

Aus der Klinik für Gefäßchirurgie und Nierentransplantation
Kommissarischer Direktor: Prof. Dr. med. Klaus Grabitz
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

**Langzeitergebnisse der operativen Therapie von
stenosierenden Prozessen des Truncus brachiocephalicus**

Retrospektive Untersuchung von Klinik, Diagnostik, Therapie
und Verlauf von 39 Patienten

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
Der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

vorgelegt von
Olga Schander

2011

Als Inauguraldissertation gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

gez. Univ.-Prof. Dr. med. Joachim Windolf
Dekan

Referent: Priv.-Doz. Dr. med. Dirk Grotemeyer
Koreferent: PD Dr. med. Blondin

Für meine Eltern

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Anatomie	1
1.2	Historischer Überblick	4
1.3	Ätiologie	5
1.4	Klinische Symptomatik	7
1.4.1	Zerebrale Symptome	8
1.4.2	Periphere Symptome	9
1.5	Bedeutung der Risikofaktoren	10
1.6	Therapieverfahren	15
1.6.1	Operative Therapie	16
1.6.2	Stentgestützte Angioplastie	20
1.6.3	Hybridverfahren	21
1.7	Ziel der Arbeit	22
1.7.1	Fragestellungen	23
2	Patienten und Methoden	24
2.1	Patienten	24
2.1.1	Patientenauswahl	24
2.1.2	Einschlusskriterien	24
2.2	Parameter	24
2.3	Methodik	25
2.3.1	Datenerhebung	25
2.3.2	Nachuntersuchung	27
2.3.3	Statistische Methoden	28
2.4	Datenschutz	29
3	Ergebnisse	30
3.1	Patientenkollektiv	30
3.1.1	Präoperative Symptomatik	31
3.1.2	Präoperative Blutdruckdiagnostik	33
3.1.3	Risikoprofil der Patienten	33
3.1.4	Weitere Verschlussprozesse	35
3.1.5	Diagnostik	35
3.1.6	Operatives Verfahren	38
3.2	Frühergebnisse	39
3.2.1	Primärer Operationserfolg	39

3.2.2	Postoperative Blutdruckdifferenz	39
3.2.3	Postoperative Bildgebung	40
3.2.4	Postoperative Komplikationen und Frühletalität.....	42
3.2.5	Kasuistiken	44
3.3	Ermittlung der Langzeitergebnisse und Dauer des Nachbeobachtungszeitraums.....	45
3.3.1	Spätletalität.....	46
3.4	Ergebnisse der Nachuntersuchung	46
3.4.1	Objektive Untersuchungsbefunde.....	46
3.4.2	Subjektive Untersuchungsbefunde	47
3.4.3	Langzeitkomplikationen	49
4	Diskussion	50
4.1	Einschätzung der Datenerhebung	50
4.2	Demografische Daten.....	50
4.3	Vorerkrankungen und Risikofaktoren	52
4.4	Päoperativ	52
4.5	Operatives Verfahren	54
4.6	Postoperative Komplikationen	60
4.7	Letalität.....	62
4.8	Langzeitverlauf	63
4.9	Beantwortung der Fragestellungen	65
6	Abstract.....	71
7	Literaturverzeichnis	72
8	Anhang.....	85
8.1	Tabellenverzeichnis.....	85
8.2	Abbildungsverzeichnis.....	86
8.3	Abkürzungsverzeichnis.....	87
9	Danksagung.....	88
10	Curriculum vitae.....	89

1 Einleitung

Chronische Verschlussprozesse der supraaortalen Aortenbogenäste, wie der A. subclavia und des Truncus brachiocephalicus, stehen in der Häufigkeitsverteilung der Gefäßveränderungen, die zu einer sog. zerebrovaskulären Insuffizienz führen, nach Läsionen im Bereich der Karotisstrombahn und der Vertebralisstrombahn an dritter Stelle [Hepp 2001]. In mehr als einem Drittel der Fälle liegen Mehrgefäßerkrankungen vor. Der häufigste Abgangsverschluß einer supraaortalen Stammarterie findet sich bei der A. subclavia sinistra (40-60%) [Perez 1971, Thompson 1969]. Die mittel- bis kleinkalibrigen Arterien cerebralwärts sind zwei- bis dreimal öfter verändert als der Abgang der Arterien am Aortenbogen [Trede 1968]. Ein isolierter, symptomatischer und stenosierender Prozess des Truncus brachiocephalicus stellt mit weniger als 2 % eine seltene Atherosklerosemanifestation, der extrakraniellen Gefäße dar [Wylie 1979]. Die Bandbreite der Auswirkungen dieser Gefäßläsion, die sich vom asymptomatischen Stadium über intermittierende neurologische Symptomatik und periphere Claudicatio brachialis bis hin zum Hirninfarkt und digitaler Gangrän erstreckt, macht es aber notwendig die bestmögliche therapeutische Intervention zu evaluieren.

1.1 Anatomie

Der Truncus brachiocephalicus (A. anonyma) ist der erste große arterielle Gefäßast der Aorta. Er zweigt sich auf der rechten Seite vom Aortenbogen hinter dem Manubrium sterni ab und teilt sich in Höhe des Sternoklavikulargelenks in die rechte A. carotis communis und A. subclavia auf und versorgt sowohl den rechten Arm als auch die rechte Kopf-, Hals- und Gehirnhälfte mit arteriellem Blut. Die linke A. carotis communis entspringt meist direkt neben dem Truncus brachiocephalicus aus dem Aortenbogen, beide verlaufen nach kranialwärts seitlich der Trachea, anschließend entspringt die linke A. subclavia dem Aortenbogen (Abb.1-2). Diese Konfiguration der Gefäßstämme stellt mit 70 % die häufigste Normvariante der supraaortalen Gefäße dar. Daneben gibt es unterschiedliche anatomische Gefäßvarianten (Abb. 3-4) [Layton 2006].

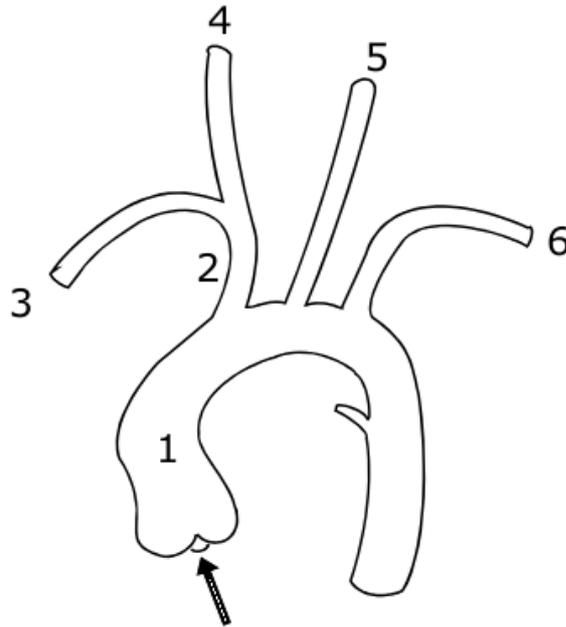


Abb. 1

Aortenbogen mit supraaortalen Gefäßen

1: Aorta ascendens, 2: Truncus brachiocephalicus, 3: A. subclavia dextra, 4: A. carotis communis dextra, 5: A. carotis communis sinistra, 6: A. subclavia sinistra [Kappert 1981]

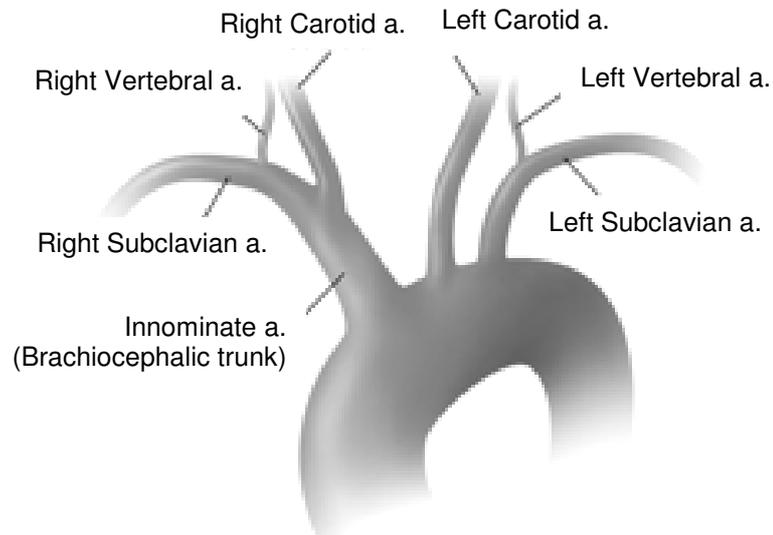


Abb. 2

Häufigste Konfiguration der supraaortalen Gefäße; vom Aortenbogen nehmen drei Gefäßäste ihren Ursprung: Tr. brachioceph., linke A. carotis communis, linke A. subclavia [Layton 2006]

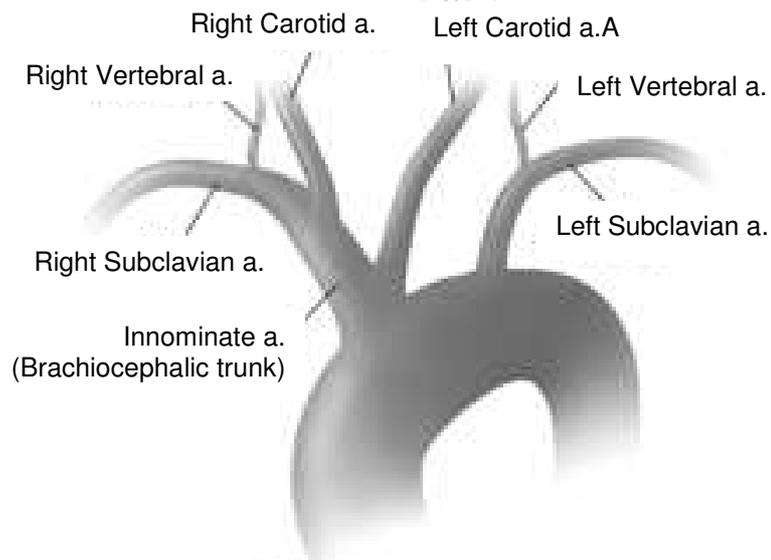


Abb. 3 Zweithäufigste Gefäßkonfiguration des Aortenbogens, Gleicher Ursprung des Truncus brachiocephalicus und der linken A. carotis communis [Layton 2006]

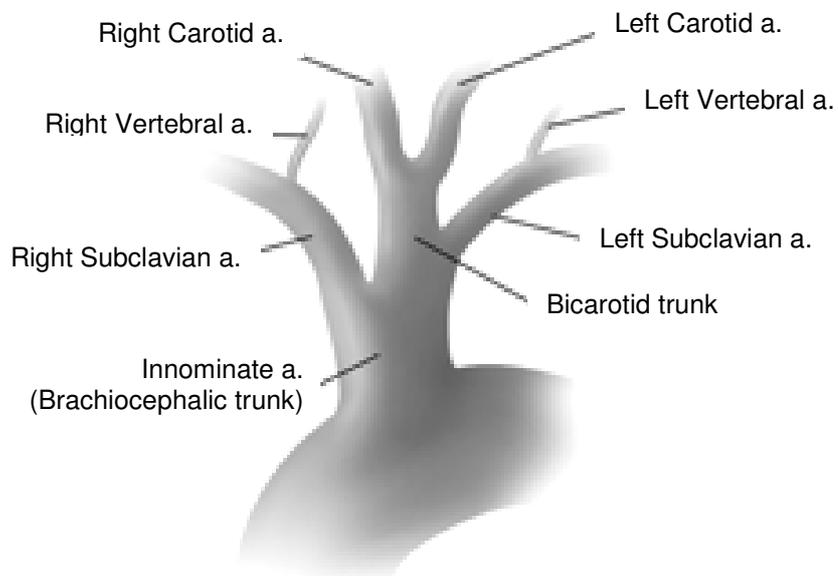


Abb. 4 Aortenbogen mit einem einzelnen Abgang des Truncus brachiocephalicus, der sich im Verlauf in die beiden Aa. carotides communes und Aa. subclaviae aufteilt [Layton 2006]

1.2 Historischer Überblick

Der erste Bericht über einen Patienten mit Symptomen, die auf einen Prozeß der supraaortalen Gefäße schließen ließen - in diesem Fall auf den Verschluss der A. subclavia - geht auf Savory im Jahr 1856 zurück [Savory 1856]. Zwanzig Jahre später beschrieb Broadbent einen Patienten mit fehlendem Radialispuls, bei dessen Obduktion er einen Verschluss des Truncus brachiocephalicus und der linken A. subclavia fand [Broadbent 1875]. Die ersten operativen Verfahren am Aortenbogen wurden im Jahr 1818 durch Valentine Mott durchgeführt [Rutkow 2001]. In diesen Fällen handelte es sich meist um aneurysmatische oder stenosierende Veränderungen der supraaortalen Gefäße, die durch Syphilis hervorgerufen wurden und erstmals durch Mott mittels Ligatur behandelt wurden. Den ersten operativen Eingriff unternahm er am Truncus brachiocephalicus, den der Patient nur 26 Tage lang überlebte. Ähnliche Verfahren folgten an der A. carotis und A. iliaca communis. Henry T. Bahnson gelang 1953 der erste Bypass zwischen der Aorta ascendens und dem Truncus brachiocephalicus mittels einer Kunststoffprothese bei einem Patienten mit entzündlich veränderten Verschlüssen der Gefäße [Bahnson 1959]. Ein Jahr später, im Jahr 1954, gelang Davis und Mitarbeitern die erste Endarteriektomie des Truncus brachiocephalicus, die mittels einer rechts anterioren Thorakotomie an einem symptomatischen, arteriosklerotischen Prozess des Gefäßes vorgenommen wurde [Davis 1956]. Im Jahr 1960 lieferte Contorni als Erster eine Erklärung für das *Subclavian Steal*-Phänomen [Contorni 1960] und im Jahr 1980 erschien die erste Publikation von Bachman, Kim, Mathias und Mitarbeitern über die erfolgreiche Angioplastie der A. subclavia [Bachmann 1980]. Queral und Criado publizierten im Jahr 1996 die Ergebnisse der endoluminalen Intervention mit Stent-Plazierung an einem Verschuß des Truncus brachiocephalicus und der A. carotis communis [Queral 1996]. In neuerer Zeit stehen endovaskuläre Techniken neben der operativen Therapie der Truncus brachiocephalicus-Stenose auf dem Prüfstand und sind Inhalt gegenwärtiger Studien.

Wie für viele Gefäßerkrankungen, so auch bei einer Truncus brachiocephalicusläsion, gilt es etablierte operative und neuere endovaskuläre

Therapiekonzepte bezüglich Durchführbarkeit und Nutzen für den Patienten aufs Neue zu bewerten. Diese Arbeit möchte einen Beitrag dazu leisten.

1.3 Ätiologie

Die Arteriosklerose ist die häufigste Ursache (90 %) für abgangsnahen Stenosen und Verschlüsse der Aortenbogenäste [Hepp 2001]. Auch im Rahmen eines „*Thoracic-outlet-Syndroms*“ (TOS) kann es zu funktionellen oder später symptomatischen Stenosen kommen. Entzündliche Erkrankungen wie die Takayasu-Arteriitis, die Riesenzellarteriitis oder die Lues (Tertiärstadium, Lues III) müssen ätiologisch in Betracht gezogen werden. Als weitere Ursachen sind Knickstenosen bei Elongation, sekundäre Stenosen im Zusammenhang mit einem Aortenbogenaneurysma, radiogene Stenosen und spontane Arterienwanddissektionen zu nennen. Iatrogene Gefäßschädigungen (z.B. nach Katheterinterventionen und nach Thorakotomie) und traumatische Arterienläsionen müssen ebenso wie angeborene Gefäßanomalien oder die fibromuskuläre Dysplasie in der Pathologie berücksichtigt werden [Barner 1968, Leitz 1981, Sandmann 1987].

Arteriosklerose

In 90 % der Fälle werden obstruktive Gefäßprozesse durch arteriosklerotische Gefäßwandveränderungen verursacht. Aus noch nicht gekläarter Ursache kommt es zur Zunahme der Media- und Intimadicke als Folge von Flüssigkeits- und Fetteinlagerungen, Makrophageneinwanderungen und Muskelzellproliferation. Über das Stadium der arteriosklerotischen Plaque kommt es durch fortschreitenden Umbau der Arterienwand zu Gefäßstenosen. Neben genetischen Einflüssen konnten in zahlreichen Studien kardiovaskuläre Risikofaktoren identifiziert werden, welche die Manifestation und Progression der Gefäßveränderungen beeinflussen; dazu zählen Alter und Geschlecht, Diabetes mellitus, arterieller Hypertonus, Rauchen, Hyperlipidämie, Hyperhomocysteinämie, Hyperfibrinogenämie sowie familiäre Disposition [Fowlers 1992].

Aus pathologischen Untersuchungen ist bekannt, dass es sich bei der Atherosklerose um eine Erkrankung handelt, die Manifestationen in

verschiedenen Gefäßregionen aufweist [Ross 1986, Stary 1994]. So scheint das Vorliegen einer peripheren arteriellen Verschlusskrankheit (pAVK) oder einer Karotisstenose ein Risikoindikator für das spätere Auftreten eines Schlaganfalls oder Herzinfarkts zu sein [Kannel 1988]. Aus prospektiven Untersuchungen ist bekannt, dass bereits der Nachweis einer asymptomatischen Atherosklerose ein starker prognostischer Faktor für das Auftreten kardiovaskulärer Ereignisse ist. Die sonographische Messung der Intima-Media-Dicke ist eine gut reproduzierbare Methode zur direkten Untersuchung der Frühatherosklerose an der A. carotis [Ross 1986, Stary 1994] und ein Indikator für zusätzliche Manifestationen atherosklerotischer Läsionen in anderen Gefäßregionen [Grobbee 1994, Geroulakos 1994, Bots 1994]. O'Leary und Mitarbeiter konnten nachweisen, dass eine Zunahme des Intima-Media-Komplexes der A. carotis über einen Beobachtungszeitraum von 6,2 Jahren signifikant mit dem späteren Auftreten eines Schlaganfalls oder Myokardinfarkts assoziiert war [O'Leary 1999]. In der Framingham-Studie konnte gezeigt werden, dass Patienten mit einer pAVK eine 10-Jahres-Wahrscheinlichkeit von 45 % für die Manifestation einer KHK und 20 % für die Manifestation einer zerebrovaskulären Erkrankung aufwiesen [Kannel 1988, Kannel 1994, Ross 1986]. Diese Beobachtung konnte auch von anderen Autoren bestätigt werden; Hertzler et al. konnten zeigen, dass Patienten mit symptomatischer pAVK in bis zu 90 % der Fälle eine angiographisch nachweisbare koronare Herzkrankheit (KHK) hatten, obwohl diese Patienten in vielen Fällen asymptomatisch waren, da sie oft durch eine Claudicatio intermittens bei Belastung limitiert waren [Hertzler 1984]. In einer Untersuchung von Aronow und Ahn an 1886 Patienten wiesen 60 % der Patienten mit pAVK signifikante Stenosen der Karotis- oder Koronarstrombahn auf, während 40 % der Patienten mit KHK oder Karotisstenosen eine zusätzliche pAVK hatten [Aronow 1994]. Zum Zeitpunkt der Diagnose einer pAVK liegen offenbar häufiger bereits atherosklerotische Manifestationen in anderen Gefäßregionen vor als bei Diagnose einer KHK oder zerebrovaskulären Erkrankung. Schlussfolgernd lässt sich sagen, dass die Diagnose einer pAVK also das Zeichen einer fortgeschrittenen und ausgedehnten Atherosklerose zu sein scheint.

1.4 Klinische Symptomatik

Chronische Verschlussprozesse des Truncus brachiocephalicus bleiben in vielen Fällen asymptomatisch. Die Symptomatik der Truncus brachiocephalicus-Prozesse leitet sich aus der Lokalisation der Läsion und der nachgeschalteten Gefäßstrombahn bzw. ihres Versorgungsgebietes ab. Aufgrund der zahlreichen möglichen Erkrankungsursachen, der unterschiedlichen Ausprägung des Verschlussprozesses, häufig auftretender kombinierter Gefäßveränderungen mit Beteiligung mehrerer Gefäßäste und einem möglicherweise vorliegenden Kollateralkreislauf mit Kompensationsmöglichkeiten ist das Beschwerdebild vielgestaltig [Rantner 2007, Fisher 1961, Piccone 1970, Bornstein 1986, Hennerici 1988, Walker 1985].

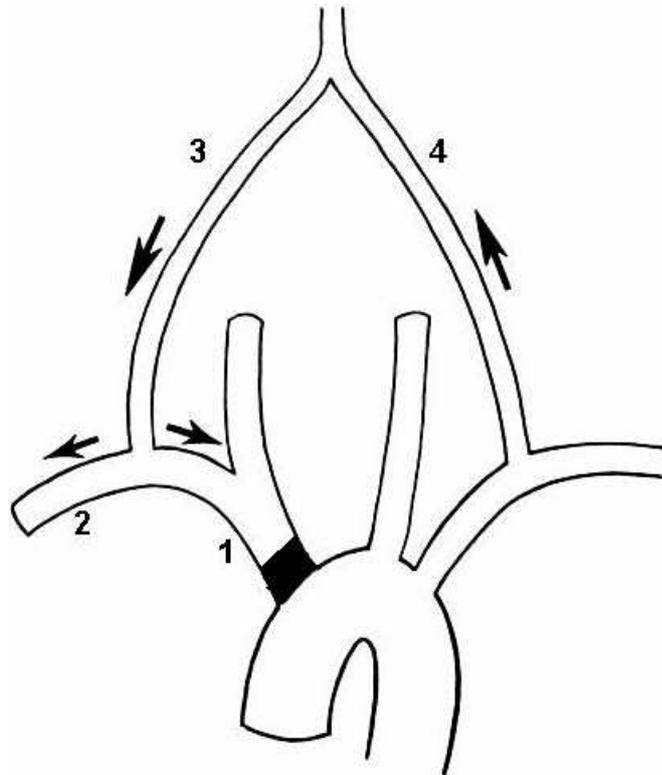


Abb. 5 Schema mit Darstellung der Flussverhältnisse bei Verschluss des Truncus brachiocephalicus (1). Die A. subclavia (2) und A. carotis communis rechts, werden über die retrograd perfundierte A. vertebralis rechts (3) versorgt. Die linke A. vertebralis wird antegrad perfundiert (4) [Husmann 2008]

1.4.1 Zerebrale Symptome

Bei aortenbogennahen Verschlussprozessen vor dem Abgang der A. vertebralis können Symptome der vertebrobasilären Insuffizienz (Tab. 1) [Hepp 2001] auftreten. Es werden intermittierend auftretender Drehschwindel (sog. „*Drop attacks*“) oder Innenohrschwerhörigkeit sowie Gangunsicherheit beobachtet [Rantner 2008]. Die Symptomatik nach Infarzierungen im Vertebralisstromgebiet wird als Wallenberg-Symptomatik zusammengefasst und beinhaltet auf der ipsilateralen Seite ein Horner-Syndrom, Ataxie und eine Gaumensegelparese; kontralateral beobachtet man dissoziierte Empfindungsstörungen. Im Sinne eines Steal-Phänomens können diese Beschwerden durch Arbeiten mit dem Arm der betroffenen Seite provoziert werden. Ischämische zerebrale Ereignisse finden sich aufgrund der Autoregulationsmechanismen insgesamt eher selten, sie können auch Folge von Embolisationen aus arteriosklerotischen Läsionen im Stenosebereich sein. Analog zur Carotisstenose lassen sich die Zeichen der vertebrobasilären Insuffizienz in vier Stadien einteilen. Hierbei reicht das klinische Bild vom asymptomatischen Stadium I über eine transitorische Hirnstammsymptomatik wie z.B. „*drop attacks*“ und intermittierende Drehschwindelattacken (Stadium II) bis hin zum progressiv fortschreitendem Apoplex (Stadium III) und Infarzierungen im Vertebralisstromgebiet (Stadium IV). Das asymptomatische Stadium I kommt hierbei am häufigsten vor. Ursächlich hierfür ist die meist ausreichende Kollateralisierung.

- Schwindel
- Sehstörungen
- Dysarthrie
- Innenohrschwerhörigkeit
- Tinnitus
- Ataxie
- Nystagmus
- Diplopie
- Fokale sensorische oder motorische Anfälle
- Infarzierung im Vertebralisstromgebiet (Wallenbergssymptomatik: ipsilaterales Horner-Syndrom, Ataxie und Gaumensegelparese, kontralateral dissoziierte Empfindungsstörungen)

Tab. 1 Symptome der vertebrobasilären Insuffizienz

1.4.2 Periphere Symptome

Bei Dekompensation des Kollateralkreislaufs kommt es zu Symptomen der Claudicatio brachialis. In Anlehnung an die Einteilung nach Fontaine für die periphere arterielle Verschlusskrankheit der unteren Extremität kann das klinische Beschwerdebild in vier Stadien (I-IV) eingeteilt werden:

- I asymptomatische Läsion
- II belastungsabhängige Beschwerden: Parästhesien, Kältegefühl und Kraftlosigkeit
- III Ruheschmerz
- IV akrale Gewebsläsion, trophische Störungen

Durch das häufige Vorkommen der asymptomatischen Läsion (Stadium I) fällt eine Truncus brachiocephalicus-Stenose nicht selten zufällig durch eine Blutdruckdifferenz bei beidseitiger Messung oder bei Screeninguntersuchungen der Carotisgefäße auf.

1.5 Bedeutung der Risikofaktoren

In der Framingham-Studie wurden folgende Risikofaktoren der Atherosklerose ermittelt: arterielle Hypertonie, Diabetes mellitus, Hyperlipidämie, Nikotinabusus und familiäre Disposition [Kannel 1988]. Diese Risikofaktoren beeinflussen nicht nur den Zeitpunkt der Manifestation der klinischen Symptomatik, sondern besitzen auch für die Lokalisation der Atherosklerose in den verschiedenen Gefäßprovinzen eine unterschiedliche Wertigkeit (Tab. 2) [Gordon 1972, Greten 1998].

KHK	Hyperlipidämie > Rauchen = Hypertonie = Diabetes mellitus
Karotisstenose	Hypertonie > Diabetes mellitus > Hyperlipidämie > Rauchen
pAVK	Rauchen > Diabetes mellitus > Hyperlipidämie > Hypertonie

Tab. 2 Wertigkeit kardiovaskulärer Risikofaktoren für die einzelnen Gefäß-Regionen [Gordon 1972, Greten 1998]

Arterieller Hypertonus

Eine wichtige Rolle für die Atherogenese spielt die Interaktionen zwischen Blutströmung und Arterienwand. Im Bereich der Bifurkationen und Abzweigungen kommt es zur Ausbildung von sog. Sekundärströmungen, die zur Einwirkung von Kräften senkrecht auf die Gefäßwand und somit zur endothelialen Dysfunktion führen [Liesch 1991]. Bei Patienten mit arterieller Hypertonie kommt es zu einer Verstärkung dieser Strömungsphänomene. Dies könnte als eine Erklärung für die starke Wertigkeit dieses Risikofaktors für die Entstehung von Stenosen an Bifurkationen und Abgängen von Aortenästen, Karotiden und Koronargefäßen dienen [Greten 1998, Kannel 1994, Kannel 1998].

Diabetes mellitus

Große epidemiologische Studien [Kannel 1985, Fowkes 1992, Widmer 1991] konnten zeigen, dass die pAVK - Prävalenz bei Diabetikern doppelt so hoch ist wie bei Nichtdiabetikern. Dabei soll die genetisch determinierte Insulinresistenz eine Schlüsselrolle spielen, denn sie führt zum Hyperinsulinismus, der auch für

die Entstehung der arteriellen Hypertonie verantwortlich gemacht wird. In Tierexperimenten konnte gezeigt werden, dass Insulin die Sympathikusaktivität steigert und die renale Rückresorption von Natrium erhöht. Außerdem ist ein proliferativer Effekt auf die glatten Muskelzellen der Gefäßwände beobachtet worden. Inwieweit diese Mechanismen beim Menschen zur Entwicklung eines Hypertonus beitragen ist noch nicht bekannt. Sicher ist, dass die Insulinresistenz die Zahl der freien Fettsäuren im Blut erhöht, da die antilipolytische Aktivität des Insulins herabgesetzt wird. Durch das vermehrte Angebot steigert die Leber die Synthese von Lipoproteinen. Insbesondere die als besonders atherogen geltende LDL-Fraktion ist davon betroffen. Eine vor allem androide Adipositas, charakterisiert durch eine Taille – Hüft – Relation $> 0,9$ bei Männern bzw. $0,85$ bei Frauen, und körperliche Inaktivität begünstigen die Insulinresistenz [Reaven 1988]. Die Syntropie der genannten Bausteine einschließlich einer Mikroalbuminurie von über $20 \mu\text{g}$ pro Minute wird als metabolisches Syndrom bezeichnet und ist oft mit kardiovaskulären Komplikationen verknüpft. Diesen Zusammenhang konnte B. Isomaa und Mitarbeiter in der ersten großen Langzeitbeobachtungsstudie von Patienten mit metabolischem Syndrom zeigen [Isomaa 2001]. Eingeschlossen waren 3606 Frauen und Männer im Alter von 35 - 70 Jahren aus Westfinnland. Eine koronare Herzkrankheit trat bei Patienten mit metabolischem Syndrom innerhalb des 6,9 Jahre umfassenden Beobachtungszeitraumes dreimal häufiger, ein Myokardinfarkt 2,6 mal häufiger und ein Schlaganfall 2,3 mal häufiger auf als bei Patienten ohne metabolisches Syndrom. Folgende Abbildung fasst die Komponenten des metabolischen Syndroms zusammen (Abb. 6).

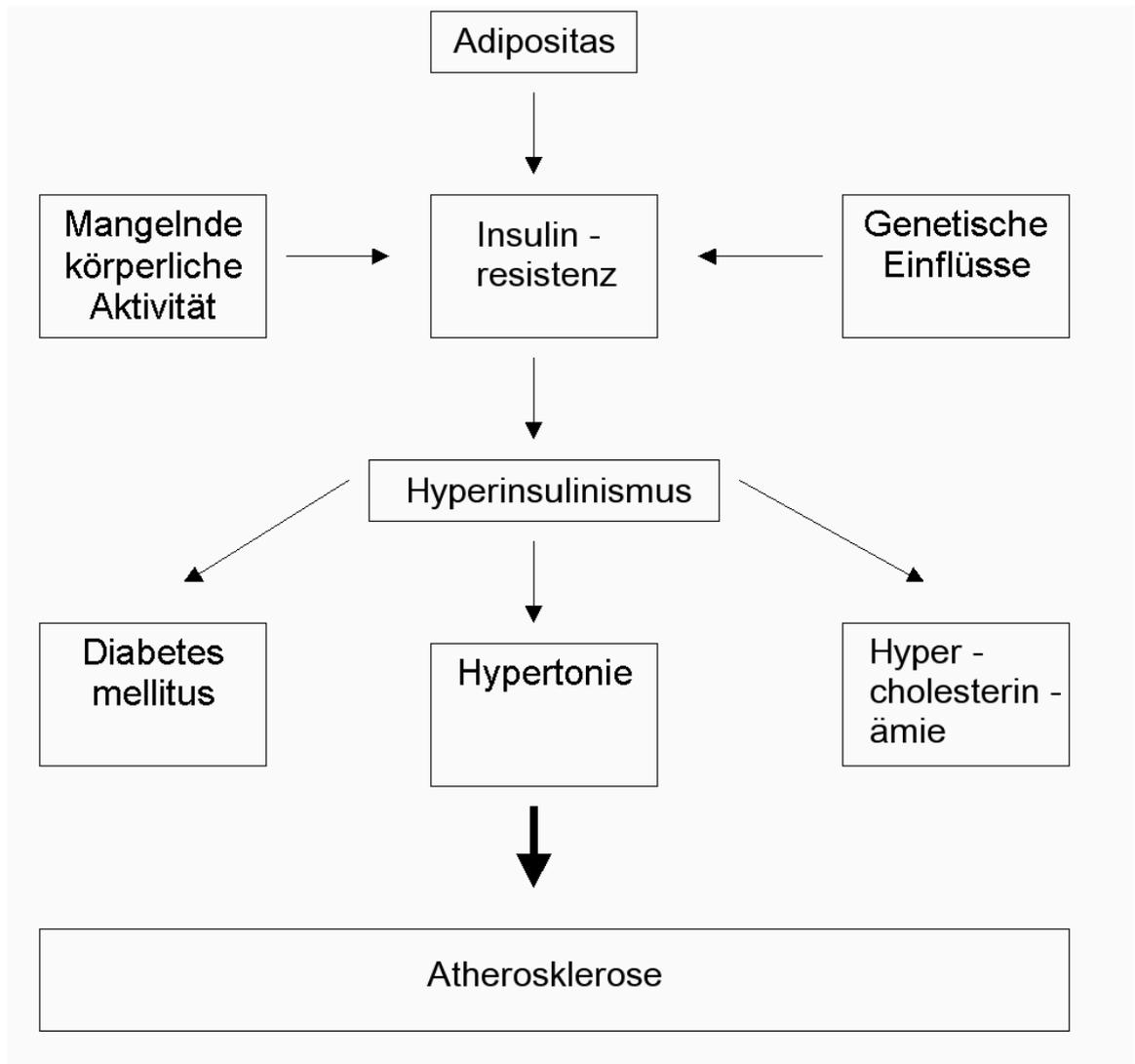


Abb. 6 Komponenten des metabolischen Syndroms (in Anlehnung an Reaven 1988).

Hyperlipoproteinämie

Bereits 1912 stellten Windaus und Wieland fest, dass sich in atherosklerotischem Material 30 mal mehr Cholesterin als in normalem Gewebe befindet [Holm 1990]. Heute besteht kein Zweifel mehr, dass zirkulierende Lipide eine Voraussetzung für die Entstehung und Progression atherosklerotischer Plaques sind [Holm 1990, Vance 2000, Bräsen 1998, Ross, 1986, Stary 1994, Kannel 1988]. Durch das Wand-Lumen-Verhältnis kommt es in den Koronarien schneller zur Ausbildung hämodynamisch relevanter Stenosen als in größeren Gefäßen wie den Karotiden und Beinarterien.

Ebenfalls in der Framinghamstudie [Kannel 1970] konnte gezeigt werden, dass ein Cholesterolspiegel größer 7 mmol/l mit einer Verdopplung der Inzidenz der vaskulären Claudicatio intermittens einhergeht. Kannel und Mitarbeiter beschrieben in 1985, dass insbesondere das Verhältnis von LDL zu HDL eine entscheidende Rolle spielt. Demnach haben die HDL- Partikel einen protektiven Effekt, eine hohe LDL- Fraktion hingegen gilt als Progressionsfaktor der Atherosklerose. Beschrieben ist, dass die Erhöhung der LDL- Konzentration im Blut zu einer Störung der Endothelfunktion mit vermehrter Migration von Monozyten und T-Lymphozyten in den Endothelialraum führt. Die Monozyten wandeln sich in Makrophagen um. Über den Scavenger-Rezeptor nehmen Makrophagen und glatte Muskelzellen oxidierte LDL-Partikel auf. Über die Bildung von fettreichen Schaumzellen entstehen fibroproliferative, lipid- und zellreiche atherosklerotische Plaques. Ein weiteres Lipoprotein, das Lp (a), gilt heute als unabhängiger Risikofaktor der Atherosklerose [Kannel 1985].

In der GRIPS- Studie [Cremer 1997] wird Lp (a) als bedeutender Risikofaktor für die Atheroskleroseentstehung herausgestellt. Von der Struktur ist das Lp (a) sowohl Lipoprotein als auch Gerinnungsfaktor. Es wird ebenfalls über den Scavenger-Rezeptor der Makrophagen aufgenommen und führt zur Schaumzellbildung. Sein Apolipoprotein (a) ist dem Plasminogen homolog und kann es kompetitiv aus der Bindungsstelle am Fibrin verdrängen. Die Auflösung von Gerinnseln wird dadurch negativ beeinflusst. Weiterhin wurde beschrieben, dass Lp (a) die Freisetzung von Plasminogen – Aktivator – Inhibitor fördert. Eine medikamentöse oder diätetische Beeinflussung der Lp (a)- Konzentration ist derzeit nicht möglich [Jaeger 2001].

Rauchen

Rauchen ist der wichtigste vermeidbare Risikofaktor und hat eine besondere Wertigkeit bei der Pathogenese der pAVK und KHK, wobei es den wichtigsten Risikofaktor für die Entstehung der pAVK darstellt [Kannel 1994, Kannel 1988, Gordon 1972, Fowkers 1992]. Bei Rauchern sind primär Becken- und Oberschenkelarterien von Atherosklerose betroffen, die Ursache hierfür konnte bisher nicht ausreichend geklärt werden [Greten 1998].

Familiäre Disposition

Als letzter klassischer Risikofaktor konnte nach der Framingham-Studie die familiäre Disposition für die Atherogenese eruiert werden [Kannel 1994, Kannel 1988]. In epidemiologischen Untersuchungen zeigte sich eine stärkere Assoziation dieses Risikofaktors für die Manifestation der KHK und zerebrovaskulären Atherosklerose, während die Assoziation zur pAVK weniger ausgeprägt war [Kannel 1994, Colditz 1986, Schildkraut 1989]. Der Faktor „familiäre Disposition“ fasst jedoch eine Vielzahl von genetischen Risikokomponenten zusammen, die bisher nur zu einem kleinen Teil untersucht sind.

Homocystein

In den letzten Jahren konnten einige Autoren eine Assoziation zwischen erhöhtem Plasmahomocystein und verschiedenen Manifestationen der Atherosklerose zeigen [Blankenberg 2002, Boushey 1995, Welch 1998]. Insbesondere ließ sich eine Assoziation einer Hyperhomocysteinämie mit thromboembolischen Ereignissen nachweisen [Welch 1998].

Eine milde Hyperhomozysteinämie ist bei 5 - 7% der Allgemeinbevölkerung zu finden, jedoch bei 20 - 50% der Patienten mit atherosklerotischem Gefäßkrankungen. Eine Metaanalyse der vorhandenen Studien hat ergeben, dass das relative Risiko für Patienten mit einer Hyperhomozysteinämie an einer koronaren Herzkrankheit zu erkranken um das 1,8 fache erhöht ist, bei zerebrovaskulären Erkrankungen beträgt die Risikosteigerung das 2,5 fache und bei der PAVK sogar das 6,8 fache [Boushey 1995]. Die pathophysiologischen Mechanismen, die der atherogenen Wirkung der Hyperhomozysteinämie zugrunde liegen, sind sehr komplex. Homozystein führt zu einer direkten Endothelschädigung durch verschiedene Mechanismen. Die NO-abhängige Vasodilatation wird vermindert. Durch Aktivierung von Gerinnungsfaktoren, insbesondere Faktor V und Reduzierung der Aktivität des Protein C, wird die Gerinnungsaktivität gesteigert. Glatte Muskelzellen werden zur Proliferation angeregt und die Aggregation von Thrombozyten nimmt zu. Darüber hinaus wird vermutet, dass Homozystein die Plasmalipoproteine, insbesondere die LDL-Fraktion, erhöhen. Homozystein führt zu einer

Oxidierung der LDL- Fraktion, welche in der Folge nicht mehr über den LDL-Rezeptor abgebaut werden kann und deshalb vermehrt von Makrophagen aufgenommen wird. In der Folge entstehen atherogene Schaumzellen [Weiss 1999]. Ursächlich liegt der Hyperhomozysteinämie neben seltenen genetischen Enzymdefekten der alimentär bedingte Mangel der Vitamine Folsäure, Vitamin B6 und B12 zugrunde. Eine therapeutische Intervention kann durch die Zufuhr dieser Vitamine erfolgen, wobei die Substitution der Folsäure am wirkungsvollsten ist [Weiss 1999].

Infektionen

Neben den Herpesviren wie dem *Zytomegalievirus* werden auch einige Bakterien wie *Chlamydia pneumoniae* oder *Helicobacter pylori* in der Pathogenese der Atherosklerose diskutiert und es fanden sich Assoziationen zu atherosklerotischen Läsionen in allen Gefäßgebieten [Fabricant 1987, Blankenberg 2001, Epstein 1999, Epstein 2000, Espinola-Klein 2000]. Von den Arbeitsgruppen um Zhu und Epstein wurde die Theorie aufgestellt, dass möglicherweise die Kombination verschiedener Infektionen als Infektionslast eine wichtige Rolle für die Genese und Progression der Erkrankung ist [Zhu 2000, Epstein 2000]. Die Ergebnisse hinsichtlich der pathogenetischen Bedeutung sind jedoch nicht einheitlich und gegenwärtig Gegenstand der Forschung.

Die Atherosklerose ist ein multifaktorielles Geschehen und in der Regel liegt beim Patienten eine Kombination verschiedener Risikofaktoren vor. In diesem Fall erhöht sich das vaskuläre Risiko auf ein Vielfaches [Da Silva 1979, Murabito 1997]. In der Atherosklerose-Prävention gelten ein moderater Alkoholkonsum sowie regelmäßige körperliche Aktivität als vasoprotektive antiatherosklerotische Maßnahmen [Carmargo 1993, Housley 1993].

1.6 Therapieverfahren

Eine symptomatische Stenose des Truncus brachiocephalicus stellt mit 2 % aller extrakranieller Gefäßpathologien eine seltene Ursache für die zerebrovaskuläre Insuffizienz dar [Teleky 1991], ebenfalls sind höhergradige Obstruktionen oder Verschlüsse selten. Die Indikation zur Operation wird bei

embolisierenden Stenosen und bei schlecht kollateralisierten Verschlüssen gestellt, wobei sich die Verfahrenswahl nach der Lokalisation und der Stenosemorphologie richtet (z.B. Ausmass der Verkalkung). Standard-Verfahren ist das aorto-truncale Interponat oder der aorto-carotidale Bypass. Desweiteren ist auch eine endovaskuläre Therapie (PTA, Stent) möglich. Die Indikationsstellung zur Behandlung von Pathologien des Truncus brachiocephalicus ist nur bei eindeutiger Symptomatik gegeben, entweder wenn eine klinisch relevante, durch Provokationstests reproduzierbare vertebrobasiläre Insuffizienz vorliegt oder eine behandlungsbedürftige Minderperfusion des Armes besteht. Embolisierende Gefäßveränderungen der supraaortalen Stammgefäße, die zu intermittierenden neurologischen Beschwerden führen, sind in allen Fällen als dringliche Behandlungsindikation zu sehen [Rantner 2007].

1.6.1 Operative Therapie

Zur Behandlung abgangsnaher Stenosen und Verschlüsse der Aortenbogen-äste stehen grundsätzlich transthorakale Operationsverfahren mit Sternotomie oder Thorakotomie und weniger invasive extrathorakale Bypass- oder Transpositionsoperationen zur Verfügung. Voraussetzung für die Wahl des extrathorakalen Verfahrens ist allerdings ein unbeeinträchtigtes Spendergefäß. Die perioperative Mortalität wird mit <4% beim transthorakalen Vorgehen und mit <1% beim extraanatomischen, extrathorakalen Bypassverfahren angegeben [Brountzos 2004, Criado 2006, Greenberg 1998, Henry 1999, Nomura 1999, Mehigan 1987, Berguer 1998, Crawford 1983, Uurto 2002, Vitti 1994, DGG 2008].

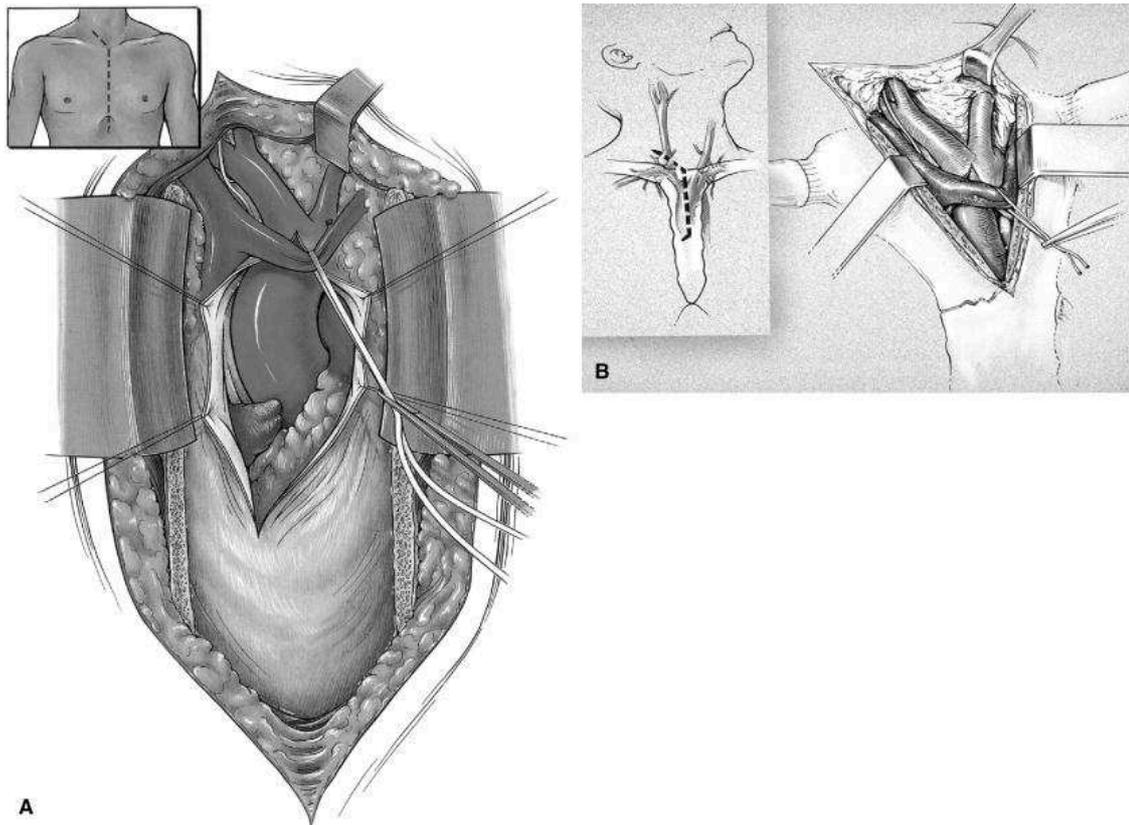


Abb. 7 Transthorakaler Zugang mittels A) Sternotomie mit Sicht auf Aortenbogen und supraaortale Gefäße und B) partielle Sternotomie [Berguer 1992]

I.) Transthorakales Vorgehen (Abb. 8)

Bei der lokalen Korrektur kurzstreckiger Stenosen und Verschlüsse einzelner Aortenbogenäste steht die offene Thrombendarteriektomie (TEA), in der Regel kombiniert mit einer Patchplastik, zur Verfügung. Zur Korrektur langstreckiger Verschlussprozesse der supraaortalen Gefäßabgänge oder bei Vorliegen einer Mehrgefäßerkrankung werden orthotope Bypassverfahren auch unter Verwendung von Bi- oder Trifurkationsprothesen empfohlen. Als zentraler Anschlussort dient in der Regel die tangential ausgeklemmte Aorta ascendens [Heberer 2004].

la) Endarteriektomie mit Kunststoffstreifen (Abb. 8a)

Nachdem der stenosierende Plaque aus dem Gefäß entfernt wurde, wird ein Kunststoffstreifen, der proximal in den Arcus aortae und distal entweder in die A. carotis communis oder in die A. subclavia oder Y-förmig in beide reihen soll, eingenäht [Heberer 2004].

lb) Resektion und Protheseninterposition (Abb. 8b)

Bei hochgradigen Stenosen bzw. bei einem chronischen Verschuß des Truncus brachiocephalicus besteht die Möglichkeit das Verschußsegment zu resezieren und durch eine Dacronprothese zu ersetzen. Das distale Ende der Anastomose reicht dabei entweder in die A. carotis communis oder in die A. subclavia oder Y-förmig in beide [Heberer 2004].

lc) Kunststoffbypass von der Aorta ascendens zur rechten A. subclavia oder zur rechten A. carotis communis (Abb. 8 c,d)

Bei diesem Verfahren wird im Gegensatz zu la) und lb) die originäre Strombahn belassen und damit eine evtl. Emboliequelle nicht ausgeschaltet.

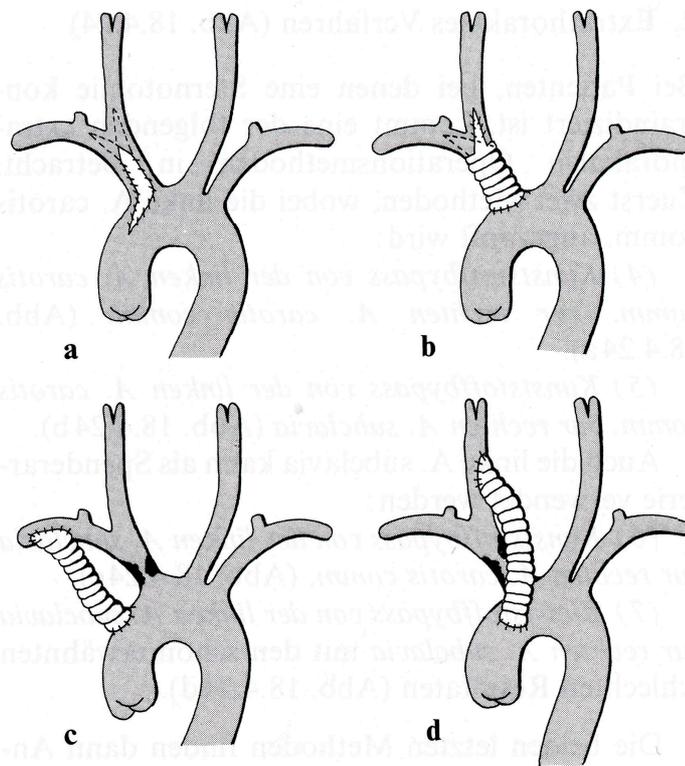


Abb. 8 Transthorakale Rekonstruktionsmöglichkeiten bei einem Verschußprozeß des Truncus brachiocephalicus [Heberer 2004]

Diese drei genannten Methoden finden bei symptomatischen Patienten mit einem *Subclavian-Steal-Syndrom*, sowie bei *Claudicatio brachialis* wegen Minderdurchblutung des Armes Anwendung und sollten gegenüber einem extrathorakalen Verfahren bevorzugt werden [Heberer 2004].

II) Extrathorakales Vorgehen (Abb. 9)

Der häufigste Eingriff der zahlreichen extrathorakalen Bypassverfahren ist der kurze Carotis-Subclavia-Bypass bei abgangsnahen Verschlüssen der rechten oder linken A. subclavia. Zur Überbrückung von Mehrgefäßverschlüssen können sequentielle Bypässe angelegt werden.

IIa) Kunststoffbypass von der linken A. carotis communis zur rechten A. carotis communis (Abb. 9a)

IIb) Kunststoffbypass von der linken A. carotis communis zur rechten A. subclavia (Abb. 9b)

IIc) Auch die linke A. subclavia kann als Spendearterie verwendet werden. Hier wird ein Kunststoffbypass von der linken A. subclavia zur rechten A. carotis communis dargestellt (Abb.9c).

IIId) Kunststoffbypass von der linken A. subclavia zur rechten A. subclavia (Abb.9d)

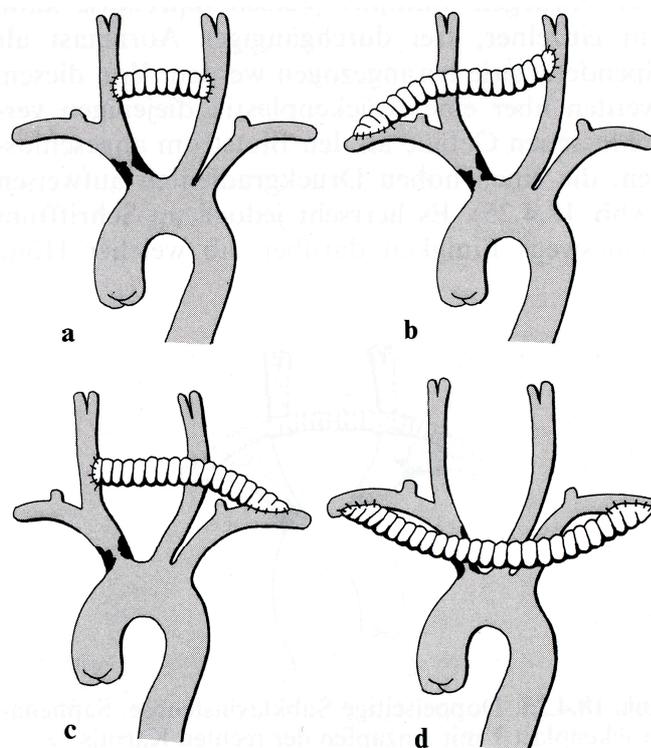


Abb. 9 Extrathorakale Rekonstruktionsmöglichkeiten bei einem Verschlussprozeß des Truncus brachiocephalicus [Heberer 2004]

Sowohl bei transthorakalen als auch bei extrathorakalen operativen Verfahren hat sich die Verwendung von alloplastischen Gefäßprothesen (Dacron-Prothesen) als Bypassmaterial wegen der im Vergleich zum Venenbypass besseren Langzeitergebnisse bewährt. Sofort- und Frühverschlüsse sind ausserordentlich selten, in ca. 10% ist mit einem Spätverschluss zu rechnen [Criado 2006, Greenberg 1998, Mehigan 1987, Crawford 1983]. Die Indikationsstudien der 90er Jahre haben gezeigt, dass symptomatische Patienten mit TIA oder mildem Schlaganfall und einer ipsilateralen Karotisstenose von mehr als 70% und asymptomatische Patienten mit hochgradigen Stenosen über 80% bzw. Patienten mit symptomatischen Stenosen der A. subclavia von einer operativen Therapie profitieren [NASCET 1991, ECST 1991, NASCET 1991, Schardey 1996, NASCET 1991].

1.6.2 Stentgestützte Angioplastie

Die perkutane transluminale Angioplastie (PTA) ohne und mit Stenteinbringung hat in den letzten 20 Jahren als interventionelles Therapieverfahren im Bereich der extremitätenversorgenden Gefäße, der Koronararterien und der Nierenarteriengefäße die therapeutischen Konzepte erweitert.

Ebenso wie bei den operativen Verfahren leitet sich derzeit die Indikation zur PTA der supraaortalen Gefäße vom klinischen Stadium des Patienten unter Berücksichtigung des Grades, der Morphologie und der Lokalisation der Stenose ab. Zirkuläre Kalzifikationen, größere und flottierende Thrombusauflagerungen sowie eine ausgeprägte Gefäßelongation gelten dabei als Kontraindikationen [Allenberg 1999, Eckstein 1999, Gil-Peralta 1996, Mathias 1999]. Andererseits wird aufgrund der erhöhten operativen Gefahr einer zusätzlicher Gefäß- und Nervenschädigung bei radiogenen Gefäßstenosen, nach „neck dissection“, Reizrezidivstenosen nach Endarterektomie und bei allgemein erhöhtem Operationsrisiko die PTA (-/+ Stent) als Methode der Wahl betrachtet [Eckstein 1999, Gil-Peralta 1996, Abrahamsen 1998, Motarjeme 1996]. Bei Stenosen des Truncus brachiocephalicus werden primär ballonexpandierte Stents verwendet, bei längerstreckigen Stenosen (>30 mm) können auch selbstexpandierende Stents Verwendung finden. Die primäre Offenheitsrate der Stent-PTA der A. subclavia

und des Truncus brachiocephalicus wird in der Literatur mit >85% nach 2 Jahren angegeben bei einer Letalität von <1% [Brountzos 2004, Criado 2006, Greenberg 1998, Rodriguez-Lopez 1999, Wholey 2004].

1.6.3 Hybridverfahren

Die Kombination einer Arteriotomie der A. carotis mit Protektion des Zerebrums gegen embolische Geschehen durch Abklemmung der Arteriotomiestelle distal und retrograder Rekanalisation des Verschlusses mit Stenting wurde als Hybridverfahren bei der Behandlung für Obstruktionen des Truncus brachiocephalicus beschrieben (Abb. 10) [Peeters 2005]. Die Hybridtherapie einer symptomatischen Stenose des Truncus brachiocephalicus stellt eine Alternative sowohl zu operativen Verfahren, als auch zur perkutanen transluminalen Angioplastie dar und geht vor allem bei Risikopatienten, denen eine höhere Wahrscheinlichkeit unterliegt, einen Schlaganfall zu erleiden, mit einer geringeren Komplikations- und Mortalitätsrate einher [Lutz 2002].

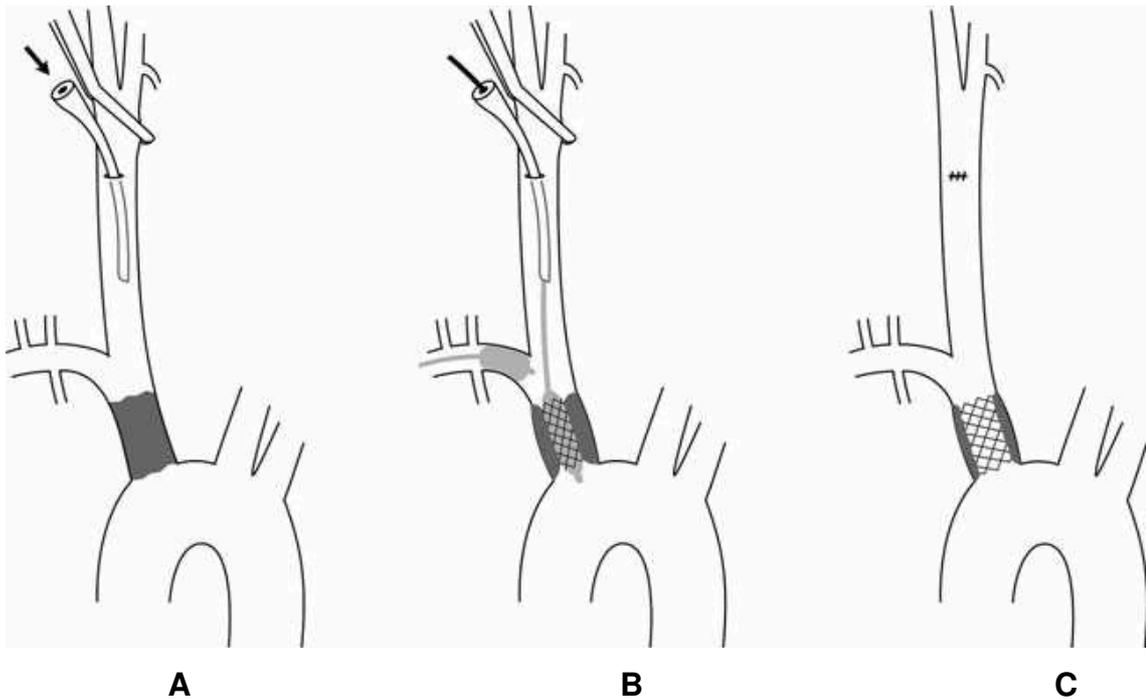


Abb. 10 Schema einer Hybridtherapie beim Verschluss des Tr. brachiocephalicus [Husmann 2008] mit den Schritten:

- A) Arteriotomie der A. carotis communis rechts
- B) Retrogrades Stenting der Obstruktion bei gleichzeitigem Verschluss der Subclavia rechts durch einen Ballon
- C) Stent *in situ* und Arteriotomie geschlossen

1.7 Ziel der Arbeit

Diese retrospektive Studie soll eine Übersicht über die Langzeitergebnisse der operativen Therapie bei stenosierenden Prozessen des Truncus brachiocephalicus in der Klinik für Gefäßchirurgie und Nierentransplantation der Heinrich-Heine-Universität geben. Es wurden die Daten von insgesamt 39 Patienten ausgewertet. Das betrachtete Patientenkollektiv wurde im Zeitraum vom 01.01.1997 bis zum 31.12.2009 operiert. Bei der Auswertung steht hierbei das aorto-truncale Interponatverfahren unter Verwendung einer Kunststoffprothese im Vordergrund. Anhand ermittelter Daten aus den Patientenakten und den Ergebnissen der Verlaufskontrolle soll die aorto-truncale Operation bezüglich ihrer Komplikations- und Offenheitsrate sowie der erreichten Symptombefreiheit bewertet werden. Vergleichspunkte stellen hierbei die Gegenüberstellung des Bypass- mit Transpositionsverfahren und

Desobliterationen sowie Ergebnisse der PTA/Stentverfahren aus der aktuellen Literatur dar.

1.7.1 Fragestellungen

- > Welche diagnostischen Maßnahmen eignen sich zur Diagnose- und Indikationsstellung vor operativer Intervention?

- > Wie ist das Ergebnis der Patienten, die bei einer symptomatischen Stenose bzw. einem Verschuß des Truncus brachiocephalicus durch die operative Methode eines Interponats behandelt wurden, zu beurteilen?

- > Kann die präoperativ bestehende Blutdruckdifferenz mittels des Verfahrens reduziert werden?

- > Kann eine Verbesserung des klinischen Zustandes der Patienten durch eine operative Versorgung erreicht werden?

- > Wie ist die Komplikationsrate und die Verteilung der postoperativen Komplikationen des operativen Verfahrens zu bewerten?

- > Wie ist die Offenheitsrate des Interponates im Langzeitverlauf zu beurteilen?

- > Wie sind die operativen Langzeitergebnisse im Vergleich zu Ergebnissen der endovaskulären Verfahren aus der Literatur zu beurteilen?

2 Patienten und Methoden

2.1 Patienten

2.1.1 Patientenauswahl

Die Grundlage dieser retrospektiven Analyse bilden 39 Patienten im Erwachsenenalter, die zwischen Januar 1997 und Dezember 2009 an einer symptomatischen Truncus brachiocephalicus-Stenose bzw. einem Verschluss des Gefäßes in der Klinik für Gefäßchirurgie und Nierentransplantation des Universitätsklinikums Düsseldorf operiert und deren Patientendaten erhoben und statistisch ausgewertet wurden.

2.1.2 Einschlusskriterien

Alle Patienten, die zwischen dem 01.01.1997 und dem 31.12.2009 an einer Truncus brachiocephalicus-Stenose in der Klinik für Gefäßchirurgie und Nierentransplantation des Universitätsklinikums Düsseldorf operiert worden waren, wurden unter Zuhilfenahme der archivierten Operationsberichte und der WMC-Datenbank des Universitätsklinikums identifiziert. Demzufolge definiert sich das Patientengut durch die Diagnose einer stenosierenden bzw. okkludierenden Truncus brachiocephalicus-Läsion. Um eine Vergleichbarkeit mit den Ergebnissen endovaskulärer Verfahren zu ermöglichen, wurde entschieden, Patienten mit gesicherten Vaskulitiden nicht in die Erfassung aufzunehmen, da entzündlich bedingte Verschlussprozesse nicht allein durch die Operation therapiert werden und zusätzlich einer medikamentösen Therapie bedürfen.

2.2 Parameter

Folgende Zielgrößen wurden retrospektiv erfasst und ausgewertet:

- Geschlecht und Alter
- Relevante Begleiterkrankungen und das Risikoprofil
- Symptomatik und Klinik bei Aufnahme
- Invasive und nicht invasive Diagnostik und Bildgebung (Duplexsonographie, seitengetrennte Blutdruckmessung, Angiographie)
- Frühkomplikationen und perioperative Letalität

(Blutung, Thrombose, Wundinfekt, Pneumonie, Fieber, neurologische Komplikationen)

- Langzeitverlauf, Spätkomplikationen und Spätletalität

2.3 Methodik

2.3.1 Datenerhebung

Die Patientendaten wurden retrospektiv mit einer Aktenrecherche in den Archiven der Chirurgischen Klinik, der Medizinisch-Neurologisch-Radiologischen-Klinik des Universitäts-Klinikums und der gefäßchirurgischen Ambulanz gemäß den oben genannten Einschlusskriterien erfasst. Dabei wurden Daten mit Hilfe eines für diese Studie erstellten Dokumentationsbogens hinsichtlich präoperativer kardiovaskulärer Risikofaktoren und des klinischen Beschwerdebildes, hierbei insbesondere mit Informationen über Beginn, Verlauf und Art der Symptomatik erhoben. Des Weiteren wurden die prä- und postoperativen Blutdruck-, Puls- und Farbduplexsonographiewerte, die Diagnose eines vorliegenden Mehrgefäßprozesses, die Ergebnisse von bildgebenden Untersuchungen der supraaortalen Gefäße, die Operationsverfahren und Komplikationen während des Krankenhausaufenthaltes und der Aufenthaltsdauer aufgezeichnet. Ebenso wurden Daten über den postoperativen Verlauf, z. B. Befunde von Nachuntersuchungen oder Arztberichte erfasst. In den meisten Fällen war eine operationsnahe ambulante Nachuntersuchung zu verzeichnen, die in vielen Fällen noch in der Ambulanz der Klinik für Gefäßchirurgie und Nierentransplantation der Universität Düsseldorf durchgeführt wurde. Somit ließen sich erste Aussagen über postoperative Frühergebnisse machen. Die weiteren routinemäßigen Verlaufskontrollen waren bei wohnortnahen Fachärzten bzw. der Klinik für Neurologie der Universität Düsseldorf vorgesehen. Die Erhebung der Nachuntersuchungsdaten wurde auf mehreren Wegen angestrebt. Das primäre Ziel bestand darin, die Patienten persönlich nach einem vereinbarten Termin in der gefäßchirurgischen Ambulanz nachzuuntersuchen. Hierzu wurden die Patientenanschriften aus den Akten und dem Computersystem der Universitätsklinik herausgesucht und eine schriftliche Einladung zur Nachuntersuchung verschickt. Der genaue Untersuchungsablauf wird in einem

separaten Teil dieses Kapitels erläutert. Wenn keine Rückmeldung von Seiten des Patienten zu verzeichnen war, wurde eine zweite Einladung versandt, welcher zusätzlich ein standardisierter Fragebogen beigelegt wurde, um nähere Informationen über den jeweiligen Patienten und dessen postoperativen Verlauf zu erfahren. Neben einer ausführlichen Befragung zu den Verlaufsparemtern wurde auch Raum für persönliche Anmerkungen gelassen. Beispielsweise wurde ein telefonisches Interview durchgeführt oder ein Termin zu einem späteren Zeitpunkt vereinbart. Auch bei Rückfragen oder bei fehlender Rückmeldung wurde telefonisch Kontakt zum Patienten aufgenommen. So wurde auch bei Patienten verfahren, die nicht zu einer Nachuntersuchung zur Verfügung standen. In diesen Fällen fand eine telefonische Befragung gemäß den zu ermittelnden Zielparemtern statt. Neben Fragen zum postoperativen Verlauf, der Symptomfreiheit und Zufriedenheit mit dem Operationsergebnis wurde gezielt nach Nachuntersuchungen des operierten Truncus brachiocephalicus gefragt. Es wurde dann angestrebt, den Befund beim zuständigen Facharzt anzufordern. Bei allen Patienten, von denen keine Rückantwort verzeichnet werden konnte, wurde Kontakt zu dem in den Krankenakten dokumentierten Hausarzt aufgenommen. So ermittelten wir, ob sich der genannte Patient noch in hausärztlicher Betreuung befand, wie sich der postoperative Verlauf gestaltete und ob durch die Operation Beschwerdefreiheit erreicht wurde. Von besonderem Interesse war der Zeitpunkt der letzten Nachuntersuchung. Darüber hinaus wurde versucht ggf. das Sterbedatum und die Todesursache zu eruieren um einen Zusammenhang mit der erfolgten Operation auszuschließen. Bei Patienten, die verstorben waren oder in Fällen, bei denen auf oben beschriebenem Wege keine Informationen ermittelt werden konnten, kam es zum telefonischen Kontakt mit nahen Angehörigen, die Auskunft über den postoperativen Verlauf und den Gesundheitszustand geben konnten. Fehlende Anschriften wurden mit Hilfe des Einwohnermeldeamts und der telefonischen Auskunft ermittelt und vervollständigt. Bei unklaren Todesursachen wurden die zuständigen Gesundheitsämter angeschrieben. In einigen wenigen Fällen wurden auch Berichte aus externen Krankenhäusern in die Erhebung der Nachuntersuchungsdaten aufgenommen. Als Voraussetzung galt hierbei, dass in der Auflistung der Diagnosen der Zustand nach Operation des Truncus brachiocephalicus vermerkt war sowie eine allgemeine körperliche

Untersuchung dokumentiert und eine farbkodierte duplexsonographische Schalluntersuchung des Gefäßes durchgeführt wurde. So konnten z.B. Hinweise auf die peripheren Pulse der oberen Extremität, beidseitige Blutdruckmessungen oder aber eventuelle Langzeitkomplikationen ermittelt werden. Bei Patienten, die unbekannt verzogen waren, wurde das Datum der letzten dokumentierten Nachuntersuchung als Endpunkt gewertet.

2.3.2 Nachuntersuchung

Befragung der Patienten

Alle Patienten wurden zu einer postoperativen Nachuntersuchung eingeladen. Von den 39 Patienten waren zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung 7 Personen verstorben. Sowohl bei der Anamneseerhebung im Rahmen der Nachuntersuchung, dem zugeschickten Fragebogen als auch beim telefonischen Interview wurden standardisierte Fragen gestellt, mit Hilfe derer der postoperative Verlauf bewertet werden sollte. Die Fragen bezogen sich erstens auf Basisdaten wobei vor allem der aktuelle Gesundheitszustand, das Vorliegen weiterer Verschlussprozesse und kardiovaskulärer Risikofaktoren von Interesse waren. Es wurde ermittelt, ob der Patient zu regelmäßigen Nachuntersuchungen gegangen war und um Erlaubnis gebeten den Befund beim zuständigen Facharzt anzufordern. Anamnestisch wurde erhoben, ob Symptombefreiheit oder aber weiterhin Beschwerden bestanden. In diesem Fall wurde genauer eruiert, ob diese durch die Operation unbeeinflusst blieben, erneut aufgetreten waren oder unabhängig von einem stenosierenden Prozess des Truncus brachiocephalicus bestanden. Ebenfalls wichtig war es zu erforschen, ob dauerhafte Komplikationen durch die Operationen verursacht worden waren. Von besonderem Interesse war auch die subjektive Zufriedenheit des Patienten mit dem Operationsergebnis, um die Erfolgsrate aus Patientensicht bewerten zu können.

Für diesen Zweck wurden drei zentrale Fragen an den Patienten gerichtet:

1. Kam es durch die Operation zu einer Besserung der Beschwerden?
2. Sind körperliche Einschränkungen seit der Operation zu verzeichnen?
3. Wenn Sie die Wahl hätten, würden Sie sich erneut operieren lassen?

Ablauf der Nachuntersuchung

Die Nachuntersuchung in der Gefäßambulanz begann stets mit der Anamneseerhebung und Befragung, die sich an den oben beschriebenen Parametern orientierte. Im Einladungsschreiben waren die Patienten gebeten worden, Befunde vorangegangener Nachuntersuchungen mitzubringen. Diese wurden für die eigene Dokumentation kopiert. Um im Anschluss einen seitengetrennten vergleichenden Blutdruck zu erheben, wurden die Patienten gebeten sich für eine 5-minütige Ruhepause auf die Untersuchungsliege zu legen. Danach wurde die Messung mittels einer Oberarmmanschette und eines Stethoskops nach Riva und Rocci nacheinander an beiden Armen durchgeführt. Sodann folgte eine körperliche Untersuchung, die die Erfassung des Pulsstatus der A. radialis beidseits, Auskultation auf supraclaviculäre Strömungsgeräusche und die Inspektion der Operationsnarbe beinhaltete. Der körperlichen Befunderhebung schloss sich eine zweite Blutdruckmessung an. Als nächste Nachuntersuchungsmaßnahme folgte eine farbkodierte duplexsonographische Untersuchung des operierten Truncus brachiocephalicus (Gerät Siemens Sonoline Elegra) mit einem linearen 7,5-MHz-Schallkopf. Zunächst wurde ein B-Mode-Scan im Querschnitt sowie im Längsschnitt, anschließend ein Farb-Doppler der rechtsseitigen A. carotis communis und A. subclavia durchgeführt und ein etwaiger Stenosegrad mittels der Durchflussgeschwindigkeit bestimmt. Ergänzend zum Farb-Doppler-Modus wurde bei der Puls-Doppler Ableitung auf die Darstellung der charakteristischen triphasischen Strompulskurve geachtet und ein entsprechender Befund mittels Videoprinter für die Dokumentation festgehalten. Die Untersuchung wurde mit einer letzten beidseitigen Blutdruckmessung abgeschlossen. Somit wurden im Verlauf insgesamt drei Messwerte der seitengetrennten Blutdruckwerte erhoben.

2.3.3 Statistische Methoden

Die Auswertung und grafische Darstellung der Daten erfolgte mit der Software Excel 2003 (Microsoft Office Excel 2003; Microsoft Corporation, USA). Aufgrund der kleinen Fallzahl wurde eine deskriptiv-statistische Analyse durchgeführt.

2.4 Datenschutz

Unter Einhaltung des Datenschutzes (Datenschutzbeauftragter des Landes Nordrhein-Westfalen) erfolgte der Datentransfer über die Einwohnermeldeämter, Standesämter und Gesundheitsämter in anonymisierter Form. Unabhängig von mehrfachen Umzügen oder Hausarztwechseln, wurde versucht die Patientendaten soweit wie möglich zu vervollständigen. Die Todesursachen konnten nur teilweise über die Hausärzte, Krankenhäuser und Angehörige ermittelt werden.

3 Ergebnisse

In diesem Kapitel werden zuerst die Frühergebnisse hinsichtlich des primären Operationserfolgs und der Komplikationsrate aus den stationären Behandlungsakten und der ersten postoperativen ambulanten Kontrolle dargestellt. Darauf folgt die Veranschaulichung der Langzeitergebnisse, die aus eigenen Nachuntersuchungen, Kontrollen weiterbehandelnder Ärzte und persönlichen Befragungen ermittelt wurden.

3.1 Patientenkollektiv

Von den insgesamt in diese retrospektive Studie eingeschlossenen 39 Patienten waren 15 (38,5 %) männlich und 24 (61,5 %) weiblich. Die Alterverteilung reichte von 37 bis 75 Jahren, wobei das Durchschnittsalter der Frauen (54,7 Jahre) unter dem der Männer (59,7 Jahre) lag. Insgesamt ließ sich in dieser Patientenserie ein durchschnittliches Alter von 56,6 Jahren festhalten. In 28 Fällen handelte es sich um eine hochgradige, symptomatische Stenose des Truncus brachiocephalicus und in 11 Fällen lag ein Verschluss des Gefäßes vor. Ein Mehrfachprozess der extrakraniellen Hirnversorgenden Arterien wurde in 33 Fällen dokumentiert (Tab. 9).

Durch die präoperative Bildgebung konnten folgende Gefäßanomalien der supraaortalen Äste diagnostiziert werden:

- Hypoplasie der A. vertebralis (n=2)
- Truncus bicaroticus + Hypoplasie der rechten A. vertebralis (n=1)
- Hypoplasie der rechten A. vertebralis + Hypoplasie der A. basilaris (n=1)
- Hypertrophie der A. carotis externa (n=1)

	Anzahl	Prozent
Hausarzt	11	28,2
Krankenhaus	14	35,9
Neurologische Abteilung UKD	10	25,6
Andere Abteilung UKD	3	7,7
Anderes Universitätsklinikum	1	2,6
Gesamt	39	100

Tab. 3 Verteilung der Patientenzuweisung

<u>Geschlecht</u>	<u>Anzahl</u>	<u>Mittelwert Alter (in Jahren)</u>
Weiblich	24	54,7
Männlich	15	59,7
Gesamt	39	56,6

Tab. 4 Geschlechter- und Altersverteilung

3.1.1 Präoperative Symptomatik

Betrachtet man die neurologische Symptomatik dieser Kohorte, so lässt sich feststellen, dass 74,4 % (n=29) der Patienten Beschwerden im Sinne einer vertebrobasilären Insuffizienz angaben. Als neurologisches Symptom stand bei 56,4 % (n=22) der Patienten Schwindel, vor allem bei Überkopf-Arbeiten im Vordergrund. Das zweithäufigste Symptom waren Sehstörungen mit 43,6 % (n=17). Fünf Patienten (12,8 %) berichteten über „drop attacks“, d.h. plötzliche Fallneigung zu einer Seite und Hinstürzen bei erhaltenem Bewusstsein, wovon ein Patient (2,6 %) Verletzungen am Kopf und einem Handgelenk davongetragen hatte. Weitere zerebrale Symptome: Sprachstörungen 7,7 % (n=3), Synkope 7,7 % (n=3). Kopfschmerzen wurden von sieben (17,9 %) und Übelkeit bzw. Erbrechen von zwei Patienten (5,1 %) geschildert. Bei drei Patienten (7,7 %) ist die Truncus brachiocephalicus Läsion als Nebenbefund bei asymptomatischem Verlauf bzw. bei unspezifischer Symptomatik mit Kopfschmerz, Angina pectoris ähnlichen Beschwerden, Übelkeit, Belastungsdyspnoe und Abgeschlagenheit erhoben worden. Symptome einer Carotisläsion im Sinne einer TIA wurden in dieser Kohorte acht mal (20,5 %) verzeichnet und zehn Patienten (25,6 %) hatten bereits einen hemisphärischen Apoplex mit Halbseitensymptomatik erlitten.

Hinsichtlich der peripheren Symptomatik beklagten 46,2 % (n=18) Schmerzen bei Armarbeit im Sinne einer Claudicatio brachialis. 64,1 % (n=25) wiesen eine rechtsseitige Pulsauslöschung bzw. eine Pulsabschwächung der A. radialis bzw. A. brachialis bei der klinischen Untersuchung auf. Mit einer Häufigkeit von 43,6 % (n=17) wurde Kraftlosigkeit, in 10,3 % (n=4) Parästhesien und in 12,8 % (n=5) Kältegefühl der rechten oberen Extremität geschildert. In 12,8 % (n=5) der

Fälle war eine Pulsabschwächung und in einem Fall (2,6 %) eine Kraftminderung auf der linken Seite aufgefallen. Insgesamt drei Patienten (7,7 %) zeigten weder Zeichen einer vertebrobasilären Insuffizienz noch einer Armischämie. Die Operationsindikation wurde im Rahmen eines Mehrgefäßprozesses aufgrund des erhöhten Schlaganfallrisikos gestellt.

<u>Symptom</u>	<u>Häufigkeit</u>	<u>Prozent</u>
Armischämie	7	17,9
Vertebrobasiläre Insuffizienz	14	35,6
Mischsymptomatik	15	38,5
Asymptomatisch	3	7,7
Gesamt	39	100

Tab. 5 Verteilung der präoperativ bestehenden Symptome

Anm.: Mischsymptomatik beschreibt Patienten, die sowohl eine vertebrobasiläre Insuffizienz als auch eine Armischämie aufweisen. Asymptomatisch bezeichnet hier Patienten, die sich ohne spezifische Symptome einer Truncusläsion präsentieren.

<u>Symptom</u>	<u>Häufigkeit</u>	<u>Prozent</u>
Schwindel	22	56,4
Sehstörungen	17	43,6
„Drop attacks“	5	12,8
Sprachstörungen	3	7,7
Synkope	3	7,7

Tab. 6 Symptome der vertebrobasilären Insuffizienz

Mehrfachnennungen möglich

<u>Symptom</u>	<u>Häufigkeit</u>	<u>Prozent</u>
Pulslosigkeit bzw. Pulsabschwächung	25	64,1
Schmerzen bei Armarbeit	18	46,2
Kraftlosigkeit	17	43,6
Kältegefühl und Blässe	5	12,8
Parästhesien	4	10,3

Tab. 7 Periphere Symptome der rechten Extremität

3.1.2 Präoperative Blutdruckdiagnostik

Die präoperativ an beiden Armen gemessenen systolischen Blutdruckwerte wiesen in den meisten Fällen eine deutliche Differenz zwischen gesundem linken und betroffenem rechten Arm auf. Als signifikanter Wert wurde eine Differenz von mindestens 10 mmHg definiert. So fand sich bei 26 Patienten (66,7 %) eine Blutdruckdifferenz zwischen 10 und 75 mmHg, wobei in einem Fall (2,6 %) der Blutdruck auf der linken Seite niedriger war und bei 4 Patienten (10,3 %) der Blutdruck auf der rechten Seite nicht messbar war. Im Mittel lag die Blutdruckdifferenz bei 44 mmHg.

	Häufigkeit	Prozent
Blutdruck rechts nicht messbar nach Riva Rocci	4	10,3
RR zw. 10-19 mmHg syst.	1	2,6
RR zw. 20-30 mmHg syst.	7	17,9
Mehr als 30 mmHg syst.	17	43,6
Nicht beurteilbar wegen bds. Verschluss	3	7,7
Keine RR Differenz	2	5,1
Nicht dokumentiert	5	12,8
Gesamt	39	100

Tab. 8 Präoperative Blutdruckdifferenz bei beidseitiger Messung

3.1.3 Risikoprofil der Patienten

Definition der Risikofaktoren

Als Hypertoniker galten Patienten, die entweder bei Aufnahme auf eine antihypertensive Mono- oder Kombinationstherapie eingestellt waren oder aufgrund entsprechender Untersuchungen im Rahmen des stationären Aufenthalts als Hypertoniker neu entdeckt und anschließend medikamentös behandelt wurden. Als Diabetiker wurden diejenigen Patienten definiert, bei denen entweder bei Aufnahme ein diätetisch oder medikamentös behandelter nicht insulinpflichtiger oder ein insulinpflichtiger Diabetes mellitus vorlag oder im Rahmen des stationären Aufenthalts neu entdeckt und adäquat behandelt

wurde. Als Raucher wurden diejenigen Patienten definiert, die bei gezielter Befragung entweder einen derzeitigen oder einen früheren Zigarettenkonsum von mehr als fünf Zigaretten pro Tag angaben. Eine Hypercholesterinämie wurde angenommen, wenn entweder der Patient bei Klinikaufnahme bereits mit einem Lipidsenker aus der Gruppe der CSE-Hemmer behandelt wurde, das Serumgesamtcholesterin bei Aufnahme über 200 mg/dl oder das LDL-Cholesterin über 130 mg/dl lag. Da Übergewicht als Risikofaktor für die arterielle Hypertonie angesehen werden kann, war es relevant den Bodymass-Index als kardiovaskulären Risikofaktor zu berücksichtigen. Die Werte bezüglich des Körpergewichts und der Körpergröße wurden der Krankenakte entnommen und daraus der BMI errechnet, wobei bei einem Wert $> 25 \text{ kg/m}^2$ ein Übergewicht dokumentiert wurde.

Als weitere Risikokomponenten galten anderweitige Arteriosklerose bedingte Gefäßerkrankungen wie die Koronare Herzkrankheit oder die pAVK. Sowohl bei der Datenerhebung als auch bei der Patientenbefragung wurden diese Informationen eruiert.

Risikoprofil der Patienten

Für die Entstehung von Arteriosklerose ließ sich in der Kohorte feststellen, dass Tabakkonsum der am häufigsten vorkommende Faktor war (Abb.2). 89,7 % (n=35) der Untersuchten gaben an entweder zum Operationszeitpunkt Raucher zu sein oder in der Vergangenheit langjährig geraucht zu haben. Ferner lagen arterieller Hypertonus in 82,1% (n=32), eine Hypercholesterinämie in 51,3 % (n=20) und eine Dyslipoproteinämie in 41,0 % (n=16) der Fälle vor. An einem manifesten Diabetes mellitus Typ 2 waren 20,5 % (n=8) erkrankt. Ein Bodymass-Index von >25 lag in 53,8% (n=21) der Fälle vor.

Betrachtet man die periphere arterielle Verschlusskrankheit (pAVK) und die koronare Herzkrankung (KHK) als Prädiktoren der kardiovaskulären Morbidität, so lagen diese Erkrankungen mit einer Prävalenz von 25,6 % (n=10) für pAVK und 33,3 % (n=13) für KHK in der untersuchten Kohorte vor.

3.1.4 Weitere Verschlussprozesse

In Rahmen der präoperativen Diagnostik wurde in insgesamt 33 Fällen (84,6 %) ein Mehrgefäßprozess der supraaortalen Gefäßäste festgestellt. Mit 30,8 % (n=12) war die hochgradige Stenose der linken A. carotis interna am häufigsten. Die nachfolgende Tabelle stellt eine Übersicht der koexistierenden Verschlusskrankungen dar, wobei retrospektiv aus der Aktenanalyse nicht in allen Fällen sicher über die hämodynamische Signifikanz entschieden werden konnte und operierte Gefäßläsionen miterfasst sind.

Gefäß	Lokalisation	Häufigkeit	Prozent
A. vertebralis	links	5	12,8
	rechts	8	20,5
	beidseitig	0	0
A. carotis communis	links	11	28,2
	rechts	8	20,5
	beidseitig	6	15,4
A. carotis interna	links	12	30,8
	rechts	10	25,6
	beidseits	4	10,3
A. subclavia	links	11	28,2
	rechts	10	25,6
	beidseits	1	2,6

Tab. 9 Koexistierende supraaortale Verschlusskrankungen
Mehrfachnennungen möglich

3.1.5 Diagnostik

Aus der Analyse der stationären Krankenakten ging hervor, dass alle Patienten präoperativ einem neurologischen Konsil zugeführt wurden, ergänzend durch

eine duplexsonographische Untersuchung der supraaortalen Äste. Bei Patienten mit einer koronaren Herzkrankheit lag zusätzlich ein kardiologisches Konsil vor, mit Hilfe dessen die Operationsfähigkeit beurteilt wurde. Das Operationsrisiko wurde gemäß der Klassifikation der American Society of Anesthesiologists (ASA-Klassifikation) abgeschätzt. Die Einstufung in ASA Operationsgruppen ergab, dass der größte Anteil von Patienten mit 61,5 % (n=24) zur ASA Gruppe III gehörte. Die zweitgrößte Gruppe bildeten 13 Patienten (33,3 %), die als ASA II eingestuft wurden. Ein Patient (2,6 %) gehörte der ASA Gruppe I und ein Patient (2,6 %) der ASA Gruppe IV an. Ein Teil der Patienten wurde direkt aus der Klinik für Neurologie in die Klinik für Gefäßchirurgie und Nierentransplantation der Heinrich-Heine-Universität verlegt. Die Angiographie komplementierte die Befunderhebung und Operationsplanung. Es wurden Informationen zum Ausmaß der Truncus brachiocephalicus-Läsion erfasst, d.h. ob eine Stenose bzw. ein Verschluss vorlag, sowie koexistierende Verschlusserkrankungen der supraaortalen Äste oder eventuelle Gefäßanomalien.

ASA-Klasse	Häufigkeit	Prozent
I	1	2,6
II	13	33,3
III	24	61,5
IV	1	2,6
Gesamt	39	100

Tab. 10 Operationsrisiko gemäß der ASA-Klassifikation

Diagnostik	Häufigkeit	Prozent
FKDS	33*	84,6
Angiographie	25	64,1
CT	25	64,1
CCT	2	5,1
MRT	12	30,8
Röntgen-Thorax	23	59,0
ECD	20	51,3
TCD	20	51,3
Neurologisches Konsil	34	87,2
Kardiologisches Konsil	21	53,8

Tab. 11 Präoperative Diagnostikmaßnahmen
Mehrfachnennungen möglich, * Bei sechs Patienten war bei retrospektiver Erhebung kein FKDS-Befund aus der Patientenakte zu entnehmen

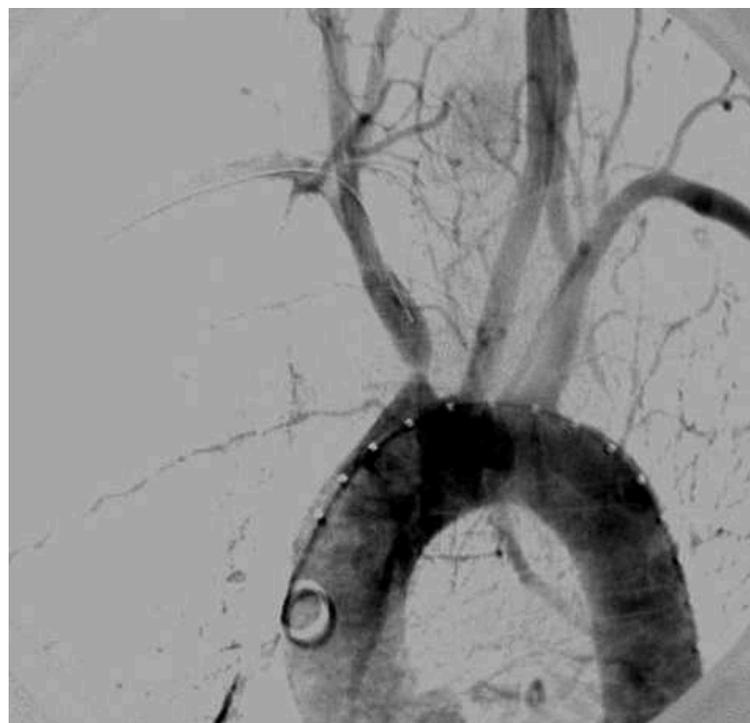


Abb. 11 Selektive Angiographie eines Aortenbogens mit 80 %iger Stenose des Truncus brachiocephalicus [Periard 2008]

3.1.6 Operatives Verfahren

Die operative Korrektur fand in Allgemeinanästhesie und Überwachung mittels intraoperativem Neuromonitoring statt. Es wurde hierbei 39 mal eine aorto-truncale Interponat-Operation durchgeführt. In allen Fällen wurde eine Kunststoffprothese zwischen der Aorta ascendens und dem Truncus brachiocephalicus, nahe der Teilungsstelle der A. carotis communis und der A. subclavia, interponiert. 28 Patienten (71,8 %) erhielten dabei eine Dacron-Prothese mit einem Durchmesser von 10 mm, bei sechs Patienten (15,4 %) wurde ein Kunststoffinterponat mit einem Durchmesser von 8 mm verwendet. Während eine 12 mm – Dacronprothese insgesamt bei drei Patienten (7,7 %), eine 9 mm und 14 mm Dacronprothese jeweils bei einem Patienten (2,6 %) zum Einsatz kam. In drei Fällen (7,7 %) wurde ein supraaortales Y-Kunststoffinterponat mit seitlicher Anastomosierung zur Aorta ascendens, einer End-zu-End Anastomose zum Truncus brachiocephalicus und der linken A. carotis communis verwendet. Im Gesamtkrankenkollektiv wurde die A. vertebralis in einem Fall (2,6 %) simultan desobliteriert. Strömungsbehinderungen der A. carotis interna wurden in vier (10,3 %) und der A. carotis communis in sechs Fällen (15,4 %) bei insgesamt sieben Patienten (17,9 %) behoben.

Die durchschnittliche Operationsdauer einer aorto-truncalen Interponat-Operation ohne Simultaneingriff, die insgesamt an 30 Patienten (76,9 %) durchgeführt wurde, betrug 133 min. Die Blutstromunterbrechungszeit der A. carotis communis bei Herstellung der Anastomose lag im Mittel bei 22 min. In allen Fällen wurde als Zugangsweg die mediane Sternotomie gewählt.

Postoperativ erfolgten die Erhebung des neurologischen Status und eine duplexsonographische Kontrolle des Interponats. In besonderen Einzelfällen oder im Falle von Mehrfachrekonstruktionen wurde eine angiographische Bildgebung des postoperativen Ergebnisses durchgeführt.

3.2 Frühergebnisse

3.2.1 Primärer Operationserfolg

Von insgesamt 39 Patienten lagen 27 postoperative Doppler- bzw. FKDS-Befunde vor und bei 10 Patienten wurde eine Angiographie durchgeführt. Davon waren 38 (97 %) Operationen primär technisch erfolgreich und alle Gefäße waren postoperativ primär offen. Zwei Patienten (5,1 %) lehnten eine Kontrollangiographie ab, so dass das postoperative Ergebnis mit einer duplexsonographischen Untersuchung beurteilt wurde. In einem Fall kam es perioperativ (am 5. postoperativen Tag) zu einem Frühverschluss des Interponates, der aber erfolgreich thrombektomiert werden konnte. Die postoperative Bildgebung zeigte bei allen Patienten mit aorto-truncaler Kunststoffprothese, inklusive des Patienten mit Revisionseingriff ein regelrechtes Ergebnis bei Entlassung, so dass die sekundäre Offenheit 100 % beträgt.

3.2.2 Postoperative Blutdruckdifferenz

Am Entlassungstag fand sich bei 28 (71,8 %) Patienten ein nahezu seitengleicher Blutdruck bei gleichzeitig kräftig palpablem Puls der rechten A. radialis. Bei einem Patienten konnte bei duplexsonographisch unauffälligem Befund kein Druckausgleich unter 20 mmHg erreicht werden. Hier wurde bei der Blutdruckmessung noch eine Differenz von 30 mmHg (präoperativ: 60 mmHg) festgestellt.

	Häufigkeit	Prozent
RR diff < 20 mmHg syst.	28	71,8
RR diff > 20 mmHg syst.	1	2,6
Nicht beurteilbar aufgrund kontralateraler Verschlussprozesse	3	7,7
Nicht dokumentiert *	7	17,9
Gesamt	39	100

Tab. 12 Postoperative Blutdruckdifferenz vor Entlassung

* bei allen nicht dokumentierten Fällen lagen postoperative duplexsonographische Kontrollen mit Normalbefund vor

3.2.3 Postoperative Bildgebung

Postoperativ wurde jeder Patient (n=39) einer farbduplexsonographischen Kontrolle unterzogen. Eine Röntgenaufnahme vom Thorax wurde bei 28 Patienten, eine Kontrollangiographie wurde in 11 Fällen und eine Kontroll MR-Angiographie in zwei Fällen durchgeführt. Eine Computertomographie des Kopfes wurde bei sieben Patienten veranlasst

	Häufigkeit	Prozent
FKDS	39	100
Röntgen Thorax	28	71,8
DSA	11	28,2
CCT	7	17,9
CT-Aorta	4	10,3
CT-Thorax	3	7,7
MR-Angio	2	5,1

Tab. 13 Postoperative Diagnostik/Bildgebung vor Entlassung (n=39)

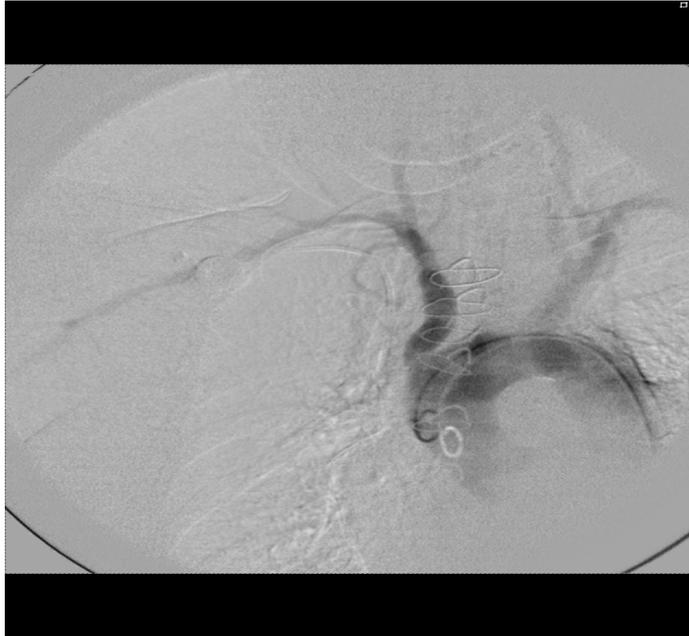


Abb. 12 Postoperative digitale Subtraktionsangiographie eines Patienten mit Darstellung eines ascendo-truncalen Interponates; mit freundlicher Genehmigung des Instituts für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Universitätsklinikum Düsseldorf



Abb. 13 postoperative MR-Angiographie eines Patienten mit Darstellung des Aortenbogens mit den supraaortalen Gefäßästen; mit freundlicher Genehmigung des Instituts für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Universitätsklinikum Düsseldorf

3.2.4 Postoperative Komplikationen und Frühletalität

Insgesamt kam es in der Kohorte bei sieben Patienten (17,9 %) zu postoperativen Komplikationen (Tab. 14). In sechs Fällen (15,4 %) verursachte der postoperative, komplizierte Verlauf eine Aufnahme auf der Intensivstation. Wie bereits angeführt trat ein Prothesenfrühverschluss einmal auf. Am 5. postoperativen Tag klagte der Patient über starke Schmerzen zwischen den Schulterblättern, so dass die postoperative Verlaufskontrolle vorverlegt und noch am gleichen Tag eine CT-Angiographie des Aortenbogens veranlasst wurde. Bei der Untersuchung fand sich ein thrombotischer Verschluss der Truncus brachiocephalicus-Prothese mit Verschluss der proximalen A. carotis communis (längerstreckig) und der proximalen A.subclavia (kurzstreckig). Am Folgetag erfolgte dann der Revisionseingriff, bei dem eine Bypassstromektomie erfolgreich durchgeführt wurde. In der nachfolgenden Bildgebung zeigte sich die Truncus brachiocephalicus-Prothese frei durchflossen. Ursächlich für die Thrombose war vermutlich eine quer über das Interponat verlaufende Vene, die zu dessen Einengung geführt hatte. In einem Fall wurde der postoperative Verlauf durch einen ausgeprägten Sternuminfekt mit Osteomyelitis und Sternumdehiszenz kompliziert. Diese schwere Komplikation hatte einen entsprechend langen Aufenthalt auf der chirurgischen Intensivstation mit Langzeitbeatmung zur Folge. Der Patient musste sich einem operativen Revisionseingriff, bei dem ein lokales Debridement mit Anlage eines Spül-Saug-Systems durchgeführt wurde, unterziehen. Nachdem sich die lokalen Entzündungszeichen nahezu vollständig zurückgebildet hatten, erfolgte ein Neuverschluss des Sternums. Im folgenden Verlauf war es nochmals, bei gleichzeitiger MRSA-Besiedlung der Wunde, zu einem Sternuminfekt mit sub- und parasternaler Ausbreitung des putriden Sekretes und rezidivierenden Fieberschüben gekommen, so dass drei Monate nach dem eigentlichen truncalem Eingriff eine weitere Thorakotomie mit ausgedehntem Debridement und einer erneuten Anlage eines Spül-Saug-Systems sowie eine antibiotische Therapie indiziert waren. Nach Absetzen der Spültherapie erfolgte die weitere Wundversorgung durch Vacuum-Verbände, die 1-2 mal wöchentlich in Kurznarkose operativ gewechselt wurden. Diese Maßnahmen führten neben einer suffizienten Wundsäuberung mit guter Granulationstendenz auch zu einer zunehmenden Stabilisierung des Sternums. Parallel zu der chirurgischen

Therapie wurde der Patient intensiv krankengymnastisch betreut und erholte sich zunehmend von dem protrahierten und komplizierten Verlauf.

Unmittelbar postoperativ traten Nervenschädigungen in Form eines Hornersyndroms (2,6%) und einer Recurrensparese bei zwei Patienten (5,1 %) auf. Diese äußerte sich durch Heiserkeit und einen Stimmbandstillstand auf der rechten Seite. In beiden Fällen konnte in den drauf folgenden Nachuntersuchungen eine rückläufige Tendenz festgestellt werden. Als weitere neurologische Komplikation kam es bei zwei Patienten (5,1 %) zu einer peri- und postoperativen vorübergehender neurologischer Symptomatik in Form einer TIA und bei einem Patienten (2,6 %) ereignete sich ein postoperativer Insult mit anhaltender Hemisymptomatik. Im Patientenkollektiv wurde kein postoperativer Todesfall innerhalb der ersten 30 Tage beobachtet.

	Häufigkeit	Prozent
<u>Lokale Komplikationen:</u>		
Interponatthrombose (Pat. 1)	1	2,6
Nachblutung/Nahtinsuffizienz	0	0
<u>Cerebrale Komplikationen:</u>		
Perioperative TIA (Pat. 2)	1	2,6
Postoperative TIA (>24 h) (Pat. 3)	1	2,6
Postoperativer Insult (>24 h) (Pat. 4)	1	2,6
<u>Allgemeine Komplikationen:</u>		
Iatrogenes Pneumothorax (Pat. 4,5)	2	5,1
Transiente Recurrensparese (Pat. 1,5)	2	5,1
Horner-Syndrom (Pat. 6)	1	2,6
Multikomplizierter Verlauf (Pat. 7)	1	2,6
(Sternuminfektion/ Nierenversagen/ Pneumonie)		
Gesamt	7 (17,9%) Patienten mit Kompl.	25,6

Tab. 14 Zusammenfassung der postoperativen Komplikationen nach Aorto-truncalem Interponat

3.2.5 Kasuistiken

Kasuistik I, 42 Jahre, weiblich

Eine Patientin mit hochgradigen, symptomatischen aortenbogennahen Stenosen des Truncus brachiocephalicus und der linken A. carotis communis wurde zur aorto-truncalen Interponatimplantation aufgenommen. Die Patientin hatte bereits präoperativ multiple rechtshemisphärische Mediateilinfarkte erlitten, die mit einer rezidivierend flüchtigen Hemisymptomatik und amnestischen Defiziten einhergingen. Es wurde eine Y-Prothesenimplantation durchgeführt. Postoperativ (4. Tag postop.) zeigte sich eine neurologische Verschlechterung in Form einer Hemiparese auf der linken Seite infolge eines linksseitigen fronto-parietalen Medialinfarktes. In der bildgebenden Diagnostik zeigte sich ein akuter rechtsseitiger ACI-Verschluss bei Z.n. Truncusinterponat, bei dem eine embolische Genese angenommen wurde. Es erfolgen am gleichen Tag eine Thrombektomie und Desobliteration der rechten ACE und ACI, die sich als erfolglos erweisen und trotz weiterer Präparation kein Rückfluss hergestellt werden kann. Nach erneuter Thrombektomie wird die Indikation zur fraktionierten Applikation von lokaler intraarterieller Lyse mit 20 mg RTPA gestellt. In der Kontrolle der ACI zeigt sich nun ein anterograder Fluß bei allerdings erheblichem Widerstandsprofil. Von Seiten der Patientin gibt es seit jeher keine Hinweise für abgelaufene cerebrale oder retinale Ischämien. Bei der körperlichen Untersuchung zeigten sich aber Residuen der abgelaufenen Infarkte mit zentraler linksseitiger Facialispause und einem ausgeprägten Wernicke-Mann Gangbild mit spastischer Hemiparese links.

Kasustik II, 72 Jahre, männlich

Patient mit einem supraaortalen Mehrgefäßprozess bestehend aus einem Verschluss der ACI links bei ausreichender Kollateralisierung, einer hochgradigen Truncus brachiocephalicus Stenose und einer hochgradigen Carotisgabelstenose rechts wurde einer rechtsseitigen Carotisgabeldesobliteration mit Rekonstruktion (Venenpatch-plastik) und einem Truncusinterponat unterzogen. Präoperativ konnte Z.n. linkshirnigen Apoplex vor 9 Jahren ohne Residuen, bis auf eine diskrete Parese des rechten Beines, dokumentiert werden. Im postoperativen Verlauf waren wechselnde

neurologische Auffälligkeiten zu verzeichnen, geprägt durch Desorientiertheit und Bradypnoe, welche eine Beatmung auf der Intensivstation zur Folge hatte. Es bestand der Verdacht auf ein ausgeprägtes delirantes Durchgangssyndroms aufgrund einer Hirnischämie während der Operation. Im weiteren Verlauf zeigte sich eine kontinuierliche Verschlechterung der Vigilanz ohne morphologisches Korrelat. Der Patient wurde zwei Monate nach dem vorgenommenen Operativen Eingriff in eine wohnortnahe Klinik verlegt, wo er nach vier Wochen verstarb.

3.3 Ermittlung der Langzeitergebnisse und Dauer des Nachbeobachtungszeitraums

Die Erfassung der Nachuntersuchungsdaten in dieser Kohorte gelang zu 82,1 % (n=32), sieben Patienten (17,9 %) waren in der Zwischenzeit verstorben, deren Befunde retrospektiv nicht mehr zu erheben waren. Die mittlere Nachbeobachtungszeit der Patienten betrug 47,5 Monate (1-130 Monate). Die Langzeitergebnisse wurden auf folgendem Wege ermittelt:

	Häufigkeit	Prozent
Eigene Nachuntersuchung	22	68,8
Nachuntersuchung durch die Klinik für Neurologie des UKD	1	3,1
Nachuntersuchung durch den Facharzt	5	15,6
Nachuntersuchung durch den Hausarzt	5	15,6
Befragung mittels Fragebogen	3	9,4
Telefonische Befragung	8	25,0
Befunde aus Krankenhäusern	3	9,4
Auskunft durch Angehörige	3	9,4
Nicht ermittelbar	0	0

Tab. 15 Datenerhebung der Nachuntersuchung (n=32)
Mehrfachnennungen möglich

3.3.1 Spätletalität

Im Nachuntersuchungsintervall waren 7 Patienten (17,9 %) verstorben. Die mittlere Überlebenszeit betrug 31 Monate (1-60 Monate). Soweit eruiert finden sich kardiale Todesursachen in drei Fällen, ein Todesfall infolge eines fortgeschrittenen Pankreaskarzinoms, ein Verkehrsunfall mit Multiorganversagen und in zwei Sterbefällen ließ sich ein Zusammenhang mit einer cerebrovaskulären Insuffizienz herstellen.

3.4 Ergebnisse der Nachuntersuchung

3.4.1 Objektive Untersuchungsbefunde

Es konnten bei 29 von 32 ermittelten Patienten beidseitige Blutdruckwerte dokumentiert werden. In den restlichen Fällen war die Dokumentation unvollständig oder konnte bei dem entsprechenden nachbehandelnden Arzt nicht eruiert werden. Bei einem Patienten wurde aufgrund kontralateraler Verschlussprozesse der linksseitigen A. subclavia die Blutdruckdifferenz als nicht beurteilbar gewertet. Von 27 gültigen beidseitigen Blutdruckpaaren wiesen 81,5 % keinen Unterschied größer 20 mmHg auf. Lediglich bei fünf Patienten (18,5 %) wurden Differenzen von 20-40 mmHg gemessen. In diesen Fällen kann ursächlich von koexistierenden Mehrgefäßverschlüssen auf der rechten Seite ausgegangen werden.

	Häufigkeit	Prozent
Nachbeobachtete Patienten	32	100
Dokumentierte Blutdruckmessung beidseits	29	90,6
Nicht beurteilbar wegen kontralateralem Verschlussprozess*	2	6,3
Gültig	27	100
RR diff < 20 mmHg	22	81,5
RR diff 20-40 mmHg	5	18,5

Tab. 16 Blutdruckdifferenz bei Nachuntersuchung

* in diesem Fall lag in der duplexsonographischen Kontrolle ein Normalbefund vor

Duplexsonographische Befunde konnten ebenfalls bei 29 Patienten (90,6 %) von den insgesamt 32 Personen verzeichnet werden. Dabei wiesen alle nachuntersuchten Patienten regelrechte Befunde in Form eines freien Durchgängigkeitsprofils des operierten Gefäßes auf. Darunter fanden sich sechs Fälle mit leicht- bis mittelgradiger Reststenose ohne hämodynamische Signifikanz. In drei Fällen konnte keine duplexsonographische Nachuntersuchung verzeichnet werden. Somit wiesen 100 % der mit Duplexsonographie nachuntersuchten Patienten (n=29) ein gutes Ergebnis auf.

	Häufigkeit	Prozent
Duplexsonographische Kontrolle mit gutem postoperativen Befund	23	79,3
Leicht- bis mittelgradige Reststenose ohne hämodynamische Signifikanz	6	20,7

Tab. 17 Duplexsonographische Ergebnisse (29 dokumentierte Befunde von 32 nachbeobachteten Patienten)

3.4.2 Subjektive Untersuchungsbefunde

Bei 25 von 32 nachbeobachteten Patienten (78,1 %) bestand zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung Symptommfreiheit. Sieben Patienten erlangten durch die Operation keine vollkommene Symptommfreiheit aber eine deutliche Reduktion der präoperativ bestandenen Beschwerden. Bei Nachfrage berichteten vier Patienten (12,5 %) weiterhin Schwindel zu bemerken. Außerdem wurden insgesamt in fünf Fällen (15,6 %) Armsymptome wie Parästhesien und Einschränkung der Feinmotorik verzeichnet, eine Patientin gab ein Schwäche- und Kältegefühl im rechten Arm an, während in einem anderen Fall von einem Druckgefühl im rechten Auge und Doppelbildern mit einhergehender Schwindelsymptomatik berichtet wurde. Von 32 Patienten, die persönlich oder mittels Fragebogen befragt werden konnten, gaben 27 (84,4 %) an, sie wären mit dem Ergebnis der Operation zufrieden und es bestünde eine deutliche Besserung der Beschwerden. Lediglich fünf Patienten (15,6 %) gaben an, kaum eine Verbesserung zu bemerken bzw. eher einen verschlechterten Zustand angeben zu können. Ebenso verhielt es sich mit der Frage, ob sich die

Patienten wieder operieren lassen würden, wobei 22 Patienten (68,8 %) einer erneuten Operation zustimmen würde

	Häufigkeit	Prozent
Nachbeobachtete Patienten	32	100,0
Symptomfreiheit	25	78,1
Symptomreduktion	7	21,9

Tab. 18 Symptomfreiheit zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung

	Häufigkeit	Prozent
Schwindel	5	15,6
Schmerzen im Bereich der Operationsnarbe	4	12,5
Wetterfühligkeit der Operationsnarbe	3	9,4
Einschränkung der Feinmotorik rechts	3	9,4
Taubheitsgefühl der rechten Hand	2	6,3
Parästhesien rechts	1	3,1
Kälte –/Schwächegefühl des re. Arms	1	3,1
Druckgefühl im rechten Auge	1	3,1
Doppelbilder	1	3,1

Tab. 19 Bestehende Symptome und Beschwerden zur Zeit der Nachuntersuchung bei 7 von 32 Patienten
Mehrfachnennungen möglich

	Häufigkeit	Prozent
Befragte Personen	32	100
Einschränkungen seit der Operation?	Ja: 4	Ja: 12,5
	Nein: 28	Nein: 87,5
Besserung der Beschwerden seit der Operation?		
• Deutlich besser	27	84,4
• Kaum besser	2	6,3
• Gleich	2	6,3
• Eher schlechter	1	3,1
Wenn Sie die Wahl hätten, würden Sie sich erneut operieren lassen?	Ja: 22	Ja: 68,8
	Nein: 10	Nein: 31,3

Tab. 20 Subjektive Bewertung des Operationsergebnisses durch persönliche bzw. telefonische Befragung oder Bearbeitung des gesandten Fragebogens

3.4.3 Langzeitkomplikationen

Unter den dauerhaften Komplikationen bezüglich neurologischer Beeinträchtigungen fanden sich in einem Fall Residuen eines postoperativen Insultes in Form einer zentralen linksseitigen Fazialisparese und einem ausgeprägten Wernicke Mann Gangbild mit einer spastischen linksseitigen Hemiparese. Bei zwei Patienten waren jeweils ein Residuum einer Recurrensparese, die sich als geringe Heiserkeit bemerkbar machte, sowie leichte Residuen eines Hornersyndroms zu verzeichnen. Ein Patient war postoperativ, aufgrund der Komplikationen eines akuten Nierenversagens, in nephrologischer Behandlung. Ein Patient verstarb drei Monate nach dem operativen Eingriff an respiratorischer Insuffizienz und neurologischen Defiziten bei einem protraumiert komplizierten postoperativen Verlauf.

4 Diskussion

Ziel der hier vorliegenden Studie ist es, die operative Behandlung von stenosierenden Prozessen des Truncus brachiocephalicus in einem Zeitraum von 12 Jahren an der Klinik für Gefäßchirurgie und Nierentransplantation der Universität Düsseldorf und deren Resultate zu evaluieren und vor dem Hintergrund aktueller, vergleichbarer Studien zu beleuchten. Die in dieser Arbeit gesammelten Daten dienen dazu, den Stellenwert der offenen, transthorakalen Therapie und deren Indikation bei symptomatischen Truncus brachiocephalicus-Stenosen bzw. Verschlüssen zu betrachten und anderen, z. B. den endovaskulären Therapiekonzepten, entgegenzustellen.

4.1 Einschätzung der Datenerhebung

Bei der Erhebung retrospektiver Daten kommt es zwangsläufig zu dokumentationsbedingten Fehlern. Diese Verfälschung der Ergebnisse begründet sich zum einen darin, dass nicht jeder Behandlungsschritt dokumentiert wurde und somit die Akten nicht zwingend vollständig waren. Durch die nicht immer mögliche vollständige Ermittlung aller Datensätze, kam es letztlich zu den variierenden Fallzahlen, die einzelnen Parameter betreffen. Zum anderen unterliegen Symptome und Beschwerden einer subjektiven Beurteilung sowohl des Arztes wie auch des Patienten selbst. Diese Fehler müssen nicht entstehen, da in den meisten Fällen standardisierte Formulare vorliegen, wie z.B. Anästhesieprotokolle, können aber nicht gänzlich ausgeschlossen werden. In der Statistik werden diese zufälligen Fehler, die nahezu in jeder Auswertung auftreten, jedoch weitgehend nivelliert. Ein immer währender Kritikpunkt liegt in der Retrospektivität, welche die Nachteile eines nicht standardisierten Vorgehens mit sich bringt und eine fehlende Einflussnahme auf die Erhebung der Primärdaten zeigt, sowie deren Richtigkeit in allen Fällen voraussetzt.

4.2 Demografische Daten

In der Arbeitsgruppe von Linguish fanden sich in dem Patientenkollektiv, das sich einer operativen Truncus brachiocephalicus-Revaskularisation unterzog, aus den Jahren von 1986 bis 1994, 12 Frauen (67%) und 6 Männer (33%). Das

Durchschnittsalter dieser Patienten betrug zum Zeitpunkt der Operation 59 Jahre [Liguish 1997]. Während in der Studie von Crawford, die 142 Patienten mit einer operativen Rekonstruktion der Stenosen sowohl des Truncus brachiocephalicus, als auch der A. carotis communis und der A. subclavia in den Jahren von 1959 bis 1982 umfasste, das Patientenkollektiv zu 55 % aus Männern (n=78) und zu 45 % aus Frauen (n=64) bestand [Crawford 1983]. Reul und Mitarbeiter zeigten in ihrer Studie aus dem Jahr 1991, dass in ihrem aus 54 Patienten bestehenden Kollektiv ein Durchschnittsalter von 49,8 Jahren zu beobachten war [Reul 1991]. In der Studie von Kieffer und seinen Mitarbeitern betrug das durchschnittliche Alter 55,8 Jahre (+/- 9,4 Jahre) [Kieffer 1995]. Die amerikanische Arbeitsgruppe um Takach dokumentierte in ihrem Kollektiv von 157 Patienten in den Jahren von 1966 und 2000 ein Durchschnittsalter von 54 Jahren, wobei Frauen mit 51,6 % etwas häufiger betroffen waren [Takach 2005]. Auch die Studie von Azakie aus dem Jahr 1998 zeigte eine Dominanz des weiblichen Geschlechts unter den 94 in die Studie eingeschlossenen Patienten. Dabei setzte sich das Kollektiv aus 58,5 % Frauen (n=55) und 41,5 % Männer (n=39) zusammen, das Durchschnittsalter zur Zeit der operativen Intervention belief sich auf 58 Jahre [Azakie 1998]. Brewster und Mitarbeiter dokumentierten in ihrer retrospektiven Analyse eine Anzahl von 18 weiblichen Patientinnen von insgesamt 37 Patienten mit einem Verschluss des Truncus brachiocephalicus, wobei das Durchschnittsalter von 52,5 Jahren deutlich unter dem, für andere atherosklerotisch bedingten Gefäßerkrankungen typischen Alter lag [Brewster 1985].

In der eigenen Studie ließ sich, verglichen mit der Literatur, ebenfalls die Dominanz des weiblichen Geschlechts ableiten. Das Patientenkollektiv bestand, von den insgesamt in diese retrospektive Analyse eingeschlossenen 39 Patienten, aus 15 (38,5 %) männlichen und 24 (61,5 %) weiblichen Personen. Die Altersverteilung reichte von 37-75 Jahren, wobei das Durchschnittsalter der Frauen (54,7 Jahre) unter dem der Männer (59,7 Jahre) lag. Insgesamt ließ sich in dieser Patientenserie ein durchschnittliches Alter, ähnlich wie in den vergleichenden Studien, von 56,6 Jahren festhalten.

4.3 Vorerkrankungen und Risikofaktoren

Azaki berichtete von 96 Patienten in seiner Untersuchungsgruppe, von denen 82 % (n=77) Nikotinabusus betrieben. Eine arterielle Hypertension als Risikofaktor wurde in 49 % der Fälle (n=46), eine Hypercholesterinämie in 16 % (n=15), ein Diabetes mellitus in 11 % (n= 10) und eine Koronare Herzkrankheit in 17 % der Fälle (n=16) beschrieben [Azakie 1998]. In der Arbeit von Brewster und Mitarbeitern ließ sich ebenfalls, als Hauptrisikofaktor, der Nikotinabusus bei allen Patienten (100 %) mit einem Verschluss des Truncus brachiocephalicus festhalten, gefolgt von arterieller Hypertension (64 %), Hypercholesterinämie/lipidämie (25 %) und Diabetes mellitus (11 %). Eine begleitende koronare Herzerkrankung lag in 44 %, eine periphere, arterielle Verschlusskrankung in 33 % und eine Läsion anderer supraaortalen Äste in 84 % der Fälle vor [Brewster 1985].

Für die Entstehung von Arteriosklerose ließ sich in der eigenen Kohorte feststellen, dass auch hier Tabakkonsum der am häufigsten vorkommende Faktor war. 89,7 % (n=35) der Untersuchten gaben an entweder zum Operationszeitpunkt Raucher zu sein oder in der Vergangenheit langjährig geraucht zu haben. Ferner lagen arterieller Hypertonus in 82,1% (n=32), eine Hypercholesterinämie in 51,3 % (n=20) und eine Dyslipoproteinämie in 41,0 % (n=16) der Fälle vor. An einem manifesten Diabetes mellitus Typ 2 waren 20,5 % (n=8) erkrankt. Ein Bodymass-Index von >25 lag in 53,8% (n=21) der Fälle vor. Betrachtet man die periphere arterielle Verschlusskrankheit (pAVK) und die koronare Herzerkrankung (KHK) als Prädiktoren der kardiovaskulären Morbidität, so lagen diese Erkrankungen mit einer Prävalenz von 25,6 % (n=10) für pAVK und 33,3 % (n=13) für KHK in der untersuchten Kohorte vor.

4.4 Päoperativ

Azaki und Mitarbeiter beschrieben die vier am häufigsten beobachteten Symptome bei einem Verschluss bzw. einer Stenose des Truncus brachiocephalicus: 55 % der Patienten zeigten Symptome der zerebralen Insuffizienz (n=52), in 43 % der Fälle (n=40) wurde eine TIA dokumentiert, eine Claudicatio brachialis der rechten Extremität wurde in 28 % der Fälle (n=26), ein Apoplex in 5 % (n=5) und eine asymptomatische hochgradige Stenose in 3

% (n=3) der Fälle angegeben [Azakie 1998]. Eine ähnliche Verteilung der klinischen Symptomatik zeigte sich auch in der von Reul und Mitarbeitern publizierten Studie, die insgesamt 54 Patienten einschloss. Dabei waren neurologische Symptome zu 46 % (n=25) und eine Claudicatio brachialis der rechten Extremität zu 14 % (n=8) vertreten. Das Vorkommen sowohl der neurologischen als auch der peripheren Symptomatik fand sich bei 32 % (n=17). Asymptomatische Patienten bildeten eine Minderheit von 8 % (n=4) [Reul 1991]. Die Arbeitsgruppe um Linguish lieferte im Jahr 1997 folgende Ergebnisse: Amaurosis fugax 55 %, TIA 44 %, vertebrobasiläre Insuffizienz 44 %, Claudicatio brachialis der rechten Extremität 33 % [Linguish 1997]. Berguer und Mitarbeiter knüpften im Jahr 1998 daran an und dokumentierten in ihrer Studie mit 100 Patienten in 83 % (n=83) der Fälle eine neurologische Symptomatik und in 4 % (n=4) eine isolierte Claudicatio brachialis-Symptomatik. Asymptomatische Patienten fanden sich in diesem Kollektiv zu 13 % (n=13) [Berguer 1998].

Alle Patienten in der eigenen Untersuchung zeigten eine Symptomatik zum Zeitpunkt der Aufnahme. Betrachtet man zunächst die neurologische Symptomatik dieser Kohorte, so lässt sich feststellen, dass 74,4 % (n=29) der Patienten Beschwerden im Sinne einer vertebrobasilären Insuffizienz angaben. Als neurologisches Symptom stand bei 56,4 % (n=22) der Patienten Schwindel, vor allem bei Überkopf-Arbeiten im Vordergrund. Das zweithäufigste Symptom waren Sehstörungen mit 43,6 % (n=17). Fünf Patienten (12,8 %) berichteten über „drop attacks“, d.h. plötzliche Fallneigung zu einer Seite und Hinstürzen bei erhaltenem Bewusstsein. Weitere zerebrale Symptome waren Sprachstörungen 7,7 % (n=3) und Synkope 7,7 % (n=3). Kopfschmerzen wurden von sieben (17,9 %) und Übelkeit bzw. Erbrechen von zwei Patienten (5,1 %) geschildert. Bei drei Patienten (7,7 %) ist die Truncus brachiocephalicus-Läsion als Nebenbefund bei asymptomatischem Verlauf bzw. bei unspezifischer Symptomatik mit Kopfschmerz, Angina pectoris ähnlichen Beschwerden, Übelkeit, Belastungsdyspnoe und Abgeschlagenheit erhoben worden. Symptome einer Carotisläsion im Sinne einer TIA wurden in dieser Kohorte acht mal (20,5 %) verzeichnet, und zehn Patienten (25,6 %) hatten bereits einen hemisphärischen Apoplex mit Halbseitensymptomatik erlitten.

Hinsichtlich der peripheren Symptomatik beklagten 46,2 % (n=18) Schmerzen bei Armarbeit im Sinne einer Claudicatio brachialis. 64,1 % (n=25) wiesen eine rechtsseitige Pulsauslöschung bzw. eine Pulsabschwächung der A. radialis bzw. A. brachialis bei der klinischen Untersuchung auf. Mit einer Häufigkeit von 43,6 % (n=17) wurde Kraftlosigkeit, in 10,3 % (n=4) Parästhesien und in 12,8 % (n=5) Kältegefühl der rechten oberen Extremität geschildert. In 12,8 % (n=5) der Fälle war eine Pulsabschwächung und in einem Fall (2,6 %) eine Kraftminderung auf der linken Seite aufgefallen. Insgesamt drei Patienten (7,7 %) zeigten weder spezifische Zeichen einer vertebrobasilären Insuffizienz noch einer Armischämie. Die Operationsindikation wurde im Rahmen eines Mehrgefäßprozesses aufgrund des erhöhten Schlaganfallrisikos gestellt.

4.5 Operatives Verfahren

Azaki und Mitarbeiter zeigten in einer Studie anhand von 96 Patienten, dass die operative Behandlung einer symptomatischen Stenose des Truncus brachiocephalicus, die entweder in Form einer Endarteriektomie oder der Anlage einer Dacron-Gefäßprothese erfolgt, langfristig gesehen sichere und gute Ergebnisse liefert. Es überlebten 97 % der Patienten, wobei bei allen ein guter arterieller Fluss durch das Gefäß wiederhergestellt werden konnte. Bei 93% der Patienten kam es zur Aufhebung der klinischen Symptomatik. Es wurde bevorzugt das Verfahren der Endarteriektomie (n=72) eingesetzt, während das aorto-truncale Bypassverfahren (n=22) nur bei bestimmten Indikationen gewählt wurde [Azaki 1998]. In anderen Studien bezüglich der Revaskularisation des Truncus brachiocephalicus wird der Einsatz der Kunststoffprothese gegenüber der Endarteriektomie als vorteilhaft postuliert. So berichtete bereits in den 80`er Jahren die Arbeitsgruppe um Brewster, die retrospektiv in einem Zeitraum von 20 Jahren 71 Patienten, von denen 37 Patienten eine Stenose bzw. einen Verschluss des Truncus brachiocephalicus aufwiesen, evaluierte, dass bei einer hochgradigen Stenose oder einem Verschluss des Truncus brachiocephalicus ein Bypass-Verfahren mittels Sternotomie zu den besten Langzeitergebnissen führt. 38 Patienten unterzogen sich einer direkten, transsternalen Revaskularisation, wovon 71 % ein Kunststoffbypass-Verfahren darstellten. Auf der anderen Seite wurde bei 12 Patienten ein extrathorakales Verfahren, aufgrund von vorgegangenen

mediastinalen Operationen und somit erhöhtem transsternalen Operationsrisiko, angewandt, welches einen axillo-axillären Bypass in sieben Fällen, einen Carotis-Carotis-Bypass in drei Fällen und insgesamt zwei Crossoverbypässe von der linken Subclavia zu der rechten Carotis beinhaltete. Bei den restlichen 21 Patienten wurden, abhängig von den jeweiligen Begleiterkrankungen, simultane Eingriffe vorgenommen. Von den transsternal operierten Patienten verstarb ein Patient perioperativ und es resultierte eine Mortalitätsrate von 3,4 % und zwei Patienten (6,9 %) wiesen neurologische Komplikationen auf. Im Langzeitverlauf, wobei der mittlere Nachbeobachtungszeitraum 4,2 Jahre betrug, wiesen von den 25 in die Langzeitbeobachtung eingeschlossenen Patienten, 92 % weder neurologische noch periphere Symptome auf [Brewster 1985].

Zu ähnlichen Ergebnissen kamen Crawford und Mitarbeiter, die von einer Gruppe von 142 Patienten mit unterschiedlich lokalisierten Läsionen der supraaortalen Gefäße in einer 23 jährigen Periode berichteten. Dabei wurde eine transsternale Operation in 43 Fällen (31 %) und ein extrathorakaler Eingriff in 99 Fällen (69 %) durchgeführt. 98% der Patienten überlebten und in 94 % der Fälle führte die erfolgreiche operative Sanierung zur Symptombefreiheit. Der Langzeitverlauf wurde bei insgesamt 136 Patienten verzeichnet und betrug im Mittel 7,5 Jahre. Es ließen sich 113 (83 %) Patienten dokumentieren, die weiterhin keine Symptome aufwiesen, acht Patienten (6 %) erlitten eine transitorisch ischämische Attacke, vier Patienten (3 %) erlitten einen Schlaganfall) und 11 Patienten (8 %) verstarben daran [Crawford 1983]. Auch Evans und Mitarbeiter zeigten in ihrer Studie mit 26 Patienten, die sich in einem symptomatischen Zustand einer Truncus brachiocephalicus-Rekonstruktion unterzogen, dass die direkte, transsternale Revaskularisation des Gefäßes in 96 % der Fälle erfolgreich war, d.h. eine Symptombefreiheit hergestellt werden konnte. Nur in einem Fall (4 %) kam es aufgrund eines hämorrhagischen Infarkts zur Symptomverschlechterung [Evans 1988].

In Bezug auf die Fragestellung, welches operative Verfahren zur Sanierung der Truncus brachiocephalicus-Stenose mit einer geringeren Morbiditäts-/Mortalitätsrate einhergehen würde, wurde eine Patientenkohorte von 26

Personen in einem Zeitraum von 12 Jahren von Cherry und Mitarbeitern retrospektiv erfasst. 16 Patienten (62%) erhielten dabei einen Bypass und bei 10 Patienten (38%) wurde eine Endarteriektomie durchgeführt, wobei kein wesentlicher Unterschied in der Effektivität der beiden Verfahren festgestellt wurde [Cherry 1989]. Reul und Mitarbeiter haben in einer 10 Jahres-Periode 54 Patienten, die sowohl extrathorakale Operationsverfahren (30%), die einen Carotis-Carotis-Bypass (n=8), Carotis-Carotis-Subclavia-Bypass (n=4) und einen Crossover-Subclavia-Subclavia-Bypass (n=4) beinhalteten, als auch intrathorakalen (transsternalen) Verfahren (70%), wie einer Endarteriektomie oder einem aortalen Bypass, unterzogen, mit ähnlichen Ergebnissen verglichen. Der transsternale Eingriff mit dem Einbringen einer Kunststoffprothese als Bypass wurde bevorzugt angewandt. Alle 54 Patienten überlebten den operativen Eingriff. Die Revaskularisation misslang primär in drei der 43 Bypässe (7%) und in einem Fall (9 %) der Endarteriektomie. In allen Fällen war der Revisionseingriff sekundär erfolgreich. Im Langzeitverlauf (1-10 Jahre) wurden sieben Todesfälle, auf dem Boden von Krebsleiden und Myokardinfarkt, dokumentiert. Die Offenheitsrate der 47 Patienten betrug 91,5 % im 10-Jahres-Verlauf [Reul 1991].

Kieffer und Mitarbeiter operierten in 20 Jahren 148 Patienten mit einer Stenose des Truncus brachiocephalicus und versorgten dabei 78 % der Patienten mit einem aortalen Kunststoffbypass, während die Endarteriektomie in 22% der Fälle angewandt wurde. Ein transsternaler Eingriff wurde dabei in 135 Fällen (91 %) vorgenommen. Beide Verfahren wurden zur Behebung der atherosklerotischen Läsionen des Truncus brachiocephalicus hinsichtlich des Operationserfolges als effektiv im Langzeitverlauf bewertet. Es liessen sich acht (5,4 %) perioperative Todesfälle, fünf (3,4 %) perioperative Schlaganfälle und drei (2,0 %) perioperative TIA verzeichnen. Im Langzeitverlauf (2-193 Monate; mittel 77 Monate) konnten 130 Patienten (93 %) nachuntersucht werden, dabei standen Kriterien wie Überlebensrate, Symptomfreiheit und Revisionsfreiheit als Korrelate zur Offenheitsrate des Bypasses bzw. des Gefäßes im Vordergrund. Die primäre Offenheitsrate betrug 98,4 % (+/- 2,1 %) und 96,3 % (+/- 4,7 %) nach 5 bzw. 10 Jahren. Der einzige frühe postoperative Verschluss ereignete

sich bei einem Crossover-Carotis-Carotis-Venenbypass. Die sekundäre Offenheitsrate betrug 99,3 % (+/- 1,3 %) nach 5 bzw. 10 Jahren [Kieffer 1995].

Eine andere Studie von Liguish und Mitarbeitern aus dem Jahr 1997 schloss insgesamt 18 Patienten, die in einem Zeitraum von acht Jahren an einem atherosklerotischen Truncus brachiocephalicus-Prozeß operiert wurden, ein. Als geeignetes Verfahren gilt der aortotruncale Bypass vor allem bei Patienten mit einer symptomatischen Stenose [Liguish 1997]. Berguer und Mitarbeiter haben 100 Rekonstruktionen der supraaortalen Gefäße in einem Zeitraum von 16 Jahren in ihre Studie eingeschlossen, von denen 78 Bypassverfahren und 8 Endarteriektomien des Truncus brachiocephalicus waren, in den restlichen Fällen wurde ein Bypassverfahren der A. carotis communis oder der A. subclavia durchgeführt. Bei 92 Patienten wurde der Zugang mittels einer medianen Sternotomie gewählt. Insgesamt sieben Patienten unterzogen sich einer simultanen Herzoperation. Die operative Mortalitätsrate betrug 6 % und 29 % bei simultaner Herzoperation. Perioperativ konnten zwei (2,2 %) Bypassverschlüsse dokumentiert werden. Im Langzeitverlauf (1-184 Monate) wurden 21 späte Todesfälle verzeichnet. In zwei Fällen musste eine Revision vorgenommen werden. Die primäre Offenheitsrate betrug nach 5 Jahren 94 % (+/- 3 %) und nach 10 Jahren 88 % (+/- 6 %). Patienten, die 30 Tage postoperativ überlebten, hatten voraussichtlich ein schlaganfallfreies Intervall von 10 Jahren und 7 Monaten [Berguer 1998].

Zwischen 1966 und 2000 wurden von Takach und Mitarbeitern 157 Patienten mit einer Stenose des Truncus brachiocephalicus oder einem Mehrgefäßprozess, die mittels eines transthorakalen Verfahrens (n=113) und extrathorakalen Verfahrens (n=44) operiert wurden, in Bezug auf Indikation und Technik analysiert. Nach 10 Jahren wurden bessere postoperative Ergebnisse beim transthorakalen Verfahren dokumentiert [Takach 2005]. Die Arbeitsgruppe um Palchik untersuchte in einer Zeitperiode von 9 Jahren das Ergebnis der endovaskulären Intervention mit Stents bei Patienten mit einer symptomatischen Truncus brachiocephalicus-Stenose. Von insgesamt 18 Patienten wurden 10 Patienten mit einem Stent versorgt, die restlichen acht Patienten unterzogen sich einer operativen Rekonstruktion mittels Bypass. Der

primäre operative und klinische Erfolg betrug in beiden Gruppen 100 %. In einem mittleren Nachbeobachtungszeitraum von 25-27 Monaten betrug die Offenheitsrate bei dem endovaskulären Verfahren 78 % und 80 % bei den offenen operativen Eingriffen [Palchik 2008]. Die retrospektive Analyse von Bruntzos und Mitarbeitern aus dem Jahr 2004 betraf 48 Patienten mit einer symptomatischer Subclavia- bzw. Truncus brachiocephalicus-Stenose, die mittels Einsetzens eines Stents behoben wurde. Insgesamt wurden 53 Stents verwendet, wovon 44 Ballon-expandierende Stents und fünf selbst-expandierende Stents waren. Der technische Erfolg betrug 96 %, wobei der klinische Erfolg bei 94 % lag. Es wurden vier Komplikationen während der Intervention dokumentiert. In zwei Fällen trat ein Hämatom und in jeweils einem Fall eine Embolisation und ein zerebrales ischämisches Ereignis auf. Zwei Patienten verstarben innerhalb der ersten 30 Tage an anderen Ursachen. Insgesamt wurden 39 Patienten in die Nachuntersuchungen mit eingeschlossen, wobei der mittlere Nachbeobachtungszeitraum 16,7 Monate betrug. Fünf Patienten (12,8 %) mussten aufgrund von Restenosen nachbehandelt werden, dies geschah in zwei Fällen offen operativ und in drei Fällen erneut endovaskular. Die primäre/sekundäre Offenheitsrate betrug nach 12 Monaten 91,7 %/96,5 % und nach 24 Monaten 77 % /91,7 % [Bruntzos 2004].

In der Studie von Woo und Mitarbeitern wurden die Ergebnisse der interventionellen Versorgung einer symptomatischen Truncus brachiocephalicus- bzw. Subclaviastenose mit einem Stent ausgewertet. Dabei wurden 25 Patienten zwischen 48 und 89 Jahren mit insgesamt 27 Gefäßläsionen mittels 13 selbstexpandierenden Stents und 9 Ballon-expandierenden Stents endovaskulär behandelt. Aufgrund des erschwerten endovaskulären Zugangs bei Verschlussprozessen betrug der primäre technische Erfolg 89 %. Im Langzeitverlauf (1-62 Monate) konnten drei Patienten mit einer asymptomatischen Restenose des versorgten Gefäßes beobachtet werden [Woo 2006]. Eine aktuelle, retrospektive Arbeit von Paukovits und Mitarbeitern aus dem Jahr 2010 schliesst 72 Patienten mit einem Verschluss bzw. hochgradiger Stenose des Truncus brachiocephalicus ein und bewertet die Ergebnisse des perkutanen transluminalen Angioplastie- bzw. des Stent-

Verfahrens hinsichtlich des primären Interventionserfolges, der 30-Tages Mortalität und des Langzeitverlaufs. Zur Stentimplantation kam es in 49 Fällen (63,6 %), während die Ballondilatation in 28 Fällen (36,4 %) zum Einsatz kam. Der primäre technische Erfolg betrug insgesamt 93,5 %. In fünf Fällen (6,5 %) konnte aufgrund eines Passagehindernisses des Gefäßes das endovaskuläre Verfahren nicht angewandt werden. Als intrainterventionelle Komplikationen ereigneten sich in zwei Fällen (2,6 %) eine TIA und in vier Fällen (5,2 %) eine Blutungskomplikation. Im mittleren Langzeitverlauf von 42,3 Monaten konnten 90,3 % der Patienten beurteilt werden, wobei keine neu aufgetretene neurologische Ereignisse verzeichnet werden konnten und die Offenheitsrate nach 12 Monaten 100 %, nach 24 Monaten 98 +/- 1,6 % und nach 96 Monaten 81,5 +/- 7,7 % betrug. Im Langzeitverlauf wurden in vier Fällen (5,2 %) signifikante, behandlungsbedürftige Re-Stenosen des jeweils endovaskulär behandelten Gefäßes und ein erneuter (1,3 %) Gefäßverschluss dokumentiert [Paukovits 2010].

In der eigenen Studie wurde 39 mal eine aorto-truncale Interponat-Operation dokumentiert, die in Allgemeinanästhesie und Überwachung mittels intraoperativen Neuromonitorings durchgeführt wurde. Es wurde hierbei in allen Fällen eine Kunststoffprothese zwischen die Aorta ascendens und den Truncus brachiocephalicus, nahe der Teilungsstelle der A. carotis communis und der A. subclavia, eingebracht. 28 Patienten (71,8 %) erhielten dabei eine Dacron-Prothese mit einem Durchmesser von 10 mm, bei sechs Patienten (15,4 %) wurde ein Kunststoffinterponat mit einem Durchmesser von 8 mm verwendet. Während eine 12 mm – Dacronprothese insgesamt bei drei Patienten (7,7 %), eine 9 mm und 14 mm Dacronprothese jeweils bei einem Patienten (2,6 %) zum Einsatz kam. In drei Fällen (7,7 %) wurde ein supraaortales Y Kunststoffinterponat mit seitlicher Anastomosierung zur Aorta ascendens und einer End-zu-End Anastomose zum Truncus brachiocephalicus und der linken A. carotis communis verwendet. Im Gesamtkrankenkollektiv wurde die A. vertebralis in einem Fall (2,6 %) simultan desobliteriert. Strömungsbehinderungen der A. carotis interna wurden in vier (10,3 %) und der A. carotis communis in sechs Fällen (15,4 %) bei insgesamt sieben Patienten (17,9 %) behoben.

Die durchschnittliche Operationsdauer einer aorto-truncalen Interponat-Operation ohne Simultaneingriff, die insgesamt an 30 Patienten (76,9 %) durchgeführt wurde, betrug 133 min. Die Blutstromunterbrechungszeit der A. carotis communis bei Herstellung der Anastomose lag im Mittel bei 22 min. In allen Fällen wurde als Zugangsweg eine komplette Sternotomie gewählt. Von diesen operativen Massnahmen waren 38 (97 %) Operationen primär technisch erfolgreich und alle Gefäße waren postoperativ primär offen. Ein am 5. postoperativen Tag aufgetretener Verschluss des Kunststoffinterponates konnte erfolgreich thrombektomiert werden. Die postoperative Bildgebung zeigte bei allen Patienten mit aorto-truncaler Kunststoffprothese, inklusive des Patienten mit Revisionseingriff ein regelrechtes Ergebnis bei Entlassung, so dass die sekundäre Offenheit 100 % beträgt.

4.6 Postoperative Komplikationen

In der Arbeit von Azakie wird das Auftreten eines Schlaganfalls in vier Fällen (4,3 %) beschrieben, wobei drei bei Patienten, mit einer Endarteriektomie, auftraten, während ein Fall (1,1%) auf einen Patienten mit einem totalen Verschluss des Truncus brachiocephalicus und der folgenden Bypass-Operation zurückzuführen ist. Außerdem wurden als postoperative Komplikationen Myokardinfarkt 2,1 % (n=2) und Sternuminstabilität 1,1 % (n=1), und als andere Komplikationen intermittierendes Vorhofflimmern 4,3 % (n=4), reversible Nervenschädigungen 3,2 % (n=3), davon Horner-Syndrom in zwei Fällen und Verletzung des N. hypoglossus in einem Fall und TIA 2,1 % (n=2) aufgeführt [Azakie 1998]. Keine TIA oder Schlaganfälle waren in der Kohorte von Cherry aus dem Jahr 1989 zu verzeichnen. Die Komplikationen bezogen sich in vier Fällen (15,4 %) auf ein Horner-Syndrom, eine revisionspflichtige nicht-infizierte Sternumdehiszenz, eine Wundbesiedlung durch *Klebsiella pneumoniae* und ein postoperatives Hyperperfusionssyndrom [Cherry 1989]. In der Arbeit von Reul kam es bei einem Patienten aufgrund einer perioperativen Ischämie zum persistierenden neurologischen Defizit, nachdem bei diesem eine kombinierte Endarteriektomie des Truncus brachiocephalicus und der A. carotis communis durchgeführt worden war [Reul 1991]. Kieffer veröffentlichte fünf neurologische (3,4 %) perioperative Schlaganfälle (drei davon ipsilateral und zwei kontralateral) und in drei Fällen (2,0 %)

ipsilaterale TIA [Kieffer 1995]. Linguish und Mitarbeiter konnten anhand ihrer Untersuchungen dokumentieren, dass es bei drei Patienten (16,7 %) zu Herzrhythmusstörungen kam. Ebenfalls in drei Fällen (16,7 %) wurde eine pulmonale Dekompensation und in zwei Fällen (11,1 %) ein subendokardialer Myokardinfarkt beobachtet. Ein ischämisches cerebrovaskuläres Ereignis trat in zwei Fällen (11,1 %) und eine Hirnblutung in einem Fall (5,6 %) auf. Außerdem gab es einen Fall (5,6 %) von einem akuten Verschluss des Truncusinterponates [Liguish 1997]. In der Studie von Berguer wurden zwei Patienten mit einem asymptomatischen Verschluss des Kunststoffinterponates (2 %) beschrieben, drei Patienten erlitten einen Myokardinfarkt (3 %), bei sieben Patienten gab es schwerwiegende pulmonale Komplikationen (7 %). Als weitere postoperative Komplikationen wurde bei drei Patienten ein behandlungspflichtiger Sternuminfekt (3 %) und eine Verletzung am N. laryngeus (1 %) beschrieben [Berguer 1998].

In den eigenen Untersuchungen trat ein Prothesenverschluss einmal auf (2,6 %). In insgesamt drei Fällen (7,7 %) kam es zu peri-/postoperativen zentral neurologischen Komplikationen, in Form einer peri-/postoperativen TIA und eines postoperativen Schlaganfalls. Periphere Nervenschädigungen konnten in ebenfalls drei Fällen dokumentiert werden (7,7 %). Dabei handelte es sich in zwei Fällen um eine transiente Rekurrensparese, welche sich durch Heiserkeit und einen Stimmbandstillstand auf der rechten Seite äußerte und in einem Fall war ein Horner-Syndrom zu verzeichnen. In allen Fällen konnte in den Nachuntersuchungen eine rückläufige Tendenz festgestellt werden. Insgesamt kam es in der Kohorte bei sieben Patienten (17,9 %) zu postoperativen Komplikationen (Tab. 14).

4.7 Letalität

Die Letalität variiert in der Literatur von 0 bis 7 %.

Autor	Perioperative Letalität (%)	Todesursachen
Crawford, 1983	2,0	
Evans, 1988	7,0	
Cherry, 1989	3,8	Arrhythmie (n=1)
Reul, 1991	0	
Linguish, 1997	5,6	Myokardinfarkt (n=1);
Kieffer, 1995	5,4	Myokardinfarkt (n=3); Intrathorakale Blutung (n=2); Ruptur des Truncus brachiocephalicus nach Endarteriektomie (n=1); Pneumonie (n=1); Multiorganversagen (n=1)
Azokie, 1998	3,0	Linksventrikuläres Versagen (n=1); Arrhythmie (n=1); Myokardinfarkt (n=1)
Berguer, 1998	6,4	Insult (n=1); Kardiorespiratorische Insuffizienz (n=5)
Takach, 2005	2,5	Myokardinfarkt (n=2); Insult (n=2)

Perioperativ verstarben nach der Publikation von Akazie insgesamt drei Patienten (3%) bei kardialer Genese: Linksventrikuläres Versagen (n=1), Herzrhythmusstörungen (n=1) und Myokardinfarkt (n=1). [Azokie 1998]. Ähnliche Ergebnisse lieferte die Arbeitsgruppe um Crawford, die eine Letalität von 2 % festhielten [Crawford 1983]. In der Analyse von Evans und Mitarbeitern wurde eine postoperative Letalität von 7% veröffentlicht [Evans 1988]. Ein

perioperativer Todesfall war in der Publikation von Cherry (3,8 %) [Cherry 1989] und kein perioperativer Todesfall bei Reul zu verzeichnen [Reul 1991]. In der Untersuchung von Kieffer verstarben acht Patienten (5,4 %) perioperativ. Dabei handelte es sich in vier Fällen um kardiale Ursachen, in zwei Fällen um eine Hämorrhagie und in jeweils einem Fall um eine pulmonale Infektion und ein Multiorganversagen [Kieffer 1995]. Ein perioperativer Todesfall (5,6 %) aufgrund eines Myokardinfarktes war in der Arbeitsgruppe von Linguish zu verzeichnen [Linguish 1997]. Die operative Mortalitätsrate bei Berguer im Jahr 1998 betrug 6 %, wobei diese sich bei dem Verfahren mit der simultanen Herzoperation auf 29 % erhöhte [Berguer 1998]. Es ergaben sich keine signifikanten Unterschiede bezüglich der operativen Mortalitäts- (2,7% / 2,3%) und Schlaganfallrate (2,7% / 6,8%) zwischen dem transthorakalen und extrathorakalen Verfahren in der Arbeit von Takach und Mitarbeitern [Takach 2005].

Im eigenen Patientenkollektiv wurde kein postoperativer Todesfall innerhalb der ersten 30 Tage beobachtet.

4.8 Langzeitverlauf

Azakiye lieferte folgende Langzeitergebnisse, wobei der Nachbeobachtungszeitraum zwischen 8 Monaten und 20 Jahren lag (median:7,7 Jahre): die Überlebensrate lag bei 96 % nach einem Jahr, 85 % nach 5 Jahren und 67 % nach 10 Jahren, wobei es keine Unterschiede zwischen den Operationsverfahren gab. 31 Patienten (33%) waren zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung für diese Studie verstorben, in den meisten Fällen handelte es sich um eine kardiale Ursache [Azakiye 1998]. Brewster und Mitarbeiter gaben eine Mortalitätsrate von 3,4 % im Langzeitverlauf an [Brewster 1985]. Der durchschnittliche Nachbeobachtungszeitraum in der Studie von Crawford aus dem Jahr 1983 betrug 7,5 Jahre und schloss 136 (96 %) von den ursprünglichen 142 Patienten ein. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung waren 113 (83 %) Patienten asymptomatisch, acht Patienten (5,8 %) erlitten eine TIA, vier Patienten (3 %) einen Apoplex und 11 Personen (8 %) waren aufgrund eines ischämischen Schlaganfalls verstorben. Die Überlebensrate lag nach 5 Jahren bei 85 %, nach 10 Jahren bei 58 % und nach 15 Jahren bei 25 %

[Crawford 1983]. In der Langzeituntersuchung von Reul und Mitarbeitern kam es jeweils nach sechs Monaten, nach 1 Jahr, 1,5 Jahren und nach 10 Jahren zu erneuten Gefäßverschlüssen. Insgesamt lag die Überlebensrate bei 83 % nach 10 Jahren [Reul 1991]. Bei Kieffer und Mitarbeitern betrug der mittlere Nachbeobachtungszeitraum 77 (2 – 193) Monate. 23 Patienten (24 %) konnten für die Langzeitbeobachtung bis über 10 Jahre erfasst werden. Die Spätletalität betrug 35 % (n=45), davon waren 19 Fälle kardiovaskulärer Ursache, 15 Fälle aufgrund von neoplastischen Prozessen, 7 Fälle anderer Ursache und 4 Fälle unbekannter Ursache. 11 Patienten (8,5 %) wiesen im Langzeitverlauf neurologische Ereignisse auf und nur in einem Fall kam es durch ein Ereignis zur persistierenden kontralateralen Hemisymptomatik. 16 Patienten (11 %) erlitten einen Myokardinfarkt, 9 davon verliefen tödlich. Die Überlebensrate wurde nach 5 Jahren für 77,5 % (+/- 9,5 %) und nach 10 Jahren für 51,9 % (+/- 20,8 %) festgelegt. Die jährliche Mortalitätsrate betrug 4,4 % und die Symptombefreiheit bei 88,8 % (+/- 6,2 %) nach 5 Jahren und 80,4 % (+/- 11,9 %) nach 10 Jahren [Kieffer 1995]. Die Patientenserie von Berguer wurde zwischen 1 und 184 Monaten nachbeobachtet (51 +/- 4,8 Monate). Dabei wurde der Tod von 21 Patienten (21 %) festgestellt. Zwei Bypassverfahren bedurften einer Revision. Die primäre Erfolgsrate nach 5 Jahren betrug 94 % (+/- 3 %) und nach 10 Jahren 88 % (+/-6 %). Die Rate nach 5 Jahren keinen Schlaganfall zu erleiden betrug 87 % (+/-4 %) und nach 10 Jahren 81 % (+/- 7 %). Patienten, die postoperativ mindestens 30 Tage überlebten, hatten ein schlaganfallfreies Intervall von 10 Jahren und sieben Monaten [Berguer 1998].

Die Erfassung der Nachuntersuchungsdaten in unserer Kohorte von Patienten gelang zu 82,1 % (n=32), da im Nachuntersuchungsintervall 7 Patienten (17,9 %) verstorben waren. Die mittlere Überlebenszeit betrug 31 Monate (1-60 Monate). Soweit eruierbar finden sich kardiale Todesursachen in drei Fällen, ein Todesfall infolge eines fortgeschrittenen Pankreaskarzinoms, ein Verkehrsunfall mit Multiorganversagen und in zwei Sterbefällen ließ sich ein Zusammenhang mit einer cerebrovaskulärer Insuffizienz herstellen. Die mittlere Nachbeobachtungszeit der lebenden Patienten betrug: 47,5 Monate (1-130 Monate). Bei 25 von 32 nachbeobachteten Patienten (78,1 %) bestand zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung Symptombefreiheit. Sieben (21,9 %) Patienten erlangten durch

die Operation keine vollkommene Symptombefreiung aber eine deutliche Reduktion der präoperativ bestandenen Beschwerden. Bei Nachfrage berichteten vier Patienten (12,5 %) weiterhin Schwindel zu bemerken. Außerdem wurden insgesamt in fünf Fällen (15,6 %) Armsymptome wie Parästhesien und Einschränkung der Feinmotorik verzeichnet, eine Patientin gab ein Schwäche- und Kältegefühl im rechten Arm an, während in einem anderen Fall von einem Druckgefühl im rechten Auge, Doppelbildern mit einhergehender Schwindelsymptomatik berichtet wurde. Von 32 Patienten, die persönlich oder mittels Fragebogen befragt werden konnten, gaben 27 (84,4 %) an, sie wären mit dem Ergebnis der Operation zufrieden und es bestünde eine deutliche Besserung der Beschwerden. Lediglich fünf Patienten (15,6 %) gaben an, kaum eine Verbesserung zu bemerken bzw. eher einen verschlechterten Zustand angeben zu können. Ebenso verhielt es sich mit der Frage, ob sich die Patienten wieder operieren lassen würden, wobei 22 Patienten (68,8 %) einer erneuten Operation zustimmen würden.

4.9 Beantwortung der Fragestellungen

> Welche diagnostischen Maßnahmen eignen sich zur Diagnose- und Indikationsstellung vor einer operativen Intervention?

Mit der nicht invasiven farbkodierten Duplexsonographie ist neben der Beurteilung der Blutströmungsverhältnisse zusätzlich sowohl die Erfassung der Gefäßwand als auch die Beurteilung von Umgebungsstrukturen der Gefäße möglich. In den letzten 10 Jahren avancierte die FKDS neben der CW-Dopplersonographie zur Methode der Wahl bei der Erkennung pathologischer Gefäßprozesse im Bereich der extrakraniellen hirnversorgenden Arterien und kann mittlerweile bei vielen diagnostischen Fragestellungen die arterielle Angiographie ersetzen, da sie für den Patienten schonend und im Rahmen von Verlaufskontrollen beliebig oft wiederholbar ist. Sowohl zur Darstellung der supraaortalen Zirkulation als auch des Steal-Kreislaufs ist die Aortenbogenangiographie geeignet. Die MR-Angiographie hat sich mittlerweile als geeignetes Verfahren zur Beurteilung von Läsionen der Aortenbogenzirkulation erwiesen. Zum Ausschluss zerebraler ischämischer Ereignisse oder zur Abklärung zusätzlicher aneurysmatischer Prozesse im Aortenbogen findet die CT-Angiographie Verwendung.

> Wie ist das Ergebnis der Patienten, die bei einer symptomatischen Stenose bzw. einem Verschluss des Truncus brachiocephalicus durch die operative Methode eines Interponats behandelt wurden, zu beurteilen?

Kein Patient verstarb weder perioperativ noch 30 Tage postoperativ. In 38 Fällen (97 %) war die Operation primär technisch erfolgreich und alle Gefäße postoperativ offen. Ein am 5. postoperativen Tag aufgetretener Verschluss eines Kunststoffinterponates konnte erfolgreich thrombektomiert werden, so dass die sekundäre Offenheitsrate 100 % betrug.

> Kann die präoperativ bestehende Blutdruckdifferenz mittels des Verfahrens reduziert werden?

Bei 71,8 % der behandelten Patienten konnte postoperativ ein nahezu seitengleicher Blutdruck bei gleichzeitig kräftig palpablem Puls der rechten A. radialis erhoben werden.

> Kann eine Verbesserung des klinischen Zustandes der Patienten durch eine operative Versorgung erreicht werden?

Bei 78,1 % der Patienten bestand zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung Symptombefreiheit. Sieben Patienten (21,9 %) erlangten durch die Operation keine vollkommene Symptombefreiheit aber eine deutliche Reduktion der präoperativ bestandenen Beschwerden.

> Wie ist die Komplikationsrate und die Verteilung der postoperativen Komplikationen des operativen Verfahrens zu bewerten?

Insgesamt kam es in der Kohorte bei sieben Patienten (17,9 %) zu postoperativen Komplikationen. Ein Prothesenverschluss trat einmal auf (2,6 %). In insgesamt drei Fällen (7,7 %) kam es zu peri-/postoperativen zentral neurologischen Komplikationen, in Form eines postoperativen Insultes und zwei peri-/postoperativen transitorisch ischämischen Attacken. Periphere Nervenschädigungen konnten in ebenfalls drei Fällen dokumentiert werden (7,7 %). Dabei handelte es sich in zwei Fällen um eine transiente Rekurrensparese, welche sich durch Heiserkeit und einen Stimmbandstillstand auf der rechten Seite äußerte und in einem Fall war ein Horner-Syndrom zu verzeichnen. In allen Fällen konnte in den drauf folgenden Nachuntersuchungen eine rückläufige

Tendenz festgestellt werden. Als weitere Komplikationen waren ein Sternuminfekt, ein Nierenversagen, eine Pneumonie und iatrogene Pneumothoraces zu verzeichnen. In keinem Fall kam es zu einer Nachblutung oder Nahtinsuffizienz.

> *Wie ist die Offenheitsrate des Interponates im Langzeitverlauf zu beurteilen?*

Der Langzeitverlauf von 32 Patienten (82,1%) konnte über einen mittleren Nachuntersuchungszeitraum von 47,5 Monaten (1-130 Monate) verfolgt werden. Während des Nachuntersuchungszeitraums waren sieben Patienten aus operationsunabhängigen Ursachen verstorben. In der nachbeobachteten Kohorte konnte mittels Duplexsonographie keine hämodynamisch signifikante Reststenose verzeichnet werden. 78,1 % der Patienten erlangten durch die Operation dauerhafte, subjektive Beschwerdefreiheit, wobei bei 21,9 % der Patienten eine deutliche Symptomreduktion erreicht werden konnte. 84,4 % der Befragten gaben an, mit dem Ergebnis der Operation zufrieden zu sein. Die anatomisch-hämodynamischen Vorteile eines Truncusinterponates spiegeln sich in der beachtlichen Langzeitoffenheitsrate wieder. Eine Beobachtung, die sich mit den Ergebnissen der Literatur deckt.

> *Wie sind die operativen Langzeitergebnisse im Vergleich zu Ergebnissen der endovaskulären Verfahren aus der Literatur zu beurteilen?*

Ein direkter Vergleich mit PTA/Stentverfahren am Truncus brachiocephalicus ist zum jetzigen Zeitpunkt nicht möglich. Dies liegt einerseits darin begründet, dass es an prospektiv randomisierten Studien mangelt und andererseits daran, dass es eine Vorselektion der in der Literatur beschriebenen Patientengruppen gibt, durch die dem chirurgischen und endovaskulären Verfahren unterschiedliche Patientenkonstellationen zukommen. Außerdem werden in den endovaskulären Studien nur solche Fälle in die Bewertung im Langzeitverlauf einbezogen, bei denen eine primär technische Durchführung einer endovaskulären Intervention realisierbar erscheint. Dieser primär technische Erfolg einer PTA bzw. Stentimplantation beträgt beispielsweise in der Arbeit von Sullivan 94,3 %,

96,4 % in der Studie von Berczi und Mitarbeitern und nur 84 % in der Arbeit von Körner und Mitarbeitern [Sullivan 1998, Berczi 2001, Paukovits 2010, Körner 1999, Melliere 1992]. Auch scheint die Re-Stenoserate der endovaskulären Verfahren von relevanter Bedeutung für die Entscheidungsfindung hinsichtlich des optimalen Therapieverfahrens für einen Patienten mit einem Truncus brachiocephalicus-Verschluss zu sein, da sie in der Literatur bis zu 13,2% [Przewlocki 2006] im Langzeitverlauf beträgt (9,1 % [Dorros 1990], 3,7% [Insall 1990], 2,2 % [Berczi 2001], Re-Stenose von < 50% Gefäßdurchmesser (35%) [Körner 1999]) und eine Re-Ballonangioplastie (Re-PTA) notwendig macht. Wogegen in der eigenen operierten Kohorte im Langzeitverlauf mittels Duplexsonographie keine hämodynamisch signifikante Reststenose verzeichnet werden konnte, so dass die Offenheitsrate im Langzeitverlauf 100 % für das operative Verfahren beträgt. Weiterhin sind im Vergleich des offenen operativen Interponat-Verfahrens mit der endovaskulären Intervention die Blutungskomplikation der letzteren zu benennen. Diese Komplikation ist in der Literatur mit 5,2 % [Paukovits 2010], 7,2 % [Sullivan 1998] vertreten, während es in unserer retrospektiven Untersuchung zu keiner peri-/postoperativen Blutungsereignis gekommen ist. Als weitere postinterventionelle Komplikationen werden in der Literatur periphere katheterassoziierte Komplikationen mit 7 % [Körner 1999], cerebrovaskuläre Thromboembolien mit 9 % [Körner], TIA mit 5,8 % [Berczi 2001] und ischämische zerebrale Infarkte mit 1,5 % [Berczi 2001] angegeben. Die 30-Tages-Mortalität beträgt in der Studie von Sullivan und Mitarbeitern 4,8% [Sullivan 1998], während in der eigenen Kohorte kein Patient in den ersten 30 Tagen verstorben ist.

5 Zusammenfassung

Die Klinik von stenosierenden Prozessen des Truncus brachiocephalicus reicht vom asymptomatischen Stadium über intermittierende neurologische Symptomatik und periphere Claudicatio brachialis bis hin zum Hirninfarkt und digitaler Gangrän, weswegen die Indikation zur Wiederherstellung eines ungehinderten Blutflusses gegeben ist. Dafür stehen etablierte offene Verfahren, als auch im Zuge der technischen Weiterentwicklung interventioneller Verfahren die Dilatation und/oder Stenteinlage zur Verfügung. Die vorliegende Arbeit dokumentiert ein Patientenkollektiv von 39 Personen mit symptomatischer Truncus brachiocephalicus-Läsion aus einer 12-Jahresperiode aus den Jahren 1997 bis 2009, die in der Klinik für Gefäßchirurgie und Nierentransplantation der Universität Düsseldorf operativ behandelt wurden und hat zum Ziel, vor dem Hintergrund des primären Operationserfolges und der perioperativen Komplikationen, die Langzeitergebnisse zu betrachten. Das Patientenkollektiv bestand aus 15 (38,5 %) männlichen und 24 (61,5 %) weiblichen Personen mit einem Durchschnittsalter von 56,6 Jahren. In 28 Fällen handelte es sich um eine hochgradige, symptomatische Stenose des Truncus brachiocephalicus und in 11 Fällen lag ein Verschluss des Gefäßes vor. Ein Mehrfachprozess der extrakraniellen hirnversorgenden Arterien wurde in 33 Fällen dokumentiert. Es wurde 39 mal eine aorto-truncale Interponat-Operation durchgeführt. In allen Fällen wurde eine Kunststoffprothese zwischen die Aorta ascendens und den Truncus brachiocephalicus eingebracht. In drei Fällen (7,7%) wurde ein supraaortales Y-Kunststoffinterponat mit seitlicher Anastomosierung zur Aorta ascendens, einer End-zu-End Anastomose zum Truncus brachiocephalicus und der linken A. carotis communis verwendet. Im Gesamtkrankenkollektiv wurde die A. vertebralis in einem Fall (2,6 %) simultan desobliteriert. Strömungsbehinderungen der A. carotis interna wurden in vier (10,3 %) und der A. carotis communis in sechs Fällen (15,4 %) bei insgesamt sieben Patienten (17,9 %) behoben. In allen Fällen wurde ein Zugangsweg mittels einer Sternotomie gewählt. Kein Patient verstarb weder perioperativ noch 30 Tage postoperativ. In 38 Fällen (97 %) war die Operation primär technisch erfolgreich und alle Gefäße postoperativ offen. Ein am 5. postoperativen Tag aufgetretener

Verschluss eines Kunststoffinterponates konnte erfolgreich thrombektomiert werden, sodass die sekundäre Offenheitsrate 100 % betrug. In zwei Fällen (5,1 %) ereignete sich eine peri- bzw. postoperative TIA, während es in einem Fall (2,6 %) zu einem postoperativen Insult kam. Die postoperative Bildgebung zeigte bei allen Patienten mit aorto-truncaler Kunststoffprothese, inklusive des Patienten mit Revisionseingriff, ein regelrechtes Ergebnis bei Entlassung. Die postoperative Blutdruckmessung ergab in 87,5 % der Fälle bei vergleichender beidseitiger Blutdruckmessung keine Differenz größer 20 mmHg. Der Langzeitverlauf von 32 Patienten (82,1%) konnte über einen mittleren Nachuntersuchungszeitraum von 47,5 Monaten (1-130 Monate) verfolgt werden. Während des Nachuntersuchungszeitraums waren sieben Patienten aus operationsunabhängigen Ursachen verstorben. In der nachbeobachteten Kohorte konnte keine hämodynamisch signifikante Restenose verzeichnet werden; 78,2 % der Patienten erlangten durch die Operation dauerhafte Beschwerdefreiheit und bei 21,8 % der Patienten konnte eine deutliche Symptomreduktion erreicht werden. 84,4 % der Befragten gaben an, mit dem Ergebnis der Operation zufrieden zu sein. Die anatomisch-hämodynamischen Vorteile eines Truncusinterponates spiegeln sich in der beachtlichen Langzeitoffenheitsrate wieder. Eine Beobachtung, die sich mit den Ergebnissen der Literatur deckt. Ein direkter Vergleich mit PTA/Stentverfahren am Truncus brachiocephalicus ist zum jetzigen Zeitpunkt nicht möglich. Dies liegt einerseits darin begründet, dass es an prospektiv randomisierten Studien mangelt und andererseits daran, dass es eine Vorselektion der in der Literatur beschriebenen Patientengruppen gibt, durch die dem chirurgischen und endovaskulären Verfahren unterschiedliche Patientenkonstellationen zukommen.

6 Abstract

Purpose: This is a review of the surgical outcome of 39 patients who underwent innominate artery revascularization during a 12-year period.

Methods: Between 1997 and 2009, 39 consecutive patients (mean age, 56.6 years; 38,5 % male and 61,5 % female) with innominate artery or multivessel brachiocephalic disease underwent operative reconstructions using in all cases a transthoracic approach. Bypass grafts were used in 39 patients. In a retrospective study of the patients records, clinical symptoms, diagnostic evaluation, and surgical procedures were compiled, and the investigation was completed by a reassessment for follow-up. Seven patients were died at the time of follow up.

Results: In 28 cases the innominate artery has a significant stenosis and in 11 cases the artery was occluded. 33 patients have a supra-aortic disease with involvement of more than one vessel. Simultaneously, endarterectomy was performed in vertebral artery (n=1, 2,6%), internal carotid artery (n=4, 10,3%) and in common carotid artery (n=6, 15,4%). The primary patency was 97%. Perioperative revascularization failure occurred in one case; this patient underwent a second revascularization procedure with a secondary patency rate of 100 %. In 7 cases (17,9%) complications after surgery occurred. The 30 days mortality is 0%. Follow-up ranging from 1 to 130 months (mean 47,5 months) was available in 32 cases (82,1%). Seven patients (17,9%) were dead at time of follow up. 25 patients (78,1%) were asymptomatic and in 7 cases we could reduce the symptoms.

Conclusions: We see no trend to favor an endovascular intervention in lesions of the innominate artery, because transthoracic innominate artery reconstruction with a graft bypass can be done with acceptably low morbidity and mortality. It is associated with a good long-term patency. Further prospective studies are needed to compare endovascular treatment and open surgery.

7 Literaturverzeichnis

- Abrahamsen J, Roeder OC, Justesen P, Enevoldsen E. Percutaneous Transluminal angioplasty in selected patients with severe carotid artery stenosis: the results of a consecutive series of 24 patients. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 1998; 16: 438–442.
- Azaki A, MD, McElhinney D, Higashima R. Innominate Artery Reconstruction: Over three decades of Experience. *Annals of Surgery* 1998; 3: 402-410.
- Allenberg J, Brandt T, Thron A: Percutane transluminale Angioplastie (PTA) und Stenting bei Stenosen der A. carotis interna. Gemeinsame Stellungnahme der Deutschen Gesellschaft für Neurologie, der Deutschen Gesellschaft für Neuroradiologie und der Deutschen Gesellschaft für Gefäßchirurgie. *Nervenarzt* 1999; 70: 314.
- Anderson JL, Carlquist JF, Muhlestein JB, et al. Evaluation of C-reactiv protein, an inflammatory marker, and infectious serology as risk factors for coronary artery disease and myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol* 1998; 32: 35-41.
- Arnold M, Barth A, Bassetti C, Baumgartner R. Sekundärprävention nach ischämischem Schlaganfall. *J EMH Schweizerische Ärztezeitung* 2000; 81: 21.
- Aronow WS, Ahn C. Prevalence of coexistence of coronary artery disease, peripheral arterial disease and atherothrombotic brain infarction in men and women < 62 years of age. *Am J Cardiol* 1994; 74: 64-65.
- AWMF, Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Gefäßchirurgie: Leitlinie zur Diagnostik und Behandlung der zerebrovaskulären und der Armarterieninsuffizienz bei abgangsnahen Stenosen und Verschlüssen der Aortenbogenäste. AWMF online 1997.

- Bachmann DM, Kim RM. Transluminal dilatation for subclavian syndrome. *AJR Am J Roentgenol* 1980; 135: 995-996.
- Bahnson HT, Spencer FC, Quattlebaum JK. Surgical treatment of occlusive Disease of the carotide artery. *Ann Surg* 1959; 149: 711.
- Barner HB, Rittenhouse EA, Williams VL. Carotid subclavian bypass for "subclavian steal syndrome." *J Thorac Cardiovasc Surg* 1968; 55: 773-783.
- Berczi V, Entz L, Geller L. Percutaneous angioplasty of the innominate artery In 89 patients: Experience of 19 years. *Magy Seb* 2001; 54: 19-23.
- Berguer R, Morasch MD, Kline RA. Transthoracic repair of innominate and common carotid artery disease: immediate and long-term outcome for 100 consecutive surgical reconstructions. *J Vasc Surg* 1998; 27: 34-41.
- Berguer R, Kieffer E. *Surgery of the Arteries to the Head*. New York, Springer-Verlag, 2002.
- Blankenberg S, Rupprecht HJ, Petz C, et al. Risikoprädiktion der koronaren Herzerkrankung durch Homocystein, Folsäure und Vitamin B12 sowie genetische Variationen im Homocysteinmetabolismus. Ergebnisse einer großen Fall-Kontroll-Studie. *Dtsch Med Wochenschr* 2002; 127: 729-734.
- Blankenberg S, Rupprecht HJ, Poiret O, et al. Cytomegalovirus infection with interleukin-6 response predicts cardiovascular mortality in patients with coronary artery disease. *Circulation* 2001; 103: 2915-2921.
- Bornstein NM, Norris JW. Subclavian steal: a harmless haemodynamic phenomenon. *Lancet* 1986; 2: 303-305.

- Bots ML. Common carotid intima-media thickness and lower extremity arterial atherosclerosis: The Rotterdam Study. *Arterioscler Thromb* 1994;14:1885-1891.
- Boushey CJ, Beresford SAA, Omenn GS, et al. A quantitative assessment of plasma homocysteine as a risk factor for vascular disease. *JAMA* 1995; 274: 1049-1057.
- Bräsen JH, Niendorf A. Atherosklerose: formale Pathogenese, Klassifikation und funktionelle Bedeutung. *Pathologe* 1997; 18: 218-227.
- Brewster DC, Moncure AC, Darling RC. Innominate artery: problems encountered and lessons learned. *J Vasc Surg* 1985; 2: 99-112.
- Broadbent WH. Absence of pulsation in both radial arteries, the vessels being Full of blood. *Read* 1875; 165-168.
- Brountzos EN, Petersen B, Binkert C, Panagiotou I, Kaufman JA. Primary stenting of subclavian and innominate artery occlusive disease: a single center's experience. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2004; 27: 616-623.
- Cherry KJ, McCullough JL, Hallet JW. Technical principles of direct innominate Artery revascularization: a comparison of endarterectomy and bypass Grafts. *J Vasc Surg* 1989; 9: 718-724.
- Colditz GA, Stampfer MJ, Willett WC et al. A prospective study of parental history of myocardial infarction and coronary heart disease in women. *Am J Epidemiol* 1986; 123: 48-58.
- Contorni L. Il circolo collaterale vertebro-vertebrale nella obliterazione Dell'arteria succlavia alla sua origine. *Minerva Chir* 1960; 15:268.

- Crawford E, de Bakey M E, Morris G C, Cooley D A. Thrombo-obliterative disease of the great vessels arising from the aortic arch. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1962; 43: 38.
- Crawford ES, Stowe CL, Powers RW Jr. Occlusion of the innominate, common carotid, and subclavian arteries: long-term results of surgical treatment. *Surgery* 1983; 94: 781-791.
- Criado FJ, Abul-Khoudoud O. Interventional techniques to facilitate supraaortic angioplasty and stenting. *Vasc Endovascular Surg* 2006; 40: 141-147.
- Danninger H. Fälleveteilung in der Allgemeinmedizin. *Der Allgemeinarzt* 1997; 19: 1800-1810.
- Davis JB, Grove WJ, Julian OC. Thrombotic occlusion of the branches of the aortic arch, Martorell's syndrome: Report of a case treated surgically. *Ann Surg* 1956; 144: 124-126.
- De Bakey ME, Crawford ES, Morris GC. Surgical Considerations of Occlusive Disease of the Innominate, Carotid, Subclavian and Vertebral Arteries. *Annals of Surgery* 1961; 154: 698-724.
- Deutschen Gesellschaft für Gefäßchirurgie , Medikamentöse Therapie nach gefäßchirurgischen Operationen und endovaskulären Interventionen, Leitlinienregister Nr. 004/030, Entwicklungsstufe 2, August 2008.
- Dorros G, Lewin RF, Jamnadas P. Peripheral transluminal angioplasty of the Subclavian and innominate arteries utilizing the brachial approach: acute Outcome and follow-up. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1990; 19: 71-76.
- Eckstein HH, Maeder N, Allenberg JR. Carotid surgery for prophylaxis of ischemic stroke. *Chirurg* 1999; 70: 353-363.

- Epstein SE, Zhou YF, Zhu J, et al. Infection and atherosclerosis: emerging mechanistic paradims. *Circulation* 1999; 100: e20-28.
- Epstein SE, Zhu J, Burnett MS, et al. Infection and atherosclerosis: potential roles of pathogen burden and molecular mimicry. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 2000; 20: 1417-1420.
- Espinola-Klein C, Rupprecht HJ, Blankenberg S, et al. Are morphological or functional changes in the carotid artery wall associated with Chlamydia pneumoniae, Helicobacter pylori, cytomegalovirus, or herpes simplex virus infection? *Stroke* 2000; 31: 2127-2133.
- European Carotid Surgery Trialists` Collaborative Group. MRC European Carotid Surgery Trial: interim results for symptomatic patients with severe (70-99%) or with mild (0-29%) carotid stenosis. *Lancet* 1991; 337:1235-1243.
- Evans WE, Williams TE, Hayes JP. Aortobrachiocephalic reconstruction. *Am J Surg* 1988; 156: 100-102.
- Fabricant CG, Fabricant J, Litrenta MM, et al. Virus-induced atherosclerosis. *J Exp Med* 1978; 148: 335-340.
- Fisher CM. A new vascular syndrome: „The Subclavian Steal”. *N Engl J Med* 1961; 265: 912-913.
- Fowkers GR, Housley E, Riemersma R A. Smoking, lipids, glucose intolerance and blood pressure as risk factors for peripheral atherosclerosis compared with ischaemic heart disease in the Edinburgh Artery Study. *Am J Epidemiol* 1992; 135: 331-340.
- Geroulakos G, O`Gorman DJ, Kalodiki E, Sheridan D J, Nicolaides A N. The carotid intima-media thickness as a marker of the presence of severe symptomatic coronary disease. *Eur Heart J* 1994; 15: 781-785.

- Gil-Peralta A, Mayol A, Marcos JR, Gonzalez A, Ruano J, Boza F, Duran F. Percutaneous transluminal angioplasty of the symptomatic atherosclerotic carotid arteries. Results, complications, and follow-up. *Stroke* 1996; 27: 2271–2273.
- Gordon T, Kannel WB. Predisposition to atherosclerosis in the head, heart and legs: the Framingham Study. *JAMA* 1972; 221: 661-666.
- Greenberg RK, Waldman D. Endovascular and open surgical treatment of brachiocephalic arterial disease. *Semin Vasc Surg* 1998; 11: 77-90.
- Greten H, Rieger H, Sinzinger H. Arteriosklerose. In: Rieger H, Schoop W, Hrsg. *Klinische Angiologie, Kap.3*, Heidelberg: Springer, 1998.
- Grobbee DE, Bots ML. Carotid artery intima-media thickness as an indicator of generalized atherosclerosis. *J Intern Med* 1994; 236: 567-573.
- Hacke W, Kaste M, Olsen TS, Orgogozo JM, Bogousslavsky J; European Stroke Initiative (EUSI). [Recommendations of the European Stroke Initiative for the management and treatment of stroke] *Nervenarzt* 2001; 72: 807-819.
- Heberer G, van Dongen RJ, Kirschner M; *Gefäßchirurgie. Aus der Kirschnerschen allgemeinen und speziellen Operationslehre*. Berlin, Heidelberg, New York, Springer-Verlag 2004: 540-543.
- Hennerici M, Klemm C, Rautenberg W. The subclavian steal phenomenon: a common vascular disorder with rare neurologic deficits. *Neurology* 1988; 38: 669-673.
- Henry M, Amor M, Henry I. Percutaneous transluminal angioplasty of the subclavian arteries. *J Endovasc Surg* 1999; 6: 33-41.

- Hepp W, Kogel H. Chronische Verschlussprozesse des Truncus brachiocephalicus und der Arteria subclavia. Gefäßchirurgie. Urban und Fischer, München Jena, 2001, 376-386.
- Hertzer NR, Beven EG, Young JR. Coronary artery disease in peripheral vascular patients: a classification of 1000 coronary angiograms and results of surgical management. *Ann Surg* 1984; 199: 223-233.
- Holm I. An analysis of randomised trials evaluating the effect of cholesterol reduction on total mortality and coronary heart disease incidence. *Circulation* 1990; 82: 1916-1924.
- Husmann M, Stirnimann J, Gralla J. Angiologie und Gefäßchirurgie, Departement Herz und Gefäße. *Schweiz Med Forum* 2008; 8: 961-962.
- Hüttl K, Nemens B, Simonffy A. Angioplasty of the innominate artery in 89 Patients: experience over 19 years. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2002; 25: 109-114.
- Insall RL, Lambert D, Chamberlain J. Percutaneous transluminal angioplasty of The Innominate, subclavian, and axillary arteries. *European Journal of Vascular Surgery* 1990; 4: 591-595.
- Kannel WB, Wolf PA, Garrison RJ, eds. The Framingham study: an epidemiological investigation of cardiovascular disease. Survival following initial cardiovascular events: 30 year follow-up. NIH Publication No. 88-2909. Washington. U.S. Public Health Service 1988: section 35.
- Kannel WB. Risk factors for atherosclerotic cardiovascular outcomes in different arterial territories. *J Cardiovasc Risk* 1994; 1: 333-339.
- Kieffer E, Sabatier J, Koskas F. Atherosclerotic innominate artery occlusive disease: early and long-term results of surgical reconstruction. *J Vasc Surg* 1995; 21: 326-337.

- Körner M, Baumgartner I, Do DD. PTA of the subclavian and innominate Arteries: long-term results. *Vasa* 1999; 28: 117-122.
- Layton KF, Kallmes DF, Cloft KJ, Lindell EP, Cox VS.
Bovine aortic arch variant In humans: Clarification of a common misnomer. *American Journal of Neuroradiology* 2006; 27:1541-1542.
- Leitz KH. *Zugangswege in der Gefäßchirurgie* 1981, Springer, Berlin, Heidelberg, New York.
- Liepsch D. Wechselwirkungen von geometrisch-hämodynamischen Parametern bei der Entstehung von Sekundärströmungen in dehnbaren Gefäßmodellen. *Vasa* 1991; Suppl 32: 18-30.
- Liguish J, Criado E, Keagy BA. Innominate artery occlusive disease: Management with central reconstructive techniques. *Surgery* 1997; 121: 556-562.
- Lutz HJ, Do DD, Schroth G. Hybrid Therapy of Symptomatic Stenosis of the Innominate Artery. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2002; 24: 184-185.
- Marshall J. The natural history of transient ischaemic cerebro-vascular attacks. *Quart J Med* 1964; 33: 309-324.
- Mathias K, Jager H, Sahl H, Hennings S, Gissler HM. Die interventionelle Behandlung der arteriosklerotischen Karotisstenose. *Radiologie* 1999; 39: 125-134.
- Mehigan JT, Buch WS, Pipkin RD. Subclavian-carotid transposition for the subclavian steal syndrome. *Am J Surg* 1978; 136: 15-20.
- Mellièrè D, Becquemin JP, Benyahia NE. Atherosclerotic disease of the Innominate artery: current management and results. *The Journal of the*

Cardiovascular Surgery 1992; 33(3): 319-123.

Motarjeme A. Percutaneous transluminal angioplasty of supra-aortic vessels
J Endovasc Surg 1996; 3: 171-181.

Motarjeme A, Gordon GI. Percutaneous transluminal angioplasty of the
brachiocephalic vessels: guidelines for therapy. Int Angiol 1993;12: 260-
269.

Nomura M, Kida S, Yamashima T. Percutaneous transluminal angioplasty and
stent placement for subclavian and brachiocephalic artery stenosis in
aortitis syndrome. Cardiovasc Intervent Radiol 1999; 22: 427-432.

North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial. Methods, patient
characteristics and progress. Stroke 1991; 22: 711-720.

North American Symptomatic Carotid Endarterectomy trial Collaborators.
Beneficial effect of carotid endarterectomy in symptomatic patient with
high-grade carotid stenosis. N Engl J Med 1991; 325: 445-453.

North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial (NASCET)
investigators. Clinical alert:benefit of carotid endarterectomy for patients
with high-grade stenosis of the internal carotid artery. National institute of
Neurological Disorders and Stroke and Trauma Division. Stroke 1991;
22: 816-817.

O`Leary DH, Polak JF, Kronmal RA, et al., for the Cardiovascular Health Study
Collaborative Research Group. Carotid artery intima and media thickness
as a risk factor for myocardial infarction and stroke in older adults. N Engl
J Med 1999; 340:14-22.

Palchik E, Bakken AM, Wolford HY. Evolving Strategies in Treatment of
Isolated Symptomatic Innominate Artery Disease. Vascular and
Endovascular Surgery 2008, 42: 440-445.

- Paukovits TM, Lukacs L, Berczi V. Percutaneous Endovascular Treatment of Innominate Artery Lesions: a single-centre Experience on 77 lesions. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2010; 1-9.
- Peeters P, Verbist J, Deloose K, Bosiers M. Endovascular treatment strategies For supra-aortic arterial occlusive disease. *J Cardiovasc Surg*. 2005; 46: 193-200.
- Perez R, Häring R, John St, Stallkamp B, Tung LC, Waldschmidt J. Die Klinik und chirurgische Therapie des Aortenbogensyndrom. *Thoraxchirurgie* 1971; 19: 190-205.
- Periard D, Haesler E, Hayoz D. Rupture and Migration of an Endovascular Stent in the Brachiocephalic Trunk causing a Vertebral Steal Syndrome. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2008; 31: 53-56.
- Piccone VA, LeVeen HH. The subclavian steal syndrome. *Ann Thorac Surg* 1970; 9: 51-75.
- Przewlocki T, Kablak-Ziembicka A, Pieniazek P. Determinants of immediate and Long-term results of subclavian and innominate artery angioplasty. *Catheter Cardiovasc Interv* 2006; 67: 519-526.
- Queral LA, Criado FJ. The treatment of focal aortic arch branch lesions with Palmaz stents. *J Vac Surg* 1996; 23: 368-375.
- Rantner B, Fraedrich G. Verschlussprozesse des Truncus brachiocephalicus und der Arteria subclavia. *Gefäßchirurgie* 2007; 12: 455-464.
- Rau G. Verschlussyndrom der Aortenbogenäste oder Aortenbogen-Syndrom. *Ergeb Inn Med Kinderheilk* 1970; 29: 112.
- Reul GJ, Jacobs MJHM, Gregoric ID. Innominate artery occlusive disease: Surgical approach and long-term results. *J Vasc Surg* 1991; 14: 405-412.

- Roriguez-Lopez Ja, Werner A, Martinez R. Stenting for atherosclerotic occlusive disease of the subclavian artery. *Ann Vasc Surg* 1999; 13 : 254-260.
- Ross R. The pathogenesis of atherosclerosis-an update. *N Med J* 1986; 314: 488-500.
- Rutkow IM. Valentine Mott and the beginnings of vascular surgery. *Arch Surg* 2001; 136: 1441.
- Sandmann W, Kniemeyer H, Mann P, Aulich A. Rekonstruktive Chirurgie der Aortenbogenarterien unter besonderer Berücksichtigung der Subclavia-Transposition. *Z Herz Thorax Gefässchir* 1987; 1: 47-52.
- Savory WS. Case of a young woman in whom the main arteries of both upper Extremities and of the left side of the neck were through the completely obliterated. *Med Chir Trans* 1856; 39: 205-219.
- Schardey HM, MeyerG, Rau HG, Gradl G, Jauch KW, Lauterjung L. Subclavian carotid transposition:an analysis of a clinical series and a review of the literature. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 1996; 12: 431-436.
- Schildkraut JM, Myers RH, Cupples LA et al. Coronary artery risks associated with age and sex of parental history of myocardial infarction and coronary heart disease in the Framingham Study. *Am J Cardiol* 1989; 64: 555-559.
- Shadman R, Criqui MH, Bundens WP et al. Subclavian artery stenosis: prevalence, risk factors and association with cardiovascular diseases. *J Am Coll Cardiol* 2004; 44: 618-623.
- Stary HC, Chandler AB, Glagov S. A definition of initial, fatty streak, and intermediate lesions of atherosclerosis: a report from the Committee on Vascular Lesions of the Council on Atherosclerosis. American Heart Association. *Circulation* 1994; 89: 2462-2478.

- Statistisches Bundesamt. Statistisches Jahrbuch für die Bundesrepublik Deutschland. Metzler-Poeschl, Stuttgart, 2006.
- Sullivan TM, Gray BH, Bacharach JM. Angioplasty and primary stenting of the Subclavian, innominate, and common carotid arteries in 83 patients. J Vasc Surg 1998; 28: 1059-65.
- Takach TJ, Reul GJ, Cooley DA. Brachiocephalic reconstruction: operative and Long-term results for complex disease. J Vasc Surg. 2005; 1: 47-54.
- Teleky B, Karnel F, Jantsch H, Marosi L. Surgical Therapie of the Lesions of the Proximal subclavian artery: Long Term Results. J: ACA 1991; Chirurgische Universitätsklinik Wien.
- Temelkova-Kurtschiew T, Fischer S, Koehler C. Intima-Media-Dicke bei Gesunden ohne Risikofaktoren für Atherosklerose. Dtsch Med Wochenschr 2001; 126: 193-197.
- Thompson BW, Read RC, Campbell GS. Aortic arch syndrome. Arch Surg 1969; 98: 609.
- Thurlbeck W M, Currens J H. The aortic arch syndrome (pulseless disease). A report of ten cases with three autopsies. Circulation 1959; 19: 499.
- Trede M, Vollmar J. Chronische Verschlüsse der supraaortalen Äste. Thoraxchirurgie 1968; 16: 403.
- Uurto IT, Lautamatti V, Zeitlin R, Salenius JP. Long-term outcome of surgical revascularization of supraaortic vessels. World J Surg 2002; 26: 1503-1506.
- Vance DE, Van den Bosch H. Cholesterol in the year 2000. Biochem Biophys Acta 2000; 15: 1-8.

- Vitti MJ, Thompson BW, Read RC. Carotid-subclavian bypass: A twenty-two-year experience. *J Vasc Surg* 1994; 20: 411-417.
- Vollmar J F. Vascular Surgery (Kongreßbericht 1983). *Langenbecks Arch Chir* 1983; 361: 729.
- Walker PM, Paley D, Harris KA. What determines the symptoms associated with the subclavian artery occlusive disease? *J Vasc Surg* 1985; 2: 154-157.
- Welch GN, Loscalzo J. Homocysteine and atherothrombosis. *N Engl J Med* 1998; 338: 1042-1050.
- Wholey MH. The supraaortic and vertebral endovascular interventions. *Tech Vasc Interv Radiol* 2004; 7: 215-225.
- Woo EY, Fairman RM, Velazquez OC. Endovascular Therapy of Symptomatic Innominate-Subclavian Arterial Occlusive Lesions. *Vascular and Endovascular Surgery* 2006; 40: 27-33.
- Wylie EJ, Effeney DJ. Surgery of the aortic branches and vertebral arteries. *Surg Clin North Am* 1979; 59: 669-680.
- Zhu J, Quyyumi AA, Norman JE, et al. Effects of total pathogen burden on coronary artery disease risk and C-reactive protein levels. *Am J Cardiol* 2000; 85: 140-146.

8 Anhang

8.1 Tabellenverzeichnis

Tab. 1	Symptome der vertebrobasilären Insuffizienz
Tab. 2	Wertigkeit der klassischen kardiovaskulären Risikofaktoren für die einzelnen Gefäßregionen
Tab. 3	Verteilung der Patientenzuweisung
Tab. 4	Geschlechter- und Altersverteilung
Tab. 5	Verteilung der präoperativ bestehenden Symptome
Tab. 6	Symptome der vertebrobasilären Insuffizienz
Tab. 7	Periphere Symptome der rechten Extremität
Tab. 8	Präoperative Blutdruckdifferenz bei beidseitiger Messung
Tab. 9	Koexistierende supraaortale Verschlusskrankungen
Tab. 10	Operationsrisiko gemäß der ASA-Klassifikation
Tab. 11	Präoperative Diagnostikmaßnahmen
Tab. 12	Postoperative Blutdruckdifferenz vor Entlassung
Tab. 13	Postoperative Diagnostik/Bildgebung vor Entlassung
Tab. 14	Zusammenfassung der postoperativen Komplikationen nach Aorto-truncalem Bypass
Tab. 15	Datenerhebung der Nachuntersuchung
Tab. 16	Blutdruckdifferenz bei Nachuntersuchung
Tab. 17	Duplexsonographische Ergebnisse (29 dokumentierte Befunde von 32 nachbeobachteten Patienten)
Tab. 18	Symptomfreiheit zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung
Tab. 19	Bestehende Symptome und Beschwerden zur Zeit der Nachuntersuchung
Tab. 20	Subjektive Bewertung des Operationsergebnisses durch persönliche bzw. telefonische Befragung oder Bearbeitung des gesandten Fragebogens

8.2 Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1 Aortenbogen mit supraaortalen Gefäßen
- Abb. 2 Häufigste Konfiguration der supraaortalen Gefäße
- Abb. 3 Zweithäufigste Gefäßkonfiguration des Aortenbogens
- Abb. 4 Aortenbogen mit einem einzelnen Abgang des Truncus brachiocephalicus
- Abb. 5 Schema mit Darstellung der Flussverhältnisse bei Verschluss des Truncus brachiocephalicus
- Abb. 6 Komponenten des metabolischen Syndroms
- Abb. 7 Transthorakaler Zugang mittels A) Sternotomie mit Sicht auf Aortenbogen und supraaortale Gefäße und B) partielle Sternotomie
- Abb. 8 Transthorakale Rekonstruktionsmöglichkeiten bei einem Verschlussprozeß des Truncus brachiocephalicus
- Abb. 9 Extrathorakale Rekonstruktionsmöglichkeiten bei einem Verschlussprozeß des Truncus brachiocephalicus
- Abb. 10 Schema einer Hybridtherapie beim Verschluss des Tr. brachiocephalicus
- Abb. 11 Selektive Angiographie eines Aortenbogens mit 80 %iger Stenose des Truncus brachiocephalicus
- Abb. 12 postoperative digitale Subtraktionsangiographie
- Abb. 13 postoperative MR-Angiographie

8.3 Abkürzungsverzeichnis

A.	Arteria
Aa.	Arteriae
ACC	Arteria carotis communis
ACI	Arteria carotis interna
ASA	American Society of Anesthesiology
AV	Arteria vertebralis
CT	Computertomographie
Diff.	Differenz (Blutdruckdifferenz)
ECD	extracranielle Dopplersonographie
et al.	et alteri
FKDS	farbkodierte Duplexsonographie
KHK	Koronare Herzkrankheit
M.	Musculus
mmHg	Millimeter Quecksilbersäule
MRSA	Methicillin-resistenter Staphylococcus aureus
MRT	Magnetresonanztomographie
N.	Nervus
Nn.	Nervi
pAVK	periphere arterielle Verschlusskrankheit
PTA	perkutane transluminale Angioplastie
RR	Blutdruck in mmHg gemessen nach Riva Rocci
syst.	systolisch
TCD	transcranielle Dopplersonographie
TIA	transitorische Ischämische Attacke
V.	Vena
UKD	Universitätsklinikum Düsseldorf

9 Danksagung

Zuerst möchte ich mich bei Herrn **Univ.-Prof. Dr. Dr. hc. W. Sandmann**, ehemaliger Ärztlicher Direktor der Klinik für Gefäßchirurgie und Nierentransplantation des Universitätsklinikum Düsseldorf für die Überlassung des Themas bedanken.

Herrn **PD Dr. med Dirk Grotemeyer** danke ich für seine hervorragende Betreuung, Hilfsbereitschaft, Geduld und seine kompetente Unterstützung. Sein Engagement und seine herzliche Art halfen mir die vorliegende Arbeit zu verfassen.

Den **Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Klinik für Gefäßchirurgie und Nierentransplantation** sowie dem **gefäßchirurgischen Ambulanzpersonal** danke ich für die freundliche Mithilfe bei administrativen und logistischen Aufgaben.

Herrn **PD Dr. med Dirk Blondin** möchte ich für die freundliche Überlassung des radiologischen Bildmaterials danken.

Ganz herzlich bedanke ich mich bei allen **Patientinnen** und **Patienten**, die sich für die Nachuntersuchung zur Verfügung gestellt haben.

Meiner Familie und **Freunden**, insbesondere **meinen Eltern** und Herrn Spork, Matthias danke ich für die stetige Motivation und liebevolle Unterstützung.

10 Curriculum vitae

März 2011

Persönliche Daten

Name: Schander
Vorname: Olga
Geburtsdatum: 26.06.1983
Geburtsort: Togur-Tomsk (Russische Föderation)
Familienstand: Ledig
Staatsangehörigkeit: Deutsch

Schulbildung

1990-1993 Grundschole in Toljatti (Russische Föderation)
1993-1994 Astrid-Lindgren-Grundschole in Grebenau
1994-2003 Albert-Schweitzer-Gymnasium in Alsfeld
01.06.2003 Hochschulreife/Abitur

Freiwilliges soziales Jahr

2003-2004 Au-pair-Aufenthalt in Manchester (UK)
Besuch des Macclesfield college

Studium

Ab WS 2004 Studium der Humanmedizin an der Heinrich-Heine
Universität in Düsseldorf
23.08.06-07.09.06 Erster Abschnitt der Ärztlichen Prüfung/Physikum
31.08.09-31.07.10 Praktisches Jahr am Universitätsklinikum Düsseldorf

05.10.10-26.11.10.1 Zweiter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung/Hammerex.
13.12.2010 Approbation als Ärztin

Beruflicher Werdegang

01.01.2011 Ärztin in Weiterbildung in der Abteilung für
Allgemein-/Viszeralchirurgie im St. Elisabeth
Krankenhaus (Helios) in Hünfeld