

Gefäßchirurgie 2008 · 13:213–224  
DOI 10.1007/s00772-008-0616-6  
Online publiziert: 11. Mai 2008  
© Springer Medizin Verlag 2008

**Redaktion**

D. Böckler · Heidelberg  
L. Gürke · Basel  
W. J. Hofmann · Feldkirch  
B. Luther · Krefeld  
P. Stierli · Aarau  
W. Trubel · Wien



**CME.springer.de –  
Zertifizierte Fortbildung für Kliniker  
und niedergelassene Ärzte**

Die CME-Teilnahme an diesem Fortbildungsbeitrag erfolgt online auf [CME.springer.de](http://CME.springer.de) und ist Bestandteil des Individualabonnements dieser Zeitschrift. Abonnenten können somit ohne zusätzliche Kosten teilnehmen.

Unabhängig von einem Zeitschriftenabonnement ermöglichen Ihnen CME.Tickets die Teilnahme an allen CME-Beiträgen auf [CME.springer.de](http://CME.springer.de). Weitere Informationen zu CME.Tickets finden Sie auf [CME.springer.de](http://CME.springer.de).

**Registrierung/Anmeldung**

Haben Sie sich bereits mit Ihrer Abonnementnummer bei [CME.springer.de](http://CME.springer.de) registriert? Dann genügt zur Anmeldung und Teilnahme die Angabe Ihrer persönlichen Zugangsdaten. Zur erstmaligen Registrierung folgen Sie bitte den Hinweisen auf [CME.springer.de](http://CME.springer.de).

**Zertifizierte Qualität**

Diese Fortbildungseinheit ist mit 3 CME-Punkten zertifiziert von der Landesärztekammer Hessen und der Nordrheinischen Akademie für Ärztliche Fort- und Weiterbildung und damit auch für andere Ärztekammern anerkennungsfähig. Folgende Maßnahmen dienen der Qualitätssicherung aller Fortbildungseinheiten auf [CME.springer.de](http://CME.springer.de): Langfristige Themenplanung durch erfahrene Herausgeber, renommierte Autoren, unabhängiger Begutachtungsprozess, Erstellung der CME-Fragen nach Empfehlung des IMPP mit Vorabtestung durch ein ausgewähltes Board von Fachärzten.

Für Fragen und Anmerkungen stehen wir Ihnen jederzeit zur Verfügung:

**Springer Medizin Verlag GmbH**  
**Fachzeitschriften Medizin/Psychologie**  
**CME-Helpdesk, Tiergartenstraße 17**  
**69121 Heidelberg**  
**E-Mail: [cme@springer.com](mailto:cme@springer.com)**  
**[CME.springer.de](http://CME.springer.de)**

M.K. Widmer<sup>1</sup> · D. Uehlinger<sup>2</sup> · D.D. Do<sup>3</sup> · J. Schmidli<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Klinik und Poliklinik für Herz- und Gefäßchirurgie, Universitätsspital Bern

<sup>2</sup> Klinik und Poliklinik für Nephrologie und Hypertonie, Universitätsspital Bern

<sup>3</sup> Klinik und Poliklinik für Angiologie, Universitätsspital Bern

# Shuntchirurgie bei Hämodialysepatienten

## Teil 2: Revisionen

**Zusammenfassung**

Aufgrund der demografischen Entwicklung und der ansteigenden Prävalenz des Diabetes mellitus steigt die Zahl dialysepflichtiger Patienten stetig an. Bei vielen dieser Erkrankten stellt die Anlage einer autologen arterio-venösen Fistel eine echte Herausforderung dar. Im ersten Teil wurde die Thematik der Neuanlage von Hämodialysezugängen besprochen. Früh- und Spätkomplikationen von Shunts wie Stenosen, Verschlüsse, Aneurysmen, Infekte und Steal-Syndrom sind bei dieser chirurgischen Technik häufig und müssen nach heute gültigen Richtlinien behandelt werden, was in diesem 2. Teil abgehandelt wird.

**Schlüsselwörter**

Arterio-venöse Fistel · Arterio-venöser Graft · Hämodialyse · Shuntchirurgie · Terminale Niereninsuffizienz

## Vascular access surgery in patients with end-stage renal disease · Part 2: Revisions

**Abstract**

Due to the demographic development and the increasing prevalence of diabetes mellitus, the number of haemodialysis patients is steadily increasing. In many of these individuals, creation of an autogenous arteriovenous fistula becomes a real challenge. In Part 1, we discussed the different possibilities of vascular access creation. Early and late complications such as stenoses, occlusions, aneurysms, infections, and steal syndrome are frequent in vascular access surgery and should be treated in accordance with existing guidelines (part 2).

**Keywords**

Arteriovenous fistula · Arteriovenous graft · End-stage renal disease · Hemodialysis · Vascular access surgery

**Die Shuntchirurgie wird aufgrund der demografischen Entwicklung und der zunehmenden Prävalenz von Diabetes in den nächsten Jahren an Bedeutung zunehmen. Wegen ihrer besseren Offenheitsraten sollten, wenn immer möglich, Shunts mit eigener Vene konstruiert werden, wobei unter sorgfältiger Abwägung der Risiken auch Kunststoffgrafts Verwendung finden können (Teil 1, [13]). Es werden die in publizierten Leitlinien empfohlenen Strategien bei einer Shuntstenose/-thrombose besprochen, ebenso wie das Vorgehen in einer Infektsituation oder bei einem Steal-Syndrom. Der Leser soll die Vor- und Nachteile der Abklärungs- und Behandlungsstrategien und die heute gängigen operativen Technik kennen und in seinem chirurgischen Alltag umsetzen können.**

Die mechanische Beanspruchung von Shunts durch wiederholte Punktionen, die an und für sich unphysiologische Verbindung zwischen Arterie und Vene und die manchmal notwendige Verwendung von Fremdmaterial sind Gründe, weshalb Revisionen von Hämodialysezugängen sehr häufig erforderlich sind.

Im 1. Teil dieser Weiterbildung wurde auf die Neuanlage von Shunts eingegangen [13]. Im vorliegenden 2. Teil werden abschnittsweise häufige Probleme und Komplikationen im Zusammenhang mit ▶ **arterio-venösen Fisteln** oder ▶ **arterio-venösen Grafts** angesprochen und sich ergebende diagnostische Schritte und therapeutische Optionen erläutert.

## Periphere Stenosen

### Diagnose

Eine ▶ **regelmäßige klinische Kontrolle** von Shunts ist die erste Maßnahme, um eine Shuntmalfunktion zu erkennen. Eine zunehmende Obstruktion lässt sich vermuten bei:

- einer Veränderung im Schwirren eines Shunts,
- sich lokal ausweitenden Abschnitten einer AVF,
- einer Veränderung des charakteristischen Auskultationsbefunds mit dem typischen 2-phasigen Rauschen bis im Extremfall hin zum Auftreten eines „Möwenschrei“ als Ausdruck einer hochgradigen Stenose oder
- eine ungenügende Dialysequalität.

Gemäß den Europäischen Leitlinien über Gefäßzugänge zur Hämodialyse sollten eine ▶ **Blutflussreduktion** um mehr als 25% bei repetitiven Messungen bzw. ein unterschrittener Absolutwert von 300 ml/min für AVF des Unterarms bzw. 600 ml/min für Prothesenshunts (arterio-venöse Grafts) Anlass geben, nach der Ursache der sich entwickelnden Malfunktion zu suchen [8]. Dabei hat sich die farbkodierte Duplexsonographie (FKDS) als primäre Methode der Diagnostik bewährt. Neben der Beurteilung der Anastomose(n) und der Blutflussbestimmung können Stenosen nachgewiesen und quantifiziert werden.

Bei radio-zephalen AVF finden sich die Stenosen in 55–75% der Fälle in unmittelbarer Nähe zur Anastomose; für Oberarmfisteln (V. cephalica oder V. basilica) liegt das Problem in mehr als der Hälfte der Fälle im Mündungsgebiet der Shuntvene in die V. subclavia bzw. die V. axillaris (■ **Abb. 1**, [10]).

Weiter zentral gelegene Abflussbehinderungen lassen sich mittels FKDS nur ungenügend erfassen und bedürfen einer angiographischen Abklärung.

### Therapie

Anastomosennahe Stenosen von AVF am Vorderarm lassen sich idealerweise durch eine ▶ **Proximalisierung der Anastomose** lösen, wohingegen Stenosen im venösen Anteil der AVF in der Regel primär einer ▶ **perkutanen Ballonangioplastie** zugeführt werden.

Der Einsatz von ▶ **Cutting-Ballons** zur Dilatation ist nur in Ausnahmefällen oder bei Rezidivstenosen erforder-

#### Abkürzungen

AVF	Arterio-venöse Fistel
AVG	Arterio-venöser Graft
DRIL	Distale Revaskularisation mit Intervallligatur
ePTFE	„expanded polytetrafluoroethylene“
FKDS	Farbkodierte Duplexsonographie
PAVA	Proximalisierung der arterio-venösen Anastomose
PTA	Perkutane transluminale Ballonangioplastie
PTFE	Polytetrafluoroethylen
RUDI	„revision using distal inflow“

Revisionen von Hämodialysezugängen sind sehr häufig erforderlich

- ▶ **Arterio-venöse Fistel**
- ▶ **Arterio-venöser Graft**

- ▶ **Regelmäßige klinische Kontrolle**

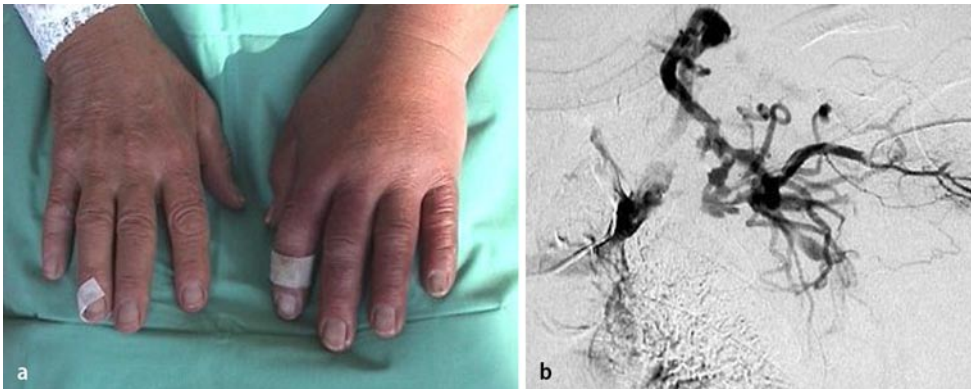
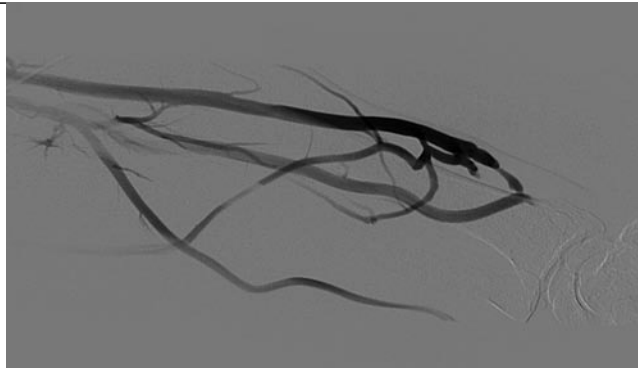
- ▶ **Blutflussreduktion**

Die FKDS ist primäre Methode der Diagnostik bei Verdacht auf eine Shuntmalfunktion

Eher zentral gelegene Abflussbehinderungen bedürfen einer angiographischen Abklärung

- ▶ **Proximalisierung der Anastomose**
- ▶ **Perkutane Ballonangioplastie**
- ▶ **Cutting-Ballon**

**Abb. 1** ▶ Digitale Subtraktionsangiographie einer Cimino-Brescia-Fistel mit anastomosennaher Stenose



**Abb. 2** ▲ Arm- und Fingerschwellung mit Nekrosen (a), bedingt durch zentralvenöse Obstruktion (b)

derlich. Generell ist der Langzeiterfolg für die Behandlung kurzer Stenosen (<2 cm) besser als für langstreckige Veränderungen (>2 cm).

Bei Rezidivstenosen sehen wir eindeutig die Indikation für ein chirurgisches Vorgehen. Kurzstreckige Stenosen lassen sich gut mit einer Patchplastik mit einem Venen- oder Xenograft erweitern. Langstreckige Stenosen müssen mit einem Interponat überbrückt werden.

Eine ▶ **Operation in Blutsperrung** erlaubt eine minimale Präparation des betroffenen Gebiets, da oft starke Verwachsungen vorliegen. Bei der Schnittführung ist darauf zu achten, dass die Inzisionen nur punktuell über dem Shuntgefäß zu liegen kommen. Unsere Operationsstrategie zielt immer darauf ab, einen noch ansteckbaren Shuntanteil zu erhalten, damit weiter punktiert werden kann; bei Bedarf auch mit der ▶ **Single-Needle-Technik**. Dies ist wichtig, um die temporäre Einlage von zentralvenösen Hämodialysekathetern mit ihren typischen Komplikationen wie Infekten und Thrombosen zu vermeiden.

Kann während der Revision kein genügender Fistelfluss erreicht werden, was mit einer intraoperativen Flussmessung objektiviert werden kann, ist ein bildgebendes Verfahren notwendig (FKDS, Angiographie), damit bisher nicht erkannte Obstruktionen diagnostiziert und nachfolgend in der gleichen Sitzung operativ oder kathetertechnisch korrigiert werden können.

Stenosen bei AFG im Bereich der arteriellen Anastomose bzw. weit häufiger wegen einer myointimale Hyperplasie im Bereich der venösen Anastomose müssen mit einer Patchplastik unter Verwendung eines Venenstücks bzw. eines Xenografts behoben werden.

## Zentralvenöse Stenosen

### Diagnostik

Zentralvenöse Stenosen treten meist schleichend auf und sind oft Spätfolgen von zentralen Katheter-einlagen. Eine ödematöse Umfangsvermehrung des Armes ist Leitsymptom und kann von einer klinisch sichtbaren, ▶ **vermehrten Venenzeichnung** im Bereich der Thoraxapertur und des Oberarms begleitet sein. Bei einem kompletten Verschluss mit fehlendem Kollateralkreislauf kann es aufgrund des ausgeprägten Ödems zu Nekrosen im Bereich der Hand kommen (■ **Abb. 2**).

Kurzstreckige Stenosen lassen sich gut mit einer Patchplastik mit Venen- oder Xenograft erweitern

### ▶ Operation in Blutsperrung

### ▶ Single-Needle-Technik

Eine ödematöse Umfangsvermehrung des Arms ist Leitsymptom zentralvenöser Stenosen

### ▶ Vermehrte Venenzeichnung

### ► MR-Phlebographie

### ► Kathetertechnische Intervention

#### ► Stentimplantation

Die operativen Verfahren sind mit einer deutlich erhöhten Morbidität und Mortalität behaftet

#### ► Bypass

#### ► Präexistente Stenose

Bei akuten Shuntverschlüssen kann die Krankengeschichte wertvolle Hinweise geben

Bei AVF ist eine frühe, bei AVF eine sofortige Intervention erforderlich

#### ► Graftthrombektomiekatheter

**Tab. 1** Offenheitsraten für Interventionen bei zentralvenösen Obstruktionen. (Nach [4])

	Primär 1 Jahr [%]	Primär 2 Jahre [%]	Sekundär 1 Jahr [%]	Sekundär 2 Jahre [%]
PTA	7–43	0–10	86–100	64–66
Stent	11–70	28–60	56–100	22–84
Chirurgie	83–100	33–88	100	71–100

Die bisherige Praxis, bei solchen Patienten eine diagnostische ► **MR-Phlebographie** durchzuführen, um die zentralen Armvenen vollständig einzusehen, was bei einer FKDS nicht möglich ist, muss neu überdacht werden. In einer Mitteilung vom 15.01.2007 hat nämlich das deutsche Bundesamt für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM) darauf hingewiesen, dass bei Patienten mit schwer eingeschränkter Nierenfunktion und/oder Dialysenotwendigkeit auf die Verabreichung von Gadodiamid (Omniscan®) als Kontrastmittel verzichtet werden soll, weil eine potenziell tödliche nephrogene systemische Fibrose auftreten kann [2]. Wegen dieses Umstands dürfte die Angiographie in Interventionsbereitschaft mehr an Bedeutung gewinnen.

### Therapie

Hier steht wegen der im Vergleich zur chirurgischen Rekonstruktion viel geringeren Invasivität die ► **kathetertechnische Intervention** im Vordergrund. Mit einer PTA kann eine 1-Jahres-Offenheitsrate von bis zu 43% erzielt werden, welche sich mit einer zusätzlichen Stenteinlage auf 70% steigern lässt; bei einer 2-Jahres-Offenheitsrate von bis zu 60% (► **Tab. 1**) [4]. ► **Stentimplantationen** in die V. subclavia zwischen Klavikula und erster Rippe können zu mechanischen Problemen führen, sodass bei hartnäckigen Stenosen im Thoracic-Inlet-Bereich gelegentlich vor der Stentimplantation eine Resektion der ersten Rippe (offen oder thorakoskopisch) in Erwägung gezogen werden muss.

Die operativen Verfahren mit Sternotomie und aufwendiger Patch- oder Bypasschirurgie erreichen eine hohe 1-Jahres-Offenheitsrate von rund 88%, sind aber gegenüber den kathetertechnischen Verfahren aufgrund der Invasivität mit einer deutlich erhöhten Morbidität und Mortalität behaftet. Alternativ kann ein ► **Bypass** von der V. axillaris zur V. jugularis interna eine Option sein.

### Shuntthrombosen

#### Diagnostik

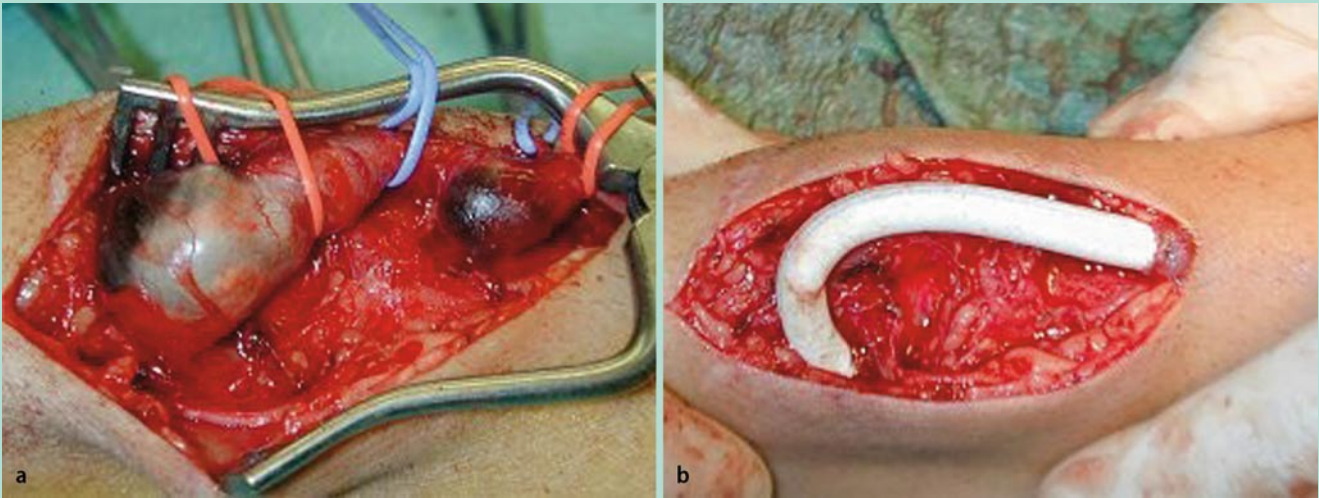
In der Regel liegt einer Shuntthrombose eine ► **präexistente Stenose** zugrunde. Bei akuten Shuntverschlüssen lohnt sich deshalb ein Blick in die Krankengeschichte. Bereits dokumentierte Stenosen oder früher durchgeführte Ballondilatationen weisen auf kritische Shuntabschnitte hin. Bei AVF erlaubt die klinische Untersuchung, die Stenose zu lokalisieren. Oft pulsiert noch ein Teil der Shunts oder es findet sich in unmittelbarer Nähe zur Stenose eine aneurysmatische Erweiterung, sodass die Engstellung vermutet werden kann. Bei Kunststoffprothesen liegt der Verschluss nicht selten im Bereich der venösen Anastomose; er ist meist durch eine myointimale Hyperplasie bedingt.

Beim akuten Shuntverschluss kommt der FKDS eine untergeordnete Bedeutung zu. Die Untersuchung kann aber trotzdem nützlich sein, um die Ausdehnung der Thrombose zu erfassen. Zudem lassen sich ein vorgeschaltetes Inflow-Problem, eine zentrale Abflussstörung oder geeignete Venen als alternative Abflussgefäße identifizieren.

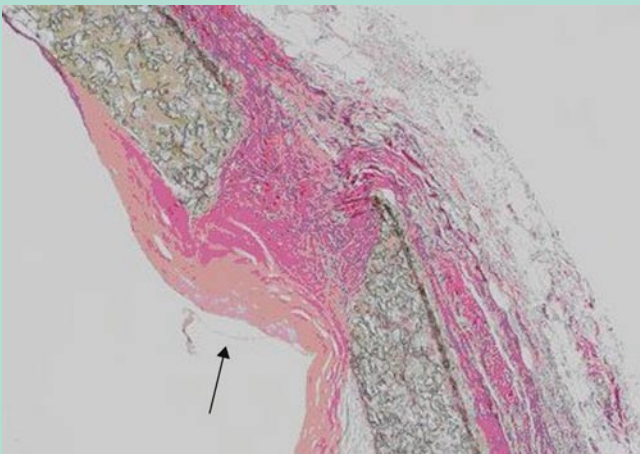
#### Therapie

AVF müssen immer zeitverzugslos vom thrombotischen Material befreit werden, um eine Schädigung der Gefäßwand durch eine thrombophlebitische Entzündungsreaktion zu vermeiden. Bei AVF soll ebenfalls früh interveniert werden, doch kann man in diesen Fällen meist auch noch nach 1 Woche erfolgreich rekanalisieren.

Bei der operativen Thrombektomie von AFG eröffnen wir den Shunt im Bereich der vermuteten Stenose, bei einer Schlingenfistel im Scheitelbereich, um mittels Fogarty-Manöver den Einstrom bzw. den Ausstrom zu eröffnen. Für Prothesenshunts wurde ein spezieller ► **Graftthrombektomiekatheter** (Edwards Lifesciences, Irvine, CA, USA) entwickelt, mit dem sich adhärente Thromben von der Graftwand mobilisieren lassen. Er ist jedoch vorsichtig einzusetzen, damit keine nativen Gefäße



**Abb. 3** ▲ Ausschaltung eines Aneurysma verum mittels ePTFE-Prothese



**Abb. 4** ▲ Von Bindegewebe durchwachsene Punktionsstelle (Pfeil) einer PTFE-Prothese



**Abb. 5** ▲ Hautnekrose aufgrund eines Pseudoaneurysmas bei PTFE-Prothese

erfasst werden. Bei kräftigem Einstrom und problemlosem Abfluss wird die Prothese verschlossen. Die Qualitätskontrolle hat unmittelbar intraoperativ zu erfolgen, und zwar durch eine intraoperative Flussmessung, Kontrastmitteldarstellung oder eine FKDS.

Neben der Patchangioplastie können gelegentlich die Proximalisierung der arteriellen oder eine Transposition der venösen Anastomose sinnvoll sein. Ein fibrotisch verändertes Venensegment oder ein defekte Kunststoffprothese müssen durch ein ► **Interponat** ersetzt werden.

Dank der Entwicklung von speziellen Thrombektomie- und Aspirationskathetern hat die lokale Lysetherapie als interventionelles Verfahren an Bedeutung verloren. Liegt dem Verschluss eine Stenose zugrunde, kann in der gleichen Sitzung eine Ballondilatation durchgeführt werden.

Ob jeweils ein primär endovaskuläres oder chirurgisches Vorgehen gewählt wird, hängt v. a. von den Möglichkeiten vor Ort und der persönlichen Präferenz des Behandelnden ab. Beide Methoden zeigen vergleichbare Resultate [9, 12]. Gemäß Dougherty et al. [1] sind sie gleichwertig mit einer niedrigen primären Durchlässigkeit im ersten Jahr von  $26 \pm 7,6\%$  für die chirurgische und  $13,7 \pm 6,6\%$  für die endovaskuläre Option [1]. Das endovaskuläre Vorgehen war jedoch teurer und mit mehr chirurgischen Folgeeingriffen vergesellschaftet.

Shuntverschlüsse können auch durch eine Kompression von außen (z. B. im Schlaf), einen „low cardiac output“, eine Hypotonie oder eine Hämatokriterhöhung (nach Dialyse) auftreten. Es muss daran gedacht werden, dass bei Patienten mit Gefäßerkrankungen ► **nicht erkannte Gerinnungsstörungen** vorliegen können. Diesbezügliche Abklärungen nach Behandlungen von wiederholten Shuntverschlüssen ohne morphologisch greifbare Ursache können sinnvoll sein.

Die Qualitätskontrolle muss unmittelbar intraoperativ durch Flussmessung, Kontrastmitteldarstellung oder FKDS erfolgen

#### ► Interponat

Neben der Patchangioplastie können die Proximalisierung der arteriellen oder eine Transposition der venösen Anastomose sinnvoll sein

#### ► Nicht erkannte Gerinnungsstörung



Abb. 6 ▲ Durch Punktionen geschädigter PTFE-Graft nach 1 Jahr Gebrauch



Abb. 7 ▲ Lateral durchgezogene neue PTFE-Prothese vor Ausbau der alten PTFE-Prothese mit möglichem infiziertem falschem Aneurysma

### ► Langstreckige Aussackung

Zonen mit aneurysmatischen Erweiterungen sollten nicht punktiert werden

### ► Aneurysmoraphie

### ► Kunststoffinterponat

### ► Aneurysma spurium

### ► Massenblutung

### ► Bioprothese

### ► Veneninterponat

## Aneurysma/Pseudoaneurysma – Diagnostik und Therapie

Aneurysmen bei AVF können als ► **langstreckige Aussackungen** mit dünner Gefäßwand, meist vergesellschaftet mit einem hohen Blutfluss, oder als Aneurysmen in Kombination mit einer Stenose auftreten. Im ersten Fall ist Indikation zur Revision dann gegeben, wenn Komplikationen wie wandständige Thromben, Thrombophlebitiden, Infektion, drohende Perforation oder eine kardiale Überlastung auftreten. Gelegentlich muss auch interveniert werden, wenn aus topographischen Gründen die Kanülen nicht mehr ideal platziert werden können. Auf jeden Fall sollten die Zonen mit aneurysmatischen Erweiterungen, welche oft teilthrombosiert sind, nicht punktiert werden.

Als Behandlungsoptionen kommen in Frage:

- eine Aneurysmaresektion mit Direktanastomosierung
- eine Aneurysmaresektion mit Interponat (■ Abb. 3)
- eine Aneurysmoraphie
- eine AV-Shunt-Neuanlage

Bei einer ausreichend elongierten Shuntvene ist manchmal eine Aneurysmaausschaltung durch Resektion und Direktanastomosierung möglich. Bildet sich ein lokalisiertes Aneurysma wegen einer Stenose, muss diese zusätzlich zur Erweiterung eliminiert werden. Dies kann durch ► **Aneurysmoraphie** erfolgen, wobei das Resektat als Patch verwendet werden kann. Voraussetzung dazu sind aber ideale Hautverhältnisse. Alternativ kann eine Resektion unter Verwendung eines ► **Kunststoffinterponats** eine Option sein. Bei Aneurysmen im Anastomosenbereich sind aufwendigere Rekonstruktionen notwendig, ggf. eine Proximalisierung.

Stetes Punktieren von Fisteln in der gleichen Region, die so genannte Arealpunktion, führt über die Zeit regelmäßig zu einer abnormen Ausweitung der Vene in diesem Bereich. In solchen Fällen sollte die Punktionsregion gewechselt und auf Punktionen konsequent nach dem Strickleitermuster umgestellt werden.

Ein ► **Aneurysma spurium**, auch Pseudoaneurysma genannt, kann für den Hämodialysepatienten lebensgefährlich werden. Im Normalfall werden Punktionsstellen in einem Shunt durch einen lokalen Thrombus abgedichtet und darüber durch Bindegewebe gesichert (■ Abb. 4). Versagt dieser Mechanismus wegen eines zu großen Lochs in einer Prothese oder kommt es zusätzlich zu einer Superinfektion im Hämatom bzw. zu einer druckbedingten Schädigung der Haut mit Nekrose, droht eine Ruptur mit der Gefahr einer ► **Massenblutung** (■ Abb. 5, 6). Folglich müssen Patienten mit Zeichen eines expandierenden oder infizierten Pseudoaneurysmas rasch operiert werden. Wird ein Kunststoffgraft zur Überbrückung verwendet, soll dieser nicht ins gleiche Wundbett wie der rezezierte Shuntteil gelegt, sondern im Sinne eines Bypasses umfahrend tunneliert werden (■ Abb. 7). Erst nachdem das Interponat eingenäht und Zugangsinzisionen verschlossen sind, wird das defekte und potenziell infizierte Prothesensegment entfernt. Auf diese Weise kann das Kontaminationsrisiko gering gehalten werden. Alternativ zum Kunststoffgraft können eine ► **Bioprothese** oder in Ausnahmefällen ein ► **Veneninterponat** benutzt werden.

In der Literatur wird von Einzelfällen berichtet, in welchen zur Behandlung von Pseudoaneurysmen ► **Stentgrafts** implantiert wurden. Dabei muss aber sichergestellt sein, dass das Hämatom nicht bakteriell besiedelt ist. Außerdem wird nach Implantation eines solchen „covered stents“ die mögliche Punktionsstrecke verkleinert.

## Infekt – Diagnostik und Therapie

Grundsätzlich ist der Frühinfekt (bis 30 Tage postoperativ) vom ► **Spätinfekt** zu unterscheiden. Die Rate von Infektionen bei AVF wird in der Literatur mit 2–3% angegeben. Für Kunststoffprothesen liegt sie 9-fach höher [15].

### Frühinfekt

Bei Frühinfekten von AVF handelt es sich meist um ► **infizierte Hämatome**, die oft mit Hämatomausräumung, Drainage und Antibiotikaverabreichung unter Erhalt der Fistel behandelt werden können.

Bei Kunststoffprothesen verhindert ein Frühinfekt das Einheilen des Interponats. Der Shuntarm ist meist überwärmt und geschwollen; im Labor manifestiert sich ein Anstieg der Leukozyten und des C-reaktiven Proteins. Fieber kann als Begleitsymptom auftreten, ist aber nicht obligat. Der Frühinfekt ist klinisch nicht immer einfach von einer lokalen, abakteriellen Perigraftreaktion zu unterscheiden, wie sie gelegentlich nach PTFE-Prothesen-Implantation gesehen wird. In solchen Fällen ist der Patient meist afebril, die Wundnaht ist reizlos und der klinische Verlauf sowie die Laborwerte bessern sich spontan.

An dieser Stelle sei nochmals auf die große Bedeutung der prä- und intraoperativen ► **Infektprävention** hingewiesen. Atraumatisches Operieren mit sorgfältiger Blutstillung verhindert Wundrevisionen wegen Wunddehiszenzen und Hämatomen. Die Inzisionen sollen möglichst nicht über dem Prothesenverlauf liegen.

Wird ein Frühinfekt diagnostiziert (persistierende Infektparameter, Lokalbefund, Fieber, positive Blutkulturen usw.), bleibt meist keine andere Wahl, als die Prothese vollständig zu entfernen, denn die Infektion hat sich häufig entlang der gesamten Prothese ausgebreitet. Der entstandene Defekt an der Arterie muss mit einem autologen oder xenogenen Patch verschlossen werden. Die Wundbehandlung erfolgt offen, unterstützt durch eine resistenzgerechte Antibiotikatherapie. Immer sollten Gewebeprobe und Abstriche von verschiedenen Lokalisationen zur Bakteriologie asserviert werden, damit die verursachenden Keime identifiziert werden können. Zur Dialyse ist ein temporärer zentralvenöser Katheter erforderlich.

■ **Tab. 2** fasst die häufigsten bei Protheseninfekten gefundenen Erreger zusammen [7]. Eine erneute Fistelanlage kommt erst nach Normalisierung der Entzündungsparameter und Konsolidierung der Hautverhältnisse in Frage, in der Regel frühestens nach 4 Wochen. Oft ist es zweckmäßig, den Shunt am Gegenarm anzulegen.

### Spätinfekt

Zur Diagnostik eignen sich die FKDS und die Computer- (CT) oder Magnetresonanztomographie (MRT). Oft wird ein ► **periprothetischer Flüssigkeitssaum** beobachtet. Bei unklaren Fragestellungen können eine Leukozytenszintigraphie oder eine Positronenemissionstomographie (PET) hilfreich sein, um die sich der Prothese anlagernden Leukozytenkolonien nachzuweisen. Low-Grade-Infekte mit koagulasenegativen Staphylokokken sind nicht immer einfach zu diagnostizieren.

Bei nachgewiesenen Graftinfektionen und bei Septikämien unklarer Ätiologie mit suspekten Hautverhältnissen im Shuntbereich sind eine Revision und die vollständige Entfernung der Prothese erforderlich.

Nicht selten finden sich im Verlauf punktionsbedingte, lokalisierte infektiöse Komplikationen. Meist sind es infizierte Pseudoaneurysmen, bei welchen eine Massenblutung droht. In solchen Fällen sind ein Druckverband und die sofortige Revision zwingend. Eine aktive Blutung kann mit einer Oberarmblutsperre kontrolliert und das Operationsfeld für den Eingriff vorbereitet werden. Wie im Abschnitt Aneurysmen/Pseudoaneurysmen detailliert beschrieben wird der Graftersatz lokal durchgeführt. Je nach Situation kann auch eine vollständige Explantation mit offener Wundbehand-

### ► Stentgraft

### ► Spätinfekt

### ► Infiziertes Hämatom

Der Frühinfekt ist klinisch nicht immer einfach von einer lokalen, abakteriellen Perigraftreaktion zu unterscheiden

### ► Infektprävention

Bei einem Frühinfekt muss die Prothese in der Regel vollständig entfernt werden

Eine erneute Fistelanlage kommt erst nach Normalisierung der Entzündungsparameter und Konsolidierung der Hautverhältnisse in Frage

### ► Periprothetischer Flüssigkeitssaum

Infizierte Pseudoaneurysmen erfordern zwingend einen Druckverband und die sofortige Revision



Abb. 8 ▲ Handischämie bei Steal-Syndrom mit Zeigefingernekrose

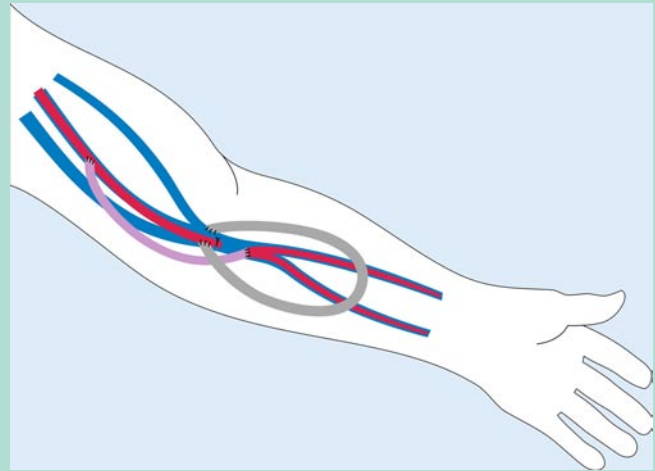


Abb. 9 ▲ Distale Revaskularisation mit Intervallligatur



Abb. 10 ▲ Proximalisierung der AV-Anastomose

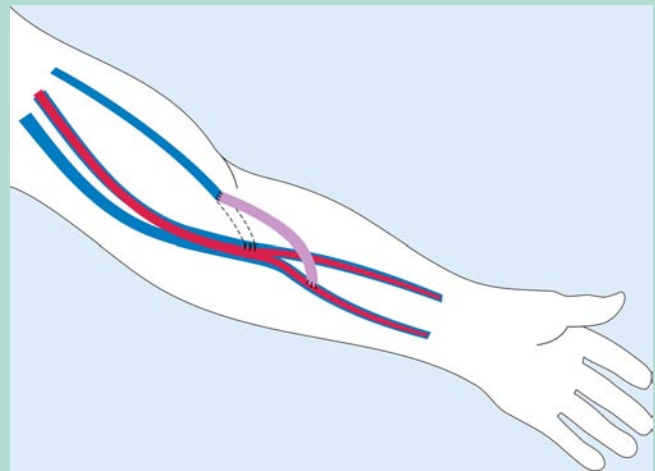


Abb. 11 ▲ Steal-Korrektur nach RUDI

Die Antibiotikatherapie muss den mikrobiologischen Resultaten angepasst erfolgen

► **Symptomatische Extremitätenischämie**

► **Nekrose**

Eine Ischämie kann sich durch Sensibilitätsstörung oder Schmerzen in der Hand manifestieren

lung notwendig sein. Selbstverständlich muss die Antibiotikatherapie entsprechend der mikrobiologischen Resultate angepasst werden.

**Steal-Syndrom – Diagnostik und Therapie**

Eine Fistelanlage führt in bis zu 80% aller Fälle zu einer Veränderung der peripheren Perfusion. In 1% bei Cimino-Fisteln und in 10% und mehr bei Ellenbeugefisteln und AVG kann es zu einer ► **symptomatischen Extremitätenischämie** kommen.

Eine Ischämie kann sich durch Sensibilitätsstörung oder Schmerzen in der Hand manifestieren, welche sich unter Dialyse akzentuieren. In einem fortgeschrittenen Stadium kann es zu ► **Nekrosen** mit Verlust von Gliedmaßen kommen (■ **Abb. 8**). ■ **Tab. 3** gibt eine Übersicht über die klinische Graduierung. Frauen sind deutlich häufiger betroffen als Männer.

Eine intraoperative Druckmessung mit Bestimmung des Finger-Brachialis-Indexes kann bei einem Wert unter 0,45 mit einer 80%igen Sensitivität und einer 70%igen Spezifität eine Steal-Problematik voraussagen [11].

Grundsätzlich werden 2 Formen unterschieden:

- eine Ischämie, bedingt durch einen hohen Volumenfluss (>1000–1500 ml/min) und
- eine Ischämie mit normalem Fluss, bei der organische Veränderungen des Gefäßbettes zu einer peripheren Minderperfusion führen [8].



**Tab. 2** Identifizierte Erreger einer Shuntinfektion<sup>a</sup>. (Nach [7])

Erreger	Anteil [%]
<i>Staphylococcus aureus</i>	26,3
MRSA	21,0
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	3,5
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	5,3
Enterokokken	7,0
Streptokokken	5,3
Varia	8,8
Negative Kulturen	22,8

<sup>a</sup>Angegeben sind die identifizierten Erreger von 57 von 132 wegen einer Infektion ausgebauten Shunts bei insgesamt 1574 Shuntoperationen

MRSA methicillinresistenter *Staphylococcus aureus*

**Tab. 3** Klinische Einteilung beim Steal-Syndrom. (Nach [8])

Stadium	Charakteristika
I	Blaue/blasse und oder kalte Finger, ohne Schmerzen
II	Schmerzen während Belastung oder unter Hämodialyse
III	Ruhschmerzen
IV	Ulzerationen Nekrosen Gangrän der Finger

## Hochflussfisteln

Bei ihnen ist eine Flussreduktion durch ► **Banding** indiziert, wobei dies vorteilhaft durch eine intraoperative Flussmessung kontrolliert wird, um einer zu starken Flussreduktion mit dem Risiko einer möglichen Thrombosierung entgegenzuwirken. Dies kann bei AVF durch eine raffende Naht oder unter Verwendung eines Kunststoffpatches bewerkstelligt werden.

Alternativ und bei Kunststoffprothesen kann der Fluss durch die Interposition mit einem Stück einer ► **tapered Prothese** gedrosselt werden, bei welcher das Lumen von 4 mm auf 6 mm konisch zunimmt [8].

## Klassisches Steal-Syndrom

Beim ihm fließt das Blut distal der AV-Anastomose über Kollateralen retrograd Richtung Shuntgefäß, was zu einer ► **Minderperfusion** der Peripherie führt [3]. Daneben gibt es die Möglichkeit einer Extremitätenminderperfusion, bedingt durch eine Stenose im arteriellen Einstrom oder eine Rarefizierung des peripheren arteriellen Gefäßbetts. Letzteres Phänomen lässt sich klinisch oft nur schwer von einem klassischen Steal-Syndrom unterscheiden. Bei einer Stenosierung der Einstromgefäße ist eine kathedertechnische Intervention die Therapie der Wahl [3].

Beim klassischen Steal-Syndrom genügt im Fall einer Cimino-Fistel häufig die Ligatur der A. radialis distal der AV-Anastomose, um den ► **retrograden Blutfluss** in die Shuntvene zu unterbinden. Liegt die AV-Anastomose aber brachial, bleibt die Perfusion nach distal trotz Ligatur meist ungenügend, sodass über einen ergänzend angelegten Bypass Blut in den Gefäßbaum distal der Ligatur gebracht werden muss. Dieses Verfahren der distalen Revaskularisation mit Intervallligatur ist unter dem Kürzel DRIL in die Fachliteratur eingegangen (► **Abb. 9**, [6]).

Bei der ► **Proximalisierung der AV-Anastomose** wird die Anastomose des AV-Shunts aufgehoben und ein kleinkalibriger Bypass von weiter proximal auf das Shuntgefäß anastomosiert (► **Abb. 10**, [14]). Einerseits wird durch das kleinere Gefäßlumen weniger Blut gefördert, andererseits vergrößert sich durch die Proximalisierung der arteriellen Anastomose das Gefäßbett, welches nach distal mehr Kollateralen versorgen kann.

Bei der im Englischen RUDI („revision using distal inflow“) genannten Technik wird die arterielle Anastomose nach distal verlagert (► **Abb. 11**, [5]). Auf diese Weise können, je nach Anastomosenlokalisation, die A. ulnaris oder die A. radialis voll in der Zirkulation belassen werden, was eine besser periphere Perfusion ermöglicht.

Die Entscheidung, welches Korrekturverfahren gewählt wird, ist nicht einfach, da es in der Literatur zu keinem Verfahren große Serien gibt, insbesondere aber keine vergleichenden Studien zu den oben genannten 3 Möglichkeiten.

In Ausnahmefällen, wenn die oben genannten Techniken nicht in Frage kommen, kann es auch sinnvoll sein, den Shunt aufzuheben und alternativ einen subkutan tunnelierten Katheter einzulegen, einen Shunt auf der Gegenseite zu konstruieren oder den Patienten (falls möglich) auf Peritoneal-

### ► Banding

### ► Tapered Prothese

### ► Minderperfusion

### ► Retrograder Blutfluss

### ► Proximalisierung der AV-Anastomose

Bei RUDI wird die arterielle Anastomose nach distal verlagert

### Infobox 1: Definitionen

Arterio-venöse Fistel	Synonym: native (autologe) Fistel oder AV-Fistel, in Anlehnung an die englische Sprache abgekürzt AVF
Arterio-venöser Graft	Shuntkonstruktion aus biologischem Material oder einer Kunststoffprothese; im englischen Sprachgebrauch AV-Graft genannt, abgekürzt AVG
Hämodialysezugang	(„vascular access“): Konstruktionen wie zentral eingelegte Katheter, arterio-venöse Fisteln oder arterio-venöse Grafts, welche es erlauben, eine Hämodialyse durchzuführen
Shunt	Oberbegriff, welcher einen Kurzschluss zwischen Arterie und Vene beschreibt, der durch eine Direktanastomosierung Arterie/Vene oder durch den Einsatz eines Interponats (autolog, xenogen oder alloplastisch) geschaffen wird

## ► Zeitgerechte Intervention

dialyse umzustellen. Eine ► **zeitgerechte Intervention** ist auf jeden Fall wichtig, um irreversible Nervenschäden oder einen Fingerverlust zu vermeiden.

### Ausblick

Die Shuntchirurgie impliziert wie keine andere Sparte der Gefäßchirurgie einen hohen Anteil an Revisionen, weil die Patienten polymorbide und die Shunts einer enormen mechanischen Belastung ausgesetzt sind. Profunde Kenntnisse der Therapiemöglichkeiten, ein hohes Maß an intraoperativer Flexibilität und eine offene und stete Kommunikation mit den für die Dialyse zuständigen Nephrologen hilft in den meisten Fällen, zusammen mit den interventionellen Spezialisten, die für die Patienten beste Korrekturlösung zu finden. Werden die Patienten in diesen Prozess miteinbezogen, sind sie verständnisvoll, zufrieden und trotz Notwendigkeit einer Operation oder Intervention sehr dankbar.

### Korrespondenzadresse

#### Dr. M.K. Widmer



Klinik und Poliklinik für Herz- und Gefäßchirurgie, Universitätsspital Bern  
3010 Bern  
Schweiz  
matthias.widmer@insel.ch

**Danksagung.** Wir danken Herrn Dr. med. V. Mickley, Fachbereich Gefäßchirurgie am Klinikum Mittelbaden, Kreis Krankenhaus Rastatt, für die kritische Durchsicht des Manuskripts und Dr. med. J. Janzen, Praxis für Histopathologie, Bern, für die histologische Aufnahme.

**Interessenkonflikt.** Der korrespondierende Autor gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Hier steht eine Anzeige.

Springer

## Literatur

1. Dougherty MJ, Calligaro KD, Schindler N et al. (1999) Endovascular versus surgical treatment for thrombosed hemodialysis grafts: a prospective, randomized study. *J Vasc Surg* 30: 1016–1023
2. Grebe SO, Haage P (2007) Nephrogene systemische Fibrose (NSF) nach Applikation gadoliniumhaltiger Kontrastmittel bei Shuntpatienten. *Gefäßchirurgie* 12: 449–454
3. Illig KA, Surowiec S, Shortell CK et al. (2005) Hemodynamics of distal revascularization-interval ligation. *Ann Vasc Surg* 19: 199–207
4. Mickley V (2006) Central vein obstruction in vascular access. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 32: 439–444
5. Minion DJ, Moore E, Edean E (2005) Revision using distal inflow: a novel approach to dialysis-associated steal syndrome. *Ann Vasc Surg* 19: 625–628
6. Schanzer H, Schwartz M, Harrington E et al. (1988) Treatment of ischemia due to „steal“ by arteriovenous fistula with distal artery ligation and revascularization. *J Vasc Surg* 7: 770–773
7. Schild AF, Simon S, Prieto J et al. (2003) Single-center review of infections associated with 1,574 consecutive vascular access procedures. *Vasc Endovascular Surg* 37: 27–31
8. Tordoir JHM, Dammers R, Van der Sande FM (2004) Upper extremity ischemia and hemodialysis vascular access. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 27: 1–5
9. Tordoir J, Canaud B, Haage P et al. (2007) EBPG on vascular access. *Nephrol Dial Transplant [Suppl 2ii]* 22: 88–117
10. Turmel-Rodrigues L, Pengloan J, Baudin S et al. (2000) Treatment of stenosis and thrombosis in haemodialysis fistulas and grafts by interventional radiology. *Nephrol Dial Transplant* 15: 2029–2036
11. Tynan-Cuisinier GS, Berman SS (2006) Strategies for predicting and treating access induced ischemic steal syndrome. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 32: 309–315
12. Vascular Access 2006 Work Group (2006) Clinical practice guidelines for vascular access. *Am J Kidney Dis [Suppl 1]* 48: S176–247
13. Widmer MK, Uehlinger D, Do DD et al. (2008) Shuntchirurgie bei Hämodialyse-Patienten: Teil 1 Erstanlage. *Gefäßchirurgie* 13: 135–145
14. Zanol J, Kruger U, Scholz H (2006) Proximalization of the arterial inflow: a new technique to treat access-related ischemia. *J Vasc Surg* 43: 1216–1221
15. Zibari GB, Rohr MS, Landreneau MD et al. (1988) Complications from permanent hemodialysis vascular access. *Surgery* 104: 681–686

# CME-Fragebogen

**Bitte beachten Sie:**

- Antwortmöglichkeit nur online unter: **CME.springer.de**
- Die Frage-Antwort-Kombinationen werden online individuell zusammengestellt.
- Es ist immer nur eine Antwort möglich.

**Hinweis für Leser aus Österreich und der Schweiz**

**Österreich:** Gemäß dem Diplom-Fortbildungs-Programm (DFP) der Österreichischen Ärztekammer werden die auf CME.springer.de erworbenen CME-Punkte hierfür 1:1 als fachspezifische Fortbildung anerkannt.

**Schweiz:** Gefäßchirurgie ist durch die Schweizerische Gesellschaft für Gefäßchirurgie mit 3 Credits pro Modul anerkannt.

**Bei einer 50-jährigen Frau mit einer vor 2 Jahren angelegten V.-cephalica-Oberarmfistel musste vor 1 Jahr wegen eines Aneurysmas ein Venenstück durch einen Polytetrafluoroethylen(PTFE)-Graft ersetzt werden. Jetzt sind erneut 2 schmerzhafte Schwellungen über der Prothese aufgetreten, die im Lauf der letzten 4 Wochen rasch größer geworden sind. Was empfehlen Sie der Patientin?**

- Zuwarten und beobachten.
- Eine Duplexkontrolle mit der Option eines Interponats innerhalb 1 Woche.
- Eine Angiographie mit der Option auf eine endovaskuläre Intervention.
- Eine Operation bei weiterer Größenzunahme.
- Eine Probepunktion zur bakteriellen Diagnostik.

**Ein 34-jähriger Mann mit einem langjährigen insulinpflichtigen Diabetes und einer Oxalurie hat am linken Unterarm eine PTFE-Schlingenfistel mit 1000 ml/min Fluss, nachdem auf der rechten Seite 2 Fistelanlagen nicht funktionierten. Seit 4 Wochen bestehen nun eine trockene Nekrose des Zeigefingers und Schmerzen unter Dialyse. Ozillographisch zeigen sich an der Hand deutlich reduzierte Flussprofile; im MRT sind alle 3 Unterarmarterien inklusive des Hohlhandbogens offen, jedoch mit Wandunregelmäßigkeiten. Welches**

**Therapiekonzept würden Sie dem Patienten vorschlagen?**

- Einen Bandig-Versuch der Fistel.
- Einen Ausbau der Fistel.
- Ein DRIL-Verfahren (DRIL: distale Revaskularisation mit Intervallligatur).
- Eine Proximalisierung der Fistel.
- Abwarten und nur bei weiterer Verschlechterung intervenieren.

**Sie sehen einen 56-jährigen Patienten, der vermehrt aus den Punktionsstellen nachblutet und neu im Bereich seiner vor 2 Jahren angelegten PTFE-Schlingenfistel eine Schwellung aufweist. Am Abend zuvor hatte der Patient zudem Schüttelfrost und hohes Fieber. Was unternehmen Sie?**

- Blutkulturen, Duplexsonographie, Operation unter Antibiotikagabe.
- Blutbild, Antibiotika, Operation.
- Duplexsonographie, Punktion, Operation.
- Blutkulturen, Antibiotika, Ruhigstellung des Arms.
- Einsatz eines Endografts, Antibiotika.

**Sie haben einen 60-jährigen Patienten gesehen, der bei einer vor gut 1 Jahr angelegten V.-cephalica-Oberarmfistel eine auffallende Venenzeichnung am Oberarm aufweist. Von der Dialyseschwester wird zudem berichtet, die Dialysequalität habe abgenommen.**

**Was ist Ihr diagnostisch-therapeutischer Plan?**

- Bestimmung der Rezirkulation, ggf. Shuntrevision.
- Duplexsonographie, ggf. PTA (perkutane transluminale Ballonangioplastie).
- Bestimmung des statischen Venendrucks, ggf. PTA.
- Shuntangiographie, ggf. Shuntneuanlage am anderen Arm.
- Dialyse so lange wie möglich fortsetzen, dann neue arteriovenöse Fistel.

**Bei einem heute 55-jährigen, im Übrigen beschwerdefreien Dialysepatienten wurde vor 7 Jahren eine Cimino-Fistel angelegt, die nun bis 7 cm im Durchmesser große Aneurysmen aufweist. Eine Flussmessung ergab den Wert von mehr als 1200 ml/min. Unter welcher Voraussetzung würde Sie zu einer baldigen Operation raten?**

- Aus ästhetischen Gründen sollte operiert werden.
- Bei Nachweis einer Teilthrombosierung sollte rasch operiert werden.
- Wegen der Aneurysmagröße muss sofort operiert werden.
- Bei Perforationsgefahr muss operiert werden.
- Wegen des hohen Blutflusses muss jetzt operiert werden.

**Welcher Keim findet sich anteilmäßig am häufigsten bei Shuntinfektionen?**

- Pseudomonas.
- Methicillinresistenter Staphylococcus aureus.
- E. coli.

- Staphylococcus aureus.
- Streptokokken.

**Ein 70-jähriger Patient muss sich wegen einer zentralvenösen Obstruktion interventionell einen Stent in die V. subclavia einsetzen lassen. Er fragt Sie, wie groß sein Risiko für eine Reintervention innerhalb von 2 Jahren ist.**

- 50%.
- 80%.
- 40–70%.
- 20%.
- 10%.

**Sie werden in den Ultraschallraum gerufen, wo man Ihnen eine 55-jährige Frau zeigt, deren gut entwickelte Cimino-Fistel eine 70%ige Stenose im Anastomosenbereich aufweist. Die Dialyse funktioniert problemlos. Was ist Ihre Empfehlung?**

- Verlaufultraschall in 3 Monaten.
- Kathetertechnische Intervention.
- Operative Patchplastik.
- Operatives Interponat.
- Proximalisierung der Fistel-anastomose.

**Sie müssen bei einer Hochfluss-AVF (AVF: arterio-venöse Fistel) mit Handischämie den Blutfluss reduzieren. Welches Verfahren wählen Sie?**

- Einsatz einer tapered Prothese.
- Banding nach Gefühl.
- Alleinige Reduktion der arteriellen Einstromöffnung.
- Banding unter Flusskontrolle.
- DRIL-Verfahren.

**Welcher intraoperativ gemessene Wert für den Finger-Brachial-Index lässt ein Steal-Syndrom befürchten?**

- 0,6.
- 0,45.
- 0,8.
- 0,2.
- 0,5.

Diese Fortbildungseinheit ist 12 Monate auf [CME.springer.de](http://CME.springer.de) verfügbar. Den genauen Einsendeschluss erfahren Sie unter [CME.springer.de](http://CME.springer.de)

Hier steht eine Anzeige.