

# Der Nephrologe

Zeitschrift für Nephrologie und Hypertensiologie

Organ der Deutschen Gesellschaft für Innere Medizin | Organ des Berufsverbandes Deutscher Internisten

**Elektronischer Sonderdruck für**

**A.E. Daul**

Ein Service von Springer Medizin

Nephrologe 2011 · 6:537–547 · DOI 10.1007/s11560-011-0574-y

© Springer-Verlag 2011

zur nichtkommerziellen Nutzung auf der  
privaten Homepage und Institutssite des Autors

**A.E. Daul**

## Körperliches Training und Dialyse

Nephrologe 2011 · 6:537–547  
 DOI 10.1007/s11560-011-0574-y  
 Online publiziert: 22. Oktober 2011  
 © Springer-Verlag 2011

**Redaktion**

C. Erley, Berlin  
 M. Haubitz, Fulda  
 U. Heemann, München  
 J. Hoyer, Marburg



**Punkten Sie online auf**  
**CME.springer.de**

**Teilnahmemöglichkeiten**

- kostenfrei im Rahmen des jeweiligen Zeitschriftenabonnements
- individuelle Teilnahme durch den Erwerb von CME-Tickets auf CME.springer.de

**Zertifizierung**

Diese Fortbildungseinheit ist mit 3 CME-Punkten zertifiziert von der Landesärztekammer Hessen und der Nordrheinischen Akademie für Ärztliche Fort- und Weiterbildung und damit auch für andere Ärztekammern anerkennungsfähig.

**Hinweis für Leser aus Österreich**

Gemäß dem Diplom-Fortbildungs-Programm (DFP) der Österreichischen Ärztekammer werden die auf CME.springer.de erworbenen CME-Punkte hierfür 1:1 als fachspezifische Fortbildung anerkannt.

**Kontakt und weitere Informationen**

Springer-Verlag GmbH  
 Fachzeitschriften Medizin / Psychologie  
 CME-Helpdesk, Tiergartenstraße 17  
 69121 Heidelberg  
 E-Mail: cme@springer.com  
 CME.springer.de

A.E. Daul<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Klinik für Nephrologie und Dialyse, Elisabeth-Krankenhaus Essen, Universität Duisburg-Essen, Essen

<sup>2</sup> Klinik für Nephrologie, St. Marien-Hospital, Mülheim/Ruhr

# Körperliches Training und Dialyse

**Zusammenfassung**

Die terminale Niereninsuffizienz geht mit einer erheblichen Reduktion der körperlichen Leistungsfähigkeit einher. Neben der Urämie sind Anämie, Myopathie, metabolische Azidose, Osteopathie, Polyneuropathie, gestörte Glukoseutilisation, (Neben-)Wirkungen von Medikamenten sowie Bewegungs- und Trainingsmangel die wichtigsten kausalen Faktoren. Ein strukturiertes körperliches Training verbessert kardiopulmonale Leistungsfähigkeit, muskuläre Kraft, Koordination, Flexibilität und krankheitsbedingte psychische Belastungen. Bei älteren Patienten trägt es zum Erhalt der Selbständigkeit bei. Zusätzlich wirkt es sich positiv auf eine arterielle Hypertonie, die renale Anämie sowie den Zucker- und Fettstoffwechsel aus. Die günstigen Effekte sind nachweisbar, wenn die Patienten am dialysefreien Tag oder während der Hämodialyse trainieren. Trotz der positiven Effekte nehmen an Trainingsprogrammen, die außerhalb der Dialysebehandlung stattfinden, weniger als 5% der Patienten teil. Im Gegensatz dazu sind beim Training während der Hämodialyse Teilnehmeraten von 40–60%, unter Studienbedingungen sogar über 80%, erreichbar. Werden bestehende Risikofaktoren beachtet und die Patienten fachkundig angeleitet und überwacht, hat das Training keine relevanten Nebenwirkungen. Nachdem Wirksamkeit und Sicherheit des körperlichen Trainings durch wissenschaftliche Untersuchungen belegt sind, sollte es umgehend Bestandteil des Therapiestandards für chronische Dialysepatienten werden.

**Schlüsselwörter**

Körperliches Training · Hämodialyse · Kardiovaskuläre Risikofaktoren · Rehabilitation · Depression

**Physical exercise and dialysis****Abstract**

End-stage renal failure is accompanied by a substantial reduction of physical fitness. In addition to uremia the most important causal factors are anemia, myopathy, metabolic acidosis, osteopathy, polyneuropathy, disturbed glucose utilization, (side) effects of medication as well as lack of movement and training. A structured physical training improves cardiopulmonary performance, muscular strength, coordination, flexibility and sickness-induced psychological pressure. In elderly patients this contributes to maintaining independence. Additionally this has a positive effect on arterial hypertension, renal anemia as well as glucose and lipid metabolism. The favorable effects are perceptible when patients exercise on a dialysis-free day or during hemodialysis. Despite the positive effects less than 5% of patients participate in training programs which take place outside the dialysis treatment. In contrast the participation rates for training during hemodialysis are 40–60% and under study conditions even more than 80%. If existing risk factors are taken into consideration and patients are competently instructed and supervised, training will have no relevant side effects. After the effectiveness and safety of physical training have been confirmed by scientific studies this should immediately become a component of standard therapy for dialysis patients.

**Keywords**

Physical exercise · Hemodialysis · Cardiovascular risk factors · Rehabilitation · Depression

Die körperliche Leistungsfähigkeit von Hämodialysepatienten ist um bis zu 60% reduziert

Auch die Hämodialysebehandlung selbst kann die kardiopulmonale Leistungsfähigkeit verschlechtern

**Strukturiertes körperliches Training hat bei terminaler Niereninsuffizienz positive Effekte auf allgemeine körperliche Funktionen sowie auf krankheitsbedingte physische und psychische Beeinträchtigungen. Nach der Lektüre dieser Fortbildungseinheit wissen Sie:**

- welche Faktoren bei Niereninsuffizienz durch Training positiv beeinflussbar sind,
- wann und in welchem Umfang ein solches Training durchgeführt werden sollte,
- welche Risikofaktoren zu beachten sind,
- wie die Patienten fachkundig angeleitet und überwacht werden müssen.

## Chronische Niereninsuffizienz und körperliche Leistungsfähigkeit

Die chronische Niereninsuffizienz geht mit einer erheblichen Reduktion der körperlichen Leistungsfähigkeit einher. Bei dialysepflichtigen Patienten sind allgemeine Ausdauer und muskuläre Kraft um bis zu 60% reduziert. Besonders ausgeprägt ist der Kraftverlust im Bereich der Beine. Die schlechte körperliche Verfassung betrifft und beeinträchtigt alle Altersgruppen. Bei 15-jährigen männlichen Hämodialysepatienten ist die kardiopulmonale Leistungsfähigkeit geringer als bei gesunden 10-jährigen Mädchen [1]. Dies hat zur Folge, dass sie im Alltag an vielen Aktivitäten ihrer Altersgenossen nicht teilnehmen können und psychosoziale Probleme verursacht oder verschärft werden. Bei Erwachsenen werden zusätzlich Arbeitsfähigkeit, Libido und Potenz beeinträchtigt. Sie verlieren den Arbeitsplatz, den Lebenspartner und soziale Kontakte, was wesentlich zu der bei vielen Dialysepatienten zu beobachtenden depressiven Verstimmung beiträgt. Eine geringe körperliche Aktivität ist auch mit einer erhöhten Mortalität assoziiert. So ist die Lebenserwartung von Patienten, die 3- bis 5-mal pro Woche trainieren, deutlich besser als von Patienten, die sich weniger als 1-mal pro Woche oder nie sportlich betätigen. Der Anteil der inaktiven Hämodialysepatienten beträgt jedoch mehr als 50% [2, 3].

Die krankheitsbedingte Abnahme der körperlichen Leistungsfähigkeit beschleunigt den mit zunehmendem Lebensalter auftretenden Leistungsverlust. Eine steigende Zahl alter und hochbetagter Patienten ist damit hochgradig gefährdet, rasch die Selbständigkeit zu verlieren und pflegebedürftig zu werden. Bei Bewohnern von Altenheimen nimmt die Fähigkeit, sich selbst zu versorgen, mit Beginn einer Dialysebehandlung drastisch ab [4].

Die wichtigsten kausalen Faktoren für die reduzierte körperliche Leistungsfähigkeit sind:

- Urämie,
- Anämie,
- verminderte Muskelperfusion,
- Myopathie,
- metabolische Azidose,
- Osteopathie,
- Polyneuropathie,
- gestörte periphere Glukoseutilisation,
- (Neben-)Wirkungen von Medikamenten,
- Bewegungs- und Trainingsmangel.

Auch die Hämodialysebehandlung selbst kann die kardiopulmonale Leistungsfähigkeit verschlechtern. Viele Patienten geben an, unmittelbar nach einer Hämodialysebehandlung weniger leistungsfähig zu sein. Als objektives Korrelat beobachteten Schaar et al. bei Jugendlichen in Hämodialysebehandlung mittels Spiroergometrie einen deutlichen Abfall der erreichten Maximalbelastung ( $95 \pm 36$  W vs.  $74 \pm 29$  W) und der maximalen Sauerstoffaufnahme [1].

## Trainingsprogramme für Dialysepatienten

### Gruppensport am dialysefreien Tag

Trainingsprogramme für Dialysepatienten werden seit mehr als 30 Jahren als Gruppentraining am dialysefreien Tag in Sport- und Schwimmhallen angeboten. Sie beinhalten ein aerobes Ausdauertraining in Form von raschem Gehen, Laufen oder Schwimmen, gymnastische Übungen zur Verbesserung der Kraft, Flexibilität und Koordination sowie kleine Spiele und Spielformen. Zahlreiche Untersucher konnten zeigen, dass sich dieses Training positiv auf die kardiopulmonale Leistungsfähigkeit auswirkt.

**Tab. 1** Elemente des Trainings während der Hämodialyse

Gymnastische Übungen zur Verbesserung von Koordination, Kraft, Flexibilität
Progressives Krafttraining mit Gewichtsmantelchen, Hanteln, Theraband®
Bettergometertraining
- aktives Ergometertraining
- Wechsel von passiver Bewegung und aktiver Ergometrie (Ergometer mit Elektromotor erforderlich)
Entspannungsübungen
- z. B. progressive Muskelrelaxation nach Jacobson

higkeit, die allgemeine körperliche Verfassung, die Lebensqualität und krankheitsbedingte psychische Belastungen sowie auf kardiovaskuläre Risikofaktoren wie die arterielle Hypertonie und die Hyperlipidämie auswirkt [5, 6, 7]. Die Studien wurden aber an einer relativ geringen Zahl ( $n < 20$ ) von überwiegend jüngeren Patienten durchgeführt, die Compliance war teilweise relativ gering und die Drop-out-Rate hoch [6, 8]. Es zeigte sich, dass die meisten Dialysepatienten krankheitsbedingt nicht in der Lage sind, am Hallensport teilzunehmen. Schwere Zweit- und Zusatzkrankungen, Transportprobleme und v. a. der krankheitsspezifische geringe innere Antrieb führen dazu, dass weniger als 5% der Patienten an Trainingsprogrammen teilnehmen, die am dialysefreien Tag stattfinden [6, 9, 10].

## Heimtraining

In einzelnen Studien absolvierten jüngere Patienten ( $< 50$  Jahre) nach ausführlicher Instruktion ein Heimtraining [8, 11]. Das Programm beinhaltete ein ► **aerobes Ausdauertraining** (Fahrradergometrie, Gehen, Schwimmen), Dehnungsübungen und ein Krafttraining mit Kurzhanteln und Therabändern®. Die Patienten waren angehalten, sich 3- bis 5-mal pro Woche für 20–30 min über einen Zeitraum von 6 bis 12 Monaten zu belasten. Das Training führte zu einem Anstieg der kardiopulmonalen Leistungsfähigkeit. Die Verbesserung war jedoch weniger stark als beim Hallentraining [8]. Zusätzlich betrug die Abbruchrate trotz monatlicher Supervisionen 17–27% [8, 11]. Das Heimtraining scheint allenfalls geeignet für relativ leistungsfähige Patienten mit sportlicher Vorerfahrung. Es hat sich bisher im klinischen Alltag nicht durchgesetzt.

## Training während der Hämodialyse

Painter und Mitarbeiter haben Mitte der 80er-Jahre erstmals versucht, die Zeit der Hämodialysebehandlung für ein körperliches Training zu nutzen. Mit Hilfe eines konventionellen Fahrradergometers, das vor dem Dialysestuhl aufgestellt wurde, absolvierten 14 Patienten über einen Zeitraum von 6 Monaten 3-mal pro Woche bis zu 30 min lang ein aerobes Ausdauertraining. In der Trainingsgruppe stieg die maximale Sauerstoffaufnahme um 23% im Gegensatz zu einer nicht trainierenden Kontrollgruppe. Zusätzlich hatte das Training bei hypertensiven Patienten eine ausgeprägte blutdrucksenkende Wirkung [12].

Trotz der positiven Effekte hat sich das Ergometertraining in den nächsten Jahren zunächst in den Dialysezentren nicht etabliert. Um die Attraktivität des Trainings zu erhöhen und damit seine Akzeptanz durch die Patienten zu verbessern, wurden in den 90er-Jahren zusätzliche Trainingsinhalte wie Kraft-, Koordinations-, Flexibilitäts- und Entspannungsübungen in das Trainingsprogramm integriert [13]. Außerdem wurden Ergometer genutzt, die speziell für den Einsatz an der Dialyse liege und am Patientenbett geeignet sind. Teilweise haben diese ► **Bettergometer** einen Elektromotor, der eine passive Bewegungstherapie bzw. eine Mischung von passiver Bewegung und aktiver Belastung ermöglicht, wodurch selbst sehr leistungsschwache Patienten trainiert werden können (► **Tab. 1**). Mit diesem Angebot gelang es in der Folgezeit erstmals, eine relevante Zahl von Hämodialysepatienten dauerhaft in ein Trainingsprogramm einzubinden. Im mittleren Ruhrgebiet haben wir in den vergangenen 15 Jahren die Erfahrung gemacht, dass unter geeigneten Bedingungen 40–60% der Patienten eines Dialyse zentrums langfristig während der Dialyse trainieren [9]. In einzelnen Studien betrug die Teilnehmerate sogar mehr als 80% [14]. Die hohe Akzeptanz dieser Trainingsform durch die Patienten war die Voraussetzung dafür, dass in den vergangenen 10 Jahren weltweit zunehmend wissenschaftliche Untersuchungen mit inzwischen mehr als 1000 Patienten durchgeführt wurden [15, 16, 17].

Die meisten Dialysepatienten sind krankheitsbedingt nicht in der Lage, am Hallensport teilzunehmen

### ► Aerobes Ausdauertraining

Heimtraining scheint allenfalls geeignet für relativ leistungsfähige Patienten mit sportlicher Vorerfahrung

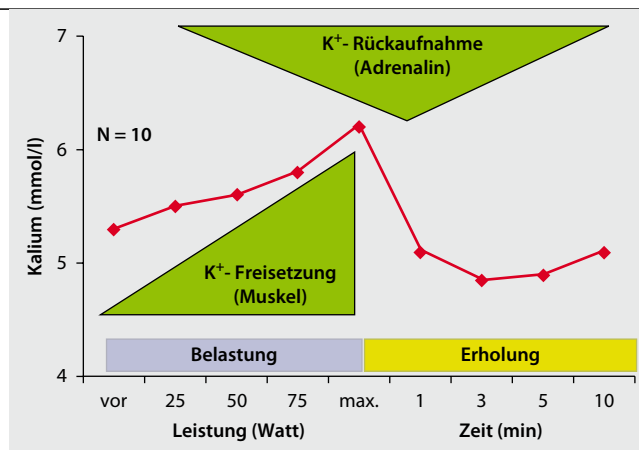
### ► Bettergometer

- ▶ **Kardiovaskuläre Komplikationen**
- ▶ **Metabolische Azidose**
  
- ▶ **Frakturrisiko**

Patienten mit einem Diabetes mellitus sollten vor und nach dem Training den Blutzucker kontrollieren

Um starke Kaliumschwankungen zu vermeiden, sollten sich Dialysepatienten im Training nicht bis an ihre Leistungsgrenze belasten

Training während der Dialyse eignet sich auch für ältere und multimorbide Patienten

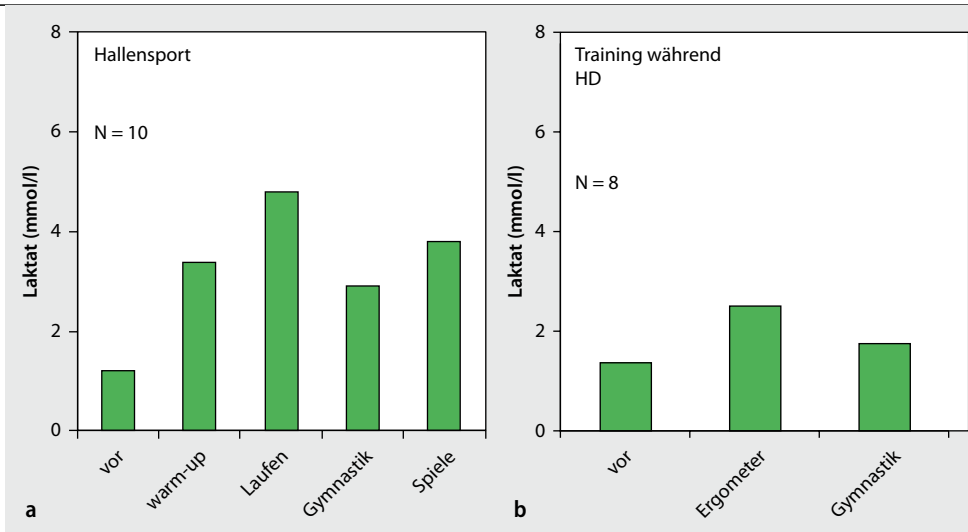


**Abb. 1** ◀ Veränderung des Serumkaliums bei chronischen Hämodialysepatienten im Verlauf einer Fahrradergometrie

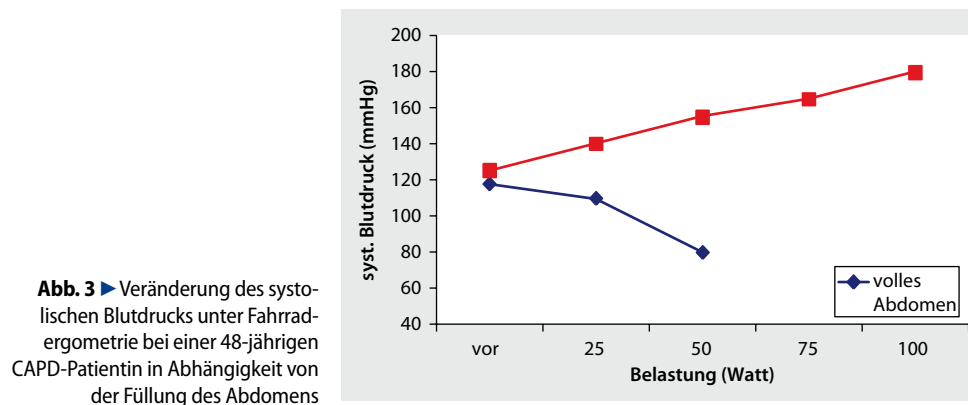
### Trainingsrelevante Krankheitserscheinungen

Das mit dem körperlichen Training verbundene Risiko wird einerseits durch krankheitsbedingte Veränderungen, andererseits durch die Art und Intensität der Belastung bestimmt. Arterielle Hypertonie, Arteriosklerose sowie vorbestehende Veränderungen des Elektrolyt- und Säure-Basen-Haushalts erhöhen bei Dialysepatienten das Risiko ▶ **kardiovaskulärer Komplikationen**. Eine vorbestehende ▶ **metabolische Azidose** ist ein eigenständiger leistungsbegrenzender Faktor, da sie die Fähigkeit reduziert, die unter körperlicher Belastung auftretende Laktatazidose zu kompensieren. Rasche Ermüdbarkeit beeinträchtigt die Koordination ebenso wie eine Polyneuropathie und erhöht so die Sturzgefahr bei komplexen Bewegungsabläufen. Bei einer ausgeprägten Osteopathie besteht bei Sprungbelastungen oder Stürzen ein erhöhtes ▶ **Frakturrisiko**. Hoch-, Weit-, Nieder- oder Trampolinsprünge sowie reguläre Sportspiele und Kampfsportarten mit direktem Körpereinsatz gegen Mitspieler sind dann ungeeignet. Patienten mit einem Diabetes mellitus sollten vor und nach dem Training den Blutzucker kontrollieren. Gegebenenfalls muss die Kohlenhydratzufuhr gesteigert oder die antidiabetische Medikation reduziert werden, um Hypoglykämien zu vermeiden. Bei Dialysepatienten sind Störungen des Kaliumhaushalts von besonderer Bedeutung, da Muskelarbeit belastungsabhängig komplexe Kaliumverschiebungen zwischen dem Intra- und dem Extrazellulärraum hervorruft (▣ **Abb. 1**). Mit zunehmender Belastungsintensität und Laktatazidose werden Kaliumionen aus der arbeitenden Muskulatur freigesetzt. Parallel kommt es zu einer Freisetzung von endogenem Adrenalin. Dieses steigert über Stimulation von  $\beta_2$ -Adrenozeptoren die Aktivität der Na-K-ATPase und führt damit zu einer zunehmenden (Wieder-)Aufnahme von Kaliumionen in den Intrazellulärraum. Nach einem Kaliumanstieg in der Belastungsphase um bis zu 1,5 mmol/l resultiert in der frühen Erholungsphase ein rascher Abfall des Serumkaliums. Wird eine maximale Belastung abrupt abgebrochen, fällt das Serumkalium passager unter den Ausgangswert ab, da kein Kalium mehr aus der Muskulatur freigesetzt wird, die Na-K-ATPase aber durch die hohe Sympathikusaktivität stark stimuliert ist. Bei bereits vor der Belastung erhöhtem Serumkalium können unter der Belastung Hyperkaliämien über 7 mmol/l auftreten. Die belastungsinduzierte Hyperkaliämie führt zu einer muskulären Ermüdung, in der Regel aber nicht zu gefährlichen Herzrhythmusstörungen. Dagegen können tachykarde Herzrhythmusstörungen in den ersten 15 min nach Belastungsende auftreten, wenn bei vorbestehender Hypokaliämie das Serumkalium weiter abfällt. Eine Vorbehandlung mit einem Betablocker verhindert zwar den Kaliumabfall unter den Ausgangswert in der Erholungsphase, führt in der Belastungsphase aber zu einem rascheren und stärkeren Anstieg des Kaliums und reduziert damit die Leistungsfähigkeit [18]. Um starke Kaliumschwankungen zu vermeiden, sollten sich Dialysepatienten im Training nicht bis an ihre Leistungsgrenze belasten und beim Ausdauertraining die Belastung nicht abrupt abbrechen, sondern über einige Minuten ausklingen lassen.

Beim Training während der Dialyse ist die Belastungsintensität im Vergleich zum Hallensport niedriger. Herzfrequenz ( $\Delta$ HF <40 Schläge/min), systolischer Blutdruck ( $\Delta$ RR<sub>sys</sub> <40 mmHg) und Blutlaktatkonzentration ( $\Delta$ Laktat <3 mmol/l) steigen nur moderat an (▣ **Abb. 2**). Da hierdurch die Gefahr kardiovaskulärer Probleme gering ist, eignet sich diese Trainingsform auch für ältere und multimorbide Patienten. Probleme können bei einem raschen Volumenzug durch einen intravasalen Volumenmangel auftreten, der durch eine Fahrradergometrie weiter verstärkt wird [19]. Während



**Abb. 2** ▲ Blutlaktatkonzentrationen von Hämodialysepatienten beim ambulanten Gruppentraining in einer Turnhalle und beim Training während der Hämodialyse



der Belastung freigesetztes Noradrenalin führt über eine postkapilläre Vasokonstriktion zu einer Verschiebung von Plasmawasser in den Extravasalraum. Bei einer Ultrafiltrationsrate über 800 ml/h verlieren Patienten nach 2–3 h die Fähigkeit, sich auf einem Ergometer mit 60% ihrer maximalen Leistungsfähigkeit zu belasten, und es können Muskelkrämpfe auftreten [20]. Das Training sollte deshalb in den ersten beiden Stunden der Dialyse und bei einer Ultrafiltrationsrate unter 800 ml/min stattfinden. Zusätzlich ist darauf zu achten, dass die Dialyseudeln nicht durch unkontrollierte Bewegungen verlagert werden und sich ihre Fixierung nicht löst, wenn der Patient stark schwitzt.

Absolute Kontraindikationen für ein körperliches Training sind in **Tab. 2** aufgeführt.

### Sportrelevante Besonderheiten bei Peritonealdialyse

Bei Patienten, die mittels Peritonealdialyse (PD) behandelt werden, ergeben sich im Hinblick auf ein körperliches Training Besonderheiten durch das Dialysat, den Peritonealdialysekatheter (PD-Katheter) und die in der Regel erhaltene Restdiurese mit ihren Auswirkungen auf den Säure-Basen- und Elektrolythaushalt. Das Dialysat führt zu einer vermehrten Belastung der Rücken- und Bauchmuskulatur. Diese sollten deshalb gezielt trainiert werden. Maximale Kraftbelastungen, die mit Pressatmung einhergehen, sind jedoch strikt zu vermeiden. Sie würden den intraabdominalen Druck, der durch das Dialysat bereits erhöht ist, weiter ansteigen lassen und dadurch die Gefahr von Bauchwandhernien erhöhen. Dass die intraabdominelle Flüssigkeit die Atmung behindert, macht sich bei hoher Belastungsintensität bemerkbar. Bei einigen Patienten wird durch das Dialysat unter der Belastung der Rückstrom des Bluts zum Herzen beeinträchtigt. Sie neigen beim raschen Lagewechsel zu Schwindel, und ihr arterieller Blutdruck steigt unter Belastung nicht adäquat an (**Abb. 3**). Das Problem kann dadurch vermieden werden, dass vor dem Training das Abdomen bis auf eine Rest-

Das Dialysat führt zu einer vermehrten Belastung der Rücken- und Bauchmuskulatur

Ob Peritonealdialysepatienten schwimmen sollten, wird kontrovers diskutiert

menge von rund 500 ml entleert wird. Der PD-Katheter darf nicht durch extreme Bewegungen oder durch Zug gefährdet werden. Ob PD-Patienten schwimmen sollten, wird kontrovers diskutiert. Im eigenen Patientenkollektiv haben wir keine Infektionen an der Katheteraustrittsstelle beobachtet, wenn diese beim Schwimmen mit einem wasserdichten Verband abgedeckt und nach dem Sport generell abgeduscht und steril verbunden wird. Verglichen mit Hämodialysepatienten ist bei PD-Patienten das Serumkalium häufig relativ niedrig. Dies ist im Hinblick auf belastungsinduzierte Kaliumveränderungen zu beachten. Die bei PD bessere Kontrolle der renalen Azidose wirkt sich auf die Leistungsfähigkeit günstig aus.

### Trainingssteuerung und -überwachung

Wegen ihres komplexen Krankheitsbildes und der häufig vorhandenen gravierenden Zweiterkrankungen müssen Dialysepatienten beim Training von einem speziell dafür ausgebildeten Sport- oder Physiotherapeuten angeleitet und überwacht werden. Unter Berücksichtigung der sportrelevanten Krankheitserscheinungen und des Leistungsvermögens sind Trainingsinhalte, -umfang und -intensität individuell festzulegen. Die Belastung beim Ausdauertraining wird von einigen Gruppen auf der Basis der ▶ **maximalen Sauerstoffaufnahme** ( $VO_{2max}$ ), dem Parameter für die kardiopulmonale Leistungsfähigkeit, oder anhand des belastungsinduzierten Anstiegs der ▶ **Blutlaktatkonzentration** festgelegt. Hierzu sind relativ aufwendige Stufentests auf einem Fahrrad oder Laufband erforderlich. Wegen einer zu geringen Kraft der Beinmuskulatur, Koordinationsstörungen, Gelenkbeschwerden und anderen Handicaps können aber nur 50–60% der untrainierten Dialysepatienten diese Tests mit einem verwertbaren Ergebnis absolvieren. Auch die leistungsfähigeren Patienten erreichen häufig nicht ihre kardiopulmonale Leistungsgrenze, weil sie die Belastung wegen einer Erschöpfung der Beinmuskulatur abbrechen müssen. Besonders bei der Fahrradergometrie beeinflusst die verminderte Beinkraft als leistungsbegrenzender Faktor das Testergebnis. Für den Transfer der Testergebnisse in konkrete Trainingsempfehlungen ist dies zu berücksichtigen. Kann eine Belastung bis zum Maximalbereich durchgeführt werden, ohne dass Symptome oder klinisch relevante Befunde auftreten, gelten zwei Drittel der Maximalbelastung als Trainingsbelastung und die am Ende dieser Belastungsstufe erreichte Herzfrequenz als zu empfehlende Trainingsherzfrequenz. Da Dialysepatienten in der Regel die Fahrradergometrie abbrechen, bevor sie ihre kardiopulmonale Leistungsgrenze erreicht haben, hat es sich bewährt, die Herzfrequenz bei 80% der fahrradergometrischen Maximalleistung als Trainingsherzfrequenz für den Transfer in die Sportpraxis heranzuziehen.

Da die üblichen Testverfahren aufwendig und ihre Ergebnisse nur eingeschränkt verwertbar sind, wurde in den vergangenen Jahren zunehmend das Belastungsempfinden der Patienten genutzt, um die Belastung im Training zu steuern [21, 22, 23]. Mit Hilfe der von 6 bis 20 reichenden ▶ **Borg-Skala** kann der Patient die vom ihm empfundene Belastung zwischen „überhaupt nicht anstrengend“ und „maximale Anstrengung“ einstufen und einem Zahlenwert („ratings of perceived exertion“, RPE-Wert) zuordnen ([24]; ■ **Tab. 3**). Für Dialysepatienten haben sich moderate Belastungsintensitäten mit einem RPE-Wert von 13 bis 14 („etwas anstrengend“) bewährt. Werden sie eingehalten, ist das Training effektiv und der Patient wird nicht durch eine zu hohe Belastung gefährdet. Die Borg-Skala wurde auch bei Patienten mit Herzerkrankungen mit Erfolg bei der Sporttherapie eingesetzt [25].

Auch Veränderungen der körperlichen Leistungsfähigkeit können im Verlauf des Trainings nicht nur durch aufwendige Belastungstests, sondern mit Hilfe einfacher sportmotorischer Testverfahren,

**Tab. 2** Kontraindikationen für ein körperliches Training bei Dialysepatienten

Schlecht eingestellte arterielle Hypertonie
Instabile Angina pectoris
Schwere Herzinsuffizienz (NYHA III–IV)
Gravierende Herzrhythmusstörungen
Externer Shunt, Shaldon-Katheter
Hyperkaliämie >6 mmol/l
Hypokaliämie <3,5 mmol/l

**Tab. 3** Borg-RPE-Skala zur Schätzung des Anstrengungsempfindens [24]

RPE-Wert	Verbale Selbsteinschätzung
6	Überhaupt nicht anstrengend
7	Extrem leicht
8	
9	Sehr leicht
10	
11	Leicht
12	
13	Etwas anstrengend
14	
15	Anstrengend schwer
16	
17	Sehr anstrengend
18	
19	Extrem anstrengend
20	Maximale Anstrengung

RPE „Ratings of perceived exertion“.

#### ▶ Maximale Sauerstoffaufnahme

#### ▶ Blutlaktatkonzentration

Besonders bei der Fahrradergometrie beeinflusst die verminderte Beinkraft von Dialysepatienten das Testergebnis

#### ▶ Borg-Skala

die in jedem Dialysezentrum durchführbar sind, ermittelt werden. Ein Test für die allgemeine Leistungsfähigkeit im Alltag ist der ► **6-Minuten-Gehtest** [26]. Zur Beurteilung der muskulären Kraft sind ► **„Sit-to-stand“-Tests** (STS) geeignet. Der STS 5 misst die Zeit, die benötigt wird, um 5-mal von einem Stuhl aufzustehen und sich wieder zu setzen. Er ist ein gutes Maß für die muskuläre Kraft der Beine. Der STS 60 ermittelt die Zahl der STS-Zyklen, die innerhalb von 60 s absolviert werden können. Er ist ein Parameter für die Kraftausdauer der Beinmuskulatur [27].

## Trainingseffekte

### Wirkung auf die körperliche Leistungsfähigkeit

Positive Trainingseffekte sind sowohl für das alleinige Ausdauer- oder Krafttraining als auch für kombinierte Trainingsprogramme belegt. Eine Verbesserung der körperlichen Verfassung ist bei einem 2-mal wöchentlichen Training nach rund 3 Monaten messbar. In einer Metaanalyse von Studien, in denen die Patienten ein Ausdauertraining absolvierten, betrug der Anstieg der maximalen Sauerstoffaufnahme bei einer Trainingsdauer von 3 Monaten im Mittel 12%, bei einer Trainingsdauer von mehr als 3 Monaten 30% und bei mehr als 6 Monaten 36% [17]. In einer Langzeitstudie über einen Zeitraum von 4 Jahren stieg die  $VO_{2max}$  um 70% bei Patienten, die am dialysefreien Tag trainierten, und um 50% beim Training während der Dialyse [28]. Der Leistungszuwachs scheint durch Trainingsprogramme, die eine Kombination von Ausdauer- und Krafttraining beinhalten, rascher erreichbar als durch ein reines Ausdauer- oder Krafttraining [17]. Der deutlichere Leistungszuwachs beim Hallensport ist hierbei nicht nur Folge des komplexeren Trainingsprogramms, sondern auch der höheren Belastungsintensität. Eine Verbesserung der muskulären Kraft wurde für die Bein-, Hüft-, und Oberarmmuskulatur nachgewiesen. Ein Kraftzuwachs ist nicht nur durch ein gezieltes Krafttraining erreichbar [21, 29], sondern auch durch ein gemischtes Trainingsprogramm mit einem relativ geringen Anteil eines leichten Krafttrainings [30] und durch ein Bettergometertraining, d. h. ein aerobes Ausdauertraining [31]. In der Muskulatur geht der Kraftzuwachs mit einer Abnahme atrophischer Muskelfasern, einer verstärkten Kapillarisation und einer Abnahme des Fettgehalts einher [29, 30, 32]. Bei manchen Patienten wird durch das Training eine fast vollständige Normalisierung der Muskelstruktur erreicht [30]. Patienten, die an einem Trainingsprogramm teilnehmen, bewegen sich im Laufe der Zeit auch in der Freizeit mehr. Dies fördert zusätzlich die Leistungsentwicklung v. a. bei älteren Patienten mit einem geringen Leistungsvermögen [21].

### Kardiovaskuläre Effekte

Aerobes Ausdauertraining hat bei hypertensiven Dialysepatienten eine blutdrucksenkende Wirkung [12, 23, 33, 34, 35]. Blutdrucksenkend wirken sowohl das Ergometertraining während der Dialyse [12, 23, 33, 35] als auch Ausdausersportarten, die am dialysefreien Tag absolviert werden, wie Laufen, Walken oder Fahrradergometertraining [34]. Zu einer relevanten Blutdrucksenkung kommt es nach einer Trainingsdauer von 2 bis 3 Monaten. Unter Ergometertraining während der Dialyse konnten Painter et al. bei 5 von 8 hypertensiven Patienten und Miller et al. bei 13 von 24 Patienten die medikamentöse antihypertensive Therapie beenden oder deutlich reduzieren. Nach einer Berechnung der Untersucher ergaben sich hierdurch Einsparungen von 885 US-Dollar pro Patientenjahr, während in der Kontrollgruppe die Kosten für die antihypertensive Therapie im Untersuchungszeitraum anstiegen. Die blutdrucksenkende Wirkung ist 2 Monate nach Beendigung des Trainings nicht mehr nachweisbar [33].

Körperliches Training wirkt sich auch positiv auf linksventrikuläre Funktion, Herzfrequenzvariabilität, arterielle Gefäßsteifigkeit und Schlafstörungen aus [22, 36, 37]. Obwohl es kardiovaskuläre Risikofaktoren günstig beeinflusst, ist bisher nicht durch prospektive, randomisierte Studien gesichert, dass das körperliche Training die hohe kardiovaskuläre Mortalität von Dialysepatienten senkt. In der DOPPS-Studie zeigte sich jedoch, dass in Dialysezentren, die ihren Patienten ein Trainingsprogramm anbieten, der Anteil sportlich aktiver Patienten höher, die Mortalität dieser Patienten geringer und damit auch das Mortalitätsrisiko in diesen Dialysezentren niedriger ist [3].

### ► 6-Minuten-Gehtest ► Sit-to-stand-Tests

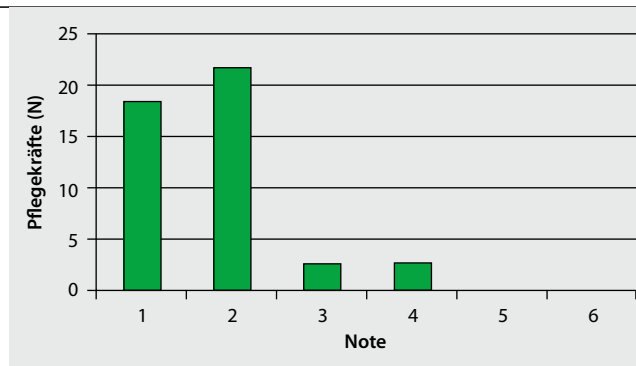
Eine Verbesserung der körperlichen Verfassung ist bei einem 2-mal wöchentlichen Training nach rund 3 Monaten messbar

Patienten, die an einem Trainingsprogramm teilnehmen, bewegen sich im Laufe der Zeit auch in der Freizeit mehr

Zu einer relevanten Blutdrucksenkung kommt es nach einer Trainingsdauer von 2 bis 3 Monaten

Körperliches Training beeinflusst kardiovaskuläre Risikofaktoren günstig





**Abb. 4** ◀ Beurteilung des Trainings während der Dialyse durch das Pflegepersonal mittels Schulnoten

## Metabolische Wirkungen

Goldberg et al. beobachteten bei Patienten, die nicht mit **Erythropoetin (EPO)** behandelt wurden, im Verlauf eines einjährigen Trainings am dialysefreien Tag einen Anstieg des Hämatokrits von 24,2% auf 30,7% sowie einen signifikanten Abfall der Plasmatriglyzeride und des VDL-Cholesterins bei gleichzeitigem Anstieg des HDL-Cholesterins [38]. Bei mit EPO behandelten Patienten führte ein 6-monatiges Bettergometertraining bei stabilen Hämatokritwerten zu einem deutlichen Abfall des EPO-Bedarfs um 23%, während in einer nicht trainierenden Kontrollgruppe der EPO-Bedarf anstieg [35]. Dieser positive Effekt des Trainings auf die renale Anämie wurde in anderen Studien nicht gefunden. Ursachen hierfür könnten eine kürzere Trainingsdauer und eine geringere Belastungsintensität beim Ausdauertraining sein [39].

## Wirkung auf Verlauf und Effektivität der Dialysebehandlung

Bei sachkundiger Anleitung der Patienten durch einen Sport- oder Physiotherapeuten stört das Training den Ablauf der Dialysebehandlung nicht. Dialyseassoziierte Probleme treten nicht häufiger auf als bei nicht trainierenden Patienten. Das Training vermindert hingegen die der Dialysebehandlung immanente Langeweile. Dies wirkt sich positiv aus auf die Stimmung der Patienten und trägt mit dazu bei, dass auch das Pflegepersonal das Training während der Dialyse positiv beurteilt (▣ **Abb. 4**). Zusätzlich erhöht ein Ergometertraining die Effektivität der Dialysebehandlung. Bei einer 60-minütigen submaximalen Belastung steigt die Harnstoff-Clearance um 15%, und nach Behandlungsende ist der Wiederanstieg von Harnstoff und Kreatinin im Serum deutlich reduziert [40]. Durch ein 3-stündiges Training mit geringer Belastungsintensität konnte die Harnstoff-Clearance sogar um 20% verbessert werden [41]. Die gesteigerte Elimination der Urämietoxine ist wahrscheinlich Folge der erhöhten Muskeldurchblutung, die den Stofftransport zwischen dem Intrazellulär- und dem Intravasalraum fördert. Für eine relevante Steigerung der Dialyseeffektivität ist eine relativ lange Belastungsdauer erforderlich. Das Training bietet deshalb v. a. leistungsfähigeren Patienten die Möglichkeit, die Qualität ihrer Dialysebehandlung zu verbessern.

## Psychosoziale Effekte

Viele Dialysepatienten leiden unter depressiver Verstimmung, Abnahme der sozialen Kontakte und deutlich verminderter Lebensqualität. Psychosoziale Probleme treten bei Patienten mit einer schlechten körperlichen Leistungsfähigkeit häufiger auf. Inzwischen wurde in mehr als 10 Studien gezeigt, dass sich ein körperliches Training günstig auswirkt auf die krankheitsbedingte psychische Belastung, die depressive Verstimmung und die Lebensqualität. In einer randomisiert-kontrollierten Studie stiegen während eines 10-monatigen Trainings während der Dialyse in der Trainingsgruppe die Indizes für die gesundheitsbezogene Lebensqualität an, und die Symptome für eine Depression nahmen ab. Die multiple Regressionsanalyse zeigte, dass im Wesentlichen die Trainingsteilnahme und der Anstieg der kardiopulmonalen Leistungsfähigkeit zu den Verbesserungen beigetragen hatten. Zusätzlich fand sich sowohl vor als auch nach dem Training ein enger Zusammenhang zwischen kardiopulmonaler Leistungsfähigkeit und Lebensqualität [23].

Die positiven psychosozialen Effekte des Trainings sind auch bei alten und sehr leistungsschwachen Patienten nachweisbar [21]. Dies gilt in besonderer Weise, wenn es durch das Training gelingt,

### ► Erythropoetin

Bei sachkundiger Anleitung der Patienten durch einen Sport- oder Physiotherapeuten stört das Training den Ablauf der Dialysebehandlung nicht

Die gesteigerte Elimination der Urämietoxine ist wahrscheinlich Folge der erhöhten Muskeldurchblutung

Körperliches Training wirkt sich günstig auf die krankheitsbedingte psychische Belastung aus

**Tab. 4** Effekte des körperlichen Trainings während der Dialyse

Integration von Dialysepatienten in den Rehabilitationssport
Verbesserung von Kraft, Ausdauer, Koordination und Flexibilität
Blutdrucksenkung bei hypertensiven Patienten
Reduktion des Bedarfs an Erythropoetin
Verbesserung der psychosozialen Situation
Verhinderung von Pflegebedürftigkeit
Steigerung der Dialyseeffektivität (Harnstoff- und Phosphatelimination)
Kostenreduktion (z. B. für Transporte, Pflege, Hilfsmittel, Medikamente)

die Selbständigkeit zu bewahren. In Einzelfällen können bereits pflegebedürftige Patienten nach 6 bis 9 Monaten soweit mobilisiert werden, dass sie nicht mehr mit einem Krankenwagen, sondern mit dem Taxi zur Dialyse fahren können [9]. Letzteres ist auch unter ökonomischen Aspekten relevant, weil dadurch Transportkosten von mehr als 10.000 Euro pro Patient und Jahr eingespart werden.

### Unerwünschte Nebenwirkungen

In den bisherigen Studien wurden keine schweren trainingsbedingten Zwischenfälle oder Verletzungen beobachtet. Insbesondere traten keine kardiovaskulären Probleme auf, obwohl bei vielen Trainingsteilnehmern relevante Zweiterkrankungen wie z. B. arterielle Hypertonie, koronare Herzerkrankung oder Diabetes mellitus vorlagen.

Beim Training während der Dialyse können Muskelkrämpfe auftreten, v. a. wenn es in der zweiten Hälfte der Behandlung stattfindet. Im Rahmen eines intensiven Krafttrainings kam es bei einer 71-jährigen Patientin zu einem Muskelriss im Bereich der Rotatorenmanschette. Die Verletzung wurde konservativ behandelt, wobei die Patientin die Kraftübungen für die unteren Extremitäten weiterhin absolvierte [29]. Dialyseassoziierte Probleme wie Blutdruckabfälle, kardiale Arrhythmien oder eine Verlagerung der Dialyseudeln traten bei trainierenden Patienten nicht vermehrt auf. Klinisch relevante Nebenwirkungen konnten dadurch vermieden werden, dass auf Kontraindikationen und individuelle Risikofaktoren geachtet wurde und die Patienten während des Trainings durch sachkundige Sport- oder Physiotherapeuten angeleitet und überwacht wurden. In Nordrhein-Westfalen haben wir seit 1995 im Rahmen des ambulanten Rehabilitationssports während der Dialyse bei mehr als 100.000 individuellen Trainingseinheiten ebenfalls keine gravierenden Zwischenfälle beobachtet. Dies zeigt, dass bei adäquater Organisation Hämodialysepatienten während ihrer „normalen“ Behandlung gefahrlos trainieren können.

### Schlussfolgerungen

Das körperliche Training bietet Dialysepatienten eine Reihe positiver Effekte, die teilweise durch andere Therapiemaßnahmen nicht erreicht werden können. Wird es richtig eingesetzt, hat es keine relevanten Nebenwirkungen. Nachdem seine Wirksamkeit wissenschaftlich belegt ist, sollte es umgehend als Standardmaßnahme in die Behandlung chronischer Dialysepatienten integriert werden. Das Training während der Dialyse sollte kurzfristig flächendeckend angeboten werden (■ Tab. 4). Aufgabe des Nephrologen ist es auch, Patienten zu motivieren, sich im Alltag bewusst körperlich zu belasten, z. B. durch Spaziergänge, Treppensteigen und Gartenarbeit. Leistungsfähigere Patienten sollten an den ambulanten Rehabilitationssport in der Turnhalle und an den normalen Freizeitsport herangeführt werden.

*If the benefits of exercise could be packaged into a pill, it would be the single most widely prescribed and beneficial medicine.*

Dr. Robert N. Butler, M.D.

### Korrespondenzadresse

PD Dr. A.E. Daul



Klinik für Nephrologie und Dialyse,  
Elisabeth-Krankenhaus Essen,  
Universität Duisburg-Essen  
Klara-Kopp-Weg 1, 45138 Essen  
a.daul@contilia.de

**Interessenkonflikt.** Der korrespondierende Autor gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

In den bisherigen Studien wurden keine schweren trainingsbedingten Zwischenfälle oder Verletzungen beobachtet

Das Training während der Dialyse sollte flächendeckend angeboten werden

## Literatur

1. Schaar B, Feldkötter M, Nonn JM, Hoppe B (2011) Cardiorespiratory capacity in children and adolescents on maintenance haemodialysis. *Nephrol Dial Transplant* [Epub ahead of print]
2. Stack AG, Molony DA, Rives T et al (2005) Association of physical activity with mortality in the US dialysis population. *Am J Kidney Dis* 45(4):690–701
3. Tentori F, Elder SJ, Thumma J et al (2010) Physical exercise among participants in the Dialysis Outcomes and Practice Patterns Study (DOPPS): correlates and associated outcomes. *Nephrol Dial Transplant* 25(9):3050–3062
4. Kurella Tamura M, Covinsky KE, Cher-tow GM et al (2009) Functional status of elderly adults before and after initiation of dialysis. *N Engl J Med* 361(16):1539–1547
5. Goldberg AP, Hagberg J, Delmez JA et al (1980) The metabolic and psychological effects of exercise training in hemodialysis patients. *Am J Clin Nutr* 33(7):1620–1628
6. Shalom R, Blumenthal JA, Williams RS et al (1984) Feasibility and benefits of exercise training in patients on maintenance dialysis. *Kidney Int* 25(6):958–963
7. Zabetakis PM, Gleim GW, Pasternack FL et al (1982) Long-duration sub-maximal exercise conditioning in hemodialysis patients. *Clin Nephrol* 18(1):17–22
8. Konstantinidou E, Koukouvou G, Kouidi E et al (2002) Exercise training in patients with end-stage renal disease on hemodialysis: comparison of three rehabilitation programs. *J Rehabil Med* 34(1):40–45
9. Daul AE, Schafers RF, Daul K, Philipp T (2004) Exercise during hemodialysis. *Clin Nephrol* 61(Suppl 1):S26–S30
10. Schönfelder J (2003) Sport für chronisch Nierenkranke. Angebote in nephrologischen Einrichtungen in Deutschland. Institut für Gesundheitswissenschaften/Public Health, TU Berlin
11. Cook SA, MacLaughlin H, Macdougall IC (2008) A structured weight management programme can achieve improved functional ability and significant weight loss in obese patients with chronic kidney disease. *Nephrol Dial Transplant* 23(1):263–268
12. Painter PL, Nelson-Worel JN, Hill MM et al (1986) Effects of exercise training during hemodialysis. *Nephron* 43(2):87–92
13. Daul AE, Krause R (1997) Körperliches Training während der Hämodialyse. In: Daul AE, Krause R, Völker K (Hrsg) Sport- und Bewegungstherapie für chronisch Nierenkranke. Dusch, München, S 269–274
14. Cheema B, Abas H, Smith B et al (2007) Randomized controlled trial of intradialytic resistance training to target muscle wasting in ESRD: the Progressive Exercise for Anabolism in Kidney Disease (PEAK) study. *Am J Kidney Dis* 50(4):574–584
15. Bennett PN, Breugelmans L, Barnard R et al (2010) Sustaining a hemodialysis exercise program: a review. *Semin Dial* 23(1):62–73
16. Cheema BS (2008) Review article: Tackling the survival issue in end-stage renal disease: time to get physical on haemodialysis. *Nephrology (Carlton)* 13(7):560–569
17. Smart N, Steele M (2011) Exercise training in hemodialysis patients: a systematic review and meta-analysis. *Nephrology (Carlton)* 16(7):626–632
18. Castellino P, Simonson DC, DeFronzo RA (1987) Adrenergic modulation of potassium metabolism during exercise in normal and diabetic humans. *Am J Physiol* 252(1 Pt 1):E68–E76
19. Banerjee A, Kong CH, Farrington K (2004) The haemodynamic response to submaximal exercise during iso-volaemic haemodialysis. *Nephrol Dial Transplant* 19(6):1528–1532
20. Moore GE, Painter PL, Brinker KR et al (1998) Cardiovascular response to submaximal stationary cycling during hemodialysis. *Am J Kidney Dis* 31(4):631–637
21. Chen JL, Godfrey S, Ng TT et al (2010) Effect of intra-dialytic, low-intensity strength training on functional capacity in adult haemodialysis patients: a randomized pilot trial. *Nephrol Dial Transplant* 25(6):1936–1943
22. Kouidi EJ, Grekas DM, Deligiannis AP (2009) Effects of exercise training on noninvasive cardiac measures in patients undergoing long-term hemodialysis: a randomized controlled trial. *Am J Kidney Dis* 54(3):511–521
23. Ouzouni S, Kouidi E, Sioulis A et al (2009) Effects of intradialytic exercise training on health-related quality of life indices in haemodialysis patients. *Clin Rehabil* 23(1):53–63
24. Borg G (2004) Anstrengungsempfinden und körperliche Aktivität. *Dtsch Arztebl* 101(15):A1016–A1021
25. Ilaraza H, Myers J, Kottman W et al (2004) An evaluation of training responses using self-regulation in a residential rehabilitation program. *J Cardiopulm Rehabil* 24(1):27–33
26. Mercer TH, Naish PF, Gleeson NP et al (1998) Development of a walking test for the assessment of functional capacity in non-anaemic maintenance dialysis patients. *Nephrol Dial Transplant* 13(8):2023–2026
27. McIntyre CW, Selby NM, Sigrim M et al (2006) Patients receiving maintenance dialysis have more severe functionally significant skeletal muscle wasting than patients with dialysis-independent chronic kidney disease. *Nephrol Dial Transplant* 21(8):2210–2216
28. Kouidi E, Grekas D, Deligiannis A, Tourkantonis A (2004) Outcomes of long-term exercise training in dialysis patients: comparison of two training programs. *Clin Nephrol* 61(Suppl 1):S31–S38
29. Cheema B, Abas H, Smith B et al (2007) Progressive exercise for anabolism in kidney disease (PEAK): a randomized, controlled trial of resistance training during hemodialysis. *J Am Soc Nephrol* 18(5):1594–1601
30. Kouidi E, Albani M, Natsis K et al (1998) The effects of exercise training on muscle atrophy in haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant* 13(3):685–699
31. Storer TW, Casaburi R, Sawelson S, Kopple JD (2005) Endurance exercise training during haemodialysis improves strength, power, fatigability and physical performance in maintenance haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant* 20(7):1429–1437
32. Sakkas GK, Sargeant AJ, Mercer TH et al (2003) Changes in muscle morphology in dialysis patients after 6 months of aerobic exercise training. *Nephrol Dial Transplant* 18(9):1854–1861
33. Anderson JE, Boivin MR Jr, Hatcher L (2004) Effect of exercise training on interdialytic ambulatory and treatment-related blood pressure in hemodialysis patients. *Ren Fail* 26(5):539–544
34. Goldberg AP, Geltman EM, Gavin JR 3<sup>rd</sup> et al (1986) Exercise training reduces coronary risk and effectively rehabilitates hemodialysis patients. *Nephron* 42(4):311–316
35. Miller BW, Cress CL, Johnson ME et al (2002) Exercise during hemodialysis decreases the use of antihypertensive medications. *Am J Kidney Dis* 39(4):828–833
36. Toussaint ND, Polkinghorne KR, Kerr PG (2008) Impact of intradialytic exercise on arterial compliance and B-type natriuretic peptide levels in hemodialysis patients. *Hemodial Int* 12(2):254–263
37. Afshar R, Emany A, Saremi A (2011) Effects of intradialytic aerobic training on sleep quality in hemodialysis patients. *Iran J Kidney Dis* 5(2):119–123
38. Goldberg AP, Geltman EM, Hagberg JM et al (1983) Therapeutic benefits of exercise training for hemodialysis patients. *Kidney Int* 16:S303–S309
39. Vilsteren MC van, Greef MH de, Huisman RM (2005) The effects of a low-to-moderate intensity pre-conditioning exercise programme linked with exercise counselling for sedentary haemodialysis patients in The Netherlands: results of a randomized clinical trial. *Nephrol Dial Transplant* 20(1):141–146
40. Kong CH, Tattersall JE, Greenwood RN, Farrington K (1999) The effect of exercise during haemodialysis on solute removal. *Nephrol Dial Transplant* 14(12):2927–2931
41. Giannaki CD, Stefanidis I, Karatzaferi C et al (2011) The effect of prolonged intradialytic exercise in hemodialysis efficiency indices. *ASAIO J* 57(3):213–218

# CME-Fragebogen

## kostenfreie Teilnahme für Abonnenten

**Bitte beachten Sie:**

- Antwortmöglichkeit nur online unter: [CME.springer.de](http://CME.springer.de)
- Die Frage-Antwort-Kombinationen werden online individuell zusammengestellt.
- Es ist immer nur eine Antwort möglich.

**Die Teilnehmerate von Hämodialysepatienten an Sportprogrammen, die am dialysefreien Tag stattfinden, beträgt ...**

- <10%
- ca. 20%
- ca. 30%
- ca. 40%
- ca. 50%

**In welchen Körperregionen ist die muskuläre Kraft bei Dialysepatienten besonders stark vermindert?**

- Im Bereich der Arme
- Im Bereich der Beine
- Im Bereich der Bauchmuskulatur
- Im Bereich des Schultergürtels
- Im Bereich der Hüftmuskulatur

**Welches ist bei einer fahrradergometrischen Belastung von Dialysepatienten der häufigste Abbruchgrund?**

- Zu starker Blutdruckanstieg
- Luftnot
- Ermüdung der Beinmuskulatur
- Herzrhythmusstörungen/ Ischämiezeichen im EKG
- Angina pectoris

**Welche Aussage ist *nicht* richtig?**

- Die maximale Sauerstoffaufnahme gibt Aufschluss über die kardiopulmonale Leistungsfähigkeit.
- Mit der Borg-Skala wird die Trainingsbelastung objektiv erfasst.
- Maximalkrafttraining geht oft mit Pressatmung einher.

- Bei Dialysepatienten sollte gezielt die muskuläre Kraft trainiert werden.
- Peritonealdialysepatienten haben bereits in Ruhe einen erhöhten intraabdominellen Druck.

**Welche Gesundheitsstörung kann bei Dialysepatienten durch ein langfristiges körperliches Training *nicht* günstig beeinflusst werden?**

- Muskelschwäche
- Verminderte Glukosetoleranz
- Depressive Verstimmung
- Arterielle Hypertonie
- Renale Azidose

**Wie verändert sich die Serumkaliumkonzentration bei körperlicher Belastung?**

- Nur unwesentlich.
- Anstieg unter der Belastung, langsamer Abfall auf Ausgangsniveau nach Belastungsende.
- Bleibender Anstieg bis zur nächsten Dialysebehandlung.
- Anstieg unter der Belastung, rascher passagerer Abfall unter das Ausgangsniveau nach Belastungsende.
- Abfall während der Belastung, Normalisierung nach Belastungsende.

**Mit Hilfe einer fahrradergometrischen Belastung beurteilt man die ...**

- kardiopulmonale Leistungsfähigkeit.
- muskuläre Kraft.
- Flexibilität.

- Koordination.
- Glukosetoleranz.

**Was trifft *nicht* zu? Bei Dialysepatienten kann die individuelle Belastung im Training beurteilt werden anhand ...**

- der Herzfrequenz.
- der Atmung.
- der Blutlaktatproduktion.
- des subjektiven Belastungsempfindens (Borg-Skala).
- des Blutdruckanstiegs.

**Welche Aussage ist *falsch*?**

- Bei ergometrischer Belastung wird ein intravasaler Volumemangel durch endogen freigesetztes Noradrenalin verstärkt.
- Ergometertraining während der Hämodialyse verbessert die Harnstoffelimination.
- Am Training während der Dialyse sind mehr als 50% der Patienten interessiert.
- Dialysepatienten können keine Laktatkonzentration über 4 mmol/l erreichen.
- Der 6-Minuten-Gehtest beurteilt die allgemeine Leistungsfähigkeit im Alltag.

**Was ist beim Sport mit Peritonealdialyse (PD)-Patienten *weniger* relevant?**

- Möglicher Blutdruckabfall bei Belastung mit gefülltem Abdomen.
- Lageveränderungen des PD-Katheters.
- Gezieltes Training der Bauch- und Rückenmuskulatur.
- Häufig bestehende Hyperkaliämie.

- Kardiovaskuläre Vorerkrankungen

Diese Fortbildungseinheit ist 12 Monate auf [CME.springer.de](http://CME.springer.de) verfügbar. Den genauen Einsendeschluss erfahren Sie unter [CME.springer.de](http://CME.springer.de)

