

Aus dem Institut für Radiologie und Nuklearmedizin
am Schwarzwald-Baar Klinikum Villingen-Schwenningen GmbH

Direktor: Prof. Dr. med. U. Fink

Stellenwert interventionell radiologischer
Gefäßeingriffe bei Dysfunktionen von Hämodialyse-Shunts
unter besonderer Berücksichtigung der Langzeitergebnisse

Dissertation

Zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin

an der medizinischen Fakultät der

Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Nicola Mihalich

aus

Furtwangen

im Jahre

2008

Mit Genehmigung der medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. med. U. Fink

Mitberichterstatter: Prof. Dr. Helmut Schiffl

Dekan: Prof. Dr. Dr. h. c. M. Reiser, FACR

Tag der mündlichen Prüfung: 13.11.2008

1. Einleitung	2
1.1 Historischer Hintergrund	3
1.2. Problemstellung	5
2. Theoretische Grundlagen	6
2.1 Terminales Nierenversagen	6
2.2. Hämodialyse-Shunts	7
2.3. Shunt dysfunktionen	9
2.4. Ursachen der Shunt dysfunktionen	10
2.5. Diagnostik der Shunt dysfunktionen	11
2.6. Therapie der Shunt dysfunktionen	12
2.7. Technik der radiologischen Intervention	14
3. Material und Methoden	19
3.1. Patientenkollektiv	19
3.2. Methoden der Datenerhebung	21
3.3. Einteilung und Definition der Daten	22
3.4 Statistische Methodik	25
4. Ergebnisse	26
4.1. Primärergebnisse	26
4.2. Erfolgsraten	28
4.3. Funktionszeiten	31
4.4. Einflussfaktoren	36
4.5. Funktionszeit zwischen den einzelnen PTAs	43
4.6. Gesamtfunktionsdauer getrennt nach Anzahl der PTAs	47
4.7. Einfluss jeder weiteren PTA auf das Eintreffen des Endereignisses	50
4.8. Komplikationen	51
5. Diskussion	52
6. Zusammenfassung	67
7. Literaturverzeichnis	68
8. Abbildungsverzeichnis	74
9. Tabellenverzeichnis	76
10. Danksagung	
11. Lebenslauf	

1. Einleitung

Erheblichen Einfluss auf die Lebenserwartung und die Lebensqualität eines Patienten mit terminaler Niereninsuffizienz hat ein funktionierender Gefäßzugang bzw. Dialyseshunt. Shunt-Komplikationen sind häufig Ursache für einen Krankenhausaufenthalt von Dialysepatienten. In den USA sind bis zu 25% von allen stationären Behandlungen von Dialysepatienten auf Shunt-Komplikationen zurückzuführen. (Feldmann et al. 1993).

Die Anzahl der Patienten, welche dialysepflichtig werden sowie der Anteil der Dialysepatienten, welche einen arterio-venösen Shunt erhalten wird in den nächsten Jahren erheblich steigen (Bethesda, 2001; Schaubel et al. 2005)

Ein komplikationsarmer, leistungsfähiger, leicht punktierbarer und über mehrere Jahre funktionierender Shunt ist Voraussetzung für die Langzeittherapie mittels Hämodialyse. Dabei wird der Anteil der dauerhaft funktionierenden Hämodialyseshunts auf nur 15% geschätzt (Bell et al., 1988)

Dies macht eine Früherkennung von stenosierenden Shunt-Veränderungen durch eine engmaschige klinische Überwachung sowie die rechtzeitige Indikationsstellung für eine therapeutische Intervention notwendig. Des Weiteren ist nicht nur die Erkennung von Shunt Dysfunktionen sondern auch deren frühzeitige Behebung von entscheidender Bedeutung für die Lebensdauer eines Shunts (DOQI, 1997).

Neben der klassischen chirurgischen Intervention bei Shunt Dysfunktionen kommt seit den 80er Jahren die interventionelle Radiologie zum Einsatz (Gordon et al., 1982; Kalman et al., 1980). Dabei wird die perkutane transluminale Angioplastie (PTA) bei Hämodialyseshunts immer wichtiger.

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit dem Behandlungskonzept der interventionellen Radiologie bei Dysfunktionen von Hämodialyseshunts und leistet somit einen Beitrag zur Therapieentwicklung im Rahmen der zunehmenden Anzahl sowie der steigenden Lebenserwartung von Patienten mit terminaler Niereninsuffizienz.

1.1 Historischer Hintergrund

Die ersten perkutanen Rekanalisationen von peripheren arteriellen Verschlüssen und Stenosen wurden 1964 beschrieben (Dotter, Judkins 1964). Damals wurden koaxial übereinander geschobene Katheter unterschiedlicher Größe zur Aufdehnung der Gefäße verwendet. Erste Ergebnisse einer Dilatation stenotischer Gefäßabschnitte mittels eines elastischen Latex-Ballons veröffentlichten Zeitler und Mitarbeiter (Zeitler, 1971). Sie verwendeten einen Fogarty-Ballon-Katheter, dieser war jedoch zu flexibel, um eine permanente Aufweitung des Gefäßes zu erreichen. Noch heute wird dieser Katheter zur Thrombembolektomie bei akut embolisch verschlossenen Gefäßen verwendet.

Die ersten Ergebnisse einer modifizierten Technik wurden 1974 publiziert. Dabei verwendeten Grüntzig und Mitarbeiter einen dünnwandigen Polyvinylchloridschlauch als Ballon. Dieser wurde perkutan in das Gefäß eingebracht und durch Injektion von NaCl und Kontrastmittel über dem erkrankten Gefäßabschnitt aufgedehnt. Dadurch erfolgte eine Kompression des Plaquematerials und somit eine Lumenerweiterung des Gefäßes.

In den darauf folgenden Jahren wurde diese Technik modifiziert und Studien zur Erfassung der ersten Langzeitergebnisse wurden veröffentlicht (Barnes et al. 1982; Gallino A 1984; Schneider E 1982; Grüntzig A 1974). Dabei handelte es sich zumeist um Interventionen zur Behandlung der peripheren arteriellen Verschlusskrankheit (pAVK), bei der atherosklerotische Läsionen im Bereich der Bein- und Beckenarterien Ursache der Erkrankung sind.

Dass die Möglichkeit besteht, auch Stenosen bei insuffizienten Hämodialyseshuntis perkutan mit einem Ballon zu dilatieren, wurde erstmals 1980 von Kalmann und Mitarbeitern beschrieben (Kalmann et al; 1980). Die ersten Veröffentlichungen über durchgeführte interventionelle radiologische Eingriffe an arterio-venösen Dialyseshuntis stammen aus dem Jahre 1982 (Gordon et al. 1982, Totty et al. 1982, Probst O; 1982). Die ersten therapeutischen Anwendungen erfolgten in Deutschland 1986 durch Gmelin und Mitarbeiter. Seit einer routinemäßigen Anwendung ab 1987 wurde das therapeutische Konzept der PTA ständig modifiziert und erweitert. Sowohl die Technik als auch die Indikationsspektren haben sich seitdem signifikant verändert.

Doch obwohl die PTA von Hämodialyseshuntis in den letzten Jahren deutlich populärer wurde, gehört sie noch nicht zum üblichen Leistungsangebot einer größeren radiologischen Abteilung. In der radiologischen Abteilung des Schwarzwald-Baar-Klinikums werden seit 1996 Patienten mit Hämodialyseshuntis mit dieser Methode behandelt.

Die ersten Studien über die Offenheitsraten von dilatierten Shunts bzw. initiale Erfolgsquoten nach einer radiologischen Intervention wurden 1982 veröffentlicht (Gordon et al, 1982, Gaux, et al, 1983). Es folgten mehrere Untersuchungen über Langzeitergebnisse bezüglich der Offenheitsrate von Dialyseshunt nach einer PTA. Die meisten Studien betrachten jedoch ausschließlich Teilaspekte, beispielsweise die Ergebnisse bei Dilatationen von kurzstreckigen Stenosen (Glanz et al, 1987) bzw. Dilatation von PTFE-Shunts (Schuman et al, 1988, Beathard, 1992).

In anderen Studien werden wiederum verschiedene Teilaspekte nicht getrennt, sondern kumuliert dargestellt. So wird zum Beispiel in einigen früheren Studien weder zwischen Cimino- und PTFE-Shunts noch zwischen Länge und Grad oder Lokalisation der Stenose unterschieden. Auch wird nicht erfasst, ob der Shunt zuvor bereits operativ revidiert werden musste oder nicht. Diese Aspekte sollen jedoch erhebliche Auswirkung auf die primäre Erfolgsrate sowie auf die Offenheitsrate haben.

In vorherigen Studien wird häufig ein guter technischer Primärerfolg von 82 bis 94 Prozent beschrieben. Die Langzeiterfolge wirken in zahlreichen Studien dagegen weitaus weniger überzeugend (Beathard G, 1992; Bohndorf K, 1993; Glanz S, 1987). Gmelin und Karnel konnten nach sechs Monaten eine Offenheitsrate von 75 Prozent, nach zwei Jahren lediglich von 34 Prozent feststellen (Gmelin E, 1990). Dabei ist jedoch zu bedenken, dass die Ergebnisse bei operativen Revisionen nicht zu besseren Langzeitergebnissen führten bzw. zwischen operativ-chirurgisch und perkutan-radiologisch kein signifikanter Unterschied hinsichtlich der postinterventionellen Funktionszeit nachgewiesen werden konnte (Dapunt OM, 1987; Rinast E, et al, 1997).

1.2. Problemstellung

Ziel dieser Arbeit ist die Überprüfung der Langzeitergebnisse nach perkutaner transluminaler Angioplastie bei Stenosen und Verschlüssen von Hämodialysehunts.

Überprüft wurden zu diesem Zwecke die mittleren Funktionszeiten in Korrelation zum angiographischen Aufnahmebefund. Bezüglich des angiographischen Aufnahmebefundes wurden die Art der Shunt-Insuffizienz (Verschluss oder Stenose), Anzahl der Stenosen (Einfach- und Mehrfachstenosen), die Lokalisation (Vene im Bereich des Ober- oder Unterarms, Arterie, Anastomosenbereich und Goretex-Interponat), die Länge der vorhandenen Stenose berücksichtigt.

Darüber hinaus wurde die Abhängigkeit der Funktionsdauer von den vorhergegangenen Re-Interventionen bzw. von den notwendigen chirurgischen Revisionen beleuchtet.

Neben einer allgemeinen Abschätzung der Wertigkeit der PTA als Therapiemaßnahme bei insuffizienten Dialysehunts sollte erarbeitet werden, ob es spezifische Kriterien gibt, die schon vor der Behandlung eine Verlaufsbeurteilung und individuelle Abschätzung der Prognose ermöglichen und so eventuell die Erfolgsraten der einzelnen Behandlungsmethoden verbessern können.

2. Theoretische Grundlagen

2.1 Terminales Nierenversagen

Das terminale Nierenversagen ist ein klinisches Krankheitsbild, welches aus einer chronischen Nierenerkrankung hervorgeht. Beim terminalen Nierenversagen kommt es verursacht durch einen irreversiblen Verlust der endogenen Nierenfunktion zu einem lebensbedrohenden Zustand. Dabei spricht man von einer Urämie, die dauerhaft zu einer Fehlfunktion aller Organsysteme führt und die Patienten von einer Nierenersatztherapie im Sinne einer Dialyse oder Nierentransplantation abhängig macht.

Die häufigste Ursache für chronische Nierenerkrankungen ist heute die diabetische oder die hypertensive Nephropathie. Früher waren verschiedene Formen der Glomerulonephritis häufigste Ursache für die chronische Niereninsuffizienz. Aufgrund der Fortschritte in der Behandlung von Glomerulonephritiden und der steigenden Überlebenszeit von Patienten, die an Diabetes oder an einer arteriellen Hypertonie leiden, sind diese heutzutage am häufigsten verantwortlich für die Entstehung eines terminalen Nierenversagens. Weitere weniger häufige Ursachen sind interstitielle Nephritiden und polyzystische Nierenerkrankungen.

In Deutschland beträgt die Inzidenz des terminalen Nierenversagens rund 175 auf eine Million Einwohner und Jahr. Die Zahl der Patienten mit terminaler Niereninsuffizienz steigt jährlich um etwa 5 Prozent (Harrisons, 2001).

Behandlungsoptionen für Patienten mit terminalem Nierenversagen sind die Hämodialyse, die Peritonealdialyse oder die Nierentransplantation. Die Hämodialyse ist bei weitem das häufigste Behandlungsverfahren.

Bei der Hämodialyse kommt es zu einer bi-direktionalen Diffusion über eine semipermeable Membran. Über einen Konzentrationsgradienten bewegen sich metabolische Abfallprodukte aus der Zirkulation in das Dialysat.

Entwickelt wurde die Hämodialyse im Jahre 1943. Zum vollen Einsatz konnte diese Langzeittherapie jedoch erst gebracht werden, als 1960 externe arterio-venöse Fisteln (Quinton et al., 1960) und 1966 endogene arterio-venöse Fisteln (Brescia et al., 1966) eingeführt wurden.

Die Voraussetzung für eine regelmäßige Dialysebehandlung setzt einen langlebigen, intermittierend benutzbaren und funktionstüchtigen Zugang zum Gefäßsystem voraus.

2.2. Hämodialyse-Shunts

Wie bereits erwähnt, ist die älteste Form einer inneren arterio-venösen Verbindung der Brescia-Cimino-Shunt. Dieser stellt die häufigste Form der Dialysehunts dar und wird als Goldstandard des Gefäßzuganges zur Dauerdialyse angesehen.

Beim Cimino-Shunt wird typischerweise die A. radialis mit der V. cephalica am distalen Unterarm Seit-zu-End anastomosiert.

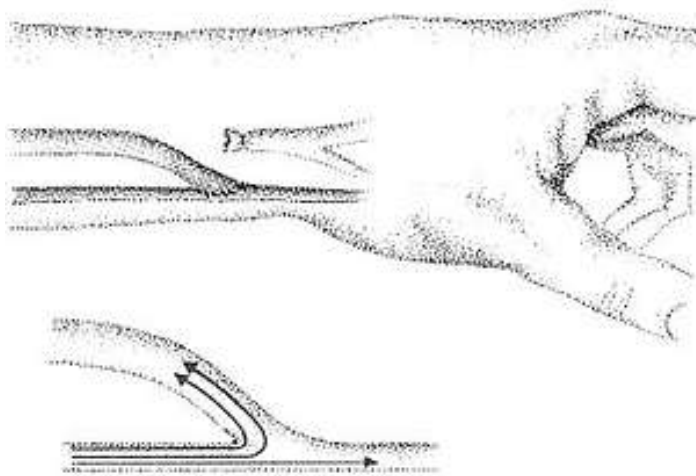


ABB 1.

DARSTELLUNG EINES CIMINO-SHUNT AN DER UNTERARM-INNENSEITE. DIREKTE VERBINDUNG VON A. RADIALIS UND V. CEPHALICA (OBEN). BLUTFLUSS IM CIMINO-SHUNT (UNTEN) (HEPP ET AL, 2006).

Ist ein Cimino-Shunt nicht oder nicht mehr möglich, kann gelegentlich ein Ulnaris-Shunt angelegt werden. Dabei wird die distale V. basilica mit der A. ulnaris End-zu-Seit anastomosiert (Hepp et al, 2006).

Bei ungeeigneten Unterarmgefäßen oder nach Thrombosierung der Unterarmgefäße kann die Anlage eines Brachialis-Shunts in der Ellenbeuge indiziert sein. Hierbei wird die A. brachialis mit der V. cephalica oder der V. basilica anastomosiert. Häufig ist die Verwendung von Verbindungsvenen (V. cubiti mediana) notwendig, da die Distanz zwischen den zu anastomosierenden Gefäßen zu weit ist.

In seltenen Fällen werden auch Shunts im Bereich des Oberschenkels angelegt, z.B. durch

Anastomosierung der V. saphena magna mit der A. femoralis oder A. poplitea.

Eine weitere wichtige Shuntform sind Anastomosierungen mit arterio-venösen Interponaten. Am langfristigen bewährt haben sich hierbei Kunststoffprothesen aus PTFE (Polytetrafluoroethylene). Erstmals entwickelt wurden diese Ende der 70er bzw. Anfang der 80er (Hepp et al, 2006). Weitere verwendete Materialien sind autologe V. saphena magna, homologe Kälberkarotis oder andere homologe bzw. heterologe Materialien.

Um spitzwinklige, hämodynamisch ungünstige Anastomosen zu vermeiden werden die Kunststoffprothesen meist in einem Bogen bzw. Loop angelegt. Es wird somit häufig von einem PTFE-(Gore-Tex^R)-Loop gesprochen.

Es gibt noch einige weitere Shunt- und Interponatsformen. Auf diese wird hier jedoch nicht eingegangen, da sie nur in Einzelfällen angelegt werden.

Die meisten Shuntanlagen können in Lokal- oder Regionalanästhesie durchgeführt werden, was bei den oftmals multimorbiden Patienten von erheblichem Vorteil ist.

Neuangelegte direkte Shunts oder arterio-venöse Interponate können nicht sofort postoperativ punktiert werden. Sie benötigen eine gewisse „Reifezeit“ von ca. 2-4 Wochen. Die Shuntvene muss durch das zunehmend höhere Durchflussvolumen erst erweitert werden. Nur dann ist eine regelmäßige Punktion und auch ein ausreichendes Dialysevolumen von mindestens 200 ml/min möglich.

Ist die zügige Durchführung einer Hämodialyse für den Patienten lebensnotwendig und ist noch kein arterio-venöser Shunt angelegt oder ist ein bereits vorhandener Shunt nicht mehr funktionsfähig, gibt es weitere Möglichkeiten eines Gefäßzuganges. Dies sind doppelumige Vorhofkatheter, die über einen Hautschnitt in die V. subclavia oder V. jugularis eingebracht werden und subcutan unter einer Hautbrücke über dem Musculus pectoralis ausgeleitet werden (Demerskatheter). Beim sogenannten Shaldon-Katheter wird über eine perkutane Punktion mittels Seldinger-Technik ein großlumiger Venenverweilkatheter in die V. jugularis interna eingeführt (Shaldon et al., 1961). Jedoch sollten diese Katheterzugänge nach allgemeinen Empfehlungen nur temporär genutzt werden, da jeder chronisch venöse Katheter zu Thrombosen der Venen führen kann und eine potentielle Infektionsquelle darstellt.

2.3. Shunt dysfunktionen

Ein nichtfunktionierender bzw. nicht ausreichend funktionierender Dialysehunt ist für die von der Hämodialyse abhängigen Patienten nicht nur ein großes gesundheitliches Problem mit lebensbedrohenden Folgen sondern auch eine starke psychische Belastung.

Kriterien für die Diagnose einer Shunt dysfunktion sind:

- Durchflußvolumina $< 200 \text{ ml/min}$ bzw. eine verlängerte Dialysezeit
- Schwierigkeiten bei der Shunt-Punktion
- erhöhte venöse Rücklaufdrücke
- abnehmendes bzw. fehlendes Schwirren und ein abnehmendes Shuntgeräusch
- gesteigerte Rezirkulationsvolumina ($> 15\%$ bei einem Blutfluss von 300 ml/min)
- Anstieg der Retentionswerte im Serum trotz ausreichender Dialysezeit
- verlängerte Blutungszeit nach der Dialyse
- Zeichen der venösen Abflussbehinderung des Unterarms und der Hand (Ödeme, Varikosis)
- distale Ischämie der betreffenden Extremität als Hinweis auf ein Steal-Syndrom

(Safa 1996)

2.4. Ursachen der Shunt dysfunktionen

Häufigste morphologische Ursache für Shunt dysfunktionen sind einzelne oder mehrere Stenosen im arteriellen und/oder venösen Bereich sowie im Bereich der Anastomosen zwischen Arterie und Vene oder im Bereich der Anastomosen mit einer Kunststoffprothese sowie innerhalb einer Kunststoffprothese. (Mennes et al., 1978; Guillou et al., 1980; Hunter et al.; 1983; Swedberg et al.; 1989)

Durch diese häufig rezidivierenden Stenosen kommt es zu einem verminderten Fluss während der Dialysebehandlung. Daraus resultiert eine verlängerte Behandlungszeit oder ein unzureichender Dialyseeffekt. Wird durch die stenotisch bedingte Flussminderung eine Stase verursacht, kann dies zu einem thrombotischen Verschluss des Shunts führen.

Ursache für eine primäre Shunt-Insuffizienz, d.h. eine fehlende Entwicklung, sind primär zu eng angelegte Anastomosen, postoperative Shunt-Torsionen bzw. -Abknickungen oder unentdeckte, vorbestehende, zentralvenöse Stenosen (Dousset et al. 1991). Sekundäre Insuffizienzen werden durch eine progressive Intimahyperplasie bzw. -fibrose verursacht sowie durch punktionsbedingte Pseudodiaphragmen und Intimadissektionen (Sullivan et al. 1996; Bondorf 1992; Safa et al. 1996). Als weitere Ursachen für die Stenosenbildung werden mechanische Irritationen des Gefäßes während der Shuntanage (Malchesky et al., 1975) , die hohen Druckwerte, Scherkräfte und Turbulenzen, die auf die Venenwand wirken (Smalley et al. 1969, Shideman et al., 1973), unterschiedliche Gefäßwandelastizität (Abott et al., 1987) oder immunologische Faktoren bei der Niereninsuffizienz (Hoepp et al., 1976) diskutiert.

Neben diesen hämodynamischen Ursachen für eine Stenosenbildung wird in der Literatur auch der Platelet-derived Growth Factor (PDGF) als Ursache genannt. Durch die nach Shuntpunktion rezidivierende Thrombusbildung werden Thrombozyten aktiviert und PDGF freigesetzt. Dadurch werden stromabwärts glatte Muskelzellen zur Proliferation gebracht (Kohler, Lipton, 1974, Marcus, 1982).

Die erhöhte Atheroskleroserate bei niereninsuffizienten Patienten scheint weniger für die Entstehung von Shuntstenosen im venösen Schenkel verantwortlich zu sein, da sich das histologische Bild deutlich von dem der atherosklerotischen Veränderungen unterscheidet (Swedberg et al., 1989).

2.5. Diagnostik der Shunt dysfunktion

Liegen eine oder mehrere der oben genannten Kriterien für eine Shunt dysfunktion vor, ist es wichtig, eine frühzeitige bildgebende Diagnostik durchzuführen, um eine therapeutische Intervention zu planen. Die Früherkennung von stenosierenden Shunt-Veränderungen durch eine engmaschige klinische Überwachung sowie die rechtzeitige Indikationsstellung für eine therapeutische Intervention sind für die Prognose des Dialysehundes von entscheidender Bedeutung.

Zur Darstellung von stenosierenden Veränderungen sind mehrere bildgebende Verfahren möglich. Die farbcodierte Duplex-Sonographie ist eine gute nichtinvasive Methode, mit der besonders gut Shunt-Thrombosen sowie die Ausdehnung der Gerinnsel dargestellt werden können. Des Weiteren kann die Strömungsdynamik des Shuntflusses erfasst werden. Zur Planung eines interventionellen Vorgehens oder einer chirurgischen Shuntrevision ist jedoch meist eine angiographische Abklärung notwendig. Zudem ist die Duplex-Sonographie in ihrer Aussagekraft häufig stark Untersucher-abhängig (Nonnast-Daniel et al., 1992; Oates et al. 1990).

Der Goldstandard der Shunt-Darstellung stellt sicher die angiographische Diagnostik dar. Mit dieser ist eine vollständige Darstellung der zuführenden Arterie, des Shuntes selbst und der abführenden Shuntvene bis zur V. cava superior möglich und somit auch eine Darstellung von Mehrfachläsionen und vor allem von zentralen Strömungshindernissen. Darüber hinaus bietet sie die Möglichkeit einer unmittelbar anschließenden Intervention.

Weitere bildgebende Verfahren zur Darstellung von Dialyse-Shunts stellen die Magnetresonanz-Angiographie und die Computertomographie-Angiographie dar.

2.6. Therapie der Shunt dysfunktionen

Die Therapiemöglichkeiten bei einem insuffizienten Hämodialysehunt müssen in eine radiologische und eine chirurgische Variante unterteilt werden.

Die Möglichkeiten bzw. Notwendigkeiten einer chirurgischen Revision können in der Shuntchirurgie sehr vielfältig sein. So kann eine anastomosennahe Venen- oder Arterienstenose eines typischen Cimino-Shunts beispielsweise durch eine Neuanastomosierung (Proximalisierung) wenige Zentimeter höher behoben werden. Dies ist die einfachste und effektivste Methode, setzt jedoch eine noch langstreckige punktierbare Venenstrecke voraus. Wird die Punktionsstrecke durch die Proximalisierung zu kurz, muss die Stenose durch ein PTFE-Interponat ausgeschaltet werden (Hepp, 2006).

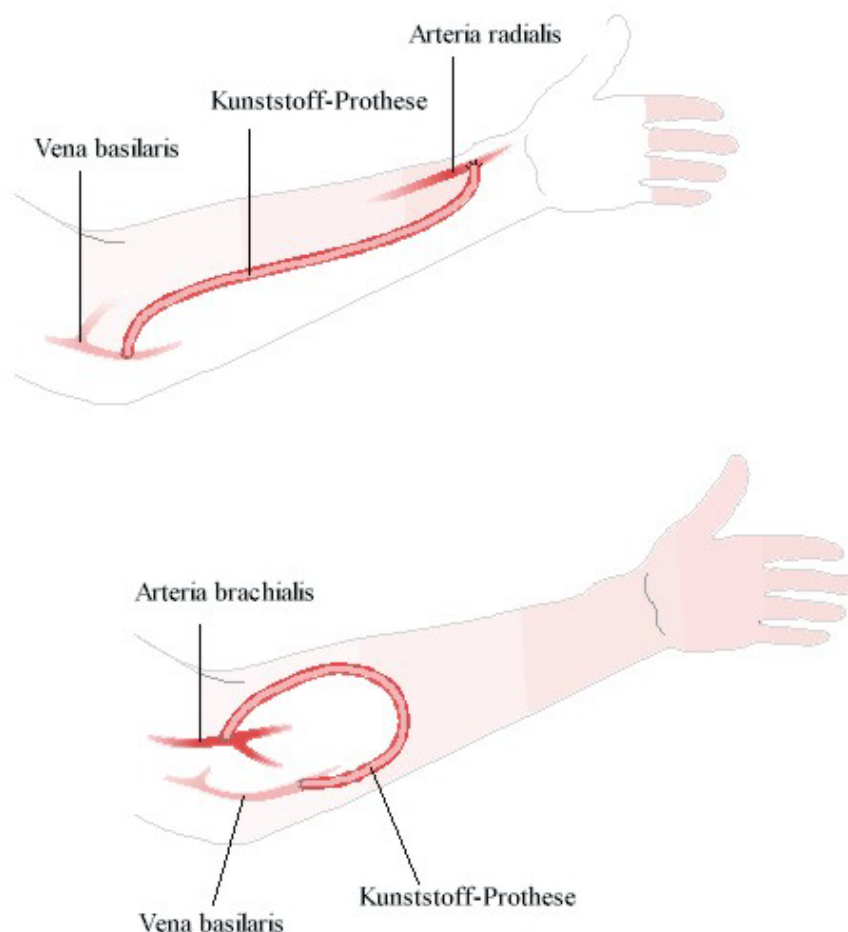


ABB 2.
MÖGLICHKEITEN DER AUSSCHALTUNG VON STENOSEN DURCH KUNSTSTOFF-PROTHESEN (HEPP, 2006)

Da bei den PTFE-Prothesen das Kunststoffmaterial immer eine potentielle Infektionsquelle darstellt, werden häufig andere chirurgische Möglichkeiten wie zum Beispiel die Anlage eines Unterarm-, Brachialis- oder Ulnaris-Shunts gewählt. Je nach Befund und Anzahl der Voroperationen können Shuntrevisionen und Shuntrekonstruktionen sehr aufwendige, mehrere Stunden dauernde Operationen sein. Sind alle Möglichkeiten der Rekonstruktion erschöpft, bleibt nur noch die Anlage einer neuen Fistel am kontralateralen Arm bzw. am Oberarm oder der unteren Extremität.

Die interventionelle Radiologie liefert eine Vielzahl von Therapiemöglichkeiten. Dabei steht an erster Stelle die Ballondilatation. Weniger häufig werden die lokale Lysetherapie, die Laserangioplastie, die Atherektomie, die Stent-Implantation und die mechanische Thrombektomie mittels Wasserstrahlkatheter sowie die Aspirationsektomie durchgeführt.

Gegenüber den chirurgischen Therapiemöglichkeiten kann der ursprüngliche Shunt hierbei in seiner Funktion und Topographie erhalten bleiben; ein sukzessiver Verbrauch der Punktionsstrecke findet nicht statt. Zudem kann eine aufwändige chirurgische Intervention zeitlich deutlich heraus gezögert bzw. teilweise sogar vermieden werden.

Hinzuzufügen ist, dass immer häufiger beide Therapieverfahren kombiniert werden. So werden zum Beispiel die Thrombektomie, die Rekonstruktion und die Angioplastie, meist von venösen Abschnitten, in einer Sitzung durchgeführt. Dabei können auch Stenosen in zentralen Positionen (V. subclavia) dilatiert werden, evtl. auch kombiniert mit einer Stent-Implantation (Hepp, 2006).

Die Indikation zur perkutanen Dilatation eines Dialyseshunt ist gegeben, wenn mehr als 40 bis 50 Prozent des Durchmessers stenosierte sind (Vorwerk D, Günther RW, 1999). Es wurde nachgewiesen, dass bei Stenosegraden von mehr als 40 Prozent deutliche Druckabfälle im Bereich des Shuntes auftreten (Sullivan et al. 1992).

2.7. Technik der radiologischen Intervention

Wie bereits erwähnt sollte vor jeder Intervention eine genaue Darstellung der anatomischen Verhältnisse bzw. des Shuntverlaufs und der Morphologie durchgeführt werden. Die Methode der Wahl zur angiographischen Shunt-Beurteilung ist die intra-arterielle digitale Subtraktionsangiographie (i.a. DSA) über die ipsilaterale A. brachialis. Über eine Feinnadelpunktion der A. brachialis können so sämtliche Shuntsegmente einschließlich der zuführenden Arterie und des zentralvenösen Abstroms über die V. subclavia und V. brachiocephalica dargestellt werden. Zusätzlich kann auf diese Weise ein Eindruck von den Flussverhältnissen gewonnen werden. Weitere Methoden, welche der i.a. DSA über die A. brachialis jedoch untergeordnet sind, sind die transfemorale Angiographie des Shunts sowie die Angiographie über den Dialyseshunt selbst, welche eine Darstellung des arteriellen Zustroms jedoch schwieriger macht (Bohndorf 1992; Lui et al. 2001).

Bei der Mehrzahl der Brescia-Cimino-Shunts sowie bei einigen Interponatshunts ist die Punktion der A. brachialis wenige Zentimeter oberhalb des Ellenbogengelenks, ggf. unter farbdopplersonographischer Kontrolle, durchführbar. In der Regel wird die Angiographie in Abduktion des Armes durchgeführt, da in Adduktionsstellung eine Stenose der V. basilica im Oberarmbereich vorgetäuscht werden kann (Kadir 1991).

Nach Punktion der Arterie kann ein nichtionisches Kontrastmittel (KM), 1:2 oder 1:3 verdünnt injiziert werden. Dies kann sowohl manuell als auch maschinell erfolgen. Zur Darstellung der komplexen Topographie des Shunt-Bereiches werden 4 bis 6 ml KM-Menge pro Bildserie benötigt. Die Darstellung des zentralvenösen Abstroms erfolgt mit 10 bis 15 ml KM und einer Injektionsgeschwindigkeit von 2 bis 5 ml/s (Shild 1994). Wichtig ist dabei die vollständige Darstellung des zentralvenösen Abstroms bis zur V. cava superior. Zentralvenöse Stenosen können eine wichtige Rolle bei der Entstehung shuntnaher Thrombosen oder Aneurysmen spielen (Landwehr et al. 1990; Schumacher et al. 1989).

Besteht bei den Patienten eine Residualfunktion der Nieren oder eine Kontrastmittelallergie, kann die Angiographie alternativ mit Kohlendioxid anstatt mit jodhaltigem Kontrastmittel durchgeführt werden. Jedoch ist die Bildqualität etwas schlechter und Stenosegrade werden tendenziell eher überschätzt (Ehrmann et al. 1994).

Ist der gesamte Shuntverlauf dargestellt und zeigen sich hämodynamisch wirksame Stenosen oder Verschlüsse, kann mit der Intervention begonnen werden. Es können in einer Sitzung auch mehrere Stenosen dilatiert werden, sofern diese über den gleichen Katheterzugang erreicht werden können. Ist dies nicht der Fall, sollten die Interventionen getrennt

voneinander durchgeführt werden.

Wichtigstes therapeutisches Instrumentarium zur perkutanen transluminalen Angioplastie ist der Ballonkatheter nach Grüntzig (Grüntzig und Hopff, 1974). In der Zwischenzeit wird eine Vielzahl von Ballonkathetern zur PTA mit unterschiedlichsten Eigenschaften von der medizinischen Industrie angeboten.

Zur Durchführung der Ballondilatation wird nach ausreichender Infiltration von Lokalanästhetikum im Bereich des venösen Schenkels punktiert. Es ist darauf zu achten, dass die Punktionsstelle mindestens zehn Zentimeter von der Stenose entfernt gewählt wird. Es wird je nach Lokalisation der Stenose nach distal oder nach proximal gestochen. Bei Goretex-Shunts sollte die Punktion immer im Schleifenverlauf erfolgen, wobei die Stichrichtung wieder davon abhängt, ob sich die Stenose im arteriellen oder im venösen Schenkel oder den drainierenden Oberarmvenen befindet. Bei proximalen arteriellen Stenosen kann auch über einen Zugangsweg durch Punktion der A. brachialis dilatiert werden (Günther et al., 1999).

Nach Punktion mit einer Kunststoffkanüle von ca. 17 bis 18 Gauge in Richtung Stenose wird ein Führungsdraht durch die Kunststoffkanüle in den Shunt vorgeschoben. Meist werden hierzu die Glidewire^R-Drähte der Firma Terumo^R verwendet. Die Kunststoffkanüle kann dann entfernt und der Angiographiekatheter (4 bis 5 French Außendurchmesser mit leicht abgewinkelter Spitze) in Seldinger-Technik über den liegenden Draht in den Shunt eingeführt werden. Anschließend wird die Stenose mit Führungsdraht und Katheter sondiert und möglichst weit bis in die zuführende Arterie vorgeschoben. Der Führungsdraht bleibt für die gesamte Dauer der Intervention unverändert im Gefäß liegen (Rinast, 1998). Anschließend wird der Angiographie-Katheter entfernt und durch einen geeigneten Ballonkatheter ersetzt.

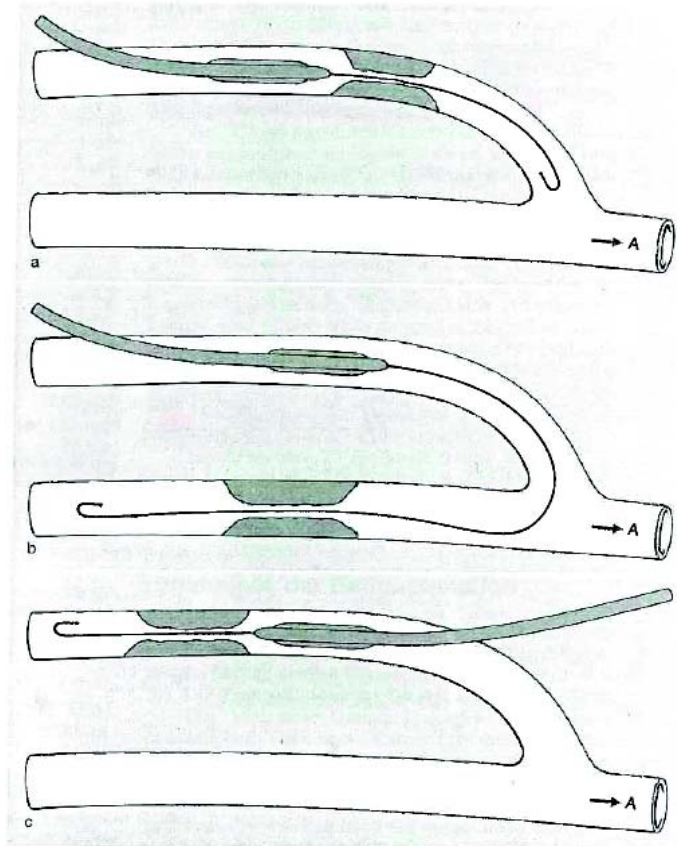


ABB 3 A-C

ZUGANGSWEGE: A RETROGRADE TRANSVENÖSE PUNKTION ZUR DILATATION EINER DISTALEN VENÖSEN STENOSE. B RETROGRADE TRANSVENÖSE PUNKTION ZUR DILATATION EINER ARTERIELLEN LÄSION. C ANTEGRADE TRANSVENÖSE PUNKTION ZUR DILATATION EINER PROXIMALEN VENÖSEN LÄSION. A= A. RADIALIS (GÜNTHER ET AL, 1999)

Üblicherweise werden Ballonlängen von 2 cm und Ballondurchmesser von 5 oder 6 mm für Stenosen im venösen Shuntschenkel gewählt. Mit 4 mm Ballondurchmesser werden in der Regel Stenosen im Anastomosenbereich, mit 3 mm Durchmesser Stenosen im arteriellen Schenkel dilatiert. Der Ballon wird in den stenosierenden Gefäßabschnitt geschoben und vorsichtig unter ständiger Durchleuchtung dilatiert. Bei einigen Shuntstenosen sind sehr hohe Ballondrucke nötig, um die rigiden Stenosen ausreichend zu dilatieren. Der einzusetzende Minimaldruck beträgt 6 bis 8 atm, in Einzelfällen sind sogar Drucke bis 25 atm notwendig.

Hat der aufgedehnte Ballon die Stenose beseitigt, muss sofort über den arteriellen Zugang eine Kontrollangiographie durchgeführt werden, um das Dilatationsergebnis zu dokumentieren. Zeigt sich das Ergebnis noch nicht zufriedenstellend, kann mit demselben Ballon oder einem Ballon mit größerem Außendurchmesser nachdilatiert werden. Ist das Ergebnis ausreichend, wird der Führungsdraht entfernt. Im Anschluss muss die Punktionsstelle ausreichend lange und mit dosierter Intensität komprimiert werden, so dass es weder zur Blutung aus der Punktionsstelle noch zu einer Shuntthrombose durch zu starke

Kompression kommt. Abschließend sollte eine Kontrollangiographie über den arteriellen Zugang erfolgen, wobei nicht nur die Morphologie, sondern auch der Fluss durch eine hohe Bildfrequenz dynamisch erfasst werden kann. Am Schluss wird auch der arterielle Zugang entfernt und gut dosiert komprimiert.

Prinzipiell werden sämtliche Shuntstenosen unabhängig von Lokalisation oder Art der Stenose bzw. des Prothesenmaterials in gleicher Technik wie oben beschrieben dilatiert. Bei PTFE-Shunts können Stenosen innerhalb der Prothese bzw. im Anastomosenbereich sehr rigide sein und den Einsatz von Hochdruckballonkathetern erforderlich machen.

Bei besonders rigiden Stenosen kann auch der Einsatz der Laserangioplastie diskutiert werden. Dabei wird ein gepulster Farbstofflaser eingesetzt (Zwaan et al., 1991). Dies wurde jedoch im Rahmen dieser Studie nicht durchgeführt, deshalb wird auf dieses Verfahren nicht weiter eingegangen. Eine weitere mögliche Methode zur Beseitigung von sehr rigiden Stenosen ist die Atherektomie nach Simpson. Dabei wird ein spezieller Atherektomiekatheter mit Schneidmesser und Auffangkammer verwendet, welcher atherosklerotisches Material von der Innenfläche des Gefäßes mechanisch entfernt (Simpson JB, 1986).

Bei zentralen Stenosen der V. cephalica oder V. subclavia ist häufig zusätzlich zur PTA eine Stent-Implantation sinnvoll. Stenosen dieser Lokalisation sind zwar eher selten, führen aber zur massiven Behinderung der Shuntfunktion. Sie können meist erfolgreich dilatiert werden, restenosieren aber nach Entfernung des Ballons recht schnell wieder. Zur Dilatation sind großlumige Ballons von 12 bis 16 mm Weite erforderlich. Ergänzend zur Angioplastie kann zusätzlich die Implantation einer transluminal applizierbaren Gefäßendoprothese – eines Stents – erfolgen. In der Regel werden hierbei ballonexpandierbare Stents verwendet.

Bezüglich der Langzeiterfolgsrate gibt es noch sehr unterschiedliche Auffassungen. Rinast zieht aufgrund des verstärkten Auftretens von Intimahyperplasien bei Stentimplantationen eine wiederholte Ballonangioplastie von zentralen Stenosen der Stent-Implantation vor (Rinast 1998).

Auch bei verschlossenen Hämodialysefisteln kann eine Shunt-PTA, wenn auch weniger erfolgreich, eingesetzt werden. Gelingt eine Rekanalisation eines Verschlusses, so handelt es sich dabei meist um einen akut aufgetretenen Verschluss.

Die Punktionsstelle muss je nach konkreter Gefäßsituation sehr individuell gewählt werden. Nach Anfertigung einer DSA-Serie und Identifikation der Verschlussstrecke muss die Verschlussstrecke mit Hilfe des Führungsdrahtes überwunden werden. Gelingt dies, können Draht sowie Katheter über die arterio-venöse Anastomose geschoben werden. Ausgetauscht

wird der Angiographie-Katheter durch einen Ballonkatheter mit Idealerweise 2 cm Länge und 6 mm Durchmesser. Die gesamte Verschlussstrecke wird vorsichtig dilatiert. Dadurch wird thrombotisches Material an die Gefäßwand gedrückt. Häufig zeigen sich als Ursache für den Shunt-Verschluss mehrere rigide Stenosen, die mit höherem Ballondruck dilatiert werden müssen. Zur Verminderung des thrombotischen Materials kann noch eine lokale Lysetherapie durchgeführt werden. Das Fibrinolytikum, welches am häufigsten Verwendung findet, ist Actilyse. Häufiger wird die lokale Lysetherapie bei verschlossenen Gefäßprothesen eingesetzt (Rinast et al 1991).

Komplikationen bei der perkutanen transluminalen Angioplastie sind das Auftreten von Hämatomen im Punktionsbereich. Seltener sind Gefäßrupturen, aus denen sich Pseudoaneurysmata bilden können. Intimadissektionen treten bei der Dilatation von Shuntstenosen im Vergleich zu peripher arteriellen Stenosen eher selten auf, können jedoch häufig zum kompletten Verschluss des Shuntes führen. Bei der Rekanalisation kann es zu Embolien in die peripheren Unterarmarterien kommen, was eine sofortige lokale Lysetherapie notwendig macht. Des Weiteren besteht immer die Gefahr einer Infektion, weshalb unbedingt auf antiseptische Arbeitsbedingungen geachtet werden muss.

Kann eine Rekanalisation auf perkutanem Wege nicht erfolgen, muss eine chirurgische Revision meist im Sinne einer Shunt-Neuanlage erfolgen. (Rinast E, 1998, Günther W 1999)

3. Material und Methoden

3.1. Patientenkollektiv

Sämtliche Patienten, deren Daten für diese Studie erfasst wurden, sind oder waren im Dialyse-Zentrum Villingen-Schwenningen in Behandlung. Erfasst wurden alle Daten der Patienten, bei denen zwischen Januar 2001 und August 2006 eine radiologische Intervention an einem Hämodialysehunt durchgeführt wurde.

Alle Untersuchungen wurden von der radiologischen Abteilung des Schwarzwald-Baar-Klinikums durchgeführt. Die operative Shuntanlage bzw. Revisionen und Neuanlagen erfolgten zum größten Teil in der Gefäß- und Thoraxchirurgie des Schwarzwald-Baar-Klinikums. In seltenen Fällen wurden die AV-Fisteln in anderen Häusern primär angelegt bzw. revidiert.

Im Zeitraum zwischen Januar 2001 und August 2006 wurden bei insgesamt 168 Patienten Interventionen durchgeführt. Dabei handelte es sich um 102 Männer und 66 Frauen im Alter von 22 bis 88 Jahren.

Bei den Patienten lag stets mindestens ein Kriterium für eine Shunt Dysfunktion vor. In den meisten Fällen wurden von den Nephrologen des Dialyse-Zentrums duplex-sonographisch Stenosen oder Verschlüsse nachgewiesen bzw. bekannte Stenosen sonographisch kontrolliert. Anschließend wurden die Patienten in der Radiologie zur Intervention vorgestellt.

In Abbildung 4. ist die Alters- und Geschlechtsverteilung der behandelten Patienten zum Zeitpunkt der ersten radiologischen Intervention dargestellt.

Altersverteilung der Patienten zum 1. Behandlungszeitpunkt

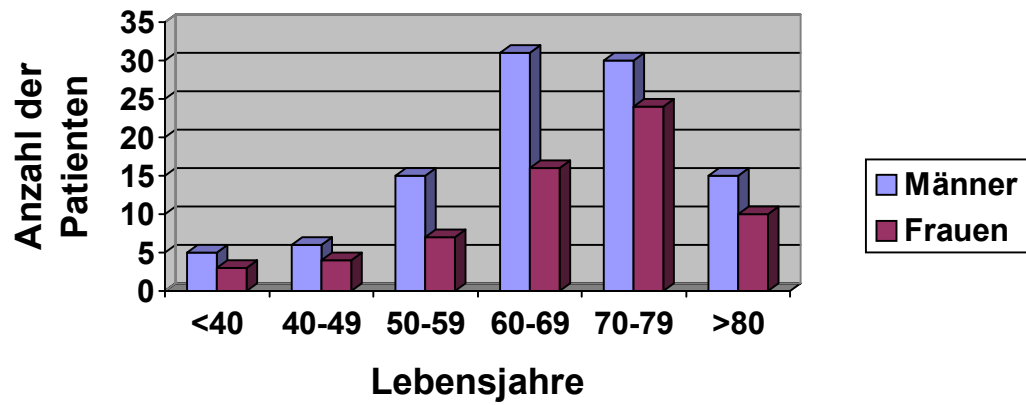


ABB 4.
ALTERS- UND GESCHLECHTSVERTEILUNG DER BEHANDELTEN PATIENTEN ZUM ZEITPUNKT DER
1. RADIOLOGISCHEN INTERVENTION

3.2. Methoden der Datenerhebung

Zunächst wurde retrospektiv eine Liste von sämtlichen perkutanen transluminalen Angioplastien an Hämodialyseshuntis erstellt, die in der Radiologie des Schwarzwald-Baar-Klinikums zwischen Januar 2001 und August 2006 durchgeführt wurden. Es handelte sich dabei um 395 Interventionen.

Im Anschluss wurden mit Hilfe der klinikinternen Patientendatenbank (GAPIT) die einzelnen PTAs den Patienten zugeordnet, deren Krankengeschichte wie Shunterstanlagen und operative Revisionen erfasst sowie die Befundberichte der einzelnen perkutanen Interventionen festgehalten. Alle Interventionen wurden von in der Angiographie erfahrenen Ärzten durchgeführt und von zwei Ärzten befundet und ausgewertet.

Da über klinikinterne Patientendatenbank nicht in ausreichender Form Informationen über den Verlauf bzw. operative Erstanlage, operative Revisionen sowie den Verlauf nach der letzten erfassten PTA geliefert wurden, erfolgte eine Durchsicht aller Patienten in der Datenbank des Dialyse-Zentrums Villingen-Schwenningen. So konnten auch Erstanlagen, die mehrere Jahre zurücklagen, sowie operative Eingriffe in anderen Krankenhäusern erfasst werden. Die dokumentierten Duplex-Sonographien, die fast jeder radiologischen Intervention vorausgingen, ließen den Schluss zu, dass in diesen Fällen konkrete Flussprobleme aufgrund von Stenosen oder Verschlüssen vorlagen und somit eine Hämodialyse nicht mehr sinnvoll möglich war. Des Weiteren konnte der Verlauf nach der letzten Intervention genau nachvollzogen werden. So ließ sich zum Beispiel erkennen, ob aufgrund eines Shuntverschlusses in einem anderen Krankenhaus eine operative Revision oder Neuanlage erfolgte, ob der Patient unter laufender Dialyse verstorben war oder ob die Dialysebehandlung aufgrund einer Nierentransplantation beendet wurde.

Anschließend wurde zur Erfassung der Zeiträume zwischen Erstanlage und erster Interventionen bzw. zwischen allen weiteren radiologischen Interventionen und der Aufgabe des Shunts bzw. der letzten durchgeführten Dialyse eine Excell-Tabelle erstellt.

Dann wurden mit Hilfe des IMPAX, eines klinikinternen radiologischen Datensystems, sämtliche Interventionen durchgesehen. Die Anzahl der Stenosen, der Grad der Stenosen, die Länge der Stenosen und deren Lokalisation wurden dokumentiert und mit den einzelnen Befundberichten verglichen und auf Übereinstimmung kontrolliert.

Im Anschluss erfolgte die Auswertung.

3.3. Einteilung und Definition der Daten

Als Startpunkt der Betrachtung wurden die Erstanlagen betrachtet. Folgt den Erstanlagen Neuanlagen oder Revisionen d.h. Neuanastomosierung bzw. Proximalisierung des Shuntes, wurden diese als Startpunkt der Betrachtung gewertet, wobei darüber hinaus betrachtet wurde, ob eine Neuanlage einen Einfluss auf die Funktionsdauer bzw. den Erfolg hatte. Als Endpunkt wurden Verschlüsse gewertet, die nicht durch Dilatationen eröffnet werden konnten und somit einen chirurgischen Eingriff notwendig machten bzw. die vollständige Aufgabe des Shuntes zur Folge hatten. Nicht gewertet wurden Anlagen am kontralateralen Arm des gleichen Patienten sowie weitere PTAs nach einer Revision des zuvor dilatierten Shuntes, da diese Einflussfaktoren die Daten beeinflussen und dann die Ergebnisse als unsauber zu betrachten wären. Die Shunt-Neuanlage am kontralateralen Arm nach einem Shuntverlust trat bei nur neun Patienten auf.

Ebenfalls als Endereignis wurde eine operative Neuanlage mit und ohne weitere PTA gewertet.

Bei einer Reihe von Patienten wurde innerhalb des begrenzten Beobachtungszeitraums nicht das Ende der Shuntfunktionsdauer erreicht, d.h. die tatsächliche Funktionsdauer dieser Fisteln ist nicht bekannt. Ebenso verhält es sich bei den Patienten, die unter laufender Dialyse verstorben sind. Ein Patient konnte erfolgreich nierentransplantiert werden und benötigte anschließend keine Dialyse mehr. Für diese Situationen wurde zur Berechnung der kumulativen Funktionswahrscheinlichkeit die sog. Life-table-Analyse nach Kaplan-Meier verwendet (Kaplan und Meier, 1958).

Bezüglich der Funktionsdauer wurden folgende Zeiten betrachtet:

- die **Gesamtfunktionsdauer**, definiert als die Zeit zwischen Anlage und Aufgabe bzw. dem endgültigen Verschluss des Shunts
- die **Primärfunktionsdauer**, definiert als Zeit zwischen Anlage und 1. PTA
- die **postinterventionelle Gesamtfunktionsdauer**, definiert als die Zeit zwischen 1. PTA und Ende
- die einzelne **postinterventionelle Funktionsdauer** d.h. zwischen 1. und 2. PTA oder 2. und 3. PTA usw.

Eine weitere Einteilung erfolgte nach Einfachstenosen, Mehrfachstenosen und Verschlüssen.

Dies ist wichtig, da die Einflussfaktoren Länge und Lokalisation auf die Funktionsdauer nur für Einfachstenosen betrachtet wurden. Des Weiteren wurde die Anzahl der durchgeführten PTAs in der Funktionszeit eines Dialyseseshuntes belichtet.

Wie bereits zuvor beschrieben wurden die Patienten zur PTA vorgestellt, wenn die Dialysebehandlung nicht mehr suffizient möglich war, d.h. ein in Kapitel 2.3. beschriebenes Kriterium für eine Shunt Dysfunktion auftrat. Es ist davon auszugehen, dass die Shuntfunktion wieder für die Dialyse ausreicht, wenn einer PTA in kurzem Zeitraum keine erneute PTA bzw. eine Vorstellung zur operativen Revision folgt.

Somit wurde eine PTA als klinisch erfolgreich definiert, wenn ein Shunt mit zuvor insuffizienter Funktion, postinterventionell der Dialyse wieder funktionstüchtig zur Verfügung stand und nicht erneut interventionell dilatiert werden oder operativ revidiert werden musste.

Kriterium für eine klinisch erfolgreiche PTA bzw. ein wieder funktionstüchtiger Dialyseshunt war eine postinterventionelle Funktionsdauer von mehr als sieben Tagen. Das heißt, dass mindestens sieben Tagen zwischen einer Intervention und der nächsten Intervention bzw. zwischen der Intervention und einem Verschluss liegen mussten. Bei einem Zeitraum von sieben Tagen ist davon auszugehen, dass der Patient mindestens einmal dialysiert werden musste. Auf die Möglichkeit, dass eine postinterventionelle Funktionsdauer bei nicht funktionierendem Shunt durch eine Dialyse über einen Demers- oder Shaldonkatheter durchgeführt wurde, wurde bei der Durchsicht der Patientenakten geachtet.

Wurden an kurz aufeinander folgenden Tagen PTAs in zwei Sitzungen d.h. von Stenosen unterschiedlicher Lokalisation durchgeführt, wurde darauf geachtet, dass diese nicht als erfolglos durchgeführt gewertet wurden.

Des Weiteren wurde die technische Erfolgsrate der PTAs betrachtet.

So wurden die Erfolgsraten der einzelnen PTAs zusätzlich nach postinterventionellem Reststenosegrad definiert. Dabei wurden alle PTAs, bei denen der Stenosegrad auf $< 30\%$ reduziert werden konnte, als technisch erfolgreich dilatiert gewertet.

Bei Mehrfachstenosen wurde nach Mehrheit entschieden, d.h. lag bei insgesamt drei Stenosen der postinterventionelle Stenosegrad bei 2 Stenosen bei $< 30\%$ und bei 1 Stenose bei $> 30\%$, wurde das Ergebnis als erfolgreich bewertet. Bei zwei Stenosen mit einer technisch erfolgreich dilatierten Stenosen und einer Stenose mit einem Reststenosegrad von $< 30\%$ wurde das Ergebnis als erfolglos gewertet.

Anhand dieser beiden Kriterien, des klinischen sowie der technischen Erfolges wurde die Gesamt-Erfolgsrate bestimmt.

Diese Definition der Erfolgskriterien orientiert sich an Standards für perkutane Interventionen an Dialyseshunt, die 2003 im Journal of Vascular and Interventional Radiology veröffentlicht wurden (Gray et al., 2003).

Gemessen und berechnet wurden die Stenosen nach NASCET-Kriterien (North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial) mit folgender Formel:

$$S = (a-b) \div a \times 100$$

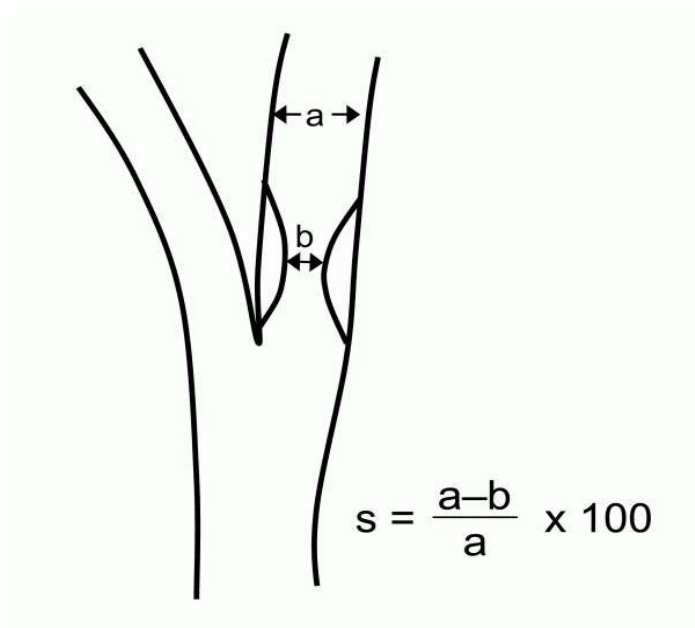


ABB 5.
FORMEL ZUR BERECHUNG DES STENOSEGRADES (S) NACH NASCET-KRITERIEN (MATHIAS K, 2004)

Bezüglich der Stenosenlänge wurde unterteilt in kurzstreckige Stenosen <1cm Länge und langstreckige Stenosen >1cm Länge.

Des Weiteren wurde die Lokalisation der Stenosen betrachtet. Dabei wurde unterschieden zwischen Stenosen im Unterarm, Oberarm, im arteriellen Schenkel des Shunts, im Anastomosenbereich, zentral – also in der proximalen V. cephalica oder der V. subclavia – und Stenosen, die im Bereich eines PTFE-Interponats eines Goretex-Shunts lagen.

3.4 Statistische Methodik

Die statistische Auswertung erfolgte durch Beratung und in Zusammenarbeit mit Dipl.-Math. Ulrike Schulz der Agentur `medistat` für medizinische Statistik.

Zur Beschreibung der nominal und ordinal skalierten Größen wurden absolute und prozentuale Häufigkeiten angegeben. Quantitative Parameter wurden anhand von Mittelwert und Median deskriptiv dargestellt und mittels Kolmogorov-Smirnov-Test auf Normalverteilung geprüft. Es fanden sich in allen quantitativen Größen signifikante Abweichungen von einer Normalverteilung, so dass nicht-parametrische Verfahren zur statistischen Analyse eingesetzt wurden.

Die Gesamtfunktionsdauer und postinterventionelle Funktionsdauer wurden mittels der aus der Überlebenszeitanalyse stammenden Kaplan-Meier-Methode analysiert. Es wurden jeweils die mittlere und mediane Funktionsdauer berechnet und die Kaplan-Meier-Kurven dargestellt. Der Einfluss von Gruppenfaktoren auf die Gesamtfunktionsdauer sowie postinterventionelle Funktionsdauer wurde mittels Log Rang-Test geprüft, der Einfluss von Kovarianten mittels Cox Regression.

Der U-Test wurde eingesetzt, um Patienten mit primärer Erstanlage mit Patienten mit einer Neuanlage hinsichtlich der Primärfunktionsdauer sowie der mittleren Funktionsdauer je PTA zu vergleichen sowie um die Zeit von der primären Erstanlage (bei den Patienten mit primärer Erstanlage ohne vorangegangene Neuanlage) mit der Zeit von der Neuanlage bis zum Endereignis (bei Patienten mit Neuanlage) zu vergleichen. Um zu prüfen, ob die Stenosenlokalisierung Einfluss auf die mittlere Funktionsdauer je PTA nimmt, wurde der Kruskal-Wallis-Test eingesetzt.

Bei allen angewendeten statistischen Tests wurde ein Signifikanzniveau von 5 % zugrunde gelegt und stets zweiseitig getestet. Die statistische Analyse erfolgt mit SPSS Version 15 für Windows (SPSS Inc., Chicago, IL).

4. Ergebnisse

4.1. Primärergebnisse

Insgesamt wurden 168 Patienten untersucht. Fünf Patienten wurden primär ausgeschlossen, da die Stenosen oder Verschlüsse entweder nicht durch den Führungsdraht oder den Ballonkatheter sondiert werden konnten (vier von fünf) oder der Führungsdraht sich aufgrund einer ausgeprägten Knickbildung nicht vorschieben ließ (einer von fünf). Folglich wurde bei diesen Patienten kein Versuch einer PTA durchgeführt.

Somit wurden 163 Patienten behandelt. Davon wurden bei 102 Patienten (62,6%) einzelne - bzw. Einfachstenosen mittels PTA behandelt, bei 52 Patienten (31,9%) Mehrfachstenosen und bei neun Patienten (5,5%) Shuntverschlüsse.

Insgesamt hatten 132 der behandelten Patienten einen Unterarm-Shunt, 20 Patienten einen Oberarm-Shunt und elf Patienten einen PTFE-Prothesen-Shunt.

Bei den 163 Patienten wurden von der Anlage bis zum Endpunkt der Shuntfunktionszeit bzw. Ende des Beobachtungszeitraums insgesamt 334 PTAs durchgeführt. Davon erhielten 89 Patienten nur einmalig eine PTA. Das Maximum an durchgeführten PTAs im beobachteten Zeitraum liegt bei 17 PTAs bei einem Patienten.

											<i>Gesamt-Patientenzahl</i>
Anzahl der PTAs	1	2	3	4	5	6	8	9	17		
Anzahl der Patienten	89	36	18	7	7	1	3	1	1	163	
Anzahl der Pat. %	54,6	22,1	11	4,3	4,3	6	1,8	0,6	0,6	100	
Gesamt Anz. PTA										334	

Tabelle 1.

Anzahl der durchgeführten perkutanen transluminalen Angioplastien pro Patient

Es wurden an sechs Patienten insgesamt siebenmal Stents implantiert. Dabei war die Shunt Dysfunktion einmal durch einen Verschluss am Unterarm verursacht, zweimal durch Stenosen im Oberarmbereich und viermal durch zentrale Stenosen. Bei zwei Patienten wurde der Stent während der ersten PTA implantiert, bei zwei Patienten während der zweiten PTA, bei einem während der vierten PTA und bei dem Patienten mit zwei Stentimplantationen

während der sechsten bzw. der achten PTA.

Lokoregionale Lysetherapien bei Shuntverschlüssen wurden viermal an drei Patienten durchgeführt. Dabei wurde einmal ein Verschluss in Kombination mit einer PTA rekanalisiert. Zweimal wurde eine Lysetherapie durchgeführt, was jedoch nicht in die Gesamtwertung eingeht, da diese am nichtgewerteten Arm bei Patienten mit Shuntdilatationen an beiden Armen durchgeführt wurden. Einmal wurden wandständige Thromben nach erfolgreicher PTA einer Stenose lysiert.

Sowohl die Stentimplantationen als auch die Lysetherapien wurden aufgrund Ihrer niedrigen Fallzahlen nicht statistisch untersucht.

Genauere Einflussfaktoren wurden nur bei den 102 Patienten mit Einfachstenosen untersucht, bei denen immer die gleiche Stenose behandelt wurde. Nur so kann eine korrekte Aussage gemacht werden. In Bezug auf die Stenosenlänge handelte es sich um 40 kurzstreckige Stenosen (39,2%) und 62 langstreckige Stenosen (60,8%) bei 102 Einfachstenosen (100%).

Bezüglich der Lokalisation wurden aus gleichem Grund ebenfalls nur die Einfachstenosen gewertet. Dabei waren von 102 Patienten 58 Stenosen am Unterarm (56,9%), 12 Stenosen am Oberarm (11,8%) davon neun bei Oberarm-Shunts und drei bei Unterarm-Shunts, eine Stenose im arteriellen Schenkel (1%), 15 im Anastomosenbereich (14,7%), zehn Stenosen zentral gelegen (prox. V. cephalica oder V. subclavia) (9,8%) und sechs Stenosen im Bereich eines PTFE-Interponats bei Goretex-Shunts (5,9%).

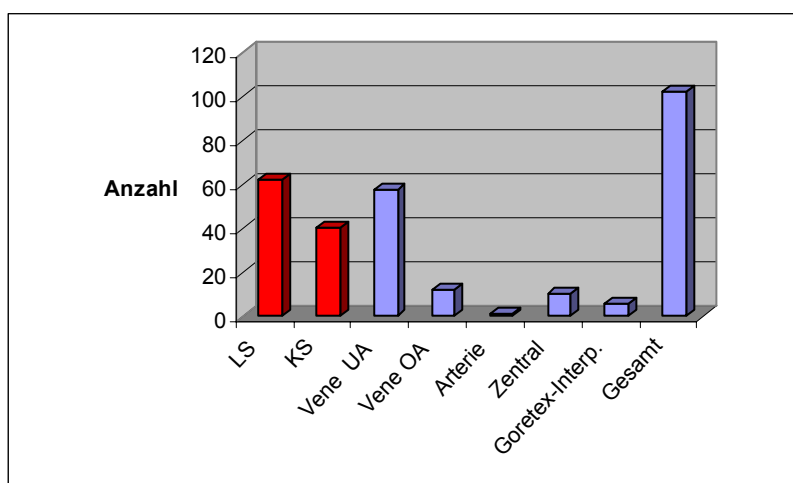


ABB 6.

HÄUFIGKEITSVERTEILUNG DER LOKALISATION VON EINFACHSTENOSEN. (LS= LANGSTRECKIG, KS= KURZSTRECKIG, UA=UNTERARM, OA=OBERARM)

4.2. Erfolgsraten

Die klinische Erfolgsrate bei allen 163 Patienten mit insgesamt 334 PTAs liegt bei 93,1%. Somit wurden 311 PTAs – nach den in 3.2. vorgegebenen Kriterien für eine klinisch erfolgreiche PTA – erfolgreich und 23 (6,9%) nicht erfolgreich durchgeführt. Das bedeutet, dass man in 93,1% der Fälle den Dialyseshunt durch die durchgeführte PTA für die nächste Dialyse-Sitzung funktionstüchtig machen konnte.

Nach den Kriterien für eine technisch erfolgreiche Dialyse aufgrund eines Reststenosegrades von < 30%, waren es 244 (73,1) erfolgreiche und 90 (26,9%) erfolglose PTAs.

Werden die klinischen und/oder technischen Kriterien für die Bewertung des Erfolgs einer PTA herangezogen, so ergibt sich eine Gesamt-Erfolgsrate von 68,6%. Das bedeutet, dass 229 PTAs insgesamt erfolgreich und 105 (31,4%) erfolglos durchgeführt worden sind. Bei 12 Patienten trafen beide Kriterien für eine erfolglose PTA zu: In diesem Fall war sowohl die postinterventionelle Funktionszeit zu kurz als auch der Reststenosegrad zu groß.

Die Gesamt-Erfolgsrate bei 25 PTAs an 11 PTFE-Shunts beträgt hier 52%. 13 PTAs wurden nach technischen und/oder klinischen Kriterien erfolgreich durchgeführt und 12 erfolglos. Dabei waren von diesen 12 PTAs 11 aufgrund einer Reststenose von <30% technisch erfolglos verlaufen und nur eine PTA klinisch erfolglos. Somit ergibt sich bei den PTFE-Shunts eine klinische Erfolgsrate von 96% sowie eine technische Erfolgsrate von 56%.

<i>Kriterium</i>	<i>Erfolg N (%)</i>	<i>Misserfolg N (%)</i>
Klinisch erfolgreich	331 (93,1%)	23 (6,9%)
Technisch erfolgreich	244 (73,1%)	90 (26,9%)
Gesamtkriterien	229 (68,6%)	105 (31,4%)

Tabelle 2.

Klinische und technische Erfolgsrate sowie Gesamtkriterien bei 334 PTAs an 163 Patienten (N= Anzahl der PTAs)

Berücksichtigt man sowohl die klinischen als auch die technischen Erfolgsraten, war bei den 163 Patienten die **erste PTA** 115-mal (70,6%) erfolgreich und 48-mal erfolglos (29,4%) durchgeführt worden. Betrachtet man die Erfolgsrate bei Einfach-, Mehrfachstenosen und Verschlüssen getrennt, zeigt sich, dass bei den Einfachstenosen 73 PTAs erfolgreich (71,6%) und 29 PTAs erfolglos (28,4%) verlaufen waren. Bei den Mehrfachstenosen sind 38 PTAs erfolgreich (73,1%) und 14 PTAs erfolglos (26,9%) verlaufen. Bei den Verschlüssen waren vier PTAs erfolgreich (44,4%) und fünf erfolglos (55,6%).

<i>Stenosenart</i>	<i>Erfolg N (%) 1.PTA</i>	<i>Misserfolg N (%)1. PTA</i>
Alle Stenosen	115 (70,6%)	48 (29,4)
Einfachstenosen	73 (71,6%)	29 (28,4%)
Mehrfachstenosen	38 (73,1%)	14 (26,9%)
Verschlüsse	4 (44,4%)	5 (55,6%)

Tabelle 3.

Erfolgsraten bei der 1. PTA aller Stenosen, der Einfach-, der Mehrfachstenosen und der Verschlüsse (gewertet wurde die technische und klinische Erfolgsrate). N=Anzahl der PTAs

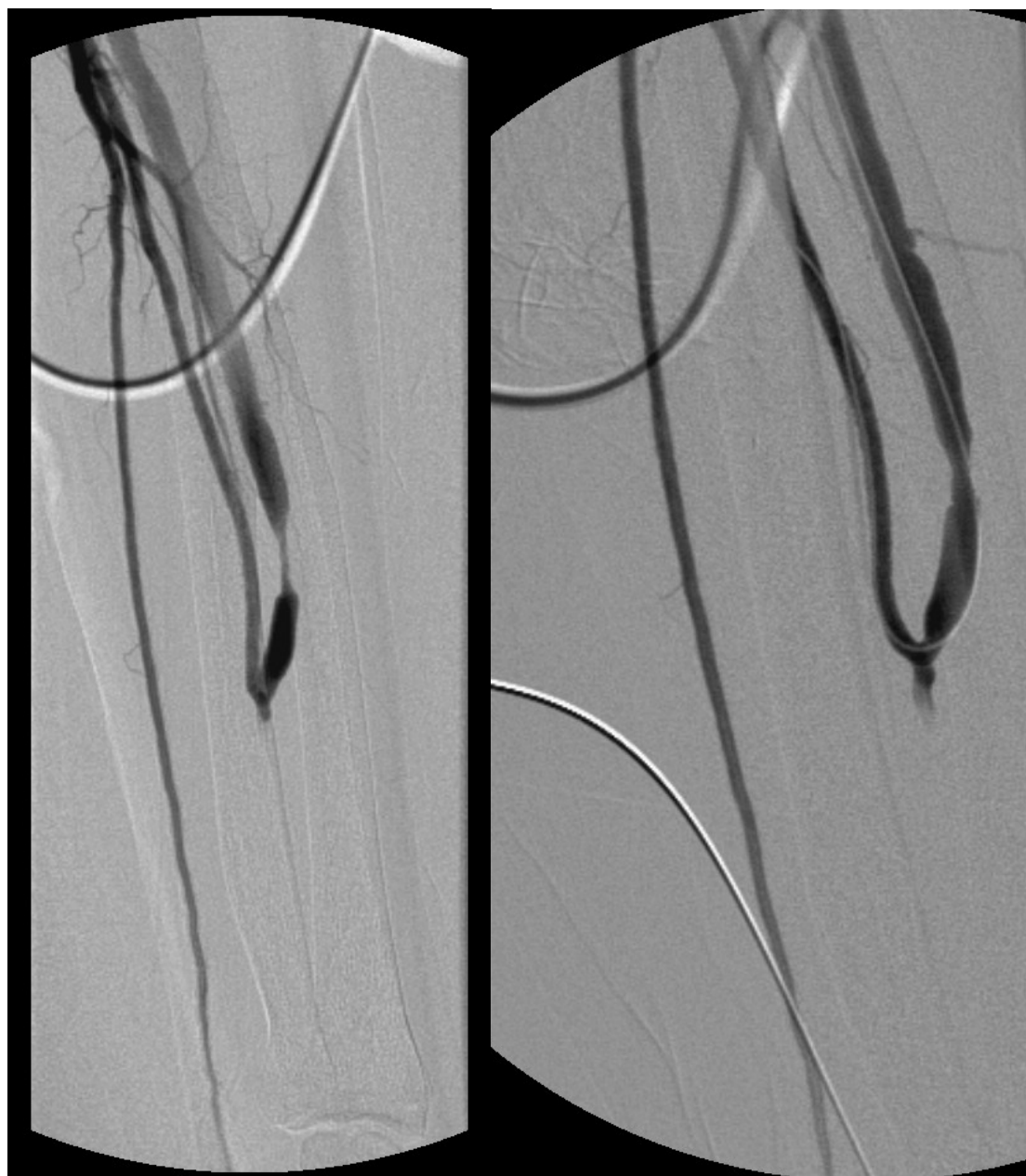


ABB 7.

LINKS: VOR PTA EINER HOCHGRADIGEN 2CM LANGEN VENÖSEN STENOSEN CA. 3CM PROXIMAL DER ANASTOMOSE EINES CIMINO-SHUNTS. RECHTS: NACH PTA LEICHTGRADIGE RESTSTENOSE.

4.3. Funktionszeiten

Für die **Gesamtfunktionsdauer** lag die mittlere Zeit von der Anlage des Shunts bis zum Verschluss der Dialysehunts aller 163 Patienten bei 63,76 Monaten. Getrennt nach Einfach-, Mehrfachstenosen und Verschlüssen lagen die mittleren Zeiten der Gesamtfunktionsdauer bei 64,25 Monaten, 64,51 Monaten und 30,16 Monaten. Dabei zeigt sich, dass sich die Gesamtfunktionsdauer der Stenosen kaum unterscheidet, allerdings haben die Verschlüsse eine deutlich kürzere Gesamtfunktionsdauer. Ein signifikanter Einfluss der Einfach-, Mehrfachstenosen und Verschlüsse auf die Gesamtfunktionsdauer konnte nicht nachgewiesen werden (Log Rang-Test, $p=0,166$).

Für die **postinterventionelle Gesamtfunktionsdauer** lag die mittlere Zeit von der ersten PTA bis zum Endpunkt für alle 163 Patienten bei 31,56 Monaten. Hier konnte ein signifikant unterschiedlicher Einfluss der Einfach- und Mehrfachstenosen gegenüber den Verschlüssen auf die postinterventionelle Gesamtfunktionsdauer nachgewiesen werden (Log Rang-Test, $p=0,001$).

Zwischen den 31,88 Monaten mittlere Funktionszeit für Einfachstenosen und 33,05 Monaten für Mehrfachstenosen besteht keine große Differenz.

Gegenüber den Verschlüssen besteht jedoch ein signifikanter Unterschied: Bei ihnen liegt die mittlere Funktionszeit bei 10,65 Monaten. Es ist hier jedoch stets die niedrige Fallzahl von fünf gewerteten Ereignissen bei neun Verschlüssen zu beachten. (Abbildung 8.)

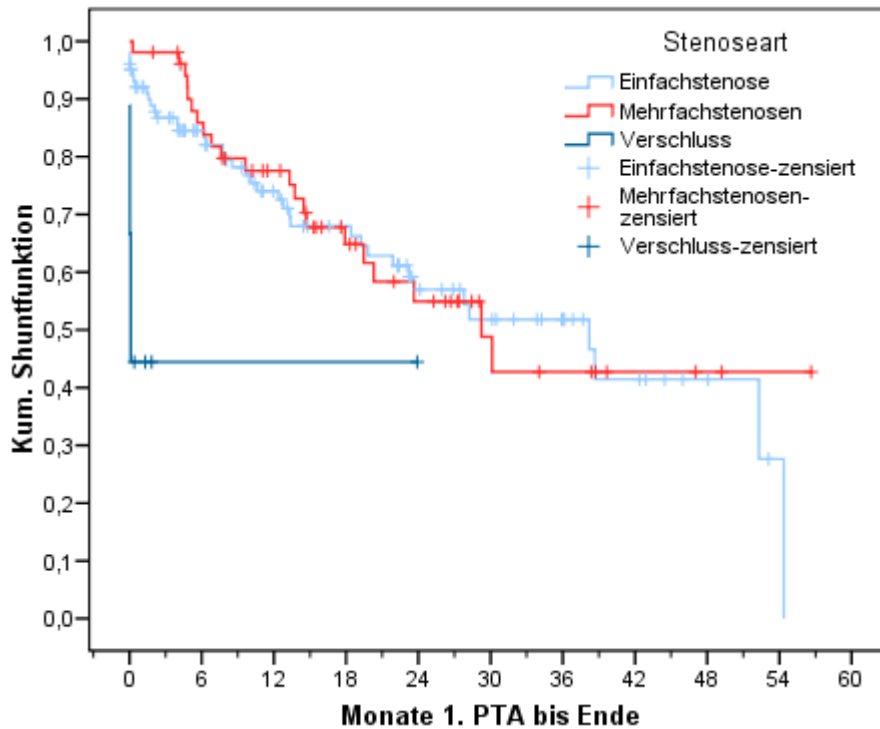


ABB 8.

VERGLEICH DER POSTINTERVENTIONELLEN GESAMTFUNKTIONSDAUER VON EINFACH-, MEHRFACHSTENOSEN UND VERSCHLÜSSEN IN MONATEN ($p=0,001$)

Die **Primärfunktionsdauer**, die mittlere Zeit von der Anlage bis zur ersten PTA, liegt für alle Patienten bei 15,98 Monaten. Werden die drei Gruppen wieder miteinander verglichen, so kann kein Unterschied nachgewiesen werden. Auffällig ist jedoch, dass die Verschlüsse mit 17,76 Monaten eine etwas längere mittlere Zeit der Primärfunktionsdauer haben als die Einfachstenosen mit 15,97 Monaten und die Mehrfachstenosen mit 15,72. Im Median, d.h. der Zeit, in der die Hälfte der Shunts bereits nicht mehr funktionstüchtig waren, sind die Unterschiede noch deutlicher: Hier konnten 19,53 Monate für die Verschlüsse sowie 6,78 bzw. 8,93 Monate für Einfach- bzw. Mehrfachstenosen festgestellt werden.

Die **1. postinterventionelle Funktionsdauer**, d.h. die Zeit von der ersten bis zur zweiten PTA, konnte für 74 Patienten berechnet werden. Dort liegt die mittlere Funktionszeit bei 6,78 Monaten. Für die **2. postinterventionelle Funktionsdauer** konnten 39 Patienten untersucht werden. Die mittlere Funktionszeit liegt bei 7,36 Monaten.

<i>Zeitraum in Monaten</i>	<i>N</i>	<i>Mittelwert</i>	<i>Median</i>
Gesamtfunktionsdauer (Anlage bis Ende)	163	32,13	25,83
Primärfunktionsdauer Anlage bis 1.PTA	163	15,98	7,7
postintv. Gesamtfunktionsdauer (1.PTA bis Ende)	163	16,14	12,63
1.PTA bis 2.PTA	74	6,78	3,93
2.PTA bis 3.PTA	39	7,36	4,43
3.PTA bis 4.PTA	18	4,53	3,22
4.PTA bis 5. PTA	12	6,28	5,85

Tabelle 4.

Mittelwert und Median der Gesamtfunktionsdauer, Primärfunktionsdauer, postinterventionellen Gesamtfunktionsdauer und der einzelnen postinterventionellen Funktionszeiten. (n= Anzahl der Patienten)

In Tabelle 5 werden noch weitere postinterventionelle Funktionszeiten dargestellt.

Zwischen den einzelnen postinterventionellen Funktionszeiten bei den Stenosen lassen sich wie aus Tabelle 5 ersichtlich keine großen Unterschiede feststellen. Bei den Verschlüssen zeigt sich jedoch die mittlere Funktionszeit zwischen 1. und 2. PTA deutlich kürzer als bei den Stenosen.

<i>Zeitraum in Monaten</i>	<i>Einfachstenosen</i>	<i>Mehrfachstenosen</i>	<i>Verschlüsse</i>
	Mittlerwerte		
Gesamtfunktionsdauer (Anlage bis Ende)	32,08	34,17	20,84
Primärfunktionsdauer Anlage bis 1.PTA	15,97	15,72	17,76
postintv. Gesamtfunktionsdauer (1.PTA bis Ende)	16,12	18,45	10,65
1.PTA bis 2.PTA	7,06	6,69	0,067
2.PTA bis 3.PTA	4,60	9,29	
3.PTA bis 4.PTA	5,69	3,6	
4.PTA bis 5. PTA	5,53	7,03	

Tabelle 5.

Mittelwert und Median der Gesamtfunktionsdauer, Primärfunktionsdauer, postinterventionellen Gesamtfunktionsdauer und der einzelnen postinterventionellen Funktionszeiten. Getrennt nach Einfach-, Mehrfachstenosen, und Verschlüssen.

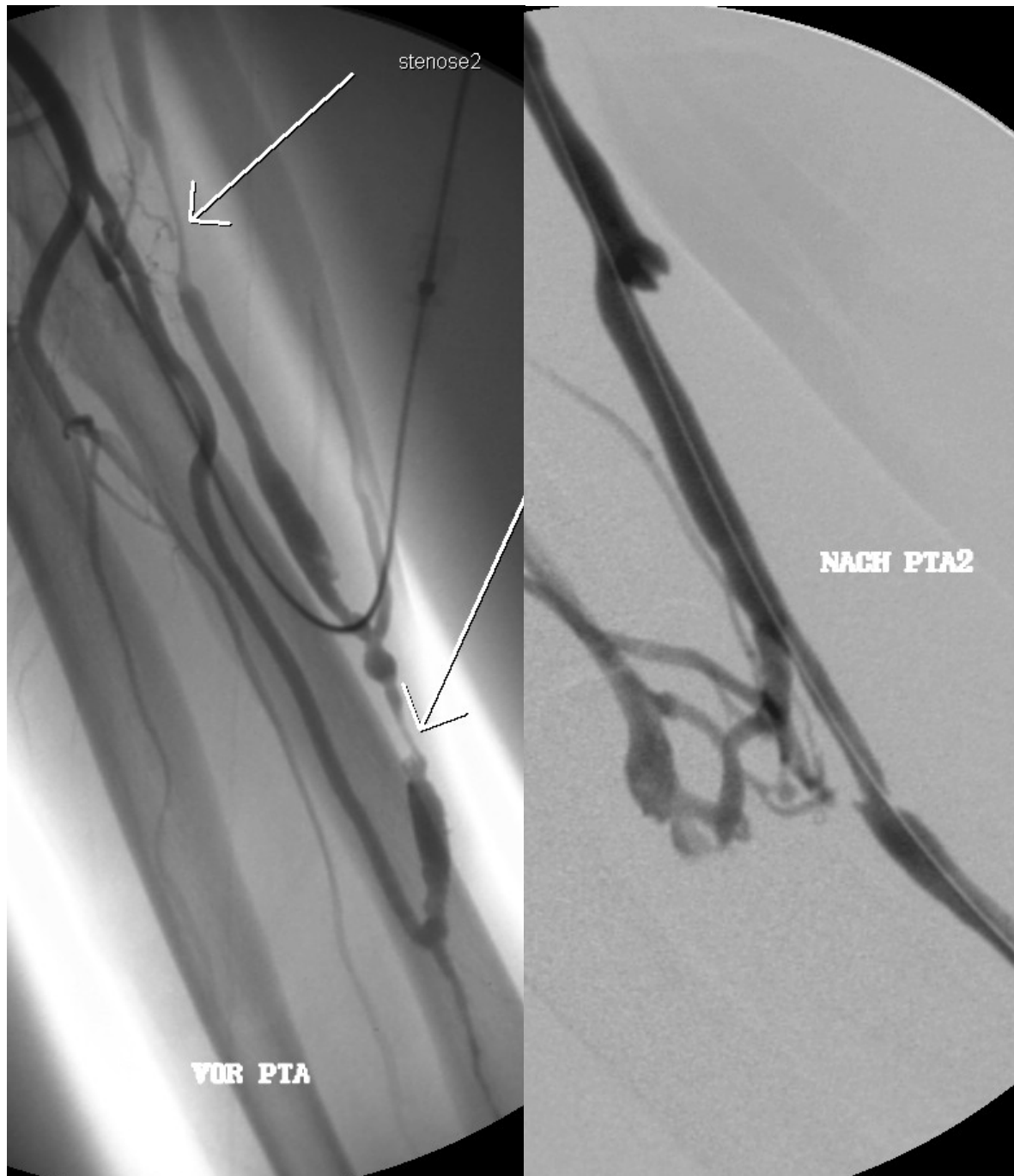


ABB 9.

LINKS: VOR PTA EINER LÄNGERSTRECKIGEN, HÖCHSTGRADIGEN, VENÖSEN STENOSE CA. 3CM PROXIMAL DES ANASTOMOSENBEREICHES SOWIE EINER LÄNGERSTRECKIGEN, HÖCHSTGRADIGEN STENOSE ETWAS DISTAL DER ELLENBEUGE. RECHTS: NACH PTA DER STENOSE IM ELLENBOGEN-BEREICH GERINGGRADIGE RESTSTENOSE.

4.4. Einflussfaktoren

4.4.1. Einfluss Erstanlage/Neuanlage

Im Zuge der Untersuchung wurde überprüft, ob die **Funktionszeiten** davon beeinflusst werden, ob der erste Punkt der Datenerhebung eine Erstanlage war oder ob es bereits eine Neuanlage im Sinne einer Shunt-Proximalisierung und Neuanastomosierung gab. Hierbei zeigte sich für die **Primärfunktionsdauer**, dass bei den 131 Patienten, deren erste PTA folgend auf eine Erstanlage durchgeführt wurde, die mittlere Zeit bei 17,16 Monaten lag. Wurde der Shunt bereits revidiert bevor die erste PTA durchgeführt werden musste, lag die mittlere Zeit bei 11,17 Monaten. Es ließ sich jedoch kein signifikanter Unterschied in der Funktionsdauer zwischen primären Erstanlagen und Neuanlagen nachweisen (U-Test).

Werden die Gruppen nach Einfach- und Mehrfachstenosen unterteilt, zeigt sich in der mittleren Funktionszeit bei den Einfachstenosen zwar ein Unterschied von 17,86 Monaten bei der Erstanlage und 8,18 Monaten bei den Neuanlagen. Die Mediane liegen mit 6,78 für die Erstanlagen und 6,76 für die Neuanlagen jedoch sehr dicht beieinander.

Bei den Mehrfachstenosen liegt der Mittelwert für Erstanlagen bei 15,59 Monaten und für Neuanlagen bei 16,16 Monaten. Die Mediane sind auch hier mit 8,93 Monaten und 8,73 Monaten eng beieinander liegend. Ein signifikanter Unterschied ließ sich auch hier nicht nachweisen (U-Test).

Bei den Verschlüssen wurden vor den Interventionen keine Neuanlagen durchgeführt.

Betrachtet man die **Gesamtfunktionsdauer** und die **postinterventionelle Gesamtfunktionsdauer** nur für Einfachstenosen, ergeben sich hingegen deutliche Unterschiede. Von den 102 Patienten mit Einfachstenosen bestand bei 82 eine Erstanlage und bei 20 eine Neuanlage. Es zeigte sich, dass die mittlere Funktionszeit zwischen der Anlage und dem Ende der Shuntfunktion - die Gesamtfunktionsdauer - für die Patienten mit Erstanlage bei 72,11 Monaten und für Patienten mit Neuanlagen bei 31,90 Monaten lag. (Abbildung 10. links)

Bei der **postinterventionellen Gesamtfunktionsdauer** lag die mittlere Zeit zwischen erster PTA und Ende der Shuntfunktion mit 35,01 Monaten für die Erstanlagen signifikant über der Zeit zwischen erster PTA und Ende der Shuntfunktion bei Neuanlagen, welche im Mittel bei 18,71 Monaten lag (Log Rang-Test, $p=0,008$). (Abbildung 10. rechts)

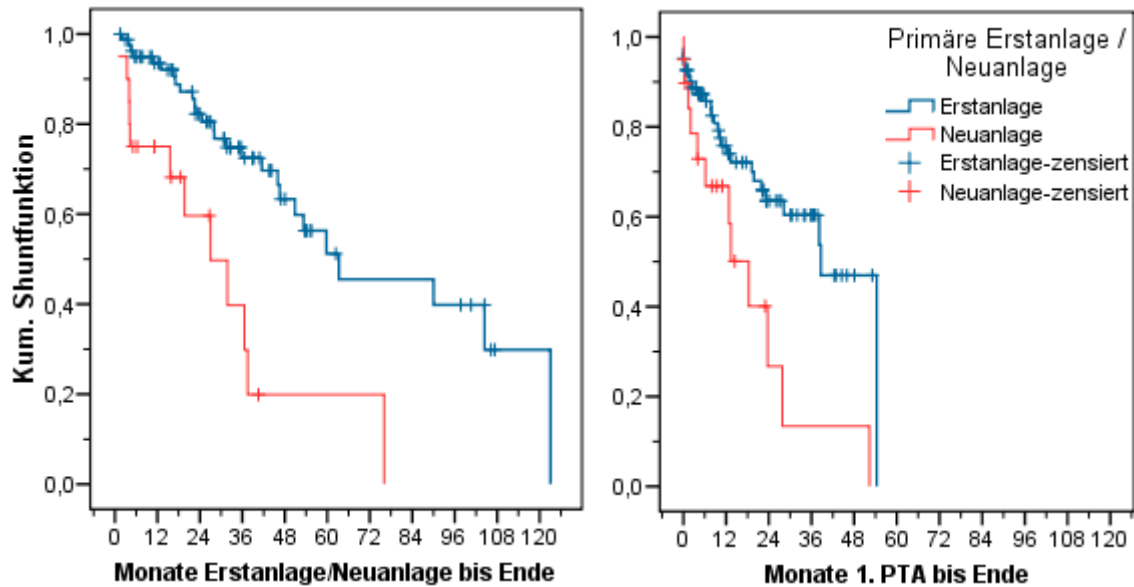


ABB 10.

LINKS: VERGLEICH GESAMTFUNKTIONSDAUER BEI ERSTANLAGEN UND NEUANLAGEN. RECHTS: VERGLEICH POSTINTERVENTIONELLE GESAMTFUNKTIONSDAUER BEI ERSTANLAGEN UND NEUANLAGEN

4.4.2. Einfluss Länge der Stenosen

Bei der Untersuchung, inwieweit die Länge der Stenosen einen Einfluss auf die Funktionszeiten hat, wurden nur die Einfachstenosen betrachtet. Untersucht wurden 40 kurzstreckige Stenosen und 62 langstreckige Stenosen.

Dabei konnte sowohl für die **Gesamtfunktionsdauer** (Tabelle 7.) als auch für die **postinterventionelle Gesamtfunktionsdauer** (Tabelle 6.) kein signifikanter Unterschied gefunden werden (Log Rang-Test).

Sieht man sich die einzelnen Zahlen an, lassen diese sowohl im Mittelwert als auch im Median keine bedeutsamen Unterschiede erkennen.

<i>Postinterventionelle Gesamtfunktionsdauer (p=0,886)</i>			
Stenosenlänge	N	Mittelwert .	Median
Kurzstreckig	40	30,44	38,66
Langstreckig	62	32,28	28,20

Tabelle 6.

Vergleich der Postinterventionellen Gesamtfunktionsdauer (Mittelwert und Median in Monaten) nach Stenosenlänge (kurzstreckige und langstreckige Stenosen). (N= Anzahl der Patienten)

Gesamtfunktionsdauer (p=0,681)			
Stenosenlänge	N	Mittelwert in Mon.	Median in Mon.
Kurzstreckig	40	67,69	59,77
Langstreckig	62	58,36	53,30

Tabelle 7.

Vergleich der Gesamtfunktionsdauer (Mittelwert und Median in Monaten) nach Stenosenlänge (kurzstreckige und langstreckige Stenosen). (N= Anzahl der Patienten)

4.4.3 Einfluss Lokalisation der Stenosen

Betrachtet man zunächst alle sechs Stenosenlokalisationen auf einen Blick, lassen sich keine eindeutigen Unterschiede bezüglich ihrer Gesamtfunktionsdauer und ihrer postinterventionellen Gesamtfunktionsdauer erkennen. Deshalb wurde die **postinterventionelle Gesamtfunktionsdauer** einzelner Stenosenlokalisationen miteinander verglichen.

Lokalisation	N Gesamt	N unzensi ert	Mittelwert Gesamt	Mittelwert (kurzstreckig)	Mittelwert (langstreckig)
Vene UA	58	24	30,83	27,90	31,82
Vene OA	12	7	16,83	10,60	18,35
Arterie	1	0	-	-	-
Anastomosenber.	15	4	41,37	40,58	40,86
Zentral	10	2	-	-	-
Goretex-Shunt	6	2	20,15	21,9	18,4

Tabelle 8.

Mittelwerte in Monaten der postinterventionellen Gesamtfunktionsdauer für alle Stenosen sowie kurzstreckige und langstreckige Stenosen in Abhängigkeit der Lokalisation. (N= Anzahl der Patienten, N unzensiert= Anzahl der gewerteten Patienten-Patienten, die das Endereignis erlebt haben)

Dabei zeigt sich bei den Stenosen des venösen Schenkels im Unterarmbereich eine mittlere Funktionsdauer von 30,83 Monaten zwischen erster PTA und Endpunkt. Bei den Stenosen im Oberarmbereich liegt die mittlere Funktionszeit bei 16,83 Monaten. Auch im Median, also in

der Zeit, in der die Hälfte der Shunts bereits nicht mehr funktionieren, zeigt sich ein Unterschied. Im Unterarmbereich liegt der Median bei 38,2 Monaten, im Oberarmbereich bei 12,8 Monaten. Somit scheinen die venösen Unterarmstenosen eine bessere Langzeitfunktionsdauer zu haben. Es ließ sich jedoch kein signifikanter Unterschied bezüglich der postinterventionellen Gesamtfunktionsdauer bei Stenosen im Oberarm- und Unterarmbereich nachweisen (Log-Rang-Test).

Beim Vergleich von venösen Stenosen im Unterarmbereich und Anastomosenstenosen zeigt sich bei Betrachtung der mittleren Funktionszeit ein leichter Unterschied mit 30,8 Monaten und 41,37 Monaten zugunsten der Stenosen im Anastomosenbereich. Wieder war jedoch kein signifikanter Einfluss nachweisbar (Log-Rang-Test).

Ein signifikanter Unterschied ergibt sich beim Vergleich von Stenosen im Oberarmbereich mit denen im Anastomosenbereich zugunsten des Anastomosenbereichs. Dort liegen die mittleren Funktionszeiten bei 16,83 zu 41,37 Monaten (Log Rang-Test, $p=0,042$). (Abbildung 11.)

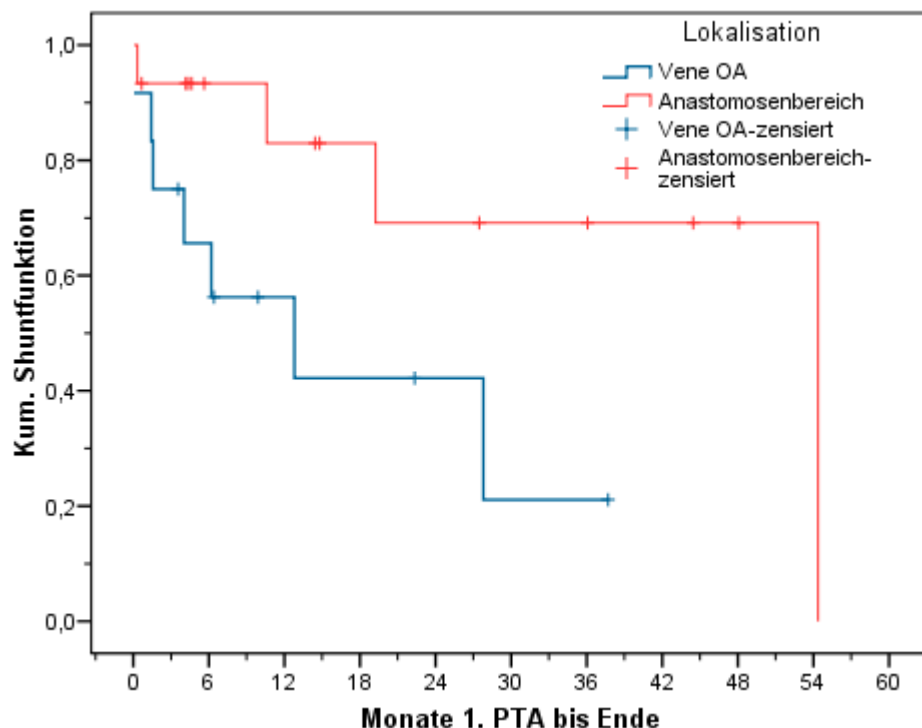


ABB 11.
VERGLEICH DER POSTINTERVENTIONELLE GESAMTFUNKTIONSDAUER BEI STENOSEN
LOKALISIERTE IM VENÖSEN SCHENKEL IM OA-BEREICH UND IM ANASTOMOSENBEREICH

Von den zehn zentralen Stenosen gingen nur zwei in die Wertung ein, da die anderen Patienten entweder verstorben sind oder das Ende der Funktionsdauer des Shuntes zum Ende der Datenerhebung noch nicht erreicht war.

Sieben der Patienten mit zentralen Stenosen sind verstorben. Die Funktionszeit nach der letzten PTA bis zum Tod der Patienten lag zwischen zwei und 232 Tagen d.h. im Mittelwert bei 3,2 Monaten. Bei einem Patienten war das Ende der Funktionsdauer des Shuntes zum Ende der Datenerhebung noch nicht erreicht. Er konnte noch für 23,5 Monate nach der letzten PTA suffizient dialysiert werden.

Vergleicht man die Funktionsdauer der gewerteten zentralen Stenosen mit den Unterarm- und Oberarmstenosen ergeben sich wiederum keine signifikanten Unterschiede.

Bei den Einfachstenosen lag nur eine Stenose im arteriellen Schenkel des Shunts. Dieser Patient ist sieben Monate nach der zweiten erfolgreichen PTA verstorben. Zwischen erster und zweiter PTA lagen 15,34 Monate. Somit konnte der Shunt für fast zwei Jahre für die Dialyse funktionstüchtig erhalten werden.

Zusätzlich wurde untersucht, ob sich bei den einzelnen Lokalisationen bezüglich der Stenosenlänge in der **postinterventionellen Gesamtfunktionsdauer** Unterschiede ergeben. Hier konnten aufgrund der geringen Fallzahlen nur venöse Stenosen an Ober- und Unterarm, Stenosen im Anastomosenbereich und Stenosen im Bereich eines Goretex-Shunts untersucht werden. Im Vergleich ergaben sich keine signifikanten Unterschiede in der postinterventionellen Gesamtfunktionsdauer (siehe Tabelle 8, S. 38).

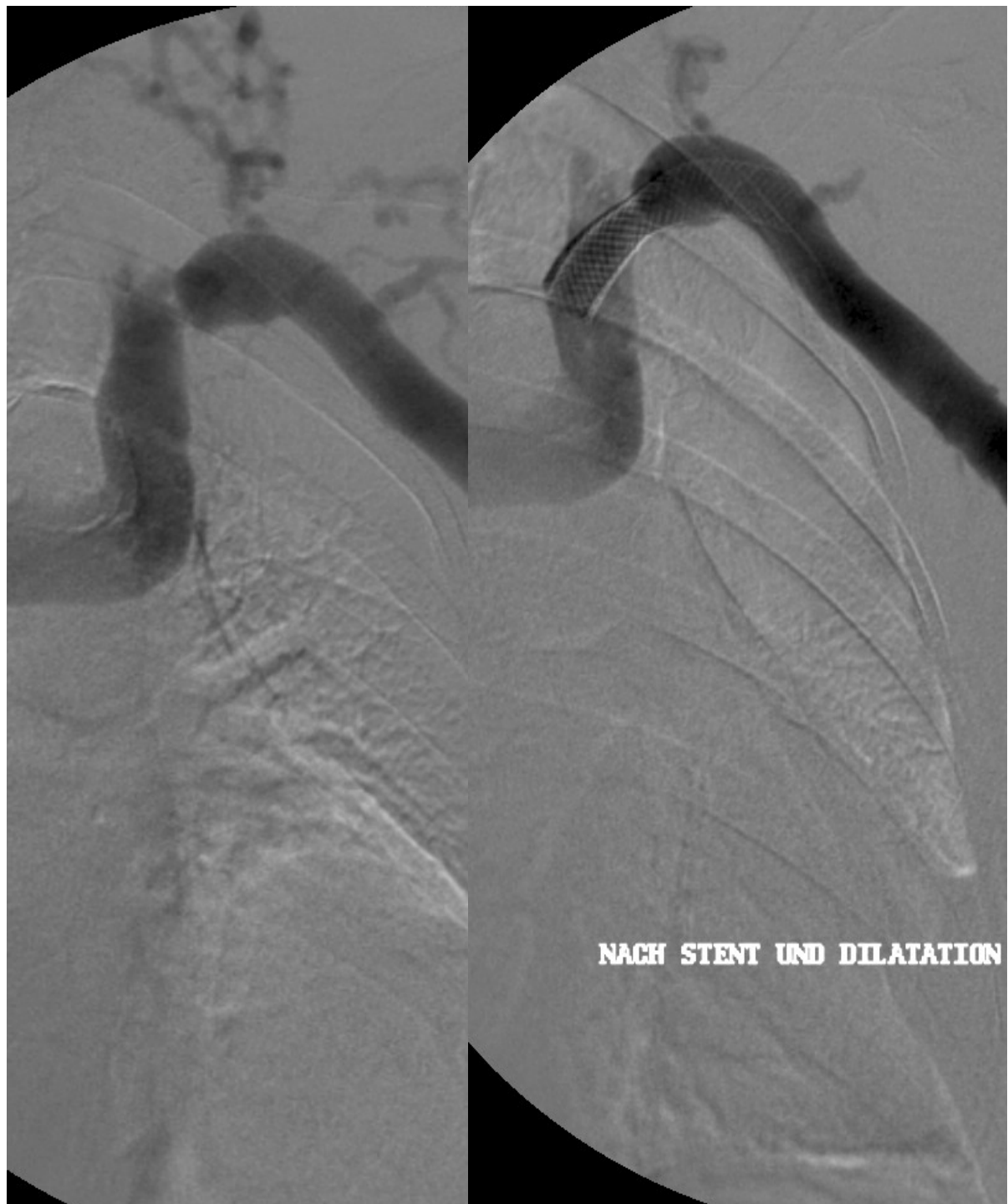


ABB12.

LINKS: VOR PTA EINER HÖCHSTGRADIGE, KURZSTRECKIGE STENOSE DER LINKEN V. SUBCLAVIA. RECHTS: NACH PTA UND STENTIMPLANTATION DEUTLICH VERBESSERTER ABSTROM



ABB 13.

LINKS: VOR PTA EINER LÄNGERSTRECKIGEN STENOSE IM ARTERIELLEN SCHENKEL, EINER KURZSTRECKIGEN VENÖSEN STENOSE DIREKT PROXIMAL DES ANASTOMOSENBEREICHES SOWIE EINER WEITER PROXIMAL LIEGENDEN LANGSTRECKIGEN VENÖSEN STENOSE EINES CIMINOSHUNTS. RECHTS: NACH PTA INSGESAMT KEINE HÖHERGRADIGE RESTSTENOSE.

4.5. Funktionszeit zwischen den einzelnen PTAs

Eine weitere wichtige Frage ist, wie viel Zeit durch eine radiologische Intervention überbrückt werden kann bzw. wie viel Zeit zwischen den einzelnen PTAs liegt.

Dabei zeigte sich bei allen 163 Patienten, dass die mittlere Funktionszeit zwischen den einzelnen PTAs bis zum Zeitpunkt, an dem der Shunt aufgegeben oder revidiert werden musste, im Mittelwert bei 21,32 Monaten liegt.

In diesem Zusammenhang wurde auch untersucht, welchen Einfluss die Lokalisation der Stenose auf die mittlere Funktionszeit zwischen den einzelnen PTAs hat. Dabei zeigte sich, dass die Stenosen in den Shuntvenen im Unterarmbereich verglichen mit Stenosen im Oberarmbereich und im Anastomosenbereich mit 22,25 Monaten die kürzeste mittlere Funktionszeit haben. Bei den Stenosen im Oberarm sind es 27,58 Monate, bei den Stenosen im Anastomosenbereich 30,31 Monate. Auch im Median zeigt sich bei den Unterarmstenosen die kürzeste Funktionszeit, die Venen im Oberarmbereich und im Anastomosenbereich unterscheiden sich kaum. Der ermittelte Unterschied ließ sich aber nicht als statistisch signifikant nachweisen (Kruskal-Wallis-Test, $p=0,534$).

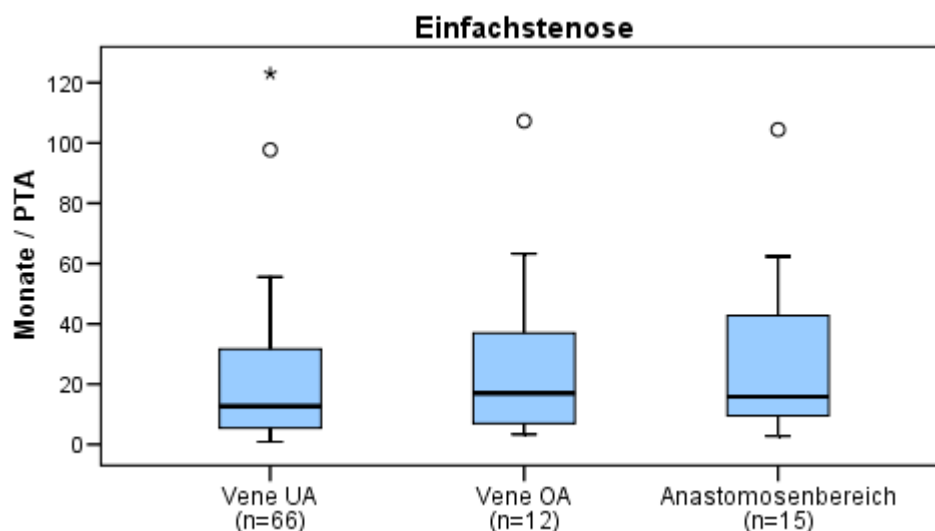


ABB 14.

VERGLEICH DER MITTLEREN FUNKTIONSZEIT ZWISCHEN DEN EINZELNEN PTAs BEI EINFACHSTENOSEN LOKALISIERT IM VENÖSEN SCHENKEL UA-BEREICH, OA-BEREICH UND IM ANASTOMOSENBEREICH.

<i>Lokalisation</i>	<i>N</i>	<i>Mittelwert</i>	<i>Median</i>
Vene UA	66	22,25	12,72
Vene OA	12	27,58	16,98
Anastomosensbereich	15	30,31	15,87
Vene UA kurzstr.	17	27,14	23,93
Vene UA langstr.	41	20,50	11,83

Tabelle 9.

Mittelwert und Median (in Monaten) der Funktionszeit zwischen den einzelnen PTAs getrennt nach Länge und Lokalisation der Stenosen. (N= Anzahl der Patienten, UA= Unterarm, OA= Oberarm)

Des Weiteren wurde untersucht, ob bei venösen Stenosen im Unterarmbereich ein signifikanter Unterschied hinsichtlich der durchschnittlichen Zeit zwischen den einzelnen PTAs für kurzstreckige und langstreckige Stenosen besteht. Auch hier konnte statistisch keine Aussage bezüglich eines signifikanten Unterschiedes gemacht werden (T-Test für unabhängige Stichproben, $p=0,321$). Vergleicht man die mittleren Funktionszeiten pro PTA, so liegt der Durchschnitt bei den kurzstreckigen Stenosen bei 27,14 Monaten und bei den langstreckigen bei 20,5 Monaten. Die mediane durchschnittliche Funktionsdauer je PTA liegt bei den kurzstreckigen Stenosen bei 23,93 Monaten, bei den langstreckigen bei 11,83 Monaten.

Ein signifikanter Unterschied (U-Test, $p=0,007$) konnte bei der Betrachtung der mittleren Funktionsdauer zwischen den einzelnen PTAs ermittelt werden, wenn man diese nach Erstanlagen und Neuanlage unterteilt. Hier liegt die mittlere Funktionszeit bei 23,45 Monaten für Erstanlagen und nur bei 12,59 Monaten für Neuanlagen. Somit haben die Shunts, die nach ihrer Erstanlage revidiert werden mussten, eine um ca. die Hälfte kürzere mittlere Funktionszeit zwischen den einzelnen PTAs als die, die nicht revidiert wurden.

Betrachtet man hier nun wieder die mittlere Funktionszeit getrennt nach der Stenoseart, zeigen sich bei den Mehrfachstenosen keine signifikanten Unterschiede (U-Test). Bei den Verschlüssen gab es wie bereits oben erwähnt keine Neuanlagen.

Für die Einfachstenosen ist der Unterschied signifikant (U-Test, $p=0,002$). Hier beträgt die mittlere Funktionszeit bei den Erstanlagen 27,13 Monate, bei den Neuanlagen nur 10,33 Monate.

Auch im Median zeigt sich der Unterschied mit 20,68 Monaten für die Erstanlagen und 6,9 Monaten für die Neuanlagen.

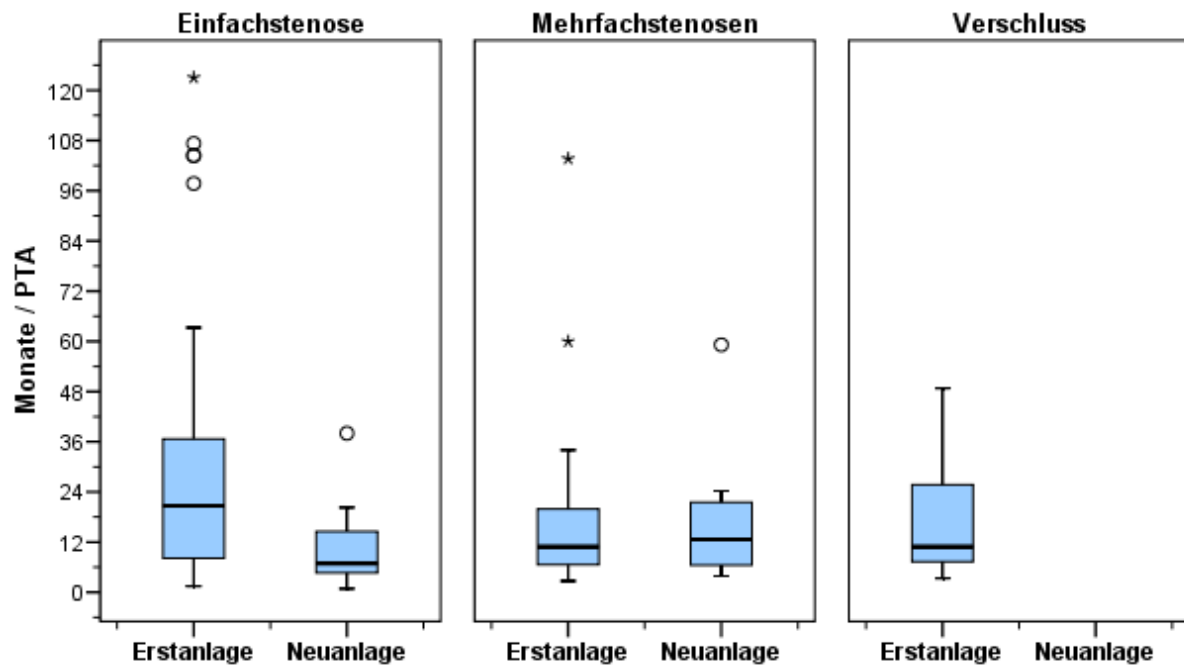


ABB 15.

VERGLEICH DER MITTLEREN FUNKTIONSZEIT ZWISCHEN DEN EINZELNEN PTAS BEI ERSTANLAGEN UND NEUANLAGEN, GETRENNT NACH EINFACH-, MEHRFACHSTENOSEN UND VERSCHLÜSSEN



ABB 16.

LINKS: VOR PTA EINER KURZSTRECKIGEN, HÖHERGRADIGEN STENOSE IM ANASTOMOSENBEREICH EINES CIMINO-SHUNTS. RECHTS: NACH PTA KEINE SIGNIFIKANTE RESTSTENOSEN

4.6. Gesamtfunktionsdauer getrennt nach Anzahl der PTAs

Betrachtet man bei allen 163 Patienten die Anzahl der PTAs während ihrer **Gesamtfunktionsdauer**, so zeigt sich, dass bei 89 Patienten nur eine PTA erfolgte, bei 36 zwei PTAs, bei 18 drei PTAs und bei 20 Patienten mehr als drei PTAs. Hier ließ sich ein signifikanter Unterschied in Bezug auf die Gesamtfunktionsdauer nachweisen (Log Rang-Test, $p=0,031$). Betrachtet man die Mittelwerte, zeigt sich, dass die mittleren Gesamtfunktionszeiten immer länger werden. In der Graphik sieht man einen fast parallelen Abfall der einzelnen Kurven, welche die Anzahl der PTAs beschreiben, mit einem deutlichen Unterschied zwischen den Patienten mit nur einer PTA und denen mit mehr als drei PTAs.

<i>Anzahl der PTAs</i>	<i>Gesamtzahl</i>	<i>Mittelwert</i>
1	89	26,16
2	36	32,17
3	18	34,59
>3	20	40,28
Gesamt	163	31,56

Tabelle 10.

Mittelwert (in Monaten) der Gesamtfunktionsdauer in Abhängigkeit von der Anzahl der durchgeführten PTAs im Zeitraum von der Erstanlage bis zum Endereignis. (Gesamtzahl entspricht der Anzahl der Patienten)

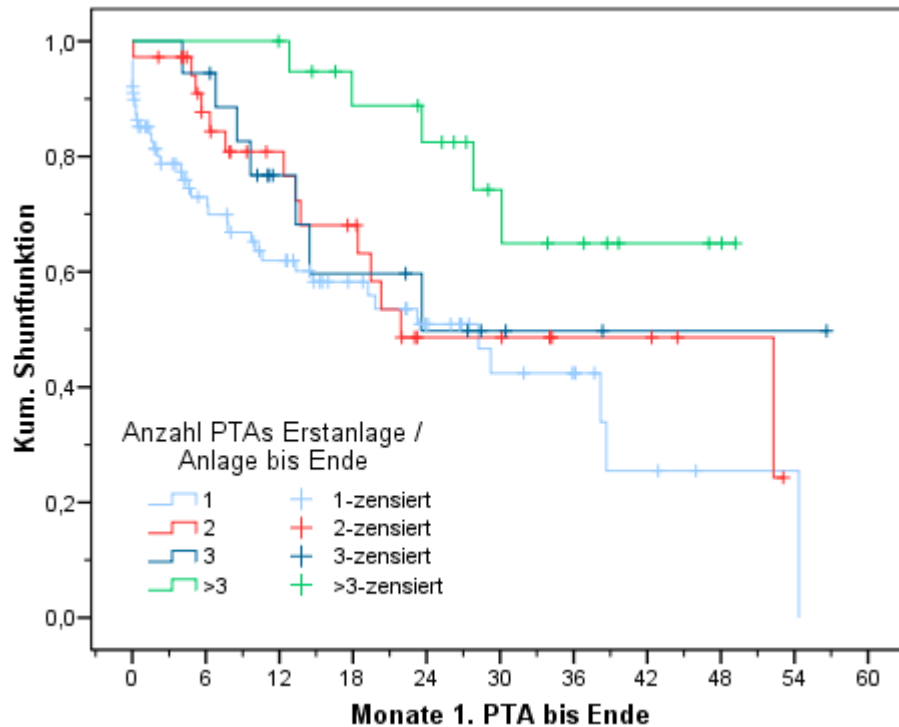


ABB 17.

GESAMTFUNKTIONSDAUER NACH ANZAHL DER DURCHFÜHRTEN PTAS VOM ZEITPUNKT DER ANLAGE BIS ZUM ENDE DER SHUNTFUNKTION. VERGLEICH ZWISCHEN EINER PTA, ZWEI PTAS, DREI BZW. MEHR ALS DREI PTAS BEI ALLEN STENOSEN.

Bei den Einfachstenosen wurde bei 65 Patienten eine PTA während der Gesamtfunktionsdauer durchgeführt, bei 22 Patienten waren es zwei PTAs, bei sechs Patienten drei PTAs und bei insgesamt neun Patienten mehr als drei PTAs.

Ein Einfluss der Anzahl der durchgeführten PTAs pro Patient auf die Gesamtfunktionsdauer konnte bei den Einfachstenosen nicht nachgewiesen werden (Log Rang-Test, $p=0,146$). Betrachtet man jedoch die Graphik sowie die Mittelwerte, so zeigt sich, dass auch dort die Zeiten bei Patienten mit zwei PTAs (Mittelwert bei 40,816, Median bei 52,30) über denen mit einer PTA (Mittelwert 27,27, Median 13,12) liegen. Die anderen beiden Kurven der Patienten mit drei und mehr als drei PTAs überschneiden sich mehrmals, so dass ein statistischer Vergleich mittels Log-Rang-Test nicht interpretierbar ist.

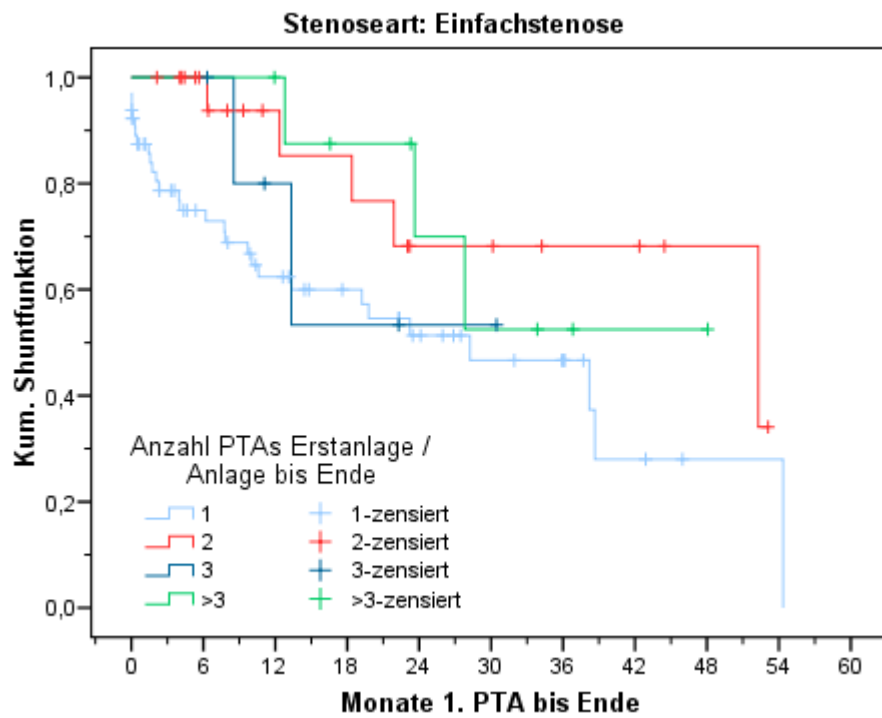


ABB 18.

GESAMTFUNKTIONSDAUER BEI EINFACHSTENOSEN NACH ANZAHL DER DURCHFÜHRTEN PTAS VOM ZEITPUNKT DER ANLAGE BIS ZUM ENDE DER SHUNTFUNKTION. VERGLEICH ZWISCHEN EINER PTA, ZWEI PTAS, DREI BZW. MEHR ALS DREI PTAS.

4.7. Einfluss jeder weiteren PTA auf das Eintreffen des Endereignisses

Daran anschließend sollte dargestellt werden, wie sich jede weitere PTA auf die **postinterventionelle Gesamtfunktionsdauer** in Bezug auf die Wahrscheinlichkeit auswirkt, mit der das Endereignis eintritt. Die Frage ist also, wie das Eintreten eines endgültigen Shuntverschlusses, der eine gefäßchirurgische Revision oder Neuanlage zur Folge hat, durch die Durchführung von radiologischen Interventionen aufgeschoben werden kann.

Es wurden zunächst alle Patienten bewertet. Mittels Cox Regression konnte ein signifikanter Einfluss der Anzahl aller PTAs, die an einem Shunt durchgeführt wurden, auf das Eintreten des Endereignisses nachgewiesen werden ($p=0,009$). Hierbei zeigte sich, dass das Risiko für das Eintreten eines Endereignisses pro durchgeführte PTA zunehmend sinkt, und zwar um 23%. Dies bedeutet, dass die Wahrscheinlichkeit, dass durch eine PTA eine weitere Zeiteinheit (hier Monate) ereignisfrei überstanden wird, zunehmend steigt. Somit scheint jede durchgeführte PTA die nächste postinterventionelle Funktionszeit zu verlängern. Bei der Betrachtung der Patienten mit Einfachstenosen konnte dieser Effekt jedoch nicht signifikant nachgewiesen werden (Cox Regression).

Zusätzlich wurde die gleiche Untersuchung für erfolgreiche PTAs durchgeführt.

Nach definierten Kriterien wurden hier PTAs als erfolgreich gewertet, die sowohl die vorgegebene Funktionszeit von sieben Tagen überschritten als auch einen Reststenosegrad von $\leq 30\%$ aufwiesen.

Hierbei zeigte sich ebenfalls ein signifikanter Einfluss der Anzahl der erfolgreich durchgeführten PTAs auf das Eintreten des Endereignisses (Cox Regression, $p<0,001$). Pro erfolgreich durchgeführte PTA sinkt das Risiko für das Eintreten des Endereignisses um 38%. Bei den Patienten mit Einfachstenosen zeigte sich ebenfalls ein signifikanter Einfluss der Anzahl der erfolgreich durchgeführten PTAs auf die Zeit bis zum Eintreten des Endereignisses (Cox Regression, $p=0,004$). Hier vermindert sich das Risiko für das Eintreten des Endereignisses mit jeder erfolgreich durchgeführten PTA um 44%.

4.8. Komplikationen

Bei den hier untersuchten Fällen traten viermal Dissektionen auf, wobei es einmal zu einem Shuntfrühverschluss kam, weshalb der Shunt nach drei Tagen revidiert werden musste. Dreimal konnten die Dissektion durch längere Ballondilatation behoben werden und hatte keine ausgeprägte Auswirkung auf die Shuntfunktionsdauer. Fünfmal traten Rupturen mit Paravasaten auf, woraufhin der Shunt sofort oder nach wenigen Stunden verschlossen war und revidiert werden musste. Bei einem Shunt kam es nur zu einer kleinen Ruptur ohne offensichtliche Auswirkung auf die Shuntfunktion. In einem einzigen Fall trat ein Frühverschluss auf, der laut Bericht in Folge eines zu langen manuellen Abdrückens entstanden war.

Die einzige sehr schwere Komplikation trat bei einer Stent-Implantation in die V. subclavia auf, bei welcher der Stent ins Herz abgeschwommen war und die Patientin notfallmäßig per Hubschrauber in die Uniklinik nach Tübingen verlegt wurde. Operativ konnte der Stent aus dem Herz entfernt werden. Einige Wochen später wurde die Stenose der V. subclavia erneut dilatiert ohne erneute Implantation eines Stents.

Die in anderen Studien beschriebenen Komplikationen wie Shuntinfektionen, größere Pseudoaneurysmata, periphere arterielle Embolien oder Lungenembolien traten bei den hier gewerteten Shuntinterventionen nicht auf.

Des Weiteren ist kein Patient als Folge einer Shuntintervention oder während einer Shuntintervention verstorben.

Von den elf oben beschriebenen Vorfällen sind nur sieben als schwerwiegende Komplikation zu werten, da sie frühzeitig gefäßchirurgisch versorgt werden mussten. Somit kann man bei 334 PTAs von einer Komplikationsrate von 2,1 % ausgehen.

5. Diskussion

In der vorliegenden retrospektiven Studie wurden, die Behandlungserfolge und Funktionszeiten nach perkutanen transluminalen Angioplastien untersucht sowie deren Abhängigkeit von bestimmten Einflussfaktoren erfasst.

In den achtziger Jahren erschienen erste Studien über die Erfolgsquoten von perkutan interventionellen Eingriffen an Hämodialysehunts (Gordon et al 1982, Glanz et al.1984, Gmelin 1986). Mit Primär-Erfolgsquoten zwischen 70% und 94% zeigten diese Studien, dass Patienten mit insuffizienten Hämodialysehunts durch PTAs erfolgreich behandelt werden können. In den darauf folgenden Jahren wurden weitere Studien durchgeführt, die sich zum einen mit der Erfassung von Langzeitergebnissen bei radiologischen und operativen Interventionen an Shunts beschäftigten (Brooks et al. 1987, Dapunt et al 1987, Glanz et al. 1987) und zum anderen PTFE-Prothesen-Shunts und Cimino-Shunts sowie stenosierte und verschlossene Shunts getrennt betrachteten (Gmelin et al. 1986, Trerotola et al. 1994).

Es konnte gezeigt werden, dass bezüglich der Ergebnisse zwischen operativ-chirurgisch und perkutan-radiologisch behandelten Dialysehunts keine Unterschiede bestanden. Rinast et al. belegten 1997, dass zwischen radiologischen und operativen Eingriffen bezüglich der postinterventionellen Funktionszeit sowohl für Cimino- und PTFE-Shunts als auch für stenosierte oder verschlossene Shunts keine signifikanten Unterschiede bestehen. Die kürzeste postinterventionelle Funktionszeit bei beiden Therapieverfahren trat bei verschlossenen PTFE-Shunts auf. Die längste Funktionsdauer zeigte sich bei stenosierten Cimino-Shunts (Rinast et al. 1997).

Erfolgsraten

Frühere Ergebnisse ließen in Bezug auf Erfolgsraten und Langzeitergebnisse häufig keine präzisen Vergleiche der unterschiedlichen Studien zu. Einige Studien beschränkten sich nur auf PTFE-Shunts, andere nur auf stenosierte oder verschlossene Shunts. In anderen Untersuchungen wurden diese Unterschiede wiederum nicht getrennt betrachtet. Des Weiteren wurden unterschiedliche Therapiemöglichkeiten, beispielsweise die alleinige PTA oder die Durchführung einer lokoregionalen Lysetherapie bei verschlossenen Shunts, angewendet. Auch bei der Definition von Erfolgskriterien und Funktionszeiten sowie deren statistischer Auswertung gab es deutliche Unterschiede.

In den letzten Jahren entwickelten sich zunehmend standardisierte Definitionskriterien für

Erfolgsraten und Funktionszeiten bei radiologisch interventionell behandelten Dialyseshunt (Gray et al. 2003).

Neben der Trennung von arterio-venösen Fisteln und PTFE-Shunts wurde in letzter Zeit in einzelnen Studien auch zwischen Lokalisation der Stenosen sowie Länge und Anzahl der Stenosen unterschieden.

In der vorliegenden Studie zeigte sich eine klinische Erfolgsrate von 93,1% und eine technische Erfolgsrate von 73,1%. Das Gesamtergebnis für technisch und/oder klinisch erfolgreich durchgeführte Interventionen liegt bei 68%. Bei den Einfachstenosen wurde die erste PTA in 71,6% erfolgreich durchgeführt, bei Mehrfachstenosen in 73,1% der Fälle. Bei verschlossenen bzw. thrombosierte Shunts gelang nur in 44,4% der Fälle eine erfolgreiche PTA. Somit konnten weniger als die Hälfte der verschlossenen Dialyseshunts erfolgreich rekanalisiert werden.

Bei den PTFE-Shunts beträgt die Gesamt-Erfolgsrate 52%. Auch hier zeigt sich eine eindeutige Differenz zwischen technischer und klinischer Erfolgsrate mit 56% und 96%.

Signifikante Unterschiede bezüglich der Erfolgsraten zwischen Einfach- und Mehrfachstenosen bestehen nicht.

In Studien zwischen 1994 und 1999 mit kleinen Fallzahlen (9-32 Shunts) werden technische Erfolgsraten nach perkutanen Interventionen an Cimino-Shunts zwischen 83% und 100% sowie klinische Erfolgsraten zwischen 75% und 100% beschrieben (Vorwerk et al. 1994, Safa et al. 1996, Overbosch et al. 1996, Lay et al. 1998, Zaleski et al. 1999).

Andere kürzlich durchgeführte Studien zwischen 1997 und 2004 beschreiben Erfolgsraten zwischen 75% und 100% für stenosierte Shunts und zwischen 71,8% und 93% für verschlossene Shunts.

In Tabelle 12 sind die einzelnen Studien der verschiedenen Autoren aufgelistet und technische und klinische Erfolgsraten vermerkt.

<i>Autor</i>	<i>Jahr</i>	<i>Shuntart/Lokalisation</i>	<i>Klin. Erfolg</i>	<i>Techn. Erfolg</i>	<i>Gesamt</i>
Rinast et al	1997	Cimino+PTFE, ST+V		95%	
Turmel-Rodrigues et al.	2000	AV-Fistel, PTFE, ST + V			98%
Manninen et al.	2001	AV-Fistel, ST+V	92%	92% bzw 76%	
Liang et al.	2002	AV-Shunt V	90%	93%	
Clark et al	2002	AV-Shunt, ST+V	93%	75%	75%
Dheeraj et al	2003	AV-Shunt, ST	98%	76%	
Dheeraj et al	2004	AV-Shunt, ST	98%	89%	
Eigene	2007	AV-Shunt+PTFE, ST+V	93%	73%	68%
		AV-Shunt			71%
		PTFE	96%	56%	52%

Tabelle 11.

Übersicht der Vergleichsstudien: Klinische und technische Erfolgsraten nach perkutanen transluminalen Angioplastien (AV-Fistel= arterio-venöse Fistel, ST= Stenosen, V= Verschlüsse)

Auch bei den Ergebnissen der aufgelisteten Studien zeigt sich der doch erhebliche Unterschied zwischen klinischer und technischer Erfolgsrate. Bei Dheeraj, Clark und Manninen sind die Ergebnisse mit denen dieser Studie vergleichbar. Berücksichtigt werden muss, dass bei Manninen zusätzlich zu klinischer und technischer Erfolgsrate eine anatomische Erfolgsrate angegeben wurde. Diese entspricht der üblichen Definition einer technischen Erfolgsrate mit einer Reststenose <30%. Die klinische Erfolgsrate wurde ebenfalls durch die Möglichkeit der Durchführung einer postinterventionellen Dialysesitzung definiert und zusätzlich durch Verbesserung der Flussrate während der Dialyse (>250ml/min). Als technisch erfolgreich gewertet wurden Interventionen mit einer Reststenose unter 50% und einer Verbesserung der Flussrate. Die anatomische Erfolgsrate entsprechend der technischen lag in Manninens Studie bei 76%, die zusätzlich als technisch erfolgreich definierte Erfolgsrate bei 92% (Manninen et al, 2001). Laut Clark, in dessen Studie der Unterschied ähnlich imponiert, könnte die Ursache in einer nicht ausreichend aggressiven Dilatation bei den Stenosen liegen oder daran, dass die empfohlenen Definitionskriterien, die hauptsächlich für PTFE-Prothesen entwickelt wurden, nicht auf autogene arterio-venöse Fisteln anwendbar sind. Zudem konnte gezeigt werden, dass sich bezüglich der Langzeitfunktionsdauer keine Unterschiede zwischen Shunts mit Reststenosen >30% und

<30% zeigten (Clark et al. 2002).

In der vorliegenden Studie zeigt sich der deutliche Unterschied zwischen technischer und klinischer Erfolgsrate auch bei PTFE-Shunts. Bei Rinast wurde die Intervention im Falle einer Reduktion des Stenosegrades um mindestens 50% sowie einer Rückbildung evtl. vorhandener Kollateralen als erfolgreich gewertet. Dort zeigten sich mit einer Erfolgsquote von 94,9% bei Stenosen in Cimino-Shunts und 96,6% bei PTFE-Shunts keine Unterschiede. Bei den Verschlüssen liegt die Erfolgsrate mit 78,2% bei den PTFE-Shunts sogar über der Erfolgsrate bei verschlossenen Cimino-Shunts mit 71,8% (Rinast et al. 1997).

Die Tatsache, dass bei nur 12 Interventionen in der hier vorliegenden Studie sowohl klinisch als auch technisch das Kriterium für einen Misserfolg vorlag, zeigt, dass die beiden Erfolgskriterien nicht miteinander korrelieren. Hier sind sicher andere Kriterien, welche mit dem klinischen Erfolg korrelieren, von entscheidender Bedeutung. Dies zeigen auch die Ergebnisse von Manninen. Dort korreliert das Erfolgsergebnis, in welchem eine weniger ausgeprägte Stenosereduktion und eine bessere Flussrate verlangt wird, deutlich besser mit dem klinischen Ergebnis.

Nach einer 2003 im Journal of Vascular Interventionell Radiology veröffentlichten Empfehlung für standardisierte Untersuchungen bei perkutanen Interventionen an Dialyseshunts soll z.B. der hämodynamische Erfolg Bedeutung haben, wobei hierzu noch keine einheitlich akzeptierten Kriterien vorliegen. Zum einen sollen Rücklaufdrücke, zum anderen Durchflussvolumina während der Dialyse nach der radiologischen Intervention berücksichtigt werden. Des Weiteren sollen bei der klinischen Erfolgsrate zusätzlich postinterventionelle Ultraschall-Untersuchungen und die Reduktion der Rezirkulationsvolumina eine entscheidende Rolle spielen.

Auch verfahrenstechnische Erfolgskriterien, die sich aus anatomischem bzw. technischem Erfolg (Reststenose <30%) und mindestens einem Indikator für hämodynamischen oder klinischen Erfolg zusammensetzen, werden für die Bestimmung der Erfolgsraten empfohlen.

Funktionszeiten

Bei 163 Patienten konnte durch die Durchführung von perkutan transluminalen Angioplastien die Funktionszeit im Schnitt für 16 Monate, also für über ein Jahr und drei Monate, erhalten werden. Bei verschlossenen Dialyseshunts gelang dies für über zehn Monate. Diese Zeiten entsprechen immerhin in etwa der Hälfte der Zeit der Gesamtfunktionsdauer, d.h. der Zeit

zwischen Erstanlage und Shuntaufgabe oder erster chirurgischer Revision.

Es fand sich eine signifikant kürzere postinterventionelle Gesamtfunktionsdauer bei Shunt-Verschlüssen im Vergleich zu Stenosen. Gleiches zeigte sich für die 1. postinterventionelle Funktionsdauer. Zwischen Einfach- und Mehrfachstenosen konnte kein signifikanter Unterschied gefunden werden. Somit scheinen Shunts mit Mehrfachstenosen bei perkutanen Dilatationen ebenso gut abzuschneiden wie Shunts mit nur einer Stenose.

Auffällig bei den Ergebnissen war eine tendenziell längere Primärfunktionsdauer bei Verschlüssen als bei Stenosen, jedoch ohne statistische Signifikanz bei einer sehr geringen Fallzahl. Sollte hier wirklich ein Unterschied bestehen, könnte man vermuten, dass die Verschlüsse durch bereits bestehende Stenosen verursacht wurden und erst durch den Shuntverschluss auffielen. Ob es sich bei den Verschlüssen um unausgereifte Shunts handelte, die noch nie zur Hämodialyse benutzt wurden und erst später bei Routineuntersuchungen als Shuntverschluss diagnostiziert wurden, konnte nahezu ausgeschlossen werden.

Die mittlere Gesamtfunktionsdauer der Shunts, der hier untersuchten Patienten, beträgt 2,7 Jahre. Zum Vergleich: Bei Rinast lag diese bei 5,9 Jahren. In dessen Studie wurden allerdings chirurgische Thrombektomien und operative Revisionen einschließlich Neuanastomosierungen in die Gesamtfunktionsdauer einberechnet (Rinast et al., 1997).

In der vorliegenden Studie wurden die Funktionszeiten in Mittelwerten und in Medianen (Zeit, in der die Hälfte der Shunts insuffizient wurde) angegeben. Im Zuge der Vergleichbarkeit mit anderen Studien wurden die Zeiten in Prozentzahl der Shunts umgerechnet, die nach 1, 2, 6, 12 und 24 Monaten noch funktionstüchtig waren bzw. noch keine erneute Intervention erfahren haben. Hier können jedoch nur Studien zum Vergleich herangezogen werden, die ebenfalls eine life-table-Analyse nach Kaplan-Meier durchgeführt haben.

Die folgende Tabelle 12 soll eine Übersicht über die Ergebnisse von radiologischen Vergleichsstudien geben. Auch einige Ergebnisse über Funktionszeiten nach chirurgischen Interventionen werden zum Vergleich aufgeführt.

Autor	Jahr	Anzahl	Pathologie	Shuntart	2 (3) Monate		6 Monate		1 Jahr		2 Jahr		3 Jahr
					pGF	1.pF	pGF	1.pF	pGF	1.pF	pGF	1.pF	pGF
Marston et al	1997	59	V	AVS			11%		9%				
Rinast et al.	1997	33	S	C	85%		55%		48%		38%		38%
		28	V	C	43%		35%		31%		23%		0
Turmel-Rodr. et al	2000	283	V+S	AVS		(89%)		52%	68%	32%		12%	57%
Manninen et al	2001	53	V+S	C			88%	58%	82%	44%	77%	40%	77%
Clark et al.	2002	53	S	AVS	(90%)	(84%)	82%	55%	82%			26%	
		12	V	AVS	80%		67%		44%				
Liang et al.	2002	42	V	AVS			80%	81%	63%	84%	80%	70%	
V.d.Linden et al.	2002	89	S	AVS		92%		50%					
Dheerj et al.	2004	94	S		91%	88%	88%	75%	86%	62%			
Eigene		102	S	AVS	82%	84%	67%	24%	49%	14%	26%	5%	14%
		9	V	AVS	11%								
Chirurgische Therapieverfahren													
Metha et al	1991		S	AVS					50%		38%		29%
Hodge et al	1997	29	S	AVS					46%	43%			
Marston et	1997	56	V	AVS			36%		25%				
Rinast et al	1997	7	S	AVS	57%		34%		29%				

Tabelle 12.

1. postinterventionelle Funktionsdauer (1.pF) und postinterventionelle Gesamtfunktionsdauer(pGF) nach radiologischen und chirurgischen Eingriffen an Hämodialyseshuntis in chronologischer Reihenfolge. Aufgeführt als Rate der funktionstüchtigen Shunts nach 2 (bzw.3), 6, 12, 24, und 36 Monaten. (S= Stenose, V= Verschluss)

Insgesamt fällt auf, dass die Ergebnisse untereinander zum Teil stark variieren. Einer der Gründe könnten die unterschiedlichen Behandlungsverfahren, wie z.B. der verstärkte Einsatz von Lysetherapien und Aspirationsembolektomien bei thrombosierten Shunts oder die Stentimplantation und die endovaskuläre Brachytherapie bei Stenosen, sein (Turmel-Rodriguez et al., 2000, Manninen et al. 2001).

Die Funktionszeiten dieser Studie liegen in den ersten 12 Monaten im Bereich der in der Literatur angegebenen Ergebnisse für stenosierte arterio-venöse Shunts. Für verschlossene

Shunts zeigt sich eine postinterventionelle Funktionsrate von 33,3% nach einem Monat und 11,1% nach 2 Monaten. Auch in den Vergleichsstudien, die zum Teil erweiterte Therapieverfahren einsetzten, zeigt sich die Anzahl der zu einem bestimmten Zeitpunkt noch funktionstüchtigen Shunts deutlich geringer als nach einer Dilatation von Stenosen.

Betrachtet man die Ergebnisse im Vergleich mit chirurgisch durchgeführten Shuntrevisionen, so bestätigen diese den in den letzten Jahren mehrfach statistisch nachgewiesenen Befund, dass die perkutanen transluminalen Angioplastien bei stenosierten Hämodialyseshunt gleiche oder sogar längere Funktionszeiten aufweisen als gefäßchirurgische Shuntrevisionen (Rinast et al.1997, Turmel-Rodriguez 2000, Hodges et al., 1997). Bei thrombosierten Dialyseshunts weisen die in der Literatur vorliegenden Ergebnisse in die Richtung, dass eine chirurgische Revaskularisation Therapie der Wahl ist (Marston et al., 1997). Jedoch werden mit erweiterten Therapieverfahren annähernd gute Ergebnisse bei der Revaskularisation durch radiologisch interventionelle Eingriffe gezeigt (Manninen et al. 2001, Clark et al. 2002, Liang et al.2002)

Einflussfaktoren (Erstanlage/Neuanlage)

Hauptziel der Studie war es, die Einflussfaktoren und Abhängigkeiten der Funktionszeiten von perkutan radiologisch behandelten Shunts der Dialysepatienten zu erfassen.

Bei der Untersuchung, ob dilatierte Dialyseshunts mit Einfachstenosen schlechtere Funktionszeiten haben, wenn sie zuvor bereits operativ revidiert wurden, zeigten sich signifikante Unterschiede. Für die Gesamtfunktionsdauer lag die mittlere Funktionszeit mit 72 Monaten bei nichtrevidierten Shunts deutlich über den revidierten mit 31 Monaten. Gleiches zeigt sich bei der postinterventionellen Gesamtfunktionszeit, der Zeit zwischen 1. PTA und endgültiger Shuntaufgabe, operativer Revision oder Neuanlage. Tendenziell jedoch nicht signifikant konnte dies auch für die Zeit zwischen Anlage/Neuanlage und 1.PTA nachgewiesen werden.

Daraus lässt sich schließen, dass Shunts, die bereits vor der radiologischen Intervention chirurgisch versorgt wurden oder werden mussten, deutlich schlechtere Chancen auf eine lange Funktionszeit haben. Zu beachten ist jedoch, dass auch bei diesen 'problematischen' Shunts durch perkutan transluminale Angioplastien eine Dialysebehandlung für weitere 1 ½ Jahre möglich wurde.

Einflussfaktor Stenosenlänge

Unterschiede in Bezug auf die Stenosenlänge, die in einigen anderen Studien beschrieben

werden, konnten hier nicht nachgewiesen werden. Mit mittleren Funktionszeiten, bezüglich der postinterventionellen Gesamtfunktionsdauer, von 30 Monaten für kurzstreckige und 32 Monaten für langstreckige Stenosen zeigten sich keine signifikanten Unterschiede.

Clark et al beschrieben, dass Stenosen von 2cm Länge und mehr ein 5-fach höheres Risiko für notwendige Reinterventionen hatten als Stenosen, die kürzer als 2cm waren (Clark et al. 2002). Maeda konnte 2005 ebenfalls nachweisen, dass längerstreckige Stenosen die Funktionszeit nach PTAs verkürzen (Maeda et al. 2005). Auch früheren Studien erwähnten bereits, dass längere Stenosen weniger geeignet für perkutan transluminale Angioplastien sind, da diese die schlechteren primären Erfolgsraten hatten (Schwab et al. 1989, Glanz et al. 1987, Gmelin et al. 1989).

Sugimoto und Manninen konnten – wie in der vorliegenden Studie – nicht nachweisen, dass kurz- oder langstreckige Stenosen die Langzeitfunktionsdauer nach PTAs beeinflusse. Und auch Beathard konnte eine Einschränkung der PTA bei Läsionen über 6cm Länge nicht bestätigen (Sugimoto et al. 2003, Manninen et al 2001, Beathard, 1992).

Sollten wirklich Unterschiede bestehen, die in dieser Studie nicht erfasst wurden, könnte dies daran liegen, dass die Grenze zwischen lang- und kurzstreckigen Stenosen bei 1cm gewählt wurde und nicht wie bei Clark bei 2cm. Somit fallen große Unterschiede bezüglich der Anzahl der Stenosen zwischen den langstreckigen Stenosen (N= 62) und den kurzstreckigen Stenosen (N=40) hier nicht auf. Bei der Durchsicht der Shunt-Angiographien fiel auf, dass langstreckige Stenosen von mehr als 5cm kaum vorlagen und evtl. gar nicht zur radiologischen Intervention vorgestellt wurden. Somit ließen sich evtl. auch keine aussagekräftigen Ergebnisse erheben. Clark untersuchte jedoch auch Stenosen mit >5cm und >10cm Länge und fand keine signifikanten Unterschiede.

Eine andere Möglichkeit besteht darin, dass langstreckige Stenosen so aggressiv und erfolgreich dilatiert wurden, dass es keine signifikanten Unterschiede gab.

Anhand dieser Ergebnisse sollten keine Einschränkungen bezüglich der PTA bei langstreckigen Stenosen gemacht werden.

Einflussfaktor Stenosenlokalisierung

Beim Vergleich des Einflusses der Lokalisation der Stenosen auf die Funktionszeit zeigte sich, dass Stenosen im Anastomosenbereich mit 41 Monaten eine signifikant längere mittlere Funktionszeit haben als Stenosen im Oberarmbereich mit 17 Monaten. Ein tendenzieller, jedoch nicht-signifikanter Unterschied zeigte sich beim Vergleich der Funktionszeit der Anastomosenstenosen und der Stenosen im Unterarmbereich, wobei die Shunts mit dilatierten

Anastomosenstenosen wieder die längere postinterventionelle Gesamtfunktionszeit aufweisen. Ebenso scheinen Stenosen im Unterarmbereich bessere Langzeitfunktionsraten zu haben als Stenosen im Oberarmbereich. Insgesamt konnten Anastomosenstenosen jedoch mit der längsten postinterventionellen Funktionszeit dilatiert werden.

Signifikante Unterschiede in der Funktionszeit von Stenosen in einem Goretex-Shunt konnten – wie auch in der Literatur angegeben – nicht gefunden werden (Rinast et al, 1997). Tendenziell sind die Funktionszeiten mit denen der Oberarm-Stenosen zu vergleichen und kürzer als bei Unterarm- und Anastomosenstenosen.

Ein Vergleich mit Ergebnissen anderer Studien ist nicht ganz einfach, zumal in den meisten Studien nur die Häufigkeit der Stenosenlokalisierung, jedoch keine Ergebnisse bezüglich der Langzeitfunktionsraten beschrieben wurden.

In der vorliegenden Arbeit wurde bewusst die Stenosenlokalisierung gewählt und nicht die Lokalisation des Shunts (Unterarm- bzw.- Oberarm-Shunt). Es trat die Mehrzahl aller Stenosen im Oberarmbereich bei Oberarm Shunts auf (9 von 12 Oberarm-Stenosen bei Oberarm-Shunts). In früheren Studien wurde beschrieben, dass Stenosen wesentlich häufiger bei Oberarm-Shunts auftreten als bei Unterarm-Shunts. Zudem sollen Unterarm-Shunts deutlich längere Funktionszeiten nach einer PTA haben als Oberarm-Shunts (Dheeraj et al. 2002, Turmel-Rodriguez et al, 2000).

Manninen untersuchte ebenfalls die Funktionszeiten nach einer PTA bei Stenosen im Anastomosenbereich, in der zuführenden Vene, sowie in der V. cephalica und der V. antibrachii. Die Anastomosenstenosen zeigten jedoch die schlechtesten Langzeitergebnisse in statistisch signifikantem Unterschied zu den anderen Lokalisationen. Es wurde jedoch darauf hingewiesen, dass auch bei Anastomosenstenosen die PTA Therapie der Wahl sei, da in Manninens Studie bei keiner der Anastomosenstenosen eine spätere chirurgische Rekonstruktion notwendig wurde (Manninen et al., 2001).

Weitere vergleichbare Studien liegen leider nicht vor, welche bei der Erklärung für die gegensätzlichen Ergebnisse helfen könnten.

Funktionszeit zwischen den PTAs und Einflussfaktoren

Des Weiteren zeigte sich, dass bei mehrfach durchgeführten Interventionen im Mittelwert 21,32 Monate zwischen den einzelnen PTAs lagen. Dies sind immerhin fast zwei Jahre.

Bezüglich des Einflusses der Lokalisation der Stenosen konnte kein signifikanter Einfluss nachgewiesen werden, jedoch auch hier schneiden die Stenosen im Anastomosenbereich

tendenziell am besten ab. Erstaunlicherweise scheinen bei Unterarmstenosen am schnellsten erneute perkutane Interventionen notwendig zu werden. Es müssen jedoch die kleinen Fallzahlen bei venösen Stenosen im Oberarmbereich und im Anastomosensbereich bei der Bewertung dieses Ergebnisses stark berücksichtigt werden.

Turmel-Rodriguez fand ein signifikant längeres Intervall bis zur Re-Intervention bei Unterarm-Shunts als bei Oberarm-Shunts. Das Zeitintervall ergab für Unterarm-Shunts ca. 18 Monate, Oberarm-Shunts und Prothesen-Shunts hatten ein Zeitintervall von ca. elf bzw. zehn Monaten (Turmel-Rodrigues et al. 2000).

Verglichen mit den Ergebnissen bezüglich der postinterventionellen Gesamtfunktionsdauer bei kurzstreckigen und langstreckigen Stenosen zeigte sich tendenziell ein Unterschied in Abhängigkeit von der Länge der Stenose im venösen Unterarmbereich: Die Zeit zwischen der PTA scheint bei langstreckigen Stenosen mit 20 Monaten kürzer zu sein als bei kurzstreckigen Stenosen mit 27 Monaten. Eine statistische Signifikanz ließ sich jedoch auch hier nicht nachweisen.

Bei diesen Untersuchungen wurde insbesondere darauf geachtet, dass nur Befunde ausgewertet wurden, bei denen bei jeder perkutanen Intervention die gleiche Stenose behandelt wurde.

Ein Faktor mit signifikantem Einfluss auf die Funktionszeit zwischen den PTA ist das Vorliegen einer Neuanlage bzw. Revision vor der ersten PTA. Diese haben eine um die Hälfte kürzere mittlere Funktionszeit als nicht primär operativ revidierte Shunts.

Rinast untersuchte ebenfalls die postinterventionellen Funktionszeiten bei Erst-Eingriffen und Re-Eingriffen. Dabei wurden sowohl radiologische als auch chirurgische Erst- und Re-Eingriffe untersucht. Signifikante Unterschiede zwischen radiologischen und chirurgischen Interventionen konnten weder bei Erst- noch bei Re-Interventionen erhoben werden. Auch in Rinasts Studie lagen die mittleren Funktionszeiten bei den Neuanlagen bzw. Re-Interventionen deutlich unter den Erst-Anlagen, jedoch zeigt sich kein statistisch signifikanter Unterschied (Rinast et al. 1997)

Die mittlere Funktionszeit von 22 Monaten (662 Tagen) zwischen den Interventionen bei Erst-Eingriffen ist bei Rinast identisch mit dem Ergebnis dieser Studie. Bei den Re-Eingriffen liegt bei Rinast die mittlere Funktionszeit mit 7,5 Monaten unter dem hier erhobenen Ergebnis von rund 13 Monaten.

Die Tatsache, dass Rinast sowohl radiologische als auch chirurgische Eingriffe gemeinsam bewertete, könnte die unterschiedlichen Ergebnisse bezüglich der Signifikanz evtl. erklären. Darüber hinaus könnte die Verwendung anderer statistischer Tests eine Rolle spielen. Rinast

wertete die Ergebnisse mittels des Log-rank Test aus. Diese Studie verwendete den U-Test.

Anzahl der Interventionen pro Patient

Betrachtet man die Anzahl der Interventionen pro Patient während der Gesamtfunktionsdauer eines Shunts, so zeigt sich, dass die perkutanen Interventionen häufig wiederholt werden können. Bei $\frac{1}{4}$ der Patienten wurden mehr als zwei PTAs während eines Funktionsintervalls durchgeführt. Maximal wurden während einer Funktionsperiode 17 PTAs bei einem Patienten durchgeführt.

In der vorliegenden Untersuchung wurden nur PTAs während einer Funktionsperiode gewertet. Das bedeutet, dass bei einigen Shunts nach einer Shunt-Neuanlage bzw. einer Shunt-Aufgabe und Anlage am anderen Arm häufig weitere radiologische Interventionen durchgeführt wurden, welche aus Gründen der Vergleichbarkeit jedoch nicht in die Auswertung eingingen. Somit kann die Gesamtzahl der pro Patient durchgeführten PTA noch größer geschätzt werden.

Hier deutet sich einer der Vorteile gegenüber chirurgischen Eingriffen an, welche durch zunehmende Vernarbung und Verlust der Punktionstrecke nicht unbegrenzt wiederholbar sind.

Die Bestimmung der Gesamtfunktionsdauer in Bezug auf die Anzahl der PTA zeigte, dass radiologische Interventionen die Funktionszeit von 26 Monaten (2,2 Jahre) bei nur einer PTA auf 40 Monate (3,3 Jahre) bei mehr als 4 perkutanen Interventionen verlängern können. Bei Einfachstenosen zeigt sich dieser Verlauf als statistisch nicht signifikant, eine leichte Tendenz besteht jedoch auch hier. Die Tatsache, dass sich bei den Einfachstenosen kein signifikanter Effekt zeigen ließ, könnte durch die geringe Fallzahl und gleichzeitig hohe Streuung und/oder einen geringen Unterschied in der Gesamtfunktionsdauer bei Einfachstenosen begründet sein.

Es erscheint logisch, dass die Funktionszeit bei mehreren PTA länger ist als bei nur einer PTA. Jedoch wäre es möglich, dass die Shunts für die gleiche Funktionszeit mehrere PTAs benötigen und ihre Gesamtfunktionszeit dadurch kaum verlängert wird.

Rinast zeigte, dass durch funktionserhaltende Interventionen die Gesamtfunktionsdauer von ca. 3,9 auf 6,7 Jahre verlängert werden kann. Somit können bei insuffizienten Dialyse-Shunts die gleichen Gesamtfunktionszeiten erreicht werden wie bei Shunts, bei denen keine Intervention notwendig war (Rinast et al., 1997).

Eine dieses Ergebnis unterstützende Beobachtung zeigt, dass jede weitere PTA das Risiko für das Eintreten einer Shuntaufgabe oder einer notwendigen chirurgischen Revision signifikant

um 23% senkt. Hier zeigt sich auch im Besonderen der Einfluss der erfolgreichen PTAs. Vor allem bei den Einfachstenosen wurde das Risiko, den Shunt aufgeben bzw. chirurgisch revidieren zu müssen, mit jeder erfolgreich durchgeführten PTA um 44% gesenkt.

Ob dies auf einen wie zunächst in Bezug auf die Erfolgsraten nicht zu vermutenden Einfluss des angiographischen Befundes zurückzuführen ist oder sich auf die logische Erklärung zurückführen lässt, dass viele der klinisch erfolglosen PTAs mit dem Ereignis auch das Ende ihrer Funktionszeit erreicht hatten, bleibt unklar. Dies müsste separat untersucht werden.

Auch Beathard konnte zeigen, dass die Funktionszeiten nach radiologischen Interventionen nicht sinken und auch die duplex-sonographisch bestimmten Flussraten sich nach wiederholten PTAs nicht verschlechtern (Beathard et al. 1992).

Komplikationen

Unterschiedliche Probleme bei Shuntinterventionen als Komplikationen zu definieren gestaltet sich nicht ganz einfach.

So gibt es negative Auswirkungen der radiologischen Intervention auf die Shuntfunktion, die deren Funktionsdauer deutlich beeinflussen und/oder zu lokalen oder systemischen pathologischen Veränderungen führen. Nicht ganz einfach zu trennen sind Komplikationen von Misserfolgen. Bei Shuntverschlüssen gelten Re-Verschlüsse nach wenigen Stunden oder Tagen als Misserfolg. Bei einer Dilatation einer Shuntstenose und dem Auftreten eines Shuntverschlusses innerhalb kurzer Zeit könnte man dies als Komplikation betrachten. Paravasate (Kontrastmittelaustritt) und Hämatomate, welche die Shuntfunktion nicht relevant beeinträchtigen, sind streng genommen nicht als Komplikation anzusehen. Jedoch kann nicht sicher vorausgesagt werden, welche Auswirkung z.B. eine Dissektion oder eine Ruptur mit Auftreten eines Paravasates auf die Langzeitfunktionsdauer eines Dialyseshunts hat. Hierzu müssten zusätzlich spezielle Untersuchungen erfolgen, die bei der hier vorliegenden kleinen Fallzahl jedoch keine signifikanten Ergebnisse hervorbringen würden.

Hilfreich ist sicher die Einteilung in Minor- und Major-Komplikationen nach Standardkriterien für peripher arterielle Revaskularisationen (Sacks et al., 1997).

Wie in der einschlägigen Literatur liegt auch in dieser Studie die Komplikationsrate bei perkutan transluminalen Angioplastien sehr niedrig.

Es wurde eine Komplikationsrate von 2,1% ermittelt. Gewertet wurden von elf Komplikationen sieben mit schwerwiegendem Ausgang (Major-Komplikationen) durch postinterventionelle Frühverschlüsse nach perkutaner Dilatation einer Stenose und einem einmaligen Abschwimmen des Stents in den rechten Ventrikel einer Patientin.

Bei Rinast traten in 1% der untersuchten Fälle klinisch relevante Komplikationen in Form von Embolien durch verschlepptes Thrombusmaterial, durch Gefäßperforationen und eine beobachtete Lungenembolie auf (Rinast et al., 1997). Dheeraj beschreibt eine Komplikationsrate von 2,3%. Dabei waren 0,7% schwere Komplikationen, die zur Aufgabe des Shunts führten (Dheeraj et al. 2004). Bei Turmel-Rodriguez traten signifikante Komplikationen, die zu einem Shuntverschluss führten, mit einer Rate von 2,1% in Unterarm-Shunts auf, in 1,9% in Oberarm-Shunts und in 2,1% bei Prothesen-Shunts. Bei den Komplikationen handelte sich um Rupturen, akute Pseudoaneurysmata, lokale oder generalisierte Infektionen, Revisions-pflichtige Hämatome, eine Lungenembolie, ein Lungenödem durch erhöhte Volumenbelastung, einen Mesenterialinfarkt und eine Jodallergie (Turmel-Rodrigues et al., 2000).

Clark beschreibt eine Major-Komplikationsrate von ebenfalls 2,1% und einer Minor-Komplikationsrate von 16,7%. Bei den Major-Komplikationen trat bei einem Patienten ebenfalls ein Abschwimmen eines Stents in den rechten Ventrikel auf, jedoch erst 3 Wochen nach der Intervention. Dieser Stent konnte mit Hilfe eines Schlingenkatheters in die Leiste gezogen werden und dort durch eine Venotomie entfernt werden (Clark et al., 2002).

<i>Autor</i>	<i>Anzahl der Interventionen</i>	<i>Major-Komplikationsrate</i>	<i>Minor-Komplikationsrate</i>
Rinast et al. 1997	1141	1,1%	2,5%
Dheeraj et al. 2004	177	0,7%	2,3%
Turm.-R. et al. 2000	1116	1,9% bzw. 2,1%	-
Clark et al. 2002	96	2,1%	16,7%
Eigene	334	2,1%	3,3%

Tabelle 13.

Übersicht der Vergleichsstudien: Major- und Minor-Komplikationsrate nach perkutanen transluminalen Angioplastien an Dialyseshunt.

In der Veröffentlichung einer Empfehlung für eine standardisierte Auswertung von Ergebnissen nach perkutanen Interventionen an Hämodialyse-Shunts sollen alle Ereignisse, die innerhalb von 30 Tage auftreten, einschließlich cardiale und pulmonale Ereignisse, potentiell interventionsabhängig sein (Gray et al. 2003). Diese Auswirkungen wurden in dieser Studie nicht erfasst. Jedoch zeigte sich, dass der Tod bei sieben von 54 verstorbenen

Patienten innerhalb von 30 Tagen nach einer PTA auftrat. Bei keinem Patienten war eine offensichtliche Todesfolge durch die PTA bedingt dokumentiert worden. Bei fünf der sieben Patienten wurde zwischen dem Tod und der letzten PTA noch eine Dialysebehandlung durchgeführt. Ob bei den bekanntlich multimorbiden Dialysepatienten cardiale und pulmonale Ereignisse innerhalb von 30 Tagen auf eine radiologische Intervention zurückzuführen sind, bleibt fraglich.

Diskussion der Fehlermöglichkeiten

Eines der Ziele dieser Arbeit war es, die Auswirkung von perkutanen transluminalen Angioplastien auf die Langzeitfunktionsdauer von Hämodialyseshunt zu beurteilen. Die PTA ist eine funktionsverlängernde, nahezu unbegrenzt wiederholbare und komplikationsarme Intervention bei stenosierten Hämodialyseshunts. Bei Stenosen sollte eine perkutan radiologische Intervention stets vor einem operativ chirurgischen Behandlungsverfahren in Erwägung gezogen werden. Bei verschlossenen Dialyseshunts konnte dies, wahrscheinlich bedingt durch die geringe Fallzahl, nicht mit gleicher Signifikanz nachgewiesen werden wie in anderen Studien. Ebenfalls sehr gering sind die Fallzahlen für Goretex-Shunts, arterielle Stenosen, zentrale Stenosen und Stentimplantationen.

Hauptziel war die Erfassung von Einflussfaktoren auf die Shuntfunktionsdauer.

Bei der Interpretation der Ergebnisse müssen Einflussfaktoren berücksichtigt werden, die hier nicht untersucht wurden, welche sich jedoch auf die Ergebnisse indirekt auswirken könnten.

So wurden z.B. keine prä- und postinterventionell durchgeführten Doppler-Duplex-sonographischen Befunde untersucht. Präinterventionell wurden diese zwar bei den meisten Shunts durchgeführt, jedoch häufig ohne Angabe einer Flussrate. Postinterventionell wurde nur in Einzelfällen die Flussrate bestimmt. Somit war die Erfassung des Einflusses des Duplex-sonographischen Ergebnisses auf die Funktionsdauer nicht möglich. Nach Literaturangaben sollen postinterventionelle funktionelle Ergebnisse durch eine Flussbestimmung mittels Ultraschall in keinem Zusammenhang mit dem postinterventionellen Angiographie-Befund (Reststenosegrad) stehen. Des Weiteren sei nur die Verbesserung der Flussrate, nicht jedoch die Reduktion des Stenosegrades entscheidend für die Langzeitfunktion (van der Linden 2002).

Komorbiditäten wie Diabetes mellitus, koronare Herzkrankheiten und periphere arterielle Verschlusskrankheiten alleine sollen keine signifikante Korrelation mit der Funktionsdauer aufweisen. Treffen diese jedoch mit einem für die Langzeitfunktion ungünstigen Faktor wie

Lokalisation oder Länge der Stenose zusammen, soll sich die Shuntfunktionsdauer signifikant verkürzen (Clark et al., 2002) Turmel-Rodrigues fand heraus, dass die Intervalle zwischen den PTAs bei jüngeren Shunts kürzer sind (Turmel-Rodrigues et al., 2000). Dheeraj konnte dies 2004 nicht bestätigen. Alter und Geschlecht der Patienten sowie die Seite des Shuntarmes sollen keine Relevanz haben (Dheeraj et al. 2004).

Bei der vorliegenden Studie muss berücksichtigt werden, dass die Ergebnisse bezüglich der Einflussfaktoren Lokalisation und Länge der Stenose durch die signifikanten Unterschiede bei Erst-Anlagen und Neuanlagen hätten beeinflusst werden können. Ebenso ist nicht auszuschließen, dass sich nicht erfasste Einflusskriterien, wie in der Literatur beschrieben, auf die Ergebnisse verfälschend auswirken.

Eine weitere Fehlermöglichkeit liegt darin, dass die Patientenselektion nicht randomisiert erfolgte, sondern die Patienten von Ärzten des Dialyseinstitutes entweder zur radiologischen Intervention oder zur chirurgischen Revision vorgestellt wurden. Des Weiteren könnte bei der Datenerhebung von Patienten, die nicht immer im Dialyseinstitut Villingen-Schwenningen behandelt wurden, Fehler in Form von chirurgischen und radiologischen Interventionen in anderen Instituten aufgetreten sein, die nicht erfasst wurden. Somit könnten auch primär insuffiziente Dialysehunts, die noch nie zur Dialysebehandlung benutzt wurden, in die Datenauswertung eingeflossen sein. Dies ließ sich jedoch bei den meisten Patienten zurückverfolgen und somit ausschließen, zumal primär insuffiziente Dialysehunts im Dialyseinstitut Villingen-Schwenningen primär gefäßchirurgisch vorgestellt werden. Auch auf die Möglichkeit, dass eine postinterventionell weiter bestehende Shuntinsuffizienz vorliegt, diese jedoch nicht erfasst wird, da keine erneute Intervention folgt, der Patient jedoch beispielsweise über einen Demerskatheter dialysiert wird, wurde geachtet.

Fehlermöglichkeiten, die bei fast allen Vergleichsstudien auftraten, sind die retrospektive Erfassung der Daten, eine Varianz der Behandlungsverfahren und der Untersucher, die fehlenden Vergleichsgruppen mit chirurgischen Behandlungen sowie Kontrollgruppen ohne chirurgische noch radiologische Behandlung. Vergleiche mit aktuellen oder historischen Kontrollgruppen sind nach allgemeinen Empfehlungen von begrenzter Nützlichkeit.

6. Zusammenfassung

Die seit den 80er-Jahren durchgeführte perkutane transluminale Angioplastie bei insuffizienten Hämodialyseshuntis gewinnt bei steigender Anzahl der Patientenzahlen und des steigenden Patientenalters zunehmend an Bedeutung.

Bei einer hohen Rate an klinisch erfolgreich durchgeführten PTAs bei Shuntstenosen, den langen postinterventionellen Funktionszeiten, der niedrigen Anzahl an Komplikationen und der mehrfachen Wiederholbarkeit ist die PTA für Dialysepatienten ein nutzbringendes und schonendes Therapieverfahren.

Bezüglich der Therapie von Shuntverschlüssen ergaben sich weniger zufriedenstellende Ergebnisse. Erfolgsraten und Funktionszeiten lagen deutlich unterhalb derer für Shuntstenosen. Auch hier können jedoch durch neuere und weiterentwickelte Therapieverfahren zunehmend bessere Ergebnisse erwartet werden.

Bei der Auswertung der klinischen und technischen Erfolgsraten fiel auf, dass diese nicht miteinander korrelieren und ein postinterventionell angiographisch erhobener Reststenosegrad von <30% nichts über den klinischen Erfolg der PTA aussagt.

Es konnten keine Einflussfaktoren gefunden werden, welche die perkutane Intervention als Therapieauswahl bei insuffizienten Dialyseshuntis einschränken. Diesbezüglich konnte nicht nachgewiesen werden, dass längerstreckige Stenosen schlechtere Langzeitfunktionsergebnisse nach einer PTA aufweisen. Bei der Untersuchung des Einflusses der Stenosenlokalisation konnten bei der Dilatation von Anastomosenstenosen die besten Langzeitergebnisse erreicht werden, was jedoch im Widerspruch zu diversen anderen Forschungsergebnissen steht.

Des Weiteren zeigte sich, dass perkutane Interventionen mehrfach wiederholbar sind, ohne dabei an Effektivität zu verlieren. Jede weitere PTA reduzierte das Risiko für das Auftreten eines Shuntverlustes oder die Notwendigkeit der Durchführung einer chirurgischen Revision signifikant.

Die niedrige Rate an schwerwiegenden Komplikationen von 2,1%, bestätigt den Nutzen der PTA. Bei den hier erfassten Komplikationen handelte es sich zum größten Teil um postinterventionelle Frühverschlüsse durch Gefäßrupturen oder Dissektionen.

Die perkutane transluminale Angioplastie könnte nach diesen Ergebnissen als primär anzugehendes Therapieverfahren bei durch Stenosen insuffizient gewordenen Dialyseshuntis frühzeitigen chirurgischen Eingriffen vorgezogen werden. Ob dies auch für verschlossene Dialyseshuntis zutrifft, muss durch weitere Studien mit höheren Fallzahlen belegt werden.

7. Literaturverzeichnis

1. Barnes R.W. Initial Results after percutaneous transluminal angioplasty in femoral and iliac obstruction VASA 1982; 11(Heft 4): 301-304
2. Beathard G. Percutaneous tranvenous agioplasty in the treatment of vascular access stenosis. *Kidney, int.*42.1992; 1390-97
3. Beathard GA. Percutaneous transvenous angioplasty in the treatment of vascular access stenosis. *Kidney Int.* 42 (1992) 1390-1397
4. Bell D, Rosenthal J; Arteriovenous grafts life in chronic hemodialysis. A need for prolongati on. *Arch. Surg.* 123 (1988) 1169-72
5. Bethesda MD; US Renal Data System, Annual Reporsrt: National Insitutes of Health, National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases; March 2001
6. Bohndorf K. Radiologische Diagnostik und Therapie stenosierter oder verschlossener Hämodialysehunts. *Röntgenpraxis.* 1992; 45(10): 330-6
7. Bohndorf K. Radiologische Diagnostik und Therapie stenosierter oder vershlossener Hämodialysehunts. *Röntgenpraxis.* 1992; 45(10):330-6.
8. Brooks JL, Sigley, RD; May KJ, Mack RM. Transluminal angioplasty versus surgical repair for stenosis of hemodialysis grafts. *Am. J. Surg.* 153 (1987) 530-531
9. Clark TWI, Hirsch DA, Jindal KJ, Veugelers PJ, LeBlanc J. Outcome and Prognostic Factors of Restenosis after Percutaneous Treatment of Native Hemodialysis Fistulas. *J Vasc Interv Radiol* 2002; 13:51-59
10. Dapunt O, Feuerstein M, Rendl KH, Prenner K. Transluminal angioplasty versus conventional operation in the treatment of hemodialysis fistula stenosis: results from a 5-year study. *Brit. J. Surg.* 74 (1987) 1004-1005
11. Dheeray KR, Clark TW, Patel NK, et al. Prevalence and treatment of cephalic arch stenosis in dysfunctiona autogenous hemodialysis fistulas. *J Vasc Interv Radiol* (2003) 14:567-573
12. Dheerj KR, Burnston S, Misra S, Pinto R, Lok CE. Dysfunctional autogenous hemodialysis fistulas: Outcome after Angioplasty-Are there clinical predictors of patency? *Radiology* (2004) 232:508-115
13. DOQI, National Kidney Foundation Dialysis Outcomes Quality Initiative. Clinical Practice Guidelines for Hemodialysis Adequacy. *Am J Kidnes Dis* 1997; 30:S15-66
14. Dotter C.P, Judkins M.P. Transluminal Treatment of Atherosclerotic Obstruction

- Circulation 1964; 30:654-670
15. Dousset V, Grenier n, Douws C, et al. Hemodialysis grafts: Color Doppler flow imaging correlated with digital subtraction angiography and functional status. Radiology. 1991; 181(1):89-94
 16. Ehrman KO, Taber TE, Gaylord GM, Brown PB, Hage JP. Comparison of diagnostic accuracy with carbon dioxide versus iodinated contrast material in the imaging of hemodialysis access fistulas. J Vasc Interv Radiol. 1994;5(5):771-5
 17. Feldmann et al., Hemodialysis vascular access morbidity in the United States. Kidney Int 43: 1091-1096, 1993.
 18. Gallino A, Mahler F; Probst P, Nachbur B. Percutaneous transluminal angioplasty of the arteries of the lower limbs: a 5-year follow-up. Circulation 1984; Vol.70 (4): 619-623.
 19. Gaux JC, Bourquelot P, Raynaud A, Seureot M, Cattan S. Percutaneous transluminal angioplasty of stenotic lesions in dialysis vascular accesses. Eur J Radiol. 1983 Aug ; 3(3) : 189-93.
 20. Glanz S, Gordon D, Butt KMH, Hong J, Adamson S, Sclafani SJA. Dialysis access fistulas: treatment of stenoses by transluminal angioplasty. Radiology 152 (1984)637-642
 21. Glanz S, Gordon DH, Butt KM, Hong J, Lipkowitz GS. The role of percutaneous angioplasty in the management of chronic hemodialysis fistulas. Ann. Surg. 206 (1987) 777-781.
 22. Gmelin E, Fricke L, Borgis KJ, Hoyer J. Erste Erfahrungen mit der PTA von Hämodialyseshunt. Fortschr. Röntgenstr. 144 (1986) 36-39
 23. Gmelin E, Karnel F. Radiologische Rekanalisation von Venen, Gefäßprothesen und Arterien bei insuffizienten Dialysefisteln. Fortschr. Röntgenstr. 153 (1990) 542-437
 24. Gmelin E, Weiss HD, Zwaan M, Kagel H, Rinast E. Combine laser and balloon angioplasty of venous obstruction in patients with insufficient haemodialysis access fistulas. Eur. Radio. 2 (1992) 169-171
 25. Gmelin E, Winterhoff R, Rinast E. Insufficient hemodialysis access fistulas: late results of treatment with percutaneous balloon angioplasty. Radiology 171 (1989) 547-660
 26. Gordon DH, Glanz S; Butt KM, Adamsons RJ, Koenig MA. Treatment of stenotic lesions in dialysis access fistulas and shunts by transluminal angioplasty. Radiology 1982; 143:53-58

27. Gray RJ, Sacks D, Martin LG, et al.. Reporting Standards für Percutaneous interventions in Dialysis Access, *J Vasc Interv Radiol* 2003; 14. S.433-442
28. Grüntzig A, Hopff H. Perkutane Rekanalisation chronischer arterieller Verschlüsse mit einem neuen Dilatationskatheter. *Dtsch. med. Wochenschr.* 1974; 99: 2502-2505
29. Grüntzig A, Hopff H. Perkutane Rekanalisation chronischer arterieller Verschlüsse mit einem neuen Dilatationskatheter. Modifikation der Dotter-Technik. *Dtsch. Med. Schr.* 99 (1974) 2502-2505
30. *Harrissons Innere Medizin*, Dietel M. et al., 15.Auflage, 2001, 1716-1721
31. Hepp W. *Gefäßchirurgie*, 2.Auflage, 2006. Gefässchirurgische Zugangseingriffe zur Hämodialyse H1,485-499
32. Hodges T, Fillinger m, Zwolack R, Walsh D, Bech F, Cronenwett j. longitudinal comparison of dialysis access methods: risk factors for failure. *J Vasc Surg* (1997) 26. 1009-1019
33. Kadir S. *Diagnostische Angiographie*. Stuttgart:Thieme; 1991
34. Kalman PG, Hobbs BB, Colapinto RF, Fenton SSA, Hohnston KW; Percutaneous transluminal dilatation of a stenotic arteriovenous bovine graft. *Dial. Transplant.* 9(1980)777-778
35. Kaplan EL, Meier P. Nonparametric estimation from incomplete observations. *J. Am. Statist. Assoc.* 53(1958) 437-481
36. Kohler N, Lipton A; Platelets as a source of fibroblast growth-promoting activity. *Exp. Cell. Res.* 87, 1974; 297-301
37. Landwehr P, et al.. Wertigkeit der farbkodierten Duplexsonographie des Dialyseshunt. *Fortschr. Röntgenstr.* 1990;153:185-91
38. Lay JP, Ashleigh RJ, Tranconi L, Ackrill P, Al-Khaffaf H. Results of angioplasty of Brescia-Cimino haemodialysis fistulae: medium-term follow-up. *Clin Radiol* (1998) 53:608-611
39. Liang HL, Pan HB, Chung HM, Ger LP, Fang HC, et al. Restoration of thrombosed brescia-cimino dialysis fistulas by using percutaneous transluminal angioplasty. *Vascular and Interv Radiology* (2002) 223:339-344.
40. Lui KW, Yeow KM, Wan YL, Cheung YC, Ng KK; Tseng JH. Ultrasound guided puncture of the brachial artery for hemodialysis fistula angiography. *Nephrol Dial Transplant.* 2001; 16(1):98-101
41. Maeda K, Furukawa A, Yamasaki M, Murata K. Percutaneous transluminal angioplasty for Brescia-Cimino hemodialysis fistula dysfunction: technical success

- rate, patency and factors that influence the results.
42. Manninen HI, Kaukanen ET, Ikäheimo R, et al. Brachial arterial access: Endovascular treatment of failing Brescia-Cimino hemodialysis fistulas-Initial success and long-term results. *Vasc and Interv Radiology* (2001) 218:711-718.
 43. Marcus AJ; hemorrhagic disorders: abnormalities of platelet and vascular function. In: JB Wyngaarden, LH Smith (eds.): *Textbook of medicine*. Saunders, Philadelphia (1982) 979-992
 44. Marston W, Criado E, Jaques P, et al. Prospective randomized comparison of surgical versus endovascular management of thrombosed dialysis access grafts. *J Vasc Surg* (1997) 26:373-381
 45. Mathias K, *Journal für Kardiologie* 2004, 11. S.217-224.
 46. Mehta S, et al. Statistical summary of clinical results of vascular access procedures for hemodialysis. In *vascular access for hemodialysis, part II* Preceot Press, Chicago, Illinois (1991): 145-155
 47. Nonnast-Daniel B, Martin R, Lindert O, Mügge J, Schaefer H, et al.: Color doppler ultrasound assessment of arteriovenous haemodialysis fistulas. *Lancet* 334 (1992) 143-45
 48. Oates C, Williams E, McHugh M, The use of a diasonics DRF 400 duplex ultrasound scanner to measure volume flow in arterio-venous fistulas in patient undergoing haemodialysis: an analysis of measurement uncertainties. *Ultrasound Med. Biol.* 16 (1990) 571-79
 49. Overbosch EH, Pattynama PM, Aarts HJ, et al. Occluded hemodialysis shunts: Durch multicenter experience with the hydrolyse catheter. *Radiology* (1996) 201. 485-488
 50. Rinast E, Gmelin E, Zwaan M. Lokale Fibrinolyse bei frisch thrombosierte Prothesenshunts. *Angio archiv* 22 (1991)78-81.
 51. Rinast E., Zwaan M., *Interventionelle therapie bei Hämodialyse-Shunts*. Conscientia diagnostica 1998, Schnetzer Verlag
 52. Sacks D, Marinelli DI, Martin LG, et al. Reporting standards for clinical evaluation of new peripheral arterial revascularization devices. *J Vasc Interv Radiol* (1997) 8:137-149
 53. Safa AA, Valji K, Roberts AC, Ziegler TW, Hye RJ, Olgevie SB. Detection and treatment of dysfunctional hemodialysis access grafts: effect of a surveillance program on graft patency and the incidence of thrombosis. *Radiology* 1996; 199(3):653-7.
 54. Schäberle W. *Ultraschall in der Gefäßdiagnostik. Therapieorientierter Leitfaden und*

- Atlas. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York. Tabelle 2.1.
55. Schaubel DLE, Morrison HI, Desmeules M, et al. End stage renal disease in Canada: prevalence projections to 2005. *Can med Assoc J* 1999; 160: 1557-1563
56. Schild H, Mödder U, *Angiographie*: Thieme. 2.Auflage; 1994
57. Schneider E, Grüntzig A, Bollinger. Langzeitergebnisse nach perkutaner transluminaler Angioplastie (PTA) bei 882 konsekutiven Patienten mit iliakalen und femoro-poplitealen Obstruktionen *VASA* 1982; 11 (Heft 4).322,326
58. Schumacher K, Wallner B, Weidenmaier W, Friedrich J. Shuntferne venöse Okklusionen als Störungsfaktoren bei der Hämodialyse. *Fortschr Röntgenstr.* 1989;150:198-201.
59. Schumann ES, Gross GF, Hayes JF, Standage BA. Long term patency of polytetrafluoroethylen graft fistulas. *Am. J. Surg.*155 (1988) 644-646.
60. Schwab SJ, Raymond JR, Saeed m, Newman GE, Dennis PA, Bollinger RR. Prevention of hemodialysis fistulas thrombosis: early detection of venous stenosis. *Kidney Int.* (1989); 36:707-711
61. Simpson JB, Zimmerman JJ, et al. Transluminal atherectomy: initial clinical results in 27 patients. *Circulation* 74 Suppl.: II, 1986; 203
62. Sugimoto K, Higashino T, Kuwara Y, et al. Percutaneous transluminal angioplasty of malfunctioning Brescia-Cimino arteriovenous fistula: analysis of factors adversely affecting longterm patency.
63. Sullivan K, Besarab A, Dorell S, Moritz M. The relationship between dialysis graft pressure and stenosis. *Invest. Radiol.* 27 (1992)532-55
64. Sullivan KL, Besarab A, Bonn j, Shapiro MJ; Gardiner GA; Moritz MJ; Hemodynamics of failing dialysis grafts. *Radiology.* 1993; 186(3):867-72
65. Swedberg SH, Brown BG, Sigley R, Wight TN, Gordon D, Nicholls SC; Intimal fibromuscular hyperplasia at the venous anastomosis of PTFE grafts in hemodialysis patients. *Circulation* 80; 1989; 1726-1736
66. Totty WG, Gilula LA, McClennan BL, Ahmed P, Sherman L. Low dose intravascular fibrinolytic therapy. *Radiology* 14. 1982; 59-69
67. Trerotola SO, Lund GB, Schell PJ, Savader SJ, Venbrux AC, Osterman FA. Thrombosed dialysis access grafts: percutaneous mechanical declotting without urokinase. *Radiology* 191 (1994) 721-726.
68. Turmel-Rodrigues L, Pengloan J, Baudin S, et al. Treatment of stenosis and thrombosis in haemodialysis fistulas and grafts by interventional radiology. *Nephrol*

Dial Trnasplant (2000) 15: 2029-2036

69. Vorwerk D, Günther RW , Thele M. Interventionelle Radiologie. Perkutane Interventionen bei Hämodialyseseshunts. Thieme 2. Auflage; 1999.127-143
70. Vorwerk D, Sohn M, Schurmann K, et al. Hydrodynamic thornbectomy of hemodialysisi fistulas. First clinical results. J Vasc Interv Radiol (1994) 5: 813-821
71. Zaleski GX, Funaki B, Kenney S, Lorenz JM, Garofalo R. Angioplasty and bolus urokinas infusion for the restoration of function in thrombosed Brescia-Cimino dialysis fistulas. J vasc Interv radiol (1999) 10: 129-136
72. Zeitler E., Schoop W., Zahnow W. Treatment of occlusive arterial disease by transluminal catheter angioplasty. Radiology 1971; 99:19-26
73. Zwaan M, Scheu M, Lebau A, Göthlin JH, Engelhardt R, Weiss HD. Laser-induced shockwave angioplasty:discrimination between calcified and other plaque material bevor generation of laser-induced shockwaves. Frontiers Eur. Radiol. 8, (1991); 45-52

Abbildungsverzeichnis

ABB 1. DARSTELLUNG EINES CIMINO-SHUNT AN DER UNTERARM-INNENSEITE. DIREKTE VERBINDUNG VON A. RADIALIS UND V. CEPHALICA (OBEN).BLUTFLUSS IM CIMINO-SHUNT (UNTEN) (HEPP ET AL, 2006).	7
ABB 2. MÖGLICHKEITEN DER AUSSCHALTUNG VON STENOSEN DURCH KUNSTSTOFF-PROTHESEN (HEPP, 2006)	12
ABB 3 A-C ZUGANGSWEGE: A RETROGRADE TRANSVENÖSE PUNKTION ZUR DILATATION EINER DISTALEN VENÖSEN STENOSE. B RETROGRADE TRANSVENÖSE PUNKTION ZUR DILATATION EINER ARTERIELLEN LÄSION. C ANTEGRADE TRANSVENÖSE PUNKTION ZUR DILATATION EINER PROXIMALEN VENÖSEN LÄSION. A= A. RADIALIS (GÜNTHER ET AL, 1999).....	16
ABB 4. ALTERS- UND GESCHLECHTSVERTEILUNG DER BEHANDELTEN PATIENTEN ZUM ZEITPUNKT DER 1. RADIOLOGISCHEN INTERVENTION	20
ABB 5. FORMEL ZUR BERECHNUNG DES STENOSEGRADES (S) NACH NASCET-KRITERIEN (MATHIAS K, 2004)	24
ABB 6. HÄUFIGKEITSVERTEILUNG DER LOKALISATION VON EINFACHSTENOSEN.(LS= LANGSTRECKIG, KS= KURZSTRECKIG, UA=UNTERARM, OA=OBERARM)	27
ABB 7. LINKS: VOR PTA EINER HOCHGRADIGEN, 2CM LANGEN, VENÖSEN STENOSEN CA. 3CM PROXIMAL DER ANASTOMOSE EINES CIMINO-SHUNTS. RECHTS: NACH PTA LEICHTGRADIGE RESTSTENOSE.....	30
ABB 8. VERGLEICH DER POSTINTERVENTIONELLEN GESAMTFUNKTIONSDAUER VON EINFACH-, MEHRFACHSTENOSEN UND VERSCHLÜSSEN IN MONATEN (p=0,001)	32
ABB 9. LINKS: VOR PTA EINER LÄNGERSTRECKIGEN HÖCHSTGRADIGEN VENÖSEN STENOSE CA. 3CM PROXIMAL DES ANASTOMOSENBEREICHES SOWIE EINER LÄNGERSTRECKIGEN HÖCHSTGRADIGEN STENOSE ETWAS DISTAL DER ELLENBEUGE. RECHTS: NACH PTA DER STENOSE IM ELLENBOGEN-BEREICH GERINGGRADIGE RESTSTENOSE.	35
ABB 10. LINKS: VERGLEICH GESAMTFUNKTIONSDAUER BEI ERSTANLAGEN UND NEUANLAGEN. RECHTS: VERGLEICH POSTINTERVENTIONELLE GESAMTFUNKTIONSDAUER BEI ERSTANLAGEN UND NEUANLAGEN.....	37
ABB 11. VERGLEICH DER POSTINTERVENTIONELLE GESAMTFUNKTIONSDAUER BEI STENOSEN LOKALISIERT IM VENÖSEN SCHENKEL IM OA-BEREICH UND IM ANASTOMOSENBEREICH	39
ABB12. LINKS: VOR PTA EINER HÖCHSTGRADIGE KURZSTRECKIGE STENOSE DER LINKEN V. SUBCLAVIA. RECHTS: NACH PTA UND STENTIMPLANTATION DEUTLICH VERBESSERTER ABSTROM.....	41
ABB 13. LINKS: VOR PTA EINER LÄNGERSTRECKIGEN STENOSE IM ARTERIELLEN SCHENKEL, EINER KURZSTRECKIGEN VENÖSEN STENOSE DIREKT PROXIMAL DES ANASTOMOSENBEREICHES SOWIE EINER WEITER PROXIMAL LIEGENDEN LANGSTRECKIGEN VENÖSEN STENOSE EINES CIMINOSHUNTS. RECHTS: NACH PTA INSGESAMT KEINE HÖHERGRADIGE RESTSTENOSE.	42

ABB 14. VERGLEICH DER MITTLEREN FUNKTIONSZEIT ZWISCHEN DEN EINZELNEN PTAS BEI EINFACHSTENOSEN LOKALISIERT IM VENÖSEN SCHENKEL UA-BEREICH, OA-BEREICH UND IM ANASTOMOSENBEREICH.....	43
ABB 15. VERGLEICH DER MITTLEREN FUNKTIONSZEIT ZWISCHEN DEN EINZELNEN PTAS BEI ERSTANLAGEN UND NEUANLAGEN, GETRENNT NACH EINFACH-, MEHRFACHSTENOSEN UND VERSCHLÜSSEN.....	45
ABB 16. LINKS: VOR PTA EINER KURZSTRECKIGEN HÖHERGRADIGEN STENOSE IM ANASTOMOSENBEREICH EINES CIMINO-SHUNTES. RECHTS: NACH PTA KEINE SIGNIFIKANTE RESTSTENOSEN	46
ABB 17. GESAMTFUNKTIONSDAUER NACH ANZAHL DER DURCHGEFÜHRTEN PTAS VOM ZEITPUNKT DER ANLAGE BIS ZUM ENDE DER SHUNTFUNKTION. VERGLEICH ZWISCHEN EINER PTA, ZWEI PTAS, DREI BZW. MEHR ALS DREI PTAS BEI ALLEN STENOSEN.	48
ABB 18. GESAMTFUNKTIONSDAUER NACH ANZAHL DER DURCHGEFÜHRTEN PTAS VOM ZEITPUNKT DER ANLAGE BIS ZUM ENDE DER SHUNTFUNKTION. VERGLEICH ZWISCHEN EINER PTA, ZWEI PTAS, DREI BZW. MEHR ALS DREI PTAS BEI EINFACHSTENOSEN.	49

Tabellenverzeichnis

TABELLE 1. ANZAHL DER DURCHGEFÜHRTEN PERKUTANEN TRANSLUMINALEN ANGIOPLASTIEN PRO PATIENT	26
TABELLE 2. KLINISCHE UND TECHNISCHE ERFOLGSRATE SOWIE GESAMTKRITERIEN BEI 334 PTAS AN 163 PATIENTEN (N= ANZAHL DER PTAS).....	28
TABELLE 3. ERFOLGSRATEN BEI DER 1. PTA ALLER STENOSEN, DER EINFACH-, DER MEHRFACHSTENOSEN UND DER VERSCHLÜSSE (GEWERTET WURDEN DIE TECHNISCHE UND KLINISCHE ERFOLGSRATE). N=ANZAHL DER PTAS	29
TABELLE 4. MITTELWERT UND MEDIAN DER GESAMTFUNKTIONSDAUER, PRIMÄRFUNKTIONSDAUER, POSTINTERVENTIONELLEN GESAMTFUNKTIONSDAUER UND DER EINZELNEN POSTINTERVENTIONELLEN FUNKTIONSZEITEN. (N= ANZAHL DER PATIENTEN)	33
TABELLE 5. MITTELWERT UND MEDIAN DER GESAMTFUNKTIONSDAUER, PRIMÄRFUNKTIONSDAUER, POSTINTERVENTIONELLEN GESAMTFUNKTIONSDAUER UND DER EINZELNEN POSTINTERVENTIONELLEN FUNKTIONSZEITEN. GETRENNT NACH EINFACH-, MEHRFACHSTENOSEN, UND VERSCHLÜSSEN.....	34
TABELLE 6. VERGLEICH DER POSTINTERVENTIONELLEN GESAMTFUNKTIONSDAUER (MITTELWERT UND MEDIAN IN MONATEN) NACH STENOSENLÄNGE (KURZSTRECKIGE UND LANGSTRECKIGE STENOSEN). (N= ANZAHL DER PATIENTEN)	37
TABELLE 7. VERGLEICH DER GESAMTFUNKTIONSDAUER (MITTELWERT UND MEDIAN IN MONATEN) NACH STENOSENLÄNGE (KURZSTRECKIGE UND LANGSTRECKIGE STENOSEN). (N= ANZAHL DER PATIENTEN)	38
TABELLE 8. MITTELWERTE IN MONATEN DER POSTINTERVENTIONELLEN GESAMTFUNKTIONSDAUER FÜR ALLE STENOSEN SOWIE KURZSTRECKIGE UND LANGSTRECKIGE STENOSEN IN ABHÄNGIGKEIT DER LOKALISATION. (N= ANZAHL DER PATIENTEN, N UNZENSIERT= ANZAHL DER GEWERTETEN PATIENTEN- PATIENTEN, DIE DAS ENDEREIGNIS ERLEBT HABEN)	38
TABELLE 9. MITTELWERT UND MEDIAN (IN MONATEN) DER FUNKTIONSZEIT ZWISCHEN DEN EINZELNEN PTAS GETRENNT NACH LÄNGE UND LOKALISATION DER STENOSEN. (N= ANZAHL DER PATIENTEN, UA= UNTERARM, OA= OBERARM).....	44
TABELLE 10. MITTELWERT (IN MONATEN) DER GESAMTFUNKTIONSDAUER IN ABHÄNGIGKEIT VON DER ANZAHL DER DURCHGEFÜHRTEN PTAS IM ZEITRAUM VON DER ERSTANLAGE BIS ZUM ENDEREIGNIS.(GESAMTZAHL ENTSpricht DER ANZAHL DER PATIENTEN).....	47
TABELLE 11. ÜBERSICHT DER VERLGEICHSSTUDIEN: KLINISCHE UND TECHNISCHE ERFOLGSRATEN NACH PERKUTANEN TRANSLUMINALEN ANGIOPLASTIEN (AV-FISTEL= ARTERIO-VENÖSE FISTEL, ST= STENOSEN, V= VERSCHLÜSSE).....	54
TABELLE 12. 1. POSTINTERVENTIONELLE FUNKTIONSDAUER (1.PF) UND	

POSTINTERVENTIONELLE GESAMTFUNKTIONSDAUER(pGF) NACH RADIOLOGISCHEN UND CHIRURGISCHEN EINGRIFFEN AN HÄMODIALYSESHUNTS IN CHRONOLOGISCHER REIHENFOLGE. AUFGEFÜHRT ALS RATE DER FUNKTIONSTÜCHTIGEN SHUNTS NACH 2 (BZW.3), 6, 12, 24, UND 36 MONATEN. (S= STENOSE, V= VERSCHLUSS)..... 57

TABELLE 13. ÜBERSICHT DER VERGLEICHSTUDIEN: MAJOR- UND MINOR-KOMPLIKATIONSRATE NACH PERKUTANEN TRANSLUMINALEN ANGIOPLASTIEN AN DIALYSESHUNTS. 64

Danksagung

Für die Möglichkeit der Durchführung dieser Arbeit und die Überlassung des Themas sowie für die freundliche Unterstützung und Betreuung bei der Konzeption und Auswertung meiner Arbeit möchte ich dem Direktor der radiologischen Abteilung des Schwarzwald-Baar Klinikums, Herrn Prof. Dr. med. Ulrich Fink herzlichst danken.

Ebenso danke ich Frau Dagmar Theis für die Unterstützung bei der Datenerhebung.

Herrn Dr. med. Thomas Weinreich danke ich für freundliche Unterstützung und die Bereitstellung der elektronischen Patientenakten des Dialysezentrums Villingen-Schwenningen.

Frau Dipl.-Math. Ulrike Schulz danke ich für die kompetente und stets geduldige und nette Beratung und Unterstützung bei der statistischen Auswertung der Daten.

Des Weiteren möchte ich Frau Dipl.-Journ. Daniela Baier für die Durchsicht der Arbeit besonders danken.

Lebenslauf

Persönliche Daten:

Name: Mihalich
Vorname: Nicola
geboren: 13.05.1976 in Furtwangen

Schulbildung:

1982-1986: Anne-Frank-Grundschule Furtwangen
1986-1993: Otto-Hahn-Gymnasium Furtwangen
1993-1994: Rotary-Jugendaustausch, Finley-High-School, NSW, Australien
26.06.1996: Abitur am Otto-Hahn-Gymnasium Furtwangen

Aug. 1996-
Juli 1997: Freiwilliges Soziales Jahr an der Universitätsklinik Freiburg,
Abteilung für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde

Hochschulbildung:

Okt. 1997 Beginn des Studiums der Humanmedizin an der
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg im Breisgau
Nov. 2004 3. Staatsexamen

Berufliche Weiterbildung:

Feb. 2005-2006 Assistenzärztin in der Abteilung für Allgemein- und Viszeralchirurgie
am Schwarzwald-Baar Klinikum Villingen-Schwenningen GmbH

Ab Feb. 2006 Assistenzärztin in Weiterbildung in der Abteilung für Gefäß- und
Thoraxchirurgie am Schwarzwald-Baar Klinikum Donaueschingen
GmbH