

Über Funktion, Krankheit und Therapie der menschlichen Niere

## Dialyse kompakt

Die Nieren des Menschen sind kleine biologische Wunderwerke mit einer faszinierenden Bau- und Funktionsweise. Ihre Aufgaben im Körper sind für uns lebenswichtig. Ist das Doppelorgan in seiner Funktion erheblich und dauerhaft eingeschränkt oder fällt gar vollständig aus, gerät der Betroffene in eine lebensbedrohliche Situation. Die Behandlung von nierenkranken Patienten mittels Hämodialyse ist eine noch junge Erfolgsgeschichte. Erst in den 1960er Jahren des 20. Jahrhunderts hat sie sich als Routineverfahren etabliert und sorgt heute durch technische Perfektion für Lebensqualität.

Knut Wichering und Jörg Vienken,  
Fresenius Medical Care  
Deutschland GmbH

Der Artikel soll Investoren, Interessierte und Betroffene mit den wichtigsten Informationen und Begriffen rund um die Themen Niere, Krankheit und Dialyse vertraut machen und in leicht verständlicher, knapper Form die wichtigsten Fragen rund um das Organ Niere und die Dialyse erläutern.

### Was gesunde Nieren leisten

Am Stoffwechselgeschehen im Körper sind die Nieren maßgeblich beteiligt. Sie bilden Urin, der über die Harnwege ausgeschieden wird. Mit dem Urin werden sowohl überschüssiges Körperwasser als auch viele Schlackengifte aus dem Stoffwechsel wie durch einen Filter aus dem Körper entfernt. Daneben wird der Säure-Basen-Haushalt des Körpers so reguliert, dass eine zu starke Übersäuerung des Blutes vermieden wird. Die Nieren haben darüber hinaus eine sehr wichtige Aufgabe bei der Regulierung des Blutdrucks. Diese erfolgt über unterschiedliche Botenstoffe (Hormone), die in den Nieren gebildet werden. Botenstoffe aus

den Nieren wie das Hormon Erythropoietin steuern auch die Produktion von Blutkörperchen im Knochenmark.

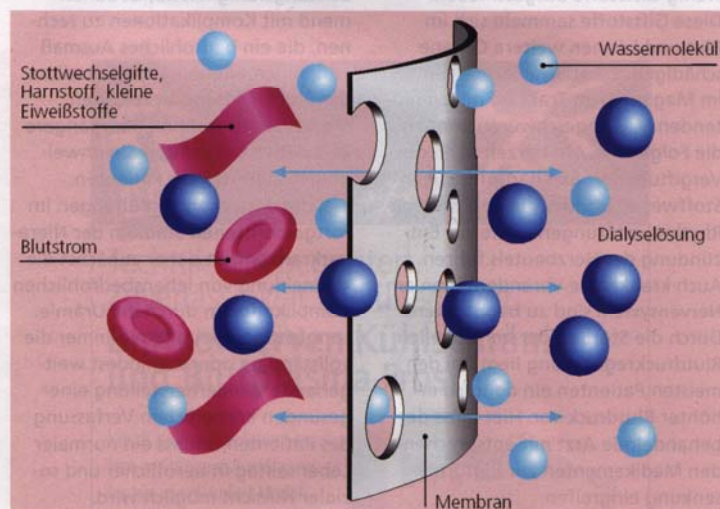
Außerdem beeinflussen die Nieren den Kalziumhaushalt und spielen eine wichtige Rolle bei der Bildung von Vitamin D. Dieses Vitamin wird zur Mineralisierung benötigt und trägt damit zur Stabilität des Knochenbaus bei. Schon hier zeigt sich, wie vielfältig die Funktionen der Nieren sind. Die Nieren sind paarweise angelegt, jede einzelne Niere ist bei einem Erwachsenen etwa elf Zentimeter lang und wiegt durchschnittlich rund 160 Gramm.

eine zugrunde liegende Zuckerkrankheit (Diabetes mellitus) Ursache der Nierenerkrankung.

Auch übermäßige Einnahme bestimmter Medikamente kann die Funktion der Nieren langfristig beeinträchtigen. Darüber hinaus gibt es zum Teil angeborene Erkrankungen wie unter anderem die Zysten-nieren. Die meisten Nierenerkrankungen verlaufen schleichend und werden oft über viele Jahre zunächst nicht erkannt. Einige chronisch nierenkranke Patienten suchen daher erst in einem späten Stadium ihrer Erkrankung einen Nierenspezialisten (Nephrologen) auf. In seltenen Fällen kann sich eine Nierenerkrankung aber auch akut innerhalb weniger Tage oder Wochen entwickeln.

### Wie sich eine Nierenerkrankung auswirkt

Wenn die Nieren ihre Aufgaben nicht mehr ausreichend wahrneh-

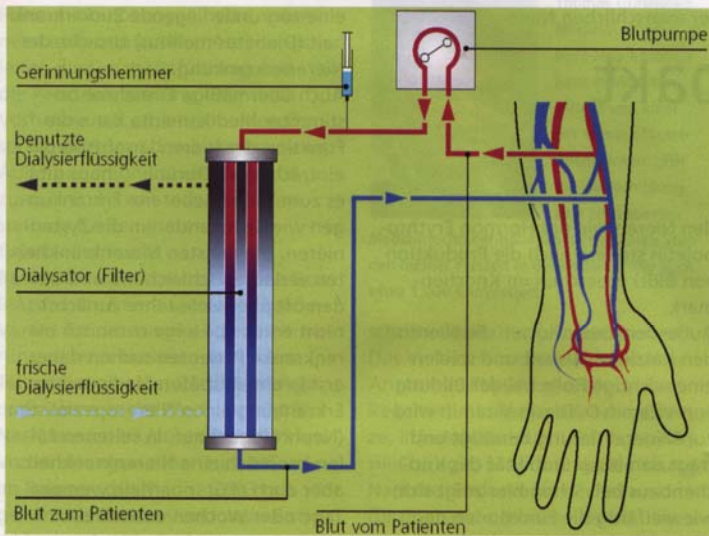


Bei der Hämodialyse verlassen die Giftstoffe durch kleine Poren der filterierenden Membran das Blut, während die lebenswichtigen Blutbestandteile zurückgehalten werden.

### Ursachen für Nierenerkrankungen

Nierenerkrankungen können unterschiedliche Ursachen haben. Unterschiedliche Formen von Entzündungen des Nierengewebes (Glomerulonephritis) hinterlassen oft einen bleibenden Schaden an den Nieren. Auch der weit verbreitete Bluthochdruck (Hypertonie) kann die Nieren schwerwiegend schädigen. Häufig ist

men können, wirkt sich dies erheblich auf die Funktionstüchtigkeit des Organismus aus. Mitunter ist lediglich der ‚Filter‘ in der Niere defekt, sodass übermäßig viel Eiweiß mit dem Urin ausgeschieden wird. Dieses Eiweiß fehlt dann im Körper. Außerdem kommt es zu Ödemen (Wasseransammlungen) in den Beinen oder auch in den Lungen.



Bei der Hämodialyse wird dem Blut zusätzlich ein Medikament zugesetzt, das die Gerinnung für die Behandlungszeit hemmt.

In vielen Fällen werden aber zu wenig Giftstoffe ausgeschieden. Diese Giftstoffe sammeln sich im Blut und können weitere Organe schädigen. Erhebliche Störungen im Magen-Darm-Trakt bis hin zu blutenden Magengeschwüren können die Folge sein. Am Herzen kann die Vergiftung mit den harnpflichtigen Stoffwechselprodukten zu schweren Rhythmusstörungen sowie zur Entzündung des Herzbeutels führen. Auch krankhafte Veränderungen am Nervensystem sind zu beobachten. Durch die Störung der hormonellen Blutdruckregulierung liegt bei den meisten Patienten ein deutlich erhöhter Blutdruck vor. Hier muss der behandelnde Arzt mit entsprechenden Medikamenten zur Blutdrucksenkung eingreifen. Das fortgeschrittene Stadium der Krankheit ist gekennzeichnet durch Blutarmut (hervorgerufen durch die gestörte Blutbildung) sowie durch eine beginnende Entkalkung der Knochen. Außerdem tritt durch unzureichende Urinausscheidung ein Überwässerungszustand auf.

#### Ziele in der Behandlung von Nierenversagen

Sinkt die Entgiftungsleistung der Nieren, die von Fachleuten als Clearance bezeichnet wird, unter

10 bis 15 Prozent der normalen Leistungsfähigkeit ab, ist zunehmend mit Komplikationen zu rechnen, die ein bedrohliches Ausmaß annehmen können. Dieses Stadium der Blutvergiftung bezeichnen Mediziner als Urämie. Über längere Zeit unbehandelt führt sie unweigerlich zum Tod des Patienten. Ziel der ärztlichen Bemühungen im fortgeschrittenen Stadium der Nierenerkrankung ist daher zunächst die Vermeidung von lebensbedrohlichen Komplikationen durch die Urämie. Langfristiges Ziel ist aber immer die vollständige oder zumindest weitgehende Wiederherstellung einer gesunden körperlichen Verfassung des Patienten, sodass ein normaler Lebensalltag in beruflicher und sozialer Hinsicht möglich wird. Bei einer schweren Schädigung der Nieren kann dies nur durch den Ersatz der lebenswichtigen Aufgaben der Nieren mit geeigneten Behandlungsmaßnahmen erfolgen. Wir sprechen hierbei von ‚Nierenersatzbehandlung‘.

#### Möglichkeiten der Nierenersatzbehandlung

Die beste und umfassendste Form des Nierenersatzes ist die erfolgreiche Einpflanzung einer gesunden Spenderniere. Allerdings stehen

weltweit nicht genug Spenderorgane zur Verfügung. Gelegentlich sprechen auch wichtige medizinische oder persönliche Gründe gegen eine Nierentransplantation. Daher ist bei chronischem Nierenversagen – zumindest vorübergehend – eine Behandlung mit der ‚künstlichen Niere‘ (Dialyse) angeraten.

Bisher haben sich unterschiedliche Arten der Dialysebehandlung bewährt. Als ‚künstliche Niere‘ im eigentlichen Sinne wird der Filter bezeichnet, der bei der Blutwäsche verwendet wird. Dieses Verfahren wird als Hämodialyse bezeichnet. Als ein natürliches Filterorgan steht aber auch das Bauchfell (Peritoneum) zur Verfügung. Diese Methode wird Bauchfelldialyse oder Peritonealdialyse genannt. Die wichtigsten Formen der Nierenersatzbehandlung werden im Folgenden näher erklärt.

#### Die Hämodialyse

Bei der Hämodialyse wird das Blut des Patienten durch einen Filter außerhalb des Körpers geleitet und anschließend wieder zum Patienten zurückgeführt. In diesem Filter verlassen die Giftstoffe durch kleine Poren der filtrierenden Membran das Blut, während gleichzeitig die lebenswichtigen Blutbestandteile, z. B. Eiweißstoffe, zurückgehalten werden.

Durch die Poren des Filters kann außerdem überschüssiges Körperwasser entfernt werden. Gesteuert wird dieser Vorgang von einem Dialysegerät, das mit einer Blutpumpe und insbesondere auch mit Überwachungseinrichtungen ausgestattet ist. Über das Gerät wird dem Blut gleichzeitig ein Medikament (z. B. Heparin) zugesetzt, das dessen Gerinnung für die Behandlungszeit hemmt.

Für die Hämodialysebehandlung wird das Blut einer Vene entnommen, bevorzugt am Unterarm des Patienten. Damit hier ausreichend Blut für die Behandlung zur Verfügung steht, wird die Vene durch eine kleine Operation vorbereitet. Dabei wird eine Kurzschlussverbindung zwischen einer Schlagader und der Vene geschaffen, die dann mit einem höheren Druck und einer

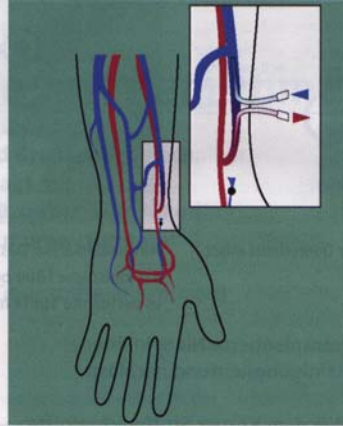
höheren Fließgeschwindigkeit durchströmt werden kann. Diese Kurzschlussverbindung nennt man ‚Shunt‘. Sofern keine geeigneten Blutgefäße für einen Shunt-Zugang zur Verfügung stehen, kann die Behandlung auch über einen Katheter erfolgen, der in eines der großen Blutgefäße eingelegt wird. Für die Durchführung der Behandlung stehen unterschiedliche Alternativen zur Verfügung, wobei insbesondere die Dialyse in einem spezialisierten Zentrum oder aber zu Hause durchgeführt werden kann.

Die Dialysebehandlung in einem Zentrum erfolgt in der Regel dreimal wöchentlich ambulant über jeweils vier bis fünf Stunden. Der Patient kommt also von zu Hause zur Behandlung ins Zentrum. Erfahrene Ärzte und geschultes Pflegepersonal betreuen den Patienten während der ganzen Behandlungsdauer. In der dialysefreien Zeit kann der Patient seinen normalen Alltagsbeschäftigungen nachgehen. Wenn die allgemeine Verfassung des Patienten es erlaubt, kann er seine Hämodialysebehandlung auch zu Hause durchführen. Er erlernt meist gemeinsam mit einem Partner die Selbstbehandlung in einem Ausbildungszentrum. Diese zentrumsunabhängige Form der Selbstbehandlung bietet eine besonders günstige Perspektive für die berufliche und soziale Lebensqualität des Patienten.

#### Die Peritonealdialyse

Als Peritoneum wird das Bauchfell bezeichnet, das die Wände der Bauchhöhle und die inneren Organe überzieht. Es hat ähnliche Eigenschaften wie der künstliche Filter bei der Hämodialyse: Durch seine Poren kann es bestimmte Stoffe hindurchlassen und andere zurückhalten. Die Peritonealdialyse bedient sich dieses natürlichen Filterorgans. Über einen Katheter, der in die Bauchdecke eingesetzt wird und im kleinen Becken hinter der Harnblase endet, wird eine Spülflüssigkeit (= Dialysierlösung) in die Bauchhöhle eingebracht. Die Stoffwechsel-

gifte, die über haarfeine Blutgefäße an das Bauchfell herangebracht werden, passieren die Poren und werden in die Spülflüssigkeit abgege-



Hämodialyse: Über eine kleine Operation wird eine Kurzschlussverbindung zwischen einer Schlagader und der Vene geschaffen. Eine solche Verbindung wird ‚Shunt‘ genannt.

ben. Zusätzlich sorgt Traubenzucker in der Dialysierlösung dafür, dass Körperwasser in die Bauchhöhle gesogen wird.

Mit der verbrauchten Spülflüssigkeit werden Giftstoffe und überschüssiges Körperwasser über den Katheter entfernt. Die Peritonealdialyse kann ähnlich wie die Hämodialyse wahlweise zu Hause als Heimdialyseverfahren oder in einem Zentrum durchgeführt werden.

#### Die Nierentransplantation

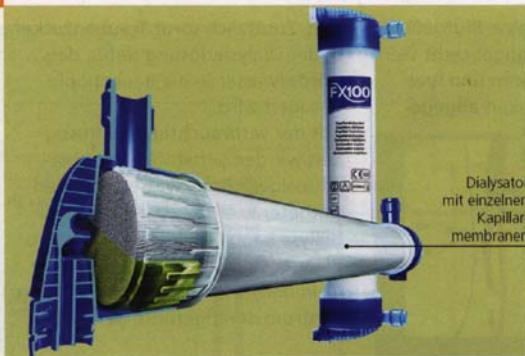
Viele Patienten mit chronischem Nierenversagen wünschen sich eine ‚neue‘ Niere, also eine Nierentransplantation. Hierfür reicht die Zahl der Spenderorgane, die meist von Verstorbenen stammen, jedoch nicht aus. Ein Patient, bei dem keine medizinischen Einwände gegen eine Transplantation bestehen, wird daher zunächst auf einer zentralen Warteliste geführt. Bei der Vergabe

Technik, die begeistert.  
Zuverlässigkeit, die überzeugt.  
**Blutkonserven-Kühlschränke  
und Blutplasma-Froster.**

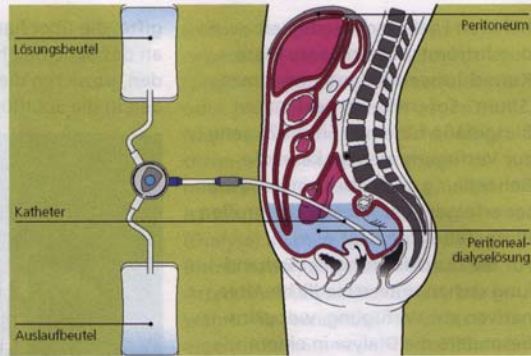
Kirsch Kältetechnologie begeistert: In Standard-Ausführung bis hin zum Komfort-Modell mit PC-Schnittstelle und Warnautomatik mit Fernübertragung. Überzeugen Sie sich. Wir beraten Sie gern.

Modell BL-100

**Kirsch**  
AUS TRADITION - TECHNIK IN BESTFORM  
D-77608 Offenburg, Postfach 1840  
Tel. (07 81) 92 27-0  
Fax (07 81) 92 27-200  
info@kirsch-offenburg.de  
www.kirsch-offenburg.de



Ein Dialysator besitzt etwa 10.000 Dialysefasern. Ihr Querschnitt misst etwa 300 µm.



Peritonealdialyse: Das Bauchfell hat ähnliche Eigenschaften wie der künstliche Filter bei der Hämodialyse. Durch seine Poren kann es bestimmte Stoffe hindurchlassen und andere zurückhalten.

von Spenderorganen berücksichtigt man neben der Wartezeit auch, ob Spender und Empfänger einer Niere in ihren Gewebemerkmale zueinander passen. So verringert sich das Risiko, dass die transplantierte Niere vom Empfänger schnell wieder abgestoßen wird.

Das Spenderorgan wird in der Leistengegend in den Unterbauch des Patienten eingepflanzt. Dort wird es mit den Blutgefäßen des Patienten verbunden. Meistens werden die eigenen kranken Nieren im Körper belassen. Der Harnleiter der Niere wird mit der Harnblase des Patienten verbunden. Eine gut funktionierende Spenderniere produziert dann wieder Urin wie gesunde Nieren und nimmt auch wie diese an der Regulierung des Blutdrucks und an der Steuerung der Blutbildung teil.

Das Risiko einer Abstoßungsreaktion durch den Patienten besteht generell bei jeder Transplantation. Daher erfolgt lebenslang eine Behandlung mit Medikamenten, die die Abwehrfunktion des Körpers künstlich schwächen. Dies ist natürlich mit dem Risiko einer geschwächten Abwehr gegen diverse andere Krankheiten verbunden.

Nach einer Nierentransplantation sind regelmäßige Kontrolluntersuchungen bei einem Facharzt erforderlich. Sofern keine Komplikationen eintreten, können rund 50 Prozent der Patienten nach der Transplantation durchschnittlich zehn Jahre lang ein vergleichsweise normales Leben führen, bevor die

transplantierte Niere in ihrer Reinigungsleistung nachlässt.

#### Wie dem Körper Stoffwechselgifte entzogen werden

Ein durchschnittlicher Dialysator ist ein künstlicher Filter, der rund 10.000 mikroskopisch feine Dialysefasern enthält. Diese werden auch als Dialysemembran bezeichnet. Ihr Querschnitt ist etwa 0,3 mm oder 300 µm. Sie sind innen hohl, ihre Wand ist halbdurchlässig (semipermeabel), d. h., nur Wasser und Giftstoffe bis zu einer bestimmten Größe können die Membran passieren.

Zur Entfernung der Giftstoffe wird bei der Hämodialyse eine spezielle Dialyseflüssigkeit (Dialysat) in den Dialysefilter eingeleitet, der die Membrane von außen umspült. Dabei läuft das Blut in der Dialysefaser in einem gegenläufigen Strom zum Dialysat. Durch die halbdurchlässige Dialysemembran passieren Stoffwechselgifte, Harnstoff und andere kleine Eiweißstoffe die Membran. Für den Körper notwendige Substanzen und Blutkörperchen werden dagegen wegen der zu kleinen Porengröße zurückgehalten.

Der Übertritt der Stoffwechselgifte durch die Membran ins Dialysat beruht auf physikalischen Transportphänomenen. Sind nämlich zwei Flüssigkeiten (hier: Blut und Dialysat), die eine unterschiedliche Konzentration an Stoffen aufweisen, durch eine halbdurchlässige Membran getrennt, tendieren die Teil-

chen (Moleküle) dazu, den Konzentrationsunterschied auszugleichen. Die Moleküle wandern somit von einer Flüssigkeit in die andere. Diesen Vorgang nennt man Diffusion. Eiweißstoffe und Blutkörperchen würden natürlich auch an diesem Konzentrationsausgleich teilnehmen, können aber aufgrund ihrer vergleichsweise großen Molekülgröße und der kleinen Poren der Membran nicht passieren. Sie werden daher zurückgehalten.

Zur Entfernung von überschüssigem Wasser aus dem Körper wird besonders bei der Peritonealdialyse der Dialysierflüssigkeit Zucker zugesetzt. Dabei ist die Konzentration des Zuckers in der Dialysierflüssigkeit höher als im Blut. Da die Zuckermoleküle die Membran nicht passieren können, gibt es nur einen Weg zum Konzentrationsausgleich. In die ‚hochprozentige‘ Zuckertlösung wandert Wasser aus dem Blut durch die Filtermembran. Dieser Vorgang ist auch als Osmose bekannt. Im Gegensatz zur Diffusion wandern die Moleküle bei der Osmose nur in eine Richtung. Durch die regelmäßige Zuführung von frischer Dialysierflüssigkeit wird dem Blut überschüssiges Wasser entzogen, das die Nieren nicht mehr ausscheiden können und das sich sonst im Körper ansammeln würde. Auf diesen beiden Prinzipien – Osmose und Diffusion – beruht auch die Peritonealdialyse. Hier fungiert das Bauchfell der Patienten als körpereigene Dialysemembran.  
[www.fmc-ag.de](http://www.fmc-ag.de)