

**KOMPENDIUM:**

Nierentransplantation:  
Organgewinnung  
und -konservierung

Neurologischer  
Untersuchungskurs

Physiologische Grundlagen  
der Infusionstherapie bei  
Neugeborenen und  
Säuglingen

Inhalative Expositionsproben  
in der Diagnostik des  
allergischen Asthma bronchiale

**TECHNIK  
IN DER MEDIZIN:**

Röntgengerät  
zur Untersuchung von  
Kleinkindern

**NOTIZEN:**

Menütafeln  
für Diabetiker

**THERAPIE IN KÜRZE:**

Prostaglandin  
E<sub>2</sub>-Methylester

Diabetogene  
Hyperglykämie und  
Ketazidose

**DIAGNOSTIK IN KÜRZE:**

Stevens-Johnson-Syndrom  
Lungensequestrationen

## Nierentransplantation: Organgewinnung und -konservierung

Friedrich Wilhelm Eigler, Friedrich Beersiek, Justo Medrano

Aus der Abteilung für allgemeine Chirurgie  
(Direktor: Professor Dr. med. Friedrich Wilhelm Eigler)  
der Chirurgischen Klinik und Poliklinik  
des Universitätsklinikums der Gesamthochschule Essen

Die Nierentransplantation ist neben der Dauerdialyse eine bewährte Behandlung terminaler Niereninsuffizienz. In der Bundesrepublik Deutschland ist die Transplantationsfrequenz im Vergleich zu den benachbarten Ländern gering. Eine Ursache hierfür liegt im zu geringen Angebot an Spendernieren; eine entsprechende Kooperation vieler Kliniken könnte dieses Problem lösen. Die Methoden der Organentnahme und Konservierung sind inzwischen weitgehend standardisiert; sie können in jedem mittleren Krankenhaus sicher ausgeführt werden.

Die Nierentransplantation hat sich als Behandlungsmethode der chronischen Niereninsuffizienz bewährt und ist eine wichtige Alternative zur Dauerdialysebehandlung geworden. Im Vergleich zu vielen Nachbarländern ist aber die Transplantationshäufigkeit in der Bundesrepublik Deutschland gering<sup>1)</sup>. Da die Übertragung von Nieren Lebender (Verwandter) weniger in Frage kommt, ist die Transplantationschirurgie ganz entscheidend darauf angewiesen, daß Organe eben Verstorbener zur Verfügung gestellt werden<sup>2)</sup>. Die damit verbundenen medizinischen Fragen der Organentnahme und Organkonservie-

rung sind weitgehend gelöst und die entsprechenden Methoden so standardisiert, daß sie praktisch in jeder chirurgischen Abteilung durchgeführt werden könnten. Leider sind in Deutschland im Vergleich zu unseren westlichen Nachbarn entsprechende Aktivitäten sehr gering. ▷

<sup>1)</sup> Siehe DEUTSCHES ÄRZTEBLATT Heft 1/1974, Seite 24

<sup>2)</sup> Der Anteil der Transplantationen von Organen eben Verstorbener hat ständig zugenommen: 1964 lag er bei 26 Prozent, im Januar 1970 bereits bei 52 Prozent der Weltstatistik. Zu dieser Entwicklung hat die Verbesserung der Konservierungsmöglichkeiten entscheidend beigetragen.

## Organgewinnung

### Lebende Spender

Die Organgewinnung von Lebenden ist eine Ausnahme und immer den dafür spezialisierten Transplantationszentren vorbehalten. Grundsätzlich muß der Spender den Entschluß zur Organspende freiwillig fassen. Die beratenden Ärzte müssen ihn vor psychischen Pressionen der übrigen Familienmitglieder schützen.

### Verstorbene Spender

#### Voraussetzungen

Im Gegensatz zur Nierenverpflanzung vom Lebenden, bei der Entnahme und Implantation zeitlich gut aufeinander abgestimmt werden können, treten bei Verwendung von Nieren eben Verstorbener Zeitprobleme auf. Deshalb kommen als potentielle Spender zur Zeit vor allem Patienten mit wahrscheinlichem Hirntod in Frage. Als potentielle Spender sind be-

sonders jüngere Patienten mit Schädel-Hirn-Traumen, benignen Hirntumoren oder Aneurysmablutungen geeignet. Selbstverständlich müssen bei ihnen Diagnosestellung und primäre Behandlung von einem Ärzteteam getragen werden, das von dem Kreis der transplantierenden Ärzte völlig unabhängig ist.

Je nach der speziellen Vorgeschichte wird der Hirntod auf Grund der Kriterien einer fehlenden Spontanatmung, weiter, reflexloser Pupillen, Fehlen elektroenzephalographischer Aktivitäten (Null-Linien-Elektroenzephalogramm und/oder einer Karotisangiographie mit fehlender intrazerebraler Gefäßdarstellung festgestellt. Die Feststellung „zerebraler Tod“ ermöglicht die Koordination zahlreicher organisatorischer und diagnostischer Maßnahmen; gleichzeitig wird beim Spender durch kontrollierte Beatmung und Aufrechterhaltung der Kreislauffunktion einer ischämischen Schädigung der zu transplantierenden Nieren vorgebeugt.

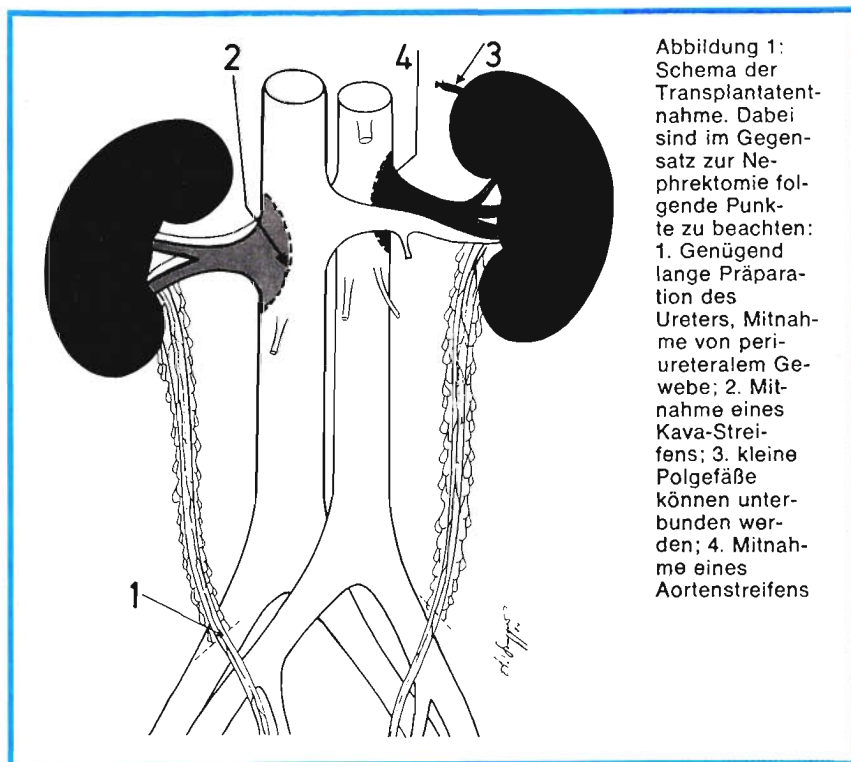
Wegen der in der Bundesrepublik Deutschland leider bestehenden Rechtsunsicherheit ist die Einwilligung der nächsten Angehörigen des potentiellen Spenders zur Organentnahme anzustreben. Sie ist zwar meist nach einem aufklärenden Gespräch zu erhalten; dennoch ist der gegenwärtige Zustand dringend revisionsbedürftig:

Den behandelnden Ärzten wird geradezu etwas Unärztliches zugemutet: Die von dem meist völlig unerwartet eingetretenen Tod erschütterten Angehörigen sollen zu einem für sie überraschenden und fernliegenden Problem Stellung nehmen.

Außer religiösen Vorbehalten ist in den zahlreichen Diskussionen mit Laien und Spezialisten nie ein stichhaltiges Argument aufgetaucht, warum Angehörige in eine etwaige Organentnahme zur Transplantation ausdrücklich einwilligen sollen. Die Einwilligung des Betroffenen zu Lebzeiten wäre natürlich die adäquate Lösung. Die Realisierung entsprechender Vorschläge stößt aber auf Schwierigkeiten. Ein sogenannter Spenderausweis, wie etwa in Hamburg, ist solange problematisch, wie er nicht generell eingeführt ist. Man wird auch kaum erwarten dürfen, daß der Ausweis im Ernstfall immer gefunden wird.

Bei der jetzigen Rechtsunsicherheit ist der Kreis möglicher Spender im wesentlichen auf diejenigen mit zerebralem Tod eingeschränkt; nur bei ihnen steht die notwendige Zeit der Kontaktaufnahme mit den Angehörigen zur Verfügung. Akute Todesfälle, bei denen häufig von medizinischer Seite die Möglichkeit der Transplantatentnahme bestünde, kommen also nicht in Betracht.

Parallel zu diesen Bemühungen muß dringend geklärt werden, inwieweit aus medizinischer Sicht eine Organentnahme zur Transplantation überhaupt sinnvoll ist (Tabelle 1). Teilweise muß diese Frage vor einer etwaigen Kontaktaufnahme mit den Angehörigen



abgeklärt werden. Dabei ist die Altersbegrenzung mehr oder weniger willkürlich. Da man Kindern in zunehmendem Maße Nieren transplantiert, werden auch Organe von Spendern im Kindesalter benötigt. Die obere Altersgrenze wird auch hier mehr vom biologischen als vom numerischen Alter bestimmt. Die Kontraindikationen zur Nierenentnahme sind in Tabelle 2 zusammengefaßt. Im Einzelfall ist vor der Organentnahme eine Nierenerkrankung oder Nierenanomalie schwer auszuschließen. Bis zur Organentnahme sollten die Urinproduktion ausreichend, Harnstoff- und Kreatininspiegel im Serum im Normbereich sein; eine Albuminurie sollte nicht vorliegen. Diese Werte können allerdings nur eine sehr globale Auskunft über die Funktion der Niere geben. Das zweckmäßige Vorgehen bei einer zu erwartenden Organspende ist Tabelle 3 zu entnehmen.

#### Methode der Organentnahme

Für die Entnahme des Transplantats führt man zunächst einen que-

ren Oberbauchschnitt aus. Auf der linken Seite wird die Kolonflexur von der Nierenoberfläche abpräpariert, rechts wird das Duodenum mit dem Kolon nach medial geschlagen. Im Gegensatz zur einfachen Nephrektomie muß die weitere Präparation möglichst sorgfältig erfolgen (Abbildung 1). Im Bereich des Gefäßstieles ist auf aberrierende Gefäße zu achten; sehr kleine Polgefäße können ohne nachteilige Folgen unterbunden werden. Die Mitnahme von Gefäßstreifen aus Vena cava oder Aorta erleichtern die spätere Implantation. Eine Sklettierung der Ureteren ist unbedingt zu vermeiden, da sonst mit ischämischen Schädigungen zu rechnen ist, weil die versorgenden Gefäße zum größten Teil im umgebenden Fettgewebe des Ureters verlaufen. Bei Kindern kann es zweckmäßig sein, eine En-bloc-Entnahme beider Nieren mit Aorten- und Kavaanteil durchzuführen.

<sup>3)</sup> Außerhalb dieser Grenzen genauere Prüfung notwendig

<sup>4)</sup> HLA = Human lymphocytic antigen; HLA-System = Gruppe der genetisch determinierten Transplantationsantigene des Menschen



Abbildung 2: Notwendiges Material zur einfachen Nierenkonservierung; sie ist mit relativ einfachen Mitteln durchzuführen; zu erkennen sind: die Perfusionslösungen (Collins C<sub>3</sub>), Lidocain, Gefäßadapter, Infusionsbesteck, Rekordspritzen, Nierenschale, Schere, Pinzetten, Nahtmaterial sowie steril verpackte Plastiktüten

#### Tabelle 1: Vorbedingungen für die Organspende

##### A. Notwendige Vorbedingungen

- ① Übereinstimmung der Blutgruppe im AB0-System
- ② Alter etwa zwischen vier und 60 Jahren<sup>3)</sup>
- ③ Keine Infektionskrankheiten
- ④ Kein Karzinom, kein Sarkom
- ⑤ Keine Nierenerkrankungen
- ⑥ Keine ausgeprägten anatomischen Anomalien

##### B. Wünschenswerte Vorbedingungen

- ① Warme Ischämiezeit unter 20 Minuten
- ② Übereinstimmung im HLA<sup>4)</sup>-System

#### Tabelle 2: Kontraindikationen zur Nierenentnahme

- ① Hypertonie
- ② Prolongierter Schock
- ③ Infektionen
- ④ Maligne Tumorerkrankungen
- ⑤ Nierenerkrankungen und ausgeprägte Anomalien

#### Tabelle 3: Vorgehen bei Organgewinnung

- ▶ Feststellung eines potentiellen Spenders (Wahrscheinlichkeit des Hirntodes)
- ▶ Aufrechterhaltung von Atmung und Kreislauffunktion
- ▶ Genehmigung zur Nierenentnahme
- ▶ Laboruntersuchungen (Urinsediment, Elektrolyte, Harnstoff-N und Kreatinin)
- ▶ Blutentnahme zur „Gewebetypisierung“ (50 Milliliter Heparinblut)
- ▶ Organangebot (zum Beispiel an nächstgelegenes Transplantationszentrum)
- ▶ Feststellung der Todeszeit (unabhängiges Ärzteteam)
- ▶ Transplantatentnahme

## Nierentransplantation

ren. Gegebenenfalls kann die Implantation beim Erwachsenen wiederum en bloc erfolgen. Wichtig ist die Dokumentation etwaiger Anomalien, wie etwa zweier oder mehrerer Nierengefäße, damit etwa erforderliche Korrekturen vor der Organimplantation von dem Transplantationssteam durchgeführt werden können.

### Organkonservierung

Das Minimalziel der Konservierung einer Niere ist es, sie in einem solchen Zustand zu erhalten, daß sie

nach Implantation und angemessener Erholungszeit noch die volle Funktion übernehmen kann. Ein vorübergehender Funktionsverlust kann durch Dialyse kompensiert werden, was bei Patienten, die sich üblicherweise in einem Dauerdialyseprogramm befinden, keine Schwierigkeiten bedeutet. Das Maximalziel der Konservierung besteht allerdings darin, das Organ so zu erhalten oder seinen Zustand so zu verbessern, daß es nach Implantation sofort die volle Funktion aufnehmen kann. Für den chronisch Nierenkranken ist die Sofortfunktion der transplantierten Niere

von Vorteil, da postoperative Dialysen mit einem höheren Risiko belastet sind. Der Zustand des Organs bei Implantation hängt heute im allgemeinen nicht mehr von seiner Konservierung, sondern von seinem Zustand zum Zeitpunkt der Entnahme ab, also ob beispielsweise der Spender im Schock gewesen ist oder nicht. Es wäre natürlich wünschenswert, ein geschädigtes Organ während der Konservierungsphase noch in einen besseren Zustand zu bringen. Über diese Möglichkeit gibt es bisher kaum verlässliche Daten.

### Prinzipien der Organkonservierung

Die zahlreichen, inzwischen angewandten Konservierungsmethoden beruhen letztlich auf vier verschiedenen Prinzipien, und zwar

- ▶ der Hypothermie,
- ▶ der kontinuierlichen Organperfusion,
- ▶ den Modifikationen der Konservierungslösung,
- ▶ der hyperbaren Konservierung.

#### Hypothermie

Alle Konservierungsverfahren verwenden den energiesparenden Effekt der Unterkühlung. Mit sinkender Temperatur verlangsamen sich alle Stoffwechselprozesse, so daß eine Ischämie länger toleriert wird. Bei der Niere sind die Verhältnisse deshalb besonders günstig, weil

- ① bei fehlender Filtration praktisch der Funktionsstoffwechsel wegfällt,
- ② der Erhaltungsstoffwechsel im Vergleich zum Funktionsstoffwechsel ohnehin sehr gering ist.

Der energiesparende Effekt tritt um so rascher ein, je schneller die Kühlung vonstatten geht. Daher ist die initiale Perfusionskühlung, mit

**Tabelle 4: Möglichkeiten der Organkonservierung**

	Bemerkungen:
<b>A. Klinisch erprobte Verfahren</b>	
① Oberflächenkühlung	als alleiniges Verfahren verlassen
② Initiale Kühlperfusion und anschließende Oberflächenkühlung (etwa vier Grad Celsius)	einfachstes und zur Zeit gebräuchlichstes Verfahren
③ Kühlung durch maschinelle Dauerperfusion (fünf bis zehn Grad Celsius)	Möglichkeit der Organte-stung in vitro
<b>B. Im Experiment befindliche Verfahren</b>	
① Tiefgefrierung	ermöglicht Organbanken
② „Biologische“ Perfusion	vereinzelt auch schon klinisch angewandt
a) über Zwischenwirt	
b) über extrakorporalen Shunt (Lavender)	

**Tabelle 5: Modifizierte Collins-Lösung (C<sub>2</sub>)**

I. 1. KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	2,05 g
2. K <sub>2</sub> H PO <sub>4</sub> 3H <sub>2</sub> O	9,7 g
3. KCl	1,12 g
4. NaHCO <sub>3</sub>	0,84 g
5. Prokain, Chlorhydrat	0,1 g
6. Aqua destillata ad	900,0 ml
II. 1. MgSO <sub>4</sub> 7H <sub>2</sub> O	3,7 g
2. Glukose + 1 H <sub>2</sub> O	27,5 g
3. Aqua destillata ad	100,0 ml
III. Zu I. und II. Heparin 5000 Einheiten	
Die Lösung enthält also insgesamt 115,06 mval K <sup>+</sup> , 10,0 mval Na <sup>+</sup> und 30 mval Mg <sup>++</sup>	

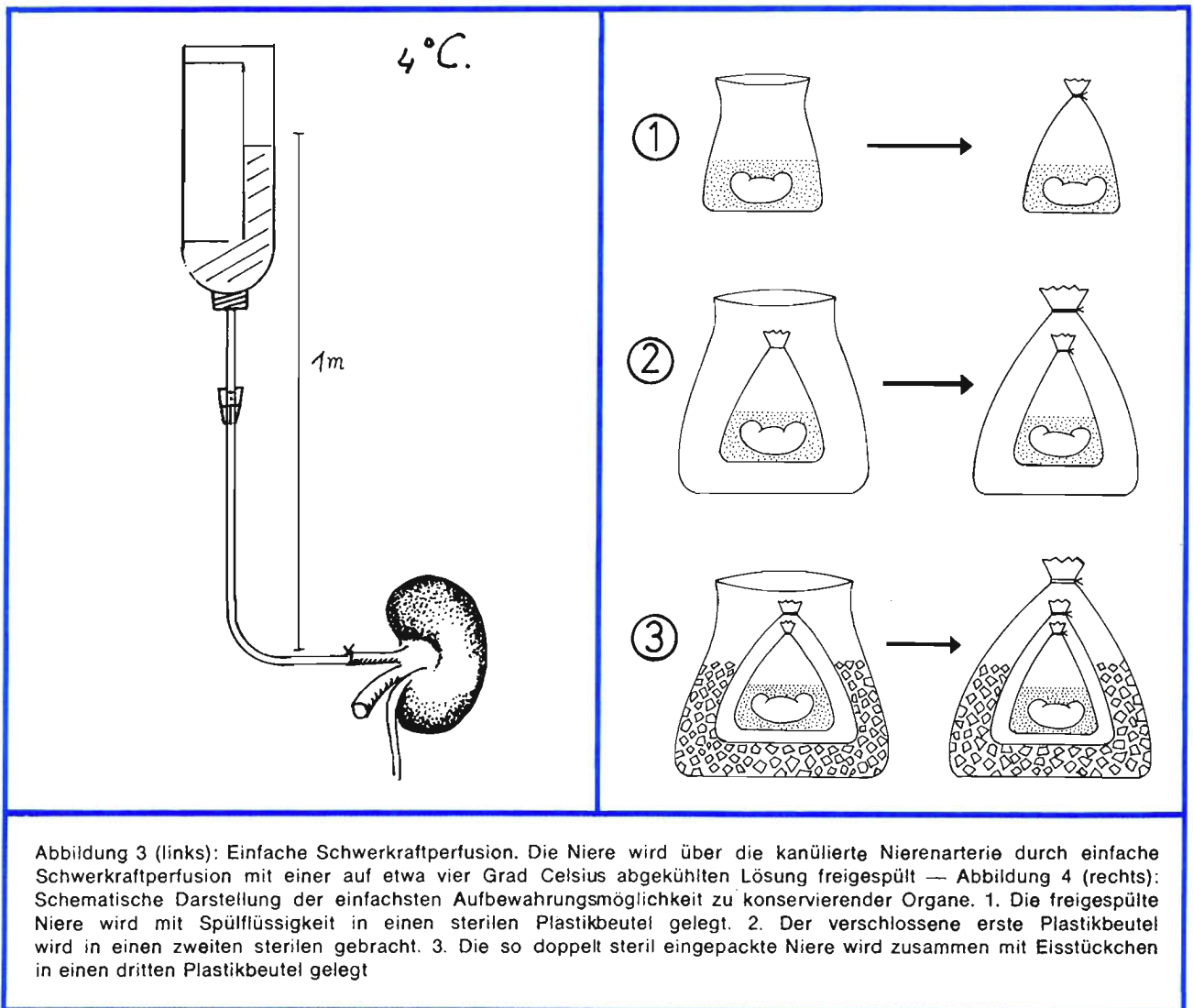
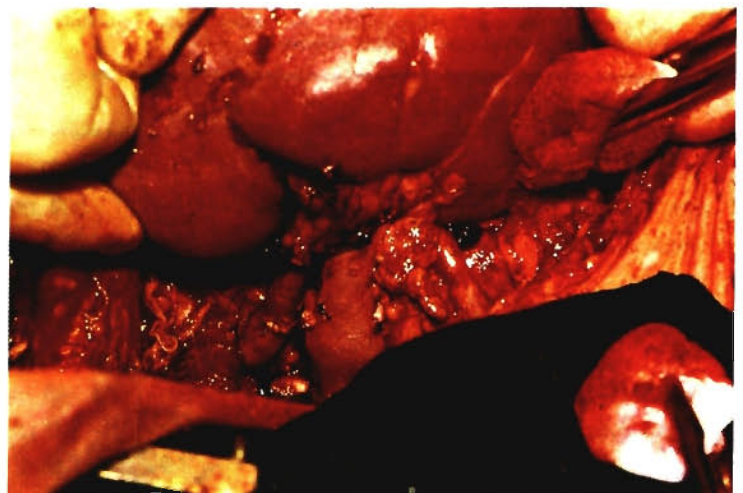
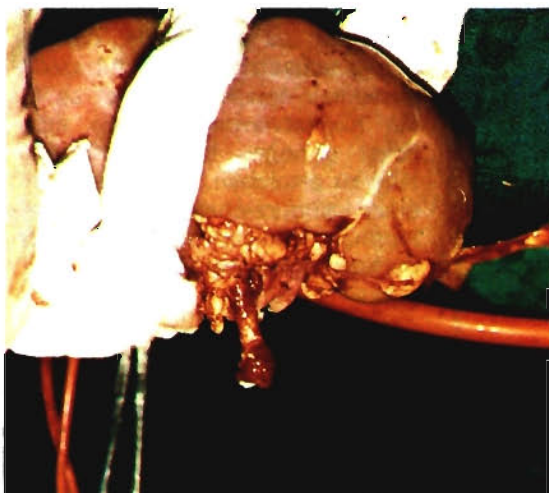


Abbildung 3 (links): Einfache Schwerkraftperfusion. Die Niere wird über die kanülierte Nierenarterie durch einfache Schwerkraftperfusion mit einer auf etwa vier Grad Celsius abgekühlten Lösung freigespült — Abbildung 4 (rechts): Schematische Darstellung der einfachsten Aufbewahrungsmöglichkeit zu konservierenden Organen. 1. Die freigespülte Niere wird mit Spülflüssigkeit in einen sterilen Plastikbeutel gelegt. 2. Der verschlossene erste Plastikbeutel wird in einen zweiten sterilen gebracht. 3. Die so doppelt steril eingepackte Niere wird zusammen mit Eisstückchen in einen dritten Plastikbeutel gelegt



Abbildungen 5 a und b: Organ nach Freispülung mit Collins-Lösung (a) und nach Gefäßanastomose (b)

## Nierentransplantation

der auch die Kerntemperatur des Organs schnell gesenkt werden kann, viel günstiger als die reine Oberflächenkühlung. Leider sind der Unterkühlung bisher Grenzen gesetzt.

Bei Temperaturen unterhalb des für die Gewebkonzentration spezifischen Gefrierpunkts von minus

0,56 Grad Celsius bilden sich Eiskristalle, wodurch es spätestens beim Auftauen zu Membranschädigungen und Eiweißausfällung kommt. Daher kann eine Tiefkühlung, die praktisch eine unbegrenzte Haltbarkeit der Organe und damit eine echte Organbank ermöglichen würde, nicht angewandt werden.

### Kontinuierliche Organperfusion

Die aus der Herzchirurgie bekannten Möglichkeiten der extrakorporalen Zirkulation können auch bei einer Organkonservierung eingesetzt werden. Bei der Niere bestehen allerdings große Schwierigkeiten, Blut für die Perfusion zu verwenden, da die Traumatisierung des Blutes zu einer erheblichen Zunahme des Strömungswiderstandes in der Niere führt. Darüber hinaus ist es bei Verwendung von Blut sehr schwer, über längere Zeit die Sterilitätsbedingungen einzuhalten. Deshalb wurde das Verfahren der Organperfusion erst in Kombination mit Hypothermie und Verwendung von künstlichen Lösungen praktikabel. Inzwischen sind zahlreiche Maschinentypen entwickelt worden, die alle im Prinzip ein Pumpsystem und einen Oxygenator mit der Möglichkeit der Unterkühlung verbinden.

### Modifikation der Konservierungslösung

Alle Perfusionslösungen enthalten gefäßerweiternde Mittel, um eine möglichst gute Anfangsperfusion in der Niere zu erreichen und eine Vasokonstriktion zu verhindern.

Da der Vitalitätsverlust eines Organs bei längerdauernder Ischämie wesentlich auf Elektrolytverschiebungen zwischen Intra- und Extrazellulärraum beruht, lag es nahe, Lösungen zu entwickeln, die der Zusammensetzung des Intrazellulärraumes entsprechen, um so für die Konservierungszeit ein möglichst geringes Konzentrationsgefälle zu erreichen. Dies gelang mit einer kaliumreichen Lösung, die allerdings weniger für eine Dauerperfusion geeignet ist.

### Hyperbare Konservierung

Von der Vorstellung ausgehend, daß für den Ischämieschaden ein Mangel an verfügbarem Sauerstoff mitbestimmend sei, wurde hyperbarer Sauerstoff zur Konservierung

**Tabelle 6: Vorzüge einer maschinellen Dauerperfusion**

	Bemerkungen:
① Längere Konservierung	bessere Vorbereitung des Spenders. Dialyse!
② Beurteilung der Organvitalität	im wesentlichen durch Messung des Perfusionsdruckes und der Durchflußmenge
③ Eventuelle „Behandlung“ des Organs in vitro	
④ Korrektur von Gefäßvarianten	dadurch verkürzte Warmischämiezeit

**Tabelle 7: Schwerkraftperfusion über die Nierenarterie (nach Gelin-Brunius<sup>5</sup>)**

a) In jede Nierenarterie unmittelbar nach Nephrektomie: 20 ml 0,9% NaCl-Lösung 4°C + 5 ml Lidocain® 2%
b) 500 ml Rheomacrodex® 5% + 5 Millionen Einheiten Penicillin + 10 ml Lidocain® 2%
c) Gleichzeitig über ein Y-Stück: 500 ml Invertzucker 10% 4°C 500 ml Natrium Bicarbonat 1,4% 4°C
<small>5) Im wesentlichen als Primärperfusion vor maschineller Perfusion. Für anschließende Oberflächenkühlung siehe Tabelle 5</small>

**Tabelle 8: Albuminlösung als Dauerperfusat**

Albumin 20%	200 ml
NaCl 0,9%	500 ml
Glukose 5,5%	100 ml
Insulin	80 I.E.
Mg <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	10 mE
KCl	4 mE
NaHCO <sub>3</sub> bis pH 7,1 bis 7,4	ca. 10 mE
Papaverin	40 mg
Penicillin-G-Natrium	1 Mill. E.
Hydrocortison	100 mg

angewandt. Inzwischen ist es aber zweifelhaft, ob der konservierende Effekt tatsächlich in einem Mehrangebot an Sauerstoff besteht oder im Überdruck ganz allgemein, da man mit anderen Gasen, die mit Überdruck verwendet wurden, einen ähnlich konservierenden Effekt erzielte. Im übrigen ist dieses Prinzip am ehesten entbehrlich. Die mit den übrigen Konservierungsmethoden erreichten Zeiten sind durch Überdruck offenbar nur unwesentlich zu verbessern.

### Übliche Konservierungsverfahren

#### Lagerung nach initialer Kühlperfusion

Die heute durchgeführten Konservierungsverfahren sowie einige noch im experimentellen Stadium befindliche Methoden sind Tabelle 4 zu entnehmen. Die zur Zeit einfachste und brauchbarste Methode besteht in der initialen Schwerkraft-Kühlperfusion mit anschließender Oberflächenkühlung. Diese Methode gewährleistet eine sichere Konservierung bis zu acht Stunden. Wird zur Perfusion modifizierte Collins-Lösung (Tabelle 5) verwandt, sind Zeiten bis zu 29 Stunden erreicht worden. Vorausgesetzt, daß die Niere bei guten Kreislaufverhältnissen entnommen werden konnte, ist mit einer sofortigen Funktionsaufnahme nach Transplantation zu rechnen.

Bei dem für diese Konservierungsart notwendigen Instrumentarium (Abbildung 2) handelt es sich im wesentlichen um ein Spritzen- und Infusionsbesteck. Unmittelbar nach Nierenentnahme werden damit über die vorsichtig (Cave Intima-schaden!) kanülierte Nierenarterie bestimmte Lösungen perfundiert.

Nach Freispülung der Niere (Tabelle 7 a) werden mittels Schwerkraft 1000 Milliliter der modifizierten Collins-Lösung perfundiert (Abbildung 3). Sie besteht aus zwei Komponenten, die erst unmittelbar vor Gebrauch zusammengegeben werden dürfen, da eine Mischung vor

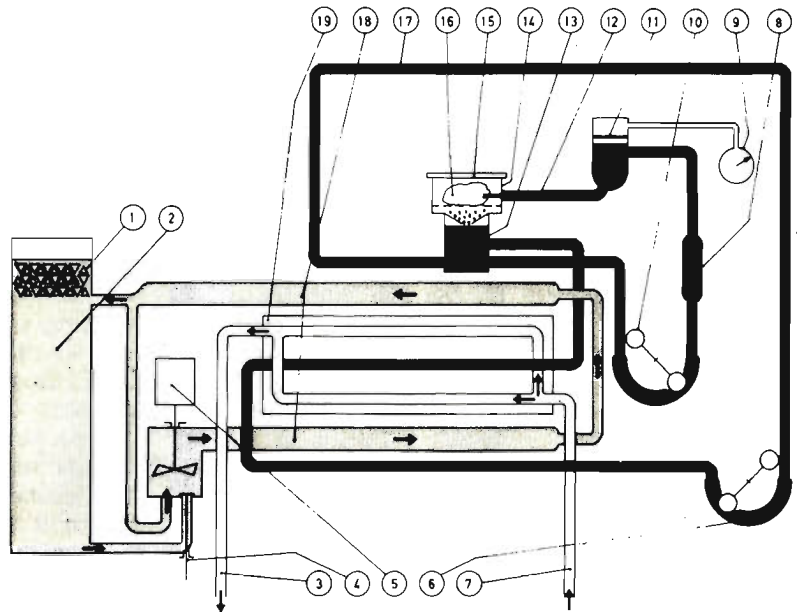


Abbildung 6: Schematische Darstellung einer maschinellen Organkonservierung. 1. Eis; 2. Eiswasser; 3. O<sub>2</sub>-Auslaß; 4. Thermostatklappe; 5. Wärmeaustauscher; 6. Oxygenatorpumpe; 7. O<sub>2</sub>-Einlaß; 8. Partikelfilter; 9. Auslaß zur arteriellen Druckmessung; 10. Perfusionspumpe; 11. Filter; 12. „Arterieller“ Zufluß; 13. Perfusatbehälter; 14. Organbehälter; 15. Verschlußdeckel des Organbehälters; 16. Organ; 17. Oxygenatorkreislauf; 18. Kühlplatten; 19. Oxygenator



Abbildung 7: Nierenverschickungen von Essen in europäische Städte

## Nierentransplantation

dem Sterilisieren zu Karamelisierung und Bildung von Magnesiumphosphaten führen würde. Vor Perfusion werden der Lösung 5000 Einheiten Heparin zugegeben. Die so präparierte Niere wird für die Kühlung oder den Transport in sterilen Plastikhüllen aufbewahrt (Abbildung 4). Ein in dieser Weise konserviertes Organ vor und nach Transplantation geben Abbildungen 5 a und b wieder.

### Dauerperfusion

Ist man sich über die Güte des zu transplantierenden Organs unklar,

oder sind voraussichtlich längere Ischämiezeiten zu überbrücken, ist es zweckmäßig, eines der inzwischen entwickelten Dauerperfusionssysteme zu verwenden. Damit können Nieren ohne Funktionseinbuße bis zu 72 Stunden lang konserviert werden. Inzwischen sind zahlreiche Varianten des Grundprinzips entwickelt worden; das Prinzip der Methode ist aus Abbildung 6 ersichtlich. Die Organvitalität wird bei der extrakorporalen Dauerperfusion im wesentlichen nach der Höhe des Perfusionsdruckes und der Durchflußmenge beurteilt, Faktoren also, die den Strömungswiderstand bestimmen. Ein

möglichst hoher Durchfluß bei geringen Perfusionsdrücken ist für die Funktionsaufnahme nach Transplantation als prognostisch günstig anzusehen. Weitere Parameter sind Gewichtszunahme während der In-vitro-Konservierung und Anstieg der Fermentaktivitäten im Perfusat.

Vor einer Dauerperfusion ist zunächst eine „Vorperfusion“ (Tabelle 7) durchzuführen. Dieses Verfahren kann allein als initiale Schwerkraftperfusion mit anschließender Oberflächenkühlung des Organs bei vier Grad Celsius angewandt werden. Heute wird dazu jedoch

**Tabelle 9: Verzeichnis der zur Zeit in der Bundesrepublik Deutschland aktiven Transplantationszentren**

Abt. Urologie der Med. Fakultät der RWTH Aachen  
Leiter: Prof. Dr. W. Lutze  
Priv.-Doz. Dr. H. Melchior  
Tel.: 02 41/40 11/3 70/3 76

Klinikum Steglitz Berlin  
Urologische Universitätsklinik  
Direktor: Prof. Dr. W. Brosig  
Med. Klinik und Poliklinik  
Nephrologische Abt.  
Priv.-Doz. Dr. K. Schaefer  
Tel.: 0 30/7 98 24 10

Chir. Universitätsklinik Bonn  
Direktor: Prof. Dr. A. Gütgemann  
Bonn-Venusberg  
Tel.: 0 22 21/19 22 31

Urolog. Universitätsklinik Düsseldorf  
Direktor: Prof. Dr. H. Dettmar  
1. Med. Universitätsklinik Düsseldorf  
Priv.-Doz. Dr. R. Merdies  
Tel.: 02 11/34 44 44/31 22

Chir. Universitätsklinik Erlangen  
Dir.: Prof. Dr. G. Hegemann  
Abt. für Urologie  
Vorstand: Prof. Dr. H. Sigel  
Tel.: 0 91 31/85 32 82

Chir. Universitätsklinik des Klinikums Essen  
Abt. für Allgemeine Chirurgie  
Dir.: Prof. Dr. F. W. Eigler  
Tel.: 0 21 41/79 91/22 20 oder 28 82

Urolog. Abt. der Johann-Wolfgang-Goethe-Universität Frankfurt am Main  
Leiter: Prof. Dr. W. Weber  
Tel.: 06 11/63 01/50 85 (Dr. K. Arndt)

Chir. Universitätsklinik Freiburg  
Dir.: Prof. Dr. M. Schwaiger  
Priv.-Doz. Dr. H. J. Halbfass  
Tel.: 07 61/2 01 28 02

Chir. Zentrum der Justus-Liebig-Universität Gießen  
Dir. Prof. Dr. Voßschulte  
Urolog. Abt.  
Prof. Dr. Rothauge  
Tel.: 06 41/7 02 34 12

Klinik und Poliklinik f. Allgemein Chirurgie Universität Göttingen  
Dir.: Prof. Dr. H. J. Peiper  
Priv.-Doz. Dr. V. Zühlke  
Tel.: 05 51/39 61 10/39 61 11

Urolog. Universitätsklinik und Poliklinik Hamburg  
Dir.: Prof. Dr. H. Klosterhalfen  
Tel.: 0 40/4 68/34 42/24 42

Med. Hochschule Hannover  
Department Chirurgie  
Abt. f. Abdominal- und Transpl.-Chirurgie  
Leiter: Prof. Dr. R. Pichelmayer  
Tel.: 05 11/53 21

Chirurgische Universitätsklinik Köln-Lindenthal  
Dir.: Prof. Dr. Dr. H. Pichlmaier  
Urolog. Universitätsklinik Köln-Lindenthal-Lindenburg  
Dir.: Prof. Dr. R. Engelking  
Tel.: 02 21/4 78 48 56/4 78 48 83 (chir. Wachst.)

Urolog. Klinik d. Univ. Marburg  
Dir.: Prof. Dr. G. Rodeck  
Tel.: 0 64 21/28 25 19/28 25 59

Chirurgische Klinik der Universität München  
Dir.: Prof. Dr. G. Heberer  
Priv.-Doz. Dr. Spelsberg/Dr. Stelter  
Tel.: 0 89/53 99 11/6 17/8 76

Chirurgische Klinik u. Poliklinik Westf. Wilhelms-Universität Münster  
Abt. Allg. Chirurgie  
Dir.: Prof. Dr. H. Bunte  
Tel.: 02 51/49 83 04 (Dr. Pircher)

Chir. Universitätsklinik Tübingen  
Dir.: Prof. Dr. L. Koslowski  
Prof. Dr. H. Geispeil  
Tel.: 0 71 22/29 66 20

Department für Chirurgie Universität Ulm Abt. II  
Leiter: Prof. Dr. J. Vollmar  
Tel.: 07 31/6 12 31-5 42



besser die Collins-Lösung benutzt. Für die Dauerperfusion wird zweckmäßigerweise eine Albuminlösung (Tabelle 8) verwendet. Sie ist relativ einfach herzustellen und hat sich nach experimenteller und klinischer Prüfung als ebenso brauchbar erwiesen wie die frühere Kryo-präzipitierte Plasmaslösung, deren Herstellung erheblich aufwendiger war. Mit dem jetzigen Verfahren wird außerdem das Hepatitisrisiko sowie die Gefahr der Übertragung zytotoxischer Antikörper ausgeschlossen.

#### Andere Verfahren

Die Probleme der Kurzzeitkonservierung können im wesentlichen als gelöst angesehen werden. Zweifellos wäre es wünschenswert, Verfahren zu entwickeln, die über sehr viel längere Zeiten eine Konservierung ermöglichen. Vorerst sind auf diesem Gebiet keine praktikablen Wege in Sicht. Die Konservierung mit sogenannten biologischen Verfahren, wie die Verwendung eines Zwischenwirtes oder der vorübergehende Anschluß einer Spenderniere an die arterio-venöse Fistel chronisch dialysierter Patienten, stößt noch auf erhebliche praktische Schwierigkeiten.

#### Transport

Nieren können heute auch über weite Strecken transportiert werden, wenn sie nach initialer Kühlung entsprechend aufbewahrt werden (Abbildung 4). Werden sie in einem Isolierbehälter (etwa Styropor) verpackt, können sie mit jedem Transportmittel befördert werden. Falls eine Dauerperfusion notwendig ist, muß das Transportmittel der Größe des Geräts entsprechen; hierbei leisten Polizei, Feuerwehr und Bundeswehr sogar unter Einsatz von Hubschrauber und Flugzeug wertvolle Hilfe. Am Beispiel des Essener Transplantationszentrums wird deutlich, welche rege europäische Zusammenarbeit auf diese Weise ermöglicht wird (Abbildung 7).

Abschließend sei noch einmal betont, daß genügend sichere und einfache Methoden zur Organkonservierung entwickelt worden sind, die praktisch in jeder chirurgischen Klinik angewandt werden können. Auch für die Organentnahme dürften keine grundsätzlichen Schwierigkeiten bestehen, so daß künftig auf eine zunehmende Aktivität auf dem Gebiet der Organspende in Zusammenarbeit mit den bestehenden Transplantationszentren zu hoffen ist. Die zur Zeit in der Bundesrepublik aktiven Transplantationszentren, die jederzeit bereit sind, Rat zu erteilen, sind Tabelle 9 zu entnehmen.

#### Literatur

Alexandre, C. P. J.: *Kidney Preservation für Clinical Transplantation*, Vortrag, Eurotransplant-Meeting 1973 Leiden — Collins, G. M., Bravo-Shugart, M., Terasaki, P. E.: *Kidney Preservation for Transplantation* Lancet II (1969) 1219 — Dreikorn, K.: *Stand der Nierenkonservierung*, Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft für Klinische Nephrologie Nr. 1 und 2/II 1973 — Eigler, F. W., Littmann, K.: *Künstliche Organperfusion und ihre physiologische Problematik* in „Experimentelle Medizin“ von Struck, Georg-Thieme-Verlag — Hamburger, J., Crosnier, J., Dormont, Bach, J. F.: *Renal Transplantation, Theory and Practice*, The Williams and Wilkins Comp., Baltimore 1972

Anschrift des Verfassers:  
Professor  
Dr. med. Friedrich Wilhelm Eigler  
43 Essen 1, Hufelandstraße 55

### Therapie in Kürze

**Prostaglandin E<sub>2</sub>-Methylester**, ein synthetisches Analogon des Prostaglandins E<sub>2</sub>, kann nach Ansicht von Ärzten in Singapur ein Heilmittel für das Ulcus ventriculi werden. In einer kontrollierten Blindstudie wurden im Universitätskrankenhaus von Singapur von 18 der Patienten (Chinesen) zehn mit dem Prostaglandinester behandelt. Acht Patienten erhielten nur Antacida, wenn Schmerzen auftraten. Allen wurde Bettruhe verordnet. Die zehn Patienten erhielten zwei Wochen lang alle sechs Stunden das Prostaglandin oral. Nach Abschluß der Kur wurde mit einem Glasfaser-Endoskop endoskopiert. Bei

drei Prostaglandin-Patienten waren die Ulzera verschwunden, beträchtliche Heilung war in sechs Fällen, eine leichtere Besserung in einem Falle zu verzeichnen. Bei der Kontrollgruppe trat keine völlige Heilung auf, vier waren beträchtlich gebessert, bei dreien konnte keine Wirkung registriert werden. Der Wirkmechanismus des künstlichen Prostaglandins beruht auf einer Unterdrückung der HCl- und Pepsin-Produktion und einer vermehrten Schleimproduktion der Mukosa. Ob sich die Wirkung nur auf Chinesen mit ihrem möglicherweise andersartigen Stoffwechsel oder auch auf Europäer erstreckt, wird sich erst erweisen müssen. HH

(Wye-Po Fung, et al.: *The Lancet*, 7871 [1974], 10—11)

#### Bei diabetogener Hyperglykämie und Ketazidose

waren in Sidney Versuche mit intravenösen Insulin-Infusionen erfolgreich. Mit Hilfe eines pädiatrischen Tropfs wurden den Patienten über sechs Stunden 1,2, 2,4 und 4,8 I. E. Insulin pro Stunde in einer physiologischen Kochsalzlösung, angereichert mit ein bis zwei Prozent Human-Serum-Albumin, in eine Antekubitalvene instilliert. Während der Behandlung wurden laufend Serumproben zur Bestimmung des Blutzuckers entnommen. Die Infusion wurde abgebrochen, wenn die Plasma-glucose auf Normalwerte abgesunken war. Hypoglykämien und zerebrale Ödeme traten unter der Behandlung nicht auf. Um die durch das Humanalbumin mögliche Infektion mit einer Serumhepatitis zu vermeiden, will man künftig statt Humanalbumin eine 3,5-prozentige Lösung von Hämaccel® verwenden. Damit könnte auch die Degradation des Insulins, die während der langen Infusionszeit bemerkbar wurde, ausgeschlossen werden. Die Autoren vermuten auch, daß die präoperative Infusion von niedrigen Insulindosen das Risiko diabetischer Patienten mindern kann. HH

(Kidson, W., et al.: *British Medical Journal*, 5921 [1974], 691—694)