter Unterschied zwischen den Altersgruppen bezüglich der linksventrikulären Ejektionsfraktion (LVEF). Eine normale LVEF > 60 % hatten 96,4 % der jüngeren Gruppe und nur 86,1 % der älteren Gruppe ($p = 0.014$). Während in der jüngeren Gruppe 1,4 % der Patienten eine reduzierte LVEF < 40 % vorwiesen, waren dies 7,7 % in der älteren Gruppe ($p = 0.035$). Diese Ergebnisse korrelieren mit der Prävalenz und der Inzidenz der Herzinsuffizienz und lassen sich auf degenerative Prozesse am Herzen und auf Komorbiditäten bei älteren Patienten zurückführen (Huber et al. 2007).

Ansonsten ließen sich keine signifikanten Unterschiede bei den Risikofaktoren zwischen den beiden Altersgruppen finden. Wie in früheren Studien beschrieben, gelten Bindegeweberkrankungen wie das Marfan-Syndrom oder eine bikuspidale Herzklappe als Risikofaktoren bei Patienten < 40 Jahren. Arterieller Hypertonus, Atherosklerose der Gefäße und aneurysmati-

sche Veränderungen dagegen gelten eher als degenerative Prozesse des Alters. Daher stehen bei jüngeren Patienten die genetische Beratung und das Screening der Familienmitglieder sowie das Vermeiden einer Schwangerschaft oder die präventive Einnahme von β -Blockern bei Marfan-Patienten im Vordergrund. Bei älteren Patienten dagegen sind die strikte Einstellung des Bluthochdrucks und das Vermeiden iatrogenen Dissektionen im Rahmen interventioneller oder anderer kardiochirurgischer Eingriffe als Präventionsmaßnahmen entscheidend (Mehta et al. 2002 a).

Der Hypertonus gilt als Hauptrisikofaktor einer Aortendissektion. In der vorliegenden Studie waren 77,0 % der Patienten der jüngeren Gruppe betroffen, in der älteren Gruppe 72,3 %. Allerdings war der Unterschied nicht signifikant. Da der Männeranteil in dem untersuchten jüngeren Kollektiv größer ist und der arterielle Hypertonus häufiger bei Männern auftritt, lässt sich unsere Beobachtung erklären. Zwar bestätigt zum Beispiel auch die Studie von Kawahito et al. (2000) die vorliegenden Ergebnisse mit einem Auftreten des arteriellen Hypertonus bei 82 % bei den Patienten unter 75 Jahren und 76 % bei den über 75 jährigen, dennoch gilt der Hypertonus als Erkrankung des höheren Lebensalters. Andere Studien zeigten dieses mit einer höheren Inzidenz in den älteren Kollektiven. Mehta et al. (2002 a) teilen ihre Stichprobe auch in eine Gruppe unter 70 Jahren und eine Gruppe über 70 Jahren. In der jüngeren Gruppe litten 66,7 % an einem arteriellen Hypertonus, in der älteren Gruppe waren 74,7 % an einem arteriellen Hypertonus erkrankt. In der Studie von Stamou et al. (2010) sind in der Gruppe der unter 70-jährigen 77 % betroffen, in der Gruppe der über 70-jährigen dagegen 83 %. Auch Shiono et al. (2006) berichten über eine höhere Inzidenz bei den Patienten über 80 Jahre. So sind im jüngeren Kollektiv 87,2 % betroffen, im älteren Kollektiv 95,8 % der Patienten.

In der vorliegenden Studie waren 2,9 % der Patienten der jüngeren Gruppe und 9,2 % der älteren Gruppe an einem Diabetes mellitus erkrankt. Diese Ergebnisse decken sich mit den von der World Health Organization (WHO) veröffentlichten Daten. So steigt die Inzidenz an Diabetes mellitus im höheren Lebensalter. Dieses wird auch von Mehta et al. (2002 a) bestätigt. Hier leiden 2,5 % der Patienten unter 70 Jahren und 9,8 % der Patienten über 70 Jahren an einem Diabetes mellitus. Neri et al. (2001) berichteten bei 18 % der unter 80-jährigen Patienten und 29 % der über 80-jährigen Patienten über einen Diabetes mellitus.

Die koronare Herzkrankheit (KHK) trat in der untersuchten Studie in der jüngeren Gruppe bei

14,4 % und in der älteren Gruppe bei 7,7 % auf. Grundsätzlich gilt die KHK allerdings als degenerative Erkrankung im höheren Lebensalter. Diese Annahme wird auch von Tang et al. (2013) bestätigt. In der Studie haben 16 % der Patienten < 80 Jahren und 29 % der Patienten > 80 Jahren eine KHK. Shiono et al. (2006) bestätigen das höhere Auftreten bei den Patienten > 80 Jahren mit 16,7 % und nur 7,2 % bei den < 80-jährigen Patienten. Ursächlich sind kardiovaskuläre Risikofaktoren wie ein Diabetes mellitus, die arterielle Hypertonie, das männliche Geschlecht und eine Dyslipoproteinämie. Eine Erklärung für das höhere Aufkommen in der untersuchten jüngeren Gruppe könnte die erhöhte Inzidenz an männlichen Patienten und Patienten mit einer arteriellen Hypertonie sein.

Eine vorausgegangene Operation am Herzen lag bei den untersuchten Patienten anamnestisch bei 10,1 % der jüngeren Gruppe und bei 4,6 % der älteren Gruppe vor. Auch bei Chiappini et al. (2004) ist die Inzidenz im älteren Kollektiv niedriger (5,7 % vs. 2,9 %). Ein Grund könnten angeborene Herzfehler sein, die einer Operation im jüngeren Lebensalter bedürfen. Zudem ist die grundsätzliche Operationsbereitschaft bei jüngeren Patienten mit weniger Komorbiditäten höher.

In der vorliegenden Studie waren 4,3 % der Patienten der jüngeren Gruppe und 6,2 % der älteren Gruppe an einer pAVK erkrankt. Grundsätzlich ist die durch Arteriosklerose entstehende pAVK eine Erkrankung des höheren Lebensalters. Eine COPD lag bei 4,3 % der jüngeren Patienten und bei 10,8 % der älteren Patienten vor. Auch Tang et al. (2013) beschreiben höhere Inzidenzen im älteren Kollektiv. In ihrer Studie erkrankten 1,5 % der jüngeren Patienten unter 80 Jahren und 10 % der älteren Patienten über 80 Jahren an COPD. Da das Auftreten oft mit einem langjährigen Nikotinabusus assoziiert ist, tritt die Erkrankung eher im höheren Lebensalter auf. Präoperative respiratorische Komplikationen im Rahmen einer COPD sind mit einer erhöhten postoperativen Mortalität assoziiert.

Eine Niereninsuffizienz trat in der jüngeren Gruppe bei 21,6 % und in der älteren Gruppe bei 10,8 % auf. Stamou et al. (2010) beschreiben ähnliche Ergebnisse. In der jüngeren Gruppe sind 10 % betroffen, in der älteren Gruppe nur 7 %. Andere Studien dagegen beschreiben auch hier eine höhere Inzidenz in den älteren Kollektiven. Bei Kawahito et al. (2000) sind im jüngeren Kollektiv 13 % und im älteren Kollektiv 18 % betroffen. Bei Tang et al. (2013) sind 0 % jüngere Patienten und 5 % ältere Patienten betroffen. Neri et al. (2001) schildern sehr

hohe Inzidenzen von 28 % in der jüngeren Gruppe und 29 % in der älteren Gruppe. Die Niereninsuffizienz gilt eigentlich als eine Erkrankung des höheren Lebensalters, da sie langsam fortschreitet und über Jahre hinweg ein Leistungsverlust der Niere zu beobachten ist.

Ein Aortenaneurysma gilt als Erkrankung des höheren Lebensalters. Der Altersgipfel liegt bei über 60 Jahren. Ursächlich sind degenerative Prozesse in der Gefäßwand. Insbesondere ein arterieller Hypertonus gilt als Risikofaktor für die Ausbildung eines Aneurysmas. Die vorliegenden Ergebnisse bestätigen diese Erkenntnisse: In der jüngeren Gruppe waren 75,5 % betroffen, in der älteren Gruppe 87,7 %. Ein höheres Vorkommen im älteren Kollektiv beschreiben auch Mehta et al. (2002 a) (10,3 % vs. 17,0 %). Bei Santini et al. (2006) haben 27 % der Patienten über 75 Jahren ein Aortenaneurysma.

Das Marfan-Syndrom und das Vorliegen einer bikuspiden Aortenklappe sind Risikofaktoren für eine akute Aortendissektion Typ A, die insbesondere bei Patienten < 40 Jahren auftreten. In der untersuchten jüngeren Gruppe litten 2,9 % der Patienten an einem Marfan-Syndrom. In der älteren Gruppe betraf dieses keinen Patienten. Diese Beobachtung wird durch diverse Studien belegt: Bei Chiappini et al. (2004) sind 8,2 % der < 70-jährigen an einem Marfan-Syndrom erkrankt und kein Patient der > 70-jährigen. Laut Mehta et al. (2002 a) sind 8,5 % der < 70-jährigen und kein Patient der > 70-jährigen und laut Shiono et al. (2006) 7,3 % der < 80-jährigen und kein Patient der > 80-jährigen betroffen. Neri et al. (2001) berichteten von 11 % der Patienten unter 80 Jahren und keinem Patienten über 80 Jahren mit einem Marfan-Syndrom. Eine bikuspidale Aortenklappe hatten in der vorliegenden Untersuchung 5 % der jüngeren Patienten und kein Patient aus der älteren Gruppe.

Zusammenfassend zeigt sich ein signifikanter Unterschied bezüglich der linksventrikulären Ejektionsfraktion zwischen den beiden Altersgruppen. Eine reduzierte LVEF < 40 % trat vermehrt bei den älteren Patienten auf ($p = 0.035$). Ansonsten zeigten sich keine signifikanten Unterschiede im Auftreten der Risikofaktoren zwischen den untersuchten Kollektiven. Allerdings zeigen sich in den vorliegenden Ergebnissen in Bezug auf das Auftreten eines arteriellen Hypertonus und der koronaren Herzkrankheit Abweichungen von anderen Studien. Normalerweise gelten die Erkrankungen als Erkrankungen des höheren Lebensalters. Die höheren Inzidenzen in den untersuchten jüngeren Kollektiven sind wahrscheinlich Stichproben bedingt.

4.3 Klinische Präsentation bei Aufnahme

Die zeitnahe Diagnose einer akuten Aortendissektion Typ A ist notwendig, um möglichst frühzeitig eine chirurgische Therapie einzuleiten. Allerdings ist die Diagnosestellung gerade bei älteren Patienten schwierig, da die klassischen Symptome hier seltener auftreten als bei jungen Patienten (Mehta et al. 2002 b). Dennoch leiden ältere Patienten häufiger an präklinischen Komplikationen (Santini et al. 2006; Rylski et al. 2011), welche wiederum mit einer erhöhten Mortalität korrelieren. Insbesondere eine hämodynamische Instabilität der Patienten, ein im Rahmen der akuten Aortendissektion Typ A auftretender Myokardinfarkt oder eine Ischämie der abgehenden Gefäße sind mit einer erhöhten Krankenhaussterblichkeit assoziiert (Stamou et al. 2010; Matsushita et al. 2014). Eine hämodynamische Instabilität wird von Chiappini et al. (2004) bei 9,2 % der jüngeren Patienten und bei 32,9 % der älteren Patienten beobachtet. Daher ist die häufig beschriebene erhöhte Mortalität bei älteren Patienten auf den ersten Blick nachvollziehbar. Trimarchi et al. (2010) stellen eine Krankenhausmortalität von 16,7 % bei präoperativ hämodynamisch stabilen Patienten und von 31,4 % bei präoperativ hämodynamisch instabilen Patienten fest.

Das Leitsymptom Brustschmerz trat in der untersuchten jüngeren Gruppe in 86,3 % der Fälle auf, in der älteren Gruppe in 87,7 % der Fälle. Es ließ sich kein signifikanter Unterschied zeigen ($p = 0,98$). Oft wird allerdings ein Fehlen der Schmerzen bei älteren Patienten beschrieben. Bei Yeh et al. (2013) litten 81,6 % der Patienten < 65 Jahren und nur 57,8 % der > 65-jährigen an Schmerzen. Auch Mehta et al. (2002 a) bestätigen dieses. Hier litten 80,3 % der < 70-jährigen und 75,3 % der > 70-jährigen an Brustschmerzen. Auch Lautenbacher (2012) schildert eine geringere Zahl an Patienten mit Brust- und Bauchschmerzen im untersuchten älteren Kollektiv. Eine erhöhte Schmerzschwelle bei älteren Menschen wird hier als möglicher Grund genannt. Gerade durch das häufige Fehlen des Leitsymptoms bei älteren Patienten kann sich die Diagnosestellung einer akuten Aortendissektion Typ A verzögern. Durch eine spätere Diagnose und Therapie steigt allerdings die Mortalität. Da in der vorliegenden Studie kein Unterschied im Auftreten von Schmerzen zwischen beiden Kollektiven beobachtet wurde, wurden die Patienten aus beiden Kollektiven gleichermaßen zeiteffizient operiert.

Laut Trimarchi et al. (2004) lag die Mortalität bei Patienten mit präoperativen neurologischen Komplikationen wie ein Schlaganfall oder Koma, sowie bei Patienten mit einer Mesenteria-

lischämie oder einem akuten renalen Nierenversagen bei 31 %. Verglichen dazu liegt die Mortalität bei Patienten ohne die genannten Komplikationen nur bei 17 %. Auch Piccardo et al. (2009) bewerten präoperative neurologische Komplikationen als Prädiktor für eine erhöhte Krankenhausmortalität. Zwischen den hier untersuchten Altersgruppen zeigte sich kein signifikanter Unterschied bezüglich des Auftretens von neurologischen Komplikationen. Dennoch waren die älteren Patienten häufiger betroffen. In der jüngeren Gruppe waren 24,5 % neurologisch auffällig, in der älteren Gruppe 27,7 %. Ähnliche Erkenntnisse erlangen Chiappini et al. (2004). Hier leiden 12,3 % der jüngeren Gruppe und 12,9 % der älteren Patienten an neurologischen Defiziten. Neri et al. (2001) dagegen berichten von neurologischen Komplikationen bei 24 % der jüngeren Gruppe und bei 41 % der älteren Gruppe.

Die Perikardtamponade gilt als Prädiktor für eine erhöhte postoperative Mortalität (Santini et al. 2006). Insgesamt lag eine Perikardtamponade bei mehr Patienten aus der älteren Gruppe vor. In der jüngeren Gruppe waren 44,6 % betroffen, in der älteren Gruppe 55,4 %. Dieses Ergebnis bestätigt sich in den Studien von Chiappini et al. (2004) (24,1 % vs. 40 %), von Shiono et al. (2006) (41,8 % vs. 45,8 %) und Kawahito et al. (2000) (25 % vs. 48 %). Neri et al. (2001) berichten sogar über eine Perikardtamponade bei 44 % der unter 80-jährigen und 62 % bei den über 80-jährigen. Da die Perikardtamponade mit einer erhöhten Mortalität korreliert, kann ein Zusammenhang zu der von Neri et al. beschriebenen hohen Krankenhausmortalität von 84 % im älteren Kollektiv gezogen werden, wobei sich unsere Krankenhausmortalität nicht mit den Zahlen von Neri et al. deckt.

Auch die Aortenruptur ist mit dem höheren Lebensalter assoziiert, da die Gefäßwände und insbesondere der betroffene Aortenabschnitt bei älteren Patienten fragiler sind als bei jüngeren Patienten (Kawahito et al. 2000). Präoperativ waren in der vorliegenden Studie in der jüngeren Gruppe 4,5 % der Patienten betroffen, in der älteren Gruppe 12,9 % der Patienten. Chiappini et al. (2004) kommen zu gleichen Beobachtungen: In der jüngeren Gruppe waren 1,4 % der Patienten betroffen, in der älteren Gruppe 4,6 %. Tang et al. (2013) berichten, dass 1 % der jüngeren Gruppe und 9 % der älteren Gruppe eine Aortenruptur erlitten. Neri et al. (2001) beobachteten eine Aortenruptur bei 16 % der jüngeren Gruppe und 29 % der älteren Gruppe. Aus unserem Kollektiv präsentierten sich 17,3 % der jüngeren Patienten und 24,6 % der älteren Patienten mit einem kardiogenen Schock. Auch in anderen Studien waren ältere Patienten hiervon häufiger betroffen. Laut Chiappini et al. (2004) litten 10,6 % der jüngeren

Patienten und 17,1 % der älteren Patienten unter einem kardiogenen Schock. Kawahito et al. (2000) beschreiben einen kardiogenen Schock bei 16 % der jüngeren und bei 23 % der älteren Patienten. Diese Zahlen korrelieren gut mit unseren Ergebnissen. Eine Reanimation war in der vorliegenden Studie bei 5 % der jüngeren Patienten und 9,2 % der älteren Patienten notwendig. Die Beobachtungen decken sich mit den Ergebnissen von Shiono et al. (2006), hier waren 1,8 % der jüngeren Gruppe und 8,3 % der älteren Gruppe präoperativ reanimationspflichtig. Matsushita et al. (2014) zeigen in ihrer Studie, dass eine präoperative Reanimation bei älteren Patienten ein Prädiktor für postoperative neurologische Komplikationen ist. Piccardo et al. (2013) berichten, dass eine präoperative Reanimation oder Malperfusionen vitaler Organe die Prognose stark einschränken. Ohne die genannten Komplikationen lag die Krankenhausmortalität in deren Studie bei 33,3 %. Mit Vorliegen der Komplikationen stieg die Mortalität auf 87,5 %. Diese sind jedoch nicht mit den Komplikationsraten und der Mortalität unseres Studienkollektivs vergleichbar, die im Vergleich hierzu außergewöhnlich niedrig sind.

In der untersuchten Studie erlitten 4,3 % der jüngeren Gruppe und 3,1% der älteren Gruppe einen Myokardinfarkt. Andere Studien dagegen schildern ein erhöhtes Auftreten in den älteren Kollektiven. Bei Stamou et al. (2010) sind 10 % der jüngeren Gruppe und 17 % der älteren Gruppe betroffen. Neri et al. (2001) beschrieben einen Myokardinfarkt bei 17 % der jüngeren Gruppe und 33 % der älteren Gruppe. Da ein Myokardinfarkt mit einer erhöhten Krankenhausmortalität assoziiert ist (Stamou et al. 2010; Matsushita et al. 2014), kann ein Zusammenhang zu der hohen Mortalität von älteren Patienten gezogen werden. Wir können aber diese hohe Inzidenz des Myokardinfarktes und die daraus resultierende Mortalität in unserem Studienkollektiv nicht bestätigen.

Eine Oligurie im Rahmen eines akuten Nierenversagens hatten 7,9 % der jüngeren Patienten und 9,2 % der älteren Patienten unserer Studiengruppen. Ehrlich et al. (2000) berichten, dass das präoperative akute Nierenversagen das Outcome für die betroffenen Patienten signifikant verschlechtert und mit einer erhöhten Mortalität assoziiert ist. Santini et al. (2006) berichten über ein sehr hohes akutes Nierenversagen (35 %) der älteren Patienten, was die hohe Krankenhausmortalität von 30 % in deren Kollektiv erklären könnte. Auch Neri et al. (2001) berichten von hohen Inzidenzen einer Oligurie im Rahmen eines akuten Nierenversagens in beiden Gruppen. In der jüngeren Gruppe litten 49 % an einer Oligurie, in der älteren Gruppe 62 %. Wir können in unserem Patientenkollektiv die hohen Raten des akuten Nierenversagens

der anderen Studien nicht bestätigen. Allerdings werden unsere Patienten zumeist direkt in den Operationssaal übernommen, so dass die präoperative Evaluation der Nierenfunktion möglicherweise nicht immer korrekt erfolgt war.

In unserer jüngeren Gruppe waren 11,5 % der Patienten präoperativ intubationspflichtig, in unserer älteren Gruppe 20 %. Kawahito et al. (2000) erlangen andere Ergebnisse. Hier waren 19 % der jüngeren Gruppe und 9 % der älteren Gruppe bei Aufnahme intubiert. Möglicherweise lässt sich die erhöhte Intubationsrate durch die verzögerte Diagnosestellung bei älteren Patienten erklären. Außerdem kann eine neurologische Evaluation beim intubierten Patienten nur sehr eingeschränkt erfolgen. Da insbesondere bei älteren Patienten respiratorische Komplikationen im Rahmen einer akuten Aortendissektion mit einer höheren Krankenhausmortalität assoziiert sind, ist gerade bei diesem Patientenkollektiv eine schnellere Diagnosefindung angezeigt.

Eine Aortenklappeninsuffizienz lag bei 54,7 % der jüngeren Patienten unseres Kollektivs und bei 41,5 % der älteren Patienten vor. Auch andere Studien beschreiben höhere Inzidenzen unter den jüngeren Patienten. Bei 30 % der jüngeren Gruppe und 16,7 % der älteren Gruppe in der Studie von Shiono et al. (2006) und bei 14 % der jüngeren Gruppe und bei 3,5 % der älteren Gruppe in der Studie von Stamou et al. (2010) lag eine Aortenklappeninsuffizienz vor. Während eine Insuffizienz Grad I und II relativ ähnliche Fallzahlen in den unterschiedlichen Gruppen aufweist (35,3 % in der jüngeren Gruppe vs. 32,3 % in der älteren Gruppe) und diese Beobachtungen durch Chiappini et al. (2004) bestätigt werden (44,9 % in der jüngeren Gruppe und 47,1 % in der älteren Gruppe, unterschied sich die Inzidenz der Aortenklappeninsuffizienz Grad III und IV stärker. In unserer untersuchten jüngeren Gruppe waren 19,4 % der Patienten betroffen, in der älteren Gruppe nur 9,2 % der Patienten. Auch bei Chiappini et al. (2004) war ein Unterschied zu beobachten, hier waren 16,3 % der jüngeren Patienten und nur 11,5 % der älteren Patienten betroffen. Entsprechend decken sich unsere Zahlen mit anderen Studien. Da ein Geräusch über der Aortenklappe im Rahmen einer Aorteninsuffizienz bei älteren Patienten häufig nicht vorhanden ist, ist die Diagnose der Aorteninsuffizienz in diesem Kollektiv erschwert (Mehta et al. 2002 a), jedoch für die Indikationsstellung nicht zwangsläufig notwendig.

Eine Extremitätenmalperfusion trat bei 26,6 % der jüngeren Patienten und nur bei 12,3 % der älteren Patienten auf. Hier zeigte sich ein signifikanter Unterschied mit einer erhöhten Inzidenz in der jüngeren Gruppe ($p = 0.03$). Diese Beobachtungen machten auch Tang et al. (2013). In der Gruppe der jüngeren Patienten hatten 40 % der Patienten Malperfusionen, in der älteren Gruppe nur 9 %. In unserem Kollektiv kann diese Tatsache jedoch durch die höhere Intubationsrate der älteren Patienten, die eine korrekte Diagnose erschwert, bedingt sein.

Viele präoperative Komplikationen gehen mit erhöhten Raten an postoperativen Komplikationen und einer erhöhten Mortalität einher (Santini et al. 2006). In der vorliegenden Studie zeigte sich ein signifikanter Unterschied im Auftreten von präoperativen neurologischen Komplikationen. Die jüngere Gruppe war häufiger betroffen ($p = 0.03$). Ansonsten waren alle präoperativen Komplikationen häufiger in der älteren Gruppe zu beobachten. Andere Studien beschrieben meist höhere Inzidenzen der verschiedenen präoperativen Komplikationen. Insbesondere die älteren Kollektive hatten bei Aufnahme häufiger Komplikationen. Dieses spiegelt sich auch in den zu unserer Studie unterschiedlichen Mortalitäten wider.

4.4 Intraoperative Parameter

Die Ätiologie der akuten Aortendissektion Typ A ist sehr vielfältig. Bei Patienten jüngeren Alters spielen vor allem Bindegewebserkrankungen wie das Marfan-Syndrom und das Ehlers-Danlos-Syndrom oder das Vorliegen einer bikuspiden Aortenklappe bei der Entstehung einer akuten Aortendissektion Typ A eine Rolle. Bei älteren Patienten stehen dagegen Faktoren welche eine Atherosklerose begünstigen im Vordergrund. Hier finden sich oft Risikofaktoren wie ein arterieller Hypertonus oder ein vorbestehendes Aortenaneurysma. Aufgrund dieser unterschiedlichen Ätiologie unterscheiden sich auch die angewandten chirurgischen Eingriffe. Bei jüngeren Patienten kommen häufig komplexe Eingriffe mit Ersatz oder Rekonstruktion der Aortenklappe zum Einsatz. Bei älteren Patienten wird oft nur der von der Dissektion betroffene Gefäßabschnitt ersetzt (Rylski et al. 2011). Zudem leiden ältere Patienten häufiger an Komorbiditäten und präoperativen Komplikationen, wodurch das Operationsrisiko steigt (Vanhuyse et al. 2012). Dadurch unterscheiden sich das perioperative Management und die Operationszeiten.

Bezüglich der arteriellen und venösen Kanülierungstechniken ließen sich in der untersuchten Studie keine Unterschiede zwischen den beiden Altersgruppen finden. Dieses deckt sich auch mit den Ergebnissen anderer Studien. Da sich in den letzten Jahren die Möglichkeiten der arteriellen Kanülierung verbessert haben und mittlerweile antegrade Perfusionen bevorzugt werden, weichen die untersuchten Zahlen insgesamt stark ab. Gerade im Vergleich mit Chiappini et al. (2004), welche einen Beobachtungszeitraum von 1976-2002 beschreiben, waren die vorliegenden Ergebnisse anders verteilt. Chiappini et al. (2004) beschreiben eine Kanülierung der Arteria femoralis bei 97,5 % der jüngeren Gruppe und bei 98,6 % der älteren Gruppe. In unserem Patientenkollektiv wurden 35,5 % der Patienten der jüngeren Gruppe und 33,8 % der älteren Gruppe über die Arteria femoralis kanüliert. Die arterielle Kanülierung der rechten oberen Pulmonalvene ist ein relativ neues Verfahren und fand in der vorliegenden Studie große Anwendung in beiden Kollektiven. Die rechte obere Pulmonalvene wurde in 34,5 % der jüngeren Gruppe und in 35,4 % der älteren Gruppe angewandt. Andere Studien haben keine Ergebnisse zu der Kanülierungstechnik der rechten oberen Pulmonalvene bei einer akuten Aortendissektion Typ A in Hinblick auf verschiedene Altersgruppen veröffentlicht. Diese Technik wird in Kiel gleichermaßen in allen Altersklassen verwendet und hat sich in unserer Abteilung bewährt (Schoeneich et al. 2011). Dadurch unterscheiden sich unsere Zahlen von denen aller anderen Studien.

Auch bei der venösen Kanülierung fanden sich keine Unterschiede zwischen den Altersgruppen. Der rechte Vorhof wurde als Kanülierungsort präferiert (bei 95,7 % der jüngeren Patienten und bei 95,4 % der älteren Patienten). Ähnliche Ergebnisse liefern Chiappini et al. (2004). Hier wurden 91,4 % der jüngeren Patienten und 94,3 % der älteren Patienten über den rechten Vorhof venös kanüliert. Eine bikavale Kanülierung wurde bei 0,7 % der jüngeren Gruppe und 1,5 % der älteren Gruppe unserer Studie angewandt. Bei Chiappini et al. waren dies 7,3 % der jüngeren Gruppe und 4,3 % der älteren Gruppe. Die Femoralvene als alternative Kanülierung wurde bei den jüngeren Patienten in 3,6 % der Fälle und in der älteren Gruppe in 3,1 % der Fälle benutzt. Bei Chiappini et al. waren es 1,3 % der jüngeren Gruppe und 1,4 % der älteren Gruppe.

Alle Patienten mit einer akuten Aortendissektion Typ A wurden intraoperativ an die HLM angeschlossen. Je nach Ausprägungsgrad der Dissektionsmembran im Ascendens- und Bogengbereich wurde eine profunde bis tiefe Hypothermie zur Neuroprotektion bei Kreislaufstill-

stand gewählt. Heutzutage gilt zudem die selektive antegrade Hirnperfusion als entscheidendes Mittel zur Neuroprotektion bei Operationen mit langen Kreislaufstillstand-Zeiten. Daher wurde bei 44,6 % Patienten der jüngeren Gruppe und bei 44,6 % der älteren Gruppe zusätzlich die Verwendung einer selektiven antegraden Hirnperfusion beobachtet. Chiappini et al. (2004), welche einen früheren Beobachtungszeitraum beschreiben, fanden dies nur bei 4,9 % der jüngeren Gruppe und bei 8,6 % der älteren Gruppe. Stamou et al. (2010) beschrieben die Nutzung einer selektiven antegraden Hirnperfusion bei 21 % der jüngeren Patienten und bei 14 % der älteren Patienten. Das Verwenden der selektiven antegraden Hirnperfusion ist mit einer besseren Langzeitprognose der Patienten assoziiert (Kruger et al. 2011). In der jungen Gruppe und in der alten Gruppe der vorliegenden Studie wurde jeweils in 55,4 % der Patienten in tiefer Hypothermie ohne Hirnperfusion operiert. Auch bei Chiappini et al. (2004) und bei Mehta et al. (2002 a) waren keine signifikanten Unterschiede zwischen den Altersgruppen beobachtbar. Chiappini et al. (2004) beobachteten eine Operation in tiefer Hypothermie in 39,2 % der jüngeren Gruppe und 41,4 % der älteren Gruppe, Mehta et al. (2002 a) eine Operation in tiefer Hypothermie in 88,0 % der jüngeren Gruppe und 86,2 % der älteren Gruppe.

Das chirurgische Verfahren richtet sich nach dem Ausmaß der Dissektionsmembran und dem intraoperativen TEE Befund, der die Aortenklappe beurteilt. In unserer Studie wurde ein Ersatz der Aorta ascendens ohne Bogen in 51,8 % der jüngeren Patienten und in 56,9 % der älteren Patienten durchgeführt. Chiappini et al. (2004) beobachteten eine ähnliche Verteilung. Bei Rylski et al. (2011) kam es noch häufiger zum alleinigen Aorta ascendens Ersatz (bei 78,2 % der jüngeren Gruppe und bei 83,1 % der älteren Gruppe). Santini et al. (2006) führten bei 85 % der älteren Patienten ausschließlich einen Ersatz der Aorta ascendens durch. Entsprechend kann unsere im Vergleich eher niedrige perioperative Mortalität nicht mit geringerer Invasivität erklärt werden. Ein partieller oder totaler Bogenersatz wurde bei 27,3 % Patienten der jüngeren Gruppe und bei 35,4 % Patienten der älteren Gruppe durchgeführt. Dieser Unterschied erreichte jedoch keine Signifikanz. Er zeigt jedoch, dass auch im höheren Alter wenn nötig ein ausgedehnteres Verfahren gewählt wurde. Auch bei Chiappini et al. (2004) fand dieses Verfahren mehr Anwendung im älteren Kollektiv (19,6 % vs. 25,7 %).

Komplexe Verfahren dagegen fanden insgesamt fast ausschließlich im jüngeren Kollektiv Anwendung. Das Verfahren nach Bentall wurde in der jüngeren Gruppe in 7,9 % der Patienten angewandt, in der älteren Gruppe bei 4,6 %. Ein zusätzlicher Ersatz des partiellen oder totalen Aortenbogens fand in der untersuchten Studie bei 5 % der jüngeren Patienten und bei

keinem Patienten der älteren Gruppe statt. Das Verfahren nach Yacoub und David wurde auch häufiger in der jüngeren Gruppe angewandt. Insgesamt profitierten 6,5 % der jüngeren Patienten und 1,5 % der älteren Patienten von dem komplexen Eingriff. Auch bei Tang et al. (2013) war das Verfahren den jüngeren Patienten vorbehalten: 26 % der < 80-jährigen und nur 5 % der > 80-jährigen wurden nach Bentall operiert. Auch Chiappini et al. (2004) kamen zu ähnlichen Ergebnissen. Hier wurden 11,8 % der jüngeren Gruppe und 2,8 % der älteren Gruppe nach Bentall operiert. Auch bei Rylski et al. (2011) fand das Verfahren eher in der jüngeren Gruppe (4,5 %) als in der älteren Gruppe (2,4 %) Anwendung. Allerdings setzt sich die jüngere Gruppe bei Rylski et al. aus Patienten zwischen 70 und 80 Jahren zusammen. Dennoch lässt sich eine Abnahme der komplexen Eingriffe bei älteren Patienten darstellen. Alle genannten Operationsverfahren wurden zudem wenn nötig mit einer Bypassoperation der Koronarien kombiniert. In der vorliegenden Studie wurde bei 5,8 % der jüngeren Patienten und bei 7,7 % der älteren Patienten zudem ein Koronararterien-Bypass gelegt. Shiono et al. (2006) stellten ähnliche Beobachtungen auf. Hier waren 4,2 % der jüngeren Patienten und 7,3 % der älteren Patienten betroffen. Stamou et al. (2010) dagegen berichten von höheren Inzidenzen und schildern eine zusätzliche Bypassoperation bei 12 % der jüngeren Patienten und 28 % der älteren Patienten. Da auch hier die Atherosklerose der Hauptrisikofaktor für Stenosen in den Koronararterien ist, sind ältere Patienten häufiger von Stenosen betroffen. Eine präoperative, anhaltende Myokardischämie des linken Hauptstammes und ein damit verbundener ausgehnter Infarkt verlangen eine intraoperative Bypassanlage. Die Kombination aus Aortendissektion und gleichzeitiger Notwendigkeit einer intraoperativen Bypassanlage stellt nachgewiesenermaßen ein Risiko dar und verschlechtert das postoperative Outcome (Sun et al. 2006).

Da im jüngeren Kollektiv vermehrt komplexe operative Eingriffe zur Anwendung kamen, waren die Operationszeiten bei den jüngeren Patienten länger. Schon Hata et al. (2008 b; 2009) beschrieben die Vorteile von weniger invasiven Operationen bei älteren Patienten und betonen die Effektivität und Sicherheit im Vergleich zu komplexeren Eingriffen, da besonders bei älteren Patienten längere kardiopulmonale Bypasszeiten als Risikofaktor für eine erhöhte intraoperative Mortalität gelten (Bekkers et al. 2013). Auch Rylski et al. (2011) bestätigten nach der Auswertung der Daten des German Registry for Acute Aortic Dissection Type A (GERAADA) diese Hypothese. Zudem berichten verschiedene Studien über das Auftreten von Koagulopathien, zerebralen Ischämien und multiplem Organversagen und somit schlechteren Ergebnissen bei längerer Operationsdauer (Czerny et al. 2003; Salis et al. 2008). Wir

haben entsprechend dieser Hinweise die Bypasszeiten, Aortenklammzeiten und die Operationszeiten bei älteren Patienten möglichst kurz gehalten. Während diese in der jüngeren Gruppe in der vorliegenden Studie im Durchschnitt bei 183 ± 62 Minuten lag, waren es in der älteren Gruppe nur 158 ± 36 Minuten ($p = 0.003$). Andere Studien bestätigen die Beobachtungen bezüglich der kardiopulmonalen Bypasszeit zwischen den beiden Altersgruppen (Shiono et al. 2006, Tang et al. 2013). Auch die Aortenklammzeit zeigte einen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Altersgruppen. In der jüngeren Gruppe betrug sie 100 ± 45 Minuten, in der älteren Gruppe 83 ± 30 Minuten ($p = 0.006$). Da die Aortenklammzeit vom operativen Eingriff abhängt und bei komplexeren Eingriffen (Operation nach David, Operation nach Bentall) länger ist als beim einfachen Ascendensersatz und mehr ältere Patienten weniger komplex Eingriffe erhielten, ist diese Tatsache schlüssig. Das vorliegende Ergebnis deckt sich mit den Beobachtungen anderer Studien. Auch bei Chiappini et al. (2004) war die Aortenklammzeit mit $116,3 \pm 45,8$ Minuten in der jüngeren Gruppe erhöht. In der älteren Gruppe betrug sie nur $100,5 \pm 36,7$ Minuten. Auffällig ist jedoch, dass unsere Klammzeiten sowohl für die ältere als auch für die jüngere Kohorte im Schnitt mindestens 15 Minuten kürzer waren. Die Zeit des Kreislaufstillstandes war mit 37 ± 21 Minuten in der jüngeren Gruppe und 36 ± 17 Minuten in der älteren Gruppe fast gleich. Auch dieses Ergebnis deckt sich mit der Studie von Chiappini et al. (2004). Hier betrug die Ischämiezeit des Gehirns $31,5 \pm 13,8$ Minuten in der jüngeren Gruppe und $33,2 \pm 18,1$ Minuten in der älteren Gruppe. Im postoperativen Outcome finden sich vermehrt neurologische Gründe für die erhöhte 30-Tages-Mortalität in der älteren Gruppe. Die Ursache hierfür lässt sich anscheinend nicht in der zerebralen Ischämiezeit finden. Diese Daten decken sich ebenfalls mit denen von Chiappini.

4.5 Postoperative Komplikationen

In unserem Kollektiv mussten 13,7 % der jüngeren Gruppe und 13,8 % der älteren Gruppe aufgrund von Nachblutungen reexploriert werden. Bei Chiappini et al. (2004) konnte ebenfalls kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Altersgruppen beschrieben werden. Andere Studien weisen zwar unterschiedliche Ergebnisse auf, allerdings ohne Signifikanz. Während Shiono et al. (2006) eine Reexploration in 5,5 % der jüngeren Patienten und 12,5 % der älteren Patienten durchführten, waren es bei Stamou et al. (2010) 32 % in der jüngeren Gruppe und 14 % in der älteren Gruppe. Auch Vanhuysse et al. (2012) berichten von einer

ähnlich hohen Anzahl von 13 % an Reexplorationen im älteren Kollektiv. Dagegen führten Matsushita et al. (2014) nur bei 3,2 % der Patienten > 75 Jahren eine Reexploration durch. Trotz aller Vergleiche der Reexplorationsraten mit anderen Gruppen hängen diese von der intraoperativen Blutstillung, der Temperatur, der Bypasszeit, der Gabe von Blut- und Gerinnungsprodukten und von der präoperativen Medikamentengabe ab und können operateurabhängig und zentrumsbedingt sehr unterschiedlich sein.

Ein postoperativer Myokardinfarkt trat bei 1,4 % der jüngeren Patienten und bei keinem älteren Patienten auf. Diese Beobachtungen wurden auch von Stamou et al. (2010) beschrieben. Hier waren 2 % der jüngeren und 3 % der älteren Patienten betroffen. Chiappini et al. (2004) berichten von 1,1 % der jüngeren Patienten und 1,8 % der älteren Patienten. Bei Tang et al. (2013) war in keinem Kollektiv ein Patient von einem postoperativen Myokardinfarkt betroffen. Laut Vanhuysse et al. (2012) waren mit 6,6 % Patienten im älteren Kollektiv mehr als in der jüngeren Gruppe betroffen. Mehta et al. (2002 a) dagegen weichen von den Beobachtungen ab, sie berichten von hohen Fallzahlen mit 13,3 % in der jüngeren Gruppe und 17,1 % in der älteren Gruppe. Dennoch zeigt sich auch hier kein signifikanter Unterschied zwischen den Altersgruppen. Die Frage wie ein postoperativer Myokardinfarkt zustande kommt oder wie er verhindert werden könnte lässt sich jedoch nicht beantworten. Gründe könnten zum Beispiel eine ausgeprägte Hämatombildung um die Koronarostien, eine mangelnde Versorgung einer vorbestehenden Dissektion der Koronarostien oder eine postoperative Thrombenbildung in den Koronargefäßen sein.

Postoperativ litten 10,1 % der jüngeren Patienten und nur 6,2 % der älteren Patienten unter einer Mesenterial- oder Extremitätenischämie. Auch Mehta et al. (2002 a) zeigten eine etwas geringere Anzahl an Patienten in der älteren Gruppe (17,9 % vs. 16,0 %). Postoperative neurologische Komplikationen nach einer Aortendissektion Typ A gelten nach wie vor als große Herausforderung für das behandelnde Team (Goossens et al. 1998; Pansini et al. 1998; Safi et al. 1998). Die genannten Studien beschreiben hohe Inzidenzen von Patienten mit postoperativen neurologischen Komplikationen nach einer Operation bei einer akuten Aortendissektion Typ A und berichten über eine damit verbundene, signifikant erhöhte Mortalität. Auch wenn Vanhuysse et al. (2012) über ein erhöhtes Auftreten von 20 % neurologischen Komplikationen bei den Patienten über 75 Jahren berichten, was sie mit einer Vulnerabilität des zentralen Nervensystems bei älteren Menschen erklären, konnte die vorliegende Studie diese Beobachtun-

gen nicht bestätigen. In der untersuchten jüngeren Gruppe waren 12,9 % betroffen, in der älteren Gruppe 6,2 %. Auch Mehta et al. (2002 a) wiesen weniger neurologische Defizite in der älteren Patientengruppe vor (26 % vs. 17,8 %). Omura et al. (2016) und Chiappini et al. (2004) stellten keine signifikanten Unterschiede zwischen den untersuchten Altersgruppen fest. Omura et al. berichten von 5 % jüngeren Patienten und 4,8 % älteren Patienten, welche postoperative neurologische Defizite aufwiesen. Das Risiko einen Schlaganfall zu erleiden unterscheidet sich nicht zwischen den Altersgruppen (Neri et al. 2001).

Ein neu aufgetretenes Vorhofflimmern wurde bei 30,2 % der jüngeren und bei 35,4 % der älteren Patienten durch ein EKG aufgezeichnet. Über ähnliche Ergebnisse berichten Stamou et al. (2010). In der Studie hatten 28 % der jüngeren Patienten und 31 % der älteren Patienten postoperativ ein Vorhofflimmern.

Laut Kawahito et al. (2000) waren respiratorische Komplikationen eine der Haupttodesursachen bei den älteren Patienten. Auch Piccardo et al. (2009) identifizieren eine prolongierte Beatmung als Prädiktor für eine erhöhte Krankenhaussterblichkeit. Gerade eine Erkrankung an COPD in der Anamnese und die grundsätzliche Komorbidität älterer Patienten tragen zur Entwicklung dieser Komplikationen bei. Eine intensive Überwachung der Beatmung und der respiratorischen Parameter ist daher zwingend notwendig. Insgesamt waren in der vorliegenden Studie 54 % der jüngeren Patienten und 60 % der älteren Patienten auf eine Beatmung länger als 48 Stunden angewiesen. Da wir auch die Patienten, die nicht-invasiv beatmet wurden in unsere Studie einschlossen, lassen sich unsere vergleichsweise hohen Zahlen erklären. Omura et al. (2016) beobachteten eine mechanische Beatmung über 48 Stunden postoperativ bei 34,8 % der jüngeren und 34,9 % der älteren Patienten. Piccardo et al. (2009) schildern eine verlängerte Beatmung über 48 Stunden bei 44,2 % der Patienten über 80. Andere Studien dagegen erfassten nur die Beatmung über ein Tracheostoma als verlängerte Beatmungszeiten und beschrieben diese daher nur bei 7,5 % der jüngeren Patienten und 16,1 % der älteren Patienten (Chiappini et al. 2004). Neri et al. (2001) führten bei 17 % der jüngeren Patienten und bei 33 % der älteren Patienten eine Tracheotomie durch. Alle älteren Patienten mit Tracheostoma starben innerhalb des Krankenhausaufenthalts.

Bei 23 % der jüngeren Patienten und 16,9 % der älteren Patienten war postoperativ eine temporäre Hämodialyse aufgrund eines Nierenversagens notwendig. Zu dieser Beobachtung

kommen auch Mehta et al. (2002 a). Sie berichten von einer Hämodialyse bei 21,9 % der jüngeren und 16,6 % der älteren Patienten. Shiono et al. (2006) zeigten auch eine niedrigere Inzidenz in der älteren Gruppe (14,5 % vs. 12,5 %). Auch Tang et al. (2013) beobachteten eine Hämodialyse bei 8 % der jüngeren Patienten und bei keinem der älteren Patienten. Piccardo et al. (2009) führen eine Hämodialyse bei 27 % der Patienten über 80 Jahre durch und beschreiben die postoperative Hämodialyse als Prädiktor für eine erhöhte Krankenhaussterblichkeit. Neri et al. (2001) berichten von einer Hämodialyse bei 16 % der jüngeren Patienten und 37 % der älteren Patienten. Laut Neri et al. (2001) sind alle bis auf einen Patienten im älteren Kollektiv, welche eine postoperative Hämodialyse bekamen, während des Krankenhausaufenthalts verstorben. Auch Shiono et al. (2006) verweisen auf eine höhere Krankenhaussterblichkeit bei Patienten mit einer postoperativen Hämodialyse. Allerdings beschränken sie sich auf ihr jüngeres Kollektiv unter 80 Jahren. Vanhuysse et al. (2012) wiesen bei 66 % der älteren Patienten ein akutes Nierenversagen nach, dieses betrifft mehr als in der jüngeren Gruppe. Auch Chiappini et al. (2004) berichten über ein akutes Nierenversagen bei nur 5,8 % der jüngeren Patienten und 10,3 % der älteren Patienten. Angesichts der Tatsache, dass die Zahlen teilweise erheblich voneinander abweichen, scheinen für eine postoperative Hämodialyse neben dem Alter intraoperative Faktoren wie die Anwendung der extrakorporalen Zirkulation, Medikamentengaben, Volumenmanagement, onkotischer Druck, ggf. Diuretikagabe und auch die Definition des akuten Nierenversagens verantwortlich zu sein.

Während Tang et al. (2013) bei keinem Patienten in ihrer Studie eine sternale Wundinfektion diagnostizierten, waren in der vorliegenden Studie 5,8 % der jüngeren Patienten und 1,5 % der älteren Patienten betroffen. Eine ähnlich geringe Inzidenz in der älteren Gruppe beschreiben Matsushita et al. (2014) mit nur 3,2 % bei Patienten über 75 Jahren. Allerdings unterscheiden sich unter Umständen auch die Definitionen der Wundheilungsstörungen.

Im Durchschnitt verbrachten die untersuchten Patienten der jüngeren Gruppe 12 [9 - 22] Tage und Patienten der älteren Gruppe 9 [7 - 12] Tage im Krankenhaus. Ähnliche Beobachtungen machten Stamou et al. (2010). Hier verbrachten jüngere Patienten 14 [0 - 70] Tage und ältere Patienten 14 [1 - 63] Tage im Krankenhaus. Yeh et al. (2013) bestätigen diese Zahlen. Bei Shiono et al. (2006) dagegen war die Aufenthaltsdauer länger. Jüngere Patienten waren $33,4 \pm 19,9$ Tage und ältere Patienten $32,2 \pm 16$ Tage im Krankenhaus. Auch Kawahito et al. (2000) beschreiben ähnliche Ergebnisse: Die jüngeren Patienten waren insgesamt 30 Tage im Kran-

kenhaus, die älteren Patienten 29,8 Tage. In allen Studien ist die Aufenthaltsdauer von jüngeren Patienten im Schnitt etwas länger als die der älteren Patienten. Da jüngere Patienten oft aufwendigere Eingriffe erhalten, ist möglicherweise die notwendige Erholungszeit etwas länger. Insbesondere das Auftreten von postoperativem Nierenversagen verlängert einen Krankenhausaufenthalt oft. Da in der vorliegenden Studie mehr junge Patienten auf eine postoperative Hämodialyse angewiesen waren, lässt sich auch hiermit die längere Liegedauer in diesem Kollektiv erklären. Der direkt postoperative Aufenthalt auf der Intensivstation betrug bei den jüngeren Patienten 6 [2 - 15] Tage und bei den älteren Patienten 5 [3 - 8] Tage. Während Matsushita et al. (2014) eine Intensivzeit von vier Tagen bei den Patienten über 75 beschrieben, beobachteten Chiappini et al. (2004) etwas längere Liegezeiten: In der jüngeren Gruppe waren es 9,1 Tage, in der älteren Gruppe 12,1 Tag. Auch Kawahito et al. (2000) beobachteten längere Aufenthalte auf der Intensivstation in der älteren Gruppe. Die jüngeren Patienten lagen im Durchschnitt 7,2 Tage auf Intensivstation, die älteren Patienten 7,6 Tage.

Eine Reoperation im weiteren Follow-Up aufgrund von Protheseninfektion oder erneuter Dissektion war bei 4,3 % der jüngeren Patienten und bei 3,1 % der älteren Patienten notwendig. Auch Chiappini et al. (2004) führten bei mehr jüngeren Patienten eine Reoperation durch (26,3 % vs. 16,1 %). Vanhuysse et al. (2012) führten sogar keine Reoperation in ihrem älteren Kollektiv der Patienten über 80 Jahren durch. Die Morbidität und die Letalität im Rahmen einer akuten Aortendissektion Typ A steigt mit der Notwendigkeit einer Reoperation an (Goossens et al. 1998).

4.6 Mortalität

Eine kürzlich durchgeführte Metaanalyse von verschiedenen Publikationen, die sich mit der Mortalität älterer Patienten nach einer Operation einer akuten Aortendissektion Typ A beschäftigten, wies eine durchschnittliche Mortalität von 36,7 % für Patienten über 80 Jahre nach. Damit ist die Mortalität 2,6 Mal höher im Vergleich zu jüngeren Patienten (Biancari et al. 2011). Diese hohe Mortalitätsrate unter älteren Patienten konnten wir in unserer Studie in keiner Hinsicht bestätigen.

Intraoperativ wurde in der vorliegenden Studie in der jüngeren Gruppe eine Mortalität von 1,4 % beobachtet. In der älteren Gruppe war diese mit 4,6 % leicht erhöht. Allerdings war der Unterschied nicht signifikant. Matsushita et al. (2014) bestätigen die vorliegenden Ergebnisse mit einer intraoperativen Mortalität von 4,8 % bei den Patienten über 75 Jahren. Chiappini et al. (2004) berichten über eine intraoperative Mortalität von 2,4 % in der jüngeren Gruppe und 2,8 % in der älteren Gruppe. Stamou et al. (2010) dagegen zeigten eine erhöhte intraoperative Mortalität in beiden Altersgruppen. Auch hier ist allerdings die intraoperative Mortalität im älteren Kollektiv nur leicht erhöht (19 % vs. 24 %). Vanhuyse et al. (2012) dagegen zeigten eine höhere intraoperative Mortalität von 18 % bei den Patienten unter 80 Jahren und 40 % bei den Patienten über 80 Jahren. Diese Raten weichen weit von unseren Daten ab. Grund für die niedrige intraoperative Mortalitätsrate könnte die besondere Kieler Technik nach Rahimi sein, die als arterielle Kanülierungstechnik genutzt wurde.

Zwar war die 30-Tages-Mortalität in der älteren Gruppe erhöht (8,6 % vs. 18,5 %), dennoch konnten die Ergebnisse von Neri et al. (2001), welche eine Krankenhausmortalität von 84 % bei den Patienten über 80 beobachteten, nicht bestätigt werden. Auch Piccardo et al. (2009) schilderten eine hohe Krankenhausmortalität von 45,6 % im älteren Kollektiv über 80 Jahre und empfehlen wie Hata et al. (2008 b, 2009) einen umsichtigen Umgang mit älteren Patienten mit einer akuten Aortendissektion Typ A und schlagen weniger komplexe Eingriffe in diesem Kollektiv vor (Piccardo et al. 2009). Neuere Studien dagegen weisen ermutigendere Ergebnisse auf. In der hier beobachteten jüngeren Gruppe starben 8,6 % innerhalb der ersten 30 Tage postoperativ. In der älteren Gruppe waren es im Vergleich zu den eben genannten Studien nur 18,5 %. Rylski et al. (2010) bestätigen das vorliegende Ergebnis mit einer 30-Tages-Mortalität von 19,2 % in ihrem Kollektiv. Andere Studien schilderten auch die erhöhte Mortalität in den älteren Kollektiven, allerdings zeigten sich keine signifikanten Unterschiede. Kawahito et al. (2000) beschrieben eine deutlich geringere Mortalität von 10,5 % in der jüngeren Gruppe und 10,5 % in der älteren Gruppe. Santini et al. (2006) beobachteten eine Krankenhausmortalität von 13,5 % bei den Patienten unter 75 Jahren verglichen mit 30 % in der älteren Gruppe. Yeh et al. (2013) bestätigen diese Erkenntnisse mit einer Krankenhausmortalität von 15,8 % in der jüngeren Gruppe und 31,1 % in der älteren Gruppe. Omura et al. (2016) erfassten eine 30-Tages-Mortalität von 8,2 % in der jüngeren Gruppe und 11,1 % in der älteren Gruppe. Mehta et al. (2002 a) beobachteten eine 30-Tages-Mortalität von 23 % in der jüngeren Gruppe und 37,5 % in der älteren Gruppe. Zudem verglichen Mehta et al. (2006) die

genannte Mortalität der operierten Patienten mit der Mortalität der konservativ behandelten Patienten. In dem konservativ therapierten Kollektiv starben von den jüngeren Patienten 60 % und von den älteren Patienten 52,5 %.

Bei der Betrachtung der höheren Mortalitätsrate von älteren Patienten bei operativer Therapie muss die Mortalität mit rein konservativer Therapie ebenfalls in Erwägung gezogen werden. Leider haben wir dazu keine Vergleichszahlen, da unsere Patienten altersunabhängig einer Operation zugeführt werden. Zwei Studien weisen interessante Zahlen auf: Hata et al. (2008 a) berichteten in einer Studie von einer Krankenhausmortalität von 13,3 % bei den operativ therapierten Patienten über 80 und 60,7 % bei den konservativ therapierten Patienten über 80 Jahren und auch bei Trimarchi et al. (2010) ist das hohe Lebensalter zwar mit einer erhöhten Mortalität assoziiert aber die Langzeitergebnisse mit Operation waren besser als bei den älteren Patienten mit einer konservativen Therapie. Unsere Ergebnisse stützen ebenfalls, dass ältere Patienten von einer Operation stark profitieren.

Die Todesursachen innerhalb der ersten 30 Tage in der untersuchten Studie waren eine niedrige Herzleistung, Blutungen, multiples Organversagen oder eine Sepsis. Neurologische Schäden als Todesursache traten allerdings signifikant häufiger in der älteren Gruppe auf. Während in der jüngeren Gruppe 1,4 % der Patienten betroffen waren, waren es in der älteren Gruppe 7,7 % der Patienten ($p = 0.035$). Eine Erklärung könnte die erhöhte Vulnerabilität des Nervensystems bei älteren Menschen darstellen (Vanhuysse et al. 2012). Zusätzlich haben ältere Patienten häufig einen verkalkten Circulus willisii, der zu schlechterem Kollateralfluss während der extrakorporalen Zirkulation und während des Kreislaufstillstands führen kann. Auch Rylski et al. (2011) und Hata et al. (2008 a) beschreiben das hohe Lebensalter als Risikofaktor für postoperative neurologische Komplikationen. Zwar traten postoperativ mehr neurologische Komplikationen in der jüngeren Gruppe auf, allerdings sind die neurologischen Komplikationen, die im höheren Lebensalter entstehen, anscheinend schwerwiegender und mit einer höheren Mortalität assoziiert.

Im Langzeitüberleben zeigten sich zwischen unseren untersuchten Gruppen im Log-Rank-Test signifikante Unterschiede ($p = 0.008$). Die Gründe für einen späten Tod umfassten Herzversagen, Pneumonien, Schlaganfälle, Malignitäten oder die grundsätzliche Senilität. Unterschiede bezüglich der Todesursachen zwischen den beiden Gruppen ließen sich allerdings in

der vorliegenden Studie nicht darstellen. Die 1-Jahres-Überlebensrate betrug in der jüngeren Gruppe 85 %, in der älteren Gruppe 72 %. Trotz des Unterschieds weisen die Ergebnisse auf zufriedenstellende Überlebensraten im älteren Kollektiv hin. Allerdings liegen unsere Zahlen deutlich höher als die von Vanhuyse et al. (2012), die nur ein 1-Jahres-Überleben von 74,8 % in der jüngeren Gruppe und von 53,3 % der Patienten der älteren Gruppe beschrieben. Möglicherweise kommen die Unterschiede zu unseren Zahlen dadurch zustande, dass Vanhuyse et al. Patienten erst ab 80 Jahren in das ältere Kollektiv einschlossen.

In unserer jüngeren Gruppe war die 3-Jahres-Überlebensrate 84 %, in der älteren Gruppe war die Rate 68 %. Vanhuyse et al. (2012) berichten auch hier über ähnliche Ergebnisse. In der jüngeren Gruppe betrug die 3-Jahres-Überlebensrate 70 %, in der älteren Gruppe betrug die Rate 42,6 %.

5-Jahres-Überlebensraten wurden in verschiedenen Studien zwischen 50 % und 80 % angegeben (Bachet et al. 1999; Sakurada et al. 1996; Glower et al. 1991; Crawford et al. 1992; Fann et al. 1995). Die 5-Jahres-Überlebensrate in der untersuchten jüngeren Gruppe betrug 79 % und ist somit höher als in den meisten oben genannten Studien. In der älteren Gruppe betrug die 5-Jahres-Überlebensrate 63 %. Vanhuyse et al. (2012) beobachteten eine 5-Jahres-Überlebensrate von 62,6 % in der jüngeren Gruppe und 42,6 % in der älteren Gruppe. Auch Stamou et al. (2010) geben eine geringere 5-Jahres-Überlebensrate für die älteren Patienten an. In der Gruppe der Patienten unter 70 überlebten 79 % die ersten fünf Jahre postoperativ, in der älteren Gruppe waren es nur 59 %. Hata et al. (2008 a) schilderten ein 5-Jahres Überleben von 48,5 % bei den Patienten über 80 Jahre. Diese Beobachtungen hängen allerdings auch mit der grundsätzlich kürzeren Lebenserwartung von älteren Patienten zusammen (Piccardo et al. 2009). Matsushita et al. (2014) beschreiben sehr hohe Überlebensraten bei Patienten über 70 Jahre. Das 1-Jahres-Überleben lag bei 89,3 %, das 3-Jahres-Überleben lag bei 83,6 % und das 5-Jahres-Überleben bei 79,1 %. In Zusammenschau mit der Studie von Omura et al. (2016), welche das 5-Jahres-Überleben von Patienten über 80 Jahren nach einer operativen Therapie mit dem 5-Jahres Überleben von Patienten über 80 Jahren nach einer konservativen Therapie bei einer akuten Aortendissektion Typ A vergleicht (50,2 % vs. 42,1 %) können auch wir Notwendigkeit und Sinnhaftigkeit einer Operation bei Patienten über 80 Jahren bestätigen.

Zusammenfassend ließ sich kein signifikanter Unterschied bezüglich der intraoperativen Mortalität und der 30-Tages-Mortalität zwischen den zwei Gruppen feststellen. Auch Chiappini et

al. (2004) berichten über eine ähnlich hohe intraoperative Mortalität. Die 30-Tages-Mortalität des älteren Kollektivs ist geringer als die in den Studien von Piccardo et al. (2009), Neri et al. (2001) oder Mehta et al. (2002 a) beschriebene 30-Tages-Mortalität. Rylski et al. (2011) beschreiben eine ähnliche 30-Tages-Mortalität. Zudem zeigen Hata et al. (2008 a) und Trimarchi et al. (2010) durch einen Vergleich der Mortalität der operierten Patienten mit der Mortalität der konservativ behandelten Patienten einen eindeutigen Nutzen einer Operation bei älteren Patienten.

4.7 Limitationen der Studie

Die vorliegende Studie weist einige Limitationen auf, die bei der Interpretation bedacht werden müssen. Die Daten wurden retrospektiv erfasst und analysiert. Da die Studie sich auf die archivierten Patientenunterlagen und die Auskünfte der behandelnden Hausärzte stützt, lässt sich die Zuverlässigkeit der Daten schwierig beurteilen. Die Informationen können eventuell erinnerungsverzerrt sein. Zudem wurden die Daten ausschließlich in der Abteilung für Herz- und Gefäßchirurgie des Universitätsklinikums Schleswig-Holstein, Campus Kiel erhoben. Die Ergebnisse müssen dementsprechend vor dem Hintergrund und den Besonderheiten des Instituts beurteilt werden. Daraus resultiert eine relativ kleine Stichprobe von $N = 204$ Patienten, die in der Studie untersucht wurden. Weiterhin konnten zwar sehr gute Ergebnisse bezüglich der perioperativen Mortalität und gute Ergebnisse bezüglich der 30-Tages-Mortalität und des Langzeitüberlebens beobachtet werden, dennoch erlaubt die Studie keine Aussage über die Morbidität und die subjektive Lebensqualität der betroffenen Patienten. Hata et al. (2008 a) berichten, dass 17 % der operierten, älteren Patienten im späteren Verlauf bettlägerig waren und das eine hohe körperliche, mentale und finanzielle Belastung in den betreuenden Familien vorlag. Zudem beschreiben sie hohe Raten an depressiven Erkrankungen in diesem Kollektiv. Daher wäre es wichtig, die Lebensqualität innerhalb des untersuchten Kollektivs zu erheben um gezieltere Aussagen über den langfristige Nutzen einer Operation treffen zu können. Dennoch werden weiterhin große Fortschritte in der Herzchirurgie stattfinden, die die operativen Ergebnisse insbesondere älterer Patienten noch verbessern werden.

5 Zusammenfassung

Die Aortendissektion gilt als lebensbedrohliches Erkrankungsbild und führt sehr häufig zum Tod des betroffenen Patienten. Die Inzidenz liegt bei 2,5-3,5 Neuerkrankungen pro 100.000 Personen pro Jahr. Da die Bevölkerung immer älter wird, wird auch die Inzidenz der Aortendissektion zunehmen. Insbesondere die akute Aortendissektion Typ A bedarf einer sofortigen chirurgischen Therapie und stellt damit insbesondere bei älteren Patienten eine große Herausforderung dar. Diese Studie untersucht das Nutzen einer operativen Versorgung älterer Patienten in Hinblick auf die Mortalitätsraten und das Langzeitüberleben. Zu diesem Zwecke wurden am Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel (UKSH) alle Patienten erfasst, die aufgrund einer akuten Aortendissektion Typ A in der Abteilung für Herz- und Gefäßchirurgie operiert wurden. Die Gesamtstichprobe $N = 204$ Patienten wurde anhand des Alters in zwei Gruppen geteilt. Die jüngere Gruppe bestand aus $n = 139$ Patienten, die ältere Gruppe aus $n = 65$ Patienten. Die Altersgrenze wurde bei 70 Jahren gewählt. Durch Sichtung der Krankenakten und Informationen der Hausärzte wurden wichtige präoperative Risikofaktoren, Parameter der klinischen Präsentation bei Aufnahme, intraoperative Parameter, postoperative Komplikationen sowie die 30-Tages-Mortalität und die Langzeitüberlebensraten beider Kollektive erfasst. Im Anschluss wurde dann mit den Statistikprogrammen SPSS 18.0 und Stata 10 SE die Daten analysiert und signifikante Unterschiede erfasst. Die Langzeitüberlebensraten wurden mittels Kaplan-Meier-Kurven dargestellt. Es wurden alle p -Werte $\leq 0,05$ als signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen gewertet. Zudem wurde das Studiendesign und die Veröffentlichung der Daten von der Ethikkommission des UKSH genehmigt.

Es zeigten sich signifikante Unterschiede in der Geschlechterverteilung in beiden Gruppen. In der jüngeren Gruppe waren signifikant mehr männliche Patienten als in der älteren Gruppe ($p = 0.02$). Die erhobenen Risikofaktoren unterschieden sich signifikant nur in der Häufigkeit des Auftretens einer reduzierten linksventrikulären Ejektionsfraktion (LVEF) $< 40\%$. Die älteren Patienten hatten häufiger eine reduzierte LVEF ($p = 0.04$). In der klinischen Präsentation der Patienten konnte ein signifikanter Unterschied in der Häufigkeit von Extremitätenischämien festgestellt werden. Allerdings war hier die jüngere Gruppe häufiger betroffen ($p = 0.03$). Ansonsten zeigten sich auch hier keine weiteren signifikanten Unterschiede. Intrao-

perativ waren die Operationszeiten bei älteren Patienten signifikant niedriger. Die kardiopulmonale Bypasszeit ($p = 0.003$) und die Aortenklammzeit ($p = 0.06$) waren jeweils in der jüngeren Gruppe länger. Darin spiegelt sich auch die Auswahl des Operationsverfahrens wider, da bei jüngeren Patienten grundsätzlich komplexere Verfahren wie die Operation nach Bentall oder die Operation nach Yacoub und David im Vordergrund stand. Bei älteren Patienten dagegen wurde ein einfacher Ersatz der suprakoronaren Aorta ascendens bevorzugt. Bezüglich der arteriellen und venösen Kanülierungstechniken zeigten sich keine signifikanten Unterschiede. Auch die Operation in tiefer Hypothermie und die selektive, antegrade Hirnperfusion fand in beiden Gruppen gleichermaßen Anwendung. Postoperativ ließ sich kein signifikanter Unterschied bezüglich der postoperativen Komplikationen feststellen.

Die intraoperative Mortalität und die 30-Tages-Mortalität waren in beiden Gruppen ähnlich. In der jüngeren Gruppe verstarben 2,4 % und in der älteren Gruppe 4,6 % der Patienten intraoperativ. Die 30-Tages-Mortalität lag in der jüngeren Gruppe bei 8,6 % und in der älteren Gruppe bei 18,5 %. Dennoch war auch hier keine Signifikanz beobachtbar. Das Langzeitüberleben unterschied sich allerdings signifikant. Grundsätzlich verstarben mehr ältere Patienten nach einem Jahr, nach drei Jahren und nach fünf Jahren. Der Log-Rank-Test zeigte einen signifikanten Unterschied von $p = 0.008$. Dennoch waren die Ergebnisse in der älteren Gruppe zufriedenstellend. Die 1-Jahres-Überlebensrate in diesem Kollektiv lag bei 72 %, die 3-Jahres-Überlebensrate bei 68 % und die 5-Jahres-Überlebensrate bei 63 %.

Daher bestätigt die vorliegende Studie das Nutzen einer operativen Versorgung bei älteren Patienten. Das hohe Lebensalter ist kein dominierender Prädiktor für eine erhöhte Mortalität nach einer Operation bei einer akuten Aortendissektion Typ A. Vielmehr scheinen die verschiedenen Risikofaktoren und die klinische Präsentation der Patienten Einfluss auf das Outcome und die Mortalität zu haben. Die Studie bestätigt zudem die Empfehlung, bei älteren Patienten unkomplizierte Operationsverfahren zu wählen und die Operationsdauer möglichst gering zu halten. Die erhaltenden, zufriedenstellenden Ergebnisse sollten Ärzte ermutigen, Patienten mit einer akuten Aortendissektion Typ A trotz hohen Lebensalters eine Operation anzubieten.

Erklärung

Hiermit erkläre ich, Insa Tautorat, dass ich die vorliegende Doktorarbeit selbständig angefertigt habe. Es wurden nur die in der Arbeit ausdrücklich benannten Quellen und Hilfsmittel benutzt. Wörtlich oder sinngemäß übernommenes Gedankengut habe ich als solches kenntlich gemacht.

Ort, Datum

Unterschrift

Literaturverzeichnis

- Anagnostopoulos, C. E., Prabhakar, M. J., Kittle, C. F. (1972): Aortic dissections and dissecting aneurysms. *Am J Cardiol*, 30, 263-273
- Bachet, J., Goudot, B., Dreyfus, G. D., Brodaty, D., Dubois, C., Delentdecker, P., Guilmet, D. (1999): Surgery for acute type A aortic dissection: the Hopital Foch experience (1977-1998). *The Annals of thoracic surgery*, 67, 2006-2009; discussion 2014-2009
- Barbant, S. D., Eisenberg, M. J., Schiller, N. B. (1992): The diagnostic value of imaging techniques for aortic dissection. *Am Heart J*, 124, 541-543
- Bekkers, J. A., Raap, G. B., Takkenberg, J. J., Bogers, A. J. (2013): Acute type A aortic dissection: long-term results and reoperations. *Eur J Cardiothorac Surg*. 43 (2) S.: 389-396
- Bentall, H., De Bono, A. (1968): A technique for complete replacement of the ascending aorta. *Thorax*, 23, 338-339
- Berndt, R., Haneya, A., Jussli-Melchers, J., Tautorat, I., Schmidt, K., Rahimi, A., Cremer, J., Schoeneich, F. (2015): Outcome after surgery for acute aortic dissection type A in the elderly: a single-center experience. *Thorac Cardiovasc Surg*, 63, 113-119
- Biancari, F., Vasques, F., Benenati, V., Juvonen, T. (2011): Contemporary results after surgical repair of type A aortic dissection in patients aged 80 years and older: a systematic review and meta-analysis. *European journal of cardio-thoracic surgery : official journal of the European Association for Cardio-thoracic Surgery*, 40, 1058-1063
- Bickerstaff, L. K., Pairolero, P. C., Hollier, L. H., Melton, L. J., Van Peenen, H. J., Cherry, K. J., Joyce, J. W., Lie, J. T. (1982): Thoracic aortic aneurysms: a population-based study. *Surgery*, 92, 1103-1108
- Blankenship, J. C., Almquist, A. K. (1989): Cardiovascular complications of thrombolytic therapy in patients with a mistaken diagnosis of acute myocardial infarction. *Journal of the American College of Cardiology*, 14, 1579-1582
- Boeckxstaens, C. J., Flameng, W. J. (1995): Retrograde cerebral perfusion does not perfuse the brain in nonhuman primates. *The Annals of thoracic surgery*, 60, 319-327; discussion 327-318
- Bossone, E., Rampoldi, V., Nienaber, C. A., Trimarchi, S., Ballotta, A., Cooper, J. V., Smith, D. E., Eagle, K. A., Mehta, R. H., International Registry of Acute Aortic Dissection, I. (2002): Usefulness of pulse deficit to predict in-hospital complications and mortality in patients with acute type A aortic dissection. *Am J Cardiol*, 89, 851-855
- Borst, H. G., Walterbusch, G., Schaps, D. (1983): Extensive Aortic Replacement using "Elephant Trunk" Prothesis. *Thorac. Cardiovasc. Surg*. 31 (01): 37,40
- Brandt, M., Hussel, K., Walluscheck, K. P., Muller-Hulsbeck, S., Jahnke, T., Rahimi, A., Cremer, J. (2004): Stent-graft repair versus open surgery for the descending aorta: a case-control study. *J Endovasc Ther*, 11, 535-538
- Bransi, A. (2004): *Chirurgie. Exaplan. Das Kompendium der klinischen Medizin*. H.A. Emminger. Urban & Fischer, München-Jena
- Bruch, H. P., Trentz, O. (2008): *Berchthold Chirurgie*, 6. Auflage, Urban & Fischer Verlag/ Elsevier GmbH
- Butler, J., Davies, A. H., Westaby, S. (1990): Streptokinase in acute aortic dissection. *BMJ*, 300, 517-519
- Cachovan, M. (1999): Aortendissektion. *Thiemes Innere Medizin TIM S.71-75*, Thieme, Stuttgart

- Chiappini, B., Tan, M. E., Morshuis, W., Kelder, H., Dossche, K., Schepens, M. (2004): Surgery for acute type A aortic dissection: is advanced age a contraindication? *The Annals of thoracic surgery*, 78, 585-590
- Chirillo, F., Marchiori, M. C., Andriolo, L., Razzolini, R., Mazzucco, A., Gallucci, V., Chioin, R. (1990): Outcome of 290 patients with aortic dissection. A 12-year multicentre experience. *Eur Heart J*, 11, 311-319
- Cigarroa, J. E., Isselbacher, E. M., DeSanctis, R. W., Eagle, K. A. (1993): Diagnostic imaging in the evaluation of suspected aortic dissection. Old standards and new directions. *N Engl J Med*, 328, 35-43
- Clague, J., Magee, P., Mills, P. (1992): Diagnostic techniques in suspected thoracic aortic dissection. *Br Heart J*, 67, 428-429
- Clouse, W. D., Hallett, J. W., Jr., Schaff, H. V., Spittell, P. C., Rowland, C. M., Ilstrup, D. M., Melton, L. J., 3rd. (2004): Acute aortic dissection: population-based incidence compared with degenerative aortic aneurysm rupture. *Mayo Clin Proc*, 79, 176-180
- Corvera, J. S. (2016): Acute aortic syndrome. *Ann Cardiothorac Surg*, 5, 188-193
- Crawford, E. S., Kirklin, J. W., Naftel, D. C., Svensson, L. G., Coselli, J. S., Safi, H. J. (1992): Surgery for acute dissection of ascending aorta. Should the arch be included? *The Journal of thoracic and cardiovascular surgery*, 104, 46-59
- Czerny, M., Fleck, T., Zimpfer, D., Dworschak, M., Hofmann, W., Hutschala, D., Dunkler, D., Ehrlich, M., Wolner, E., Grabenwoger, M. (2003): Risk factors of mortality and permanent neurologic injury in patients undergoing ascending aortic and arch repair. *The Journal of thoracic and cardiovascular surgery*, 126, 1296-1301
- Daily, P. O., Trueblood, H. W., Stinson, E. B., Wuerflein, R. D., Shumway, N. E. (1970): Management of acute aortic dissections. *The Annals of thoracic surgery*, 10, 237-247
- David, T. E. (1993): When, why, and how should the native aortic valve be preserved in patients with annuloaortic ectasia or Marfan syndrome? *Semin Thorac Cardiovasc Surg*, 5, 93-96
- DeBakey, M. E., Beall, A. C., Jr., Cooley, D. A., Crawford, E. S., Morris, G. C., Jr., Garrett, H. E., Howell, J. F. (1966): Dissecting aneurysms of the aorta. *Surg Clin North Am*, 46, 1045-1055
- DeBakey, M. E., Henly, W. S., Cooley, D. A., Morris, G. C., Jr., Crawford, E. S., Beall, A. C., Jr. (1965): Surgical Management of Dissecting Aneurysms of the Aorta. *The Journal of thoracic and cardiovascular surgery*, 49, 130-149
- Di Eusanio, M., Ciano, M., Labriola, G., Lionetti, G., Di Eusanio, G. (2007): Cannulation of the innominate artery during surgery of the thoracic aorta: our experience in 55 patients. *European journal of cardio-thoracic surgery : official journal of the European Association for Cardio-thoracic Surgery*, 32, 270-273
- Di Eusanio, M., Trimarchi, S., Patel, H. J., Hutchison, S., Suzuki, T., Peterson, M. D., Di Bartolomeo, R., Folesani, G., Pyeritz, R. E., Braverman, A. C., Montgomery, D. G., Isselbacher, E. M., Nienaber, C. A., Eagle, K. A., Fattori, R. (2013): Clinical presentation, management, and short-term outcome of patients with type A acute dissection complicated by mesenteric malperfusion: observations from the International Registry of Acute Aortic Dissection. *The Journal of thoracic and cardiovascular surgery*, 145, 385-390 e381
- Dieter, R. S., Murtaugh, T., Black, J., Russell, D. C. (2003): Coronary arteriomegaly in a patient with Ehlers-Danlos syndrome and multiple aneurysms--a case report. *Angiology*, 54, 733-736
- Dieter, R. S., Kayla, A., Pacanowski, J. P., Jr., Migrino, R., Gaines, T. E., Dieter, R. A. (2005): Acute aortic syndromes: aortic dissection, penetrating aortic ulcers and intramural aortic hematomas
- Eagle, K. A., DeSanctis, R. W. (1989): Aortic dissection. *Curr Probl Cardiol*, 14, 225-278
- Earnest, F. t., Muhm, J. R., Sheedy, P. F., 2nd. (1979): Roentgenographic findings in thoracic aortic dissection. *Mayo Clin Proc*, 54, 43-50

- Ehrlich, M. P., Ergin, M. A., McCullough, J. N., Lansman, S. L., Galla, J. D., Bodian, C. A., Apaydin, A., Griep, R. B. (2000): Results of immediate surgical treatment of all acute type A dissections. *Circulation*, 102, III248-252
- Ehrlich, M. P., Hagl, C., McCullough, J. N., Zhang, N., Shiang, H., Bodian, C., Griep, R. B. (2001): Retrograde cerebral perfusion provides negligible flow through brain capillaries in the pig. *The Journal of thoracic and cardiovascular surgery*, 122, 331-338
- Erbel, R., Alfonso, F., Boileau, C., Dirsch, O., Eber, B., Haverich, A., Rakowski, H., Struyven, J., Radegran, K., Sechtem, U., Taylor, J., Zollkofer, C., Klein, W. W., Mulder, B., Providencia, L. A., Task Force on Aortic Dissection, E. S. o. C. (2001): Diagnosis and management of aortic dissection. *Eur Heart J*, 22, 1642-1681
- Etz, C. D., Kari, F. A., Mueller, C. S., Silovitz, D., Brenner, R. M., Lin, H. M., Griep, R. B. (2011): The collateral network concept: a reassessment of the anatomy of spinal cord perfusion. *The Journal of thoracic and cardiovascular surgery*, 141, 1020-1028
- Etz, C. D., Plestis, K. A., Kari, F. A., Silovitz, D., Bodian, C. A., Spielvogel, D., Griep, R. B. (2008): Axillary cannulation significantly improves survival and neurologic outcome after atherosclerotic aneurysm repair of the aortic root and ascending aorta. *The Annals of thoracic surgery*, 86, 441-446; discussion 446-447
- Evangelista, A., Mukherjee, D., Mehta, R. H., O'Gara, P. T., Fattori, R., Cooper, J. V., Smith, D. E., Oh, J. K., Hutchison, S., Sechtem, U., Isselbacher, E. M., Nienaber, C. A., Pape, L. A., Eagle, K. A., International Registry of Aortic Dissection, I. (2005): Acute intramural hematoma of the aorta: a mystery in evolution. *Circulation*, 111, 1063-1070
- Fann, J. I., Smith, J. A., Miller, D. C., Mitchell, R. S., Moore, K. A., Grunkemeier, G., Stinson, E. B., Oyer, P. E., Reitz, B. A., Shumway, N. E. (1995): Surgical management of aortic dissection during a 30-year period. *Circulation*, 92, II113-121
- Fukunaga, N., Koyama, T. (2016): Evolution of diagnosis and clinical outcomes in acute aortic dissection: data from the International Registry of Acute Aortic Dissection. *J Thorac Dis*, 8, E625-627
- Fukunaga, N., Saji, Y., Kanemitsu, H., Koyama, T. (2015): Prolonged Antegrade Cerebral Perfusion via Right Axillary Artery (≥ 60 min) Does Not Affect Early Outcomes in a Repair of Type A Acute Aortic Dissection. *Annals of thoracic and cardiovascular surgery : official journal of the Association of Thoracic and Cardiovascular Surgeons of Asia*, 21, 557-563
- Fusco, D. S., Shaw, R. K., Tranquilli, M., Kopf, G. S., Elefteriades, J. A. (2004): Femoral cannulation is safe for type A dissection repair. *The Annals of thoracic surgery*, 78, 1285-1289; discussion 1285-1289
- Gansera, L. S., Solf, M. A. (2012): *BASICS Herzchirurgie*, Urban & Fischer Verlag/ Elsevier GmbH
- Geirsson, A., Szeto, W. Y., Pochettino, A., McGarvey, M. L., Keane, M. G., Woo, Y. J., Augoustides, J. G., Bavaria, J. E. (2007): Significance of malperfusion syndromes prior to contemporary surgical repair for acute type A dissection: outcomes and need for additional revascularizations. *European journal of cardio-thoracic surgery : official journal of the European Association for Cardio-thoracic Surgery*, 32, 255-262
- Glower, D. D., Speier, R. H., White, W. D., Smith, L. R., Rankin, J. S., Wolfe, W. G. (1991): Management and long-term outcome of aortic dissection. *Ann Surg*, 214, 31-41
- Goossens, D., Schepens, M., Hamerlijncx, R., Hartman, M., Suttorp, M. J., Koomen, E., Vermeulen, F. (1998): Predictors of hospital mortality in type A aortic dissections: a retrospective analysis of 148 consecutive surgical patients. *Cardiovasc Surg*, 6, 76-80
- Grabenwoger, M., Fleck, T., Czerny, M., Hutschala, D., Ehrlich, M., Schoder, M., Lammer, J., Wolner, E. (2003): Endovascular stent graft placement in patients with acute thoracic aortic syndromes. *European journal of cardio-thoracic surgery : official journal of the European Association for Cardio-thoracic Surgery*, 23, 788-793; discussion 793
- Griep, R. B. (2001): Cerebral protection during aortic arch surgery. *The Journal of thoracic and cardiovascular surgery*, 121, 425-427

- Griep, R. B., Stinson, E. B., Hollingsworth, J. F., Buehler, D. (1975): Prosthetic replacement of the aortic arch. *The Journal of thoracic and cardiovascular surgery*, 70, 1051-1063
- Gulbins, H., Pritisanac, A., Ennker, J. (2007): Axillary versus femoral cannulation for aortic surgery: enough evidence for a general recommendation? *The Annals of thoracic surgery*, 83, 1219-1224
- Hagan, P. G., Nienaber, C. A., Isselbacher, E. M., Bruckman, D., Karavite, D. J., Russman, P. L., Evangelista, A., Fattori, R., Suzuki, T., Oh, J. K., Moore, A. G., Malouf, J. F., Pape, L. A., Gaca, C., Sechtem, U., Lenferink, S., Deutsch, H. J., Diedrichs, H., Marcos y Robles, J., Llovet, A., Gilon, D., Das, S. K., Armstrong, W. F., Deeb, G. M., Eagle, K. A. (2000): The International Registry of Acute Aortic Dissection (IRAD): new insights into an old disease. *JAMA*, 283, 897-903
- Harrington, D. K., Fragomeni, F., Bonser, R. S. (2007): Cerebral perfusion. *The Annals of thoracic surgery*, 83, S799-804; discussion S824-731
- Hata, M., Sezai, A., Niino, T., Yoda, M., Unosawa, S., Furukawa, N., Osaka, S., Murakami, T., Minami, K. (2008): Should emergency surgical intervention be performed for an octogenarian with type A acute aortic dissection? *The Journal of thoracic and cardiovascular surgery*, 135, 1042-1046 (a)
- Hata, M., Suzuki, M., Sezai, A., Niino, T., Unosawa, S., Furukawa, N., Minami, K. (2008): Less invasive quick replacement for octogenarians with type A acute aortic dissection. *The Journal of thoracic and cardiovascular surgery*, 136, 489-493 (b)
- Hata, M., Suzuki, M., Sezai, A., Niino, T., Yoshitake, I., Unosawa, S., Shimura, K., Minami, K. (2009): Outcome of less invasive proximal arch replacement with moderate hypothermic circulatory arrest followed by aggressive rapid re-warming in emergency surgery for type A acute aortic dissection. *Circulation journal : official journal of the Japanese Circulation Society*, 73, 69-72
- Hiratzka, L. F., Bakris, G. L., Beckman, J. A., Bersin, R. M., Carr, V. F., Casey, D. E., Jr., Eagle, K. A., Hermann, L. K., Isselbacher, E. M., Kazerooni, E. A., Kouchoukos, N. T., Lytle, B. W., Milewicz, D. M., Reich, D. L., Sen, S., Shinn, J. A., Svensson, L. G., Williams, D. M., American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice, G., American Association for Thoracic, s., American College of, R., American Stroke, A., Society of Cardiovascular, A., Society for Cardiovascular, A., Interventions, Society of Interventional, R., Society of Thoracic, S., Society for Vascular, M. (2010): 2010 ACCF/AHA/AATS/ACR/ASA/SCA/SCAI/SIR/STS/SVM Guidelines for the diagnosis and management of patients with thoracic aortic disease: Executive summary: A report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines, American Association for Thoracic Surgery, American College of Radiology, American Stroke Association, Society of Cardiovascular Anesthesiologists, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society of Interventional Radiology, Society of Thoracic Surgeons, and Society for Vascular Medicine. *Anesth Analg*, 111, 279-315
- Hirst, A. E., Jr., Johns, V. J., Jr., Kime, S. W., Jr. (1958): Dissecting aneurysm of the aorta: a review of 505 cases. *Medicine (Baltimore)*, 37, 217-279
- Huber, C. H., Goeber, V., Berdat, P., Carrel, T., Eckstein, F. (2007): Benefits of cardiac surgery in octogenarians--a postoperative quality of life assessment. *European journal of cardio-thoracic surgery : official journal of the European Association for Cardio-thoracic Surgery*, 31, 1099-1105
- Imamura, H., Sekiguchi, Y., Iwashita, T., Dohgumori, H., Mochizuki, K., Aizawa, K., Aso, S., Kamiyoshi, Y., Ikeda, U., Amano, J., Okamoto, K. (2011): Painless acute aortic dissection. - Diagnostic, prognostic and clinical implications. *Circulation journal : official journal of the Japanese Circulation Society*, 75, 59-66
- Inoue, Y., Ueda, T., Taguchi, S., Kashima, I., Koizumi, K., Takahashi, R., Kiso, I. (2007): Ascending aorta cannulation in acute type A aortic dissection. *European journal of cardio-thoracic surgery : official journal of the European Association for Cardio-thoracic Surgery*, 31, 976-979; discussion 979-981
- Inselspital Bern, Herz- und Gefäßchirurgie
(<http://www.herzundgefaeesse.insel.ch/de/kardiotechnik/fachwissen/co2-insufflation/>, Stand: 21.10.2016)
- Jamieson, W. R., Munro, A. I., Miyagishima, R. T., Allen, P., Tyers, G. F., Gerein, A. N. (1982): Aortic dissection: early diagnosis and surgical management are the keys to survival. *Can J Surg*, 25, 145-149

- Kawahito, K., Adachi, H., Yamaguchi, A., Ino, T. (2000): Early and late surgical outcomes of acute type A aortic dissection in patients aged 75 years and older. *The Annals of thoracic surgery*, 70, 1455-1459
- Kazui, T., Washiyama, N., Bashar, A. H., Terada, H., Suzuki, T., Ohkura, K., Yamashita, K. (2002): Surgical outcome of acute type A aortic dissection: analysis of risk factors. *The Annals of thoracic surgery*, 74, 75-81; discussion 81-72
- Khaladj, N., Shrestha, M., Peterss, S., Strueber, M., Karck, M., Pichlmaier, M., Haverich, A., Hagl, C. (2008): Ascending aortic cannulation in acute aortic dissection type A: the Hannover experience. *European journal of cardio-thoracic surgery : official journal of the European Association for Cardio-thoracic Surgery*, 34, 792-796; discussion 796
- Khan, I. A. (2001): Clinical manifestations of aortic dissection. *J Clin Basic Cardiol* 2001; 4,265-267
- Khan, I. A., Nair, C. K. (2002): Clinical, diagnostic, and management perspectives of aortic dissection. *Chest*, 122, 311-328
- Kouchoukos, N. T., Mauney, M. C., Masetti, P., Castner, C. F. (2007): Optimization of aortic arch replacement with a one-stage approach. *The Annals of thoracic surgery*, 83, S811-814; discussion S824-831
- Kruger, T., Weigang, E., Hoffmann, I., Blettner, M., Aebert, H., Investigators, G. (2011): Cerebral protection during surgery for acute aortic dissection type A: results of the German Registry for Acute Aortic Dissection Type A (GERAADA). *Circulation*, 124, 434-443
- Larson, E. W., Edwards, W. D. (1984): Risk factors for aortic dissection: a necropsy study of 161 cases. *Am J Cardiol*, 53, 849-855
- Lautenbacher, S. (2012): Experimental approaches in the study of pain in the elderly. *Pain Med*, 13 Suppl 2, S44-50
- Malvindi, P. G., Scrascia, G., Vitale, N. (2008): Is unilateral antegrade cerebral perfusion equivalent to bilateral cerebral perfusion for patients undergoing aortic arch surgery? *Interactive cardiovascular and thoracic surgery*, 7, 891-897
- Matsushita, A., Tabata, M., Fukui, T., Sato, Y., Matsuyama, S., Shimokawa, T., Takanashi, S. (2014): Outcomes of contemporary emergency open surgery for type A acute aortic dissection in elderly patients. *The Journal of thoracic and cardiovascular surgery*, 147, 290-294
- McCullough, J. N., Zhang, N., Reich, D. L., Juvonen, T. S., Klein, J. J., Spielvogel, D., Ergin, M. A., Griep, R. B. (1999): Cerebral metabolic suppression during hypothermic circulatory arrest in humans. *The Annals of thoracic surgery*, 67, 1895-1899; discussion 1919-1821
- Mehta, R. H., O'Gara, P. T., Bossone, E., Nienaber, C. A., Myrmel, T., Cooper, J. V., Smith, D. E., Armstrong, W. F., Isselbacher, E. M., Pape, L. A., Eagle, K. A., Gilon, D. (2002): Acute type A aortic dissection in the elderly: clinical characteristics, management, and outcomes in the current era. *Journal of the American College of Cardiology*, 40, 685-692 (a)
- Mehta, R. H., Suzuki, T., Hagan, P. G., Bossone, E., Gilon, D., Llovet, A., Maroto, L. C., Cooper, J. V., Smith, D. E., Armstrong, W. F., Nienaber, C. A., Eagle, K. A. (2002): Predicting death in patients with acute type a aortic dissection. *Circulation*, 105, 200-206 (b)
- Meszaros, I., Morocz, J., Szlavai, J., Schmidt, J., Tornoci, L., Nagy, L., Szep, L. (2000): Epidemiology and clinicopathology of aortic dissection. *Chest*, 117, 1271-1278
- Minatoya, K., Karck, M., Szpakowski, E., Harringer, W., Haverich, A. (2003): Ascending aortic cannulation for Stanford type A acute aortic dissection: another option. *The Journal of thoracic and cardiovascular surgery*, 125, 952-953
- Mueller, M. (2013): *Chirurgie für Studium und Praxis*, 12. Auflage, Medizinische Vlg.- u. Inform.-Dienste

- Neri, E., Toscano, T., Massetti, M., Capannini, G., Carone, E., Tucci, E., Diciolla, F., Scolletta, S., Morello, R., Sassi, C. (2001): Operation for acute type A aortic dissection in octogenarians: is it justified? *The Journal of thoracic and cardiovascular surgery*, 121, 259-267
- Nicholls, F. (1762): Observations concerning the Body of His Late Majesty, October 26, 1760, by Frank Nicholls, M. D. F. R. S. Physician to His Late Majesty. *Philosophical Transactions (1683-1775)* 52: 265-275
- Nienaber, C. A. (2013): The role of imaging in acute aortic syndromes. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 14, 15-23
- Nienaber, C. A., Eagle, K. A. (2003): Aortic dissection: new frontiers in diagnosis and management: Part I: from etiology to diagnostic strategies. *Circulation*, 108, 628-635
- Nienaber, C. A., Eagle, K. A., Rehders, T. C. (2005): Diagnostik und Management der Aortendissektion. Orientierung zwischen Empfehlungen und Registerdaten. *Kardio up 1 (01)*: 63-76
- Nienaber, C. A., Fattori, R., Mehta, R. H., Richartz, B. M., Evangelista, A., Petzsch, M., Cooper, J. V., Januzzi, J. L., Ince, H., Sechtem, U., Bossone, E., Fang, J., Smith, D. E., Isselbacher, E. M., Pape, L. A., Eagle, K. A., International Registry of Acute Aortic, D. (2004): Gender-related differences in acute aortic dissection. *Circulation*, 109, 3014-3021
- Nienaber, C. A., Spielmann, R. P., von Kodolitsch, Y., Siglow, V., Piepho, A., Jaup, T., Nicolas, V., Weber, P., Triebel, H. J., Bleifeld, W. (1992): Diagnosis of thoracic aortic dissection. Magnetic resonance imaging versus transesophageal echocardiography. *Circulation*, 85, 434-447
- Nienaber, C. A., von Kodolitsch, Y., Nicolas, V., Siglow, V., Piepho, A., Brockhoff, C., Koschyk, D. H., Spielmann, R. P. (1993): The diagnosis of thoracic aortic dissection by noninvasive imaging procedures. *N Engl J Med*, 328, 1-9
- Oberwalder, P. J. (2001): Die Chirurgie der Aorta ascendens und des Aortenbogens bei Aneurysmen und Dissektionen. *Journal für Kardiologie-Austrian Journal of Cardiology* 8 (1-2), S.: 19-24
- O'Gara, P. T., DeSanctis, R. W. (1995): Acute aortic dissection and its variants. Toward a common diagnostic and therapeutic approach. *Circulation*, 92, 1376-1378
- Olsson, C., Thelin, S. (2006): Antegrade cerebral perfusion with a simplified technique: unilateral versus bilateral perfusion. *The Annals of thoracic surgery*, 81, 868-874
- Omura, A., Miyahara, S., Yamanaka, K., Sakamoto, T., Matsumori, M., Okada, K., Okita, Y. (2016): Early and late outcomes of repaired acute DeBakey type I aortic dissection after graft replacement. *The Journal of thoracic and cardiovascular surgery*, 151, 341-348
- Pacini, D., Leone, A., Belotti, L. M., Fortuna, D., Gabbieri, D., Zussa, C., Contini, A., Di Bartolomeo, R., Investigators, R. (2013): Acute type A aortic dissection: significance of multiorgan malperfusion. *European journal of cardio-thoracic surgery : official journal of the European Association for Cardio-thoracic Surgery*, 43, 820-826
- Pansini, S., Gagliardotto, P. V., Pompei, E., Parisi, F., Bardi, G., Castenetto, E., Orzan, F., di Summa, M. (1998): Early and late risk factors in surgical treatment of acute type A aortic dissection. *The Annals of thoracic surgery*, 66, 779-784
- Pape, L. A., Awais, M., Woznicki, E. M., Suzuki, T., Trimarchi, S., Evangelista, A., Myrmel, T., Larsen, M., Harris, K. M., Greason, K., Di Eusanio, M., Bossone, E., Montgomery, D. G., Eagle, K. A., Nienaber, C. A., Isselbacher, E. M., O'Gara, P. (2015): Presentation, Diagnosis, and Outcomes of Acute Aortic Dissection: 17-Year Trends From the International Registry of Acute Aortic Dissection. *Journal of the American College of Cardiology*, 66, 350-358
- Piccardo, A., Regesta, T., Zannis, K., Gariboldi, V., Pansini, S., Tapia, M., Concistre, G., Collart, F., Kreitmann, P., Kirsch, M. E., Martinelli, L., Passerone, G., Caus, T. (2009): Outcomes after surgical treatment for type A acute aortic dissection in octogenarians: a multicenter study. *The Annals of thoracic surgery*, 88, 491-497
- Prete, R., Von Segesser, L. K. (1997): Aortic dissection. *Lancet*, 349, 1461-1464

- Ramaiah, V., Rodriguez-Lopez, J., Diethrich, E. B. (2003): Endografting of the thoracic aorta. *Journal of cardiac surgery*, 18, 444-454
- Rehders, T. C., Ince, H., Schneider, H., Nienaber, C. (2006): Diagnostisches und therapeutisches Management bei akutem Aortensyndrom. *Kardiologie up2date*
- Robicsek, F. (1991): Apical aortic cannulation: application of an old method with new paraphernalia. *The Annals of thoracic surgery*, 51, 330-332
- Rylski, B., Suedkamp, M., Beyersdorf, F., Nitsch, B., Hoffmann, I., Blettner, M., Weigang, E. (2011): Outcome after surgery for acute aortic dissection type A in patients over 70 years: data analysis from the German Registry for Acute Aortic Dissection Type A (GERAADA). *European journal of cardio-thoracic surgery : official journal of the European Association for Cardio-thoracic Surgery*, 40, 435-440
- Safi, H. J., Miller, C. C., 3rd, Reardon, M. J., Iliopoulos, D. C., Letsou, G. V., Espada, R., Baldwin, J. C. (1998): Operation for acute and chronic aortic dissection: recent outcome with regard to neurologic deficit and early death. *The Annals of thoracic surgery*, 66, 402-411
- Sakurada, T., Kazui, T., Tanaka, H., Komatsu, S. (1996): Comparative experimental study of cerebral protection during aortic arch reconstruction. *The Annals of thoracic surgery*, 61, 1348-1354
- Salis, S., Mazzanti, V. V., Merli, G., Salvi, L., Tedesco, C. C., Veglia, F., Sisillo, E. (2008): Cardiopulmonary bypass duration is an independent predictor of morbidity and mortality after cardiac surgery. *Journal of cardiothoracic and vascular anesthesia*, 22, 814-822
- Santini, F., Montalbano, G., Casali, G., Messina, A., Iafrancesco, M., Luciani, G. B., Rossi, A., Mazzucco, A. (2007): Clinical presentation is the main predictor of in-hospital death for patients with acute type A aortic dissection admitted for surgical treatment: a 25 years experience. *International journal of cardiology*, 115, 305-311
- Santini, F., Montalbano, G., Messina, A., D'Onofrio, A., Casali, G., Viscardi, F., Luciani, G. B., Mazzucco, A. (2006): Survival and quality of life after repair of acute type A aortic dissection in patients aged 75 years and older justify intervention. *European journal of cardio-thoracic surgery : official journal of the European Association for Cardio-thoracic Surgery*, 29, 386-391
- Sarsam, M. A., Yacoub, M. (1993): Remodeling of the aortic valve anulus. *The Journal of thoracic and cardiovascular surgery*, 105, 435-438
- Schoeneich, F., Rahimi, A., Hoffmann, G., Eide, M., Schöttler, J., Cremer, J. (2011): Transatrial left-ventricular cannulation in acute type A aortic dissection: Save, easy and effective! *Thorac cardiovasc Surg* 2011; 59-MO66
- Shiono, M., Hata, M., Sezai, A., Iida, M., Yagi, S., Negishi, N. (2006): Emergency surgery for acute type a aortic dissection in octogenarians. *The Annals of thoracic surgery*, 82, 554-559
- Siewert, J. R., Stein, H.J. (2012): *Chirurgie*, 9. Auflage, Springer Verlag, Berlin
- Slater, E. E., DeSanctis, R. W. (1976): The clinical recognition of dissecting aortic aneurysm. *Am J Med*, 60, 625-633
- Sodeck, G.H., Czerny, M., Domanovits, H. (2008): *Zeitschrift für Gefäßmedizin*; 5 (2), 15-19
- Sosnowski, A. W., Jutley, R. S., Masala, N., Alexiou, C., Swanevelder, J. (2008): How I do it: transapical cannulation for acute type-A aortic dissection. *Journal of cardiothoracic surgery*, 3, 4
- Spittell, P. C., Spittell, J. A., Jr., Joyce, J. W., Tajik, A. J., Edwards, W. D., Schaff, H. V., Stanson, A. W. (1993): Clinical features and differential diagnosis of aortic dissection: experience with 236 cases (1980 through 1990). *Mayo Clin Proc*, 68, 642-651
- St Amour, T. E., Gutierrez, F. R., Levitt, R. G., McKnight, R. C. (1988): CT diagnosis of type A aortic dissections not demonstrated by aortography. *J Comput Assist Tomogr*, 12, 963-967

- Stamou, S. C., Hagberg, R. C., Khabbaz, K. R., Stiegel, M. R., Reames, M. K., Skipper, E., Nussbaum, M., Lobdell, K. W. (2010): Is advanced age a contraindication for emergent repair of acute type A aortic dissection? *Interactive cardiovascular and thoracic surgery*, 10, 539-544
- Sullivan, P. R., Wolfson, A. B., Leckey, R. D., Burke, J. L. (2000): Diagnosis of acute thoracic aortic dissection in the emergency department. *Am J Emerg Med*, 18, 46-50
- Sun, L. Z., Liu, N. N., Chang, Q., Zhu, J. M., Liu, Y. M., Liu, Z. G. (2006): [Clinical experience of simultaneous aortic operation and coronary artery bypass grafting]. *Zhonghua Wai Ke Za Zhi*, 44, 76-79
- Suzuki, S., Masuda, M. (2009): An update on surgery for acute type A aortic dissection: aortic root repair, endovascular stent graft, and genetic research. *Surgery today*, 39, 281-289
- Suzuki, T., Distanto, A., Zizza, A., Trimarchi, S., Villani, M., Salerno Uriarte, J. A., De Luca Tupputi Schinosa, L., Renzulli, A., Sabino, F., Nowak, R., Birkhahn, R., Hollander, J. E., Counselman, F., Vijayendran, R., Bossone, E., Eagle, K., Investigators, I. R.-B. (2009): Diagnosis of acute aortic dissection by D-dimer: the International Registry of Acute Aortic Dissection Substudy on Biomarkers (IRAD-Bio) experience. *Circulation*, 119, 2702-2707
- Svensson, L. G., Crawford, E. S., Hess, K. R., Coselli, J. S., Safi, H. J. (1990): Dissection of the aorta and dissecting aortic aneurysms. Improving early and long-term surgical results. *Circulation*, 82, IV24-38
- Svensson, L. G., Labib, S. B., Eisenhauer, A. C., Butterly, J. R. (1999): Intimal tear without hematoma: an important variant of aortic dissection that can elude current imaging techniques. *Circulation*, 99, 1331-1336
- Tang, G. H., Malekan, R., Yu, C. J., Kai, M., Lansman, S. L., Spielvogel, D. (2013): Surgery for acute type A aortic dissection in octogenarians is justified. *The Journal of thoracic and cardiovascular surgery*, 145, S186-190
- Trimarchi, S., Eagle, K. A., Nienaber, C. A., Rampoldi, V., Jonker, F. H., De Vincentiis, C., Frigiola, A., Menicanti, L., Tsai, T., Froehlich, J., Evangelista, A., Montgomery, D., Bossone, E., Cooper, J. V., Li, J., Deeb, M. G., Meinhardt, G., Sundt, T. M., Isselbacher, E. M. (2010): Role of age in acute type A aortic dissection outcome: report from the International Registry of Acute Aortic Dissection (IRAD). *The Journal of thoracic and cardiovascular surgery*, 140, 784-789
- Tsagakis, K., Massoudy, P., Jakob, H. (2009): Operative Techniken zur chirurgischen Therapie der akuten Typ-A-Dissektion. *Z Herz- Thorax- Gefäßchirurgie* 23: 335-344
- Ueda, Y., Miki, S., Kusahara, K., Okita, Y., Tahata, T., Yamanaka, K. (1990): Surgical treatment of aneurysm or dissection involving the ascending aorta and aortic arch, utilizing circulatory arrest and retrograde cerebral perfusion. *J Cardiovasc Surg (Torino)*, 31, 553-558
- UKSH Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie (http://www.uksh.de/herzchirurgie-luebeck/Informationen+für+Patienten/Operationsverfahren/Herzklappenchirurgie/Yacoub__+David_Operation+zum+Erhalt+der+eigenen+Aortenklappe+-p-102.html, Stand: 21.10.2016)
- Urbanski, P. P., Lenos, A., Lindemann, Y., Weigang, E., Zacher, M., Diegeler, A. (2006): Carotid artery cannulation in aortic surgery. *The Journal of thoracic and cardiovascular surgery*, 132, 1398-1403
- Vanhuyse, F., Maureira, P., Laurent, N., Lekehal, M., Grandmougain, D., Villemot, J. P. (2012): Surgery for acute type A aortic dissection in octogenarians. *Journal of cardiac surgery*, 27, 65-69
- Vasile, N., Mathieu, D., Keita, K., Lellouche, D., Bloch, G., Cachera, J. P. (1986): Computed tomography of thoracic aortic dissection: accuracy and pitfalls. *J Comput Assist Tomogr*, 10, 211-215
- Villard, J., Froment, J. C., Milleret, R., Dureau, G., Amouroux, C., Boivin, J., Seffert, P., Morel, J. J. (1976): [Type I, complete, acute aortic dissection. Value of arterial perfusion by the axillary route (author's transl)]. *Ann Chir Thorac Cardiovasc*, 15, 133-135
- Wada, S., Yamamoto, S., Honda, J., Hiramoto, A., Wada, H., Hosoda, Y. (2006): Transapical aortic cannulation for cardiopulmonary bypass in type A aortic dissection operations. *The Journal of thoracic and cardiovascular surgery*, 132, 369-372

- Weigang, E., Nienaber, A. C., Rehders, T. C., Ince, H., Vahl, C-F., Beyersdorf, F. (2008): Management von Patienten mit Aortendissektion. Dtsch. Ärztebl., 105 (38), S.: 639-645
- Weigang, E., Conzelmann, L. O., Vahl, C. F. (2010): Was gibt es Neues in der Aortenbogenchirurgie? in " Was gibt es Neues in der Chirurgie? Jahresband 2010" by ecomed MEDIZIN, Hüthig Jehle Rehm GmbH, Landsberg, S. 247-260
- Wheat, M. W., Jr. (1980): Acute dissecting aneurysms of the aorta: diagnosis and treatment--1979. Am Heart J, 99, 373-387
- Wheat, M. W., Jr. (1987): Acute dissection of the aorta. Cardiovasc Clin, 17, 241-262
- Williams, D. M., Lee, D. Y., Hamilton, B. H., Marx, M. V., Narasimham, D. L., Kazanjian, S. N., Prince, M. R., Andrews, J. C., Cho, K. J., Deeb, G. M. (1997): The dissected aorta: part III. Anatomy and radiologic diagnosis of branch-vessel compromise. Radiology, 203, 37-44
- Yeh, Y. H., Su, Y. J., Liu, C. H. (2013): Acute aortic dissection (AAD) in the elderly. Archives of gerontology and geriatrics, 57, 78-80
- Zwart, H. H., Kralios, A., Collan, R., Kolff, W. J. (1969): Transarterial closed-chest left ventricular (TaCLV) bypass. Trans Am Soc Artif Intern Organs, 15, 386-390

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen Personen bedanken, die zur Entstehung meiner Dissertation beigetragen haben.

Zunächst bedanke ich mich bei dem Direktor der Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie des Universitätsklinikums Schleswig-Holstein, Campus Kiel, Herrn Professor Dr. med. Jochen Cremer, für die Überlassung des Promotionsthemas.

Meinem Doktorvater PD Dr. med. Assad Haneya danke ich für die Unterstützung bei der Erstellung meiner Dissertation. Vielen Dank für die außerordentliche Betreuung und die viele Zeit und Geduld. Seine Hilfestellungen und Ratschläge haben maßgeblich zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen.

Auch danken möchte ich meiner Betreuerin Dr. med. Jill Jussli-Melchers für die Unterstützung und ihr großes Engagement. Ihre Erreichbarkeit bei jeglichen Fragen und ihre immerwährende Hilfestellung bei allen aufkommenden Problemen waren entscheidend beim Entstehen der Dissertation.

Lebenslauf

Persönliche Angaben

Name: Insa Tautorat
Geburtsdatum: 16.02.1988
Geburtsort: Goslar
Staatsangehörigkeit: Deutsch

Schulbildung

1994-1998 Grundschule Mascheroder Holz, Braunschweig
1998-2000 Orientierungsstufe Lindenberg, Braunschweig
2000-2007 Gymnasium Gaußschule, Braunschweig
Juni 2007 Erwerb der Allgemeinen Hochschulreife

Hochschulausbildung

2009-2011 Vorklinischer Abschnitt des Medizinstudiums an der Semmelweis
Universität Budapest, Ungarn
Juli 2011 Erster Abschnitt der Ärztlichen Prüfung (Physikum)
2012-2016 Klinischer Abschnitt des Medizinstudiums an der Christian-Albrechts-
Universität zu Kiel
April 2015 Zweiter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung
2015-2016 Praktisches Jahr
Mai 2016 Dritter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung
Mai 2016 Approbation als Ärztin

Wissenschaftlicher Werdegang

2013-2016 Anfertigung der Dissertation in der Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie
an dem Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel

Veröffentlichungen: Berndt, R., Haneya, A., Jussli-Melchers, J., Tautorat, I., Schmidt, K.,
Rahimi, A., Cremer, J., Schoeneich, F. (2015): Outcome after surgery
for acute aortic dissection type A in the elderly: e single-center
experience. Thorac Cardiovasc Surg, 63, 113-119

Kiel, 18.12.2016