

**Aus der Klinik für Gefäßchirurgie und Nierentransplantation der  
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf**

Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. Dr. h.c. Wilhelm Sandmann

**Langzeitergebnisse der operativen Therapie der  
Nierenarterienstenose  
- Eine retrospektive klinische Studie -**

**Dissertation**

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

**Karl Sebastian Häfele**

**2008**

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

gez.: Univ.-Prof. Dr. med. Dr. rer. nat. Bernd Nürnberg

Dekan

Referent: Priv.-Doz. Dr. med. Tomas Pfeiffer

Korreferent: Univ.-Prof. Dr. med. Wolfram Trudo Knoefel

## **Meinen Eltern**

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Historischer Überblick	1
1.2 Ätiologie	2
1.3 Therapie	4
1.4 Fragestellung	8
<b>2 Patienten und Methoden</b>	<b>9</b>
2.1 Patienten	9
2.1.1 Patientenauswahl	9
2.1.2 Patientenkollektiv	9
2.1.3 Präoperative Blutdruckwerte und antihypertensive Medikation	11
2.1.4 Präoperative Retentionsparameter	12
2.1.5 Stoffwechselerkrankungen und Risikofaktoren	12
2.1.6 Vorherige Gefäßeingriffe außer Nierenarterieninterventionen	13
2.1.7 Vorherige Eingriffe an den Nierenarterien und den Nieren	13
2.1.8 Präoperative Befunde bildgebender Untersuchungen	14
2.2 Operative Verfahren	15
2.2.1 Interventionen an den Nierenarterien	15
2.2.2 Gleichzeitig durchgeführte Eingriffe, die die Nierenarterien nicht betreffen	16
2.3 Methoden	17
2.3.1 Patientenauswahl	17
2.3.2 Datenerfassung aus den Krankenakten	17
2.3.3 Nachuntersuchung	17
2.3.4 Definition pathologischer Werte	19
2.3.5 Statistik	20
<b>3 Ergebnisse</b>	<b>22</b>
3.1 Perioperative Ergebnisse	22
3.1.1 Primärer Operationserfolg	22
3.1.2 Perioperative Komplikationen	29
3.1.3 Perioperative Letalität	31
3.1.4 Blutdruckreaktion postoperativ	33
3.1.5 Retentionsparameter postoperativ	39
3.2 Erneute Eingriffe an den Nierenarterien	42
3.3 Nachuntersuchungsergebnisse	43
3.3.1 Ergebnisse bildgebender Verfahren in der Nachuntersuchung	44
3.3.2 Überlebensraten	50
3.3.3 Blutdruckreaktion zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung	51
3.3.4 Retentionsparameter zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung	57
<b>4. Diskussion</b>	<b>59</b>
<b>5. Zusammenfassung</b>	<b>75</b>

<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>78</b>
<b>Verzeichnis der Abkürzungen</b>	<b>89</b>
<b>Curriculum vitae</b>	<b>90</b>
<b>Danksagung</b>	<b>91</b>
<b>Anhang</b>	<b>92</b>
Einladungsschreiben	92
Publikationen im Zusammenhang mit dieser Arbeit	93
<b>Abstract</b>	<b>94</b>

# 1 Einleitung

Nierenarterienstenosen (NAST) sind einer der häufigsten potentiell heilbaren Auslöser sekundärer Hypertonien und wichtige Ursache in der Entstehung der Niereninsuffizienz. Die in der Literatur angegebene Prävalenz von Nierenarterienstenosen schwankt sehr stark. Die meisten bis jetzt publizierten Studien gehen von einem selektierten Patientengut aus. In Autopsiestudien betrug die Prävalenz von signifikanten Nierenarterienstenosen ( $\geq 50\%$ ) zwischen  $4\%$  und  $22\%$  [1-3]. Bei Patienten, die sich einer Herzkatheteruntersuchung unterzogen, fanden sich bei  $15\%$  bis  $23\%$  signifikante Verengungen der Nierenarterien [4-7]. In einer von Hansen *et al.* durchgeführten duplexsonographischen Querschnittsstudie bei Patienten älter als 65 Jahre wurde bei  $7\%$  eine Nierenarterienstenose festgestellt. Rund  $70\%$  der ursprünglich 1245 eingeladenen Personen nahmen in dieser Arbeit das Untersuchungsangebot an [8].

## 1.1 Historischer Überblick

Im Jahre 1836 beschrieb zum ersten Mal der englische Arzt Richard Bright Erkrankungen der Niere im Zusammenhang mit Symptomen einer Hypertonie [9;10]. Im Jahre 1898 veröffentlichte dann der am Karolinska Institut in Stockholm arbeitende finnische Physiologe Robert A. A. Tigerstedt zusammen mit seinem 24-jährigen Studenten Per G. Bergmann eine Studie, in der Renin aus Kaninchennieren als blutdrucksteigernde Substanz beschrieben wurde [11]. Aber erst dem amerikanischen Pathologen Harry Goldblatt wird dann 1934 die Entdeckung zugeschrieben, dass Nierenarterienstenosen den Blutdruck erhöhen können [12]. Er hatte experimentell bei Hunden durch Verengung der Nierenarterie mit Klemmen eine reversible Hypertonie erzeugt. Bernhard und Dorothea Glodny wiesen allerdings in einem erst kürzlich erschienenen Artikel darauf hin, dass der in den Vereinigten Staaten arbeitende österreichische Arzt John Loesch schon kurze Zeit vorher zu ähnlichen Ergebnissen gelangt war [13-16]. Da er seine Studienergebnisse größtenteils auf Deutsch im „Zentralblatt für Innere Medizin“ veröffentlichte, blieb ihm vermutlich eine größere internationale Anerkennung versagt.

Die potentielle Heilbarkeit einer renovaskulären Hypertonie zeigten die Urologen W. F. Leadbetter und Carl E. Burkland im Jahre 1938, in dem sie bei einem fünfjährigen Jungen eine Nephrektomie durchführten und diesen damit von seiner Hypertonie kurierten [17]. Aus dem Jahre 1954 stammt der erste Bericht über eine erfolgreiche transaortale Endarteriektomie einer Nierenarterienstenose durch den amerikanischen Gefäßchirurgen Norman E. Freeman und Kollegen [18]. Dieser Erfolg und weitere Berichte von hohen Erfolgsraten bezüglich der Hypertoniebehandlung führten am Anfang zu einer großen Euphorie und weiten Indikationsstellung der operativen Therapie [19;20]. Weitere Studien zeigten aber sehr bald, dass nur bei einem Teil der Patienten ein positiver Effekt auf den Blutdruck verzeichnet werden konnte. Neben der Operation wurde seit Ende der 70er Jahre die durch den deutschen Arzt Andreas R. Grüntzig entwickelte perkutane transluminale Angioplastie (PTA) mittels Ballonkatheter immer populärer [21;22]. Die hohe Rezidivstenoserate der Angioplastie wurde versucht, mit Stents zu senken. Nach ersten Modellen des amerikanischen Radiologen Charles T. Dotter setzten sich erst die durch den Angioplastieballon entfaltenden Stents des in den Vereinigten Staaten forschenden argentinischen Arztes Julio C. Palmaz durch [23;24]. Auch die medikamentöse Therapie der renovaskulären Hypertonie machte in den letzten Jahren durch die Entwicklung neuer Antihypertensiva weitere Fortschritte.

## 1.2 Ätiologie

Die beiden häufigsten Ursachen einer Nierenarterienstenose sind Arteriosklerose und fibromuskuläre Dysplasie (FMD). Andere Ursachen wie Dissektion, Aneurysma, Kompression und Abknickung oder entzündliche Erkrankungen der Nierenarterie, z. B. die Takayasu-Arteriitis, kommen dagegen relativ selten vor.

Arteriosklerose ist mit über 80 % die häufigste Ursache einer NAST [25]. Als Risikofaktoren gelten ein Alter von über 50 Jahren, männliches Geschlecht, Rauchen, Hypertonie, Diabetes mellitus und Hyperlipidämie. In rund der Hälfte der Fälle sind beide Nierenarterien betroffen. Die Arteriosklerose befällt neben den Nierenarterien oft gleichzeitig andere Gefäßgebiete wie die Koronararterien und die gehirnversorgenden Arterien [26]. Es handelt sich um eine stetig fortschreitende Erkrankung mit meist ostiumnah oder im proximalen Nierenarteriensegment liegenden Stenosen. Caps *et al.* geben eine Progression der Nierenarterienstenose bei 35 % der Patienten innerhalb von drei Jahren an [27]. Zierler *et al.* beschreiben

sogar bei  $42 \pm 14$  % der Patienten mit einer Stenose kleiner 60 % innerhalb von zwei Jahren eine Zunahme der Stenose auf über 60 %. Zu einer Okklusion des Gefäßes kam es innerhalb von zwei Jahren bei  $11 \pm 6$  % der Patienten mit einer Stenose größer 60 % [27;28].

Die Erkrankung der Nierenarterien durch fibromuskuläre Dysplasie wurde erstmals 1938 von Leadbetter und Burkland beschrieben [17]. Allerdings wurde eine genaue Definition der Krankheit erst zwanzig Jahre später von McCormack *et al.* verfasst [29]. Bei der FMD handelt es sich um eine nichtatherosklerotische, nicht inflammatorische Gefäßerkrankung unbekannter Ätiologie, die hauptsächlich die Nierenarterien befällt, aber in allen Gefäßabschnitten auftreten kann. Da hauptsächlich Frauen unter 50 Jahren betroffen sind, werden genetische und hormonelle Faktoren als Auslöser diskutiert [30]. Insgesamt lassen sich nur weniger als 20 % aller Nierenarterienstenosen auf eine FMD zurückführen [25]. Angiographisch stellt sich die FMD entweder als ringförmige Einschnürung oder bei langstreckigem Befall als perlschnurartige Veränderung dar. Im Gegensatz zur Arteriosklerose, die überwiegend im proximalen Anteil der Nierenarterie lokalisiert ist, befällt die fibromuskuläre Dysplasie meistens die mittleren bis distalen Drittel. Die histologische Einteilung geht bis auf kleine Veränderungen auf Harrison und McCormack zurück [31]. In einer neueren Einteilung von van Dongen unterscheidet man eine Mediafibroplasie, eine Perimediafibroplasie, eine Intimafibroplasie, eine Mediahyperplasie und eine Mediadissektion [32]. Die Mediafibroplasie zeichnet sich durch eine ringförmige Zunahme von Kollagen und Fibroblasten in der Innenschicht der Media aus. Sie kann in allen Abschnitten der Nierenarterie lokalisiert sein und tritt oft bilateral auf. Die Stenosen sind in den meisten Fällen nicht hochgradig und zeigen auch nur eine geringe Progredienz. Die Perimediafibroplasie zeichnet sich durch eine Zunahme des kollagenen Bindegewebes in den äußeren Schichten der Media aus. Sie wird meist bei Frauen im Alter von 15 bis 30 Jahren beobachtet. Die Stenosen können bis zu einem Verschluss der Nierenarterie führen. Der Blutdruck ist daher nur schwer medikamentös beeinflussbar. Bei der Perimediafibroplasie ist eine PTA zwar möglich, unterliegt aber unter anderem wegen des bindegewebigen Umbaus der Muskelschicht einem höheren Risiko. Die Mediahyperplasie muss von der Prognose her in eine segmentäre Form und eine pseudohypoplastische Form eingeteilt werden. Während sich die segmentäre Form wegen ihres begrenzten Befalls der Nierenarterie sehr gut für eine Revaskularisation eignet, ist dies bei der pseudohypoplastischen Form wegen des häufigen Befalls der gesamten Arterie nur selten möglich. Hier bleibt als



*Ultima Ratio* oft nur die Nephrektomie, wobei hierbei ein beidseitiger Befall vorher ausgeschlossen werden muss. Die Intimafibroplasie befällt oft Kinder. Hier ist eine Vermehrung des Kollagens und des intimalen Bindegewebes unterhalb des Endothels zu beobachten. Da die Läsionen oft beidseitig auftreten, progredient fortschreiten und medikamentös nur schwer zu behandeln sind, ist meist eine interventionelle Therapie indiziert. Bei der seltenen Form der Mediadissektion handelt es sich im engeren Sinne um eine Komplikation mit einer Dissektion im Bereich der *Membrana elastica externa*. Eine chirurgische Rekonstruktion ist schwierig, da der Prozess meist bis zur Verzweigung des Hauptstammes fortschreitet. Sie muss allerdings versucht werden, da es meistens zu einem kompletten Verschluss der Nierenarterie kommt [32].

## 1.3 Therapie

Als Therapieverfahren stehen heute die medikamentöse Therapie, die perkutane transluminale Angioplastie (PTA) mit und ohne Stent sowie die Operation zur Verfügung.

Die medikamentöse Therapie eignet sich für Patienten mit geringgradigeren Nierenarterienstenosen, deren Blutdruck unter einer antihypertensiven Medikation gut kontrollierbar und deren Nierenfunktion nicht eingeschränkt ist. Bei Patienten mit Arteriosklerose sollten zusätzlich Acetylsalicylsäure zur Prophylaxe thrombembolischer Ereignisse und Lipidsenker zur Verhinderung einer Befundprogression verabreicht werden. Patienten, die nur medikamentös behandelt werden, müssen regelmäßig auf eine Befundprogression untersucht werden, um sie gegebenenfalls doch einer interventionellen Therapie zuzuführen [30;33].

Aus radiologischer Sicht ist die Ballonangioplastie ohne Stent heute Therapiestandard bei Patienten mit fibromuskulärer Dysplasie. Auch Arteriosklerosepatienten mit isolierten ein- oder beidseitigen ostialen und ostiumnahen Nierenarterienstenosen eignen sich für die PTA. Hier sollte jedoch wegen der hohen Rezidivstenoserate immer die gleichzeitige Versorgung mit einem Stent erfolgen [33].

Für eine Operation eignen sich prinzipiell alle Patienten, die auch mit der Angioplastie behandelt werden könnten, da bei der Angioplastie wegen des Risikos einer notwendigen Operation bei PTA-Komplikationen die gleichen hohen Standards bezüglich der Therapiefähigkeit des Patienten wie bei einer Operation angelegt werden sollten. Eine Operation ermöglicht allerdings auch die operative Therapie von Nierenarterienstenosen, die sich aus anatomischen oder technischen Gründen nicht oder nur schlecht für eine PTA eignen. Hier sind insbesondere hochgradige, mit einem Führungsdraht nicht passierbare Stenosen, Nierenarterienverschlüsse, das Vorhandensein eines poststenotischen Aneurysmas, eine Stenose der intrarenalen Äste, starke Kalzifizierung der Stenose und die Knickstenose zu nennen. Bei gleichzeitig erforderlichen gefäßrekonstruktiven Eingriffen bei Aortenaneurysma, Iliakalaneurysma, Aortenstenose (insbesondere Korallenriffaorta), Aortendissektion und Stenosen bzw. Verschlüssen der Arteria mesenterica superior und des Truncus coeliacus ist die chirurgische Therapie indiziert. Sie eignet sich auch bei der Therapie von In-Stent-Stenosen nach PTA [33-35].

Bis heute liegen nur wenige prospektiv, randomisierte Studien zum Vergleich der einzelnen Therapiemethoden vor, so dass die optimale Therapie in der Wissenschaft weiterhin kontrovers diskutiert wird. Eine 1993 veröffentlichte Studie von Weibull *et al.* vergleicht die Operation mit der Angioplastie [36]. Uzzo *et al.* publizierten 2002 eine Studie zum Vergleich der operativen und medikamentösen Therapie [37]. In drei weiteren Studien von Plouin *et al.*, van Jaarsveld *et al.* und Webster *et al.* wurde der Unterschied zwischen der Angioplastie und der medikamentösen Therapie untersucht [38-40].

## ***Operationsverfahren***

Als gängige Operationsverfahren stehen die Thrombendarteriektomie (TEA), die Bypassoperation, die Transposition, die Resektion mit End-zu-End-Anastomose, die Ex-situ-Rekonstruktion und Kombinationsverfahren zur Verfügung.

Die Thrombendarteriektomie eignet sich für aortale und ostiumnahe arteriosklerotische Verschlussprozesse. Die Operation kann entweder in der von Wylie *et al.* [41] beschriebenen transaortalen Ausschälung nach longitudinaler Aorteninzision oder in der offenen Technik mit bis in die Aorta reichender renaler Längsarteriotomie ausgeführt werden. Eine Streifenplastik wird zwar von einigen Autoren zum Verschluss engkalibriger Gefäße angegeben, diese Methode wurde allerdings im eigenen Patientengut nur sehr selten angewendet. Der Vorteil der TEA liegt insbesondere in der kurzen renalen Ischämiezeit [34;35].

Die Bypassoperation wird vor allem bei nicht arteriosklerotischen Nierenarterienverschlussprozessen angewendet. Insbesondere Patienten mit FMD, Dissektion und langstreckiger distaler Stenose der Nierenarterie eignen sich für dieses Verfahren. Aber auch bei arteriosklerotischen Erkrankungen kann ein Bypass erforderlich sein, z. B. wenn nach vorausgegangener endovaskulärer Angioplastie und Stentimplantation eine Restenose (In-Stent-Stenose) durch Progression der Arteriosklerose selbst oder durch reaktive neointimale Hyperplasie aufgetreten ist. Hier ist die TEA mit Stententfernung nicht immer erfolgreich möglich. Am häufigsten wird die *V. saphena magna* als autologes Transplantat verwendet. Ersatzweise stehen die *V. profunda femoris* und die *A. hypogastrica* zur Verfügung. Alternativ kann ein alloplastischer Bypass, am häufigsten aus Polyester (Dacron) oder Polytetrafluorethylen (PTFE), eingesetzt werden. Wenn die infrarenale Aorta wegen einer schweren Atheromatose oder einer Dissektion nicht als Insertionsort genutzt werden kann, können extraanatomische Verfahren Anwendung finden, bei denen der Bypassverlauf nicht der normalen Anatomie entspricht. Als Insertionsorte bieten sich die supraviszzerale Aorta (antegrader Bypass), die iliaceale Strombahn (*up side down* Bypass), die *A. mesenterica superior* sowie die *A. hepatica* für den rechtsseitigen und die *A. lienalis* für den linksseitigen Nierenarterienbypass an [34;35].

Die Transposition (Neuimplantation) eignet sich nur bei einer Elongation der Nierenarterie und ostialen bzw. aortennahen Stenosen. Der Vorteil der Transposition liegt in der technischen Einfachheit, da nur eine Anastomose erforderlich ist. [35;42;43].

Bei kurzstreckigen, fibrodysplastischen Veränderungen ist die reno-renale End-zu-End-Anastomose nach Resektion des stenotischen Abschnitts ein geeignetes Verfahren [34;35;42].

Die Ex-situ-Rekonstruktion bietet bei der Wiederherstellung hilusnaher Läsionen, vor allem bei fibrodysplastischen Stenosen der Segmentarterien, eine bessere Übersicht für den Operateur. Zur Verbesserung der Ischämietoleranz wird die Niere während des Eingriffs mit Organkonservierungslösungen gekühlt [35;42].

Patienten, bei denen Nierenarterienstenosen mit anderen intraabdominellen Verschlussprozessen kombiniert sind, bedürfen häufig einer gleichzeitigen Rekonstruktion der verschiedenen Gefäßabschnitte. Eine alleinige Beseitigung der Nierenarterienstenose kann über eine Senkung des Blutdrucks zu einer Minderperfusion in den restlichen stenosierten Gefäßgebieten führen. Das erhöhte Operationsrisiko eines Kombinationseingriffes muss allerdings bei der Indikationsstellung kritisch mitbedacht werden [35].

Um die Ischämietoleranz der Niere während der Operation zu erhöhen, wird diese in der Klinik für Gefäßchirurgie und Nierentransplantation mit 4 °C kalter Ringer-Lactat-Lösung perfundiert. Damit wird die Nierentemperatur auf 20-24 °C gesenkt. Ein Zusatz von 2500 IE Heparin soll Stasethromben vermeiden. Studien deuten daraufhin, dass durch den im Universitätsklinikum benutzten Zusatz von Prostaglandin E1 eine zusätzliche Ischämieprotektion erreicht wird. Eine experimentelle Untersuchung von Torsello *et al.* an der hiesigen Klinik konnte eine Ischämieprotektion der Niere zeigen. Allerdings konnte in einer weiteren klinischen Studie der Klinik für Gefäßchirurgie und Nierentransplantation in der thorakoabdominellen Aorten Chirurgie von Reiher *et al.* kein zusätzlicher renoprotektiver Effekt festgestellt werden, bei jedoch geringen Fallzahlen [35;44;45].

## 1.4 Fragestellung

Patienten mit einer nur leichtgradigen Nierenarterienstenose und einem mit Antihypertensiva gut beherrschbaren Bluthochdruck werden heute oft medikamentös behandelt. Für Patienten mit höhergradigen Stenosen, einem mit Medikamenten schlecht einstellbarem Hypertonus oder mit einer Verschlechterung der Nierenfunktion ist zurzeit die perkutane transluminale Angioplastie das interventionelle Standardverfahren. Die Indikation für eine Operation besteht, wenn sich eine Stenose, z. B. aus anatomischen Gründen, nicht für eine perkutane transluminale Angioplastie eignet, eine PTA erfolglos war oder es sich um einen beidseitigen Eingriff handelt bzw. gleichzeitig die Indikation für eine Operation an der Aorta oder anderen Gefäßabschnitten besteht.

Die Fälle aller Patienten der vorliegenden Studie wurden anhand der oben genannten Kriterien in einer interdisziplinären Konferenz mit Nephrologen, Radiologen und Gefäßchirurgen am Universitätsklinikum Düsseldorf besprochen und den Patienten wurde anschließend eine entsprechende Therapieempfehlung gegeben.

In der vorliegenden Arbeit wurden die Daten der operierten Patienten hinsichtlich der perioperativen Resultate und der Langzeitergebnisse in Bezug auf Blutdruckeinstellung, Nierenfunktion, Restenoserate, Komplikationen und Überlebenszeiten retrospektiv ausgewertet. Der Einfluss der Grunderkrankung auf die Ergebnisse wird exemplarisch für die Arteriosklerose und die FMD dargestellt. Ziel war es, die eigenen Daten im Hinblick auf Indikationsstellung und Therapieerfolg im Vergleich mit den veröffentlichten Ergebnissen anderer operativer Studien und den alternativen Behandlungsarten PTA und medikamentöse Therapie zu werten.

# 2 Patienten und Methoden

## 2.1 Patienten

### 2.1.1 Patientenauswahl

Die Grundlage dieser Studie bilden 181 Patienten ab dem 18. Lebensjahr, die zwischen November 1997 und Dezember 2001 an einer Nierenarterienstenose in der Klinik für Gefäßchirurgie und Nierentransplantation des Universitätsklinikums Düsseldorf operiert wurden. Diese Patienten unterzogen sich in diesem Zeitraum 184 Aufenthalten zur operativen Therapie einer NAST.

### 2.1.2 Patientenkollektiv

Das Patientenkollektiv bestand aus 102 Männern (56,4 %) und 79 Frauen (43,6 %) im Alter von 18 bis 81 Jahren (mittleres Alter  $59,1 \pm 12,3$  Jahre) bei der ersten Operation im Untersuchungszeitraum. Der Altersgipfel lag mit 38,7 % der Patienten zwischen 55 und 64 Jahren (Mittelw.  $\pm$  SD).

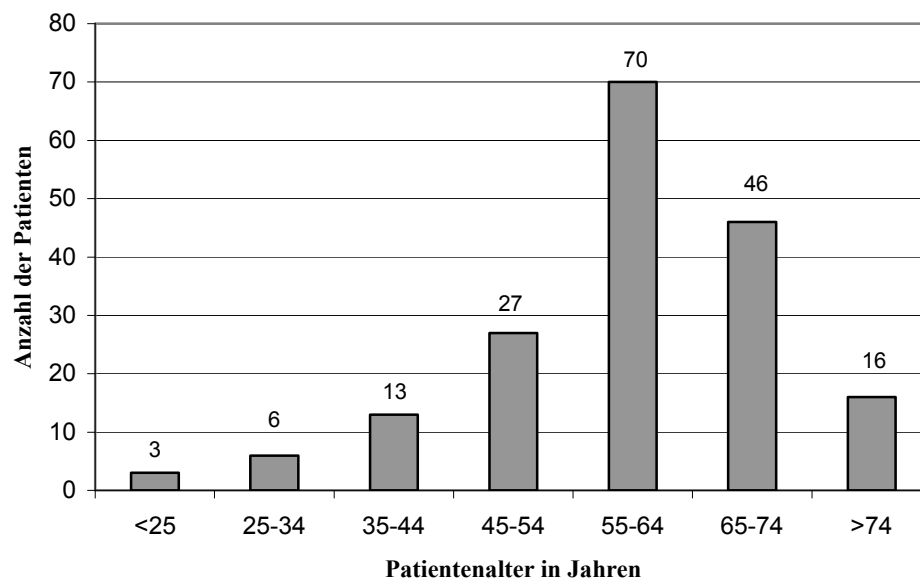
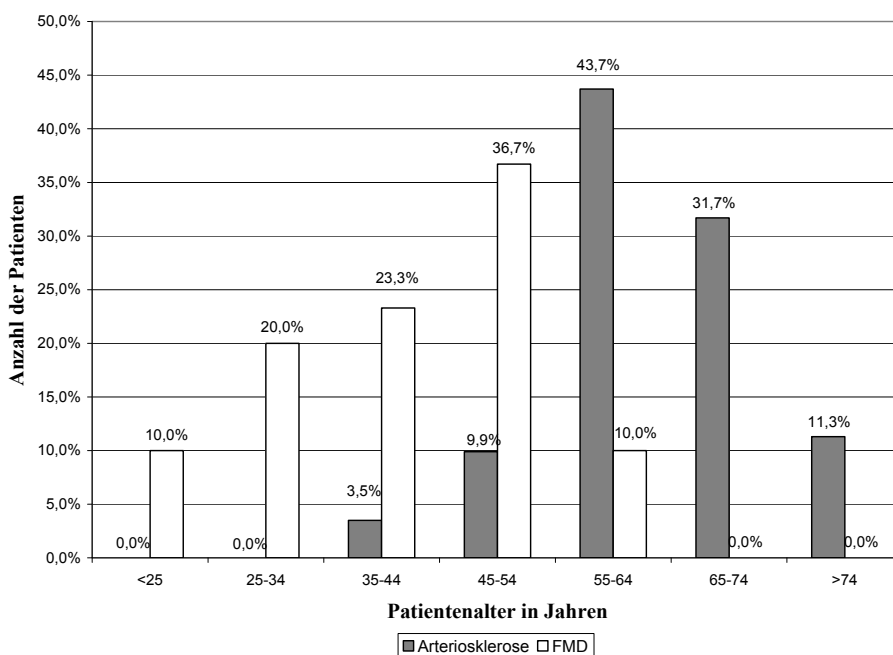


Abb. 2.1: Übersicht der Altersverteilung der Patienten (n= Anzahl der Patienten)

Arteriosklerose wurde bei 142 Patienten (78,5 %) als Ursache der Nierenarterienstenose festgestellt. Das durchschnittliche Alter der Patienten mit Arteriosklerose lag bei  $63,0 \pm 8,9$  Jahren (37-81 Jahre). Dieser Gruppe wurde auch ein Patient mit Arteriosklerose und Fibromuskulärer Dysplasie zugeordnet, da der wesentliche Anteil der bestehenden NAST arteriosklerosebedingt war. Eine fibromuskuläre Dysplasie wurde bei 30 Patienten (16,6 %) als Grunderkrankung diagnostiziert, das Alter der Patienten lag in dieser Gruppe im Mittel bei  $41,4 \pm 11,5$  Jahren (18-61 Jahre). Hierbei wurden Patienten mit FMD und zusätzlicher Nierenarterien-dissektion der FMD-Gruppe zugerechnet. Im Durchschnitt waren Patienten mit Arteriosklerose älter als Patienten mit einer FMD. Eine Aortendissektion lag bei 6 Patienten (3,3 %), eine alleinige Nierenarterien-dissektion bei 2 Patienten (1,1 %) vor, das Durchschnittsalter lag hier bei  $58,0 \pm 9,9$  Jahren (40-70 Jahre) bzw.  $52,5 \pm 2,5$  Jahren (50 und 55 Jahre). Ein Patient (0,6 %) wurde im Alter von 54 Jahren an einer Nierenarterienstenose durch Zwerchfellkompression operiert (Mittelw.  $\pm$  SD).



**Abb. 2.2:** Übersicht der Altersverteilung der Patienten mit Arteriosklerose und FMD

**Tabelle 2.1:** Ätiologie der Nierenarterienstenosen (n= Anzahl der Patienten)

Grunderkrankung	Männlich (n=102)	Weiblich (n=79)	Gesamt (n=181)
Arteriosklerose	86 (84,3 %)	56 (70,9 %)	142 (78,5 %)
Fibromuskuläre Dysplasie (FMD)	8 (7,8 %)	22 (27,8 %)	30 (16,6 %)
Aortendissektion	5 (4,9 %)	1 (1,3 %)	6 (3,3 %)
Nierenarteriendissektion	2 (2,0 %)	0	2 (1,1 %)
Zwerchfellkompression	1 (1,0 %)	0	1 (0,6 %)

### 2.1.3 Präoperative Blutdruckwerte und antihypertensive Medikation

Als Hypertoniker wurden alle Patienten mit einem systolischen Blutdruck  $\geq 140$  mmHG oder einem diastolischen Blutdruck  $\geq 90$  mmHg eingestuft, des Weiteren alle Patienten, die mindestens ein Antihypertensivum als Medikament einnahmen. Der mittlere systolische Blutdruck betrug präoperativ  $150,7 \pm 25,4$  mmHg, diastolisch  $84,5 \pm 14,2$  mmHg. Bei 175 von 181 Patienten war der systolische, bei 174 der diastolische Blutdruck dokumentiert. Die Medikation war in 174 Fällen erfassbar. Durchschnittlich wurden  $2,5 \pm 1,6$  Antihypertensiva eingenommen, in 71 Fällen war dies unter anderem ein Diuretikum. In insgesamt acht Fällen war der Blutdruck oder die Medikation nicht aus der Akte erfassbar, von diesen wurden vier Patienten notfallmäßig bei akuter Aortendissektion operiert (Mittelw.  $\pm$  SD).

94 Patienten wiesen präoperativ hypertone Blutdruckwerte unter antihypertensiver Medikation auf, weitere 63 Patienten waren unter Medikation normoton. Sieben Patienten nahmen keine Antihypertensiva ein, wiesen aber hypertone Blutdruckwerte auf. Neun Patienten waren ohne jegliche antihypertensive Medikation präoperativ normoton.



## 2.1.4 Präoperative Retentionsparameter

In 175 Fällen waren die präoperativen Kreatinin- und in 174 Fälle die Harnstoffwerte dokumentiert. Kreatininwerte  $>1,2$  mg/dl bei Frauen und  $>1,5$  mg/dl bei Männern wurden als erhöht, Spiegel  $>3,5$  mg/dl wurden für beide Geschlechter, ebenso wie Dialysepflichtigkeit als stark erhöht eingestuft. Der Kreatininspiegel war bei 76 Frauen erfasst worden, er lag durchschnittlich bei  $1,3 \pm 0,8$  mg/dl, der Harnstoffspiegel bei  $43,5 \pm 33,1$  mg/dl. Bei den Männern war der Kreatininspiegel bei 99 Patienten dokumentiert, er betrug im Mittel  $1,5 \pm 0,9$  mg/dl und der Harnstoffspiegel, der bei 98 Patienten dokumentiert war, betrug im Durchschnitt  $45,5 \pm 22,6$  mg/dl. Bei 49 Patienten (28,0 %) lagen präoperativ erhöhte Kreatininwerte vor. Nur eine Patientin mit einem Kreatininspiegel von 4,5 mg/dl und zwei männliche Patienten mit Werten von 5,7 mg/dl und 7,7 mg/dl hatten einen Kreatininspiegel von über 3,5 mg/dl, des Weiteren war eine Patientin bereits präoperativ dialysepflichtig (Mittelw.  $\pm$  SD).

**Tabelle 2.2:** Übersicht der Patienten mit präoperativ erhöhten Kreatininwerten (n= Anzahl der Patienten)

Kreatininspiegel	Gesamtkollektiv	NAST beidseits	NAST einseitig	NAST bei Einzelniere
Erhöht	45	33	10	2
Stark erhöht	4	2	2	0
Summe	49	35	12	2

## 2.1.5 Stoffwechselerkrankungen und Risikofaktoren

Präoperative Stoffwechselerkrankungen und Risikofaktoren waren in den Krankenakten nur unvollständig dokumentiert worden. Bei 31 Patienten (17,1 %) war ein Nikotinabusus, bei 47 Patienten (26,0 %) eine Hyperlipidämie und bei 23 Patienten (12,7 %) ein Diabetes mellitus in den Unterlagen erfasst worden.

## 2.1.6 Vorherige Gefäßeingriffe außer Nierenarterieninterventionen

Bei 71 Patienten waren vor der Operation der Nierenarterien Interventionen an anderen Gefäßabschnitten durchgeführt worden. Darunter waren 12 operative Eingriffe an der Aorta, 14 an einer Carotisarterie, 20 koronare Bypass-Operationen, 11 operative Interventionen an den Becken-Bein-Gefäßen und zwei am Truncus brachiocephalicus. Von den 14 Operationen an einer Carotisarterie wurden sechs beim selben Klinikaufenthalt vor dem Eingriff an den Nierenarterien durchgeführt. Des Weiteren waren 13 perkutane transluminale Angioplastien mit oder ohne Stent an den Becken- und Bein Gefäßen, 19 an den Herzkranzgefäßen sowie eine an der *A. subclavia* bei Subclavian-Steal-Syndrom ausgeführt worden.

## 2.1.7 Vorherige Eingriffe an den Nierenarterien und den Nieren

Bei 33 Patienten (18,2 %) war eine vorherige Intervention an den Nierenarterien oder Nieren durchgeführt worden.

Vier Patienten waren einseitig nephrektomiert worden, davon war bei zwei Patienten zusätzlich ein operativer Eingriff an der kontralateralen Nierenarterie vorgenommen worden.

Interventionen an den Nierenarterien waren bei 31 Patienten auf 42 Seiten dokumentiert. Davon hatte eine Patientin zwei vorausgegangene Operationen an den Nierenarterien, fünf Patienten zwei vorausgegangene Angioplastien, ein Patient drei Angioplastien und zwei Patienten waren einer Angioplastie und einer Operation unterzogen worden. Eine der präoperativen Angioplastien wurde an der nicht operierten Seite vorgenommen. Alle anderen Voreingriffe fanden auf der später operierten Seite statt.

**Tabelle 2.3:** Übersicht der vorausgegangenen Interventionen der Nierenarterien

Eingriff	Beidseits	Rechts	Links
PTA / Stent	4	11	9
Davon primär nicht erfolgreich	3	6	5
Operationen	7	2	0
Nephrektomie	0	0	4

## 2.1.8 Präoperative Befunde bildgebender Untersuchungen

Die Nierenarterien wurden bei allen elektiven Eingriffen vorher angiographisch in der Universitätsklinik Düsseldorf oder in auswärtigen Röntgeninstituten dargestellt und die Nierenarterienstenose diagnostisch gesichert.

Bei 64 Patienten wurde präoperativ eine sonographische oder duplexsonographische Untersuchung durchgeführt.

**Tabelle 2.4:** Übersicht der präoperativen duplexsonographischen Befunde

	Rechts	Links	Anzahl der Pat., von denen rechtsseitiger Befund vorliegt	Anzahl der Pat., von denen linksseitiger Befund vorliegt
Länge der Niere in mm	105,2 ± 13,8	102,3 ± 15,5	48	43
Breite der Niere in mm	53,2 ± 9,5	47,5 ± 8,7	14	10
Vmax Nierenarterie in cm/s	328,5 ± 103,2	250,9 ± 111,4	24	23
RI der Nierenarterie	0,64 ± 0,12	0,59 ± 0,15	13	13
RI im Parenchym	0,63 ± 0,13	0,62 ± 0,13	33	31

Bei 96 Klinikaufenthalten sind Szintigraphien dokumentiert. Die durchschnittliche Gesamtclearance betrug  $177,1 \pm 53,7$  ml/min. Der Anteil der rechten Niere an der Gesamtclearance betrug im Durchschnitt  $57,8 \pm 22$  %, der der linken  $41,9 \pm 22$  % (Mittelw. ± SD).

## 2.2 Operative Verfahren

### 2.2.1 Interventionen an den Nierenarterien

Operativ wurden 110 Eingriffe beidseits durchgeführt, 36 lediglich auf der linken Seite und 35 lediglich auf der rechten Seite. In die vorliegende Studie wurden ausnahmslos Operationen an Nierenhauptarterien einbezogen.

Die beiden häufigsten Operationsverfahren waren die Thrombendarteriektomie (TEA) an insgesamt 222 Nierenarterien und die Revaskularisation mit einem Bypass an insgesamt 56 Nierenarterien.

**Tabelle 2.5:** Übersicht der Operationsverfahren an den Nierenarterien (n= Anzahl der Patienten)

Eingriff	Rechts	Links
TEA, mit oder ohne Patchplastik	105	117
Interponat	34	22
- Saphenainterponat	27	15
- PTFE-Interponat	7	5
- Dacroninterponat	0	2
Ex-situ-Rekonstruktion + Saphenainterponat	0	1
Resektion + Reimplantation	2	2
Partielle Resektion eines Saphenainterponats	1	0
Dilatation	2	2
Eversionsdesobliteration mit graduerter Dilatation	1	0
Membranresektion	0	1
Spaltung des Zwerchfellschenkels	0	1
Summe	145	146

Neben einer NAST-Operation wurden an vier rechten Nierenarterien Rekonstruktionen bei Aneurysma sowie an einer linken Nierenarterie eine isolierte Aneurysmaoperation bei gleichzeitiger NAST-Operation auf der gegenüberliegenden Seite durchgeführt.

Interventionen bei fehlendem technischen Erfolg sowie Eingriffe, die durch Komplikationen nötig wurden, werden in Kapitel 3 dargestellt.

### ***Interventionen an akzessorischen Nierenarterien***

Zusätzlich wurden operative Eingriffe an akzessorischen Nierenarterien bei 26 Patienten, davon bei 15 auf der rechten und bei 17 auf der linken Seite durchgeführt. Als akzessorische Nierenarterien wurden zusätzliche aus der Aorta entspringende Nierenarterien gewertet. Da diese in der Duplexsonographie oft nur sehr schwer darstellbar sind und sich daher einer farbduplexsonographischen Kontrolle oft entziehen, wurden diese nicht in die Studie einbezogen.

### **2.2.2 Gleichzeitig durchgeführte Eingriffe, die die Nierenarterien nicht betreffen**

Bei 96 Patienten wurden neben der Operation an den Nierenarterien noch weitere Eingriffe in derselben Sitzung durchgeführt. Bei 85 Patienten wurden Eingriffe an der Aorta einschließlich der Beckenstrombahn sowie bei 25 Patienten eine Intervention an einem oder mehreren Viszeralgefäßen vorgenommen. Des Weiteren wurden eine Eversions-Thrombendarteriektomie der *A. carotis*, eine Spaltung des Zwerchfellschenkels bei Truncus-coeliacus-Kompressionssyndrom, eine Cholezystektomie, eine Adnexektomie, eine reine Ovarektomie, zwei Ovarialtumorexstirpationen, eine Nierentumorenukleation und ein Narbenhernienverschluss durchgeführt.

## **2.3 Methoden**

### **2.3.1 Patientenauswahl**

Alle Patienten, die zwischen dem 24.11.1997 und dem 12.12.2001 an einer Nierenarterienstenose 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.

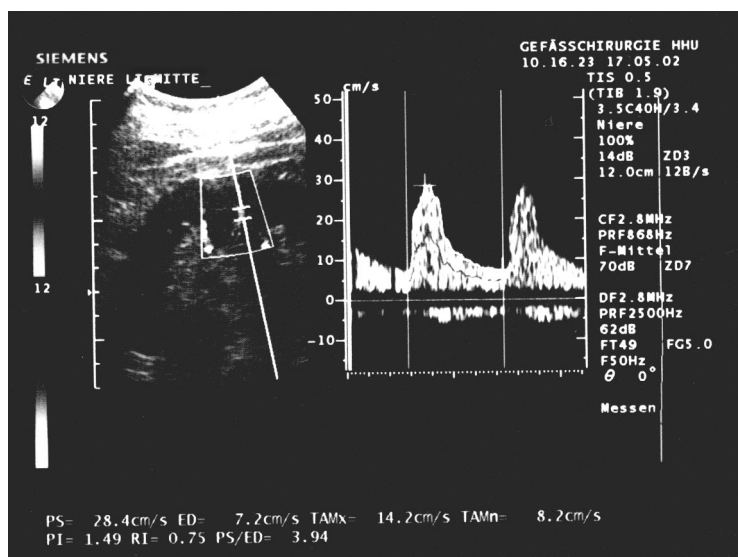
### **2.3.2 Datenerfassung aus den Krankenakten**

Die Patientendaten wurden retrospektiv mit einer Aktenrecherche in den Archiven der Chirurgischen Klinik, der Medizinisch-Neurologisch-Radiologischen-Klinik des Universitätsklinikums Düsseldorf (MNR-Klinik), der gefäßchirurgischen Ambulanz und der nephrologischen Ambulanz erfasst. Dabei wurden Daten zu Vorerkrankungen und Voroperationen, hierbei insbesondere Informationen über Eingriffe an den Nierenarterien, gesammelt. Die Grunderkrankung wurde den pathologischen Gutachten entnommen. Des Weiteren wurden die prä- und postoperativen Blutdruck-, Kreatinin und Harnstoffwerte, die Medikation, die Ergebnisse von bildgebenden Untersuchungen der Nierenarterien, die Operationsverfahren und Komplikationen während des Krankenhausaufenthaltes aufgezeichnet. Ebenso wurden Daten über den postoperativen Verlauf, z. B. Befunde von Nachuntersuchungen oder Arztberichte über erneute Interventionen an den Nierenarterien, erfasst.

### **2.3.3 Nachuntersuchung**

Alle Patienten wurden zu einer postoperativen Nachuntersuchung eingeladen. Von den 181 Patienten waren zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung 30 verstorben, 17 Patienten davon bereits während des Klinikaufenthaltes. Bei Patienten, die die Nachuntersuchung nicht in Düsseldorf durchführen wollten, wurde versucht Fremdbefunde zu erhalten.

Zuerst wurde bei den Patienten eine kurze Anamnese erhoben, hierbei wurden die aktuelle Medikation sowie Komplikationen seit der Operation erfasst. Danach wurde der Blutdruck nach ca. fünfminütigem Sitzen an beiden Armen gemessen und Blut für die Bestimmung des Kreatinin- und Harnstoffspiegels abgenommen. Bei der anschließenden farbkodierten Duplexsonographie wurden die Länge und Breite der Niere in Zentimeter gemessen sowie die winkelkorrigierte maximale Flussgeschwindigkeit in der Nierenarterie und im Nierenhilusbereich in cm/s ermittelt. Im Nierenparenchym wurde aus der höchsten systolischen Flussgeschwindigkeit ( $V_{\max}$ ) und der niedrigsten diastolischen Flussgeschwindigkeit ( $V_{\min}$ ) der dortige Resistance-Index (RI) nach folgender Formel berechnet:  $RI = (V_{\max} - V_{\min})/V_{\max}$ . Aus den Resistance-Indices des oberen, mittleren und unteren Parenchymdrittels wurde der Mittelwert gebildet. Für die Untersuchung stand in der gefäßchirurgischen Ambulanz ein digitales Ultraschallgerät der Firma Siemens, Typ Sonoline Elegra zur Verfügung [46-49].



**Abb. 2.3:** Duplexsonographische Bestimmung des Resistance-Index

### 2.3.4 Definition pathologischer Werte

Blutdruckwerte  $\geq 140$  mmHg systolisch oder  $\geq 90$  mmHg diastolisch wurden in Übereinstimmung mit den Empfehlungen der Weltgesundheitsorganisation als pathologisch definiert [50]. Nach den Empfehlungen der American Heart Association wurde eine Senkung des Blutdruckes  $< 90$  mmHg diastolisch und  $< 140$  mmHg systolisch ohne Medikation als Heilung gewertet. Eine Verbesserung lag vor, wenn der diastolische Blutdruck  $< 90$  mmHg und/oder der systolische Blutdruck  $< 140$  mmHg bei gleicher oder kleinerer Anzahl antihypertensiver Medikamente lag oder der diastolische Blutdruck bei gleicher oder reduzierter Medikation um mindestens 15 mmHg gesenkt wurde. Ein Therapieversagen lag in allen anderen Fällen vor. Als Erfolg wurde eine Heilung oder Verbesserung gewertet [51].

Bezüglich des Kreatininspiegels wurden Werte  $> 1,2$  mg/dl bei Frauen und  $> 1,5$  mg/dl bei Männern als erhöht definiert. Werte  $> 3,5$  mg/dl bei beiden Geschlechtern, oder eine Dialysepflichtigkeit des Patienten wurden als stark erhöht eingestuft. Als Verbesserung der Nierenfunktion wurde eine Senkung des Kreatininspiegels  $\geq 20$  % gewertet, eine Stabilisierung lag bei einer Veränderung  $< 20$  % und eine Verschlechterung bei einem Anstieg  $\geq 20$  % vor. Auch eine neuaufgetretene Dialysepflichtigkeit wurde unabhängig vom gemessenen Kreatininspiegel als Verschlechterung definiert.

Als Rezidivstenose wurde jede Verengung des behandelten Gefäßes oder Bypasses auf  $\geq 60$  % definiert. Lagen Befunde von verschiedenen bildgebenden Verfahren vor, wurde die Angiographie als Goldstandard gewertet. In der Aussagefähigkeit folgten Befunde der Angio-Computertomographie (Angio-CT) und der Magnetresonanztomographie (MRA). Der Duplexsonographie wurde im Vergleich mit den anderen Verfahren die geringste Aussagekraft beigemessen.

In der duplexsonographischen Untersuchung wurde eine winkellokorrigierte Flussgeschwindigkeit in der Nierenarterie von  $> 180$  cm/s als direktes und ein Seitenunterschied des mittleren intrarenalen Resistance-Index  $> 0,15$  als indirektes Stenosekriterium definiert.



Für die postoperative Offenheitsrate wurde folgende Definition zugrunde gelegt [51]:

Primäre Offenheit der Nierenarterie: ununterbrochene Durchgängigkeit der Nierenarterie ohne weiteren Eingriff im oder am Rande des behandelten Abschnitts oder Bypasses.

Unterstützte primäre Offenheit der Nierenarterie: ununterbrochene Durchgängigkeit der Nierenarterie nach weiteren Eingriffen im betroffenen Abschnitt oder Bypass, die vor einer Thrombose zur Prävention eines Gefäßverschlusses durchgeführt wurden. Hierunter fallen auch die Interventionen zur Behandlung einer Restenose.

Sekundäre Offenheit der Nierenarterie: Durchgängigkeit der Nierenarterie nach der erfolgreichen Therapie eines Gefäßverschlusses.

Für die primäre und sekundäre technische Erfolgsrate muss das Gefäß nicht nur durchgängig, sondern frei von (Rezidiv-)Stenosen nach o.g. Definition sein. Die gleichen Bedingungen gelten auch für die Definition der primär und sekundär funktionstüchtigen Nierenarterien in der Nachuntersuchung.

### **2.3.5 Statistik**

Für die Studie wurden alle Daten in einer Datenbank (Access 2000 bzw. später Access 2003 der Firma Microsoft<sup>®</sup>) erfasst. Die statistische Auswertung wurde mit den Programmen WinSTAT<sup>®</sup> von R.K. Fitch, Excel 2000 bzw. Excel 2003 der Firma Microsoft<sup>®</sup> und GraphPad Prism<sup>®</sup> 3 der Firma GraphPad Software Inc. durchgeführt.

Als Lagemaß wurde der Mittelwert  $\pm$  Standardabweichung (Mittelw.  $\pm$  SD) als Streuungsmaß angegeben. Bei der Altersverteilung wurde zusätzlich die Spannweite angeführt.

Der Einfluss der Operation auf den systolischen und diastolischen Blutdruck sowie die Anzahl der antihypertensiven Medikamente wurde mit dem nichtparametrischen Wilcoxon-Test für verbundene Stichproben zweiseitig überprüft.

Die beiden Kollektive „Arteriosklerose“ und „FMD“ wurden auf signifikante statistische Unterschiede untersucht. Zum Vergleich der beiden Gruppen hinsichtlich Blutdruckreaktion, des primären Operationserfolges und der perioperativen Mortalität wurde der exakte Test von Fisher zweiseitig angewendet. Das Signifikanzniveau wurde auf  $p=0,05$  festgelegt. Beim Blutdruck wurden die Kategorien „geheilt“ und „verbessert“ als Therapieerfolg zusammengefasst und der Kategorie „Therapieversagen“ gegenübergestellt. Auf Grund der geringen Anzahl präoperativ niereninsuffizienter Patienten mit fibromuskulärer Dysplasie wurde hier auf einen statistischen Vergleich zwischen beiden Kollektiven verzichtet. Die langfristigen Überlebensraten und die primären und sekundären Funktionstüchtigkeitsraten der Nierenarterien wurden mit der Kaplan-Meier-Analyse untersucht und die beiden Behandlungsgruppen mit Hilfe des Logrank-Tests auf signifikante Abweichungen geprüft.

# 3 Ergebnisse

## 3.1 Perioperative Ergebnisse

### 3.1.1 Primärer Operationserfolg

Von 150 Patienten lag eine postoperative Bildgebung 240 operierter Nierenarterien vor. Davon waren 222 (92,5 %) Operationen primär technisch erfolgreich und 223 Nierenarterien (92,9 %) waren postoperativ primär offen. Bei 31 Patienten (51 Nierenarterien) wurde keine postoperative Bildgebung in unserer Klinik durchgeführt und es waren auch keine postoperativen Fremdbefunde aus den Akten zu erheben. Unter diesen waren 18 Patienten, die entweder während des Klinikaufenthaltes eine Untersuchung ablehnten oder bei denen aus logistischen Gründen, z. B. frühzeitige Verlegung in eine andere Klinik, keine Bildgebung möglich war. Die anderen 13 Patienten verstarben postoperativ, bevor eine Angiographie bzw. Sonographie der Nierenarterien durchgeführt werden konnte.

Bei sieben Patienten wurde postoperativ eine Stenose der Nierenarterie festgestellt. Fünf Stenosen traten auf der linken, zwei auf der rechten Seite auf. Zusätzlich trat bei einem Patienten mit Arteriosklerose als Grunderkrankung nach beidseitiger Operation eine 50%ige Einengung auf der linken Seite auf. Diese wurde vorsorglich mit PTA und Stent therapiert. Der Patient wurde wegen des Eingriffs in die Kategorie primär assistierte Offenheitsrate bzw. sekundär technische Erfolgsrate eingruppiert, obwohl er keine Stenose der operierten Nierenarterie im Sinne der Definition hatte.

Fünf Patienten mit persistierender NAST nach Operation wurden erfolgreich mit einer Angioplastie behandelt, bei einem Patienten wurde eine Knickstenose des Bypasses operativ behoben und ein Patient mit einem Saphenabypass versorgt. Ein Patient verstarb während des Klinikaufenthaltes, bevor eine rechtsseitige Nierenarterienstenose therapiert werden konnte.

Bei zehn Patienten kam es postoperativ zu einem Verschluss der Nierenarterie, wobei acht Mal die linke und zwei Mal die rechte Nierenarterie betroffen war. Zwei linksseitige Arterien wurden erfolgreich thrombektomiert. Die übrigen acht Patienten hatten bereits präoperativ eine Schrumpfniere. Daher wurde bei diesen Patienten wegen mangelnder Erfolgsaussichten auf einen weiteren Eingriff verzichtet. Eine dieser Patientinnen wurde später bei schwer einstellbarem Hypertonus linksseitig nephrektomiert.

Zwischen Operationen auf der linken und rechten Seite bestand hinsichtlich des primär technischen Erfolges ein signifikanter Unterschied (exakter Test nach Fisher:  $p=0,0249$ ), bezüglich des sekundär technischen Erfolges jedoch nicht (exakter Test nach Fisher:  $p=0,04994$ ).

**Tabelle 3.1:** Übersicht über die postoperative technische Erfolgsrate (n= Anzahl der Nierenarterien; \*= signifikanter Unterschied zur kontralateralen Seite; ns= nicht signifikanter Unterschied zur kontralateralen Seite)

	Rechts (n=120)	Links (n=120)	Summe (n=240)
Primär techn. Erfolg	116 (96,7 %) *	106 (88,3 %) *	222 (92,5 %)
Sekundär techn. Erfolg	117 (97,5 %) <sup>ns</sup>	114 (95,0 %) <sup>ns</sup>	231 (96,3 %)
Stenose	3 (2,5 %) <sup>ns</sup>	6 (5,0 %) <sup>ns</sup>	9 (3,8 %)

**Tabelle 3.2:** Übersicht über die postoperative Offenheitsrate (n= Anzahl der Nierenarterien; \*= signifikanter Unterschied zur kontralateralen Seite; ns= nicht signifikanter Unterschied zur kontralateralen Seite)

	Rechts (n=120)	Links (n=120)	Summe (n=240)
Primäre Offenheitsrate	117 (97,5 %) *	106 (88,3 %) *	223 (92,9 %)
Primär assistierte Offenheitsrate	118 (98,3 %) <sup>ns</sup>	112 (93,3 %) <sup>ns</sup>	230 (95,8 %)
Sekundäre Offenheitsrate	118 (98,3 %) <sup>ns</sup>	114 (95,0 %) <sup>ns</sup>	232 (96,7 %)
Verschluss	2 (1,7 %) <sup>ns</sup>	6 (5,0 %) <sup>ns</sup>	8 (3,3 %)

### ***Primärer Operationserfolg bei Patienten mit Arteriosklerose und FMD***

Von den 190 operierten Nierenarterien mit postoperativer Bildgebung bei Patienten mit Arteriosklerose war der Eingriff bei 177 Gefäßen (93,2 %) primär technisch erfolgreich und 178 Gefäße (93,7 %) waren primär offen. Bei den Patienten mit FMD war der Eingriff an 38 (92,7 %) von 41 Nierenarterien mit Bildgebung primär technisch erfolgreich und dieselbe Anzahl an Gefäßen war primär offen.

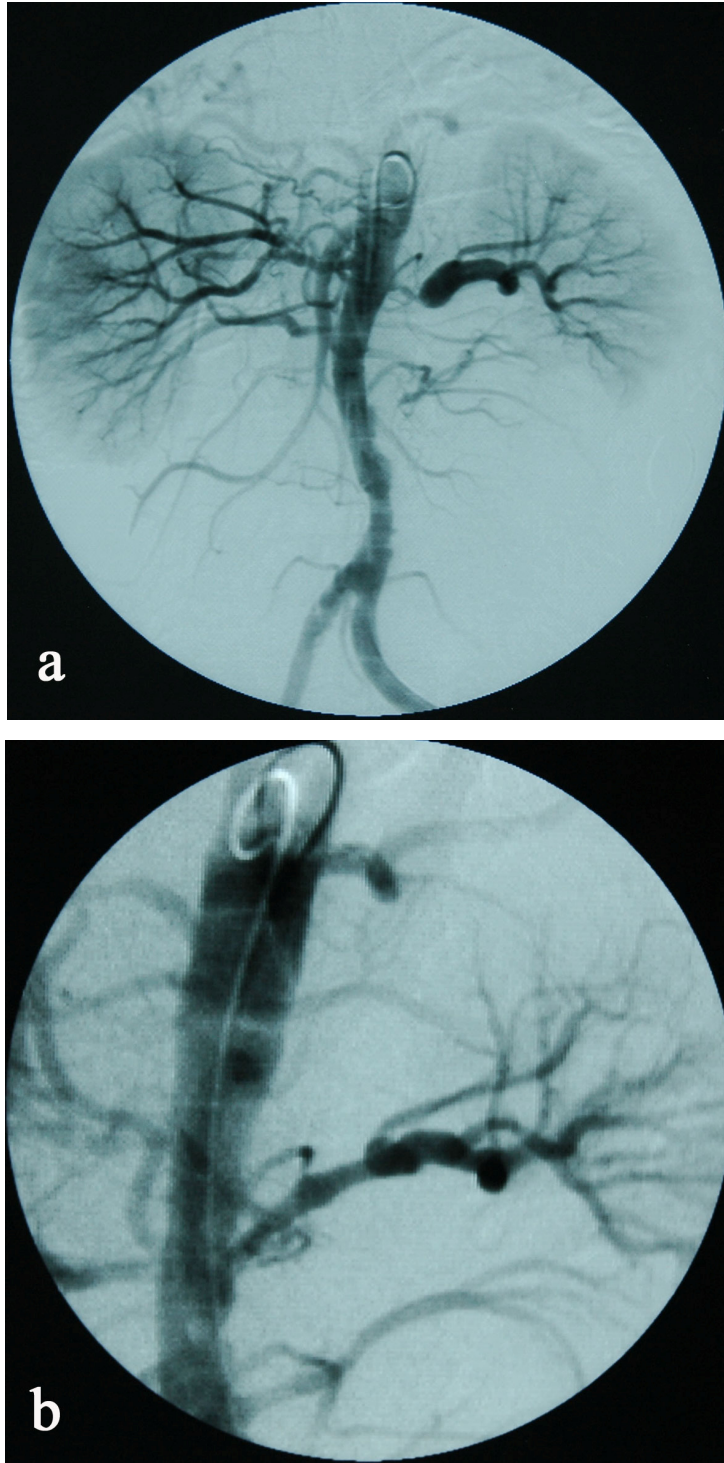
Zwischen den beiden Behandlungsgruppen bestand hinsichtlich des primären und sekundären technischen Erfolgs kein signifikanter Unterschied (exakter Test nach Fisher:  $p=1,0000$  und  $p=1,0000$ ).

**Tabelle 3.3:** Postoperative technische Erfolgsrate bei Patienten mit Arteriosklerose und FMD (n = Anzahl der Nierenarterien; ns = nicht signifikanter Unterschied zwischen den beiden Grunderkrankungen)

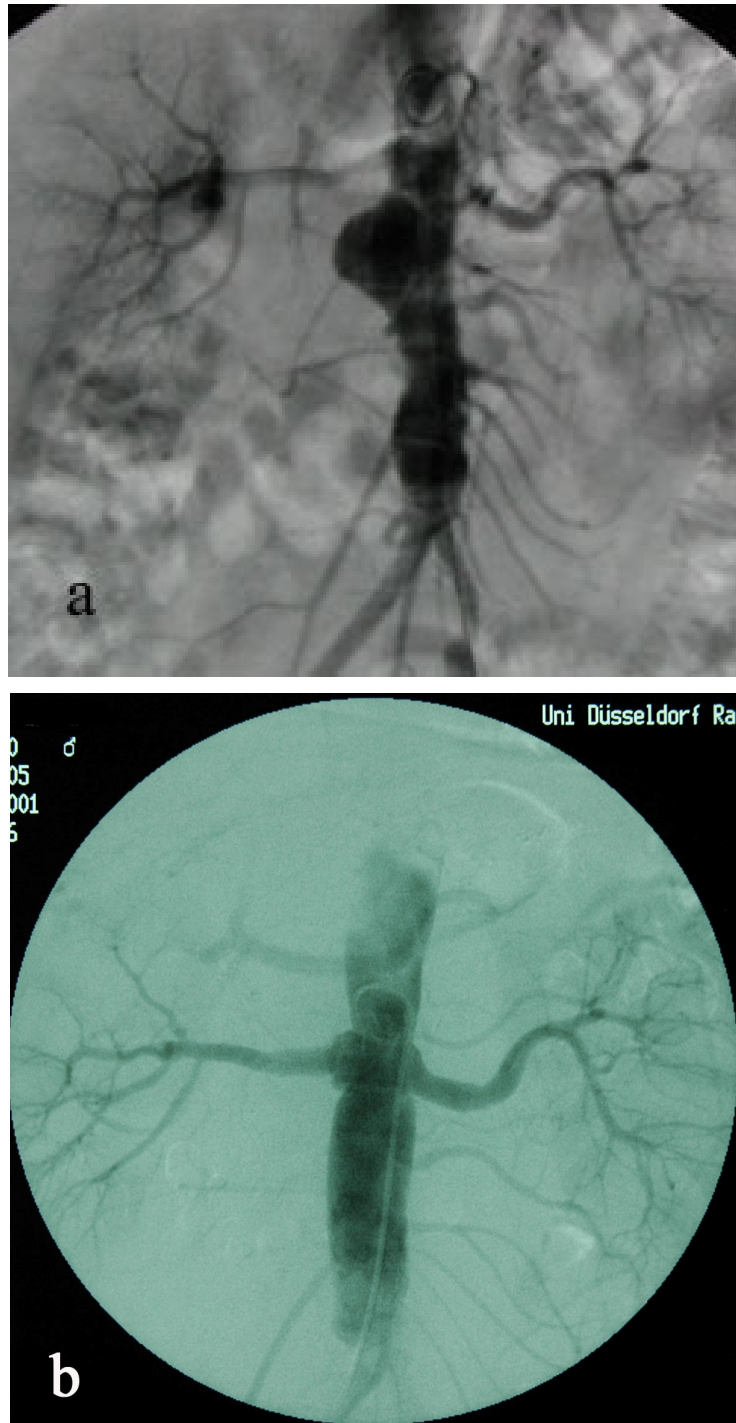
	Arteriosklerose (n=190)	FMD (n=41)
Primär techn. Erfolg	177 (93,2 %) <sup>ns</sup>	38 (92,7 %) <sup>ns</sup>
Sekundär techn. Erfolg	183 (96,3 %) <sup>ns</sup>	40 (97,6 %) <sup>ns</sup>
Stenose	7 (3,7 %) <sup>ns</sup>	1 (2,4 %) <sup>ns</sup>

**Tabelle 3.4:** Postoperative Offenheitsrate bei Patienten mit Arteriosklerose und FMD (n = Anzahl der Nierenarterien; ns = nicht signifikanter Unterschied zwischen den beiden Grunderkrankungen)

	Arteriosklerose (n=190)	FMD (n=41)
Primäre Offenheitsrate	178 (93,7 %) <sup>ns</sup>	38 (92,7 %) <sup>ns</sup>
Primär assistierte Offenheitsrate	184 (96,8 %) <sup>ns</sup>	39 (95,1 %) <sup>ns</sup>
Sekundäre Offenheitsrate	184 (96,8 %) <sup>ns</sup>	40 (97,6 %) <sup>ns</sup>
Verschluss	6 (3,2 %) <sup>ns</sup>	1 (2,4 %) <sup>ns</sup>

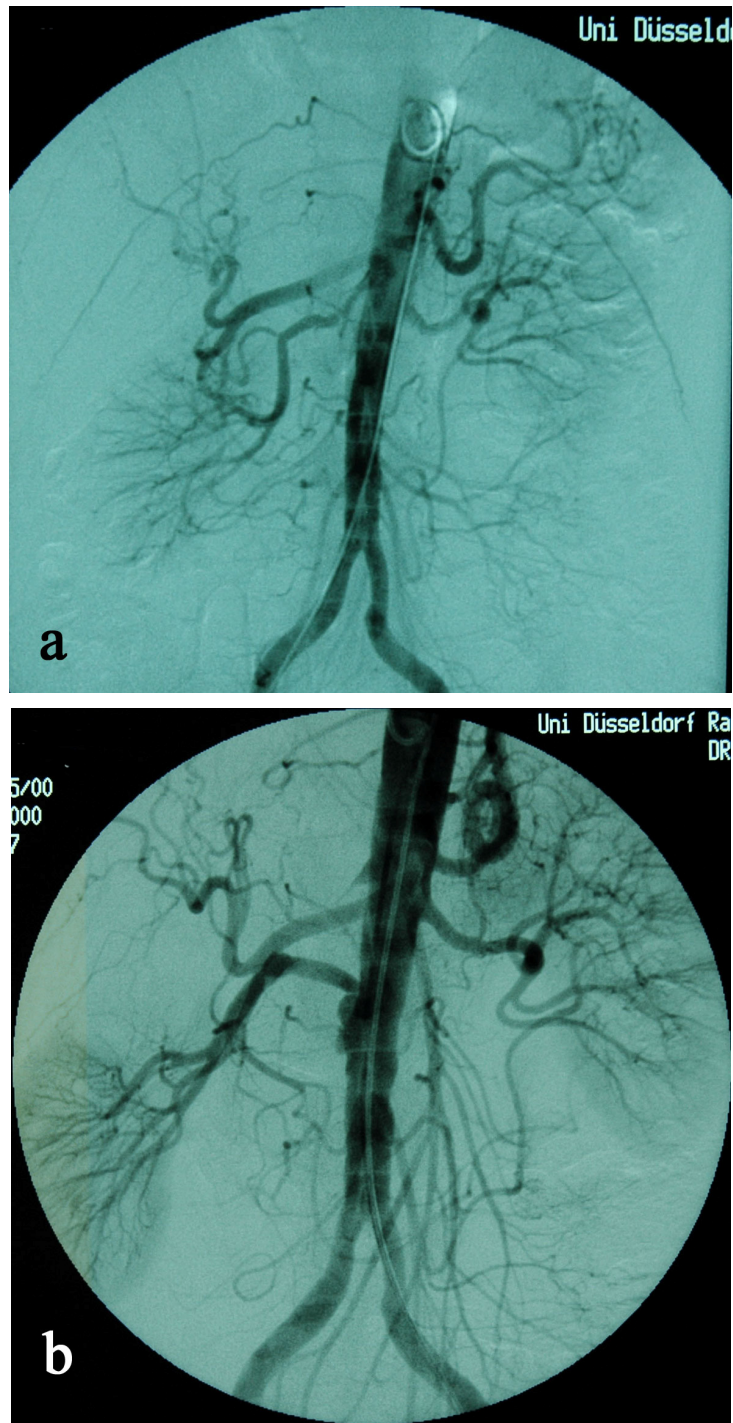


**Abb. 3.1:** Saphenabypass links bei einem 62-jährigen Patienten mit Arteriosklerose a) präoperativ  
b) postoperativ



**Abb. 3.2:** TEA beidseits und Aorteninterponat bei Bauchaortenaneurysma eines 71-jährigen Patienten mit Arteriosklerose a) präoperativ b) postoperativ





**Abb. 3.3:** Saphenabypass und Segmentresektion rechts bei einer 60-jährigen Patientin mit FMD  
a) präoperativ b) postoperativ

### 3.1.2 Perioperative Komplikationen

Insgesamt kam es bei 73 Patienten (40,3 %) zu Komplikationen. In 18 Fällen war dies unter anderem ein fehlender primärer technischer Erfolg der Nierenarterienoperation. Diese Fälle wurden bereits in Abschnitt 3.1.1 Primärer Operationserfolg dargestellt. Bei 60 Patienten kam es zu Komplikationen, die auf die Operationen an den Nierenarterien zurückzuführen waren oder bei denen eine Beteiligung der Nierenarterienoperationen an den Komplikationen nicht auszuschließen war. Elf Patienten erlitten Komplikationen, die ausschließlich auf Begleiteingriffe zurückzuführen waren.

Dabei wurden alle Komplikationen in die Auswertung einbezogen, die eine erneute Operation erforderlich gemacht, den Krankenhausaufenthalt verlängert oder zum Tod des Patienten geführt haben. Des Weiteren wurde ein fehlender primär technischer Erfolg des Eingriffs als Komplikation gewertet.

**Tabelle 3.5:** Übersicht der perioperativen Komplikationen, ohne ausschließlich auf Begleiteingriffe zurückzuführende Komplikationen und ohne Stenosen der Nierenarterie bei 60 der 181 Patienten (n= Anzahl der Patienten)

	<i>Nur NA (n=85)</i>	<i>NA + Begleitop. (n=96)</i>	<i>Gesamt (n=181)</i>
<b><i>Vaskulär</i></b>	<b>8</b>	<b>16</b>	<b>24</b>
Nachblutung / Hämatomausräumung	6	8	14
Nierenversagen (auch passager)	3	10	13
Ischämische Cholezystitis	0	1	1
Beinischämie	0	1	1
Darmischämie	0	6	6
<b><i>Kardial</i></b>	<b>4</b>	<b>14</b>	<b>18</b>
Hypotension / Schock	2	10	12
Arrhythmien	2	3	5
Myokardischämie	0	2	2
<b><i>Pulmonal</i></b>	<b>2</b>	<b>18</b>	<b>20</b>
Respiratorische Insuffizienz	2	18	20
Pneumonie	1	8	9
Lungenödem	0	2	2
Pleuraerguss	0	6	6
<b><i>Urologisch</i></b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>7</b>
Harnwegsinfekt	1	2	3
Harnverhalt	0	2	2
Blasenfistel	0	1	1
Hämaturie	1	2	3
<b><i>Hämatologisch</i></b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
Operationsblutung	0	1	1
Heparin induzierte Thrombozytopenie	0	1	1
<b><i>Gastrointestinal</i></b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>13</b>
Pankreatitis	0	1	1
Diarrhö	0	2	2
Darmatonie/Paralyse/Ileus	3	2	5
Gastrointestinale Blutung	1	1	2
Cholezystitis	1	1	2
Magen- / Darmperforation	0	1	1
<b><i>Neurologisch</i></b>	<b>6</b>	<b>11</b>	<b>17</b>
Postoperatives Delir	6	11	17
<b><i>Wundheilungsstörungen</i></b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Abszess	0	3	3
Lymphfistel / -zyste	1	1	2
<b><i>Generalisiert</i></b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Sepsis	1	3	4
Allergische Kontrastmittelreaktion	0	1	1
<b><i>Sonstiges</i></b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
Stimmbandparese	0	1	1
Milzruptur	0	2	2

**Tabelle 3.6:** Übersicht der Komplikationen durch Begleiteingriffe bei 11 Patienten (n= Anzahl der Patienten)

	Anzahl der Patienten
Revisionseingriff bei verschlossenem aorto-mesenterialem Bypass	1
Revisionseingriff bei Stenose der Becken-Bein-Strombahn nach Operation an der Becken-Bein-Strombahn oder der Aorta	8
Hämatomausräumung im Leistenbereich	3
Kompartmentsyndrom nach TEA der A. iliaca und A. femoralis	1
Wundinfektion am Bein	1

### ***Komplikationen bei Patienten mit Arteriosklerose und FMD***

Patienten mit Arteriosklerose hatten in 59 Fällen (41,5 %) und Patienten mit FMD in neun Fällen (30,0 %) Komplikationen.

Zwischen den beiden Behandlungsgruppen bestand kein statistisch signifikanter Unterschied (exakter Test nach Fisher:  $p=0,3055$ ).

### **3.1.3 Perioperative Letalität**

Während des Klinikaufenthaltes oder innerhalb von 30 Tagen nach der Operation starben 17 Patienten (9,4 %). Alle verstorbenen Patienten unterzogen sich entweder einer beidseitigen Operation der Nierenarterien oder erhielten neben dem Eingriff an den Nierenarterien weitere Interventionen an anderen Gefäßabschnitten. Eine große Aorten- bzw. Beckenarterienoperation, wie z. B. ein Interponat bei Aortenaneurysma oder ein Aortobifemoraler-Bypass wurde bei 16 der verstorbenen 17 Patienten durchgeführt. Bezüglich der Letalität besteht zwischen der reinen Nierenarterienoperation mit einer Sterblichkeitsrate von 1,2 % und den Nierenarterienoperationen mit zusätzlichem Begleiteingriff mit einer Sterblichkeitsrate von 16,7 % ein statistisch signifikanter Unterschied (exakter Test nach Fisher:  $p=0,0002$ ). Wobei in der Gruppe der Begleiteingriffe noch zwischen leichteren Begleiteingriffen, z. B. juxta-/infrarenale Aortenoperationen, gefäßchirurgische Interventionen an der Becken-/Beinstrombahn oder unkomplizierten gynäkologischen bzw.

allgemeinchirurgischen Eingriffen mit einer Letalität bei 7 von 56 Patienten (12,5 %) und komplizierten Begleiteingriffen an der suprarenalen Aorta, den Viszeralarterien bzw. Notfalloperationen bei Aortendissektion mit einer Sterblichkeit bei 9 von 40 Patienten (22,5 %) unterschieden werden kann.

**Tabelle 3.7:** Übersicht der intra- und postoperativen Letalität (n= Anzahl der Patienten; \*= signifikanter Unterschied zwischen den beiden Operationsgruppen)

Exitus letalis	Nur NA-OP (n=85)	NA + Begleitop. (n=96)	Summe (n=181)
In tabula	0 (0,0 %)	1 (1,0 %)	1 (0,6 %)
≤ 30 d postoperativ	1 (1,2 %)	11 (11,5 %)	12 (6,6 %)
> 30 d postoperativ beim selben Krankenhausaufenthalt	0 (0,0 %)	4 (4,2 %)	4 (2,2 %)
Summe	1 (1,2 %) *	16 (16,7 %) *	17 (9,4 %)

Todesursachen und Erkrankungen die zum Tode beigetragen haben waren unter anderem Blutungen (8 Patienten), Darmischämie (4), Beinischämie (3), Ileus (1), Herzversagen (4), Nierenversagen (5), Durchgangssyndrom (4), Pneumonie (6), Sepsis (5), Lebernekrose (1) und Multiorganversagen (7).

### ***Einfluss der Ätiologie auf die Letalität***

Von den 142 Patienten mit Arteriosklerose als Grunderkrankung verstarben 15 Patienten (10,6 %). Unter den 56 Patienten mit reiner Nierenarterienoperation verstarb nur einer (1,8 %). Von den 86 Patienten mit zusätzlichem Begleiteingriff verstarben 14 (16,3 %).

Sechs Patienten litten unter einer Aortendissektion, hierbei verstarben zwei Patienten (33,3 %). Von den Patienten mit anderen Grunderkrankungen, darunter alle Patienten mit FMD, verstarb keiner.

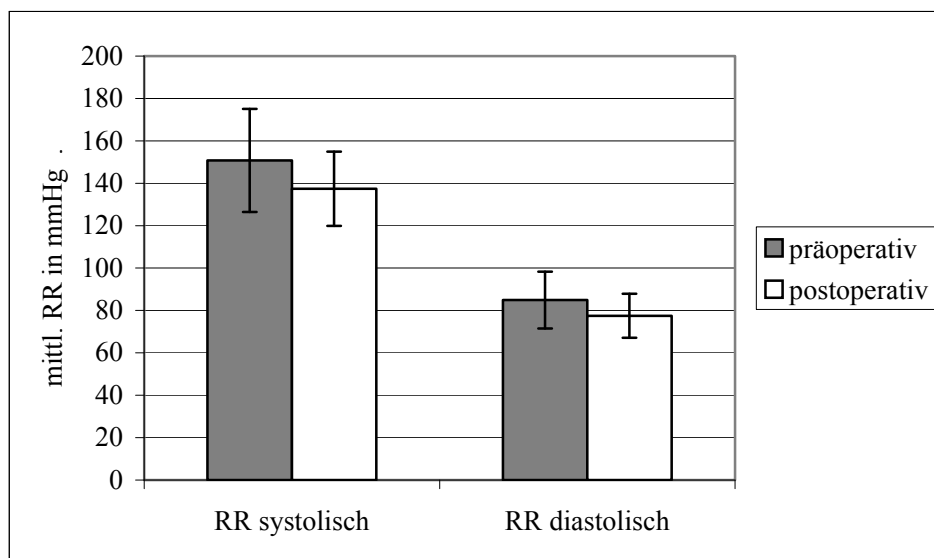
Der Unterschied zwischen der Letalität bei Arteriosklerosepatienten und Patienten mit FMD war offensichtlich allerdings aufgrund der geringen Fallzahl in der FMD-Gruppe statistisch nicht signifikant (exakter Test nach Fisher:  $p=0,0763$ ).

**Tabelle 3.8:** Einfluss der Ätiologie auf die intra- und postoperative Letalität (n= Anzahl der Patienten)

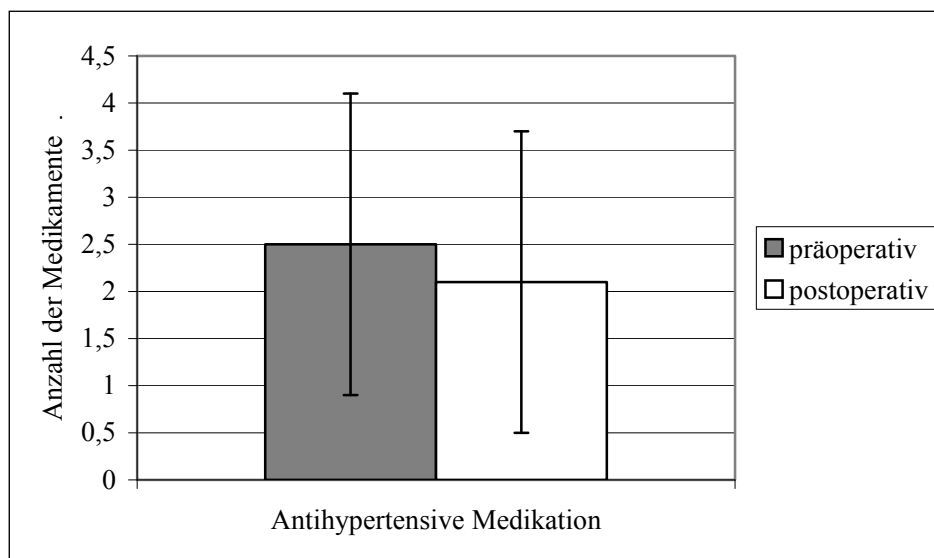
Grunderkrankung	Letalität
Arteriosklerose (n=142)	15 (10,6 %)
Fibromuskuläre Dysplasie (FMD) (n=30)	0
Aortendissektion (n=6)	2 (33,3 %)
Nierenarteriendissektion (n=2)	0
Zwerchfellkompression (n=1)	0

### 3.1.4 Blutdruckreaktion postoperativ

Von den 181 Patienten waren 17 Patienten während des Klinikaufenthaltes verstorben. Bei weiteren 9 Patienten waren entweder die prä- oder postoperativen Blutdruckwerte bzw. die antihypertensive Medikation nicht aus der Akte zu erheben. Insbesondere bei Notfalloperationen fehlten oft die präoperativen Angaben, so dass lediglich von 155 Patienten die kompletten Daten vorlagen. Hiervon wiesen 150 Patienten präoperativ eine Hypertonie auf. Bei diesen sank der mittlere systolische Blutdruckwert von  $150,8 \pm 24,3$  mmHg auf  $137,4 \pm 17,5$  mmHg, der diastolische Wert von  $84,9 \pm 13,4$  mmHg auf  $77,5 \pm 10,4$  mmHg und die antihypertensive Medikation sank von durchschnittlich  $2,5 \pm 1,6$  Medikamenten auf  $2,1 \pm 1,6$  Medikamente (Mittelw.  $\pm$  SD). Insgesamt kam es zu einer statistisch signifikanten Senkung des systolischen und diastolischen Blutdruckes sowie der Anzahl der antihypertensiven Medikamente (Wilcoxon-Test für verbundene Stichproben: RR systol.  $p < 0,0001$ ; RR diastol.  $p < 0,0001$ ; Antihypertensiva  $p = 0,0010$ ).



**Abb. 3.4:** Übersicht des durchschnittlichen Blutdruckwertes prä- und postoperativ bei 150 Patienten mit Hypertonie und Nierenarterienstenosenoperation



**Abb. 3.5:** Übersicht der durchschnittlichen antihypertensiven Medikation prä- und postoperativ bei 150 Patienten mit Hypertonie und Nierenarterienstenosenoperation

Unter den 150 präoperativ hypertonen Patienten lagen ein Erfolg der Operation im Hinblick auf die Blutdruckreaktion bei 105 Patienten (70,0 %) und ein Therapieversagen bei 45 Patienten (30,0 %) vor.

**Tabelle 3.9:** Übersicht des Therapieerfolges der präoperativ hypertonen Patienten mit Nierenarterienoperation im Hinblick auf den Blutdruck postoperativ (n= Anzahl der Patienten)

Postoperative Blutdruckreaktion	Patienten
Therapieerfolg	105 (70,0 %)
- Heilung	14 (9,3 %)
- Verbesserung	91 (60,7 %)
Therapieversagen	45 (30,0 %)
Summe	150 (100,0 %)

Von den fünf präoperativ ohne jegliche Medikation normotonen Patienten hatte eine Patientin bei Entlassung ohne antihypertensive Medikation einen Blutdruckwert von 120/90 mmHg. Dieser war zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung wieder im normotonen Bereich. Eine weitere Patientin hatte postoperativ unter Furosemidgabe einen Blutdruck von 140/70 mmHg. Über den weiteren Verlauf dieser Patientin sind keine Daten bekannt. Bei den restlichen drei Patienten lag auch bei Entlassung keine Hypertonie vor.

### ***Blutdruckreaktion bei Patienten mit Arteriosklerose und FMD***

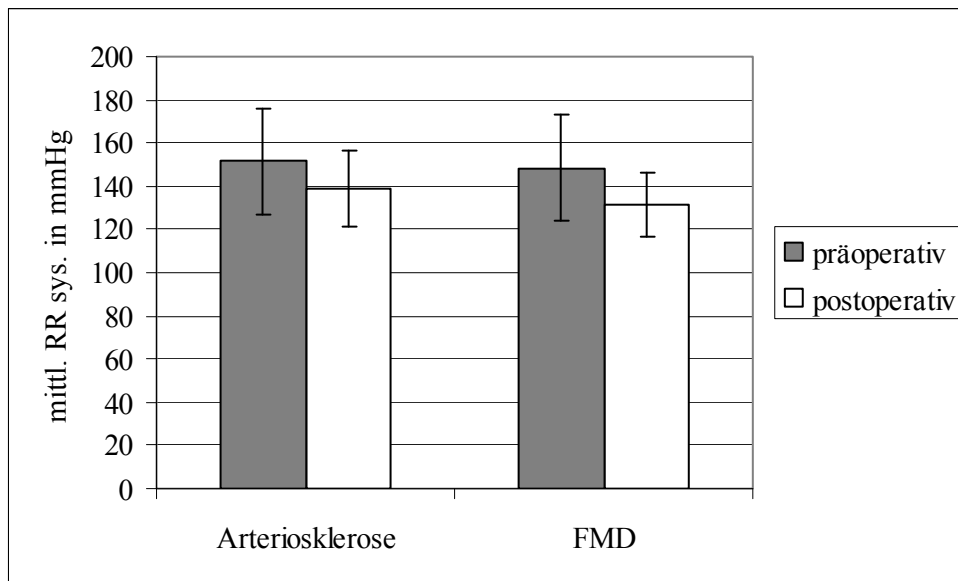
Unter den 142 Patienten mit der Grunderkrankung Arteriosklerose waren 15 postoperativ verstorben, von drei weiteren Patienten fehlten entweder die präoperativen oder die postoperativen Blutdruckwerte bzw. die antihypertensive Medikation. Von den verbleibenden 124 Patienten waren vier bereits präoperativ ohne jegliche Medikation normoton. Bei den 120 hypertensiven Patienten betrug der mittlere systolische Blutdruck präoperativ  $151,7 \pm 24,5$  mmHg und postoperativ  $139,0 \pm 17,9$  mmHg, beim diastolischen Blutdruck lagen die Werte bei  $84,1 \pm 13,1$  mmHg präoperativ und bei  $76,9 \pm 9,7$  mmHg postoperativ. Die mittlere Anzahl an Antihypertensiva sank von  $2,7 \pm 1,5$  auf  $2,3 \pm 1,5$  (Mittelw.  $\pm$  SD). Insgesamt kam es zu einer statistisch signifikanten Senkung des systolischen und diastolischen Blutdruckes sowie der Anzahl der antihypertensiven Medikamente



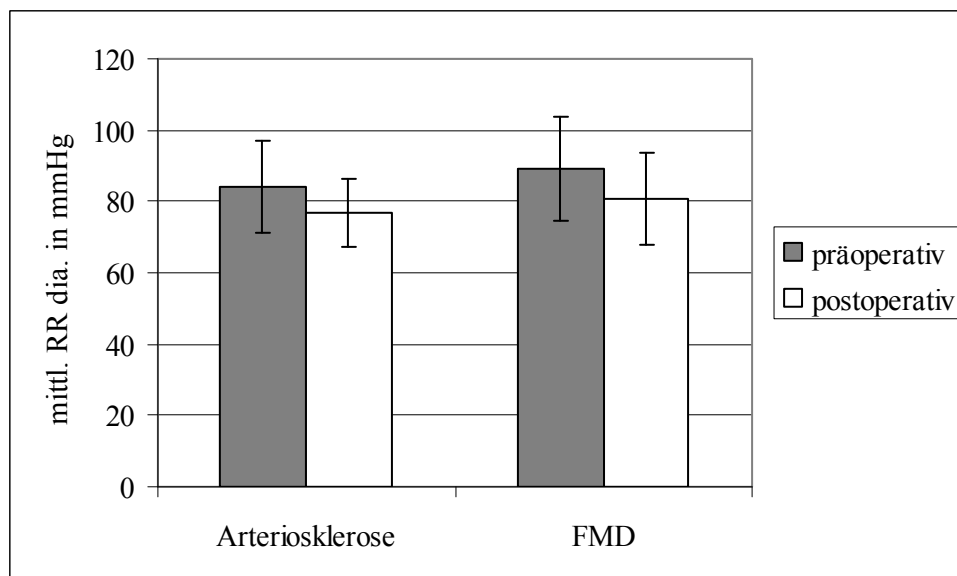
(Wilcoxon-Test für verbundene Stichproben: RR systol.  $p < 0,0001$ ; RR diastol.  $p < 0,0001$ ; Antihypertensiva  $p = 0,0063$ ). Ein Therapieerfolg der Blutdruckeinstellung konnte bei 86 Patienten (71,7 %) und ein Therapieversagen bei 34 Patienten (28,3 %) beobachtet werden.

Von den 30 Patienten, die sich wegen einer FMD der Nierenarterien einer Operation unterzogen, lagen bei drei Patienten prä- oder postoperativ keine Blutdruckwerte bzw. keine Medikation vor. Eine Patientin wies ohne Medikation bereits präoperativ normotone Blutdruckwerte auf. Zum Zeitpunkt der Entlassung wurde bei ihr ein Blutdruckwert von 140/80 mmHg gemessen. Der Blutdruck normalisierte sich im weiteren Verlauf wieder. Alle 26 verbleibenden Patienten waren präoperativ Hypertoniker. Der mittlere systolische Blutdruck betrug präoperativ in dieser Gruppe  $148,3 \pm 24,6$  mmHg und postoperativ  $131,3 \pm 14,6$  mmHg, beim diastolischen Blutdruck lagen die Werte bei  $89,1 \pm 14,5$  mmHg präoperativ bzw. bei  $80,8 \pm 12,9$  mmHg postoperativ. Die mittlere Anzahl an Antihypertensiva sank von  $2,0 \pm 1,7$  auf  $1,5 \pm 1,7$  (Mittelw.  $\pm$  SD). Insgesamt zeigte sich eine signifikante Senkung des systolischen und diastolischen Blutdruckes (Wilcoxon-Test für verbundene Stichproben: RR systol.  $p = 0,0033$ ; RR diastol.  $p = 0,0047$ ). Hinsichtlich der Medikamentenanzahl konnte kein statistisch signifikanter Effekt nachgewiesen werden (Wilcoxon-Test für verbundene Stichproben:  $p = 0,0604$ ). Ein Therapieerfolg war bei 16 Patienten (61,5 %) und ein Therapieversagen bei 10 Patienten (38,5 %) zu beobachten.

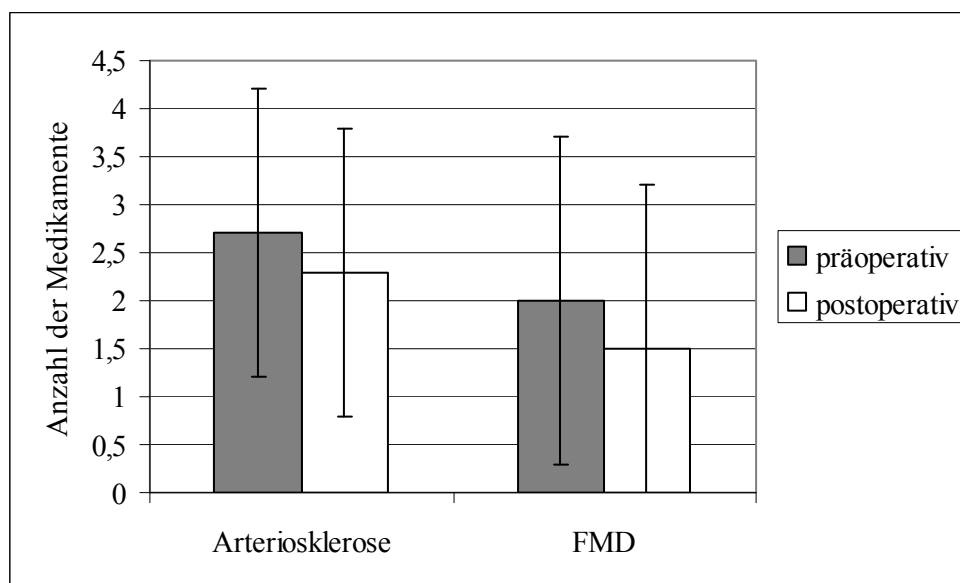
Zwischen den beiden Grunderkrankungen bestand hinsichtlich des Therapieerfolges (Kategorien geheilt und verbessert) kein signifikanter Unterschied (exakter Test nach Fisher:  $p = 0,3484$ ). Vergleicht man jedoch die Heilungsraten (nur Kategorie geheilt) der Arteriosklerosepatienten mit denen der FMD-Patienten ergab sich ein signifikanter Unterschied zugunsten der Fibromuskulären Dysplasie (exakter Test nach Fisher:  $p = 0,0398$ ).



**Abb. 3.6:** Vergleich des durchschnittlichen systolischen Blutdruckwertes prä- und postoperativ bei 120 Arteriosklerose- und 26 FMD-Patienten mit Hypertonie und Nierenarterienstenosenoperation



**Abb. 3.7:** Vergleich des durchschnittlichen diastolischen Blutdruckwertes prä- und postoperativ bei 120 Arteriosklerose- und 26 FMD-Patienten mit Hypertonie und Nierenarterienstenosenoperation



**Abb. 3.8:** Vergleich der durchschnittlichen Anzahl antihypertensiver Medikamente prä- und postoperativ bei 120 Arteriosklerose- und 26 FMD-Patienten mit Hypertonie und Nierenarterienstenosenoperation

**Tabelle 3.10:** Therapieerfolg der präoperativ hypertensiven Patienten im Hinblick auf die postoperative Blutdruckeinstellung bei Patienten mit Arteriosklerose und FMD (n= Anzahl der Patienten; \*= signifikanter Unterschied zwischen den beiden Grunderkrankungen; ns= nicht signifikanter Unterschied zwischen den beiden Grunderkrankungen)

Blutdruckreaktion	Arteriosklerose	FMD
Therapieerfolg	86 (71,7 %) <sup>ns</sup>	16 (61,5 %) <sup>ns</sup>
- Heilung	7 (5,8 %) *	5 (19,2 %) *
- Verbesserung	79 (65,8 %)	11 (42,3 %)
Therapieversagen	34 (28,3 %)	10 (38,5 %)
Summe	120 (100,0 %)	26 (100,0 %)

### **3.1.5 Retentionsparameter postoperativ**

Die Retentionsparameter wurden zum Zeitpunkt der Entlassung routinemäßig bestimmt. Postoperative Werte lagen bei 161 Patienten vor, 17 Patienten waren während des Klinikaufenthaltes verstorben, bei drei Patienten konnte postoperativ kein Wert aus den Akten erhoben werden. Der durchschnittliche Kreatininspiegel lag postoperativ bei den weiblichen Patienten bei  $1,3 \pm 0,9$  mg/dl und bei den männlichen Patienten bei  $1,5 \pm 0,9$  mg/dl (Mittelw.  $\pm$  SD).

Bei 41 überlebenden Patienten mit präoperativ erhöhten bzw. stark erhöhten und postoperativ bekannten Kreatininwerten konnte in 85,4 % eine Verbesserung oder Stabilisierung der Nierenfunktion verzeichnet werden. Von einem Patienten mit präoperativ erhöhten Kreatininwerten konnte postoperativ kein Wert aus den Akten erhoben werden.

**Tabelle 3.11:** Übersicht der prä- und postoperativen Kreatininwerte bei allen Patienten mit Nierenarterienoperation (n= Anzahl der Patienten)

	Kreatininwerte postoperativ					Summe
	Normal	Erhöht	Stark erhöht	Verstorben	Wert nicht bekannt	
Kreatininwerte präoperativ						
Normal	100	16	2	8	0	126
Erhöht	11	27	1	6	0	45
Stark erhöht	0	0	2	1	1	4
Kreatininwert nicht bekannt	0	2	0	2	2	6
Summe	111	45	5	17	3	181

**Tabelle 3.12:** Übersicht der postoperativen Entwicklung der Nierenfunktion bei allen Patienten mit präoperativ erhöhten und stark erhöhten Nierenwerten, bei denen die prä- und postoperativen Kreatininwerte bekannt waren (n=Anzahl der Patienten)

Entwicklung der Nierenfunktion	Patienten
Verbesserung	12 (29,3 %)
Stabilisierung	23 (56,1 %)
Verschlechterung	6 (14,6 %)
Summe	41 (100 %)

### ***Nierenfunktion bei Patienten mit Arteriosklerose und FMD***

Der durchschnittliche Kreatininspiegel stieg bei den Patienten mit Arteriosklerose als Grunderkrankung von  $1,4 \pm 0,8$  mg/dl präoperativ auf  $1,5 \pm 0,9$  mg/dl postoperativ an.

Bei den Patienten mit FMD blieb der durchschnittliche Kreatininspiegel unverändert mit einem prä- und postoperativen Wert von  $1,0 \pm 0,3$  mg/dl (Mittelw.  $\pm$  SD).

**Tabelle 3.13:** Übersicht der Entwicklung der Nierenfunktion bei Arteriosklerose- und FMD-Patienten mit präoperativ erhöhten und stark erhöhten Kreatininwerten, bei denen prä- und postoperativ die Kreatininwerte bekannt waren (n= Anzahl der Patienten)

Entwicklung der Nierenfunktion	Arteriosklerose	FMD
Verbesserung	12 (30,0 %)	0 (0,0 %)
Stabilisierung	22 (55,0 %)	1 (100,0 %)
Verschlechterung	6 (15,0 %)	0 (0,0 %)
Summe	40 (100 %)	1 (100 %)

## 3.2 Erneute Eingriffe an den Nierenarterien

### *Operative Eingriffe*

Drei Patienten wurden nach Krankenhausentlassung im Studienzeitraum einer Rezidivstenosenoperation an den Nierenarterien unterzogen.

Bei einem Patienten war nach beidseitiger Thrombendarteriektomie bei Arteriosklerose der Nierenarterien bereits während des Krankenhausaufenthaltes ein fehlender primär technischer Erfolg mit einer hochgradigen Stenose auf der linken Seite diagnostiziert worden. Kurze Zeit später trat auch ein Rezidiv auf der gegenüberliegenden Seite auf. Der Patient wurde vier Monate nach dem Primäreingriff mit einem aortobirenenalen Saphenabypass therapiert.

Eine Patientin mit Arteriosklerose wies ca. sechs Monate nach einer beidseitigen Thrombendarteriektomie eine beidseitige Rezidivstenose auf. Daraufhin erfolgte die Anlage eines aortobirenenalen Saphenabypasses. Eineinhalb Jahre später musste der verschlossene linke Bypass reseziert und eine aortorenale Anastomose angelegt werden.

Bei einem Patienten, der wegen einer Aorten- und linksseitigen Nierenarterien-dissektion behandelt wurde, waren ca. zehn Monate postoperativ beide Nierenarterien durch eine Dissektionsmembran stenotisiert. Der Patient erhielt daraufhin eine aortobirenale Dacronprothese. Am ersten postoperativen Tag musste der linksseitig verschlossene Bypass thrombektomiert werden.

### *PTA / Stent*

Zwei Patienten mussten sich nach dem Krankenhausaufenthalt wegen einer Rezidivstenose einer PTA unterziehen.

Bei einem Patienten mit Arteriosklerose als Grunderkrankung wurde fünf Monate nach einer beidseitigen Thrombendarteriektomie eine linksseitige Rezidivstenose mit PTA und Stent therapiert.

Bei einem weiteren Patienten wurde neun Monate nach einer beidseitigen TEA eine Behandlung mit PTA und Stent bei rechtsseitiger Rezidivstenose durchgeführt.

### 3.3 Nachuntersuchungsergebnisse

Alle Patienten wurden zu einer postoperativen Nachuntersuchung eingeladen. Von den 181 Patienten waren zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung 30 verstorben, 17 Patienten davon bereits während des Klinikaufenthaltes. Bei Patienten, die die Nachuntersuchung nicht in Düsseldorf durchführen wollten, wurde versucht, Fremdbefunde zu erhalten. Von 113 Patienten lagen duplexsonographische Befunde vor, außerdem lag von 16 Patienten zusätzlich eine Angiographie oder Magnetresonanztomographie vor. Bei sechs weiteren Patienten konnten nur angiographische oder MRA-Befunde erhoben werden. Ein Patient wurde mit einem Angio-CT untersucht. So lagen von 120 (79,5 %) der noch lebenden 151 Patienten Befunde mit Bildgebung vor. Bei sieben weiteren Patienten konnten nur Befunde ohne Bildgebung erhoben werden. Insgesamt lagen somit, zumindest teilweise, Befunde von 127 (84,1 %) der 151 noch lebenden Patienten vor.

Bei 18 Patienten wurde neben der duplexsonographischen oder angiographischen Untersuchung eine Nierenzintigraphie durchgeführt.

Das Nachuntersuchungsintervall lag zwischen 1,7 Monaten und 4,6 Jahren, im Mittel bei  $27,9 \pm 15,6$  Monaten (Mittelw.  $\pm$  SD).

#### ***Nachuntersuchungen bei Patienten mit Arteriosklerose und FMD***

Neben den 15 perioperativ verstorbenen Patienten mit Arteriosklerose als Grunderkrankung sind weitere 12 Patienten im Nachuntersuchungszeitraum verstorben. Von 95 (82,6 %) der verbliebenen 115 Patienten lagen Nachuntersuchungsdaten vor. Allerdings konnte bei sieben Patienten keine Bildgebung durchgeführt werden. Das Nachuntersuchungsintervall lag zwischen 2,5 und 55,3 Monaten, im Mittel bei  $28,5 \pm 15,3$  Monaten.

Von den 30 Patienten mit FMD waren zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung noch alle am Leben. In 27 Fällen (90,0 %) lagen Nachuntersuchungsergebnisse mit Bildgebung vor. Das Nachuntersuchungsintervall lag zwischen 1,7 und 54,3 Monaten, im Mittel bei  $28,0 \pm 17,0$  Monaten (Mittelw.  $\pm$  SD).



### 3.3.1 Ergebnisse bildgebender Verfahren in der Nachuntersuchung

Bei 17 Patienten wurde in der Nachuntersuchung an 19 operierten Nierenarterien eine NAST festgestellt. In vier Fällen war dies ein bereits bei der postoperativen Kontrolluntersuchung diagnostizierter fehlender primärer technischer Erfolg der Behandlung. Zusätzlich war eine Patientin bei fehlendem primärem technischem Erfolg der operativen Rekonstruktion zwischenzeitlich links nephrektomiert.

Vier Mal wurde eine NAST im Sinne einer Neuerkrankung auf der nicht operierten Seite entdeckt.

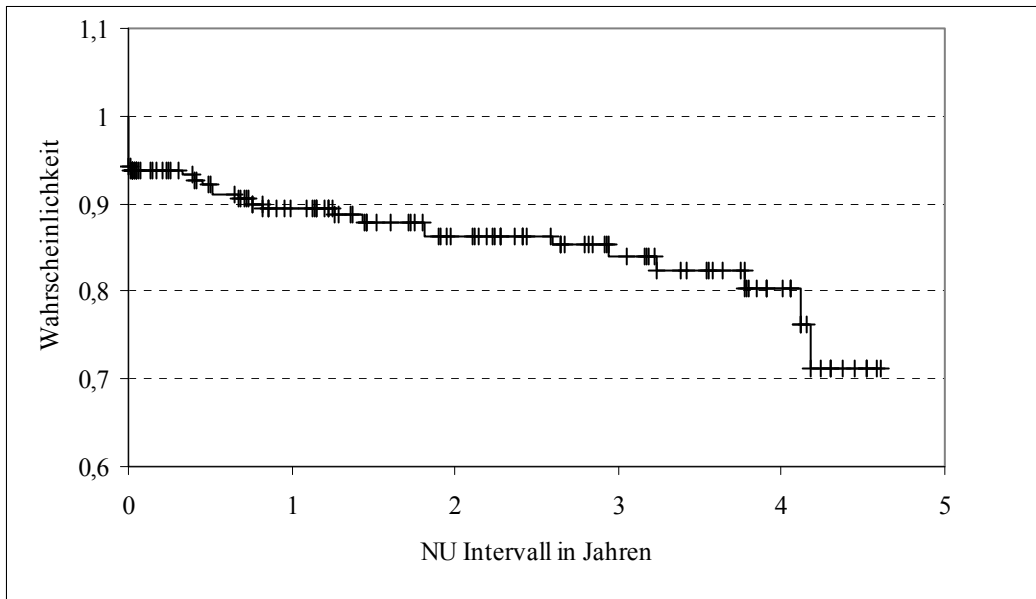
Die kumulative Rate primär funktionstüchtiger Nierenarterien betrug nach einem Jahr 89,4 % (Standardfehler: 0,020), nach zwei Jahren 86,3 % (0,025) und nach drei Jahren 83,9 % (0,029). Die kumulative Rate der sekundär funktionstüchtigen Nierenarterien lag nach einem Jahr bei 95,8 % (Standardfehler 0,013), nach zwei Jahren bei 91,9 % (0,021) und nach drei Jahren bei 89,5 % (0,027).

**Tabelle 3.14:** Übersicht über die Funktionstüchtigkeit der Nierenarterien zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung (n= Anzahl der Nierenarterien)

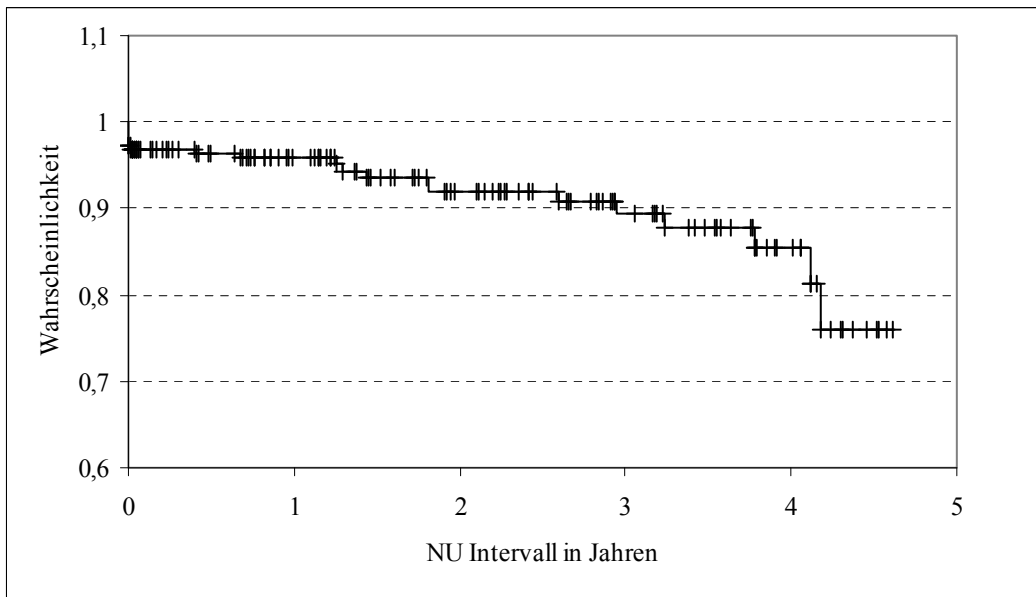
Langzeitergebnis für die einzelnen Seiten	Rechts (n=98)	Links (n=98)	Summe der Nierenarterien (n=196)
Primär funktionstüchtige Nierenarterie	85 (86,7 %)	81 (82,7 %)	166 (84,7 %)
Sekundär funktionstüchtige Nierenarterie	87 (88,8 %)	89 (90,8 %)	176 (89,8 %)
Stenose	11 (11,2 %)	8 (8,2 %)	19 (9,7 %)
Nephrektomie bei primärer Stenose	0	1 (1,0 %)	1 (0,5 %)

**Tabelle 3.15:** Übersicht über die Offenheitsrate zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung  
(n= Anzahl der Nierenarterien)

Langzeitergebnis für die einzelnen Seiten	Rechts (n=98)	Links (n=98)	Summe der Nierenarterien (n=196)
Primäre Offenheit	90 (91,8 %)	83 (84,7 %)	173 (88,3 %)
Unterstützte primäre Offenheit	92 (93,9 %)	90 (91,8 %)	182 (92,9 %)
Sekundäre Offenheit	92 (93,9 %)	91 (92,9 %)	183 (93,4 %)
Verschluss	6 (6,1 %)	6 (6,1 %)	12 (6,1 %)
Nephrektomie bei primärem Verschluss	0	1 (1,0 %)	1 (0,5 %)



**Abb. 3.9:** Kaplan-Meier-Analyse für die Rate primär funktionstüchtiger Nierenarterien



**Abb. 3.10:** Kaplan-Meier-Analyse für die Rate sekundär funktionstüchtiger Nierenarterien

### ***Ergebnisse bildgebender Verfahren bei Patienten mit Arteriosklerose und FMD***

Die kumulative Rate primär funktionstüchtiger Nierenarterien betrug in der Arteriosklerose-Gruppe nach einem Jahr 90,4 % (Standardfehler: 0,022), nach zwei Jahren 87,4 % (0,027) und nach drei Jahren 86,2 % (0,029). In der FMD-Gruppe lagen die Werte nach einem Jahr bei 89,6 % (Standardfehler: 0,050), nach zwei Jahren bei 85,5 % (0,062) und nach drei Jahren bei 77,7 % (0,093).

Bei den sekundär funktionstüchtigen Nierenarterien lag die kumulative Rate der Arteriosklerosepatienten nach einem Jahr bei 95,6 % (Standardfehler: 0,015), nach zwei Jahren bei 92,6 % (0,022), nach drei Jahren bei 91,4 % (0,025) und die der FMD-Patienten nach einem Jahr bei 97,6 % (0,024), nach zwei Jahren bei 89,9 % (0,057) und nach drei Jahren bei 82,4 % (0,089).

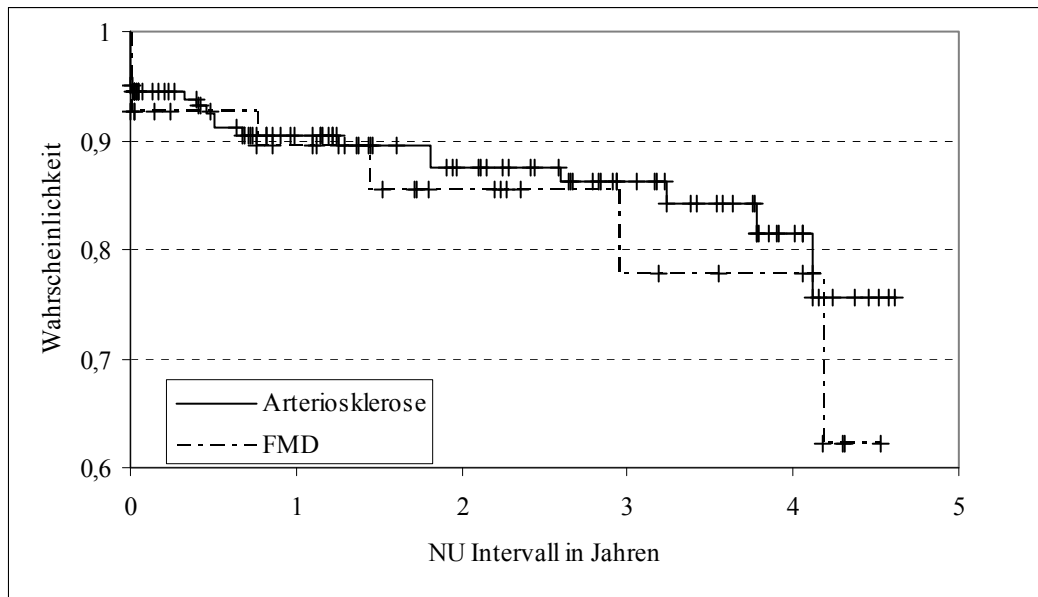
Die beiden Gruppen zeigten keine statistisch signifikanten Unterschiede in der Rate primär und sekundär funktionstüchtiger Nierenarterien (Logrank-Test: primär  $p=0,5373$  und sekundär  $p=0,5056$ ).

**Tabelle 3.16:** Funktionstüchtigkeit der Nierenarterie der Patienten mit Arteriosklerose und FMD zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung (n= Anzahl der Nierenarterien; ns= nicht signifikanter Unterschied zwischen den beiden Grunderkrankungen)

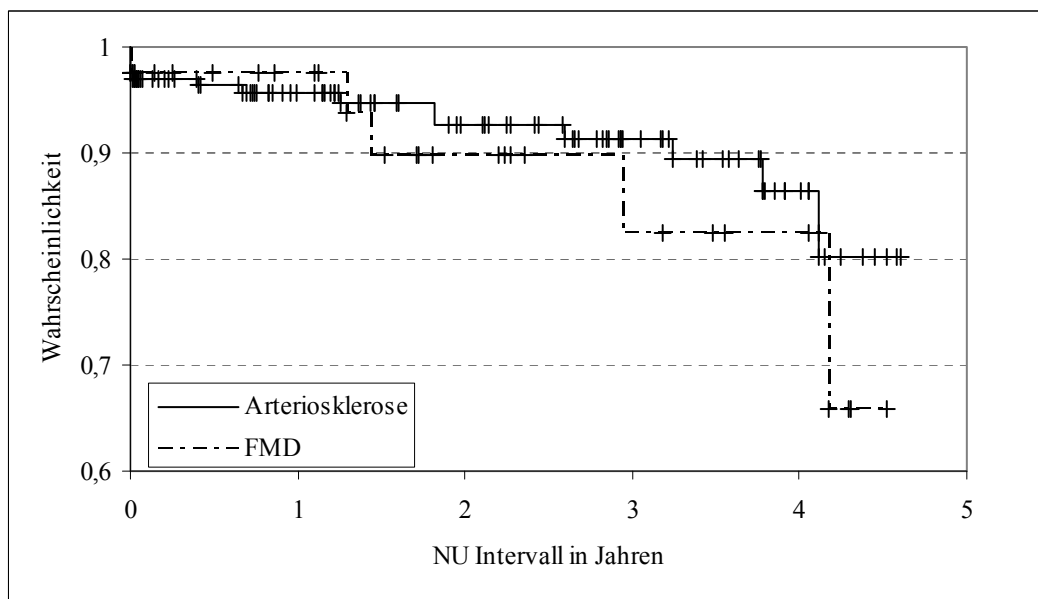
Langzeitergebnis für die einzelnen Seiten	Arteriosklerose (n=151)	FMD (n=39)
Primär funktionstüchtige Nierenarterie	128 (84,8 %) <sup>ns</sup>	32 (82,1 %) <sup>ns</sup>
Sekundär funktionstüchtige Nierenarterie	136 (90,1 %) <sup>ns</sup>	34 (87,2 %) <sup>ns</sup>
Stenose	14 (9,3 %) <sup>ns</sup>	5 (12,8 %) <sup>ns</sup>
Nephrektomie bei primärer Stenose	1 (0,7 %) <sup>ns</sup>	0 <sup>ns</sup>

**Tabelle 3.17:** Offenheitsrate der Nierenarterien der Patienten mit Arteriosklerose und FMD zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung (n= Anzahl der Nierenarterien; ns= nicht signifikanter Unterschied zwischen den beiden Grunderkrankungen)

Langzeitergebnis für die einzelnen Seiten	Arteriosklerose (n=151)	FMD (n=39)
Primäre Offenheit	133 (88,1 %) <sup>ns</sup>	34 (87,2 %) <sup>ns</sup>
Unterstützte primäre Offenheit	141 (93,4 %) <sup>ns</sup>	35 (89,7 %) <sup>ns</sup>
Sekundäre Offenheit	141 (93,4 %) <sup>ns</sup>	36 (92,3 %) <sup>ns</sup>
Verschluss	9 (6,0 %) <sup>ns</sup>	3 (7,7 %) <sup>ns</sup>
Nephrektomie bei primärem Verschluss	1 (0,7 %) <sup>ns</sup>	0 <sup>ns</sup>



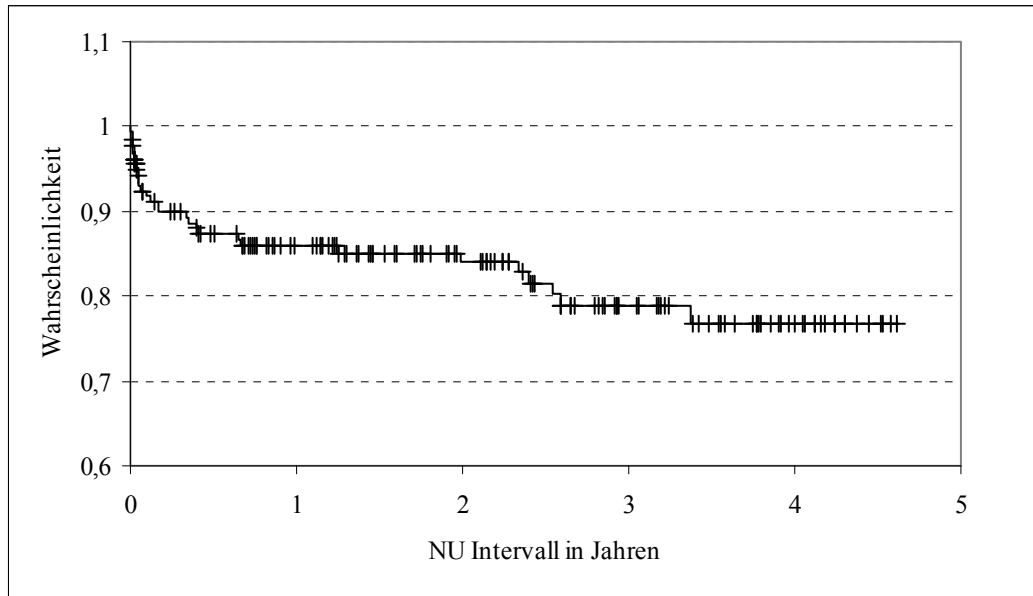
**Abb. 3.11:** Kaplan-Meier-Analyse für die Rate primär funktionstüchtiger Nierenarterien der Patienten mit Arteriosklerose und FMD



**Abb. 3.12:** Kaplan-Meier-Analyse für die Rate sekundär funktionstüchtiger Nierenarterien der Patienten mit Arteriosklerose und FMD

### 3.3.2 Überlebensraten

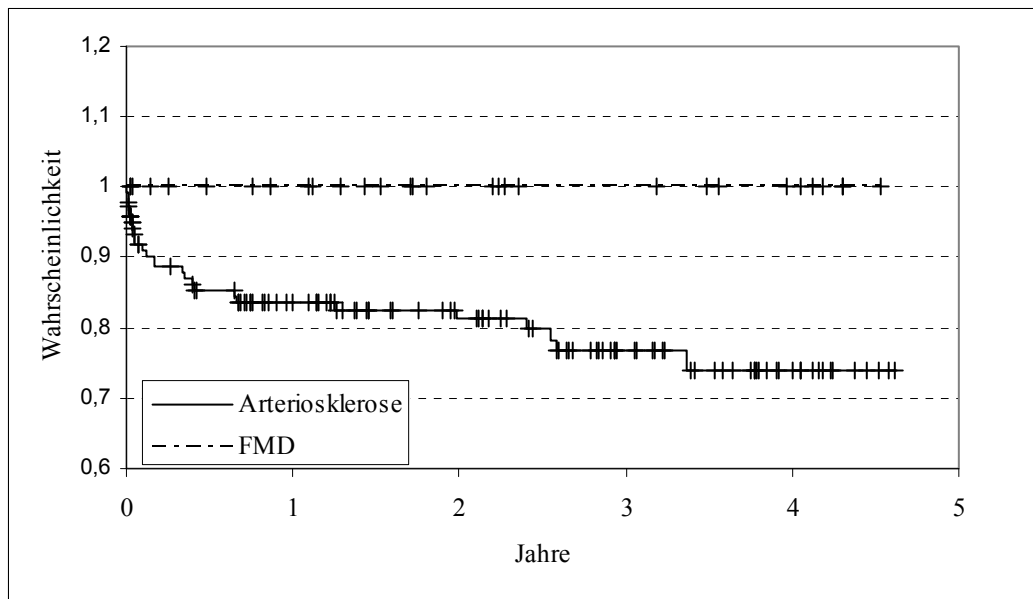
Die Überlebenswahrscheinlichkeit betrug im Gesamtkollektiv nach einem Jahr 85,9 % (Standardfehler: 0,027), nach zwei Jahren 84,0 % (0,030) und nach drei Jahren 78,9 % (0,038).



**Abb. 3.13:** Kaplan-Meier-Analyse für die Überlebenswahrscheinlichkeit aller Patienten

#### ***Überlebensrate bei Patienten mit Arteriosklerose und FMD***

Die Überlebenswahrscheinlichkeit betrug in der Gruppe der Patienten mit Arteriosklerose nach einem Jahr 83,7 % (Standardfehler: 0,033), nach zwei Jahren 81,3 % (0,036) und nach drei Jahren 76,7 % (0,0425). Von den Patienten mit FMD verstarb kein Patient, so dass die kumulative Überlebenswahrscheinlichkeit für den gesamten Untersuchungszeitraum bei 100,0 % lag. Die Überlebenswahrscheinlichkeit zeigte zwischen beiden Gruppen einen statistisch signifikanten Unterschied (Logrank-Test:  $p=0,0131$ ).

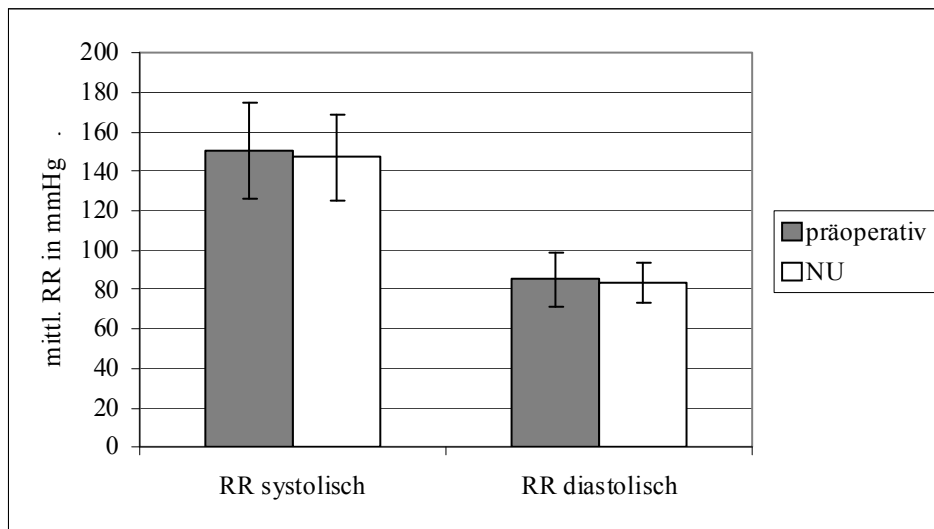


**Abb. 3.14:** Kaplan-Meier-Analyse für die Überlebenswahrscheinlichkeit der Patienten mit Arteriosklerose bzw. FMD

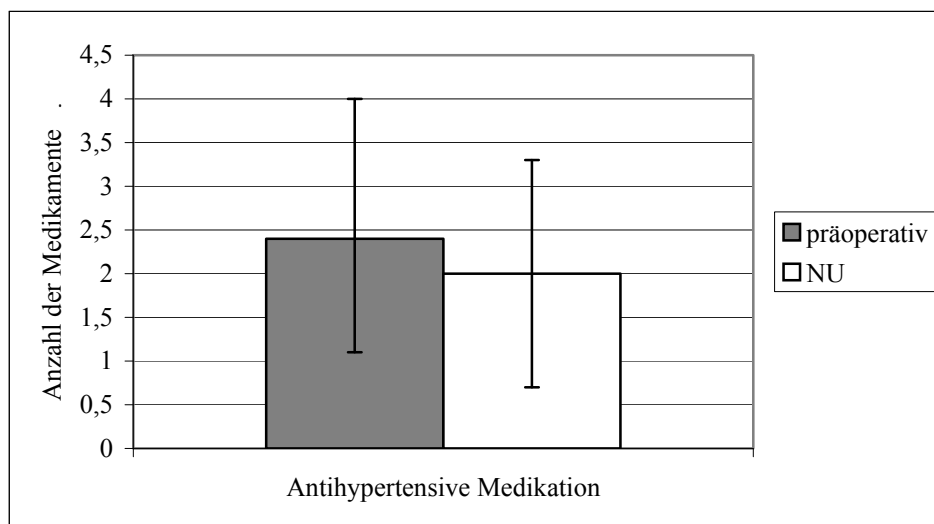
### 3.3.3 Blutdruckreaktion zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung

Von 117 Patienten lagen präoperativ und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung Blutdruckwerte und Medikation vor. Hiervon wiesen bereits drei Patienten präoperativ normale Blutdruckwerte ohne jegliche antihypertensive Medikation auf, dies traf auch bei der Nachuntersuchung zu. Der mittlere systolische Blutdruck der restlichen 114 hypertonen Patienten betrug präoperativ  $150,4 \pm 24,5$  mmHg und bei der Nachuntersuchung  $147,2 \pm 21,9$  mmHg, beim diastolischen Blutdruck lagen die Werte bei  $85,3 \pm 13,9$  mmHg präoperativ und bei  $83,5 \pm 10,1$  mmHg zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung. Die mittlere Anzahl an Antihypertensiva sank von  $2,4 \pm 1,6$  auf  $2,0 \pm 1,3$  (Mittelw.  $\pm$  SD). Während die Änderung des systolischen und diastolischen Blutdruckes statistisch nicht signifikant war, zeigte sich jedoch eine statistisch signifikante Reduzierung der Medikamentenzahl (Wilcoxon-Test für verbundene Stichproben: RR systol.  $p=0,2935$ ; RR diastol.  $p=0,2073$ ; Antihypertensiva  $p=0,0060$ )





**Abb. 3.15:** Übersicht des durchschnittlichen Blutdruckwertes präoperativ und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung der 114 Patienten mit Hypertonie und Nierenarterienstenosenoperation



**Abb. 3.16:** Übersicht der durchschnittlichen antihypertensiven Medikation präoperativ und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung der 114 Patienten mit Hypertonie und Nierenarterienstenosenoperation

Ein Erfolg der Operation im Hinblick auf die Blutdruckreaktion lag zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung bei 67 Patienten (58,8 %) und ein Therapieversagen bei 47 Patienten (41,2 %) vor.

**Tabelle 3.18:** Übersicht des Therapieerfolges der präoperativ hypertensiven Patienten im Hinblick auf den Blutdruck zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung bei Patienten mit Nierenarterienoperation (n= Anzahl der Patienten)

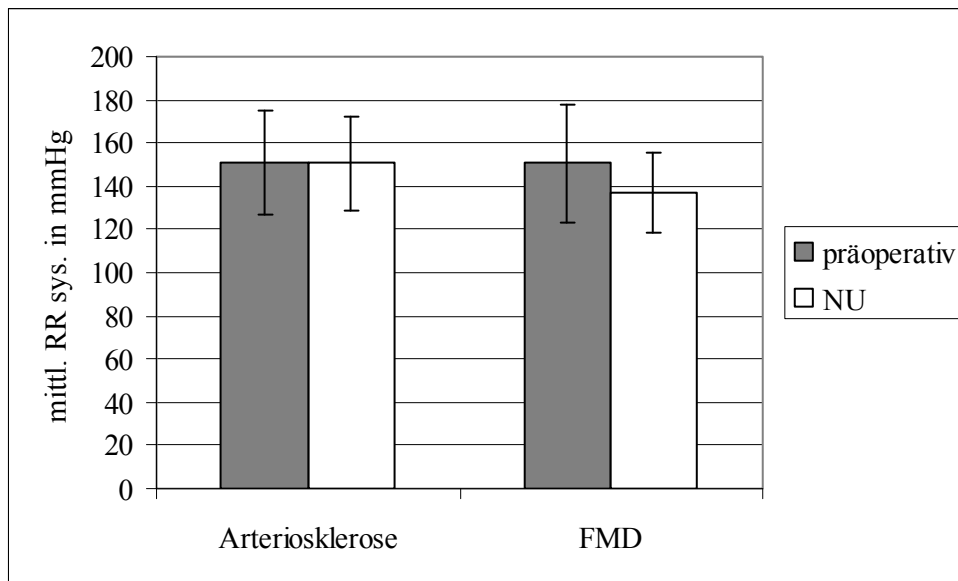
Blutdruckreaktion	Patienten
Therapieerfolg	67 (58,8 %)
- Heilung	8 (7,0 %)
- Verbesserung	59 (51,8 %)
Therapieversagen	47 (41,2 %)
Summe	114 (100,0 %)

### ***Blutdruckreaktion der Patienten mit Arteriosklerose und FMD***

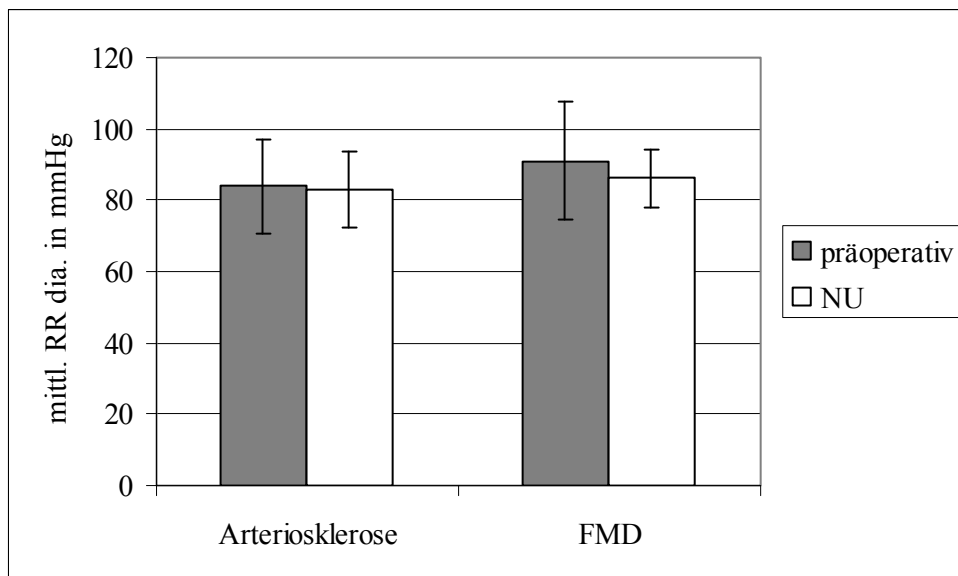
Von 89 Patienten mit der Grunderkrankung Arteriosklerose lagen präoperativ und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung Blutdruckwerte und Medikation vor. Zwei Patienten wiesen prä- und postoperativ normotone Blutdruckwerte ohne jegliche antihypertensive Medikation auf. Der mittlere systolische Blutdruck der restlichen 87 hypertonen Patienten betrug präoperativ  $150,9 \pm 24,3$  mmHg und bei der Nachuntersuchung  $150,6 \pm 22,0$  mmHg, beim diastolischen Blutdruck lagen die Werte bei  $84,0 \pm 13,1$  mmHg präoperativ bzw. bei  $82,8 \pm 10,6$  mmHg zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung. Die mittlere Anzahl an Antihypertensiva sank von  $2,6 \pm 1,5$  auf  $2,2 \pm 1,2$  (Mittelw.  $\pm$  SD). Die Änderung des systolischen und diastolischen Blutdrucks war statistisch nicht signifikant (Wilcoxon-Test für verbundene Stichproben: RR systol.  $p=0,9880$ ; RR diastol.  $p=0,4373$ ). In Bezug auf die antihypertensive Medikamentenzahl konnte jedoch eine statistisch signifikante Senkung verzeichnet werden (Wilcoxon-Test für verbundene Stichproben:  $p=0,0091$ ). Ein Therapieerfolg bezüglich der arteriellen Hypertonie wurde bei 50 Patienten (57,5 %) und ein Therapieversagen bei 37 Patienten (42,5 %) beobachtet.

Von 24 Patienten, die sich wegen einer FMD der Nierenarterien einer Operation unterzogen, lagen präoperativ und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung Blutdruckwerte und Medikation vor. Eine Patientin wies prä- und postoperativ normotone Blutdruckwerte ohne jegliche antihypertensive Medikation auf. Der mittlere systolische Blutdruck betrug präoperativ bei den 23 hypertonen Patienten  $150,5 \pm 27,0$  mmHg und bei der Nachuntersuchung  $137,0 \pm 18,5$  mmHg, beim diastolischen Blutdruck lagen die Werte bei  $91,0 \pm 16,5$  mmHg präoperativ bzw. bei  $86,2 \pm 8,2$  mmHg zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung. Die mittlere Anzahl an Antihypertensiva sank von  $1,8 \pm 1,7$  auf  $1,4 \pm 1,5$  (Mittelw.  $\pm$  SD). Die Änderung des Blutdruckes und der Medikamentenzahl waren bei Patienten mit fibromuskulärer Dysplasie statistisch nicht signifikant (Wilcoxon-Test für verbundene Stichproben: RR systol.  $p=0,0585$ ; RR diastol.  $p=0,1966$ ; Antihypertensiva  $p=0,4414$ ). Ein Therapieerfolg bezogen auf die Blutdruckeinstellung war bei 13 Patienten (56,5 %) und ein Therapieversagen bei 10 Patienten (43,5 %) zu beobachten.

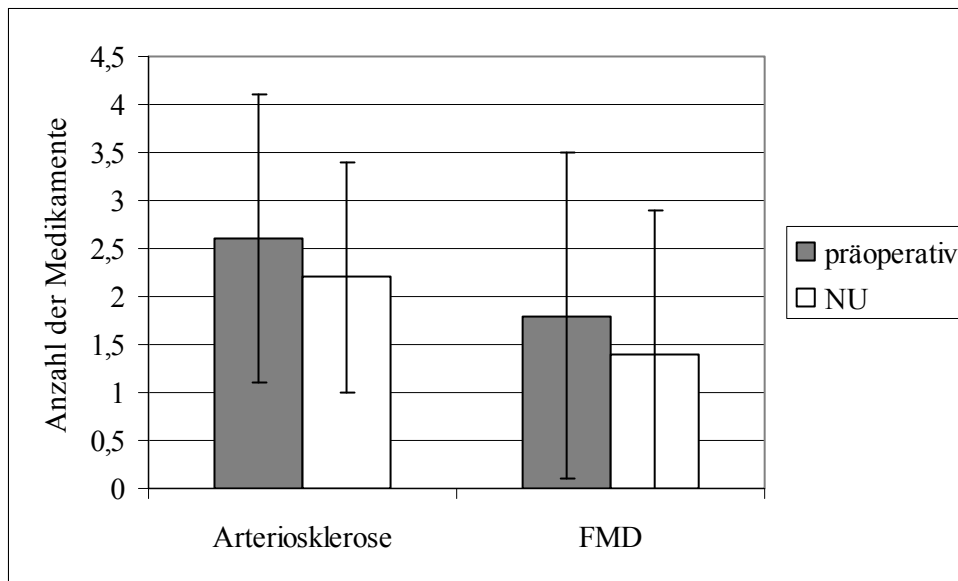
Zwischen den beiden Behandlungsgruppen Arteriosklerose und FMD bestand hinsichtlich des Therapieerfolges (Kategorien geheilt und verbessert) im Vergleich zur Kategorie Therapieversagen kein signifikanter Unterschied (exakter Test nach Fisher:  $p=1,000$ ), hinsichtlich der Heilungsrate ergab sich allerdings ein signifikanter Unterschied zugunsten der FMD-Gruppe (exakter Test nach Fisher:  $p<0,0001$ ).



**Abb. 3.17:** Vergleich des durchschnittlichen systolischen Blutdruckwertes präoperativ und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung der 87 Arteriosklerose- und der 23 FMD-Patienten mit Hypertonie und Nierenarterienstenosenoperation



**Abb. 3.18:** Vergleich des durchschnittlichen diastolischen Blutdruckwertes präoperativ und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung der 87 Arteriosklerose- und der 23 FMD-Patienten mit Hypertonie und Nierenarterienstenosenoperation



**Abb. 3.19:** Vergleich der durchschnittlichen Anzahl antihypertensiver Medikamente präoperativ und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung der 87 Arteriosklerose- und der 23 FMD-Patienten mit Hypertonie und Nierenarterienstenosenoperation

**Tabelle 3.19:** Therapieerfolg der präoperativ hypertensiven Patienten im Hinblick auf den Blutdruck zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung bei Patienten mit Arteriosklerose und FMD (n= Anzahl der Patienten; \*= signifikanter Unterschied zwischen den beiden Grunderkrankungen; ns= nicht signifikanter Unterschied zwischen den beiden Grunderkrankungen)

Blutdruckreaktion	Arteriosklerose	FMD
Therapieerfolg	50 (57,5 %) <sup>ns</sup>	13 (56,5 %) <sup>ns</sup>
- Heilung	1 (1,1 %) *	7 (30,4 %) *
- Verbesserung	49 (56,3 %)	6 (26,1 %)
Therapieversagen	37 (42,5 %)	10 (43,5 %)
Summe	87 (100,0 %)	23 (100,0 %)

### 3.3.4 Retentionsparameter zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung

Im Rahmen der Nachuntersuchung wurde der Kreatininspiegel von 52 weiblichen und 55 männlichen Patienten bestimmt. Der mittlere Kreatininspiegel lag in der Gruppe der Frauen bei  $1,3 \pm 1,0$  mg/dl und in der Gruppe der Männer bei  $1,6 \pm 1,3$  mg/dl.

Von den Nachuntersuchungspatienten war bei 29 präoperativ ein erhöhter Kreatininspiegel gemessen worden. Von diesen konnte bei 51,7 % eine Verbesserung der Nierenfunktion festgestellt werden.

**Tabelle 3.20:** Übersicht der Entwicklung der Nierenfunktion im Rahmen der Nachuntersuchung (n= Anzahl der Patienten)

	Kreatininwerte zum Zeitpunkt der NU				Summe
	Normal	Erhöht	Stark erhöht	Wert nicht bekannt	
Kreatininwerte präoperativ					
Normal	69	7	0	16	92
Erhöht	9	14	4	4	31
Stark erhöht	0	1	1	0	2
Kreatininwert nicht bekannt	1	1	0	0	2
Summe	79	23	5	20	127

**Tabelle 3.21:** Übersicht des Therapieerfolges im Hinblick auf die Nierenfunktion der Patienten mit präoperativ erhöhten Kreatininwerten, bei denen die präoperativen und die Kreatininwerte zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung bekannt waren (n= Anzahl der Patienten)

Entwicklung der Nierenfunktion	Patienten
Verbesserung	15 (51,7 %)
Stabilisierung	6 (20,7 %)
Verschlechterung	8 (27,6 %)
Summe	29 (100 %)

Von den fünf Patienten mit Kreatininwerten über 3,5 mg/dl zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung war eine Patientin bereits präoperativ dialysepflichtig, zwei Patienten wurden erst im postoperativen Verlauf dialysepflichtig. Bei einem weiteren Patienten wurde nach der Nachuntersuchung mit der Dialyse begonnen. Dieser Patient wies bereits präoperativ in der Szintigraphie eine eingeschränkte Nierenfunktion beidseits auf. In der Nachuntersuchung zeigte sich duplexsonographisch eine ausgeprägte Nephropathie mit beginnender Schrumpfnierenbildung. Dopplersignale waren bei diesem Patienten über beiden Nieren nicht ableitbar. Bei einer weiteren Patientin ließen sich die Retentionsparameter wieder durch konservative Therapie normalisieren. Diese Patientin wies angiographisch eine Knickstenose mit einem Stenosegrad von 50 % auf.

### ***Nierenfunktion bei Patienten mit Arteriosklerose und FMD***

Von den Arteriosklerose-Patienten mit präoperativ erhöhten Kreatininwerten waren bei 27 Patienten auch Nachuntersuchungsergebnisse vorhanden. Eine Verbesserung oder Stabilisierung der Nierenfunktion konnte bei 74,1 % dieser Personen erreicht werden.

Bei den Patienten mit FMD hatten nur zwei Personen präoperativ erhöhte Kreatininwerte, davon war eine Patientin bereits präoperativ dialysepflichtig. Der andere Patient hatte präoperativ erhöhte Retentionsparameter. Diese hatten sich zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung normalisiert.

## 4. Diskussion

Für Patienten mit Nierenarterienstenosen gibt es heute drei Therapieoptionen, die Operation, die perkutane transluminale Angioplastie mit oder ohne Stent und die medikamentöse Behandlung.

Bei Patienten mit fibromuskulärer Dysplasie ist heute weitgehend unstrittig, dass zumindest Patienten mit schwer einstellbarem Hypertonus oder Niereninsuffizienz interventionell behandelt werden sollten. Obwohl es diesbezüglich keine prospektiv randomisierten Studien gibt und die Datenlage insgesamt als eher unbefriedigend gelten muss, hat sich heute die Angioplastie ohne Stent wegen der geringeren Komplikationsrate gegenüber der operativen Therapie als Erstbehandlung durchgesetzt. Bei Versagen dieser Therapie stellt die operative Rekonstruktion der Nierenarterie aber die einzig erfolgversprechende Behandlung dar.

Bei Patienten mit Arteriosklerose hat sich bis jetzt noch kein einheitlicher Therapiestandard etabliert. Medikamentöse und interventionelle Therapie werden je nach Präferenz des jeweiligen Zentrums angewendet. Aber auch hier hat sich in den letzten Jahren innerhalb der interventionellen Therapie eine Verschiebung des Schwerpunktes von der operativen Therapie zur Angioplastie bemerkbar gemacht. Die PTA wird heute bei Arteriosklerosepatienten standardmäßig mit Stent durchgeführt, um die sehr hohen Rezidivstenoseraten im Vergleich zur reinen Angioplastie zu senken.



### ***Technische Erfolgsrate / langfristige Funktionsfähigkeit der Nierenarterien***

Seit Beginn der Angioplastie-Ära wurden nur noch sehr wenige Studien zur operativen Therapie der Nierenarterienstenosen publiziert.

Für die primäre technische Erfolgsrate der operativen Therapie bei Patienten mit Arteriosklerose liegen aktuellere Daten nur aus zwei Vergleichsstudien zur Angioplastie vor. In der retrospektiven Studie von Galaria *et al.* lag die primäre technische Erfolgsrate bei 109 operierten Arterien bei 100 %, in der prospektiven Studie von Weibull *et al.* betrug diese 96,6 % bei 29 behandelten Gefäßen [36;52]. Bezüglich der primären postoperativen Offenheitsrate sind in den letzten Jahren keine vergleichbaren Daten veröffentlicht worden. In Studien mit einem gemischten, aber weit überwiegend arteriosklerotischen Patientenkollektiv, berichten Brancherau *et al.* und van Damme *et al.* von einer Offenheitsrate von 93,1 % bzw. 94,3 % [53;54]. Hansen *et al.* geben sogar eine Offenheitsrate von 98,6 % nach 30 Tagen an, unterscheiden in ihrer Arbeit allerdings nicht zwischen fehlendem technischem Erfolg und Frühverschluss [55]. Die postoperative primär technische Erfolgsrate bzw. Offenheitsrate der vorliegenden Studie liegt mit 93,2 % respektive 93,7 % in der gleichen Größenordnung. Die primär technischen Erfolgsraten der Angioplastie mit Stent liegen in Studien mit Arteriosklerosepatienten bzw. einem weit überwiegenden Anteil von Patienten mit Arteriosklerose bei 95,2 % bis 100 % und damit auf dem gleichen Niveau der operativen Therapie [56-62]. Bezüglich der langfristigen Funktionsfähigkeit liegen keine vergleichbaren Daten aus operativen Studien vor. In Angioplastiestudien mit Stent wiesen in einem mittleren Nachuntersuchungszeitraum von einem Jahr nur noch 34 % bis 89 % der Nierenarterien eine primäre Funktionsfähigkeit auf [56;57;60;61], wobei die Untersuchung von Gill und Fowler mit 34 % einen besonders niedrigen Wert aufweist. Die anderen Studien geben Werte um die 80 % für die primäre Funktionsfähigkeit an. Bei Gill und Fowler wurde allerdings nur ein geringer Prozentsatz der Patienten einer Nachuntersuchung unterzogen, so dass die Daten eventuell einem Selektionsbias unterliegen. Die kumulative primäre und sekundäre technische Funktionsfähigkeit der Nierenarterien lag bei Angioplastie mit Stent Studien nach drei Jahren bei 74 % bis 86,6 % bzw. 85 % bis 97,8 % [60;62]. Im Vergleich hierzu liegen die eigenen operativen Daten für die primäre und sekundäre technische Funktionsfähigkeit nach drei Jahren mit 86,2 % und 91,4 % auf demselben Niveau.

Die primäre technische Erfolgsrate der operativen Therapie bei Patienten mit Fibromuskulärer Dysplasie wird in der Literatur der letzten Jahre bei Reiher *et al.* mit 89,2 %, bei Carmo *et al.* mit 93,5 % und bei Andersson *et al.* mit 96,9 % angegeben [63-65]. Wobei Reiher *et al.* die technische Erfolgsrate auf die Anzahl der Patienten bezieht und in den anderen Studien die Anzahl der operierten Arterien als Bezugsgröße gewertet werden. Ein entsprechender Wert umgerechnet auf die Anzahl der Nierenarterien dürfte höher liegen, da sich 39 der 101 Studienteilnehmer einer bilateralen Operation unterzogen. Die Daten der vorliegenden Studie mit einer primären technischen Erfolgsrate von 92,7 % liegen in diesem Bereich. Über die langfristige Funktionsfähigkeit der Nierenarterie gibt es für diese Patientengruppe kaum veröffentlichte Daten. Carmo *et al.* geben die kumulative Drei-Jahresrate primär funktionstüchtiger Nierenarterien mit 82 % an [64]. Eine frühere aus der hiesigen Klinik für Gefäßchirurgie und Nierentransplantation stammende Arbeit von Reiher *et al.* berichtete eine kumulative Rate primär funktionstüchtiger Nierenarterien von 74 % und eine Sekundäre von 85 % nach fünf Jahren [65]. Die in der eigenen Studie ermittelten Daten liegen mit einer kumulativen primären Funktionsfähigkeit nach drei Jahren von 77,7 % und einer Sekundären von über 82,4 % ungefähr auf diesem Niveau. In Angioplastiestudien sind für Patienten mit FMD primär technische Erfolgsraten von 85,0 % bis 100 % beschrieben und damit ähnliche Erfolgsraten wie bei denen der operativen Therapie [66-74]. Allerdings weisen Slovut und Olin in einem 2004 veröffentlichten Übersichtsartikel auf eine Rezidivstenoserate der Angioplastie zwischen 7 % und 27 % in einem Zeitraum von sechs Monaten bis zwei Jahren in verschiedenen Studien hin [75]. Alhadad *et al.* geben in ihrer 2005 veröffentlichten retrospektiven Studie die kumulative primäre Funktionsfähigkeit der Nierenarterien nach einem Jahr für die Angioplastie mit nur 73 % Prozent an, während die chirurgische Therapie 100 % erreicht [72]. Einschränkend muss erwähnt werden, dass die Patientenzahl im chirurgischen Arm dieser Arbeit mit acht Patienten sehr gering war.

**Tabelle 4.1:** Übersicht über die primäre Offenheitsrate (Durchgängigkeit des Gefäßes) und primäre technische Erfolgsrate (Freiheit von Rezidivstenosen)

Autor	Jahr	Grunderkrankung	Anzahl der Arterien	Interventionsverfahren	Primäre Offenheitsrate	primäre technische Erfolgsrate
Weibull <i>et al.</i> [36]	1993	Arteriosklerose	29	OP		96,6 %
Galaria <i>et al.</i> [52]	2005	Arteriosklerose	109	OP		100,0 %
Weibull <i>et al.</i> [36]	1993	Arteriosklerose	29	PTA		82,8 %
Tuttle <i>et al.</i> [58]	1998	Arteriosklerose	148	PTA + Stent		98,0 %
Rodriguez-Lopez <i>et al.</i> [62]	1999	Arteriosklerose	125	PTA + Stent		97,6 %
Ledermann <i>et al.</i> [57]	2001	Arteriosklerose	358	PTA + Stent		100,0 %
Gill und Fowler [56]	2003	Arteriosklerose	126	PTA + Stent		95,2 %
Galaria <i>et al.</i> [52]	2005	Arteriosklerose	205	PTA ± Stent		98,1 %
Anderson <i>et al.</i> [63]	1995	FMD	46	OP	93,5 %	93,5 %
Reiher <i>et al.</i> [65]	2000	FMD	140	OP		> 89,2 %
Carmo <i>et al.</i> [64]	2005	FMD	32	OP		96,9 %
Baert <i>et al.</i> [66]	1990	FMD	40	PTA		85,0 %
Tegtmeyer <i>et al.</i> [71]	1991	FMD	85	PTA		100,0 %
Bonelli <i>et al.</i> [67]	1995	FMD	140	PTA		85,7 %
Jenssen <i>et al.</i> [70]	1995	FMD	33	PTA		97,0 %
Klów <i>et al.</i> [73]	1998	FMD	>49	PTA		> 98,0 %
Birrer <i>et al.</i> [74]	2002	FMD	31	PTA		96,8 %
de Frausinette <i>et al.</i> [68]	2003	FMD	87	PTA ± Stent		> 94,0 %
Hughes <i>et al.</i> [69]	2004	FMD	47	PTA		91,5 %
Alhadad <i>et al.</i> [72]	2005	FMD	> 59	PTA ± Stent		> 94,9 %
Hansen <i>et al.</i> [55]	1992	gemischt	273	OP	98,6 %	
Brancherau <i>et al.</i> [53]	1992	gemischt	58	OP	93,1 %	91,4 %
Van Damme <i>et al.</i> [54]	1995	gemischt	123	OP	94,3 %	
Henry <i>et al.</i> [60]	1999	gemischt	259	PTA + Stent		98,8 %
White <i>et al.</i> [61]	1997	k. A.	133	PTA + Stent		99,2 %
Burkett <i>et al.</i> [59]	2000	k. A.	171	PTA + Stent		100,0 %
Eigene Ergebnisse	2008	Arteriosklerose	190	OP	93,7 %	93,2 %
Eigene Ergebnisse	2008	FMD	41	OP	92,7 %	92,7 %

## ***Komplikationen***

Die Komplikationsraten nach der Behandlung von Nierenarterienstenosen lassen sich in der Literatur nur schwer vergleichen. Viele Studien werten einen fehlenden technischen Erfolg nicht als Komplikation, berechnen verstorbene Patienten nicht mit ein oder führen nur schwere Komplikationen auf. Hierbei gibt es keine einheitlichen Kriterien für die Einteilung in leichte und schwere Komplikationen. In der vorliegenden Studie wurden alle Komplikationen in die Auswertung einbezogen, die eine erneute Operation erforderlich gemacht, den Krankenhausaufenthalt verlängert oder zum Tod des Patienten geführt haben. Des Weiteren wurde ein fehlender primär technischer Erfolg des Eingriffs als Komplikation gewertet. Durch diese sehr weit gefasste Definition liegen die eigenen Zahlen teilweise höher als in anderen Studien, die eine engere Begriffsdefinition angewendet haben. Für die nachfolgende Darstellung wurden bei einem Teil der Artikel die Zahlen für verschiedene Komplikationsarten zusammengerechnet, sofern sich Überschneidungen zwischen den einzelnen Kategorien sicher ausschließen ließen, um eine bessere Vergleichbarkeit mit den eigenen Zahlen zu ermöglichen.

Für Patienten mit Arteriosklerose liegt die veröffentlichte Komplikationsrate der Operation in der Literatur zwischen 17,2 % und 48,3 % und in der vorliegenden Studie bei 41,5 % [36;52;55;76-78]. Die Komplikationsraten der Angioplastie sind im Vergleich hierzu mit 1 % bis 22 % deutlich geringer [52;56-58;61;62].

Für die Operation bei Patienten mit fibromuskulärer Dysplasie werden Komplikationsraten von 12 % bis 28 % angegeben [63-65]. In der vorliegenden Studie lag die Komplikationsrate bei 30 %. In Angioplastiestudien werden Komplikationsraten zwischen 0 % und 15 % beschrieben [68;70;71;73].

Nicht nur bezüglich der Komplikationsrate, auch bezüglich der Komplikationsarten gibt es deutliche Unterschiede zwischen der Angioplastie und den operativen Verfahren. Bei der PTA stehen Komplikation an der Punktionsstelle (z. B. Hämatome und Pseudoaneurysmen), am Gefäßsystem (z. B. Dissektion und Thrombosen) sowie Stentdislokationen im Vordergrund. Bei der Operation treten vor allem respiratorische und zerebrovaskuläre Komplikationen sowie Arrhythmien, Nachblutungen und Wundinfektionen bzw. systemische Infektionen auf. Eine meist passagere Niereninsuffizienz und ein oft letal verlaufender Myokardinfarkt können bei beiden Interventionsverfahren auftreten [52;55-58;61-64;68;70;71;77;78].

**Tabelle 4.2:** Übersicht über die perioperativen Komplikationsraten

Studie	Jahr	Patienten- zahl	Grund- erkrankung	Interventions- verfahren	Komplika- tionsrate
Atnip <i>et al.</i> [76]	1990	29	Arteriosklerose	OP	48 %
Hansen <i>et al.</i> [55]	1992	157	Arteriosklerose	OP	17 %
Weibull <i>et al.</i> [36]	1993	29	Arteriosklerose	OP	31 %
Clair <i>et al.</i> [78]	1995	43	Arteriosklerose	OP	19 %
Cherr <i>et al.</i> [77]	2002	500	Arteriosklerose	OP	21 %
Galaria <i>et al.</i> [52]	2005	109	Arteriosklerose	OP	24 %
White <i>et al.</i> [61]	1997	100	Arteriosklerose	PTA + Stent	1 %
Tuttle <i>et al.</i> [58]	1998	129	Arteriosklerose	PTA + Stent	4 %
Rodriguez-Lopez <i>et al.</i> [62]	1999	108	Arteriosklerose	PTA + Stent	7 %
Lederman <i>et al.</i> [57]	2001	300	Arteriosklerose	PTA + Stent	2 %
Gill und Fowler [56]	2003	100	Arteriosklerose	PTA + Stent	18 %
Galaria <i>et al.</i> [52]	2005	205	Arteriosklerose	PTA ± Stent	22 %
Anderson <i>et al.</i> [63]	1995	40	FMD	OP	28 %
Reiher <i>et al.</i> [65]	2000	101	FMD	OP	12 %
Carmo <i>et al.</i> [64]	2005	26	FMD	OP	19 %
Tegtmeyer <i>et al.</i> [71]	1991	66	FMD	PTA	15 %
Jensen <i>et al.</i> [70]	1995	30	FMD	PTA	15 %
Kløw <i>et al.</i> [73]	1998	49	FMD	PTA	0 %
de Fraissinette <i>et al.</i> [68]	2003	70	FMD	PTA ± Stent	11 %
Eigene Ergebnisse	2008	142	Arteriosklerose	OP	41,5 %
Eigene Ergebnisse	2008	30	FMD	OP	30,0 %

### ***Perioperative Letalität***

Die perioperative Letalität bei Nierenarterienoperationen ohne gleichzeitige Begleiteingriffe wird in der Literatur mit 0 % bis 5,7 % beziffert [79-82]. Im eigenen Patientengut lag die Rate mit 1,2 % im unteren Bereich. Bei gleichzeitigen Begleitoperationen, hier sind insbesondere Eingriffe an der Aortenstrombahn (z. B. Bauchaortenaneurysmaoperationen und Aortobifemoraloperationen) zu nennen, sind in der Literatur mit Werten von 0 % bis 19,5 % deutlich höhere Letalitätsraten beschrieben [53;76;79-91]. Auch wenn in letzter Zeit mehrere Studien veröffentlicht wurden, die für kombinierte Eingriffe ein kaum erhöhtes Risiko angeben [53;79;86;87;89-91], kann dies durch die eigenen Daten nicht bestätigt werden. Das Mortalitätsrisiko lag in unserer Klinik für die Patienten mit leichteren Begleiteingriffen z. B. juxta-/infrarenale Aortenoperationen, gefäßchirurgische Interventionen an der Becken-/Beinstrombahn oder unkomplizierten gynäkologischen bzw. allgemeinchirurgischen Eingriffen mit 12,5 % und komplizierten Begleiteingriffen an der suprarenalen Aorta, den Viszeralarterien bzw. Notfalloperationen bei Aortendissektion mit einer Sterblichkeit von 22,5 % deutlich höher als für die Patienten mit einer reinen Nierenarterienoperation mit 1,2 %. Dies ist umso auffälliger, als das Risiko für eine reine Nierenarterienoperation in der hiesigen Klinik im internationalen Vergleich im unteren Bereich liegt. Es fällt auf, dass die Letalität mit der Komplexität des Begleiteingriffes ansteigt. Daher kann vermutet werden, dass hauptsächlich der Begleiteingriff, jedoch nicht die Operation der Nierenarterien für das Gesamtrisiko der Operation der entscheidende Faktor ist. Da die in der Literatur veröffentlichten Studien bezüglich der Komplexität der einbezogenen Begleiteingriffe eine sehr heterogene Struktur besitzen, können die Daten nur schwer miteinander verglichen werden. In die eigene Studie wurden auch Patienten mit Rekonstruktionen der Viszeralarterien oder Notfalleingriffe bei Dissektion einbezogen. Bei diesen Patienten kann man von einer generalisierten Arteriosklerose und multiplen Begleiterkrankungen mit entsprechend erhöhtem Risiko ausgehen. Ein Teil der Publikationen weist auch nur die 30-Tage-Mortalität aus, in unserer Studie sind allerdings 4 Todesfälle und damit 25 % der Gesamtmortalität in dieser Subgruppe erst nach dem 30. Tag aufgetreten, so dass die Zahlen auch hier nur eingeschränkt miteinander vergleichbar sind.

Die Letalität der Angioplastie lässt sich nur mit der operativen Nierenarterienrekonstruktion ohne Begleiteingriff angemessen vergleichen. Das Mortalitätsrisiko für die Patienten lag in den neueren großen Angioplastiestudien mit Stent und mindestens 100 Patienten zwischen 0 % und 3 % [56-58;60-62;92]. Die Werte für die reine Nierenarterienoperation befinden sich im eigenen Untersuchungsgut mit 1,2 % auf dem gleichen niedrigen Niveau.

**Tabelle 4.3:** Vergleich der Letalitätsrate der reinen Nierenarterienoperation (NA) mit Nierenarterienoperationen und gleichzeitiger Begleitoperation (NA + Begleit OP)

Studie	Jahr	Patientenzahl	Operationsverfahren	Mortalitätsrate
Bredenber <i>et al.</i> [82]	1992	45	NA	0 %
Lamawansa <i>et al.</i> [81]	1995	35	NA	5,7 %
Benjamin <i>et al.</i> [80]	1996	182	NA	1,6 %
Darling <i>et al.</i> [79]	1999	125	NA	3,2 %
Atnip <i>et al.</i> [76]	1990	29	NA + Begleit OP	10,3 %
Bredenber <i>et al.</i> [82]	1992	21	NA + Begleit OP	9,5 %
Brancherau <i>et al.</i> [53]	1992	48	NA + Begleit OP	2,1 %
Allen <i>et al.</i> [91]	1993	102	NA + Begleit OP	4,9 %
McNeil <i>et al.</i> [90]	1994	101	NA + Begleit OP	1,0 %
Lamawansa <i>et al.</i> [81]	1995	41	NA + Begleit OP	19,5 %
Dougherty <i>et al.</i> [89]	1995	52	NA + Begleit OP	0 %
Cambria <i>et al.</i> [88]	1995	170	NA + Begleit OP	6,5 %
Benjamin <i>et al.</i> [80]	1996	133	NA + Begleit OP	5,3 %
Darling <i>et al.</i> [79]	1999	443	NA + Begleit OP	6,1 %
Hassen-Khodja <i>et al.</i> [86]	2000	39	NA + Begleit OP	2,6 %
Taylor <i>et al.</i> [87]	2000	31	NA + Begleit OP	6,5 %
Ballard [84]	2001	16	NA + Begleit OP	6,3 %
Tsoukas <i>et al.</i> [85]	2001	73	NA + Begleit OP	8,2 %
Checinski <i>et al.</i> [83]	2002	53	NA + Begleit OP	9,4 %
Eigene Ergebnisse	2008	85	NA	1,2 %
Eigene Ergebnisse	2008	96	NA + Begleit OP	16,7 %

In Studien, die nur Patienten mit Arteriosklerose enthalten, lagen die veröffentlichten Letalitätsraten zwischen 2,2 % und 4,7 % [52;55;77;78;93] im Vergleich zu 10,6 % in dem hiesigen Arteriosklerosekollektiv. Wobei in der in der eigenen Studie das Risiko einer reinen Nierenarterienoperation bei Arteriosklerosepatienten bei 1,8 % bei Kombinationseingriffen bei 16,3 % lag. Hieraus wird ersichtlich, dass der für die Operationsletalität entscheidende Faktor bei Kombinationseingriffen mit hoher Wahrscheinlichkeit das Letalitätsrisiko des Begleiteingriffes ist. Auch hier lassen sich die einzelnen Studien mit Kombinationseingriffen auf Grund der unterschiedlichen Studienkollektive nicht objektiv vergleichen.

Keiner der Patienten dieser Studie mit FMD verstarb im Zusammenhang mit der Nierenarterienoperation. Dies entspricht den niedrigen publizierten Letalitätsraten von 0 % bis 2 % [63-65] für die operative Therapie. Der jüngere Altersdurchschnitt und die geringere Anzahl von Begleiterkrankungen und Begleiteingriffen ist sicherlich der Grund für das niedrigere Risiko im Vergleich zur Arteriosklerosepopulation. Die Letalität der Patienten mit Fibromuskulärer Dysplasie liegt bei der Angioplastie mit 0 % bis 3 % auf einem ähnlichem Niveau wie die operative Therapie [66-74;94]. Anhand dieser Daten zeigt sich, dass die Angioplastie nicht, wie vielfach angenommen, ein risikoärmeres Verfahren als die Operation bei Patienten mit FMD ist.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass Nierenarterienoperationen ohne Begleiteingriff ein sicheres Verfahren sind und mit der der Angioplastie vergleichbare Letalitätsraten haben. Bei Operationen mit Begleiteingriffen steigt das Risiko allerdings mit der Komplexität des Begleiteingriffes an. Für diese Interventionen ist daher eine sorgfältige Indikationsstellung und Risikoabwägung notwendig.



### ***Kumulative-Überlebensraten***

Darling *et al.* und Patty *et al.* haben in zwei unterschiedlichen Studien an 568 Patienten bzw. 414 Patienten der gleichen Institution und überwiegend identischen Teilnehmern mit verschiedenen Grunderkrankungen einen Wert von 81 % für die kumulative Drei-Jahres-Überlebensrate nach Nierenarterienoperation errechnet [79;95]. Im Vergleich hierzu lag die kumulative Überlebensrate für die gesamte Studienpopulation in den hiesigen Daten bei 79 %.

Für die operative Therapie bei Arteriosklerosepatienten geben Allen *et al.* die kumulative Überlebensrate nach einem Jahr mit 89 %, Hassen-Khodja *et al.* mit 97 % an [86;91]. Die Fünf-Jahres-Überlebensrate für dieses Patientenkollektiv wird in der Literatur mit 69 % bis 82 % angegeben [77;86;88;91;93]. Die kumulative Ein-Jahres-Überlebensrate in der vorliegenden Arbeit lag bei 84 %, die nach drei Jahren bei 77 %. In einer Angioplastie plus Stentstudie haben Gill und Fowler eine kumulative Überlebensrate nach zwei Jahren von 74 % errechnet, Dorros *et al.* geben diese nach drei Jahren mit 74 % und in einer anderen Studie nach vier Jahren mit 80 % an [56;92;96].

Kein FMD-Patient verstarb im Laufe der Nachbeobachtungszeit. Dies spiegelt sich auch in den entsprechenden Veröffentlichungen wieder, die meist nur sehr wenige Todesfälle im postoperativen Nachuntersuchungszeitraum verzeichnen. Dies liegt wahrscheinlich zum einen an dem relativ jungen Durchschnittsalter dieser Patientengruppe mit wenigen Begleiterkrankungen und zum anderen an den für diese Altersgruppe meist relativ kurzen Nachbeobachtungsintervallen.

### ***Blutdruckreaktion***

Am Anfang der interventionellen Therapie bestand die Hoffnung, bei jedem Patienten eine vorhandene Hypertonie zu heilen oder zumindest zu lindern. Es hat sich aber gezeigt, dass eine Verbesserung der Blutdruckeinstellung nur bei einem Teil der Patienten eintritt. Einerseits besteht bei einem Teil der Patienten die Hypertonie schon über Jahre hinweg und hat sich verfestigt. Zum anderen lässt sich bis heute bei einem einzelnen Patienten nicht unterscheiden, ob eine Hypertonie auf dem Boden einer Nierenarterienstenose entstanden ist oder eine essentielle Hypertonie zu einer NAST geführt hat. Bis heute existiert leider kein geeignetes Untersuchungsverfahren um die Patienten zuverlässig zu selektieren, die von einer Intervention im Hinblick auf eine Hochdruckeinstellung profitieren würden.

Die Blutdruckentwicklung ist zwischen einzelnen Studien nur schwer zu vergleichen, da sich die Definitionen für Heilung und Verbesserung zwischen den einzelnen Arbeiten stark unterscheiden. In einigen Arbeiten wurden Werte bis 160 mmHg systolisch und 95 mmHg diastolisch als normoton definiert [53;87;90]. Die im Folgenden genannten Vergleichszahlen können damit nur einen Anhaltspunkt darstellen.

In Studienpopulationen mit verschiedenen Grunderkrankungen konnte in der Literatur für die operative Therapie ein Therapieerfolg im Hinblick auf den Blutdruck bei 45 % bis 91 % verzeichnet werden. In 2 % bis 38 % der Patienten wurde eine Heilung der Hypertonie berichtet [53-55;80;81;85;87;89;90;97]. Die vorliegende Studie weist einen postoperativen Therapieerfolg bei 70 % und im mittleren Nachuntersuchungsintervall von 27,9 Monaten bei 59 % der Patienten auf. Eine Heilung des Bluthochdruckes trat bei 9 % bzw. 7 % ein. Die eigenen Daten konnten darüber hinaus belegen, dass es langfristig zu einer statistisch signifikanten Reduzierung der Anzahl antihypertensiver Medikamente kommt.

Bei Patienten mit Arteriosklerose werden in der Literatur Therapieerfolge postoperativ zwischen 64 % und 95 %, davon Hypertonieheilungen zwischen 11 % und 35 % angegeben [36;52;55;76-78]. In den Nachuntersuchungen wird ein Therapieerfolg bei 61% bis 86% der Patienten angegeben [36;52;76;86;93]. Die postoperativen Daten der vorliegenden Arbeit bestätigen mit einem Therapieerfolg von 72 % und einer Heilungsrate von 6 % diese Angaben. Allerdings musste im Nachuntersuchungszeitraum von im Mittel 28,5 Monaten eine Verschlechterung der Blutdruckeinstellung beobachtet werden. Bei nur noch 57 % konnte ein

Therapieerfolg und eine Heilung sogar nur noch bei 1 % beobachtet werden. Die Anzahl antihypertensiver Medikamente blieb allerdings über den Nachuntersuchungszeitraum statistisch signifikant reduziert. Für die Therapie mit Angioplastie und Stent wurde in Studien mit überwiegend Arteriosklerosepatienten ein langfristiger Therapieerfolg bei 55 % bis 83 % beschrieben, wobei bei 1 % bis 19 % die Hypertonie als geheilt betrachtet werden konnte [56-58;60;92]. In der Literatur wird somit kein Unterschied zwischen der Operation und der PTA beschrieben.

Der Erfolg der operativen Therapie bei Patienten mit FMD wird von Carmo *et al.* mit 87 % und von Anderson *et al.* mit 90 % angegeben, wobei eine Heilung bei 27 % bzw. 33 % beobachtet wurde [63;64]. Für die Nachbeobachtungszeiträume beschreiben Reiher *et al.* einen Therapieerfolg bei 52 % und Carmo *et al.* bei 84 % der Patienten, eine Heilung konnte bei 26 % bzw. 31 % dokumentiert werden [64;65]. In der vorliegenden Studie konnte ein langfristiger Therapieerfolg in einem mittleren Nachuntersuchungszeitraum von 28 Monaten bei 57 %, davon eine Heilung bei 30 % der Patienten beobachtet werden. Bei der Angioplastie liegt die in der Literatur veröffentlichte Heilungsrate bezogen auf den Blutdruck für Patienten mit FMD in den Nachuntersuchungszeiträumen zwischen 14 % und 58 %, bei 21 % bis 74 % ist eine Verbesserung der Blutdruckwerte feststellbar. Insgesamt ist somit bei 68 % bis 98 % ein Therapieerfolg hinsichtlich der Blutdruckreaktion zu verzeichnen [66-69;71;73;74;94].

## ***Nierenfunktion***

Die Nierenarterienstenose ist bei Patienten mit Arteriosklerose eine progressiv fortschreitende Erkrankung, die in vielen Fällen im Laufe der Jahre zu einer Einschränkung oder gar zu einem Verlust der Nierenfunktion führen kann [27;28]. Eine langfristige Stabilisierung der Nierenfunktion muss in diesem Zusammenhang schon als Erfolg gewertet werden. In neueren Studien wurde für Arteriosklerosepatienten mit präoperativ erhöhten Kreatininwerten ein langfristiger Therapieerfolg im Hinblick auf die Nierenfunktion durch die operative Therapie in 72 % bis 86 % der Fälle erreicht. Eine Verbesserung der Nierenfunktion konnte bei 25 % bis 57 %, eine Stabilisierung bei 29 % bis 50 % der Patienten erreicht werden, und eine Verschlechterung trat bei 14 % bis 28 % ein [86;88;98]. In der vorliegenden Studie konnte ein Therapieerfolg bei 74 % der Patienten in einem mittleren Nachuntersuchungsintervall von 28,5 Monaten festgestellt werden, hiervon eine Verbesserung der Nierenfunktion bei 52 % und eine Stabilisierung bei 22 %. In Angioplastie plus Stentstudien wurde zum Vergleich ein langfristiger Therapieerfolg in 67 % bis 96 % beschrieben, hiervon eine Verbesserung der Nierenfunktion in 29 % bis 43 % der Fälle [56;59;60].

Bei Patienten mit fibromuskulärer Dysplasie steht meist die arterielle Hypertonie im Vordergrund. Eine Niereninsuffizienz tritt im Erwachsenenalter nur in Ausnahmefällen auf. In dieser Studie befand sich nur ein Patient mit präoperativ erhöhten Kreatininwerten, die sich innerhalb des postoperativen Verlaufs normalisierten. Eine weitere Patientin war bereits präoperativ dialysepflichtig. Bei ihr konnte durch die Operation kein weiterer Therapieerfolg im Hinblick auf die Nierenfunktion erzielt werden. Auch in anderen Studien wurden nur vereinzelt Patienten mit erhöhten Kreatininwerten beschrieben, so dass hier keine Vergleichszahlen genannt werden können.

### ***Übersicht publizierter prospektiver Vergleichsstudien***

Die wenigen bis heute veröffentlichten prospektiven Studien geben ein uneinheitliches Bild bezüglich der optimalen Therapie der Nierenarterienstenose ab. Fast alle werden wegen geringer Fallzahlen oder Mängeln im Studiendesign kritisiert.

Weibull *et al.* konnten in ihrer 1993 veröffentlichten prospektiv randomisierten Vergleichsstudie der operativen Therapie mit der Angioplastie bei Patienten mit Arteriosklerose, zwar eine höhere Rate primär funktionsfähiger Nierenarterien in der operativen Gruppe feststellen, bei der sekundären Funktionsfähigkeit gab es aber keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen beiden Gruppen. Allerdings wurden Patienten mit einer primär nicht erfolgreichen PTA einer operativen Therapie zugeführt. Auch für die Blutdruckreaktion, Nierenfunktion und Komplikationsrate konnten sie keine statistisch signifikanten Unterschiede ermitteln. Weibull *et al.* empfehlen die Angioplastie, wenn eine engmaschige Nachkontrolle erfolgt und - falls erforderlich - eine aggressive Reinterventionstherapie durchgeführt werden kann. Die Aussagekraft dieser Studie ist durch den Verzicht von Stents und die insgesamt geringe Fallzahl von nur 58 Patienten eingeschränkt [36].

Uzzo *et al.* veröffentlichte 2002 eine prospektive randomisierte Studie, die die medikamentöse mit der operativen Therapie bei Patienten mit arteriosklerotischer Nierenarterienstenose vergleicht. Im Median vergingen bis zum Erreichen eines Endpunktes der Studie (nicht einstellbarer Blutdruck, Verschlechterung der Nierenfunktion, arteriosklerotische Ereignisse z. B. Myokardinfarkt oder Apoplex und Tod) bei operativer Therapie 69 Monate im Vergleich zu 62 Monaten bei der medikamentösen Therapie. Der Unterschied zwischen beiden Studienpopulationen war jedoch nicht statistisch signifikant, da die Fallzahl dieser Studie mit nur 52 Teilnehmern sehr gering war [37].

Bis heute sind drei prospektiv randomisierte Studien zum Vergleich der Angioplastie mit der medikamentösen Therapie bei Patienten mit Arteriosklerose veröffentlicht worden. Während bei Plouin *et al.* ein Teil der Angioplastiepatienten mit einem Stent versorgt wurde, wurden in den anderen beiden Untersuchungen keine Stents verwendet. Plouin *et al.* konnte keinen signifikanten Unterschied in der Höhe der Blutdrucksenkung erkennen. In dem Angioplastiearm wurden hierfür weniger Medikamente benötigt, allerdings wurde dies mit einer erhöhten Komplikationsrate erkauft. Die Studie weist neben einer kleinen Fallzahl von 49

Teilnehmern, einen extrem kurzen Nachbeobachtungszeitraum von 6 Monaten als Mangel auf [38]. Webster *et al.* beschreiben bei bilateraler Nierenarterienstenose eine bessere Blutdruckeinstellung der Angioplastie im Vergleich zur medikamentösen Therapie. Bei unilateraler Stenose konnte dieser Effekt nicht beobachtet werden. Darüber hinaus bestand zwischen beiden Studiengruppen mit insgesamt 55 Patienten kein statistisch signifikanter Unterschied bezüglich der Nierenfunktion oder dem Auftreten kardiovaskulärer bzw. letaler Ereignisse. Neben der geringen Fallzahl wird die Aussagekraft durch die Einbeziehung von Stenosen ab 50 % eingeschränkt. Allgemein wird erst ab einer Lumeneinengung von 60 % bis 70 % Prozent von einer hämodynamisch relevanten Stenose ausgegangen [40]. Van Jaarsveld *et al.* konnten zwar in ihrer Studie an 106 Personen für die Angioplastiepatienten drei Monate nach Intervention eine geringere Einnahme von antihypertensiven Medikamenten und eine bessere Nierenfunktion gegenüber der medikamentösen Therapie feststellen, nach zwölf Monaten ergab sich allerdings kein signifikanter Unterschied mehr zwischen den beiden Studiengruppen. An der Studie von van Jaarsveld *et al.* wird allgemein der Verzicht auf Stents und der Einschluss von Nierenarterienstenosen bereits ab 50 % kritisiert. Am schwerwiegendsten ist jedoch der Kritikpunkt, dass nach drei Monaten 44 % der medikamentös behandelten Patienten wegen schlecht einstellbarem Hypertonus oder sich verschlechternden Nierenfunktionswerten einer Angioplastie unterzogen wurden, aber weiterhin nach dem *intention-to-treat* Prinzip in die Auswertung des Medikamentenstudienarms einbezogen wurden [39]. In einer Metaanalyse der letzten drei Studien konnte Nordmann *et al.* eine statistisch signifikante bessere Blutdrucksenkung durch die Angioplastie im Vergleich zur medikamentösen Therapie nachweisen [99]. Ives *et al.* konnte bei ihrem Vergleich derselben Studien zwar auch eine höhere Blutdrucksenkung der Intervention zeigen. Bei der etwas veränderten Auswertung ergab sich allerdings keine statistische Signifikanz [100]. Langfristig sind für die Entscheidung über die optimale Therapie von arteriosklerotischen Nierenarterienstenosen neben den drei zurzeit durchgeführten prospektiv randomisierten Studien zum Vergleich zwischen Angioplastie und medikamentöser Therapie ASTRAL, CORAL und STAR, weitere Vergleichsstudien zur chirurgischen Therapie nötig [101-104].

### ***Schlussfolgerung***

Die für das Universitätsklinikum Düsseldorf ermittelten Ergebnisse zeigen für die operative Therapie von Nierenarterienstenosen bei Arteriosklerose, dass die Mehrheit der Patienten bezüglich Blutdruckreaktion, Nierenfunktion und langfristiger Funktionsfähigkeit der Nierenarterien von dieser profitiert. Insbesondere die Anzahl antihypertensiver Medikamente kann langfristig signifikant vermindert werden. Allerdings lässt sich eine Heilung der Hypertonie nur in Ausnahmefällen erzielen. Das Operationsrisiko ist gering und nicht höher als bei der Angioplastie, solange keine weiteren Begleiteingriffe gleichzeitig durchgeführt werden. Bei Patienten mit Nierenarterienoperation und Begleiteingriff steigt das Operationsrisiko jedoch mit der Komplexität des Begleiteingriffes stark an. Für diese Patientengruppe ist daher eine sorgfältige Indikationsstellung und Risikoabwägung notwendig.

Die Daten der Klinik für Gefäßchirurgie und Nierentransplantation zeigen für die operative Therapie von Nierenarterienstenosen bei Patienten mit fibromuskulärer Dysplasie zufriedenstellende Langzeitergebnisse im Hinblick auf die Blutdruckreaktion und die Funktionsfähigkeit der Nierenarterien. Mit Verweis auf das niedrige Letalitätsrisiko der Angioplastie wird diese heutzutage oft als interventionelle Therapie der Wahl empfohlen. Die eigenen Daten zeigen allerdings, dass die Letalität der operativen Therapie nicht höher liegen muss als die einer Angioplastie.

# 5. Zusammenfassung

## *Einleitung und Problemstellung*

Die häufigsten Ursachen einer Nierenarterienstenose (NAST) sind Arteriosklerose und fibromuskuläre Dysplasie (FMD). Als Folgeerkrankung einer NAST treten vor allem Bluthochdruck und Niereninsuffizienz auf. Als Therapiemöglichkeit werden heute die Operation, die perkutane transluminale Angioplastie (PTA) und die medikamentöse Therapie mit Antihypertensiva angewendet. Ziel der vorliegenden Arbeit war die retrospektive Auswertung der perioperativen Resultate bei Patienten mit Nierenarterienstenoseoperationen sowie der Langzeitergebnisse hinsichtlich Blutdruckeinstellung, Nierenfunktion, Restenoserate, Komplikationen und Überlebenszeiten. Diese Daten wurden mit in der Literatur veröffentlichten Ergebnissen verglichen und daran die im Universitätsklinikum gültige Indikation für eine operative Therapie überprüft. Der Einfluss der Grunderkrankung auf die Ergebnisse wird exemplarisch für die Arteriosklerose und die FMD vergleichend dargestellt.

## *Patienten und Methoden*

Das Patientenkollektiv bestand aus 181 Patienten, 102 Männern (56,4 %) und 79 Frauen (43,6 %). Als Grunderkrankungen lagen bei 142 Patienten (78,5 %) eine Arteriosklerose, bei 30 Patienten (16,6 %) eine FMD sowie bei 9 Patienten (5,0 %) seltenere Erkrankungen (Aortendissektion, Nierenarteriendissektion und Zwerchfellkompression) vor. 110 operative Rekonstruktionen der Nierenarterien wurden beidseits, 36 nur auf der linken und 35 nur auf der rechten Seite durchgeführt. Das häufigste Operationsverfahren war die Thrombendarteriektomie (TEA) an 222 Nierenarterien, gefolgt von der Revaskularisation mit einem Bypass bei 56 Nierenarterien und andere Operationsverfahren bei 13 Nierenarterien.



Alle Patienten wurden zu einer Nachuntersuchung mittels farbkodierter Duplexsonographie eingeladen. Hierbei wurden auch der postoperative Verlauf und die Medikation aufgezeichnet sowie die Blutdruckwerte und Nierenretentionsparameter bestimmt. Insgesamt konnten von 84,1 % der zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung lebenden Patienten Befunde erhoben werden. Das mittlere Nachuntersuchungsintervall  $\pm$  SD lag bei  $27,9 \pm 15,6$  Monaten (1,7 Monate bis 4,6 Jahre).

### ***Ergebnisse***

Die primäre und sekundäre technische Erfolgsrate lag bei Arteriosklerosepatienten bei 93,2 % bzw. 96,3 % und bei FMD-Patienten 92,7 % bzw. 97,6 %. Die kumulative 3-Jahres-Rate primär und sekundär funktionstüchtiger Nierenarterien betrug bei Arteriosklerosepatienten 86,2 % (Standardfehler 0,029) bzw. 91,4 % (Standardfehler 0,025) und bei FMD Patienten 77,7 % (Standardfehler 0,093) bzw. 82,4 % (Standardfehler 0,089).

Die perioperative Letalität lag bei Patienten mit FMD bei 0 %, bei Patienten mit Arteriosklerose und reiner Nierenarterienoperation bei 1,8 %. Patienten mit Arteriosklerose, die sich einem Kombinationseingriff aus Nierenarterienrekonstruktion und Rekonstruktion der Aorta/Beckenarterien/Mesenterialarterien unterziehen mussten, wiesen mit 16,7 % eine erhöhte Letalität auf. Die kumulativen 3-Jahres-Überlebensraten betrugen 76,7 % (Standardfehler 0,0425) bei Patienten mit Arteriosklerose und 100 % bei fibromuskulärer Dysplasie.

Postoperativ konnte ein Therapieerfolg bezüglich der Hypertonie bei 71,7 % der Patienten mit Arteriosklerose beobachtet werden, hiervon trat eine Heilung bei 5,8 % der Patienten ein. Bei Patienten mit FMD lag die Erfolgsrate bei 61,5 % und die Heilungsrate bei 19,2 %. In der Nachuntersuchung konnte ein langfristiger Therapieerfolg bei rund 57 % der Patienten in beiden Untersuchungskollektiven verzeichnet werden. Die Heilungsrate lag bei den Arteriosklerosepatienten bei 1,1 % und bei FMD-Patienten bei 30,4 %. Die Heilungsraten lagen damit in der FMD-Gruppe postoperativ und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung signifikant höher als in der Arteriosklerose-Gruppe. Trotz niedrigerer Heilungsraten ließ sich bei Patienten mit Arteriosklerose eine langfristige, statistisch signifikante Reduzierung der Anzahl antihypertensiver Medikamente nachweisen.

Bezüglich der Nierenfunktion kam es bei 72,4 % aller Patienten mit präoperativ erhöhten Retentionsparametern zu einer langfristigen Verbesserung oder zumindest Stabilisierung der Nierenfunktion.

### ***Schlussfolgerung***

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen, dass die meisten Patienten von einer operativen Therapie profitieren. Eine Heilung der Hypertonie ist zwar selten, bei der Mehrheit ist jedoch ein langfristiger positiver Einfluss auf die Blutdruckeinstellung festzustellen. Insbesondere bei Arteriosklerosepatienten verringerte sich statistisch signifikant die Anzahl antihypertensiver Medikamente. Das operative Risiko ist niedrig, solange der Eingriff auf die Nierenarterien beschränkt bleibt und ist in dieser Patientengruppe nicht höher, als bei der Angioplastie. Bei zusätzlichen Begleiteingriffen steigt das Risiko jedoch mit der Komplexität des Begleiteingriffes deutlich an.

# Literaturverzeichnis

- [1] Holley KE, Hunt JC, Brown AL, Jr., Kincaid OW, Sheps SG.  
Renal artery stenosis. A clinical-pathologic study in normotensive and hypertensive patients.  
Am J Med 1964; 37: S. 14-22.
- [2] Sawicki PT, Kaiser S, Heinemann L, Frenzel H, Berger M.  
Prevalence of renal artery stenosis in diabetes mellitus - an autopsy study.  
J Intern Med 1991; 229(6): S. 489-92.
- [3] Uzu T, Inoue T, Fujii T, Nakamura S, Inenaga T, Yutani C et al.  
Prevalence and predictors of renal artery stenosis in patients with myocardial infarction.  
Am J Kidney Dis 1997; 29(5): S. 733-8.
- [4] Harding MB, Smith LR, Himmelstein SI, Harrison K, Phillips HR, Schwab SJ et al.  
Renal artery stenosis: prevalence and associated risk factors in patients undergoing routine cardiac catheterization.  
J Am Soc Nephrol 1992; 2(11): S. 1608-16.
- [5] Jean WJ, al-Bitar I, Zwicke DL, Port SC, Schmidt DH, Bajwa TK.  
High incidence of renal artery stenosis in patients with coronary artery disease.  
Cathet Cardiovasc Diagn 1994; 32(1): S. 8-10.
- [6] Rihal CS, Textor SC, Breen JF, McKusick MA, Grill DE, Hallett JW et al.  
Incidental renal artery stenosis among a prospective cohort of hypertensive patients undergoing coronary angiography.  
Mayo Clin Proc 2002; 77(4): S. 309-16.
- [7] Vetrovec GW, Landwehr DM, Edwards VL.  
Incidence of renal artery stenosis in hypertensive patients undergoing coronary angiography.  
J Intervent Cardiol 1989; 2: S. 69-76.
- [8] Hansen KJ, Edwards MS, Craven TE, Cherr GS, Jackson SA, Appel RG et al.  
Prevalence of renovascular disease in the elderly: a population-based study.  
J Vasc Surg 2002; 36(3): S. 443-51.
- [9] Bright R.  
Cases and observations, illustrative of renal disease accompanied with the secretion of albuminous urine.  
Guys Hosp Rep 1836; 1: S. 338-79.

- [10] Bright R.  
Tabular view of the morbid appearances in 100 cases connected with albuminous urine.  
Guys Hosp Rep 1836; 1: S. 380-400.
- [11] Tigerstedt R, Bergmann PG.  
Niere und Kreislauf.  
Skand Arch Physiol 1898; 8: S. 223-71.
- [12] Goldblatt H, Lynch J, Hanzal RF, Summerville WW.  
Studies on experimental hypertension. I. The production of persistent elevation of systolic blood pressure by means of renal ischemia.  
J Exp Med 1934; 59: S. 347-79.
- [13] Glodny B, Glodny DE.  
John Loesch, discoverer of renovascular hypertension, and Harry Goldblatt: two great pioneers in circulation research.  
Ann Intern Med 2006; 144(4): S. 286-95.
- [14] Loesch J.  
Further observations in experimental nephritis.  
Arch Pathol 1927; (4): S. 495-6.
- [15] Loesch J.  
Ein Beitrag zur experimentellen Nephritis und zum arteriellen Hochdruck I. Die Veränderungen im Blutdruck II. Die Veränderungen in der Blutchemie.  
Zentralblatt für Innere Medizin 1933; 54(7): S. 145-69.
- [16] Loesch J.  
Ein Beitrag zur experimentellen Nephritis und zum arteriellen Hochdruck III. Die Veränderungen in den Geweben.  
Zentralblatt für Innere Medizin 1933; 54(8): S. 177-85.
- [17] Leadbetter WF, Burkland CE.  
Hypertension in unilateral renal disease.  
J Urol 1938; 39(5): S. 611-26.
- [18] Freeman NE, Leeds FH, Elliott WG, Roland SI.  
Thrombendarterectomy for hypertension due to renal artery occlusion.  
Jama 1954; 156(11): S. 1077-79.
- [19] DeCamp PT, Birchall R.  
Recognition and treatment of renal arterial stenosis associated with hypertension.  
Surgery 1958; 43(1): S. 134-51.

- [20] Morris GC, Cooley DA, Crawford ES, Berry WB, De Bakey ME.  
Renal revascularization for hypertension: clinical and physiologic studies in 32 cases.  
Surgery 1960; 48(1): S. 95-109.
- [21] Grüntzig A, Hopff H.  
Perkutane Rekanalisation chronischer arterieller Verschlüsse mit einem neuen Dilatationskatheter - Modifikation der Dotter-Technik.  
Dtsch Med Wochenschr 1974; 99(49): S. 2502-5.
- [22] Grüntzig A, Kuhlmann U, Vetter W, Lütolf U, Meier B, Siegenthaler W.  
Treatment of renovascular hypertension with percutaneous transluminal dilatation of a renal-artery stenosis.  
Lancet 1978; 1(8068): S. 801-2.
- [23] Dotter CT, Buschmann RW, McKinney MK, Rösch J.  
Transluminal expandable nitinol coil stent grafting: preliminary report.  
Radiology 1983; 147(1): S. 259-60.
- [24] Palmaz JC, Kopp DT, Hayashi H, Schatz RA, Hunter G, Tio FO et al.  
Normal and stenotic renal arteries: experimental balloon-expandable intraluminal stenting.  
Radiology 1987; 164(3): S. 705-8.
- [25] Grabensee B.  
Pathophysiologie und Klinik von Nierenarterienstenose (NASt) und renovaskulärer Hypertonie (RVH).  
In: Sandmann W, Pfeiffer T, (Hrsg.). Renovaskuläre Erkrankungen: Vaskulär Synoptische Konferenz. Aachen: Shaker; 2003. S. 11-32.
- [26] Connolly JO, Woolfson RG.  
Renovascular hypertension: diagnosis and management.  
BJU Int 2005; 96(5): S. 715-20.
- [27] Caps MT, Perissinotto C, Zierler RE, Polissar NL, Bergelin RO, Tullis MJ et al.  
Prospective study of atherosclerotic disease progression in the renal artery.  
Circulation 1998; 98(25): S. 2866-72.
- [28] Zierler RE, Bergelin RO, Isaacson JA, Strandness DE, Jr.  
Natural history of atherosclerotic renal artery stenosis: a prospective study with duplex ultrasonography.  
J Vasc Surg 1994; 19(2): S. 250-7.
- [29] McCormack LJ, Hazard JB, Poutasse EF.  
Obstructive lesions of the renal artery associated with remediable hypertension.  
Am J Pathol 1958; 34: S. 582.

- [30] Safian RD, Textor SC.  
Renal-artery stenosis.  
N Engl J Med 2001; 344(6): S. 431-42.
- [31] Harrison EG, Jr., McCormack LJ.  
Pathologic classification of renal arterial disease in renovascular hypertension.  
Mayo Clin Proc 1971; 46(3): S. 161-7.
- [32] van Dongen RJAM.  
Fibromuskuläre Dysplasie der Nierenarterien - Formen, Varianten und klinische Charakteristika, Bedeutung der angiographischen Morphologie für Behandlung und Prognosestellung.  
In: Sandmann W, Pfeiffer T, (Hrsg.). Renovaskuläre Erkrankungen: Vaskulär Synoptische Konferenz. Aachen: Shaker; 2003. S. 133-45.
- [33] Olin JW.  
Renal artery disease: diagnosis and management.  
Mt Sinai J Med 2004; 71(2): S. 73-85.
- [34] Hamann HG.  
Chronische Verschlussprozesse der Nierenarterien.  
In: Hepp W, Kogel H, (Hrsg.). Gefäßchirurgie. München, Jena: Urban & Fischer; 2001. S. 465-71.
- [35] Pfeiffer T, Müller BT, Huber R, Reiher L, Häfele S, Sandmann W.  
Therapie der Nierenarterienstenosen: Pro Operation.  
Herz 2004; 29(1): S. 76-89.
- [36] Weibull H, Bergqvist D, Bergentz SE, Jonsson K, Hulthén L, Manhem P.  
Percutaneous transluminal renal angioplasty versus surgical reconstruction of atherosclerotic renal artery stenosis: a prospective randomized study.  
J Vasc Surg 1993; 18(5): S. 841-50.
- [37] Uzzo RG, Novick AC, Goormastic M, Mascha E, Pohl M.  
Medical versus surgical management of atherosclerotic renal artery stenosis.  
Transplant Proc 2002; 34(2): S. 723-5.
- [38] Plouin PF, Chatellier G, Darné B, Raynaud A.  
Blood pressure outcome of angioplasty in atherosclerotic renal artery stenosis: a randomized trial. Essai Multicentrique Medicaments vs Angioplastie (EMMA) Study Group.  
Hypertension 1998; 31(3): S. 823-9.
- [39] van Jaarsveld BC, Krijnen P, Pieterman H, Derkx FHM, Deinum J, Postma CT et al.  
The effect of balloon angioplasty on hypertension in atherosclerotic renal-artery stenosis. Dutch Renal Artery Stenosis Intervention Cooperative Study Group.  
N Engl J Med 2000; 342(14): S. 1007-14.

- [40] Webster J, Marshall F, Abdalla M, Dominiczak A, Edwards R, Isles CG et al. Randomised comparison of percutaneous angioplasty vs continued medical therapy for hypertensive patients with atheromatous renal artery stenosis. Scottish and Newcastle Renal Artery Stenosis Collaborative Group. *J Hum Hypertens* 1998; 12(5): S. 329-35.
- [41] Wylie EJ, Perloff DL, Stoney RJ. Autogenous tissue revascularization techniques in surgery for renovascular hypertension. *Ann Surg* 1969; 170(3): S. 416-27.
- [42] Eigler FW, Jakubowski HD. Verschlussprozesse der Nierenarterien. In: Heberer G, van Dongen RJAM, (Hrsg.). Band 11: Gefäßchirurgie. Berlin, Heidelberg, New York: Springer; 1987. S. 627-44.
- [43] Snell ME. Renal artery reconstruction. In: DeWeese JA, (Hrsg.). *Vascular Surgery*. 4th ed. London, Boston, Durban: Butterworths; 1985. S. 166-78.
- [44] Reiher L, Vosberg H, Sandmann W. Kidney protection in preventing post-ischaemic renal failure during thoracoabdominal aortic aneurysm repair: does prostaglandin E1 together with cooling provide more protection than cooling alone? *Vasa* 2001; 30(1): S. 21-3.
- [45] Torsello G, Schrör K, Szabo Z, Kutkuhn B, Strobach H, Godehardt E et al. Winner of the ESVS Prize 1988. Effects of prostaglandin E1 (PGE1) on experimental renal ischaemia. *Eur J Vasc Surg* 1989; 3(1): S. 5-13.
- [46] Radermacher J, Chavan A, Bleck J, Vitzthum A, Stoess B, Gebel MJ et al. Use of Doppler ultrasonography to predict the outcome of therapy for renal-artery stenosis. *N Engl J Med* 2001; 344(6): S. 410-7.
- [47] Radermacher J, Mengel M, Ellis S, Stucht S, Hiss M, Schwarz A et al. The renal arterial resistance index and renal allograft survival. *N Engl J Med* 2003; 349(2): S. 115-24.
- [48] Voiculescu A, Hofer M, Hetzel GR, Malms J, Mödder U, Grabensee B et al. Noninvasive investigation for renal artery stenosis: contrast-enhanced magnetic resonance angiography and color Doppler sonography as compared to digital subtraction angiography. *Clin Exp Hypertens* 2001; 23(7): S. 521-31.

- [49] Voiculescu A, Schmitz M, Plum J, Hollenbeck M, Vupora S, Jung G et al. Duplex ultrasound and renin ratio predict treatment failure after revascularization for renal artery stenosis. *Am J Hypertens* 2006; 19(7): S. 756-63.
- [50] 1999 World Health Organization-International Society of Hypertension Guidelines for the Management of Hypertension. Guidelines Subcommittee. *J Hypertens* 1999; 17(2): S. 151-83.
- [51] Rundback JH, Sacks D, Kent KC, Cooper C, Jones D, Murphy T et al. Guidelines for the reporting of renal artery revascularization in clinical trials. American Heart Association. *Circulation* 2002; 106(12): S. 1572-85.
- [52] Galaria II, Surowiec SM, Rhodes JM, Illig KA, Shortell CK, Sternbach Y et al. Percutaneous and open renal revascularizations have equivalent long-term functional outcomes. *Ann Vasc Surg* 2005; 19(2): S. 218-28.
- [53] Branchereau A, Espinoza H, Magnan PE, Rosset E, Castro M. Simultaneous reconstruction of infrarenal abdominal aorta and renal arteries. *Ann Vasc Surg* 1992; 6(3): S. 232-8.
- [54] Van Damme H, Lombet P, Creemers E, Jeusette F, Albert A, Limet R. Surgery for occlusive renal artery disease: immediate and long-term results. *Acta Chir Belg* 1995; 95(1): S. 1-10.
- [55] Hansen KJ, Starr SM, Sands RE, Burkart JM, Plonk GW, Jr., Dean RH. Contemporary surgical management of renovascular disease. *J Vasc Surg* 1992; 16(3): S. 319-30.
- [56] Gill KS, Fowler RC. Atherosclerotic renal arterial stenosis: clinical outcomes of stent placement for hypertension and renal failure. *Radiology* 2003; 226(3): S. 821-6.
- [57] Lederman RJ, Mendelsohn FO, Santos R, Phillips HR, Stack RS, Crowley JJ. Primary renal artery stenting: characteristics and outcomes after 363 procedures. *Am Heart J* 2001; 142(2): S. 314-23.
- [58] Tuttle KR, Chouinard RF, Webber JT, Dahlstrom LR, Short RA, Henneberry KJ et al. Treatment of atherosclerotic ostial renal artery stenosis with the intravascular stent. *Am J Kidney Dis* 1998; 32(4): S. 611-22.
- [59] Burket MW, Cooper CJ, Kennedy DJ, Brewster PS, Ansel GM, Moore JA et al. Renal artery angioplasty and stent placement: predictors of a favorable outcome. *Am Heart J* 2000; 139(1 Pt 1): S. 64-71.



- [60] Henry M, Amor M, Henry I, Ethevenot G, Tzvetanov K, Courvoisier A et al. Stents in the treatment of renal artery stenosis: long-term follow-up. *J Endovasc Surg* 1999; 6(1): S. 42-51.
- [61] White CJ, Ramee SR, Collins TJ, Jenkins JS, Escobar A, Shaw D. Renal artery stent placement: utility in lesions difficult to treat with balloon angioplasty. *J Am Coll Cardiol* 1997; 30(6): S. 1445-50.
- [62] Rodriguez-Lopez JA, Werner A, Ray LI, Verikokos C, Torruella LJ, Martinez E et al. Renal artery stenosis treated with stent deployment: indications, technique, and outcome for 108 patients. *J Vasc Surg* 1999; 29(4): S. 617-24.
- [63] Anderson CA, Hansen KJ, Benjamin ME, Keith DR, Craven TE, Dean RH. Renal artery fibromuscular dysplasia: results of current surgical therapy. *J Vasc Surg* 1995; 22(3): S. 207-15.
- [64] Carmo M, Bower TC, Mozes G, Nachreiner RD, Textor SC, Hoskin TL et al. Surgical management of renal fibromuscular dysplasia: challenges in the endovascular era. *Ann Vasc Surg* 2005; 19(2): S. 208-17.
- [65] Reiher L, Pfeiffer T, Sandmann W. Long-term results after surgical reconstruction for renal artery fibromuscular dysplasia. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2000; 20(6): S. 556-9.
- [66] Baert AL, Wilms G, Amery A, Vermynen J, Suy R. Percutaneous transluminal renal angioplasty: initial results and long-term follow-up in 202 patients. *Cardiovasc Intervent Radiol* 1990; 13(1): S. 22-8.
- [67] Bonelli FS, McKusick MA, Textor SC, Kos PB, Stanson AW, Johnson CM et al. Renal artery angioplasty: technical results and clinical outcome in 320 patients. *Mayo Clin Proc* 1995; 70(11): S. 1041-52.
- [68] de Fraissinette B, Garcier JM, Dieu V, Mofid R, Ravel A, Boire JY et al. Percutaneous transluminal angioplasty of dysplastic stenoses of the renal artery: results on 70 adults. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2003; 26(1): S. 46-51.
- [69] Hughes RJ, Scoble JE, Reidy JF. Renal angioplasty in non-atheromatous renal artery stenosis: technical results and clinical outcome in 43 patients. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2004; 27(5): S. 435-40.

- [70] Jensen G, Zachrisson BF, Delin K, Volkmann R, Aurell M.  
Treatment of renovascular hypertension: one year results of renal angioplasty.  
*Kidney Int* 1995; 48(6): S. 1936-45.
- [71] Tegtmeier CJ, Selby JB, Hartwell GD, Ayers C, Tegtmeier V.  
Results and complications of angioplasty in fibromuscular disease.  
*Circulation* 1991; 83(2 Suppl): S. I155-I161.
- [72] Alhadad A, Mattiasson I, Ivancev K, Gottsäter A, Lindblad B.  
Revascularisation of renal artery stenosis caused by fibromuscular dysplasia: effects on blood pressure during 7-year follow-up are influenced by duration of hypertension and branch artery stenosis.  
*J Hum Hypertens* 2005; 19(10): S. 761-7.
- [73] Kløw NE, Paulsen D, Vatne K, Rokstad B, Lien B, Fauchald P.  
Percutaneous transluminal renal artery angioplasty using the coaxial technique. Ten years of experience from 591 procedures in 419 patients.  
*Acta Radiol* 1998; 39(6): S. 594-603.
- [74] Birrer M, Do DD, Mahler F, Triller J, Baumgartner I.  
Treatment of renal artery fibromuscular dysplasia with balloon angioplasty: a prospective follow-up study.  
*Eur J Vasc Endovasc Surg* 2002; 23(2): S. 146-52.
- [75] Slovut DP, Olin JW.  
Fibromuscular dysplasia.  
*N Engl J Med* 2004; 350(18): S. 1862-71.
- [76] Atnip RG, Neumyer MM, Healy DA, Thiele BL.  
Combined aortic and visceral arterial reconstruction: risks and results.  
*J Vasc Surg* 1990; 12(6): S. 705-14.
- [77] Cherr GS, Hansen KJ, Craven TE, Edwards MS, Ligush J, Jr., Levy PJ et al.  
Surgical management of atherosclerotic renovascular disease.  
*J Vasc Surg* 2002; 35(2): S. 236-44.
- [78] Clair DG, Belkin M, Whittemore AD, Mannick JA, Donaldson MC.  
Safety and efficacy of transaortic renal endarterectomy as an adjunct to aortic surgery.  
*J Vasc Surg* 1995; 21(6): S. 926-33.
- [79] Darling RC, III, Kreienberg PB, Chang BB, Paty PSK, Lloyd WE, Leather RP et al.  
Outcome of renal artery reconstruction: analysis of 687 procedures.  
*Ann Surg* 1999; 230(4): S. 524-30.
- [80] Benjamin ME, Hansen KJ, Craven TE, Keith DR, Plonk GW, Geary RL et al.  
Combined aortic and renal artery surgery. A contemporary experience.  
*Ann Surg* 1996; 223(5): S. 555-65.

- [81] Lamawansa MD, Bell R, House AK.  
Short-term and long-term outcome following renovascular reconstruction.  
*Cardiovasc Surg* 1995; 3(1): S. 50-5.
- [82] Bredenberg CE, Sampson LN, Ray FS, Cormier RA, Heintz S, Eldrup-Jorgensen J.  
Changing patterns in surgery for chronic renal artery occlusive diseases.  
*J Vasc Surg* 1992; 15(6): S. 1018-23.
- [83] Checinski P, Gabriel M, Dzieciuchowicz L, Oszkinis G, Zapalski S.  
Renovascular hypertension - simultaneous aortic and renal artery reconstruction.  
*Langenbecks Arch Surg* 2002; 387(3-4): S. 161-5.
- [84] Ballard JL.  
Renal artery endarterectomy for treatment of renovascular hypertension combined with infrarenal aortic reconstruction: analysis of surgical results.  
*Ann Vasc Surg* 2001; 15(2): S. 260-6.
- [85] Tsoukas AI, Hertzner NR, Mascha EJ, O'Hara PJ, Krajewski LP, Beven EG.  
Simultaneous aortic replacement and renal artery revascularization: the influence of preoperative renal function on early risk and late outcome.  
*J Vasc Surg* 2001; 34(6): S. 1041-9.
- [86] Hassen-Khodja R, Sala F, Declémy S, Bouillane PJ, Batt M.  
Renal artery revascularization in combination with infrarenal aortic reconstruction.  
*Ann Vasc Surg* 2000; 14(6): S. 577-82.
- [87] Taylor SM, Langan EM, III, Snyder BA, Cull DL, Sullivan TM.  
Concomitant renal revascularization with aortic surgery: are the risks of combined procedures justified?  
*Am Surg* 2000; 66(8): S. 768-72.
- [88] Cambria RP, Brewster DC, L'Italien G, Koustas G, Atamian S, LaMuraglia GM et al.  
Simultaneous aortic and renal artery reconstruction: evolution of an eighteen-year experience.  
*J Vasc Surg* 1995; 21(6): S. 916-24.
- [89] Dougherty MJ, Hallett JW, Jr., Naessens J, Bower TC, Cherry KJ, Gloviczki P et al.  
Renal endarterectomy vs. bypass for combined aortic and renal reconstruction: is there a difference in clinical outcome?  
*Ann Vasc Surg* 1995; 9(1): S. 87-94.
- [90] McNeil JW, String ST, Pfeiffer RB, Jr.  
Concomitant renal endarterectomy and aortic reconstruction.  
*J Vasc Surg* 1994; 20(3): S. 331-6.

- [91] Allen BT, Rubin BG, Anderson CB, Thompson RW, Sicard GA.  
Simultaneous surgical management of aortic and renovascular disease.  
*Am J Surg* 1993; 166(6): S. 726-32.
- [92] Dorros G, Jaff M, Mathiak L, Dorros II, Lowe A, Murphy K et al.  
Four-year follow-up of Palmaz-Schatz stent revascularization as treatment for  
atherosclerotic renal artery stenosis.  
*Circulation* 1998; 98(7): S. 642-7.
- [93] Steinbach F, Novick AC, Campbell S, Dykstra D.  
Long-term survival after surgical revascularization for atherosclerotic renal artery  
disease.  
*J Urol* 1997; 158(1): S. 38-41.
- [94] Davidson RA, Barri Y, Wilcox CS.  
Predictors of cure of hypertension in fibromuscular renovascular disease.  
*Am J Kidney Dis* 1996; 28(3): S. 334-8.
- [95] Paty PSK, Darling RC, III, Lee D, Chang BB, Roddy SP, Kreienberg PB et al.  
Is prosthetic renal artery reconstruction a durable procedure? An analysis of 489  
bypass grafts.  
*J Vasc Surg* 2001; 34(1): S. 127-32.
- [96] Dorros G, Jaff M, Mathiak L, He T, Minor R, Harner R et al.  
Renal function and survival after renal artery stent revascularization may be  
influenced by embolic debris.  
*J Invasive Cardiol* 2004; 16(4): S. 189-95.
- [97] Alhadad A, Ahle M, Ivancev K, Gottsäter A, Lindblad B.  
Percutaneous transluminal renal angioplasty (PTRA) and surgical revascularisation  
in renovascular disease - a retrospective comparison of results, complications, and  
mortality.  
*Eur J Vasc Endovasc Surg* 2004; 27(2): S. 151-6.
- [98] Marone LK, Clouse WD, Dorer DJ, Brewster DC, LaMuraglia GM, Watkins MT et  
al.  
Preservation of renal function with surgical revascularization in patients with  
atherosclerotic renovascular disease.  
*J Vasc Surg* 2004; 39(2): S. 322-9.
- [99] Nordmann AJ, Woo K, Parkes R, Logan AG.  
Balloon angioplasty or medical therapy for hypertensive patients with  
atherosclerotic renal artery stenosis? A meta-analysis of randomized controlled  
trials.  
*Am J Med* 2003; 114(1): S. 44-50.

- [100] Ives NJ, Wheatley K, Stowe RL, Krijnen P, Plouin PF, van Jaarsveld BC et al. Continuing uncertainty about the value of percutaneous revascularization in atherosclerotic renovascular disease: a meta-analysis of randomized trials. *Nephrol Dial Transplant* 2003; 18(2): S. 298-304.
- [101] Bax L, Mali WP, Buskens E, Koomans HA, Beutler JJ, Braam B et al. The benefit of Stent placement and blood pressure and lipid-lowering for the prevention of progression of renal dysfunction caused by Atherosclerotic ostial stenosis of the Renal artery. The STAR-study: rationale and study design. *J Nephrol* 2003; 16(6): S. 807-12.
- [102] Murphy TP, Cooper CJ, Dworkin LD, Henrich WL, Rundback JH, Matsumoto AH et al. The Cardiovascular Outcomes with Renal Atherosclerotic Lesions (CORAL) study: rationale and methods. *J Vasc Interv Radiol* 2005; 16(10): S. 1295-300.
- [103] Cooper CJ, Murphy TP, Matsumoto A, Steffes M, Cohen DJ, Jaff M et al. Stent revascularization for the prevention of cardiovascular and renal events among patients with renal artery stenosis and systolic hypertension: rationale and design of the CORAL trial. *Am Heart J* 2006; 152(1): S. 59-66.
- [104] Mistry S, Ives N, Harding J, Fitzpatrick-Ellis K, Lipkin G, Kalra PA et al. Angioplasty and STent for Renal Artery Lesions (ASTRAL trial): rationale, methods and results so far. *J Hum Hypertens* 2007; 21(7): S. 511-5.

# Verzeichnis der Abkürzungen

Angio-CT	Angio-Computertomographie
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
CT	Computertomographie
diastol.	diastolisch
FMD	Fibromuskuläre Dysplasie
k. A.	keine Angabe(n)
Mittelw.	Mittelwert
MNR-Klinik	Medizinisch-Neurologisch-Radiologische-Klinik des Universitätsklinikums der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
MRA	Magnetresonanztomographie
NA	Nierenarterie
NAST	Nierenarterienstenose
o. g.	oben genannt
OP	Operation
Pat.	Patient(en)
PTA	Perkutane transluminale Angioplastie
PTFE	Polytetrafluorethylen
RI	Resistance Index
RR	Blutdruck
SD	Standardabweichung
systol.	systolisch
TEA	Thrombendarteriektomie
techn.	Technisch
$V_{\max}$	maximale Flussgeschwindigkeit
$V_{\min}$	minimale Flussgeschwindigkeit
z. B.	zum Beispiel

# Curriculum vitae

Name: Karl Sebastian Häfele  
Geburtsdatum: 31.10.1977  
Geburtsort: Düsseldorf  
Familienstand: ledig  
Nationalität: Deutsch

## ***Schulausbildung***

1984-1988 Katholische Grundschule St. Cäcilia, Düsseldorf  
1988-1997 Schloß-Gymnasium-Benrath, Düsseldorf  
09.06.1997 Abitur

## ***Zivildienst***

1997-1998 Bundesverband für Körper- und Mehrfachbehinderte e.V., Düsseldorf

## ***Studium***

Ab WS 1998 Studium der Humanmedizin an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
08.09.2000 Physikum  
28.08.2001 I. Staatsexamen  
01.04.2004 II. Staatsexamen  
17.05.2005 III. Staatsexamen  
30.05.2005 Approbation als Arzt

## ***Beruflicher Werdegang***

11/2005-04/2006 Assistenzarzt in der Praxis Dr. med. Johann Häfele,  
Facharzt für Innere Medizin, Sportmedizin, Naturheilverfahren  
Seit 05/2006 Assistenzarzt in der Medizinischen Klinik des Bethesda Krankenhauses  
Wuppertal (Chefarzt Prof. Dr. med. Bernd Sanner)

# Danksagung

Herrn **Univ.-Prof. Dr. med. Dr. h.c. Wilhelm Sandmann** danke ich für die Überlassung des interessanten Promotionsthemas.

Herrn **Priv.-Doz. Dr. med. Tomas Pfeiffer** danke ich für seine hervorragende Betreuung, Hilfsbereitschaft und Geduld. Seine herzliche und menschliche Art half mir, die vorliegende Arbeit zu verfassen.

Besonders danken möchte ich auch dem **Team der gefäßchirurgischen Ambulanz** für die Terminvergabe und die freundliche Hilfe im Rahmen der Nachuntersuchungen.

Meinen **Eltern** danke ich für die stetige Motivation und liebevolle Unterstützung.



# Anhang

## Einladungsschreiben



### Universitätsklinikum Düsseldorf

Chirurgische Klinik und Poliklinik  
Klinik für Gefäßchirurgie und Nierentransplantation · Direktor: Univ.-Prof. Dr. W. Sandmann

Universitätsklinikum Düsseldorf, Anstalt des öffentlichen Rechts, Postfach 101007 D-40001 Düsseldorf

Hausanschrift:  
Moorenstr. 5, D-40225 Düsseldorf, Gebäude 12.47

Telefon: (02 11) 81-00  
Durchwahl: (02 11) 81-17090  
Telefax: (02 11) 81-19091  
E-Mail: gefaesschirurgie@med.uni-duesseldorf.de

Auskunft erteilt: Dr. T. Pfeiffer  
Durchwahl: (02 11) 81-17390  
E-Mail: tomas.pfeiffer@uni-duesseldorf.de

Datum und Zeichen Ihres Schreibens

Mein Zeichen

Datum

22.07.2002

#### Einladung zu einer Nachuntersuchung

Sehr geehrte Frau ,

wegen einer Erkrankung der Nierenarterien mussten Sie sich in der Klinik für Gefäßchirurgie des Universitätsklinikums Düsseldorf operativ behandeln lassen. Es wäre sehr wichtig, das Operationsergebnis regelmäßig zu kontrollieren. Daher möchten wir Sie zu einer Nachuntersuchung in unsere Gefäßchirurgische Ambulanz einladen. Geplant ist eine Ultraschalluntersuchung (farb-codierte Duplexsonographie) der Nieren und Nierenarterien. Die Untersuchung ist völlig ungefährlich und dauert etwa 15 Minuten.

Bitte wenden Sie sich für eine Terminvereinbarung telefonisch montags bis freitags von 8.00 bis 15.00 Uhr an unsere Gefäßchirurgische Ambulanz. Um Wartezeiten bei der Untersuchung für Sie vermeiden zu können nennen Sie bitte das Stichwort „Niere 2002“.

**Telefon: 0211/8117445**

**Stichwort: „Niere 2002“**

Sie können auch beiliegendes Antwortformular an uns zurücksenden, wir werden dann gerne telefonischen Kontakt mit Ihnen aufnehmen. Selbstverständlich können Sie sich auch jederzeit über unsere Gefäßchirurgische Ambulanz mit Fragen an uns wenden. Die Untersuchung ist kostenlos, eine Überweisung ist nicht erforderlich. Fahrtkosten können leider nicht erstattet werden.

Mit freundlichen Grüßen

Benjamin Grünhage

Dr. Tomas Pfeiffer  
Oberarzt der Klinik

Sebastian Häfele

P.S.: Sollte dieser Brief Angehörige von verstorbenen Patienten erreichen, so bitten wir dies zu entschuldigen, da uns entsprechende Kenntnisse nicht vorlagen.

Bankkonto:  
Stadt-Sparkasse Düsseldorf 10 001 550 (BLZ 300 50110)

Zentralfax:  
(0211) 81-16266

Öffentliche Verkehrsmittel:  
Straßenbahnlinien 701, 706, 707, 711, 713; Buslinien 735, 780, 782, 785, 827, 835 und 836

## **Publikationen im Zusammenhang mit dieser Arbeit**

Pfeiffer T, Reiher L, Grabitz K, Grünhage B, Häfele S, Voiculescu A, Fürst G, Sandmann W.  
Reconstruction for renal artery aneurysm: operative techniques and long-term results.  
J Vasc Surg 2003; 37(2): S. 293-300

Pfeiffer T, Müller BT, Huber R, Reiher L, Häfele S, Sandmann W.  
Therapie der Nierenarterienstenosen: Pro Operation.  
Herz 2004; 29(1): S. 76-89

# Abstract

## *Langzeitergebnisse der operativen Therapie der Nierenarterienstenose - Eine retrospektive klinische Studie - (Karl Sebastian Häfele)*

**Einleitung und Problemstellung:** Als Therapiemöglichkeit der Nierenarterienstenose werden heute die Operation, die perkutane transluminale Angioplastie (PTA) und die medikamentöse Therapie mit Antihypertensiva angewendet. Ziel der vorliegenden Arbeit war die retrospektive Auswertung der perioperativen Resultate bei Patienten mit Nierenarterienstenoseoperationen sowie der Langzeitergebnisse hinsichtlich Blutdruckeinstellung, Nierenfunktion, Restenoserate, Komplikationen und Überlebenszeiten. Diese Daten wurden mit in der Literatur veröffentlichten Ergebnissen verglichen und daran die im Universitätsklinikum gültige Indikation für eine operative Therapie überprüft. Der Einfluss der Grunderkrankung auf die Ergebnisse wird exemplarisch für die Arteriosklerose und die fibromuskuläre Dysplasie (FMD) vergleichend dargestellt.

**Patienten und Methoden:** Das Patientenkollektiv bestand aus 181 Patienten. Als Grunderkrankungen lagen bei 142 Patienten (78,5 %) eine Arteriosklerose, bei 30 Patienten (16,6 %) eine FMD sowie bei 9 Patienten (5,0 %) seltenere Erkrankungen (Aortendissektion, Nierenarteriendissektion und Zwerchfellkompression) vor. 110 operative Rekonstruktionen der Nierenarterien wurden beidseits, 36 nur auf der linken und 35 nur auf der rechten Seite durchgeführt. Das häufigste Operationsverfahren war die Thrombendarteriektomie (TEA) an 222 Nierenarterien, gefolgt von der Revaskularisation mit einem Bypass bei 56 Nierenarterien und andere Operationsverfahren bei 13 Nierenarterien. Alle Patienten wurden zu einer Nachuntersuchung mittels farbkodierter Duplexsonographie eingeladen, hierbei wurde auch der postoperative Verlauf erfasst. Das mittlere Nachuntersuchungsintervall  $\pm$  SD lag bei  $27,9 \pm 15,6$  Monaten (1,7 Monate bis 4,6 Jahre).

**Ergebnisse:** Die primäre und sekundäre technische Erfolgsrate lag bei Arteriosklerosepatienten bei 93,2 % bzw. 96,3 % und bei FMD-Patienten 92,7 % bzw. 97,6 %. Die kumulative 3-Jahres-Rate primär und sekundär funktionstüchtiger Nierenarterien betrug bei Arteriosklerosepatienten 86,2 % (Standardfehler 0,029) bzw. 91,4 % (Standardfehler 0,025) und bei FMD Patienten 77,7 % (Standardfehler 0,093) bzw. 82,4 % (Standardfehler 0,089). Die perioperative Letalität lag bei Patienten mit FMD bei 0 %, bei Patienten mit Arteriosklerose und reiner Nierenarterienoperation bei 1,8 %. Patienten mit Arteriosklerose, die sich einem Kombinationseingriff aus Nierenarterienrekonstruktion und Rekonstruktion der Aorta/Beckenarterien/Mesenterialarterien unterziehen mussten, wiesen mit 16,7 % eine erhöhte Letalität auf. Die kumulativen 3-Jahres-Überlebensraten betrugen 76,7 % (Standardfehler 0,0425) bei Patienten mit Arteriosklerose und 100 % bei fibromuskulärer Dysplasie. In der Nachuntersuchung konnte ein langfristiger Therapieerfolg bezüglich der Hypertonie bei rund 57 % der Patienten in beiden Untersuchungskollektiven verzeichnet werden. Die Heilungsrate lag bei den Arteriosklerosepatienten mit 1,1 % deutlich niedriger als bei FMD-Patienten mit 30,4 %. Trotz niedrigerer Heilungsraten ließ sich bei Patienten mit Arteriosklerose eine langfristige, statistisch signifikante Reduzierung der Anzahl antihypertensiver Medikamente nachweisen. Bezüglich der Nierenfunktion kam es bei 72,4 % aller Patienten mit präoperativ erhöhten Retentionsparametern zu einer langfristigen Verbesserung oder zumindest Stabilisierung der Nierenfunktion.

**Schlussfolgerung:** Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen, dass die meisten Patienten von einer operativen Therapie profitieren. Eine Heilung der Hypertonie ist zwar selten, bei der Mehrheit ist jedoch ein langfristiger positiver Einfluss auf die Blutdruckeinstellung festzustellen. Insbesondere bei Arteriosklerosepatienten verringerte sich statistisch signifikant die langfristige Anzahl antihypertensiver Medikamente. Das operative Risiko ist niedrig, solange der Eingriff auf die Nierenarterien beschränkt bleibt, und ist in dieser Patientengruppe nicht höher als bei der Angioplastie. Bei zusätzlichen Begleiteingriffen steigt das Risiko jedoch mit der Komplexität des Begleiteingriffs deutlich an.



Priv.-Doz. Dr. med. T. Pfeiffer

