

## 1. Einleitung

Am 23. Dezember 1954 führte Joseph E. Murray in Boston (USA) die erste erfolgreiche Nierentransplantation am Menschen durch, dies war gleichzeitig die erste Lebendnierenspenden-Transplantation zwischen eineiigen Zwillingen. Das Organ sicherte dem Empfänger ein dialysefreies Überleben über den Zeitraum von 9 Jahren, bevor dieser an den Folgen eines Myokardinfarktes verstarb (1). In Deutschland konnte die erste Allograft-Transplantation 1963 mit dem Organ eines verstorbenen Spenders durch die Urologen Brosig und Nagel in Berlin mit nur kurzfristigem Erfolg durchgeführt werden. Die ersten Langzeiterfolge dieser neuen Therapieform der terminalen Niereninsuffizienz wurden in Deutschland im Jahre 1964 nach Lebendnierenspende beobachtet (2). Die Kenntnis und das wachsende Verständnis immunologischer Prozesse der Transplantatabstoßung führten zur Entwicklung der medikamentösen Abstoßungsprophylaxe nach Nierentransplantation. Wobei insbesondere die Einführung des Azathioprin 1966 (3) und des Cyclosporin 1979 (4) die Langzeitprognose der Patienten bzw. das Transplantatüberleben verbesserte.

Im weiteren Verlauf konnten sich in Deutschland Transplantationszentren in München, Heidelberg, Hannover, Halle und Berlin herausbilden, so dass neben der medikamentösen Prophylaxe der Organabstoßung auch die operative Technik der Organentnahme und –übertragung sowie die Logistik des Transportes und der Konservierung verbessert wurden (5-7). Heute ist die Nierentransplantation eine anerkannte Methode zur Behandlung der terminalen Niereninsuffizienz, so konnten allein in Deutschland in nur 4 Jahrzehnten nach der ersten Transplantation einer Niere über 45.000 Organe transplantiert werden.

1997 wurde durch die Verabschiedung des Transplantationsgesetzes eine Rechtssicherheit geschaffen und die Grundlagen und Zuständigkeiten der Transplantationsmedizin klar geregelt (8). Insbesondere die Betreuung von Patienten auf der Warteliste, die Evaluierung von Organempfängern und Lebendspendern sowie die operative Durchführung und postoperative Kontrolle des Transplantationserfolges durch bildgebende Verfahren obliegen den einzelnen Transplantationszentren. Die Anzahl der in Deutschland transplantierten Nieren stagniert, trotz der verbesserten Therapie der Organabstoßung und der verbesserten Logistik des Transplantationsablaufes konnten diese Zahlen bislang nicht gesteigert werden (Abb. 1).



**Abb. 1:** Nierentransplantationen in Deutschland seit 1995

Im europäischen Vergleich liegt die Bereitschaft zur postmortalen Organspende mit ca. 14 Organspenden pro Million Einwohner pro Jahr nur im unteren Bereich (8).

Dabei ist der Bedarf an Spendernieren weitaus höher, so werden jedes Jahr mehr terminal niereninsuffiziente Patienten neu auf die Warteliste aufgenommen, als Transplantationen stattfinden. Derzeit warten etwa 10.000 Patienten durchschnittlich 4 bis 5 Jahre auf eine Niere, so dass eine zunehmende Anzahl an Patienten bereits auf der Warteliste verstirbt (9).

Durch den Einsatz der Nierentransplantationen als Therapieform kommt der Aufdeckung postoperativer Komplikationen durch bildgebende Verfahren eine entscheidende Rolle zu.

### **1.1 Bildgebung nach Nierentransplantation**

Methode der Wahl zur Behandlung der terminalen Niereninsuffizienz im Stadium der Dekompensation ist die Nierentransplantation (NTX).

Nur durch die konsequente und rechtzeitige Transplantation ist eine optimale medizinische und soziale Rehabilitation dieser Patienten gewährleistet. Die verbesserte operative Technik in Kombination mit einer optimierten immunsuppressiven Therapie hat zu einem stetigen Anstieg der Transplantatüberlebenszeiten geführt (10-11).

Eine Vielzahl von postoperativen Komplikationen und Schädigungsmöglichkeiten des Nierentransplantates bedingen eine intensive Nachsorge der Patienten. Neben der klinischen Untersuchung, der Paraklinik, der Immunologie und Histologie (nach Biopsie) spielen bildgebende Verfahren in Form der Sonographie, Magnetresonanztomographie (MRT), Computertomographie (CT) und digitalen Subtraktionsangiographie (DSA) eine wichtige Rolle in der Diagnostik postoperativer Komplikationen.

---

---

## 1. Einleitung

---

---

Die Sonographie ist als nicht invasive Methode das häufigste diagnostische Verfahren zur postoperativen Beurteilung der Transplantatniere, insbesondere mit der Einführung der farbkodierten Duplexsonographie (FKDS) können zahlreiche Fragestellungen beantwortet werden (12-20). Während die B-Bild-Sonographie zur morphologischen Darstellung der Transplantatniere genutzt wird, um beispielsweise eine Harnstauung, ein perirenales Hämatom, eine Lymphozele oder eine Tumormanifestationen zu diagnostizieren, dienen dopplersonographische Verfahren wie die FKDS oder der Power-Doppler (PD) vor allem der Beschreibung der Durchblutungsverhältnisse von Anastomosen und des Nierenparenchyms.

Andere Schnittbildverfahren wie CT oder MRT sind selten notwendig (13, 18), sie werden zur Vorbereitung einer chirurgischen Intervention, beispielsweise zur Darstellung einer aktiven Blutung, zur Ausräumung eines Hämatoms oder zum Ausschluss eines Malignoms, gezielt eingesetzt (21).

Die Indikation zur invasiven DSA wird durch die FKDS gestellt (16, 22-23), hier besteht dann die Möglichkeit der Therapie von Nierenarterienstenosen mittels perkutaner transluminaler Angioplastie (PTA) oder Stenteinlage. MRT, CT und PTA bleiben somit wenigen Spezialanforderungen vorbehalten.

## 1.2 Ursachen und Komplikationen der Nierentransplantation

Zu den häufigsten Erkrankungen, die zur terminalen Niereninsuffizienz führen, zählen Glomerulonephritiden, die diabetische Nephropathie und familiären Zystennieren (8), (Tab. 1).

**Tab.1:** Grunderkrankungen der 2004 neu in die Nierentransplantations-Warteliste aufgenommenen Patienten in Deutschland (n=2833)

Grunderkrankung	Anteil am Gesamtkollektiv
Glomerulonephritis	23,4%
Diabetische Nephropathie	13,9%
Familiäre Zystenniere	13,3%
Immunologische Systemerkrankung	9,4%
Interstitielle Nephritis	5,7%
Vaskuläre Erkrankung	5,7%
Hereditäre Nierenerkrankung	1,4%
Kongenitale Veränderung	1,3%
Hämolytisch-urämisches Syndrom	0,7%
Amyloid- und Plasmozytomniere	0,5%
Andere	24,7%

### 1.2.1 Nephrologische Komplikationen in Früh- und Spätphase

Zunächst können Komplikationen nach NTX in Abhängigkeit vom Zeitpunkt ihres Auftretens als Komplikationen der Früh- oder Spätphase eingestuft werden. Als Frühphase nach NTX werden dabei die ersten 4 Wochen bezeichnet. Als wichtige Komplikation ist hierbei die akute Abstoßungsreaktion zu nennen, welche aufgrund unterschiedlicher therapeutischer Konsequenzen von der akuten Tubulusnekrose (ATN) differenziert werden muss. Die Schwierigkeit liegt in der Diagnostik der beiden Komplikationen, da häufig klinisch als auch bildgebend keine sichere Differenzierung möglich ist.

Neben den steigenden Kreatininwerten und dem Zusammenbrechen der Diurese, sind ansteigende Widerstandswerte (sogenannter Resistance Index) und die Volumenzunahme sowohl bei Vorliegen einer akuten Organabstoßung als auch bei einer akuten Tubulusnekrose zu beobachten. Daher gilt unverändert die Histologie in Form der ultraschallgestützten Biopsie als Goldstandard (15, 23-26). Auch die FKDS oder die Power-Doppler (PD)-Sonographie können die Diagnose im Einzelfall nicht sicherstellen (27-28). Eine engmaschige sonographische Verlaufskontrolle in der Frühphase nach NTX ist hingegen hilfreich, um sich gemeinsam mit Klinik und Paraklinik der Diagnose einer akuten Organabstoßung zu nähern und die Indikation zur Biopsie zu stellen (29). Die Spezifität der FKDS zur Diagnosestellung der Rejektion wurde mit 25% (30) bis 90% (31) ebenso wie die angegebene Sensitivität mit 35% (32) bis 94 % (33) sehr verschieden bewertet.

In der Spätphase nach NTX sind die akute und chronische Rejektion, die Infektion (vor allem eine Cytomegalie-Virusinfektion), die Cyclosporin-Toxizität und die Glomerulonephritis bedeutsam. Da insbesondere die chronischen Erkrankungen häufig das histologische Bild einer interstitiellen Sklerose und Verödung der Glomeruli zeigen, ist die Differentialdiagnose mittels Sonographie kaum möglich.

### **1.2.2 Chirurgische Komplikationen**

Als häufigste Komplikation postoperativ muss die perirenale Flüssigkeitsansammlung angesehen werden. Neben dem Hämatom, dem Serom oder der Lymphozele muss differentialdiagnostisch an ein Urinom gedacht werden (34). Darstellung und Volumenbestimmung gelingen im B-Bild zumeist ohne großen Aufwand.

In seltenen Fällen ist eine Differenzierung mittels Feinnadelpunktion (FNP) zur weiteren Abklärung notwendig (35). Die FKDS hat ihre Bedeutung in der Beurteilung einer möglichen Kompromittierung der Nierenvene durch eine der genannten Flüssigkeitsansammlungen. Wie bei Eigennieren üblich, gelingt die Differenzierung von Harnabflussstörungen im B-Bild mühelos, neben dem Nierenbeckenkelchsystem werden Harnleiter und Blase mitbeurteilt. Auch die Korrekte Lage einer Harnleiterschleife kann dokumentiert werden.

Ein Verschluss der Nierenarterie führt zur Transplantatischämie, eine Thrombose der V. renalis zur hämorrhagischen Infarzierung. Beide Ereignisse sind seltene Komplikationen nach NTX, sollten jedoch in der Frühphase berücksichtigt werden. Das vollständige Fehlen der Perfusion der Nierenhauptarterie ist durch die FKDS sicher erfassbar, nur bei adipösen Transplantatempfängern und tiefer Lage des Organs in der Fossa iliaca sind Limitationen der FKDS zu berücksichtigen (36-38). Die Inzidenz der Nierenvenenthrombose liegt zwischen 1-4% (39). Charakteristische arterielle Flusskurven mit spitzensystolischem Einstrom und enddiastolischer Flussumkehr in Kombination mit einer Volumenzunahme des Organs sind differentialdiagnostisch wegweisend (40-41), können aber im Einzelfall nur unzureichend von Flusskurven bei ATN oder Rejektion differenziert werden.

Typische vaskuläre Komplikation in der Spätphase nach NTX ist die Transplantatnieren-Arterienstenose (TNASt). Die Inzidenz beträgt 1,6-16% (42). Klinisch ist bei neu aufgetretener Hypertonie nach NTX an eine TNASt zu denken, welche im weiteren Verlauf zur Transplantatinsuffizienz führen kann. Häufigste Lokalisation der Stenose ist im Anastomosenbereich (43).

Die FKDS zeigt in der Diagnostik der TNASt eine Sensitivität von 67-100% und eine Spezifität von 66-100%, besonders hervorzuheben ist bei der Einschätzung der TNASt die Untersucherabhängigkeit der FKDS korrelierend mit der Erfahrung des Untersuchers (44-46).

Arteriovenöse (AV) Fisteln sind als mögliche Komplikationen nach Nierenstanzbiopsie zu berücksichtigen. Aufgrund der hohen spontanen Verschlussrate stellt die Diagnose einer solchen AV-Fistel jedoch einen Zufallsbefund dar (47).

#### **14.2.1.2 Limitationen der konventionellen Sonographie**

Allgemeine Limitationen der sonographischen Diagnostik der Transplantatniere sind auf die bekannte Untersucherabhängigkeit der Sonographie sowie die bei adipösen Transplantatempfängern und tiefer Lage der Transplantatniere in der Fossa iliaca eingeschränkte morphologische Aussagefähigkeit (36-38, 48) zurückzuführen und können zu einer unzureichenden oder fehlerhaften Beurteilung des Transplantates führen. Weitere Faktoren wie der variable Messort im Bereich der Interlobararterien, gesteigerter intraabdomineller Druck oder erhöhte Herzfrequenz (36-38) können zu einer fehlerhaften Einschätzung der Transplantatnierenfunktion beitragen. Jede Transplantatniere stellt ein individuelles Stromgebiet dar, so dass allgemein die Verlaufsbeurteilung anzustreben ist. Während die alleinige Einzelfallbeurteilung wenig valide Ergebnisse liefern, werden die mittels Verlaufsbeurteilung erhobenen Daten als reproduzierbar anerkannt (27).

Eine Vielzahl von individuellen Faktoren des einzelnen Patienten, wie beispielsweise die immunsuppressive Therapie mit Cyclosporin, kann den RI oder PI verändern (36, 49). Auch wenn die Transplantatniere infolge Denervierung nicht denselben Gesetzmäßigkeiten unterliegt, wie die orthotope Niere, so sind Faktoren wie Hypertonie oder Arteriosklerose bei der Bewertung der Parameter der FKDS zu berücksichtigen. Limitationen der Eindringtiefe der FKDS bei tief liegenden Anastomosen konnten z.T. durch Einsatz des Power-Dopplers aufgehoben werden. Bei der Beurteilung der chronischen Transplantatschädigung durch den PD werden vorwiegend hochfrequente Schallköpfe eingesetzt (50), mit denen adipöse Patienten nicht untersucht werden können und somit eine Beurteilung des Gesamtorgans nicht gelingt.