

DIALYSE KOMPAKT

Über die Entwicklung und Geschichte der Bauchfelldialyse



Fresenius Medical Care

Inhalt

- 3** | Editorial
- 4** | Grundlagen der Peritonealdialyse
- 6** | Die ersten Schritte zur Peritonealdialyse
- 8** | Peritonealdialyse-Katheter
- 10** | Beutel- und Schlauchsysteme
- 12** | Das Zeitalter der kontinuierlichen ambulanten Peritonealdialyse (CAPD)
- 14** | Die automatisierte Peritonealdialyse (APD)
- 16** | Neue, biokompatible Peritonealdialyselösungen

Peritonealdialyse – von den Anfängen bis zur Gegenwart

Wenn der menschliche Körper Symptome von Urämie (Harnvergiftung) zeigt, ist dies Zeichen einer Unterfunktion oder gar eines Ausfalls der lebenswichtigen Nieren. Die griechische Herkunft des Wortes Urämie zeugt davon, dass die Kenntnis um dieses Krankheitsbild wesentlich älter ist als die Möglichkeit, Menschen in dieser lebensbedrohlichen Situation wirksam zu behandeln. Erst in den letzten hundert Jahren hat die medizinische Grundlagenforschung den Weg bereitet, um den Ausfall der Nierenfunktion wirksam zu kompensieren – mit der Dialyse.

Es gibt im Wesentlichen zwei Formen der Dialyse: die Hämodialyse, die heute für rund 90% aller Dialysepatienten die Therapie der Wahl ist, und die Bauchfelldialyse (Peritonealdialyse) als zweite Behandlungsvariante. Im Vorjahr haben wir an gleicher Stelle über die Geschichte der Hämodialyse berichtet – ein Verfahren, bei dem das Blut nierenkranker Patienten extrakorporal, also außerhalb des Körpers, von urämischen Substanzen gereinigt wird.

In diesem Jahr widmet sich unsere Beilage DIALYSE KOMPAKT der Peritonealdialyse. Bei dieser Heimdialysetherapie dient das Peritoneum (Bauchfell), das die Innenwand der Bauchhöhle auskleidet und die inneren Organe bedeckt, als Dialysemembran.

Die ersten wichtigsten Fortschritte bei dieser Behandlungsmethode wurden in den 20er Jahren des vergangenen Jahrhunderts erzielt. Erst eine Vielzahl von weiteren Erfindungen in den folgenden Jahrzehnten ermöglichte jedoch eine breitere Anwendung der Peritonealdialyse auch für chronisch nierenkranke Patienten. Dieser Fortschritt

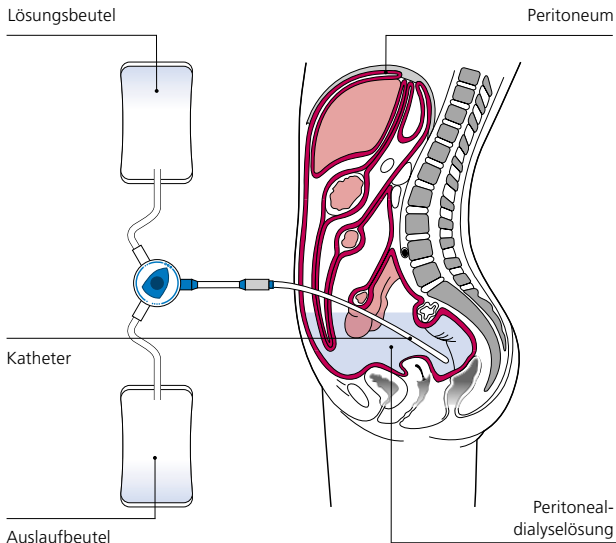
ist all jenen beharrlichen Medizinerinnen und Naturwissenschaftlerinnen zu verdanken, die mit ihrer Arbeit und ihren Entdeckungen den Weg zu immer besseren Therapiemöglichkeiten geebnet haben.

Auf den folgenden Seiten geben wir Ihnen einen Einblick in die faszinierende Geschichte der Bauchfelldialyse und die Erfindungen, die heute helfen, das Leben und die Lebensqualität von mehr als 160.000 Peritonealdialyse-Patienten in aller Welt zu sichern.

Grundlagen der Peritonealdialyse

Wie eingangs bereits beschrieben, ist die Peritonealdialyse (Bauchfelldialyse) die zweite fest etablierte Dialyseform neben der Hämodialyse, um das Blut von giftigen Stoffwechselprodukten zu befreien und dem Körper Wasser zu entziehen. Das Bauchfell (Peritoneum) – das der Peritonealdialyse seinen Namen gab – ist eine dünne, glänzende Haut, die mit einer Oberfläche von einem bis zwei Quadratmetern die Bauchhöhle vollkommen auskleidet. Da das Peritoneum sehr gut durchblutet ist, stellt es eine hervorragende natürliche Austauschmembran dar.

Bei der Peritonealdialyse wird diese spezielle Eigenschaft des Peritoneums genutzt. Zunächst wird in regelmäßigen Zeitabständen eine spezielle Flüssigkeit, die Dialyselösung, über einen Katheter in die Bauchhöhle eingelassen. Diese Flüssigkeit umspült nun das Peritoneum. Dabei treten aus den kleinen Blutgefäßen Stoffwechselprodukte in die Dialyselösung über. Zu diesen Stoffwechselprodukten gehört neben den bekanntesten, Harnstoff und Kreatinin, eine Vielzahl von weiteren Stoffen, die sich bei nierenkranken Patienten im Blut sammeln und nicht mehr, wie bei gesunden Menschen, ausreichend über die Nieren ausgeschieden werden. Die mit diesen Stoffen



Prinzip der Peritonealdialyse

angereicherte Dialyselösung wird nach einigen Stunden über den Katheter abgelassen und durch eine neue Dialyselösung ersetzt.

Neben den Stoffwechselprodukten muss auch überschüssiges Wasser aus dem Körper des Nierenkranken entfernt werden. Hierzu wird der Dialyselösung Zucker zugesetzt. Die Konzentration des Zuckers in der Dialyselösung ist zunächst deutlich höher als im Blut. Daher gibt es nur einen Weg, die Konzentration auszugleichen: In die „hochprozentige“ Zuckерlösung fließt Wasser aus dem Blut durch die Membran in die Bauchhöhle. Dieser Vorgang wird als Osmose bezeichnet.

Die ersten Schritte zur Peritonealdialyse

Der Begriff

Der Begriff Peritoneum leitet sich aus dem griechischen Wort peritonaion ab und bedeutet „sich ausdehnen“. Vermutlich waren es die Grabbestatter im alten Ägypten, die einen ersten Blick auf das Peritoneum werfen konnten, während sie die Organe einflussreicher Ägypter präparierten. Der berühmte griechische Arzt Galen und andere Gelehrte der Antike untersuchten die offenen Bauchhöhlen verletzter Gladiatoren. Frühe Anatomen und Chirurgen beschrieben die Größe und Merkmale der Peritonealmembran, erkundeten aber noch nicht ihre Feinstrukturen oder Funktionen. Diese Untersuchungen erfolgten erst wesentlich später durch Friedrich Daniel von Recklinghausen, der 1862 erstmals die zellulären Bestandteile des Peritoneums wissenschaftlich beschrieb.



Entfernung von Bauchwasser im 17. Jahrhundert

Stoffaustauschprozesse

Der Deutsche G. Wegner führte 1877 erste Tierversuche durch, bei denen er Stoffaustauschprozesse beobachtete, die über das Peritoneum stattfinden. Beispielsweise verabreichte er Kaninchen Lösungen mit unterschiedlichen Temperaturen und Inhaltsstoffen und entdeckte dabei, dass eine konzentrierte Zuckerlösung zu einer Zunahme des

schen Salzlösung – also dem natürlichen Salzgehalt des menschlichen Blutes entsprechend – in die Bauchhöhle. Obwohl die Behandlung eine vorübergehende Besserung der Symptome bewirkte, verstarb die Patientin kurz darauf.

In den Jahren 1924 bis 1938 wurden in Deutschland und den USA von verschiedenen Ärzteteams die ersten regelmäßig wiederkehrenden – so genannten intermittierenden – Peritonealdialysen durchgeführt und damit der Beweis erbracht, dass mit der Peritonealdialyse eine kurzfristige Überbrückung von Nierenfunktionsstörungen möglich ist.

In den Folgejahren konnte durch die gezielte Wahl verschiedener Materialien, wie Porzellan, Metall, Latex und Glas, und dank deren Sterilisierbarkeit auch erstmals die Hygiene während der Peritonealdialyse relativ gut beherrscht werden. Trotzdem kam es zu keiner breiteren Anwendung dieses Verfahrens, was vor allem auch auf das Fehlen eines sicheren Zugangs zur Bauchhöhle der Patienten zurückzuführen war.

Peritonealdialyse-Katheter

Dieser sichere Zugang wird bei der Peritonealdialyse über einen Katheter in den Bauchraum hergestellt. Ursprünglich dienten Metallkanülen als Zugang zur Bauchhöhle; später wurde auf Magen- und Sauerstoffsonden zurückgegriffen. Erst 1952 entwickelte Arthur Grollman von der Southwestern Medical School in Dallas einen Katheter, der fortan die Peritonealdialyse-Behandlung chronisch Nierenkranker ermöglichte. Dabei nutzte er einen Ein-Liter-Behälter mit einer Kappe, an die ein Stück eines Kunststoffschlauchs angeschlossen war. Dieser Schlauch wiederum wurde mit einem Polyäthylen-Katheter verbunden. Grollmans revolutionäre Idee bestand darin, dass er erstmals einen flexiblen Katheter anstelle der bis dahin

verwendeten starren Katheter nutzte. Außerdem waren an der Katheterspitze, die im Bauchraum der Patienten verbleibt, mehrere kleine Löcher angebracht, um einen optimalen Ein- und Auslauf der Dialyseflüssigkeit zu garantieren.

Vor dem Hintergrund des Koreakrieges entwickelte der US-Amerikaner Paul Doolan 1959 einen Katheter, der für den Langzeitgebrauch vorgesehen war. Er bestand aus Polyäthylen und hatte eine besondere Lochgeometrie, die einen Verschluss der Löcher verhindern und die Flussraten maximieren sollte. Richard Ruben aus den USA führte mit diesem Doolan-Katheter die erste Peritonealdialyse an einer Patientin über einen Zeitraum von sieben Monaten durch. Dabei nutzte er einen Verweilkatheter, der in der Bauchhöhle der Patientin belassen werden konnte. Dies zeigt, dass die Forscher nicht nur akut erkrankte Patienten behandeln wollten, sondern mit ihren Ideen auch auf die Dialyse chronisch nierenkranker Patienten zielten.

1968 entwickelte Henry Tenckhoff aus den USA den nach ihm benannten Katheter. Der damals noch weit verbreitete Stilettkatheter erlaubte bereits eine breite Anwendung der Peritonealdialyse bei chronischem Nierenversagen. Allerdings musste mittels der „repeated puncture technique“ für jede individuelle Dialysebehandlung ein neuer Katheter in den Bauchraum gelegt werden. Dieser Umstand machte nicht nur die Patienten, sondern auch das behandelnde Personal zu Leidtragenden dieses zeitaufwendigen Verfahrens. So gehörte Tenckhoff selbst zu denjenigen, denen die undankbare Aufgabe zufiel, den Patienten den Katheter am Wochenende legen zu müssen. Mit dem von ihm entwickelten neuen Katheter bereitete er sich nicht nur ein ruhigeres Wochenende, er hatte auch einen Dauerkatheter entwickelt, der heute noch verwendet wird und bahnbrechend für eine breite Anwendung der Peritonealdialyse war. Der Tenckhoff-Katheter besteht aus Silikonkautschuk und besitzt ein bzw. zwei Manschetten, mit deren Hilfe der Katheter sowohl in das Peritoneum als auch in tiefere Schichten des Bindegewebes einwächst.

Beutel- und Schlauchsysteme

Neben dem Katheter spielt auch die Entwicklung der Beutel- und Schlauchsysteme eine entscheidende Rolle für den langfristigen Erfolg der Peritonealdialyse. Die Bauchfellentzündung (Peritonitis) setzte als wesentliche Komplikation die Grenzen für die weitere Verbreitung der kontinuierlichen ambulanten Peritonealdialyse (Continuous Ambulatory Peritoneal Dialysis – CAPD).



Sterilisation von Peritonealdialyselösungen in großen Glasflaschen

Noch bis zum Herbst 1978 war die Peritonealdialyselösung (PD-Lösung) nur in Glasflaschen erhältlich, die durch Plastikschläuche mit dem Dauerkatheter verbunden wurden. Die Patienten mussten für jeden Flüssigkeitseinlauf und -auslauf den Schlauch an den Katheter anschließen. Entsprechend hoch war aufgrund der vielen Konnektionen und Diskonnektionen die Infektionsgefahr und somit die Peritonitisrate. Es war Dimitrios Oreopoulos aus Toronto, der das CAPD-Verfahren mittels zusammenlegbarer Einweg-Plastikbeutel praktikabel machte. Damit konnte die Peritonitisrate entscheidend gesenkt wer-

den. Nachdem die Dialyselösung in die Bauchhöhle eingelaufen war, wurde der Standardbeutel einfach zusammengerollt und blieb bis zum Ende der verschriebenen Verweilzeit am Körper der Patienten angeschlossen. Für den Auslauf entrollte der Patient den Beutel einfach wieder und ließ die verbrauchte Dialyselösung, der Schwerkraft folgend, in diesen Beutel fließen. Nach Ende des Auslaufs wurde der Beutel vom Katheter getrennt und ein neuer Beutel angebracht. Diese neue Technik bedeutete für den Patienten deutlich mehr Bewegungskomfort und -freiheit.

Einen weiteren wertvollen Beitrag zur Peritonitisprophylaxe haben verschiedene italienische Arbeitsgruppen – allen voran Umberto Buoncristiani aus Perugia – mit der Entwicklung des Y-Systems geleistet. Elemente dieses Systems sind ein Leerbeutel und das Schlauchsystem, dessen Y-förmige Verlaufsform eine bestimmte Flussrichtung der Dialyselösung ermöglicht. Zusätzlich wird noch ein mit PD-Lösung gefüllter Beutel an dieses System angeschlossen. Dabei erfolgt zunächst der Dialysatauslauf in den Leerbeutel, so dass eventuelle Keime an der Konnektionsstelle des Katheters in den Leerbeutel gespült werden. Danach wird ein „Flush“ durchgeführt, das heißt, circa drei Sekunden lang fließt frische Dialyselösung durch das Schlauchsystem in den jetzt bereits gefüllten Leerbeutel. Der Zugang zur Bauchhöhle ist während dieser Spülzeit verschlossen. Erst nach diesen beiden Spülvorgängen wird der Einlauf durchgeführt („flush-before-fill“-Prinzip). Die Fließrichtung der Dialyselösung (Auslauf, Spülung, Einlauf) wird – je nach System – mit Klemmen oder Drehscheiben geregelt. Der Einsatz dieser Technologie hat wesentlichen Anteil daran, dass die Peritonitisraten weiter gesenkt werden konnten. Ein weiterer Vorteil: Die Patienten müssen keinen Beutel am Körper tragen.

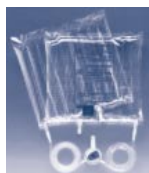
Das Doppelbeutelssystem ist eine Weiterentwicklung des Y-Systems. Mit dieser Innovation ist nicht nur der Leerbeutel bereits am y-förmigen Schlauchsystem angeschlossen, sondern auch der Beutel mit der frischen Dialyselösung. Damit entfällt eine weitere, sonst erforderliche Konnektion und die Infektionsgefahr sinkt, wie vielfach belegt, noch weiter. Der Doppelbeutel bildet vorläufig den erfolgreichen Abschluss einer Serie von Pionierarbeiten zur Senkung der Peritonitisraten bei der Peritonealdialyse.



Standardbeutel



Y-System mit
Leerbeutel



Y-System mit
Doppelbeutel

Das Zeitalter der kontinuierlichen ambulanten Peritonealdialyse (CAPD)

Das Konzept der CAPD hat seinen Ursprung in Austin, Texas, USA, als 1975 Robert Popovich und Jack Moncrief über Wege diskutierten, einen Patienten zu dialysieren, der keine Hämodialyse erhalten konnte. Diese Diskussionen veranlassten Dr. Popovich, umfangreiche Rechenmodelle zu erstellen, die auf Basis der Menge und Verweildauer der Dialyseflüssigkeiten im Körper für eine ausreichende Entfernung der urämischen Giftstoffe sorgen sollten. Dabei kamen die Forscher zu dem Ergebnis, dass die Zwei-Liter-Beutel bis zu fünf Mal

THE DEFINITION OF A NOVEL PORTABLE/WEARABLE EQUILIBRIUM PERITONEAL DIALYSIS TECHNIQUE. Robert P. Popovich, Jack W. Moncrief, Jonathan F. Decherd, John B. Bomar* and W. Keith Pyle,* Depts. Chem. Engr. and Biomed Engr., The Univ. of Texas and Austin Diag. Clin., Austin, Texas.

An analysis will be presented which predicts that acceptable blood metabolite levels will result if 10 liters of dialysate per day are allowed to continuously equilibrate with body fluids. Accordingly, a portable/wearable dialysis procedure based upon equilibrium-intermittent peritoneal dialysis has been defined. Two liters of standard hypertonic dialysate fluid are infused peritoneally via a Tenckhoff catheter and allowed to equilibrate 5 hours while the patient conducts his normal activities. The dialysate is then drained and replaced with the procedure being repeated five times per day.

In a preliminary clinical study metabolite equilibration between blood and dialysate was achieved for BUN and creatinine but not for vitamin B-12. Steady state metabolite levels for BUN and creatinine were 40 and 9.5 mg% respectively. The patient was maintained 5 months with the new procedure with excellent clinical results followed by a successful transplant.

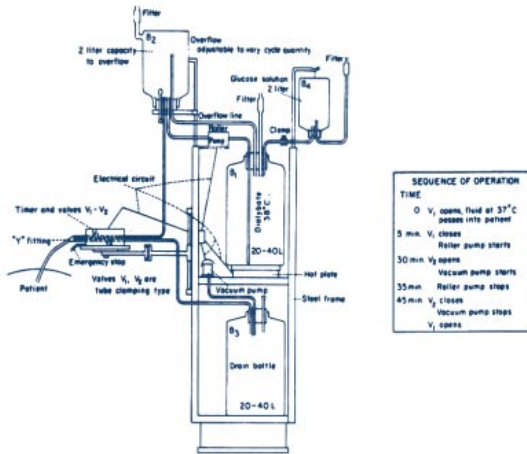
It is concluded that a new portable/wearable dialysis procedure has been defined. The technique does not require blood access and results in steady, low blood metabolite levels: middle molecule removal greatly exceeds that of conventional techniques.



Robert Popovich und Jack Moncrief beschrieben erstmals das CAPD-Verfahren (1976)

täglich gewechselt werden sollten und eine PD-Lösung dauerhaft im Körper verbleiben sollte. Paradoxerweise wurden die ersten Mitteilungen über ihre klinischen Erfahrungen zunächst nicht ernstgenommen. Als Popovich und Moncrief jedoch 1978 weitere erfolgreiche klinische Resultate präsentierten, überzeugten sie schließlich die medizinische Fachwelt. Die von ihnen entwickelte Methode ermöglichte es, den Flüssigkeitsentzug und die Blutreinigung des Patienten gleichmäßiger, das heißt kontinuierlicher, zu gestalten als bei intermittierenden Verfahren (siehe Seite 8).

Die automatisierte Peritonealdialyse (APD)



Schematischer Aufbau des ersten automatisierten Peritonealdialysegeräts von Fred Boen in der englischen Originalzeichnung (1962)

Neben der steten Verringerung des Infektionsrisikos galt es gleichzeitig, die Personal- und Materialkosten bei der Peritonealdialyse zu senken. Hierzu wurden Geräte für die automatisierte Peritonealdialyse (APD) entwickelt. Die APD bedient sich eines programmierbaren Gerätes, des so genannten Cyclers, mit dem das Füllvolumen, der Einlauf, die Verweildauer und der Auslauf gesteuert werden. Dank der Automatisierung der Dialyse kann der Patient im Schlaf zuhause dialysiert werden.

Eingeführt wurde die automatisierte Peritonealdialyse 1962 von Fred Boen von der University Washington. Das von ihm entwickelte Gerät benötigte einen 40-Liter-Behälter mit PD-Lösung. Diese Entwicklung reduzierte deutlich den Zeitaufwand für das Abklemmen und Öffnen der Schlauchsysteme sowie für die vielen Konnektionen und Diskonnektionen, die bis dahin bei der manuellen CAPD-Methode üblich waren. Diese Behälter wurden den Patienten nach Hause geliefert und leer wieder zurückgenommen. Die intermittierende Peritonealdialyse wurde einmal pro Woche durchgeführt.

Es war erneut Tenckhoff, der die automatisierte Peritonealdialyse weiter vereinfachte. Um das schwierige Hantieren mit den 40-Liter-Flaschen zu vermeiden, veranlasste er die Installation von Wasseraufbereitungsanlagen im Hause der Patienten, durch die steriles Wasser vor Ort bereitgestellt werden konnte. Anschließend wurde dem aufbereiteten Wasser ein Konzentrat zugesetzt, um die Dialyselösung herzustellen.



Vorläufer der heutigen Peritonealdialysegeräte von Henry Tenckhoff und Norman Lasker

Von 1961 bis 1970 führte Norman Lasker aus den USA die Entwicklungen von Boen, Tenckhoff und Russel Palmer in einer Technologie zusammen. Für „seinen“ Cycler verwendete er Zwei-Liter-Flaschen mit PD-Lösung, die mit Schwerkraft verabreicht wurde. Die Lösung wurde vorher erwärmt. Im Jahr 1970 gingen die ersten Patienten mit diesem Cycler in die Hemodialyse.



Cycler der neuen Generation, von Fresenius Medical Care entwickelt

Die 1981 von José Diaz-Buxo vorgeschlagene zyklische kontinuierliche Peritonealdialyse (Continuous Cyclic Peritoneal Dialysis – CCPD) ist heute die am häufigsten eingesetzte APD-Methode. Dabei wird der Patient nachts mit 10 bis 15 Liter Dialyselösung entgiftet und entwässert, tagsüber verbleiben anderthalb bis zwei Liter Dialyselösung in der Bauchhöhle.

Neue, biokompatible Peritonealdialyselösungen

In der aktuellen Forschung und Entwicklung der Peritonealdialyse spielen die Dialyselösungen eine immer bedeutendere Rolle. In den

20er Jahren nutzte Ganter noch eine physiologische Salzlösung, später wurde dieser Lösung noch Glukose zugesetzt.

1938 führte schließlich Jonathan Rhoads Laktat zur Korrektur der metabolischen Azidose, eine stoffwechselbedingte Übersäuerung des Blutes, ein. Diese entwickelt sich bei fehlender Ausscheidung saurer Stoffwechselprodukte durch die Nieren. Mehr als 60 Jahre später wird Laktat noch immer am häufigsten verwendet, jedoch gibt es heute PD-Lösungen, die alternativ reines Bikarbonat oder eine Mischung beider Substanzen, d.h. Laktat und Bikarbonat, zur Korrektur des Säure-Basen-Haushalts enthalten. Als Glukoseersatz können der Dialyselösung auch Aminosäuren und Glukose-Polymere zugesetzt werden.



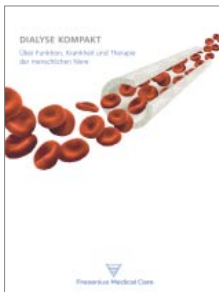
Neue, biokompatible Peritonealdialyselösungen im Mehrkammerbeutel

In den frühen 80er Jahren erschien ein weithin anerkannter Artikel von Axel Duwe, der als Erster über den Einfluss einzelner Faktoren der PD-Lösung auf die peritoneale Infektabwehr berichtete. Einige Jahre später wurde der Begriff „Bio(in)kompatibilität“ geprägt, um die Körper(un)verträglichkeit von Dialyselösungen zu beschreiben. Studien belegten schon damals, dass die herkömmlichen PD-Lösungen die Funktion wichtiger Zellen im Bauchfell beeinträchtigen können und bestimmte Langzeitschäden des Bauchfells mit verursachen. Diese Begleiterscheinungen führen langfristig zu einer Schwächung der Peritonealmembran und somit zum Verlust ihrer Dialysierfunktion.

Herkömmliche PD-Lösungen haben einen unphysiologisch niedrigen – dem Bauchfell unangemessenen – pH-Wert und eine hohe Konzentration an Glukoseabbauprodukten, die beide in hohem Maße zur Biokompatibilität der Lösungen beitragen. PD-Lösungen werden inzwischen in Mehrkammersystemen angeboten, die einen neutralen bis physiologischen pH-Wert und einen deutlich geringeren Gehalt an Glukoseabbauprodukten aufweisen.

Die Einführung dieser neuen Generation von PD-Lösungen ist ein vielversprechender Ansatz in der Entwicklung verbesserter, biokompatibler Lösungen. Die Ergebnisse bislang vorliegender Studien stimmen zuversichtlich, dass mit neuen PD-Lösungen die Membranfunktion des Bauchfells länger aufrechterhalten werden kann. Kürzlich konnte sogar in einer klinischen Studie gezeigt werden, dass eine neue, biokompatiblere PD-Lösung zu einem höheren Patientenüberleben führte.

Die historische Rückschau auf die Peritonealdialyse illustriert das faszinierende Zusammenwirken von Ideenreichtum, Genialität und Entschlossenheit vieler Pioniere und engagierter Wissenschaftler. Der Erfolg ihrer Arbeit spiegelt sich in der modernen Peritonealdialyse wider. Sie ist heute ohne Zweifel eine feste Größe in der Nierenersatztherapie.



Die vorliegende Publikation ist der dritte Teil einer Serie zum Thema Dialyse. Im ersten Teil haben wir an dieser Stelle mit „Dialyse Kompakt – Über Funktion, Krankheit und Therapie der menschlichen Niere“ einen Einblick in die Funktion der Nieren, Gründe für chronisches Nierenversagen, Therapiealternativen sowie in die Funktionsweise der Dialyse gegeben. Der zweite Teil beschäftigte sich mit der Geschichte der Hämodialyse und der künstlichen Niere (Dialysator).

Beide Publikationen sind bei Fresenius Medical Care, Investor Relations, erhältlich.

Fresenius Medical Care ist der weltweit führende Anbieter von Produkten und Dienstleistungen für Menschen mit chronischem Nierenversagen, von denen sich mehr als 1,4 Millionen Patienten regelmäßig einer Dialysebehandlung unterziehen. In unserem Netzwerk von Dialysekliniken in den Vereinigten Staaten, Europa, Asien, Lateinamerika und Afrika wurden zum Ende des Jahres 2005 rund 131.450 Dialysepatienten mit Nierenersatz-Therapien betreut. Wir sind außerdem der weltweit führende Anbieter von Dialyseprodukten wie Hämodialyse-Maschinen, Dialysatoren und damit verbundenen Einweg-Produkten.

Weitere Informationen zu unserem Unternehmen und der Geschichte der Dialyse erhalten Sie auch unter www.fmc-ag.de.

Titel, Text und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung von Fresenius Medical Care.



Fresenius Medical Care