

# Optimierung der Nierenallokation

C.M. Tiekens und U. Samuel

## Einleitung

Im Jahre 1967 fasste der Immunologe Prof. Jon J. van Rood in den Niederlanden den Entschluss, die Nierenallokation zu optimieren. Bis dahin wurden Nieren von verstorbenen Spendern aufgrund der Blutgruppenübereinstimmung bei Spender und Empfänger zwischen den Zentren verteilt. Der Erfolg einer Transplantation war damals auf eine Immunsuppression zurückzuführen, die initial aus einer Ganzkörperbestrahlung, Steroiden und 6-Mercaptopurin (Azathioprin) bestand [1].

Van Rood und seine Kollegen fanden heraus, dass das Human Leucocyte Antigene (HLA)-System von Spender und Empfänger eine wichtige Rolle für das Graftüberleben von transplantierten Nieren spielt [2]. Je größer die Übereinstimmung, desto besser das Patienten- und Graftüberleben. Diese Situation führte 1967 zur Gründung von Eurotransplant (ET), einer länderübergreifenden Vermittlungsstelle, der mittlerweile acht Länder angehören. Neben den Niederlanden, Belgien und Deutschland – den Ländern der ersten Stunde – sind mittlerweile Österreich, Slowenien, Kroatien, Luxemburg und Ungarn beigetreten [3]. ET ist für die Vermittlung von Spenderorganen von verstorbenen Spendern verantwortlich. Die internationale Kooperation im Sinne von van Rood bringt für die Patienten auf der Warteliste einen erheblichen Vorteil gegenüber der natio-

nen Allokation, da länderübergreifend nach dem am besten passenden Organ gesucht werden kann. Das ist vor allem für Patienten in besonderen Kategorien (hohe Dringlichkeit, Kinder, hoch-immunisiert) von Vorteil.

## Überlegungen zur Anpassung des Allokationssystems

1996 wurde in ET der erste Eurotransplant Kidney Allocation Score eingeführt (ETKAS), der als Ziel neben der Verkürzung von langen Wartezeiten auch eine Optimierung der HLA-Übereinstimmung hatte [4]. Des Weiteren wurde von teilweise noch zentrumsbasierter Allokation auf eine komplette patientenzentrierte Allokation gewechselt. De Meester und Mitarbeiter konnten 2 Jahre später zeigen, dass die im Computermodell vorausgesagte Effizienz (besseres HLA-matching) und Effektivität (Verkürzung der Wartezeit für schwer zu matchende Patienten) erreicht worden war [5].

Die Patienten auf der Warteliste in den acht ET-Ländern befinden sich heute gewissermaßen wieder in der gleichen Situation, die zur Entwicklung des ETKAS geführt hat. Aufgrund von steigenden Patientenzahlen auf den Wartelisten (und zum Teil erheblich abnehmenden Organ-

spendezahlen, wie in Deutschland seit 2012) sehen sie sich wieder zunehmenden Wartezeiten und einem schlechteren HLA-matching gegenüber. Dies trifft gerade auf die Patienten zu, die nach Graftversagen einer erneuten Transplantation bedürfen. Dann allerdings mit höheren Anforderungen an die Allokation, da es durch die vorausgegangene Transplantation in der Regel zur Bildung von donorspezifischen Antikörpern (AK) kommt, die eine Vermittlung erschweren. Die aktuelle Situation führt aber auch dazu, dass diese Patienten mit einer wesentlich längeren Wartezeit transplantiert werden und somit länger an der Dialyse verbleiben, mit allen negativen Konsequenzen [6].

Was also tun? Muss das ETKAS angepasst oder vielleicht sogar durch ein komplett neues System ersetzt werden?

Bereits im Jahr 2011 befasste sich das ETKAC, das ET Kidney Advisory Committee, zusammen mit dem Tissue Typer Advisory Committee (TTAC) mit einem anderen Nierenvermittlungsmodell, welches vor allem die Organqualität und das Alter der Spender mit einbezieht, die im bisherigen ETKAS nicht berücksichtigt sind. Seitdem sind unzählige Simulationen erfolgt, wie seinerzeit bei der Vorbereitung für das ETKAS. Diese Simulationen untersuchen, ob die Ziele einer Vermittlungsveränderung, besseres HLA-matching mit nachfolgend geringerer Sensibilisierung im Falle der Notwendigkeit einer Zweit- oder weiteren Transplantation sowie kürzere kalte Ischämiezeiten durch mehr lokale regionale oder nationale Vermittlung erreicht werden können. Ein neues System kann erst eingeführt werden, wenn in einer Simulation überprüft wurde, ob damit die gewünschten Veränderungen erzielt werden können und absehbar ist, welche Auswirkungen es auf die Wartelistenpatienten sowie die Organbilanz zwischen den ET-Mitgliedsländern hat. Seit den ersten Diskussionen wurden diese Simulationen durchgeführt, die Ergebnisse wurden

sorgfältig mit allen Ländervertretern im ETKAC besprochen und daraufhin die Simulation jeweils angepasst.

Die Prinzipien des neuen Systems sind ein Matching auf Basis zahlreicher Faktoren: Blutgruppe, Spenderkategorien (Alter, Diabetes, Hypertonus) als Qualitätsindikatoren für die Organqualität, HLA-DR-Übereinstimmung, Übereinstimmung in einer der drei Empfänger-Alterskategorien (0–15, 16–64, 65 und älter), homozygote Patienten, Vermittlung zunächst regional, dann national und danach erst an Patienten in anderen ET-Ländern. Auch immunisierte Patienten sind in diesem System enthalten, sie erhalten einen speziellen Wartezeitfaktor, um ihrer besonderen Situation Rechnung zu tragen.

Für Organe, die in einem anderen als dem Spenderland transplantiert werden, wird es ein verpflichtendes Payback in der gleichen Spenderkategorie und Blutgruppe geben. Dies soll dafür sorgen, dass die internationale Solidarität binnen ET weiterhin gewährleistet bleibt und kein Land benachteiligt werden kann.

Das neue Modell wurde in der Zwischenzeit ausführlich mit den Ländervertretern im ETKAC diskutiert und zuletzt beim Winter Meeting 2018 zum wiederholten Male vorgestellt [7]. Empfehlungen wurden formuliert und zu einer ersten Information und zur weiteren Diskussion an alle zuständigen Behörden verschickt. Ein weiterer Schritt ist eine externe Überprüfung der Simulation, die bis dato alleine intern bei ET entwickelt und durchgeführt wurde. Die Ergebnisse der Überprüfung werden dann nochmals in allen nationalen Arbeitsgruppen diskutiert.

Eine Änderung der Nierenallokation wird es dann geben, wenn alle daran beteiligten Partner im Allokationsprozess – auch die Patienten – davon überzeugt sind, dass das neue System eine Verbesserung der Situation der Patienten auf der Warteliste und der nach der neuen Allokation transplantierten Empfänger darstellt.

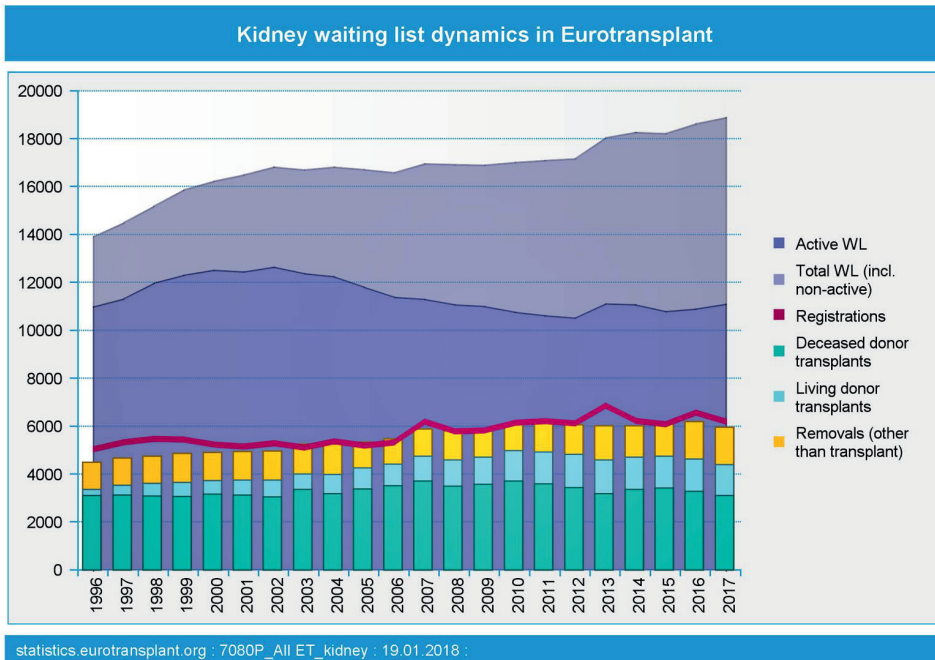


Abb. 1. Nierenwartelistendynamik in ET.

## Wartelistenpflege

Eine weitere Möglichkeit zur Verbesserung der Nierenallokation liegt in der intensiven Wartelistenpflege. Noch vor Wartelistenaufnahme sollte das Gespräch mit dem Patienten über seine Vorstellungen sowie eine Charakterisierung, wie das am besten passende Organ genau für diesen Patienten aussehen sollte, erfolgen. Darin besteht eine essenzielle Grundlage für eine optimale Allokation.

Bei ET standen Ende Dezember 2017 18.891 Patienten in der Gesamt-Nieren-Warteliste. Davon waren 7.729 Patienten in der sogenannten nichtaktiven Warteliste, ein nicht unerheblicher Anteil von 41%, welcher im Verlauf der letzten 10 Jahre sogar angestiegen ist (2008 rund 35%) (Abb. 1) [8]. Patienten haben diesen Status, wenn entweder bei der Aufnahme noch nicht alle für eine Vermittlung not-

wendigen Daten vorliegen, oder wenn sie nicht transplantabel (NT) sind. Eine interne Untersuchung bei ET hat allerdings ergeben, dass es Patienten gibt, die seit vielen Jahren in diesem Status mehr oder weniger „verharren“ [9]. Gleichzeitig sind im Jahr 2017 398 Patienten auf der Warteliste verstorben, und weitere 223 Patienten waren „unfit for transplantation“.

Normalerweise müssen die Daten der Wartelistenpatienten regelmäßig aktualisiert werden [10]. Bei Patienten im NT-Status ist dies nicht der Fall. Es ist also für ET nicht erkennbar, ob diese Patienten nicht vielleicht schon verstorben sind und somit die Anzahl der Patienten, die von der Warteliste mit diesem Grund abgegangen sind, nicht mehr genau ist.

Um die Organvermittlung weiter optimieren zu können, müssen nicht nur die Daten der Wartelistenpatienten vorliegen, sondern auch die Follow-up-Daten. Und eigentlich benötigt man auch die

Daten der Patienten an der Dialyse. Eurotransplant unterhält selbst für alle seine Mitgliedsländer ein Follow-up-Register, welches aber ebenfalls nicht verpflichtend ist. Durch das große Engagement der Zentren und Transplantationsprogramme ist es möglich, Daten über das Ergebnis der Transplantation im Verlauf danach zu erhalten. Diese Daten werden zusammen mit den Wartelistendaten eingesetzt, um Veränderungen in der Allokation zu überprüfen und, wie im Fall der Nierenallokation, ein neues System zu entwickeln. Das Register kommt also allen Patienten – sowohl den Wartenden wie auch den Transplantierten – zugute. ET ist sich bewusst, dass die Eingabe dieser Daten für die Transplantationszentren eine nicht unerhebliche zusätzliche Arbeit bedeutet. Nichtsdestotrotz werden die Daten benötigt, um die Allokation zu optimieren. Und schließlich müssen die Zentren ihren Patienten erklären können, welche Chancen auf eine Transplantation sie haben, wenn sie sich für die Aufnahme auf die Warteliste entscheiden.

## Sonderprogramme

An erster Stelle in der Allokation steht zum einen die Gruppe der hoch-immunisierten Patienten, Patienten im sogenannten Acceptable Mismatch-Programm, und die Patienten über 65 Jahre im Eurotransplant Senior Programm (ESP).

Das AM-Programm wurde vor über 25 Jahren bei ET eingeführt. Patienten, bei denen spezielle donorspezifische HLA-AK vorliegen, die es erheblich erschweren, ein geeignetes Organ zu allozieren, haben in diesem Programm nicht nur eine bessere Chance, transplantiert zu werden, sondern auch ein höheres Überleben als hoch-immunisierte Patienten, welche über ETKAS transplantiert wurden. So

konnten 60% der Patienten innerhalb von 2 Jahren ein geeignetes Spenderorgan angeboten werden. Heidt und Mitarbeiter konnten außerdem darstellen, dass im Falle einer Retransplantation das Graft-überleben gleich zu dem der nichtsensibilisierten Patienten war [11].

Voraussetzung für die Patienten in diesem Programm ist eine sorgfältige und sehr extensive Aufarbeitung der gesamten HLA-Typisierung. Dies wird immer in enger Kooperation des Typisierungslabors des Transplantationszentrums zusammen mit dem ET-Referenzlabor durchgeführt [12].

Die positiven Erfahrungen in diesem Programm haben auch dazu geführt, dass es auf europäischer Ebene im sogenannten EUROSTAM-Projekt getestet wurde. Es konnte gezeigt werden, dass eine Erweiterung des Spenderpools (im Projekt mit Großbritannien, Spanien, Griechenland und der Tschechischen Republik) zu 25 – 30% mehr möglichen Transplantationen in dieser Gruppe führen würde [13].

Das ESP-Programm wurde 1999 eingeführt. Patienten über 65 Jahre können diese Programm wählen und sich damit dafür entscheiden, ein Organ von einem über 65-jährigen Spender zu erhalten, bei welchem die Allokation ohne HLA durchgeführt wird, um die kalte Ischämiezeit so kurz wie möglich zu halten. Erste interne Auswertungen von Langzeitüberleben bei ET (noch nicht veröffentlicht) zeigen für das ESP sehr gute Ergebnisse.

## Dilemma Organspende

Ein ganz wesentlicher Faktor für die Allokation muss am Ende noch genannt werden. Es handelt sich um die Anzahl der zur Verfügung stehenden Organe im Vergleich zur Anzahl der Wartelistenpatienten. Seit der Gründung von Eurotransplant im Jah-

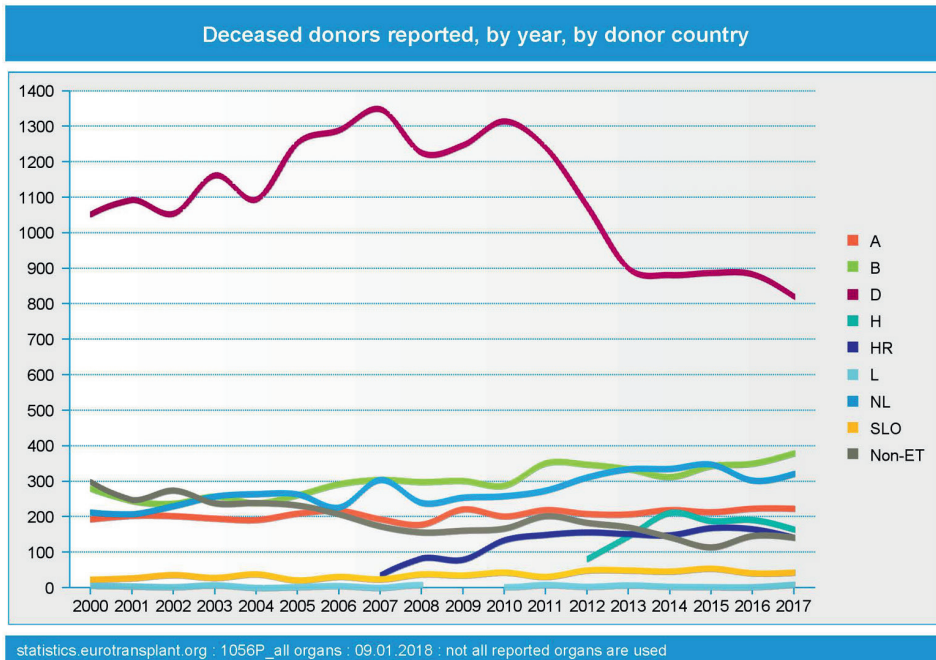


Abb. 2. Gemeldete Organspender in den ET-Ländern.

re 1967 durch Prof. J. J. van Rood ist die letztere mehr oder wenig stetig angestiegen. Es ist allgemein bekannt – und gilt nicht nur bei der Allokation – dass, je größer die Auswahlmöglichkeiten sind, desto besser sich der am besten dazu passende – in diesem Fall Nierenempfänger – finden lässt. In diesem Zusammenhang muss auch erwähnt werden, dass sowohl das Spender- wie auch das Empfängeralter kontinuierlich zunimmt – mit allen sich daraus ergebenden Konsequenzen.

Deutschland ist im ET-Verband der größte Partner, nicht nur im Hinblick auf die Anzahl der Einwohner. Bis 2012 lag die Organspende in einem Bereich, der zumindest vorsichtig optimistisch zu beurteilen war mit rund 15 gemeldeten Spendern pro Million Einwohnern. Im vergangenen Jahr lag die Rate der an ET gemeldeten Spender nur noch bei 9,9 pro Million Einwohnern [14]. Der Rückgang der Organspende in den vergangenen Jah-

ren und die zugrunde liegenden Ursachen sollen hier nicht näher diskutiert werden. Er bedeutet aber auch, dass von den im Jahr 2012 insgesamt 1.820 transplantierten Nieren im Jahr 2017 nur mehr 1.364 zu transplantieren waren, 456 Organe weniger, das entspricht rund 25% weniger. Die „Auswahl“ wird somit kleiner für die Wartelistenpatienten. Man kann natürlich konstatieren, dass eine Optimierung unabhängig von der Anzahl ist. Aber Optimierung setzt wünschenswerterweise auch eine entsprechende Auswahl voraus. Wird diese kleiner, wird es schwieriger, die gleichen Ergebnisse zu erzielen. Soll also all das, was bereits erreicht wurde, noch verbessert werden, so kommt man nicht umhin, sich auch mit der Steigerung der Organspender in Deutschland zu befassen (Abb. 2) (s. Beitrag Rahmel und Schaub).

Um dem Dilemma des Rückgangs der postmortalen Spender nach Feststellung des irreversiblen Hirnausfalls zu begeg-

nen, gibt es in den anderen ET-Ländern die verschiedensten Strategien. Zum einen ist seit Februar 2018 in allen diesen Ländern eine Widerspruchslösung geregelt (Opt-out) – bei der jeder automatisch Organspender ist. In den Niederlanden wird sie in 2020 aktiv [15]. Deutschland hat im Gegensatz dazu die Entscheidungslösung, bei der sich jeder zur Organspende äußern sollte. Zum anderen gibt es in einigen Mitgliedsländern auch eine Organspende nach Herz-Kreislauf-Stillstand (donation after circulatory death, DCD). Dies ist in Deutschland in der aktuellen Gesetzgebung nicht möglich, da das Transplantationsgesetz (TPG) die Feststellung des irreversiblen Hirnfunktionsausfalles zur Todesfeststellung festschreibt [16]. Weitere Aspekte sind die Steigerung der Lebendspende, die altruistische Spende, auch „kidney paired exchange“ (s. Beitrag Halleck und Diekmann) im Falle von inkompatiblen Paaren. Die kürzeren Wartezeiten der Patienten in den anderen ET-Ländern machen dies eindrücklich klar.

Am Schluss sei auch noch erwähnt, dass es immer mehr Hinweise gibt, dass eine Allokation auch das Geschlecht von Spender und Empfänger berücksichtigen sollte [17]. Weitere Optimierungsmöglichkeiten sind in der Zukunft also noch gegeben.

## Zusammenfassung

Die Nierenallokation ist ein sehr komplexer Prozess, der an vielen Stellen eine Optimierung möglich macht. Voraussetzung dafür ist das Vorliegen von möglichst umfassenden Daten zu den Wartelistenpatienten und zum Outcome der transplantierten Patienten. Eine Zusammenarbeit über Ländergrenzen hinweg sichert für die verschiedenen Patienten auf der Warteliste die Chance auf ein für sie op-

timales Transplantat. Nicht weniger darf unser aller Bemühen sein.

## Literatur

- [1] Groth CG. Landmarks in clinical renal transplantation. *Surg Gynecol Obstet.* 1972; 134: 327-328.
- [2] Vredevoe DL, Terasaki PI, Mickey MR, Glasscock R, Merrill JP, Murray JE. Serotyping of human lymphocyte antigens. III. Long term kidney homograft survivors. In: Amos DB, Van Rood JJ, eds. *Histocompatibility Testing.* Copenhagen: Munksgaard; 1965; p. 25-35.
- [3] <https://www.eurotransplant.org/cms/index.php?page=history> (zuletzt aufgerufen am 18.03.2018).
- [4] Vanrenterghem Y. The implementation of the new Eurotransplant Kidney Allocation System. *Eurotransplant Newsletter.* 1996; 131: 4.
- [5] De Meester J, Persijn GG, Wujciak T, Opelz G, Vanrenterghem Y. *Eurotransplant International Foundation.* The new Kidney Allocation System: Report one Year after Implementation. *Transplantation.* 1998; 66: 1154-1159.
- [6] KDIGO 2017 Clinical Practice Guideline Update for the Diagnosis, Evaluation, Prevention, and Treatment of Chronic Kidney Disease – Mineral and Bone Disorder (CK-MBD), 2017. *Kidney Int Suppl.* 2017; 7: <http://kdigo.org/wp-content/uploads/2017/02/2017-KDIGO-CKD-MBD-GL-Update.pdf>.
- [7] Eurotransplant Winter Meeting 2018: <https://members.eurotransplant.org/cms/mediaobject.php?file=Kidney+allocation+by+U.+Heem+ann.pdf> (zuletzt aufgerufen 18.03.2018).
- [8] *Eurotransplant Member Seite*, Statistic Library (zuletzt aufgerufen 18.03.2018).
- [9] Interne Datenuntersuchung Eurotransplant, nicht veröffentlicht.
- [10] *Eurotransplant Manual*, Chapter 10, Histocompatibility, Version 4.4, September 19, 2017.
- [11] Heidt S, Haasnoot GW, van Rood JJ, Witvliet MD, Claas FHH. Kidney allocation based on proven acceptable antigens results in superior graft survival in highly sensitized patients. *Kidney Int.* 2018; 93: 491-500.
- [12] <http://etrl.eurotransplant.org> (zuletzt aufgerufen 18.03.2018).
- [13] *EUROSTAM.* Final Report Summary – EUROSTAM (A European-wide strategy to enhance

- ce of highly-sensitized patients on basis of acceptable HLA mismatches). 2016: [https://cordis.europa.eu/result/rcn/181463\\_en.html](https://cordis.europa.eu/result/rcn/181463_en.html) (zuletzt aufgerufen 18.03.2018).
- [14] [www.eurotransplant.org](http://www.eurotransplant.org) (zuletzt aufgerufen 18.03.2018).
- [15] [https://www.eerstekamer.nl/wetsvoorstel/33506\\_initiatiefvoorstel\\_pia](https://www.eerstekamer.nl/wetsvoorstel/33506_initiatiefvoorstel_pia) (zuletzt aufgerufen 18.03.2018).
- [16] Gesetz über die Spende, Entnahme und Übertragung von Organen und Geweben (Transplantationsgesetz – TPG), Abschnitt 2, Entnahme von Organen und Geweben bei toten Spendern, § 3 Absatz 2, Ausfertigungsdatum 5.11.1997, neugefasst durch Bek. v. 4.9.2007/2206, zuletzt geändert durch Art.2 G v. 18.7.2017/2757.
- [17] *McGee J, Magnus JH, Islam TM, Jaffe BM, Zhang R, Florman SS, Hamm LL, Mruthinti N, Sullivan K, Slakey DP.* Donor-recipient gender and size mismatch affects graft success after kidney transplantation. *J Am Coll Surg.* 2010; 210: 718-725.e1, 725-726.



# Organkonservierung – ungenutzte Möglichkeiten

F. Klein und R.J. Ploeg

Die Nierentransplantation stellt heutzutage die Therapie der Wahl der terminalen Niereninsuffizienz dar. Basierend auf den Fortschritten in der chirurgischen Technik, dem peri- und postoperativen Management, dem immunologischen Verständnis in der Diagnose und Behandlung von Abstoßungsreaktionen und auch bei der Organkonservierung konnte das Patienten- und Transplantatüberleben in den letzten Jahrzehnten stetig verbessert werden [1]. Demgegenüber steht aber ein steigender Mangel an Spenderorganen. Neben der Nierenlebendspende werden daher zunehmend auch Organe von Spendern mit erweiterten Spenderkriterien (Expanded Criteria Donors = ECD) bzw. in einigen Ländern nach Donation after Circulatory Death (DCD) für die Organtransplantation in Betracht gezogen [2, 3]. Erweiterte Spenderkriterien betreffen unter anderem das Spenderalter, aber auch Begleiterkrankungen wie Hypertonus, Diabetes Mellitus oder Adipositas. Die Transplantation dieser mitunter suboptimalen Organe geht aber mit einem erhöhten Risiko für eine verzögerte Graft Funktion (Delayed Graft Function = DGF) bzw. einer eingeschränkten Transplantatfunktion und häufigerem Transplantatversagen einher [4].

## Kalte-Ischämie Zeit (CIT)/ Delayed Graft Function (DGF)

Die kalte Ischämiezeit (Cold Ischaemia Time = CIT) verbleibt bis heute ein wesentlicher Risikofaktor für eine DGF bis hin zum Graft-Versagen [5]. Die bis heute standardmäßig durchgeführte hypotherme Organkonservierung während der CIT dient dem Erhalt der zellulären Viabilität. Der durch die Enzyminhibition verlangsamte ATP(Adenosintriphosphat)-Abbau führt aber gleichzeitig zu einem interzellulären Anstieg von „toxischen“ Substanzen wie Adenosin, Inosin und Hypoxanthin. Durch einen Abfall des interzellulären pH kommt es dann zu einer Aktivierung von lytischen Enzymen mit folgendem Zellschaden. Hinzu kommt eine intrazelluläre Akkumulation von Calcium, Natrium und Wasser durch eine verminderte Funktion der zellulären Membranpumpen, die zu einem Anschwellen der Zelle führt [6].

Die klinische Manifestation des Ischämie-Reperfusionsschadens in Form einer DGF stellt bis heute eines der Hauptprobleme nach Nierentransplantationen dar und geht einher mit einem erhöhten Risiko für Komplikationen wie Rejektion oder Infektion, einem verschlechterten Langzeit-Transplantatüberleben, einer verlängerten stationären Krankenhausbehandlungsdauer sowie insgesamt erhöhten Behandlungskosten [7]. In Abhän-



Abb. 1. Dr. Folkert O. Belzer in seinem Labor in San Francisco 1960 mit seiner originalen Nierenperfusionsmaschine, womit er als erster Transplanteur Spendernieren in abgelegenen Krankenhäusern entnehmen konnte, um diese nach stundenlangem Transport und kalter Ischämie im eigenen Zentrum mit Erfolg zu transplantieren.

gigkeit von der angewandten Definition wird die Inzidenz einer DGF nach Nierentransplantation auch heute noch mit bis zu 57% berichtet [8]. Mit jeder zusätzlichen Stunde CIT steigt das Risiko eines Transplantat-Versagens innerhalb der ersten 3 Monate proportional an. Hinzu kommt eine gesteigerte Transplantat-Immunogenität mit einem erhöhten Risiko für akute und chronische Rejektionen [9].

## **Organ-Konservierung – statische Kalt-Konservierung (CS) vs. Hypotherme Maschinen-Perfusion (HMP)**

Die statische Kalt-Konservierung (CS) stellt bis heute die weltweit am häufigsten durchgeführte Technik der Organkonservierung dar. Als Konservierungslösungen sind dabei vor allem die University of Wisconsin (UW)- und Histidin-Tryptophan-Ketoglutarat (HTK)-Lösung etabliert, jeweils ohne Unterschiede zueinander in Bezug auf das Auftreten einer post-

operative DGF. Bei der Eurocollins-Lösung hingegen wurde eine erhöhte Inzidenz einer postoperativen DGF beschrieben [8, 10]. Weitere Konservierungslösungen wie zum Beispiel IGL-1 und Celsior sind zwar klinisch etabliert, aber bis heute nicht in randomisierten kontrollierten Studien mit UW oder HTK verglichen worden.

Die hypotherme Maschinen-Perfusion (HMP) wurde bereits während der Anfänge der Nierentransplantation eingesetzt (Abb. 1), trat als Folge der Entwicklung moderner Konservierungslösungen – mit in etwa analogen postoperativen Ergebnissen und dazu deutlich überschaubarerem logistischen und finanziellen Aufwand – dann aber zunächst wieder in den Hintergrund. Im Rahmen des zunehmend veränderten Spender-Profiles mit einer Zunahme von suboptimalen Spenderorganen anstatt der Standard Criteria Donor (SCD)-Organe und dazu Fortschritten im Bereich der Konservierungslösungen und -techniken, rückte die HMP im letzten Jahrzehnt dann aber wieder vermehrt in den klinischen Fokus [11]. Die HMP ermöglicht zunächst einmal eine Bestimmung von Perfusionsparametern, wie Fluss und renale Widerstand-Indices