

Dialyse 2016

S. Aker, M. Koch

2.1 Einleitung und Problemstellung – 18

2.2 Charakteristik des Dialysepatienten 2016 – 20

2.2.1 Zuweisung zum Nephrologen – 20

2.2.2 Risikofaktoren Alter und Diabetes – 21

2.2.3 Risikofaktor Adipositas – 21

2.2.4 Begleiterkrankung koronare Herzkrankheit/Hypertonie – 21

2.2.5 Begleiterkrankung Arteriosklerose – 22

2.2.6 Begleiterkrankung diabetisches Fußsyndrom – 22

2.2.7 Begleiterkrankung Malignom – 22

2.2.8 Begleiterkrankung Infektion – 23

2.2.9 Begleiterkrankung Gerinnungsstörung – 23

2.2.10 Dialysebeginn und Verlauf – 23

2.3 Klinische Implikationen – 24

2.3.1 Anforderungen an den Nephrologen – 25

2.3.2 Anforderungen an den Shuntchirurgen – 25

2.4 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen – 27

Literatur – 27

Zusammenfassung

Der Dialysezugang stellt einen entscheidenden Faktor für das Überleben des Dialysepatienten dar. Dem Nephrologen kommt hierbei eine zentrale Bedeutung zu. In Abhängigkeit von der Nierenfunktionsentwicklung und der anstehenden Notwendigkeit der Dialyseeinleitung ist eine zeitige Planung des Dialysezuganges notwendig. Bei Entscheidung zur Hämodialyse sind die zeitgerechte primäre Anlage einer (nativen) arteriovenösen Fistel und die Vermeidung eines zentralvenösen Zuganges unbedingt anzustreben. Bei Vorstellung des Patienten in bereits fortgeschrittenem Stadium der Niereninsuffizienz sind die Risiken des zentralvenösen Katheters als Dialysezugang gegenüber den Möglichkeiten einer sofortigen Shuntanlage mit einem zeitlich verzögerten Beginn der Hämodialyse oder einer vorübergehenden Peritonealdialyse mit akutem Start abzuwägen. Die Sicherstellung eines suffizienten Dialyseshunts stellt weiterhin eine anhaltende interdisziplinäre Herausforderung dar.

2.1 Einleitung und Problemstellung

Die Entscheidung zur Aufnahme der Dialysebehandlung erfolgt durch den Nephrologen unter Berücksichtigung des Lebensalters, des Allgemeinzustandes, klinischer Zeichen der Urämie, der Komorbidität und der Laborwerte (Nierenfunktionsparameter, Elektrolyte im Verlauf). Bei der Indikationsstellung zur Einleitung einer Hämodialyse oder Peritonealdialyse sind u. a. folgende Aspekte wie Absinken der glomerulären Filtrationsrate (GFR) ins Stadium G5 ($< 15 \text{ ml/min/1,73 m}^2$) und/oder Auftreten klinischer Zeichen einer Urämie, diätetisch und medikamentös nicht beeinflussbare Hyperkaliämie, medikamentös nicht korrigierbare metabolische Azidose, therapieresistente Hypertonie, Verschlechterung des Allgemeinzustandes unter urämischer Symptomatik (z. B. Appetitmangel, gastrointestinale Symptomatik mit epigastrischen Schmerzen, Übelkeit, Erbrechen, Diarrhoe, urämische Perikarditis, Perikarderguss, Pruritus), Mangelernährung, Katabolismus, schwere urämische Neuropathie, therapierefraktäre zentrale und/oder periphere Überwässerung zu berücksichtigen. Einen Spezialfall stellt das sog. kardiorenale

Syndrom dar mit nicht beherrschbarer Überwässerung trotz hochdosierter Diuretikatherapie, rezidivierender hydropischer Dekompensation mit Hospitalisierung oder durch die Niereninsuffizienz stark limitierte Anwendbarkeit der zur kardialen Rekompensation erforderlichen Pharmaka. Insbesondere bei diesen Patienten kann die Höhe der kalkulierten GFR ein unzureichender Parameter für die Indikation zur Nierenersatztherapie sein, da die exkretorische Nierenleistung noch gut erhalten sein kann bei gleichzeitiger therapierefraktärer hydropischer Dekompensation (Deutsche Arbeitsgemeinschaft für Klinische Nephrologie 2014). Sollte der Patient sich schon längere Zeit in nephrologischer Betreuung befinden, so sind im Vorfeld bereits alle Vorbereitungen für einen unproblematischen Start in die Dialyse getroffen worden, d. h. der Patient hat sich nach umfassender Aufklärung über alle 3 Nierenersatztherapieverfahren (Hämodialyse, Peritonealdialyse oder präemptive Nierentransplantation) für ein Verfahren entscheiden können. Hat der Patient sich für die Hämodialyse entschieden, wird eine arteriovenöse Fistel (avF) an Unter- oder Oberarm angelegt, über die zu einem späteren Zeitpunkt die Dialyse begonnen werden kann. Klare bzw. verlässliche aktuelle Angaben über die Zahl der Dialysepatienten in Deutschland liegen nicht vor. Laut den zuletzt über QuaSi-Niere 2006 erhobenen Daten gibt es in Deutschland ca. 65.000 Dialysepatienten (Frei u. Schober-Halstenberg 2007), hiervon werden 95 % mit der Hämodialyse behandelt. Nach DOPPS-Daten werden international 49–92 % über eine avF und 1–45 % über einen großlumigen, zentralvenösen Katheter dialysiert (Pisoni et al. 2015). Die Dialyse beginnen ca. 70 % der Patienten in den USA mit einem Katheter (Pisoni et al. 2015), in Abhängigkeit vom Zeitpunkt der Zuweisung zum Nephrologen (Smart et al. 2014). In Europa ist eine signifikante Abnahme des Dialysebeginns mit einer avF von 42 % in 2005 auf 32 % in 2009 zu beobachten. Eine ähnliche Tendenz zeigt sich im Hinblick auf die Prävalenz: die Benutzung einer avF fiel von 66 % auf 62 % und die Benutzung von zentralvenösen Kathetern stieg von 28 % auf 32 % (Noordzij et al. 2014).

Der Gefäßzugang selbst ist die Achillesferse des Dialysepatienten. Circa 40 % aller stationären Behandlungen bei Dialysepatienten sind gefäßzugangsassoziiert (Feldman et al. 1996; Port et al.

2006). Die Vorteile einer nativen funktionsfähigen avF sind langes Überleben (Malas et al. 2015), wenige Revisionen und geringe Infektionskomplikationen. Relativ häufig (bis zu 50 %) ist die fehlende Primärfunktion (Bashar et al. 2015; Allon et al. 2002; Dixon et al. 2002; Dixon 2007; Oliver et al. 2004). Die vielfältigen Gründe für das Primärversagen der arteriovenösen Fistel sind in [Abb. 2.4](#) aufgelistet (Ravani et al. 2005; Roy-Chaudhury et al. 2007). Diabetiker und ältere Patienten erleiden häufiger ein Primärversagen. Um die Häufigkeit des Primärversagens zu reduzieren, wird vor der Anlage ein bildgebendes Verfahren zur Darstellung der Venen und Arterien empfohlen (Zamboli et al. 2014; Smith et al. 2012; Malovrh 2003; Hayashi et al. 2006; Heye et al. 2010), das zur Operationsplanung herangezogen werden kann. Eine andere Arbeit konnte keine Reduktion des Primärversagens durch präoperatives duplexsonographisches Mapping feststellen (Wong et al. 2013). Es sollte rechtzeitig, ab einer GFR von < 20 ml/min die Anlage einer avF angestrebt werden. Denn bis die avF ausgereift ist und sich eine repetitiv punktionsfähige Shuntvene entwickelt hat, vergehen bis zu 98 Tage (Rayner et al. 2003), weshalb sich eine Shuntanlage wenigstens 4 Monate vor Dialysebeginn empfiehlt (Oliver et al. 2004). Die Shuntentwicklung lässt sich an der Vergrößerung der Shuntvene ablesen, die durch Druckerhöhung und Scherkräfte auf die Venenwand verursacht wird (Corpaux et al. 2002). Bis zu 54 % aller Fisteln entwickeln sich im ersten Jahr nicht zu einem funktionsfähigen Shunt (Wolford et al. 2005). Allgemein wird empfohlen, dass eine Fistel, die sich innerhalb der ersten 6 Wochen nicht entwickelt, erneut dem Chirurgen vorgestellt werden soll (Dixon 2007; Kian u. Vassalotti 2005; Beathard et al. 2003). Weil die Fistel innerhalb der ersten Wochen den stärksten Anstieg von Blutfluss und Fisteldiameter verzeichnet, sollte diese Phase duplexsonographisch verfolgt werden. Fisteln mit einem Diameter > 4 mm und einem Blutfluss von > 500 ml/min haben eine große Wahrscheinlichkeit (> 95 %) sich zu einem funktionsfähigen Shunt zu entwickeln (Robbin et al. 2002). Möglicherweise ist die fehlende Primärfunktion ein Grund für den regional unterschiedlichen, dramatischen Anstieg der Katheter zu Beginn der Dialysebehandlung (Lee et al. 2005). Selbst 6 Monate nach Dialysebeginn werden noch bis zu 53 % der Patienten mit einem

Katheter dialysiert (Leake et al. 2015). Ein arteriovenöser Graft (avG) wird nach wiederholtem Versagen eingesetzt, wenn kein ausreichendes Venenmaterial mehr vorhanden ist. In diesem Zusammenhang ist an die häufig vernachlässigte Transposition von autologem Venenmaterial zu erinnern, die vor dem Einsatz von Kunststoff berücksichtigt werden sollte ([► Abschn. 4.4](#)). Besonders in den Risikogruppen der Männer und der Patienten mit peripher arterieller Verschlusskrankheit (pAVK) sowie Adipositas werden gehäuft avG angelegt (Allon et al. 2000). Wird das Primärversagen mitberücksichtigt, so ist das kumulative Überleben von avF und avG gleich. Werden jedoch die funktionsfähigen avF und avG verglichen, so finden bei den avG deutlich mehr Interventionen statt (McCarley et al. 2001). Das technische Überleben der avF am Oberarm im Vergleich zum avG nach Primärversagen einer Unterarmfistel ist identisch (Lee et al. 2007).

Die Nachteile von arteriovenösen Grafts und Katheter sind häufige Revisionseingriffe (Schild et al. 2008), kurzes technisches Überleben (Lee et al. 2005; Ocak et al. 2013) und Infektionen (Ravani et al. 2013; Ishani et al. 2005) mit möglicher Todesfolge (Ravani et al. 2013; Ocak et al. 2013; Allan et al. 2004; Lok u. Foley 2013; Bray et al. 2012; Banerjee et al. 2014). Die Frage ist nicht ob, sondern wann ein Patient mit einem zentralvenösen Zugang eine Bakteriämie bekommt. Selbst wenn ein Katheter nur vorübergehend eingesetzt wird, um die Dialyse zu beginnen oder um die Zeit bis zur operativen Shuntrevision zu überbrücken, bleibt lebenslang ein durch die Katheter-vermittelte Bakteriämie oder Sepsis erhöhtes Sterberisiko bestehen (Ishani et al. 2005; [Abb. 2.1](#)). Katheter werden gerade bei älteren Patienten mit Begleiterkrankungen länger benutzt, bevor ein Umstieg auf eine avF gelingt (Wasse et al. 2007).

Patienten mit einem Katheter haben ein großes Risiko unzureichend dialysiert zu werden. Mehr als 25 % der Katheterpatienten im Vergleich zu 9,7 % der avF-Patienten haben ein KT/V < 1,2 (Wasse et al. 2007). Weiter ist das Risiko einer venösen Thrombose hoch. Von 143 Patienten, die einen getunnelten Katheter in der Vergangenheit hatten, konnten 26 % mit einer partiellen oder kompletten Thrombose der V. jugularis interna identifiziert werden. In einer prospektiven Studie konnte gezeigt werden, dass von 108 Patienten mit untunneltem Katheter 35 % in den

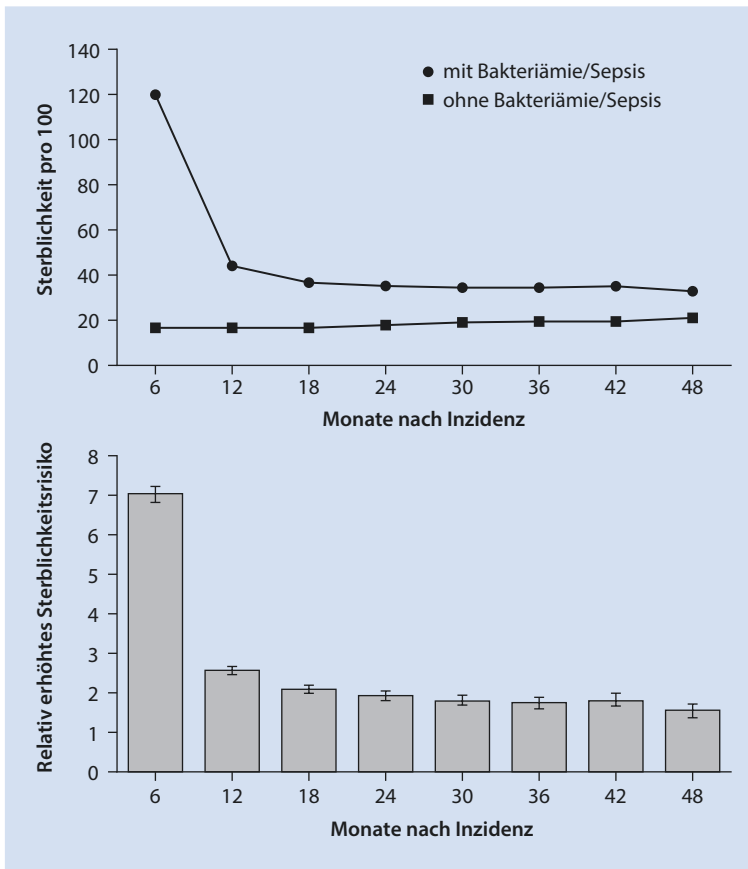


Abb. 2.1 Graphische Darstellung der Ergebnisse des United States Renal Data System Reports 2004, der eine dauerhaft erhöhte Sterblichkeit bei inzidenten Patienten nach Bakteriämie oder Sepsis zeigt (1996–2000). (Nach Allan et al. 2004)

ersten 3 Monaten und 48 % nach 6 Monaten eine Bakteriämie aufwiesen (Lee et al. 2005). Das Risiko für eine über den Gefäßzugang vermittelte Infektion ist 5fach höher bei getunnelten und 7fach höher bei nichtgetunnelten Kathetern im Vergleich zur avF (Combe et al. 2001).

2.2 Charakteristik des Dialysepatienten 2016

2.2.1 Zuweisung zum Nephrologen

Der weitaus größte Teil der Patienten mit chronischer Niereninsuffizienz wird dem Nephrologen zu spät zugewiesen. Auch wird über eine erhöhte

Mortalität der spät zugewiesenen Patienten berichtet (Kim et al. 2013; Smart et al. 2014). Eine Untersuchung von Astor et al. belegt, dass 80 % aller neu in das Dialyseprogramm aufgenommenen Patienten im urämischen Stadium zugewiesen werden (Astor et al. 2001). Es bleibt dem Nephrologen nicht ausreichend Zeit und Ruhe, dem Patienten die verschiedenen Nierenersatztherapieverfahren auseinanderzusetzen und ihn darüber aufzuklären. Auch können die häufigen Begleiterkrankungen nicht adäquat therapiert werden, wodurch diese Patienten dem Gefäßchirurgen mit beginnendem urämischem Syndrom, metabolischer Azidose, renaler Anämie und nicht behandeltem sekundärem Hyperparathyreoidismus im überwässerten Zustand zur Shuntanlage vorgestellt werden. Ebenfalls bleibt nicht genügend Zeit

für ein Venentraining vor Fistelanlage (Rus et al. 2003). Aus Sorge um eine rapide Verschlechterung wird der Nephrologe häufig sofort die Dialyseindikation stellen und über einen Katheter mit der Dialysebehandlung beginnen. Die Gründe für die späte Zuweisung sind vielfältig, häufig ist aber das falsch niedrige Kreatinin bei älteren, übergewichtigen und nicht sofort erkennbar überwässerten Patienten (Cirillo et al. 2005) dafür verantwortlich. Der Hausarzt bemerkt die deutliche Einschränkung der Nierenfunktion zu spät. Die Zusammenarbeit von Hausärzten und Nephrologen ist entscheidend für eine frühe Zuweisung.

2.2.2 Risikofaktoren Alter und Diabetes

Nach unseren eigenen Daten sowie den Daten anderer Autoren (Frei u. Schober-Halstenberg 2007) ist der überwiegende Teil der Dialysepatienten heute > 70 Jahre alt und leidet an einem Diabetes und/oder einer vaskulären Nephropathie. Das mittlere Alter der Dialysepatienten ist in den letzten 20 Jahren von 55 auf 69 Jahre angestiegen. Patienten über 90 Jahre sind keine Seltenheit mehr. Mehr als 40 % aller Dialysepatienten sind Diabetiker (Frei u. Schober-Halstenberg 2007). In dieser Patientengruppe sind alle weiteren Begleiterkrankungen häufig anzutreffen. Die Mobilität ist meist eingeschränkt, weshalb Shuntanlage und Einleitung der Dialysetherapie häufig nur unter stationären Bedingungen gelingen.

2.2.3 Risikofaktor Adipositas

Der durchschnittliche BMI von Dialysepatienten in Deutschland beträgt 24 kg/m² (Hecking et al. 2004). Mehr als 40 % einer gemischt europäisch-amerikanischen Dialysepopulation sind entweder übergewichtig (26 %) oder adipös (16 %, Leavey et al. 2001). Trotz ausreichender arterieller Extremitätenversorgung sind diese Patienten prädestiniert für ein spärliches und in der Tiefe liegendes Venenmaterial, das möglicherweise erst mit zweizeitigen Eingriffen zur oberflächennahen, jederzeit punktionsfähigen Fistel heranreift (Dixon 2007; [Abb. 2.2](#)), jedoch im Vergleich zur avF bei normgewichtigen Patienten kein



Abb. 2.2 Native Fistel am linken Oberarm bei einer adipösen Patientin

schlechteres Kurzzeitüberleben hat (Vassalotti et al. 2002). Andere Arbeiten konnten diese Ergebnisse allerdings nicht bestätigen (Kats et al. 2007; Plumb et al. 2007).

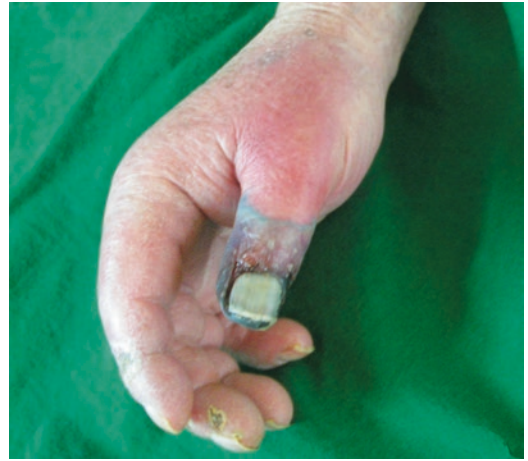
2.2.4 Begleiterkrankung koronare Herzkrankheit/Hypertonie

Häufig besteht eine koronare und/oder hypertensive Kardiomyopathie, die bei Einschränkung der kardialen Reserve äußerst sensibel auf Überwässerung reagiert und dekompensiert. Hierbei kommt häufig eine medikamentöse Therapie zu spät und es bleibt nur die Dialyse, um den Wasserentzug und die Rekompensation zu realisieren. So fanden Foley et al., dass 15 % der Patienten zu Dialysebeginn eine linksventrikuläre Funktion < 30 % hatten (Foley et al. 2000). Wegen der niedrigen LV-Funktion wird oft eine Katheteranlage statt einer arteriovenösen Fistel bevorzugt, mit der Begründung einer avF-verursachten Volumenbelastung. Nach eigenen Untersuchungen mit serieller Echokardiographie wird aber bei Patienten mit niedriger LV-Funktion unter der Dialyse die LV-Funktion bei einem Shuntvolumen von ≤ 1000 ml/min nicht schlechter, wenn auf eine ausreichende Entwässerung geachtet wird. Auch gelingt es bei älteren Patienten mit eingeschränkter LV-Funktion häufig, eine gut funktionierende avF anzulegen (Weyde et al. 2006). KHK-Patienten haben häufiger einen Schrittmacher, der prinzipiell keine Kontraindikation für eine avF sein sollte. Da laut

Einzelfallberichten auf der Schrittmacherseite zentrale Venenstenosen auftreten können, sollte die kontralaterale Seite zur Shuntanlage bevorzugt werden (Touret et al. 2005; Teruya et al. 2003).

2.2.5 Begleiterkrankung Arteriosklerose

Typischerweise kalzifizieren die Gefäße der chronisch niereninsuffizienten Patienten nicht von proximal nach distal, sondern von distal nach proximal. Die klassische proximale Stenose bei der pAVK findet sich beim Dialysepatienten eher nicht. Das Zukitten peripherer Gefäße führt zu erheblichen Störungen der Mikrostrombahn, die nach arteriovenöser Fistelung zum Stealphänomen mit schweren Durchblutungsstörungen an den distal der Anastomose liegenden Extremitäten führen können (■ Abb. 2.3) sowie zu Aufgabe des Shunts und Amputation der Phalange zwingen. Dieses Phänomen tritt häufiger bei Diabetikern mit begleitender schwerer Neuropathie auf. Hierüber finden sich Arbeiten, die die Fingernekrose nicht als Folge eines proximal liegenden Gefäßzugangs sehen (Yeager et al. 2002). Die Gründe für die beschleunigte Arteriosklerose sind vielfältig und bisher ohne eindeutige primäre Therapieoption. War in den 1980er und 1990er Jahren das bei Dialysepatienten häufig anzutreffende erhöhte Cholesterin Target vieler vermeintlicher therapeutischer Maßnahmen, um der beschleunigten Arteriosklerose Einhalt zu gebieten, so zielen heute die Therapieversuche auf ein möglichst niedriges Kalzium-Phosphatprodukt. Bei peripheren Gefäßzugängen am Unterarm reicht oft der Perfusionsdruck für die Versorgung der Hand noch aus, wenn die A. radialis angezapft wird. Bei proximalen Anastomosen zwischen A. brachialis und einer entsprechenden Vene kann es jedoch bei ausgeprägten Kalzifikationen mit Rarefizierung der Mikrostrombahn häufiger zum Stealphänomen in der Hand kommen, besonders bei einer Brachiozephalika-Fistel (van Hoek et al. 2006). Da solche Verhältnisse in der Regel symmetrisch vorliegen, macht es keinen Sinn, auf die kontralaterale Seite zu wechseln, weshalb in wenigen Fällen als Ultima ratio die Implantation eines untertunnelten Katheters, das DRIL-Verfahren („distal revascularization and interval ligation“; Aimaq u. Katz 2013) oder die Umstellung auf die Peritonealdialyse bleibt. Antikoagulation



■ **Abb. 2.3** Nekrose Digitus I nach nativer Fistel (Brachio basilika) bei starkem Raucher mit pAVK und Zustand nach Oberschenkelamputation

hat in der Regel in solchen Fällen keine Auswirkungen auf den Erhalt der Fistel (Yezlin et al. 2006).

2.2.6 Begleiterkrankung diabetisches Fußsyndrom

Diabetiker mit Fußsyndrom und stabiler, niedriger aber nicht dialysepflichtiger Nierenfunktion entwickeln häufig eine systemische Infektion mit akuter Verschlechterung der Nierenfunktion („acute on chronic renal failure“) und bedürfen der Dialyse, ohne dass Zeit für eine Shuntanlage bleibt. In diesen Fällen ist in Abhängigkeit der medizinischen Umständen und der anzunehmenden chronischen Dialysepflichtigkeit die Peritonealdialyse als Mittel der Wahl anzusehen vor einer zentralvenösen Katheteranlage (García-Cantón et al. 2013). Da erfahrungsgemäß diese Patienten häufig dialysepflichtig bleiben, auch nach Behandlung des Fußsyndroms, sollte im infektfreien Intervall eine avF geschaffen werden, sofern der Patient eine Umstellung auf Hämodialyse (HD) wünscht.

2.2.7 Begleiterkrankung Malignom

Im Vergleich zur Allgemeinbevölkerung haben Dialysepatienten häufiger ein Malignom (Butler et al. 2015) und deshalb häufig periphere Venen

zerstörende Chemotherapien hinter sich und eine nicht immer exakt vorhersehbare Lebenserwartung. Deshalb sollte hier individuell, im Zweifelsfall aber für eine avF entschieden werden.

2.2.8 Begleiterkrankung Infektion

Bei chronischer Niereninsuffizienz Stadium IV kann es im Rahmen einer Infektion (Fußgangrän, Urosepsis, Clostridienenteritis, Pneumonie) zur schnellen Nierenfunktionsverschlechterung bis hin zur Dialysepflichtigkeit kommen. Eine Shuntanlage ist in dieser Situation kontraindiziert, da es infektgetriggert zu einem Primärversagen kommt und Venenmaterial verbraucht wird.

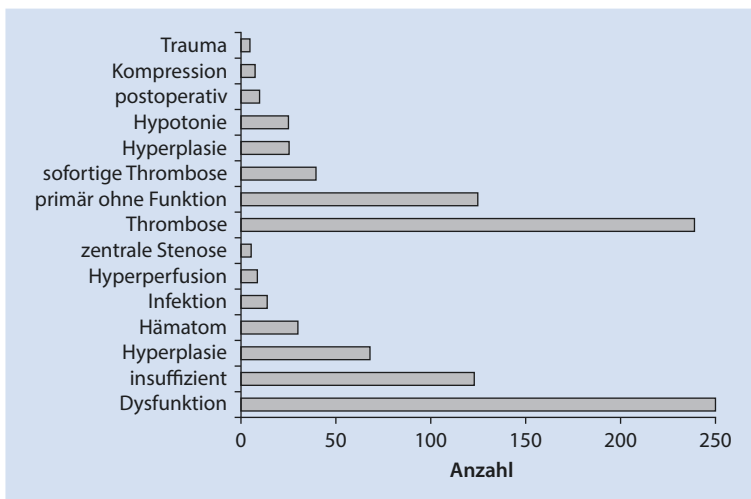
2.2.9 Begleiterkrankung Gerinnungsstörung

Patienten mit chronischer Nierenerkrankung haben nicht selten Gerinnungsstörungen im Rahmen eines nephrotischen Syndroms mit Verminderung von AT III. Diese klinische Situation geht mit einem erhöhten thromboembolischen Risiko einher. Auch verursachen chronische Infektionen (z. B. chronische Pyelonephritis) eine Hyperkoagulabilität durch die Hyperfibrinogenämie. Neben erniedrigtem Antithrombin

werden thrombophile Mutationen als begünstigende Faktoren für eine gesteigerte Koagulabilität mit Thrombosen von Dialysezugängen betrachtet (Salmela et al. 2013).

2.2.10 Dialysebeginn und Verlauf

Wenn Dialysepatienten über eine funktionierende avF ohne Primärversagen an die Dialyse genommen werden, kann es im weiteren Verlauf zum Versagen der Fistel kommen. Hierfür gibt es eine Vielzahl von Gründen (■ Abb. 2.4; Rodriguez et al. 2000). Die Wertigkeit routinemäßiger Ultraschallkontrolluntersuchungen ist umstritten (Shahin et al. 2005), wohingegen ein Koordinator für den Gefäßzugang im Rahmen eines Qualitätsprogramms mit vorzeitiger Intervention bei Dysfunktion die Versagensrate erheblich beeinflussen kann (Loon et al. 2007). In Abhängigkeit von der Restnierenfunktion ist eine sofortige operative Revision ohne zwingende vorausgehende Bilddarstellung erforderlich, um einen zentralvenösen Gefäßzugang zu vermeiden. Exakte Daten, wie häufig Katheter beim Shuntversagen zum Einsatz kommen, liegen nicht vor. Selbst wenn vorübergehend ein Katheter eingesetzt wird, bleibt ein bakterieämieverursachtes erhöhtes Sterberisiko (■ Abb. 2.1; Lacson et al. 2007). In der Regel reicht es aus, eine avF zu thrombektomieren, um erneut eine



■ Abb. 2.4 Ursachen und Häufigkeiten des Primärversagens der arteriovenösen Fistel (Gesamtzahl der untersuchten Fisteln n = 489). (Nach Rodriguez et al. 2000)

ausreichende Shuntfunktion zu erzielen. Es sollte jedoch stets auch auf einen ungestörten Venenabfluss weiter proximal geachtet werden, um einen erneuten Verschluss zu vermeiden. Bei gestörten Abflussverhältnissen sollte nach Rücksprache mit dem Nephrologen nicht gezögert werden, die proximalen Venen- und Abflussverhältnisse mit Kontrastmittel darzustellen. Sollte ein Zustromproblem zum Shuntversagen geführt haben, ist im Anschluss an die Thrombektomie ggf. eine arterielle Darstellung mittels digitaler Subtraktionsangiographie (DSA) oder MR-Angiographie nötig, bzw. die sofortige Neuanlage der arteriovenösen Anastomose weiter proximal mit derselben Shuntvene. Auch in diesem Falle kann ein zentralvenöser Zugang umgangen werden und die sofortige Punktionsfähigkeit des Shunts ist gewahrt, wenn nicht bereits zu viel entwickeltes Shuntvenenmaterial durch eine zu weit nach proximal angelegte Neoanastomose stillgelegt wurde.

2.3 Klinische Implikationen

Die Komplexität der chronischen Nierenerkrankung einschließlich deren Begleiterkrankungen macht eine enge Kooperation zwischen dem Shuntchirurgen und dem Nephrologen erforderlich. Die Arbeitsteilung muss abgesprochen werden und die Verbindung muss jederzeit hergestellt werden können. Als zusätzlicher Kooperationspartner wird ein Anästhesist benötigt, der neben Intubationsnarkose auch in der Lage sein sollte, eine sichere Plexusanästhesie durchzuführen. Auch wäre eine interventionelle Radiologie wünschenswert, die bei Shunt dysfunktion in der Lage ist, vor einem Shuntverschluss mittels Angioplastie das arterielle oder venöse Stenoseproblem ohne chirurgischen Eingriff zu beheben.

Das Ziel muss die Anlage einer avF nach vorhergehendem Mapping sein. Kommt es zum Primärversagen, muss das Ziel weiterhin die Anlage einer nativen Fistel sein. Erst wenn dies nicht möglich ist und bevor ein Katheter gelegt wird, sollte ein avG angelegt werden. Eine umfassende Aufklärung über die Nierenersatztherapie einschließlich einer Shuntanlage mit ausreichender Reifung der Shuntvene bis zur sicheren Punktion benötigt zwischen 6–12 Wochen. Dies ist abhängig davon, ob die erste

arteriovenöse Anastomose eine punktionsfähige Shuntvene ergibt. Das Zusammentreffen ungünstiger Faktoren begünstigt häufig den Beginn der Hämodialyse über einen zentralen Dialysekatheter, der mit einer hohen Infektionsrate inklusive Todesfolge assoziiert ist. Es ist nicht die Urämie, es ist die Komplikation der Dialysebehandlung die zum Tode führt. Zu erwähnen ist hierbei, dass laut Qualitätssicherungs-Richtlinie Dialyse (QSD-RL) des Gemeinsamen Bundesausschusses zur Sicherung der Qualität von Dialysebehandlungen der einrichtungsbezogene Anteil von Patienten mit zentralvenösem Katheter als Gefäßzugang im Rahmen des Qualitätsmanagements erfasst und berichtet werden muss, wobei bis vor kurzem kein Grenzwert definiert wurde. Nach der letzten in Kraft getretenen Fassung der Qualitätssicherungs-Richtlinie Dialyse vom 4. Februar 2016 gelten jedoch Dialyseeinrichtungen mit einem Anteil von Patienten mit Katheterzugang über 30 % als rechnerisch auffällig (Richtlinie des Gemeinsamen Bundesausschusses zur Sicherung der Qualität von Dialysebehandlungen nach den §§ 136 und 137, Abs. 1 Nr. 1 des Fünften Buches Sozialgesetzbuch, zuletzt geändert am 15. Oktober 2015, in Kraft getreten am 4. Februar 2016).

Diese Kenntnisse implizieren eine vorsichtige und kritische Herangehensweise an den chronisch nierensuffizienten Patienten mit Überdenken des Zeitpunkts der notwendigen Dialyseeinleitung, welche mit der nephrologischen Erfahrung auch dem fortgeschrittenen nierensuffizienten Patienten mit einer GFR < 10 ml/min noch Zeit geben kann für Anlage und Entwicklung eines Shunts und damit einen zentralen Zugang umgeht. Es liegen Daten vor, welche ein vergleichbares klinisches Outcome, einschließlich Überleben, zwischen früher Einleitung und elektivem Hinausschieben der Dialyseeinleitung bei Patienten mit fortschreitender Nierensuffizienz zeigen. Unter sorgfältiger klinischer Kontrolle und entsprechenden Therapiemaßnahmen erscheint ein Aufschieben der Dialyseeinleitung möglich, bis die GFR unter 7,0 ml/min abfällt oder traditionelle klinische Zeichen für die Dialyseeinleitung vorliegen (Cooper et al. 2010). Daher kann bei vielen Patienten die Entwicklung einer avF abgewartet werden. Bei in Pflegeheimen wohnenden Patienten in den USA zeigte sich mit Beginn der Dialyse eine deutliche Verschlechterung des funktionellen

Status und der alltagsbezogenen Fähigkeiten neben einer hohen Sterblichkeit, sodass die Frage aufzuwerfen ist, ob für alle älteren Patienten die Dialyse sinnvoll ist (Kurella et al. 2009). Frühere Daten aus England zeigten jedoch eine bessere Lebensqualität bei älteren Dialysepatienten, wobei insbesondere die Peritonealdialysepatienten in dieser Studie eine klar verbesserte Lebensqualität aufwiesen (Lamping et al. 2000). Sollte vor Shuntanlage eine sofortige Dialysepflicht eintreten oder ein funktionsfähiger Shunt noch nicht entwickelt sein, ist neben dem zentralvenösen Zugang als Brückentherapie die Peritonealdialyse (PD) mit sofort möglichem Beginn zu prüfen. Diese Therapie stellt die gebotene Alternative zum zentralvenösen Katheter dar, weil hierbei auch nach stattgefundener Peritonitis die Mortalität nicht erhöht ist, wie dies beim zentralvenösen Katheter mit begleitender Bakteriämie der Fall ist (Ravani et al. 2013; Vassalotti et al. 2002; Lacson et al. 2007). In einer amerikanischen Studie konnte gezeigt werden, dass das Sepsisrisiko bei Patienten mit avF und PD gleich ist (RR 0,96 [KI 0,75–1,23]), mit zentralvenösem Katheter aber doppelt so hoch (RR 1,95 [KI 1,47–2,57]; Foley et al. 2004). Für den Einsatz der Peritonealdialyse sprechen weiter die zunehmenden Erfahrungen und Daten zum Akutstart mit der PD (Povlsen et al. 2006; Lobbedez et al. 2008; Van Biesen et al. 2000) und die Entwicklung, dass diese nicht auf junge, gesunde und selbständige Patienten beschränkt bleiben muss. Durch die assistierte Peritonealdialyse im Zentrum, im Heim oder zu Hause kann die Peritonealdialyse auch bei (älteren) kognitiv oder physisch eingeschränkten Patienten, die Hilfe bedürfen, durchgeführt werden (Castrale et al. 2010; Li et al. 2007). Auch nach unserer langjährigen Erfahrung (Koch et al. 2012a) ist mit der PD 24 h nach Implantation des Katheters bereits mit kleiner Füllmenge eine Dialyse möglich, so dass der zeitnah oder simultan mit der PD-Katheteranlage anzulegende Shunt in Ruhe reifen kann (Povlsen et al. 2006; Lobbedez et al. 2008; Van Biesen et al. 2000). Auch bei der zunehmenden Zahl von Patienten mit gleichzeitiger chronischer Herz- und Niereninsuffizienz bietet sich die Peritonealdialyse als kontinuierliches Verfahren an, das die Vorteile der schonenden Ultrafiltration mit dem kontinuierlichen Entzug von Wasser, Salz und harnpflichtiger Substanzen verbindet (Koch et al. 2012b).

2.3.1 Anforderungen an den Nephrologen

Angesichts der spezifischen Gegebenheiten des Patienten mit chronischer Niereninsuffizienz im Stadium V obliegt es der Fürsorge und Pflicht des Nephrologen, alle Risikofaktoren und Begleiterkrankungen zu erheben. Hierzu gehören eine genaue Anamnese, körperliche Untersuchung einschließlich sonographischer Untersuchungen von Herz und Abdominalorganen und Laboruntersuchungen. Die Laboruntersuchungen sollten auf die genannten Risiken fokussiert werden wie AT-III-Mangel beim nephrotischen Syndrom, Fibrinogen, Homozystein und CRP. Optional und nach Absprache mit dem kooperierenden Shuntchirurgen sollte eine duplexsonographische Untersuchung der Arterien und Venen am Arm erfolgen. Sinnvollerweise obliegt diese Untersuchung dem operierenden Chirurgen, der sich am besten ein Bild von den Gefäßverhältnissen vor Operation machen sollte. Im Falle einer schweren Infektion oder einer erheblichen Gerinnungsstörung muss die Shuntanlage verschoben werden. Nur shuntfähige Patienten dürfen nach sorgfältiger Evaluation aller internistischen und nephrologischen Probleme dem Shuntchirurgen zur Shuntanlage vorgestellt werden.

Treten im Verlauf Punktions- und/oder Flussprobleme auf, so ist rechtzeitig vor Shuntversagen eine Intervention in die Wege zu leiten, auch mit dem Ziel einen zentralvenösen Katheter im Falle einer frustrierten Thrombektomie zu vermeiden. Jüngste Berichte über ein Qualitätsverbesserungsprogramm kommen aus den Niederlanden. Dort werden erfolgreich Gefäßzugangskoordinatoren eingesetzt, die präemptive Korrekturen bei Shunt dysfunktion in die Wege leiten (Loon et al. 2007).

2.3.2 Anforderungen an den Shuntchirurgen

Die Erfahrung des Chirurgen ist eine wichtige Voraussetzung für den Erfolg. Das Shuntzentrum sollte stationäre wie ambulante Operationen anbieten können. Ambulante Shuntchirurgie ist lediglich für einen kleinen Teil der Patienten angebracht. Diese Patienten sind jünger und mobil, können mehrfach

mit dem Auto zum Vorgespräch, zur Operation und zur Nachsorge ins Shuntzentrum fahren. Häufig gelingt die Erstanlage, Nachblutungen oder Narkosezwischenfälle sind selten und erfordern keine stationäre Nachbeobachtung. Der Großteil der Patienten muss aus medizinischen, aber auch aus sozialen Gründen (im Alter alleinstehend mit eigener Haushaltsführung) stationär betreut werden. Diese Patienten sind häufig nicht mehr gut zu Fuß, fahren nicht mehr selbst mit dem Auto und sind auf fremde Hilfe beim Transport in die Klinik und nach der Operation zurück nach Hause angewiesen. Die präoperative Vorbereitung, die Operation selbst und die Nachsorge in den ersten postoperativen Tagen können für den älteren multimorbiden Patienten unter stationären Bedingungen verträglicher und entspannter erfolgen. Dies erhöht die Chance für den Patienten, den schwierigen Beginn der Dialysetherapie leichter zu akzeptieren. Das Risiko einer Folgeoperation oder eines Narkosezwischenfalls ist bei älteren Patienten größer. Sollte eine primäre Shuntanlage nicht möglich sein, werden weiterführende Untersuchungen, wie Phlebographie, CO₂-Angiographie und intraarterielle Angiographie unter stationären Bedingungen nötig, die effizienter, schneller sowie für den Patienten problemlos und ohne Zeitverlust erfolgen können. Eine Folgeoperation meist am Oberarm oder auf der kontralateralen Seite schließt sich an, der Patient wird wegen Beeinträchtigung an beiden Armen in seiner Beweglichkeit noch stärker eingeschränkt und bedarf fremder Hilfe.

Vom Shuntchirurgen wird erwartet, dass er vor der Operation die infrage kommende Extremität mit und ohne Venenstau inspiziert und den Pulsstatus kontrolliert. Sollten sich bei diesen Untersuchungen fragliche Befunde ergeben, so muss vor der Operation eine weitere Diagnostik einschließlich duplexsonographischer und phlebographischer Untersuchungen erfolgen (► Abschn. 3.1, ► Abschn. 3.2, ► Abschn. 3.3). Sind hiermit noch immer keine ausreichenden Erkenntnisse über die arterielle Situation bei einem Risikopatienten zu erzielen, muss ggf. eine arterielle Untersuchung in Kauf genommen werden. Bei allen diagnostischen Maßnahmen ist vor Gabe von jodhaltigem Kontrastmittel Kontakt mit dem Nephrologen aufzunehmen, um ggf. renalpräventive Maßnahmen rechtzeitig in die Wege leiten zu können.

Ein wesentlicher Bestandteil der Shuntchirurgie ist die Anästhesie. Sie muss in der Lage sein, bei kardial kritischen Patienten für eine verträgliche Intubationsnarkose zu sorgen. Auch muss der Anästhesist jederzeit, in Abhängigkeit der Vorgaben des Chirurgen, eine sichere, für den Patienten risikoärmere Plexusanästhesie anlegen können. Bei unkomplizierten Eingriffen am Unterarm ist aber auch eine Infiltrationsanästhesie möglich und sollte vom Shuntchirurgen ebenfalls in Betracht gezogen werden. Bei einfacher Thrombektomie kann eine Infiltrationsanästhesie möglicherweise nicht ausreichen, da häufig thrombotisches Material von weit proximal geborgen wird. Da Patienten häufig im überwässerten Zustand operiert werden, muss immer auch an das Risiko einer Nahtdehiscenz bei starker Sekretbildung gedacht werden. Folgekomplikation ist die Shuntinfektion (■ Abb. 2.5), die nur bedingt durch systemische antibakterielle Therapie zu beheben ist und gelegentlich zum Shuntverschluss führt. Sind solche Komplikationen absehbar, müssen sich Operateur und Nephrologe über das bestmögliche, risikoärmste Vorgehen verständigen. Findet sich in situ keine brauchbare Shuntvene, sollte vor Anlage eines avG eine Phlebographie erfolgen, die den In-situ-Befund absichert.

Die Primäranlage findet in der Regel innerhalb der regulären Arbeitszeiten statt. Revision und Thrombektomie bei Shuntverschluss stellen in den meisten Fällen eine Notfalloperation dar und bedürfen einer umgehenden Bereitstellung chirurgischer und anästhesiologischer Logistik. Ein Bereitschaftsdienst von Chirurg und Anästhesist muss deshalb gewährleistet sein. Ist das nicht der Fall, so besteht ein erhöhtes Risiko für die Anlage eines zentralen Zugangs und somit von Infektionen mit potentieller Todesfolge. Die Qualität in der Versorgung nierenkranker Dialysepatienten wird ganz entscheidend durch eine enge Kooperation zwischen Nephrologen, Shuntchirurgen und Anästhesisten bestimmt. Findet die Kooperation zwischen den 3 Fachabteilungen unter einem Dach statt, kann zwischen Anästhesie und Nephrologie vereinbart werden, wer im absoluten Notfall die getunnelten und/oder nichtgetunnelten zentralen Venenkatheter legt.

Eine interventionelle Radiologie sollte im Shuntzentrum vorgehalten werden. Sie sollte alle Gefäßdarstellungsvarianten einschließlich CO₂-Angiographie



■ **Abb. 2.5** Wundheilungsstörung nach Shuntanlage am Unterarm bei einem Diabetiker

beherrschen und bei Shunt Dysfunktion rechtzeitig eingreifen können. Es hat sich gezeigt, dass ein interventionelles aggressives Vorgehen das Shuntüberleben deutlich verbessert (Tessitore et al. 2006).

2.4 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Der Nephrologe stellt die Patienten mit chronischer Niereninsuffizienz und einer GFR < 20 ml/min dem Chirurgen zur Shuntanlage vor. Nach Absprache untersucht der Nephrologe oder Shuntchirurg vor der Operation duplexsonographisch Arterien und Venen an beiden Armen und bespricht mit dem Patienten das weitere Vorgehen. Eine Nativfistel sollte angestrebt werden. Ist diese mangels Venenmaterial an Unter- oder Oberarm nicht möglich und lässt sich dies phlebographisch bestätigen, so ist die Anlage eines avG erlaubt. Auch bei einer Linksherzinsuffizienz ist die primäre Fistelanlage einem zentralvenösen Katheter vorzuziehen. Werden Patienten erst im weiter fortgeschrittenen Stadium mit einer GFR < 15 ml/min dem Nephrologen vorgestellt, so ist das Risiko eines zentralvenösen Zugangs mit potentieller Todesfolge gegenüber den Möglichkeiten einer sofortigen Shuntanlage mit einem

zeitlich verzögerten Beginn der Hämodialyse oder einer vorübergehenden Peritonealdialyse abzuwägen. Häufig können auch noch 6 Wochen ohne Dialyse überbrückt werden. Auch wenn eine Peritonitis im Verlauf der vorübergehenden Peritonealdialyse eintritt, ist die Mortalität deutlich niedriger als bei Patienten mit zentralvenösem Katheter und Bakteriämie.

Schwieriger sind die Verhältnisse, wenn es zum Shuntversagen kommt und der Patient bereits chronisch hämodialysiert wird. Wie dringlich die Revision ist, hängt von der Restnierenfunktion und Überwässerung ab. Sollte eine sofortige Revision nicht möglich sein, entweder weil der Chirurg aus terminlichen Gründen die Operation verschieben muss oder weil die erste Thrombektomie nicht zum Erfolg geführt hat, muss der Nephrologe abwägen, ob für wenige Tage die Dialyse ausgesetzt werden kann. Bei Patienten mit fehlender Restnierenfunktion sollte der Shuntchirurg alle Anstrengungen unternehmen, einen Shuntverschluss zeitnah so zu beheben, dass sofort wieder über die thrombektomierte Fistel dialysiert werden kann.

Bei allen Eingriffen ist während der Operation die Qualität des arteriellen Zustroms wie des venösen Abflusses zu kontrollieren. Weist der venöse Abstrom Hindernisse auf, so sollte im Falle einer avF das Hindernis mittels bildgebender Diagnostik dargestellt und sofort beseitigt werden. Im Falle eines avG sollte die stenosierte prothetovenöse Anastomose beseitigt werden.

Literatur

- Aimaq R, Katz SG (2013) Using distal revascularization with interval ligation as the primary treatment of hand ischemia after dialysis access creation. *J Vasc Surg* 57(4): 1073–1078
- Allan JC, Bertram K, Charles H et al (2004) Excerpts from the United States Renal Data System 2004 Annual Data Report: Atlas of end-stage renal disease in the United States. *American journal of kidney diseases: the official journal of the National Kidney Foundation* 45: A5–A7
- Allon M, Ornt DB, Schwab SJ et al (2000) Factors associated with the prevalence of arteriovenous fistulas in hemodialysis patients in the HEMO study. *Hemodialysis (HEMO) Study Group. Kidney Int* 58(5): 2178–2185
- Allon M, Robbin ML, Allon M, Robbin ML (2002) Increasing arteriovenous fistulas in hemodialysis patients: problems and solutions. *Kidney Int* 62(4): 1109–1124

- Astor BC, Eustace JA, Powe NR et al (2001) Timing of nephrologist referral and arteriovenous access use: the CHOICE Study. *Am J Kidney Dis* 38(3): 494–501
- Banerjee T, Kim SJ, Astor B et al (2014) Vascular access type, inflammatory markers, and mortality in incident hemodialysis patients: the Choices for Healthy Outcomes in Caring for End-Stage Renal Disease (CHOICE) Study. *Am J Kidney Dis* 64(6): 954–961
- Bashar K, Zafar A, Elsheikh S et al (2015) Predictive parameters of arteriovenous fistula functional maturation in a population of patients with end-stage renal disease. *PLoS One* 10(3): e0119958
- Beathard GA, Arnold P, Jackson J et al (2003) Aggressive treatment of early fistula failure. *Kidney Int* 64(4): 1487–1494
- Bray BD, Boyd J, Daly C et al (2012) Scottish Renal Registry. Vascular access type and risk of mortality in a national prospective cohort of haemodialysis patients. *QJM* 105(11): 1097–1103
- Butler AM, Olshan AF, Kshirsagar AV et al (2015) Cancer Incidence Among US Medicare ESRD Patients Receiving Hemodialysis, 1996–2009. *Am J Kidney Dis* pii: S0272–6386(15)00017–7
- Castrale C, Evans D, Verger C et al (2010) Peritoneal dialysis in elderly patients: report from the French Peritoneal Dialysis Registry (RDPLF). *Nephrol Dial Transplant* 25(1): 255–262
- Cirillo M, Anastasio P, De Santo NG (2005) Relationship of gender, age, and body mass index to errors in predicted kidney function. *Nephrol Dial Transplant* 20(9): 1791–1798
- Combe C, Pisoni RL, Port FK (2001) Dialysis Outcomes and Practice Patterns Study (DOPS): Data on the use of central venous catheters in chronic hemodialysis. *Nephrologie* 22: 379–384
- Cooper BA, Branley P, Bulfone L et al (2010) IDEAL Study. A randomized, controlled trial of early versus late initiation of dialysis. *N Engl J Med* 363(7): 609–619
- Corpataux JM, Haesler E, Silacci P et al (2002) Low-pressure environment and remodelling of the forearm vein in Brescia-Cimino haemodialysis access. *Nephrol Dial Transplant* 17(6): 1057–1062
- Deutsche Arbeitsgemeinschaft für Klinische Nephrologie e.V. (2014) Dialysestandard 2014. B. 2.1. Indikationen zu Dialysebehandlung
- Dixon BS (2007) Weighing in on fistula failure. *Kidney Int* 71(1): 12–14
- Dixon BS, Novak L, Fangman J (2002) Hemodialysis vascular access survival: upper-arm native arteriovenous fistula. *Am J Kidney Dis* 39(1): 92–101
- Feldman HI, Kobrin S, Wasserstein A (1996) Hemodialysis vascular access morbidity. *J Am Soc Nephrol* 7(4): 523–535
- Foley RN, Parfey PS, Kent GM, Harnett JD, Murray DC, Barre PE (2000) Serial Change in Echocardiographic Parameters and Cardiac Failure in End-Stage Renal Disease. *J Am Soc Nephrol* 11(5): 912–916
- Foley RN, Guo H, Snyder JJ et al (2004) Septicemia in the United States dialysis population, 1991 to 1999. *J Am Soc Nephrol* 15(4): 1038–1045
- Frei U, Schober-Halstenberg HJ (2007) Nierenersatztherapie in Deutschland. Bericht über Dialysebehandlung und Nierentransplantation in Deutschland 2005/2006. *QuaSi-Niere*, 1–42
- García-Cantón C, Rufino-Hernández JM, Vega-Díaz N et al (2013) A comparison of medium-term survival between peritoneal dialysis and haemodialysis in accordance with the initial vascular access. *Nefrologia*. 33(5): 629–639
- Hayashi R, Huang E, Nissenson AR (2006) Vascular access for hemodialysis. *Nat Clin Pract Nephrol* 2(9): 504–513
- Hecking E, Bragg-Gresham JL, Rayner HC et al (2004) Haemodialysis prescription, adherence and nutritional indicators in five European countries: results from the Dialysis Outcomes and Practice Patterns Study (DOPPS). *Nephrol Dial Transplant* 19(1): 100–107
- Heye S, Fourneau I, Maleux G et al (2010) Preoperative mapping for haemodialysis access surgery with CO(2) venography of the upper limb. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 39(3): 340–345
- Ishani A, Collins AJ, Herzog CA et al (2005) Septicemia, access and cardiovascular disease in dialysis patients: the USRD Wave 2 study. *Kidney Int* 68(1): 311–318
- Kats M, Hawxby AM, Barker J et al (2007) Impact of obesity on arteriovenous fistula outcomes in dialysis patients. *Kidney Int* 71(1): 39–43
- Kian K, Vassalotti JA (2005) The new arteriovenous fistula: the need for earlier evaluation and intervention. *Seminars in Dialysis* 18(1): 3–7
- Kim do H, Kim M, Kim H et al (2013) Early referral to a nephrologist improved patient survival: prospective cohort study for end-stage renal disease in Korea. *PLoS One*. 8(1)
- Koch M, Kohnle M, Trapp R et al (2012a) Comparable outcome of acute unplanned peritoneal dialysis and haemodialysis. *Nephrol Dial Transplant* 27(1): 375–380
- Koch M, Haastert B, Kohnle M et al (2012b) Peritoneal dialysis relieves clinical symptoms and is well tolerated in patients with refractory heart failure and chronic kidney disease. *Eur J Heart Fail* 14(5): 530–539
- Kurella Tamura M, Covinsky KE et al (2009) Functional status of elderly adults before and after initiation of dialysis. *N Engl J Med* 361(16): 1539–1547
- Lacson E Jr, Lazarus JM, Himmelfarb J et al (2007) Balancing Fistula First with Catheters Last. [Review] [156 refs]. *Am J Kidney Dis* 50(3): 379–395
- Lamping DL, Constantinovici N, Roderick P et al (2000) Clinical outcomes, quality of life, and costs in the North Thames Dialysis Study of elderly people on dialysis: a prospective cohort study. *Lancet* 356(9241): 1543–1550
- Leake AE, Yuo TH, Wu T et al (2015) Arteriovenous grafts are associated with earlier catheter removal and fewer catheter days in the United States Renal Data System population. *J Vasc Surg* S0741–5214(15)
- Leavey SF, McCullough K, Hecking E et al (2001) Body mass index and mortality in healthier' as compared with sicker' haemodialysis patients: results from the Dialysis Outcomes and Practice Patterns Study (DOPPS). *Nephrol Dial Transplant* 16(12): 2386–2394

- Lee T, Barker J, Allon M (2005) Tunneled catheters in hemodialysis patients: reasons and subsequent outcomes. *Am J Kidney Dis* 46(3): 501–508
- Lee T, Barker J, Allon M (2007) Comparison of Survival of Upper Arm Arterio-venous Fistulas and Grafts after Failed Forearm Fistula. *J Am Soc Nephrol* 18(6): 1936–1941
- Li PK, Law MC, Chow KM et al (2007) Good patient and technique survival in elderly patients on continuous ambulatory peritoneal dialysis. *Perit Dial Int* 27 Suppl 2: S196–201
- Lok CE, Foley R (2013) Vascular access morbidity and mortality: trends of the last decade. *Clin J Am Soc Nephrol* 8(7): 1213–1219
- Lobbedez T, Lecouf A, Fichoux M et al (2008) Is rapid initiation of peritoneal dialysis feasible in unplanned dialysis patients? A single-centre experience. *Nephrol Dial Transplant* 23(10): 3290–3294
- Loon M, van der Beukers MW et al (2007) Implementation of a vascular access quality programme improves vascular access care. *Nephrol Dial Transplant* 22(6): 1628–1632
- Malas MB, Canner JK, Hicks CW et al (2015) Trends in Incident Hemodialysis Access and Mortality. *JAMA Surg* 2015 Mar 4. Epub ahead of print
- Malovrh M (2003) The role of sonography in the planning of arteriovenous fistulas for hemodialysis. *Seminars in Dialysis* 16(4): 299–303
- McCarley PL, Wingard R, Shyr Y et al (2001) Vascular access blood flow monitoring reduces access morbidity and costs. *Kidney Int* 60: 1164–1172
- Noordzij M, Jager KJ, van der Veer SN et al (2014) Use of vascular access for haemodialysis in Europe: a report from the ERA-EDTA Registry. *Nephrol Dial Transplant* 29(10): 1956–1964
- Ocak G, Rotmans JI, Vossen CY et al (2013) Type of arteriovenous vascular access and association with patency and mortality. *BMC Nephrol* 14: 79
- Oliver MJ, Rothwell DM, Fung K et al (2004) Late creation of vascular access for hemodialysis and increased risk of sepsis. *J Am Soc Nephrol* 15(7): 1936–1942
- Pisoni RL, Zeveloff L, Port FK, Robinson BM (2015) Trends in US Vascular Access Use, Patient Preferences, and Related Practices: An Update From the US DOPPS Practice Monitor With International Comparisons. *Am J Kidney Dis* S0272–6386
- Plumb TJ, Adelson AB, Groggel GC et al (2007) Obesity and hemodialysis vascular access failure. *Am J Kidney Dis* 50(3): 450–454
- Port FK, Pisoni RL, Bommer J et al (2006) Improving outcomes for dialysis patients in the international Dialysis Outcomes and Practice Patterns Study. [Review] [61 refs]. *Clinical Journal of The American Society of Nephrology: CJASN* 1(2): 246–255
- Povlsen JV, Ivarsen P, Povlsen JV, Ivarsen P (2006) How to start the late referred ESRD patient urgently on chronic APD. *Nephrol Dial Transplant* 21(Suppl 2): ii56–ii59
- Ravani P, Barrett B, Mandolfo S et al (2005) Factors associated with unsuccessful utilization and early failure of the arterio-venous fistula for hemodialysis. *Journal of Nephrology* 18(2): 188–196
- Ravani P, Palmer SC, Oliver MJ et al (2013) Associations between hemodialysis access type and clinical outcomes: a systematic review. *J Am Soc Nephrol* 24(3): 465–473
- Rayner HC, Pisoni RL, Gillespie BW et al (2003) Creation, cannulation and survival of arteriovenous fistulae: data from the Dialysis Outcomes and Practice Patterns Study. *Kidney Int* 63(1): 323–330
- Richtlinie zur Qualitätssicherung von Dialysebehandlungen. Fassung vom 18.4.2006, letzte Änderung 20.6.2013. www.g-ba.de
- Robbin ML, Chamberlain NE, Lockhart ME et al (2002) Hemodialysis arterio-venous fistula maturity: US evaluation. *Radiology* 225(1): 59–64
- Rodriguez JA, Armadans L, Ferrer E et al (2000) The function of permanent vascular access. *Nephrol Dial Transplant* 15(3): 402–408
- Roy-Chaudhury P, Spergel LM, Besarab A et al. (2007) Biology of arteriovenous fistula failure. [Review] [113 refs]. *Journal of Nephrology* 20(2): 150–163
- Rus RR, Ponikvar R, Kenda RB et al (2003) Effect of local physical training on the forearm arteries and veins in patients with end-stage renal disease. *Blood Purification* 21(6): 389–394
- Salmela B, Hartman J, Peltonen S et al (2013) Thrombophilia and arteriovenous fistula survival in ESRD. *Clin J Am Soc Nephrol* 8(6): 962–968
- Schild AF, Perez E, Gillaspie E et al (2008) Arteriovenous fistulae vs. arteriovenous grafts: a retrospective review of 1,700 consecutive vascular access cases. *J Vasc Access* 9(4): 231–235
- Shahin H, Reddy G, Sharafuddin M et al (2005) Monthly access flow monitoring with increased prophylactic angioplasty did not improve fistula patency. *Kidney Int* 68(5): 2352–2361
- Smart NA, Dieberg G, Ladhani M, Titus T (2014) Early referral to specialist nephrology services for preventing the progression to end-stage kidney disease. *Cochrane Database Syst Rev* 18; 6
- Smith GE, Gohil R, Chetter IC (2012) Factors affecting the patency of arteriovenous fistulas for dialysis access. *J Vasc Surg* 55(3): 849–855
- Teruya TH, bou-Zamzam AM Jr, Limm W et al (2003) Symptomatic subclavian vein stenosis and occlusion in hemodialysis patients with transvenous pacemakers. *Ann Vasc Surg* 17(5): 526–529
- Tessitore N, Mansueto G, Lipari G et al (2006) Endovascular versus surgical preemptive repair of forearm arteriovenous fistula juxta-anastomotic stenosis: analysis of data collected prospectively from 1999 to 2004. *Clinical Journal of The American Society of Nephrology: CJASN* 1(3): 448–454
- Tourret J, Cluzel P, Tostivint I et al (2005) Central venous stenosis as a complication of ipsilateral haemodialysis fistula and pacemaker. *Nephrol Dial Transplant* 20(5): 997–1001
- Van Biesen W, Vanholder R, Lameire N (2000) The role of peritoneal dialysis as the first-line renal replacement modality. [Review] [90 refs]. *Peritoneal Dialysis International* 20(4): 375–383

- van Hoek F, Scheltinga MR, Kouwenberg I et al (2006) Steal in hemodialysis patients depends on type of vascular access. *European Journal of Vascular & Endovascular Surgery* 32(6): 710–717
- Vassalotti JA, Falk A, Cohl ED et al (2002) Obese and non-obese hemodialysis patients have a similar prevalence of functioning arteriovenous fistula using pre-operative vein mapping. *Clinical Nephrology* 58(3): 211–214
- Wasse H, Speckman RA, Frankenfield DL et al (2007) Predictors of delayed transition from central venous catheter use to permanent vascular access among ESRD patients. *Am J Kidney Dis* 49(2): 276–283
- Weyde W, Letachowicz W, Kusztal M et al (2006) Outcome of autogenous fistula construction in hemodialyzed patients over 75 years of age. *Blood Purification* 24(2): 190–195
- Wolford HY, Hsu J, Rhodes JM et al (2005) Outcome after autogenous brachial-basilic upper arm transpositions in the post-National Kidney Foundation Dialysis Outcomes Quality Initiative era. *J Vasc Surg* 42(5): 951–956
- Wong CS, McNicholas N, Healy D et al (2013) A systematic review of preoperative duplex ultrasonography and arteriovenous fistula formation. *J Vasc Surg* 57(4): 1129–1133
- Yeager RA, Moneta GL, Edwards JM et al (2002) Relationship of hemodialysis access to finger gangrene in patients with end-stage renal disease. *J Vasc Surg* 36(2): 245–249
- Yevzlin AS, Conley EL, Sanchez RJ et al (2006) Vascular access outcomes and medication use: a USRDS study. *Seminars in Dialysis* 19(6): 535–539
- Zamboli P, Fiorini F, D'Amelio A et al (2014) Color Doppler ultrasound and arteriovenous fistulas for hemodialysis. *J Ultrasound* 17(4): 253–263

Dialyseshunt

Grundlagen – Chirurgie – Komplikationen

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

2017, XXIII, 240 S. 174 Abb., 99 Abb. in Farbe.,

Hardcover

ISBN: 978-3-662-52698-9