

4.3 Farbkodierte Duplexsonographie

B. NONNAST-DANIEL †, P. WIESE

Die Farbkodierte Duplexsonographie (FKDS) hat sich als primäre Untersuchungsmethode bei Shunt dysfunktion sowie zur präoperativen Gefäßdiagnostik bei Patienten mit klinischen bzw. anamnestischen Auffälligkeiten etabliert. Sie vereint die Vorteile eines nichtinvasiven, am Krankenbett verfügbaren Verfahrens, das neben der Darstellung der Morphologie auch zahlreiche funktionelle Daten liefert und sich durch niedrige Kosten sowie die Vermeidung von Röntgenkontrastmittel auszeichnet.

4.3.1 Untersuchungsvorbereitung

■ Geräteeinstellung

Für die Gefäßdiagnostik wird ein 7- bis 13-MHz-Linear-Schallkopf bevorzugt. Zur Flussdarstellung werden CW- und PW-Doppler-Sonographie mit Spektralanalyse sowie die farbkodierte Duplexsonographie eingesetzt. Der Power-Doppler ist als optional anzusehen. Pulsrepetitionsfrequenz (PRF) und Wandfilter sind vor Untersuchungsbeginn an die zu erwartenden, teils hohen Flussgeschwindigkeiten anzupassen. Auf Grund ungünstiger, nahezu senkrechter Winkelverhältnisse zwischen Schallkopf und Gefäßverlauf an den Extremitäten ist die Option einer Winkelsteuerung des Schallstrahles essenziell, um valide Flussmessungen mit einem Beschallungswinkel $< 60^\circ$ durchführen zu können. Die Winkelsteuerung des Schallstrahles ersetzt damit eine früher häufig verwendete, keilförmige Wasservorlaufstrecke. Reichlich Ultraschallgel verbessert zusätzlich die Darstellung schallkopfnah gelegener Gefäß- und Weichteilstrukturen und erlaubt ggf. eine weitere, diskrete Angulierung des Schallstrahles.

■ Untersuchungsposition

Der Patient sollte in Rückenlage mit gestrecktem bzw. leicht gebeugtem Arm untersucht werden. Für den Untersucher empfiehlt es sich, jeweils auf der Seite der zu untersuchenden Extremität zu sitzen. Die Patientenliege bzw. das Ultraschallgerät sind entsprechend auszurichten. Durch Auflage seines Unterarmes bzw. Ellenbogens auf der Patientenliege vermeidet der Untersucher zusätzlichen Druck auf den Schallkopf und die einhergehende Kompression oberflächlicher Gefäße.

Idealerweise sollte die präoperative Untersuchung durch den Operateur selbst erfolgen. Bei Durchführung der Diagnostik durch einen Nephrologen oder Radiologen sind genaue Befunddokumentation und enge Kommunikation mit dem Chirurgen unerlässlich.

4.3.2 Präoperative farbkodierte Duplexsonographie vor Shuntanlage

Angesichts der zunehmenden Anzahl von älteren, komorbiden Patienten sowie Diabetikern mit oft schon ausgeprägter Arterio- sowie Atherosklerose reichen klinische Kriterien zur Auswahl geeigneter Gefäße für die Anlage einer arteriovenösen Fistel nicht mehr aus. Malovrh konnte zeigen, dass eine routinemäßige, präoperative Farb-Duplexsonographie das Auffinden geeigneter Gefäße für die Anlage einer arteriovenösen Fistel erhöht [8]. Die präoperative sonographische Evaluation führt zur Zunahme von nativen Shuntanlagen und Vermeidung erfolgloser chirurgischer Explorationen sowie einer Steigerung der primären Offenheitsrate arteriovenöser Fisteln [1, 15]. In einer randomisierten Studie lag die Rate primärer a.v.-Fistel-Verschlüsse bei 25% nach rein klinischer präoperativer Untersuchung, gegenüber 6% nach Evaluation mit präoperativem Ultraschall [10].

Im Gefolge dieser Daten sollte die präoperative FKDS heute Standard sein, eine Ausnahme mögen junge Patienten mit klinisch gut beurteilbaren Gefäßen und fehlenden kardiovaskulären Risikofaktoren darstellen.

■ Präoperative Diagnostik des venösen Systems

Die sonographische Evaluation der Unterarmvenen lässt sich am einfachsten nach Anlage eines Stauschlauchs am Oberarm durchführen. In ungestautem Zustand ist die Abschätzung des Venendiameters sehr stark von hämodynamischen Einflüssen, Volumenschwankungen und Kompression durch den Ultraschallkopf abhängig.

Allgemein wird ein im B-Mode-Querschnitt gemessener, luminaler Durchmesser von $>2,0$ – $2,6$ mm nach Stauung als ausreichend für die erfolgreiche Anlage einer arteriovenösen Fistel am Unterarm angesehen. Am Oberarm sollte der Venendurchmesser $>3,0$ mm betragen [3]. PTFE-Prothesen benötigen etwas größere Anschlussvenen ($\geq 4,0$ mm) [15]. Als zusätzlicher Prädiktor für eine erfolgreiche Shuntanlage kann die Zunahme des Venendiameters nach proximaler Stauung herangezogen werden. Hier nahm in einer Gruppe erfolgreich angelegter a.v.-Fisteln der Venendiameter um 48 % zu, während sich die Venen in der Gruppe mit Shuntverschluss nur um 11,8 % dilatieren ließen (Abb. 4.3.1) [8].

Für eine Shuntanlage geeignete Venen werden im B-Bild-Querschnitt vom distalen Unterarm ausgehend bezüglich Kaliberschwankungen und

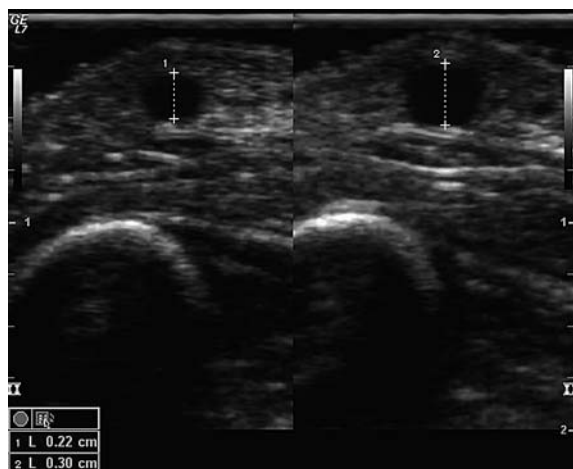


Abb. 4.3.1. Präoperative Diagnostik der Vena cephalica mit Messung des Diameters („inner edge to inner edge“) vor und nach proximaler Stauung

Durchgängigkeit (Komprimierbarkeit) bis zur Ellbeuge verfolgt, wo die Kontinuität zu den Oberarmvenen sichergestellt wird. Insbesondere bei adipösen Patienten mit tief verlaufenden, nicht palpablen Venen ist präoperativ nur mit dieser Methode eine suffiziente Gefäßevaluation möglich.

Eine venöse Thrombose lässt sich durch fehlende Komprimierbarkeit des Gefäßes rasch diagnostizieren. Bei deutlichen Kaliberschwankungen durch sklerotische Venenanteile mit Diameterreduktion auf $\leq 2,0$ mm und fehlender Weitbarkeit nach Stauung muss postoperativ mit der Entwicklung relevanter Stenosen, verbunden mit fehlender Shuntausreifung gerechnet werden.

Sind frei durchgängige, ausreichend weite Venen erst am proximalen (mittleren) Unterarm lokalisierbar, sollte sonographisch auch immer die räumliche Nähe potenzieller Shuntvenen zur Arteria radialis mitbeurteilt werden.

Finden sich an beiden Unterarm keine geeigneten Gefäße, sollten die Venen im Bereich Ellbeuge und Oberarm bezüglich Diameter und Durchgängigkeit wie oben beschrieben sonographisch evaluiert werden. So lassen sich präoperativ wichtige topographische Informationen beispielsweise über das Vorhandensein einer geeigneten Perforansvene, den Verlauf der Vena cephalica oder die Tiefe der Vena basilica gewinnen.

Die direkte Darstellung zentralvenöser Stenosen proximal der Vena subclavia gelingt mit der FKDS selten. Als indirekter duplexsonographischer Parameter kann die Überprüfung der Atemmodulation des Dopplerflusssignals im Bereich von Vena axillaris oder Vena subclavia Hinweise auf die zentralvenösen Abstromverhältnisse geben. Zum sicheren Ausschluss zentralvenöser Stenosen ist bei klinischem Verdacht und fehlender Shuntmöglichkeit am kontralateralen Arm die Durchführung einer Phlebographie oder MRT-Untersuchung notwendig.

■ Präoperative Diagnostik des arteriellen Systems

Der präoperative Durchmesser der Arteria radialis hat sich als verlässlicher Parameter zur Vorhersage der Shuntentwicklung erwiesen. Der Diameter wird im B-Mode-Querschnitt handgelenksnah bzw. im Bereich der vorgesehenen Anastomose ermittelt, wobei das innere Gefäßlumen („inner edge to inner edge“) ausgemessen wird. In mehreren Studien führte ein Diameter der Arteria radialis $\geq 1,6$ mm zu besserer Shuntausreifung und Offenheitsrate [8, 13, 19].

Neben dem Diameter ist die Weitbarkeit der Arteria radialis für den arteriellen Zustrom von entscheidender Bedeutung. Hier scheinen die im B-Bild ermittelte Intima-Media-Dicke [5] und das Ausmaß von Wandverkalkungen [8] prognostische Bedeutung zu besitzen, allerdings ist der Stellenwert dieser Parameter noch nicht abschließend geklärt. Sehr gut lässt sich die Weitbarkeit der Extremitätenarterien präoperativ unter den Bedingungen der reaktiven Hyperämie abschätzen. Bei gesunden Gefäßen kommt es durch Öffnen der Hand nach zweiminütigem Faustschluss (Ischämieprovokation) zu einer deutlichen Zunahme des Blutflusses mit hohen diastolischen Flüssen im Bereich der zuführenden Arteria radialis. Die reaktive Hyperämie lässt sich in der FKDS anhand des Wechsels des typischen, triphasischen Flussprofils der Extremitätenarterie (normaler, hoher peripherer Widerstand) in ein monophasisches Flussprofil (kurzzeitig niedriger peripherer Widerstand) darstellen und über den ermittelten Resistive Index (RI) quantifizieren. Eine ähnliche Reaktion wird nach Anlage einer arteriovenösen Fistel erwartet, wenn der periphere Widerstand der shuntspeisenden Arterie abnimmt und diese in der Lage sein sollte, den Blutfluss für einen vorgesehenen Shunt ausreichend zu steigern. Eine eingeschränkte arterielle Weitbarkeit, ausgedrückt durch einen erhöhten RI-Wert, korreliert mit einer schlechteren Shuntentwicklung (Abb. 4.3.2). Malovrh fand an seinem Kollektiv bei fehlender deutlicher Zunahme des diastolischen Flusses (RI $> 0,70$) eine Erfolgsrate von 39 % nach a.v.-Fistel-Neuanlage, gegenüber 95% bei einem RI $< 0,70$ unter reaktiver Hyperämie. Sicherlich kann ein RI $< 0,70$ prognostisch als optimal angesehen werden, ist aber in unserem eigenen Patientenkollektiv selten zu finden. Wir betrachten daher vor dem Hintergrund des primären Anstrebens von Radialis-Cephalica-Fistelanlagen trotz etwas geringerer Erfolgsraten einen Scheitwert des RI $\leq 0,80$ als vertretbar.

Bei einem RI unter reaktiver Hyperämie $> 0,8$ und einem Durchmesser der A. radialis $< 1,6$ mm ist die Anlage einer Radialis-Cephalica-Fistel allerdings angesichts des eingeschränkten arteriellen Zustroms nicht zu empfehlen. Ist einer der beiden Parameter pathologisch (Diameter A. radialis $< 1,6$ mm oder RI $> 0,8$), muss mit einer verlangsamten Shuntausreifung bzw. erhöhten Frühverschlussraten gerechnet werden (Tabelle 4.3.1). Eine Ausnahme stellen Kinder dar, bei denen aufgrund der guten Elastizität der Gefäße auch deutlich kleinere Gefäßdiameter akzeptiert werden können.

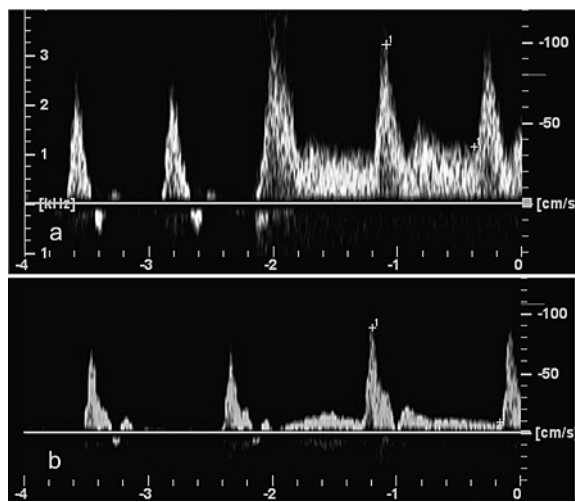


Abb. 4.3.2. Doppler-Flussprofil in der Arteria radialis präoperativ unter reaktiver Hyperämie (Öffnen der Faust nach zweiminütigem Faustschluss): **a** gute arterielle Weitbarkeit mit kräftiger diastolischer Flusszunahme (RI 0,65), **b** eingeschränkte arterielle Weitbarkeit mit unzureichender diastolischer Flusszunahme (RI 0,90)

Tabelle 4.3.1. Präoperative duplexsonographische Kriterien mit Einfluss auf die Shuntentwicklung

Parameter	Grenzwert	Anmerkung
■ arterieller Diameter	> 1,6 mm	(inner edge to inner edge)
■ arterieller Resistite Index	< 0,7 (< 0,8)	(unter reaktiver Hyperämie)
■ venöser Diameter	> 2,5 mm	(nach proximaler Stauung)

Ansonsten empfiehlt sich jedoch bei oben genanntem Risikokollektiv eine frühzeitige Shuntanlage, um bei Shunt dysfunktion eine Revision noch vor Einleitung der Hämodialyse zu ermöglichen.

4.3.3 Farbkodierte Duplexsonographie des Hämodialysehunts

■ Funktionelle Beurteilung – Messung des Shuntvolumens

Ange sichts der Tatsache, dass operative Eingriffe zur Schaffung eines Gefäßzugangs einen Hauptfaktor bezüglich Morbidität, Hospitalisation und Kosten bei Hämodialysepatienten darstellen, wird eine regelmäßige Shuntüberwachung mit routinemäßigen Kontrolluntersuchungen empfohlen [11].

Die Shuntvolumenmessung hat sich hier als Prädiktor mit hoher Signifikanz bezüglich Shunt Dysfunktion bei nativen Shunts und PTFE-Prothesen bewährt [2, 6]. Die Methode dient sowohl zum Screening bezüglich Shuntstenosen oder Dysfunktion als auch zur gezielten Diagnostik bezüglich Ausreifungsgrad sowie hämodynamischer Relevanz von Shuntvitien, insbesondere bei V.a. kardiale Belastung sowie Steal-Syndrom.

Während sich im Rahmen von Screeninguntersuchungen die Shuntvolumenmessung mittels verschiedener Online-Methoden während der Hämodialyse besonders einfach einsetzen lässt, ist die FKDS zur gezielten Diagnostik bei klinischen Auffälligkeiten vorzuziehen, weil sie eine direkte Darstellung pathomorphologischer Befunde im selben Untersuchungsgang erlaubt. Zudem kann der Shunt sonographisch bereits während der Ausreifungsphase vor Punktion beurteilt werden.

Die duplexsonographische Shuntvolumenmessung sollte immer im Bereich der zuführenden Arterie erfolgen. Bei Shunts im Armbereich ist dies die Arteria brachialis. Der Restfluss in nichtshuntspeisenden Arterien ist dabei vernachlässigbar [12]. Eine Messung im Bereich der Arteria radialis würde das Shuntvolumen häufig unterschätzen, da in der Mehrheit ein physiologisches Steal-Phänomen mit zusätzlicher Speisung der Radialis-Cephalica-Fistel über Arteria ulnaris und Hohlhandbogen vorliegt [17]. Direkte Messungen im Bereich der Shuntvene sind aufgrund von Kaliberschwankungen, Seitenästen und schlechtem Schallwinkel sowie Vibrationsartefakten durch den oberflächlichen Verlauf mit erheblichen Problemen behaftet.

Als erster Schritt der Shuntvolumenmessung wird der Diameter der Arteria brachialis in Oberarmmitte im B-Bild-Querschnitt („inner edge to inner edge“) ermittelt. Anschließend wird der Schallkopf über demselben Gefäßareal in die Längsachse gedreht und das Dopplerspektrum der Arteria brachialis abgeleitet. Um reproduzierbare Ergebnisse zu erhalten, ist darauf zu achten, dass das Doppler-Fenster (Gate) über das gesamte Gefäßlumen geweitet ist, die Pulsfolgefrequenz (PRF) so hoch wie möglich eingestellt wird und der Einschallwinkel u.a. durch Kippen des Schallfensters auf einen Wert $\leq 60^\circ$ korrigiert werden kann. Anhand des Dopplerspektrums lässt sich die über die Zeit gemittelte Geschwindigkeit (ZMT) bestimmen und anschließend das Shuntflussvolumen mittels Systemsoftware unter Einbeziehung des zuvor ermittelten Gefäßdiameter berechnen (Abb. 4.3.3).

Als kritisch hohe Shuntvolumina werden Flussmengen > 2000 ml bzw. $> 30\%$ des Herzzeitvolumens angesehen. Über eine hierdurch vermehrte kardiale Belastung drohen u.a. eine zunehmende linksventrikuläre Hypertrophie, pulmonalarterielle Hypertonie sowie die Exazerbation einer vorbestehenden koronaren Herzerkrankung [7, 18].

Shuntvolumen und Thromboserisiko zeigen eine inverse Korrelation [14]. Flussmengen < 600 ml/min bei PTFE-Prothesen, eine Flussabnahme $> 20\%$ während eines Monats oder Volumina < 300 ml/min in Unterarm-a.v.-Fisteln sind als Indikation für eine präemptive Intervention anzusehen (Tabelle 4.3.2) [16]. Bei nativen a.v.-Fisteln steht das Thromboserisiko häu-

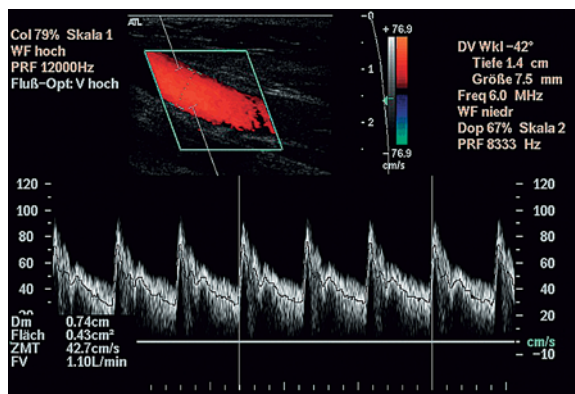


Abb. 4.3.3. Duplexsonographische Shuntvolumenmessung in der zuführenden Arteria brachialis

Tabelle 4.3.2. Interventionsbedürftige Reduktion des Shuntflussvolumens

Parameter	Grenzwert	Anmerkung
■ Unterarm-AV-Fistel	< 300 ml/min	Rezirkulation an Hämodialyse
■ PTFE-Prothesen	< 600 ml/min	zunehmendes Thromboserisiko
■ Flussabnahme in 1 Monat	> 20% (> 33%)	zunehmendes Thromboserisiko

fig nicht im Vordergrund, sondern es droht bei sehr niedrigen Flüssen vielmehr eine ineffektive Hämodialyse im Gefolge von Rezirkulationsphänomenen.

■ Morphologische Beurteilung – Shuntstenosen, Thrombosen und Aneurysmen

Die häufigste Ursache für die Abnahme des Shuntvolumens bis hin zum Shuntverschluss sind Shuntstenosen, überwiegend auf dem Boden einer fortschreitenden Intimahyperplasie. Die Duplexsonographie wird als primäre Bildgebung bei Shunt dysfunktion empfohlen [4]. Mit dieser Methode lassen sich, mit Ausnahme der zentralen Venen, Lokalisation und Ausmaß von Lumeneinengungen suffizient darstellen. Als nichtinvasive Untersuchungsmethode ist die FKDS insbesondere bei nicht ausreifenden Fisteln wertvoll, um in einer Phase, in der der Erhalt der Nierenrestfunktion von außerordentlicher Bedeutung ist, jodhaltiges Kontrastmittel einzusparen.

Bei klinischen Auffälligkeiten bzw. abnehmendem Shuntvolumen sollte der Shuntarm zur Stenosedetektion duplexsonographisch im Längs- und Querschnitt von der zuführenden Arteria brachialis, über die arteriovenöse Anastomose (Abb. 4.3.4) und die abführenden Venen soweit als möglich nach zentral untersucht werden. Von einer interventionsbedürftigen Steno-

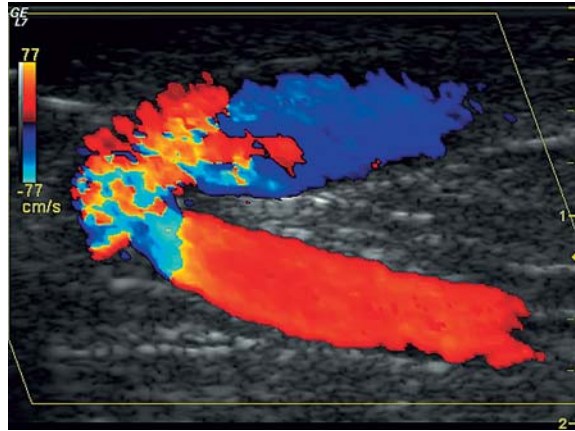


Abb. 4.3.4. Radialis-Cephalica-Fistel mit geringgradiger Stenose (Aliasing) im Bereich der Anastomose

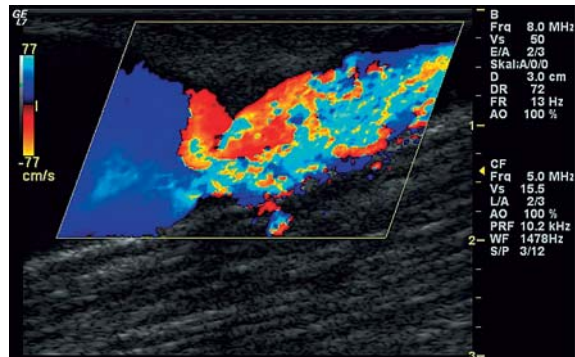


Abb. 4.3.5. Hochgradige Shuntvenenstenose mit Lumeneinengung, Aliasing und Konfetti-Phänomen

se muss bei einer Diameterreduktion $>50\%$ im B-Bild-Modus ausgegangen werden, wenn sie mit einer Abnahme des Flussvolumens bzw. der Dialyседosis einhergeht [16]. Als Referenzbereich für die Lumeneinengung sollte im B-Bild ein stenosenahes, vorgeschaltetes Areal herangezogen werden, welches nicht dilatiert erscheint. Als weitere direkte Stenosemerkmale lassen sich im Duplex-Modus ein Aliasing durch die intrastenotische Flussbeschleunigung sowie ein Konfetti-Phänomen durch Vibrationsartefakte im peristenotischen Gewebe erkennen (Abb. 4.3.5). Zudem sind häufig im Doppler-Modus intrastenotisch Flussbeschleunigungen >4 m/s abzuleiten. Als indirekter Hinweis auf eine nachgeschaltete Widerstandserhöhung (Stenose) kann bereits im Bereich der zuführenden Arteria brachialis neben einer Flussvolumenreduktion häufig eine frühdiastolische Einkerbung („Dip“) im Doppler-Modus registriert werden (Abb. 4.3.6).



Abb. 4.3.6. Doppler-Flussprofil in der zuführenden Arteria brachialis mit frühdiastolischem „Dip“ als indirektem Hinweis auf eine nachgeschaltete Shuntstenose



Abb. 4.3.7. Shuntvenenverschluss durch einen nicht mehr ganz frischen Thrombus mit echoärmeren und echoreicheren Anteilen

Kommt es, überwiegend auf dem Boden vorbestehender Stenosen, zu einem thrombotischen Shuntverschluss, lässt sich die Diagnose bei klinischer Unsicherheit duplexsonographisch rasch sichern. In der zuführenden Arteria brachialis weist ein triphasisches Dopplerspektrum (ohne holodiastolischen Fluss) auf den nachgeschalteten Verschluss hin. Der Thrombus selbst stellt sich im B-Bild in der Frühphase als inhomogene, echoarme Formation dar, die im Verlauf echoreicher wird (Abb. 4.3.7). Die direkte sonographische Darstellung des Thrombus sichert letztendlich die Diagnose gegenüber dem Befund einer hochgradigen Shuntstenose, welche ein ähnliches Flussprofil im Bereich der zuführenden Arterie verursachen

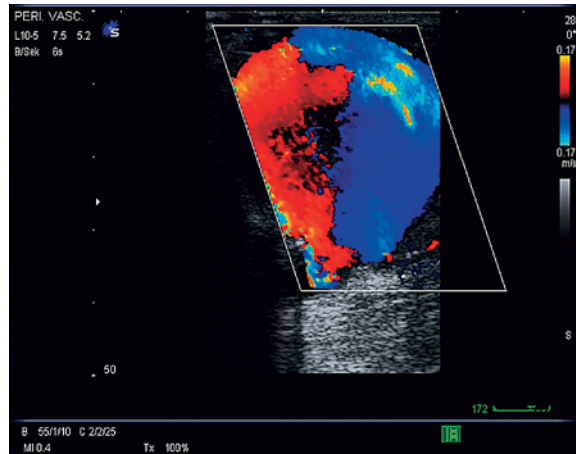


Abb. 4.3.8. Teilthrombosiertes Aneurysma spurium der Arteria brachialis mit Aufhebung des laminaren Strömungsprofils und turbulentem Farbsignal

kann. Zudem kann die Beschreibung der Thrombuslokalisation insbesondere bei Prothesenshunts hilfreich für die chirurgische Wahl des Zugangsweges bei der Revision sein.

Shuntaneurysmen können einfach mittels FKDS beurteilt werden. Dies gilt insbesondere auch für ein Aneurysma spurium, welches von paravasalen Raumforderungen wie Hämatomen, Seromen bzw. Abszessen abgegrenzt werden muss (Abb. 4.3.8). Neben einer Gefäßaufweitung zeigt sich hier ein turbulentes Farbsignal mit dem typischen To-and-fro-Doppler-Spektrum, welches durch den Einstrom des Blutes in den Aneurysmasack in der Systole und den Ausstrom in der Diastole verursacht wird. Partielle Thrombosen im Bereich von Shuntaneurysmen finden sich häufig als randständige Aussparungen des Flusssignals im Duplex-Modus. Durch Messung des Durchmessers im B-Bild lassen sich Ausmaß und Progredienz des Aneurysmas überwachen. In Zusammenschau mit dem klinischen Befund kann so der geeignete Zeitpunkt für eine chirurgische Intervention gefunden werden.

4.3.4 Fazit für die Praxis

Die FKDS ist als bildgebendes Verfahren der Wahl in der präoperativen Diagnostik sowie der initialen Abklärung von Shuntproblemen anzusehen. Durch Kombination morphologischer und funktioneller Informationen beeinflusst die präoperative Sonographie neben dem individuell erhobenen Gefäßbefund die Auswahl von Art und Lokalisation des Gefäßzugangs. Bei Shuntdysfunktion erlauben die Messung des Shuntvolumens und die direk-

te Darstellung pathomorphologischer Veränderungen eine umfassende Befunderhebung und häufig eine vollständige Diagnosestellung, so dass das weitere therapeutische Vorgehen festgelegt werden kann.

■ Literatur

1. Allon M, Lockhart ME, Lilly RZ, Gallichio et al (2001) Effect of preoperative sonographic mapping on vascular access outcomes in hemodialysis patients. *Kidney Int* 60:2013–2020
2. Besarab A, Lubowski T, Frinak S, Ramanathan S, Escobar F (1997) Detecting vascular access dysfunction. *ASAIO J* 43:M539–M543
3. Brimble KS, Rabbat CG, Treleven DJ, Ingram AJ (2002) Utility of ultrasonographic venous assessment prior to forearm arteriovenous fistula creation. *Clin Nephrol* 58:122–127
4. Doelman C, Duijm LE, Liem YS et al (2005) Stenosis detection in failing hemodialysis access fistulas and grafts: comparison of color Doppler ultrasonography, contrast-enhanced magnetic resonance angiography, and digital subtraction angiography. *J Vasc Surg* 42:739–746
5. Kim YC, Choi YJ, Kim JI et al (2006) The impact of intima-media thickness of radial artery on early failure of radiocephalic arteriovenous fistula in hemodialysis patients. *J Korean Med Sci* 21:284–289
6. Lok CE, Bhola C, Croxford R, Richardson R (2003) Reducing vascular access morbidity: a comparative trial of two vascular access monitoring strategies. *Nephrol Dial Transplant* 18:1174–1180
7. MacRae JM, Levin A, Belenkie I (2006) The cardiovascular effects of arteriovenous fistulas in chronic kidney disease: a cause for concern? *Semin Dial* 19:349–52
8. Malovrh M (2002) Native arteriovenous fistula: Preoperative Evaluation. *Am J Kidney Dis* 39:1218–1225
9. May RE, Himmelfarb J, Yenicesu M et al (1997) Predictive measures of vascular access thrombosis: A prospective study. *Kidney Int* 52:1656–1662
10. Mihmanli I, Besirli K, Kurugoglu S et al (2001) Cephalic vein and hemodialysis fistula: surgeon's observation versus color Doppler ultrasonographic findings. *J Ultras Med* 20:217–222
11. NFK-K/DOQI clinical practice guidelines for vascular access: Update 2000 (2001) *Am J Kidney* 37:S137–S181
12. Nonnast-Daniel B, Martin RP, Lindert O et al (1992) Colour Doppler ultrasound assessment of arteriovenous haemodialysis fistulas. *Lancet* 339:134–145
13. Parmar J, Aslam M, Standfield N (2007) Pre-operative radial arterial diameter predicts early failure of arteriovenous fistula (AVF) for haemodialysis. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 33:113–115
14. Shahin H, Reddy G, Sharafuddin M, Katz D, Franzwa BS, Dixon BS (2005) Monthly access flow monitoring with increased prophylactic angioplasty did not improve fistula patency. *Kidney Int* 68:2352–2361
15. Silva MB, Hobson RW, Pappas PJ et al (1998) A strategy for increasing use of autogenous hemodialysis access procedures: Impact of preoperative noninvasive evaluation. *J Vasc Surg* 27:302–308
16. Tordoir J, Canaud B, Haage P et al (2007) EBPG on Vascular Access. *Nephrol Dial Transplant* 22(Suppl 2):ii88–ii117
17. Wiese P, Eras J, Koch C, Nonnast-Daniel B (2003) Colour Doppler ultrasound imaging of radial and ulnar artery development and flow contribution in arteriovenous fistulas. *Nephrol Dial Transplant* 18:S729

18. Wijnen E, Keuter XH, Planken NR et al (2005) The relation between vascular access flow and different types of vascular access with systemic hemodynamics in hemodialysis patients. *Artif Organs* 29:960–964
19. Wong V, Ward R, Taylor J et al (1996) Factors associated with early failure of arteriovenous fistulae for hemodialysis access. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 12:207–213

4.4 Präoperative Gefäßevaluation mittels Angiographie

L. KAMPER, P. HAAGE

Die Langzeitprognose eines Hämodialysezugangs wird wesentlich von der präoperativen Planung beeinflusst. Eine ausführliche Anamnese und klinische Untersuchung (Tabelle 4.4.1) erübrigen häufig eine weitere apparative Diagnostik. Wesentlich ist die genaue Beurteilung von arteriovenösem Gefäßstatus und kardiopulmonalem System. Hinsichtlich des arteriellen Einstroms können proximale Stenosen das spätere Shuntvolumen behindern; distale arterielle Stenosen erhöhen – bei proximaler Shuntanlage – das periphere Ischämierisiko. Präoperativ müssen daher Zuflussbehinderungen und periphere Durchblutungsstörungen ausgeschlossen werden. Relevante zentralvenöse Abflussbehinderungen können ebenfalls bereits präoperativ erkannt werden. Außerdem können ein extrem geschlängelter Venenverlauf oder ein zu schmales Venenlumen die spätere Punktion erschweren bzw. verhindern.

Tabelle 4.4.1. Präoperative Planung eines Hämodialysezugangs

Anamnese	<ul style="list-style-type: none"> ■ frühere zentralvenöse Katheterisierung oder Port-Katheter ■ frühere transvenöse Schrittmacher ■ frühere OP oder Traumata an Arm, Hals oder Thorax ■ frühere Dialyseshunt
Klinische Untersuchung	<p>Arteriell:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Pulsstatus ■ Allen-Test ■ seitendifferente Blutdruckwerte <p>Venös:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Venenverlauf ■ Kollateralvenen ■ seitendifferenter Extremitätenumfang ■ Armödeme

Dialyseshunt

Grundlagen - Chirurgie - Komplikationen

Hepp, W.; Koch, M.; Konner, K. (Hrsg.)

2009, XXII, 441 S., Hardcover

ISBN: 978-3-7985-1571-0