

S. Borregaard, N. Kruse, H. Rieckert

Bewegungstherapie während einer Dialyse. Eine experimentelle Studie zum Kraft- und Ausdauerverhalten und zur Lebensqualität

Exercise training during hemodialysis

Abt. Sportmedizin, Institut für Sportwissenschaft, Christian-Albrecht-Universität Kiel

Zusammenfassung

Unter der Frage, ob eine Bewegungstherapie während einer Hämodialyse die körperliche Leistungsfähigkeit und Befindlichkeit von Patienten mit terminaler Niereninsuffizienz verbessern kann, wurde eine kontrollierte, prospektive Studie über 3 Monate in mehreren Dialysezentren durchgeführt. 12 Patienten nahmen mindestens zweimal wöchentlich an einem circa 20-minütigen Sportprogramm teil. 12 Patienten bildeten die Kontrollgruppe. Zu Studienbeginn und -ende wurden statisch die Maximalkraft der Oberarmbeuger und Kniegelenkstrecker sowie als Parameter der aeroben Ausdauer die PWC 100 gemessen. Befindlichkeit und Lebensqualität wurden mit einem Fragebogen (SF-36) erfasst. In der Interventionsgruppe war ein eindeutiger Kraftzuwachs der Arme (+ 9 %) und Beine (+ 15 %) gegenüber der Kontrollgruppe feststellbar. Die mittels PWC 100 gemessene Ausdauerleistungsfähigkeit veränderte sich nicht. In allen acht Bereichen des Fragebogens zur Lebensqualität waren Verbesserungen messbar. Die Ergebnisse zeigen, dass eine Bewegungstherapie während der Dialyse und von zeitlich geringem Umfang Komponenten der körperlichen Leistungsfähigkeit teilweise sowie die allgemeine Befindlichkeit und Lebensqualität verbessern kann. Ähnliche Ergebnisse wurden bisher mit in der Regel weit umfangreicheren Trainingsprogrammen erzielt, die aus eigenen Erfahrungen nur schwer im Dialysealltag realisierbar sind.

Schlüsselwörter: Bewegungstherapie, Hämodialyse, Kraft, Ausdauer, Lebensqualität

Einleitung

Eine schwere chronische Erkrankung führt in der Regel zu körperlicher Inaktivität. Der Dialysepatient wird zusätzlich durch die Dialysebehandlung immobilisiert. Jährlich verbringt er 600-1000 Stunden, also ca. 4-6 Wochen an der Dialyse (6). Hinzu kommt, dass die verminderte körperliche Leistungsfähigkeit den Patienten auch bei normalen Alltagsbeschäftigungen stark einschränkt. Dies kann den Verlust sozialer Kontakte mit sich bringen. Häufig vorhandene Depressionen werden hierdurch weiter negativ beeinflusst.

Körperliche Leistungsfähigkeit ist eine Komponente des subjektiven Wohlbefindens (26). Durch ein sportliches Training kann nicht nur die Leistungsfähigkeit erhöht werden,

Summary

A multicenter, controlled, prospective study over 3 month was performed to address the question if exercise training during hemodialysis influences physical performance and quality of life of patients with end-stage renal disease. .

Methods: 12 patients took part in an exercise program twice a week during time of dialysis. 12 patients served as sedentary controls. The static maximal muscle strength (quadriceps and biceps muscle) and as a parameter of aerobic endurance the PWC 100 were determined at the beginning and end of the study. The quality of life was assessed with the SF-36 questionnaire.

Results: There was a statistically significant increase in arms (+9 %) and legs (+15 %) in the intervention group in comparison with the controls. The physical fitness measured by the PWC 100 didn't change. There were improvements in the assessed quality of life in all eight scales. The results showed that an exercise program during time of dialysis carried out over a limited period of time increases parts of physical fitness and improves patients' quality of life. Previous studies with similar results were usually combined with an extended standardized training time which makes them difficult to realize in everyday dialysis routine.

Key words: Exercise training; hemodialysis; muscle strength; physical fitness; quality of life

sondern es ist auch ein deutlicher positiver Effekt auf die Stimmungslage zu verzeichnen, wie in zahlreichen Studien eindrucksvoll belegt worden ist (5,10,20).

Der Dialysezeitraum bietet den Patienten die Möglichkeit zur Realisierung eines regelmäßigen und kontinuierlichen Bewegungsprogramms unter fachlicher Betreuung.

Nationale und internationale Studien über externe Sportprogramme mit Dialysepatienten berichten von positiven Effekten auf die körperliche Leistungsfähigkeit (4,5,11,19,21).

Ziel dieser Studie war es, diese Erfahrungen in einem Programm, das parallel zur Dialysezeit angewendet werden kann, zu integrieren. Dem Patient wird die Möglichkeit geboten, kontinuierlich ein Bewegungsprogramm in Anwesenheit und unter Leitung von Fachpersonal auszuüben. Da-

durch könnte er teilweise seine Leistungsfähigkeit für den Alltag erhalten bzw. verbessern und u.U. durch Ökonomisierung von Herz-Kreislauffunktionen das kardiovaskuläre Morbiditäts- und Mortalitätsrisiko günstig beeinflussen. 44 % der Dialysepatienten sterben infolge von Herz- und Gefäßerkrankungen (12).

In der vorliegenden Studie wurde im Kontrollgruppendesign überprüft, inwieweit eine regelmäßig durchgeführte Bewegungstherapie das Kraft- und Ausdauerverhalten sowie das psychische Befinden von Dialysepatienten beeinflusst.

Methodik

Untersuchungsdesign

Konzipiert wurde eine multizentrische, prospektive Studie mit Hämodialysepatienten, die zweimal wöchentlich über den Zeitraum von drei Monaten an einer Bewegungstherapie während der Dialyse teilnahmen. Die Studie wurde von der Ethik-Kommission der Medizinischen Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel zugelassen. Zu Beginn der 12-wöchigen Trainingsperiode wurden die statische Maximalkraft des Oberarmbeugers und des Kniegelenkstreckers sowie indirekt die aerobe Ausdauerleistungsfähigkeit mittels PWC 100 gemessen. Die Lebensqualität wurde zu beiden Untersuchungszeitpunkten mit einem Fragebogen (SF-36) erfasst.

Probanden

An der Studie nahmen 12 aktive als Interventionsgruppe und 12 inaktive Hämodialysepatienten als Kontrollgruppe teil. Die Probanden wurden in Absprache mit den behandelnden Ärzten ausgewählt. Nach eingehender Information durch die Versuchsleiter und dem Erhalt einer schriftlichen Patienteninformation unterschrieben die Patienten eine Einverständniserklärung, auf freiwilliger Basis an der Studie teilzunehmen. Eine Randomisierung war nicht möglich, da sich nur wenige Patienten bereit fanden, an der Intervention teilzunehmen. Alle Untersuchungen fanden während der Dialysezeit statt.

Die anthropometrischen Daten der 12 Probanden und 12 Kontrollprobanden sind in Tabelle 1 dargestellt. Das Durchschnittsalter lag bei 56 ± 12 Jahren und 54 ± 16 Jahren in der Kontrollgruppe. Die wöchentliche Dialysezeit war in beiden Gruppen mit $11,7 \pm 2$ und $11,6 \pm 1$ h pro Woche fast identisch. Die Probanden der Interventionsgruppe befanden sich zu Beginn der Untersuchung seit durchschnittlich $3,6 \pm 3$

Jahren an der Dialyse ($3,9 \pm 3$ Jahre in der Kontrollgruppe). Die Zahl der Diabetiker lag in beiden Gruppen bei 25 % und auch die Zahl der Patienten, die an Herz-Kreislauf-Erkrankungen litten, war mit 75 bzw. 70 % in beiden Gruppen ähnlich. Unterschiede ließen sich in der Aktivität außerhalb der Dialyse feststellen. Die Interventionsgruppe war deutlich aktiver als die Kontrollgruppe (83 vs. 50 %).

Intervention

Die Bewegungstherapie wurde in einem Umfang von ca. 20 Minuten, je nach individuellem Leistungsstand, während der Dialysezeit, durchgeführt. Sie beinhaltete ein Training der Ausdauer sowie gymnastische Übungen zur Verbesserung der Koordination, Beweglichkeit und der Kraft. Hilfsmaterialien waren Bettergometer, Pezzibälle, Therabänder, Igelbälle und Hanteln. Zu Beginn des Trainings wurde die aerobe Ausdauer am Bettergometer trainiert. Anschließend Hantel- und Therabandübungen dienten der Kräftigung des Oberarmbeugers und des Kniegelenkstreckers. Gewicht und Stärke der Hantel bzw. des Therabandes richteten sich nach dem individuellen Leistungsstand.

Messmethoden

Die Untersuchungen fanden während der Dialysezeit statt und waren für beide Gruppen identisch. Gemessen wurde zu beiden Zeitpunkten zur gleichen Tageszeit (± 2 Stunden), so dass Tageszeit bedingte Schwankungen der Leistungsfähigkeit ausgeschlossen werden konnten.

Kraft: Um Informationen über die Kraftentwicklung zu gewinnen, wurde die statische Maximalkraft des Oberarmbeugers und des Kniegelenkstreckers bestimmt. Die Messungen erfolgten am nicht Shunt-Arm und dem Bein der gleichen Seite. Hierzu wurde das Gerät "DigiMax" (Mecha Tronic, Hamm) verwendet. Für die Messung der Kraft des Oberarmbeugers lag der Proband flach, mit parallel liegendem Arm, auf der Liege. Der Unterarm wurde in einem 90° -Winkel aufgestellt, die Fußsohlen hatten Kontakt zum Fußteil. Die Manschette, an dem die eine Seite des Kraftsensors befestigt ist, wurde dem Probanden um das Handgelenk gelegt. Die andere Seite des Kraftsensors wurde mit einem Seil am Fußteil der Liege fixiert, so dass er frei in der Luft hing. Durch maximale isometrische Muskelanspannung über vier Sekunden wurde so die statische Maximalkraft ermittelt. Von drei Messungen im Abstand von 1 min wurde der höchste Wert ausgewählt. Für die Messung der Maximalkraft des Kniegelenkstreckers saß der Proband seitlich, ohne Bodenkontakt der Füße, auf dem Bett. Die Manschette wurde am Fußgelenk platziert. Die weitere Vorgehensweise entsprach der Messung am Oberarm. Die Daten wurden handschriftlich notiert und später in Newton umgerechnet.

Ausdauer: Die aerobe Ausdauerleistungsfähigkeit wurde indirekt mittels des PWC 100 (Physical Work Capacity 100), einer modifizierten Version des PWC 170, bestimmt. Mit Hilfe eines Bettergometers "Thera fit plus" (Medica Medizintechnik GmbH, Hochdorf) wurde die bei einer Herzfrequenz von

Tabelle 1: Anthropometrische und klinische Daten der Probanden

	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe
Alter [Jahre]	56 ± 12	54 ± 16
Dialysedauer/Woche [Stunden]	$11,67 \pm 1,96$	$11,63 \pm 1,4$
Zeit an der Dialyse [Jahre]	$3,6 \pm 2,7$	$3,9 \pm 2,8$
Diabetiker	25 %	25 %
Herz-Kreislauf-Erkrankungen ¹	70 %	70 %
sportlich Aktiv ²	83 %	50 %

¹ Herz-Rhythmusstörungen, Herzinfarkt, Herzklappen- bzw. Bypass-Operation

² Sportliche Betätigung außerhalb der Dialysezeit, zu der auch regelmäßiges Spaziergehen (>30min) zählte

100 S/min erreichte Leistung ermittelt. Die Leistungsdiagnostik im Liegen erfolgte stufenweise ansteigend über jeweils 5 Minuten pro Belastungsstufe. Da die Bettergometer keine Wattleistung direkt anzeigen, mussten sie aus Umdrehungszahl und den angegebenen Stufen ermittelt werden. Hierzu wurde die Umrechnungstabelle der Firma Medica verwendet. Begonnen wurde mit einer Initialstufe von 21 Watt bei einer Umdrehungszahl von 60 U/min. Die vorgesehenen 5 Stufen entsprachen einer Leistung von 21, 27, 33, 40 und 50 Watt. Die Herzfrequenz wurde mittels des "Sport Tester 3000" (Unilife, Hamburg) gemessen. Patienten, die unter b-Blockertherapie standen, erreichten häufig keine Herzfrequenz von 100 S/min innerhalb der fünf Belastungsstufen, so dass ein Erreichen der vorgesehenen maximalen Belastungsstufe nicht den realen Leistungszustand widerspiegeln muss. Da sich die antihypertensive Medikation der Patienten innerhalb der drei Monate nicht veränderte, kann jedoch ein Vergleich des Pre- und Posttestes eine Aussage über die Veränderung der individuellen Leistung geben.

Lebensqualität: Die Lebensqualität wurde zu beiden Untersuchungszeitpunkten mit dem standardisierten Fragebogen MOS SF-36 (3) bestimmt, der schon vielfach Anwendung in Studien mit Dialysepatienten fand (15,16,28,29). Der SF-36 setzt sich aus 36 Punkten untergliedert in acht Konstrukte und eine Einzelfrage zusammen: Körperliche Funktionsfähigkeit (KF), Körperliche Rollenerfüllung (KR), Soziale Funktionsfähigkeit (SF), Schmerz (S), Psychisches Wohlbefinden (PW), Emotionale Rollenerfüllung (ER), Vitalität (V) und Allgemeiner Gesundheitszustand (AG). Die Einzelfrage erfasst eine Beurteilung des aktuellen Gesundheitszustandes im Vergleich zum Vorjahr.

Statistik

Zur Auswertung der ermittelten Daten wurden für die allgemeine Charakterisierung aller Probanden deskriptive Verfahren wie Mittelwert, Standardabweichung, Minimum und Maximum verwendet. Zur Hypothesenprüfung wurden der t-Test und die zweifaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung genutzt. Das Signifikanzniveau wurde auf $p \leq 0.05$ festgelegt.

Die Daten der Untersuchung wurden mit Hilfe des Statistikprogramms SPSS ausgewertet.

Ergebnisse

Die Abbildungen 1 und 2 zeigen die Veränderungen der Muskelkraft des Oberarmbeugers und des Kniegelenk-

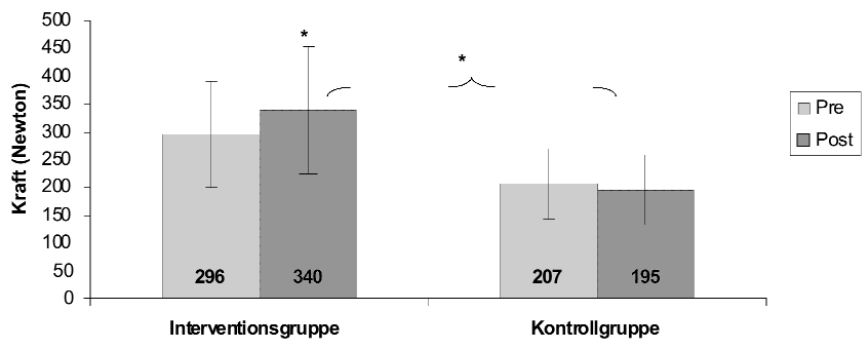


Abbildung 1: Belastungsinduzierte Veränderung der statischen Maximalkraft des Kniegelenkstrecker bei 12 Probanden und 12 Kontrollpersonen nach drei Monaten Bewegungstherapie. Mittelwerte \pm Standardfehler * $p = .000$ für signifikante Unterschiede im Pre- und Posttest sowie im Gruppenvergleich.

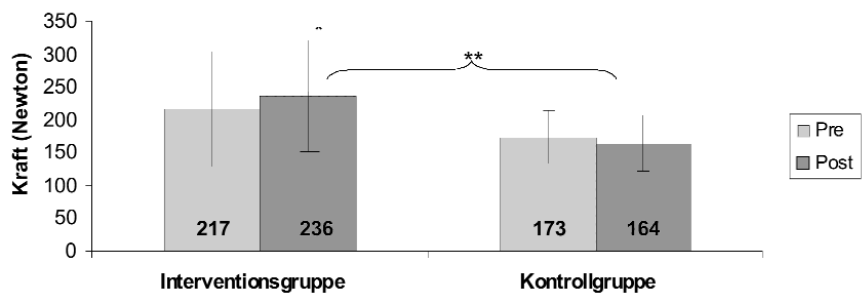


Abbildung 2: Belastungsinduzierte Veränderung der statischen Maximalkraft des Oberarmbeugers bei 12 Probanden und 12 Kontrollpersonen nach drei Monaten Bewegungstherapie. Mittelwerte \pm Standardfehler * $p = .000$, $p = .001$ für signifikante Unterschiede im Pre- und Posttest bzw. im Gruppenvergleich.

strecker beider Gruppen zu Beginn und nach drei Monaten. Die Muskelkraft der Interventionsgruppe steigerte sich signifikant im Arm- (217 N \pm 87 zu 236 N \pm 85; $p = .000$) und Beinbereich (296 N \pm 96 zu 340 N \pm 115; $p = .000$). Der prozentuale Zuwachs der durchschnittlichen Maximalkraft liegt bei 9 % bzw. 15 %.

In der Kontrollgruppe hingegen wurde ein nichtsignifikanter Verlust an Muskelkraft (Oberarmbeugers 173 N \pm 40 zu 164 N \pm 43; Kniegelenkstrecker 207 N \pm 62 zu 195 N \pm 63) registriert.

Die PWC 100 zeigte in beiden Gruppen keine statistisch signifikanten Veränderungen. (Interventionsgruppe: 29 Watt \pm 11 auf 31 Watt \pm 11; $p = .248$ – Kontrollgruppe: 28 Watt \pm 10 auf 26 Watt \pm 8).

Der Vergleich zwischen den Gruppen hinsichtlich der Muskelkraft ergab ein signifikantes Ergebnis (Oberarmbeugers: $p = .001$; Kniegelenkstrecker: $p = .000$), so dass sich der Muskelkraftzuwachs eindeutig auf die Bewegungstherapie zurückführen lässt. Für die Komponente Ausdauer lagen keine signifikanten Ergebnisse vor.

Tabelle 2 vergleicht die Mittelwerte der acht Items des SF-36 der beiden Gruppen zu den Messzeitpunkten. In der Interventionsgruppe zeigte sich in allen acht Items des Fragebogens eine positive Veränderung zwischen den Messzeitpunkten, die in sechs der acht Items signifikant war. In der Kontrollgruppe kam es zu keinen statistisch signifikanten Veränderungen.

Einzeln betrachtet fielen den aktiven Probanden nach drei Monaten Bewegungstherapie alltägliche körperliche Akti-

Tabelle 2: Beeinflussung der Lebensqualität durch eine dreimonatige Bewegungstherapie während der Dialyse bei 12 Probanden und 12 Kontrollpersonen.

SF-36 Items	IG Pre	IG Post	KG Pre	KG Post	Gruppen- vergleich
Körperliche Funktionsfähigkeit	60 ± 16	70 ± 15**	55 ± 26	53 ± 29	**
Körperliche Rollenfunktion	29 ± 39	54 ± 37*	29 ± 37	29 ± 37	
Schmerz	66 ± 24	68 ± 22*	56 ± 20	56 ± 19	
Allgemeiner Gesundheitszustand	28 ± 16	35 ± 16**	37 ± 19	37 ± 17	*
Emotionale Rollenfunktion	39 ± 45	56 ± 48	47 ± 46	47 ± 48	
Soziale Funktionsfähigkeit	64 ± 27	76 ± 26**	57 ± 29	50 ± 30*	**
Vitalität	37 ± 20	48 ± 19**	35 ± 14	29 ± 15**	**
Psychisches Wohlbefinden	55 ± 26	64 ± 22*	55 ± 16	52 ± 17*	*

Daten sind angegeben als Mittelwerte ± SD, *p ≤ 0,05, ** p ≤ 0,01

vitäten leichter, und sie konnten ihre sozialen Kontakte wieder häufiger pflegen. Weiterhin fühlten sie sich im Allgemeinen schwunghafter, motivierter und weniger erschöpft oder müde als zu Beginn der Therapie.

Das Wohlbefinden verbesserte sich in der Interventionsgruppe signifikant (p = .007). Die aktiven Hämodialysepatienten schätzten ihren Gesundheitszustand nach drei Monaten Bewegungstherapie höher ein als zu Beginn der Therapie, während die inaktiven Probanden ihren Gesundheitszustand im Mittel ähnlich wie vor einem Jahr beurteilten.

Diskussion

Gesteigerte körperliche Aktivität hat einen gesundheitlichen Nutzen, sowohl für die gesunde Bevölkerung (1,17,31) als auch für chronisch Niereninsuffiziente (5,10,25,28,30). Eine programmierte Sporttherapie, unabhängig davon ob in Form externer Dialysesportgruppen, oder als in den Dialysezeitraum integrierte Programme, geht mit einer Steigerung der aeroben Ausdauer und Muskelkraft einher (7,11,13,18,27).

Hauptziel der vorliegenden Studie war es, die Auswirkung einer 12-wöchigen Bewegungstherapie während der Dialysezeit auf die Kraft, Ausdauer und Lebensqualität von Hämodialysepatienten zu untersuchen.

Begleiterkrankungen der chronischen Niereninsuffizienz wie die urämische Myo- und Polyneuropathie gehen mit einer Muskelatrophie insbesondere der unteren Extremitäten einher (21,24). Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass eine Bewegungstherapie bei Dialysepatienten zu einem signifikanten Zuwachs der Muskelkraft führt, während in der Gruppe der Inaktiven ein geringfügiger Verlust an Muskelkraft gemessen werden konnte.

Daraus kann gefolgert werden, dass eine gesteigerte körperliche Aktivität der alters- und krankheitsbedingten Progression der Muskelatrophie entgegenwirkt (21,32,33).

Diese Ergebnisse gehen konform mit denen anderen Arbeiten, die nach gleicher Trainingsdauer einen ähnlichen Effekt auf die Muskelkraft ausmachen konnten (8,13,14,18,19).

Nach drei Monaten Training kam es zu keinen signifikanten Veränderungen der aeroben Ausdauerleistungsfähigkeit gemessen an der PWC 100. Diese Ergebnisse stimmen mit denen anderer Autoren überein (5,33). Steigerungen der Ausdauerleistung konnten vielfach erst nach einer Trainings-

periode über einen längeren Zeitraum gefunden werden (7,10,22,27). Goldberg beobachtete eine signifikante Steigerung des VO₂ max um 18 % nach 12 Monaten, dreimal wöchentlichem Training bei 50 bis 60 % der VO₂ max und einer Trainingsdauer von 45 Minuten (10).

Eine Ursache der in unserer Studie nur leichten Steigerung der Ausdauerleistung könnte in der geringen Trainingsdauer und -intensität zu sehen sein.

Eine weitere Möglichkeit der objektiven Beurteilung der Ausdauer bietet der Trainingsumfang. Der durchschnittliche Trainingsumfang steigerte sich signifikant (p = .000) von 16,6 min (± 5,3) auf 25,2 min (±10,6).

Nach der dreimonatigen Bewegungstherapie zeigte sich eine Steigerung der Lebensqualität. Mit einer Ausnahme konnten in allen Items signifikante bzw. hochsignifikante Steigerungen gemessen werden. Ein direkter Vergleich mit der Kontrollgruppe zeigt, dass sich die positiven Veränderungen in den Bereichen der Körperlichen Funktionsfähigkeit, des Allgemeinen Gesundheitszustandes, der Sozialen Funktionsfähigkeit, der Vitalität und des Psychischen Wohlbefindens auf die Bewegungstherapie zurückführen lassen.

Eine Verbesserung der Lebensqualität bzw. psychischen Situation als Resultat einer Bewegungstherapie wird von vielen Autoren berichtet (4,10,11,20), jedoch wurden, insbesondere in früheren Studien, andere Methoden zur Bestimmung der psychischen Situation angewendet. Zu ähnlichen Ergebnissen unter Verwendung des SF-36 kommen Painter (29) und Johnstone (16).

Kritisch angemerkt werden muss, dass die initiale Vergleichbarkeit der Gruppen nicht genauer untersucht worden ist. Da die Teilnahme an der Studie freiwillig war, kann davon ausgegangen werden, dass die Patienten der Interventionsgruppe im Allgemeinen positiver zu körperlicher Aktivität eingestellt waren. Diese Annahme bestätigt die hohe Anzahl in der Freizeit aktiven Probanden in der Interventionsgruppe, gegenüber der Kontrollgruppe. Eine Beeinflussung der Ergebnisse infolge der schlechten Vergleichbarkeit der Gruppen wäre denkbar.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass ein moderates Training während der Dialysezeit mit einer Steigerung der Muskelkraft und Lebensqualität einhergeht. Weitere Auswirkungen, insbesondere auf die aerobe Ausdauerleistung, sollten darüber hinaus nach einer längeren Trainingsperiode untersucht werden, da eine Adaptation an das Herz-Kreislaufsystem erst nach einem ausgiebigeren Trainingszeitraum zu erwarten ist (11). Nach eigenen Erfahrungen ist die Akzeptanz einer Bewegungstherapie während der Dialysezeit bei den Patienten höher, da ein zusätzlicher Zeitaufwand wegfällt und somit die Basis für ein langfristiges Training gegeben ist.

Danksagung

Wir danken folgenden Dialysezentren für die Teilnahme an der Studie: Hamburg, Alter Teichweg (Dres. med. Siemsen,

Tachezy, Kurniawan, Grosser, Kühns), Schlankreye (Dres. med. Remmecke, Krenz, Amir-Kabirian), sowie Kiel, Holtenerstr. (Dr. Wittwer, Dr. Bargemann) und Ringstr. (Dr. Albrecht, Dr. Plaumann)

Die Bettergometer, Pezzibälle, Therabänder, Igelbälle und Hanteln wurden von der Firma Ortho Biotech/Janssen-Cilag, Neuss zur Verfügung gestellt.

Literatur

- Blair SN, Kohl HW, Paffenberger RS, Cark DG, Cooper KH, Gibbons LWI: Physical fitness and all-cause mortality: a prospective study of healthy men and women. *JAMA* 262 (17) (1989) 2395-2401.
- Bös K: Vergleichende Untersuchung zur Struktur und Ausprägung der Muskelkraft bei chronisch niereninsuffizienten Patienten. *Dtsch Z Sportmed* 6 (1981) 157-164.
- Bullinger M, Kirchberger I: SF-36: Fragebogen zum Gesundheitszustand. Hogrefe Verlag für Psychologie, Göttingen, 1998.
- Carney RM, Templeton B, Hong BA, Herschel RH, Hagberg JM, Schlechtman KB, Goldberg AP: Exercise training reduces depression and Increases the Performance of Pleasant Activities in Hemodialysis. *Nephron* 47 (1987) 194-198.
- Daul AE, Völker K, Albery A, Hollmann B, Philipp TH: Dialyse- Sportgruppe: Eine Möglichkeit zur Verbesserung der körperlichen Leistungsfähigkeit und der psycho-sozialen Rehabilitation chronischer Dialysepatienten. *Nieren- und Hochdruckkrankh* 19 (1990) 6 275-284.
- Daul AE, Krause R, Völker K: Sport- und Bewegungstherapie für chronisch Nierenkranke. Dustri-Verlag Dr. Karl Feistle, München, 1997.
- Deligiannis A, Kouidi E, Tassoulas E, Gigis P, Tourkantonis A, Coats A: Cardiac effects of exercise rehabilitation in hemodialysis patients *Int J Cardiol* 70 (1999) 253-266.
- De Paul V, Moreland J, Eager T, Clase CM: The effectiveness of aerobic and muscle strength training in patients receiving hemodialysis and EPO: a randomized controlled trial. *Am J Kidney Dis* 40(6) (2002) 1219-1229.
- Diesel W, Noakes TD, Swanepoel C, Lambert M: Isokinetic muscle strength predicts maximum exercise tolerance in renal patients on chronic hemodialysis. *Am J Kidney Dis* 16 (2) (1990) 109-114.
- Goldberg AP, Geltman EM, Hagberg JM, Gavin JR, Delmez JA, Carney RM, Naumowicz A, Oldfield MH, Harter HR: Therapeutic benefits of exercise training for hemodialysis patients. *Kidney Int* 24 (Suppl.16) (1983) 303-309.
- Goldberg AP, Geltmann EM, Gavin RJ, Carney RM, Hagberg JM, Delmez JA, Naumovich A, Oldfield MH, Harter HR: Exercise training reduces coronary risk and effectively rehabilitates hemodialysis patients. *Nephron* 42 (1986), 311-316.
- Harnett JD, Foley RN, Parfrey PS: Cardiac Function and Hematocrit Level. *Am J Kidney Dis.* 4 (Suppl.1) (1995) 3-7.
- Headley S, Germain M, Mailloux P, Mulhern J, Ashworth B, Burris J, Brewer B, Nindl B, Coughlin M, Welles R, Jones M: Resistance training improves strength and functional measures in patients with end-stage renal disease. *Am J Kidney Dis* 40 (2) (2002) 355-364.
- Heiwe S, Tollback A, Clyne N: Twelve weeks of exercise training increases muscle function and walking capacity in elderly predialysis patients and healthy subjects. *Nephron* 88(1) (2001) 48-56.
- Johansen KL, Painter P, Kent-Braun JA NG AV, Carey S, Da Silva M, Chertow GM: Validation of questionnaires to estimate physical activity and functioning in end-stage renal disease. *Kidney Int* 59 (2001) 1121-1127.
- Johnstone S, Hays R, King C: Evaluating the impact of a physical rehabilitation program for dialysis patients. *Nephrology News and Issues* August (2002) 39-42.
- Kannel WB, Sorlie P: Some health benefits of physical activity – The Framingham Study. *Arch Intern Med* 139 (1979) 857-861.
- Kempeneers G, Noakes TD, van Zyl-Smit R, Myburgh KH, Lambert M, Adams B, Wiggins T: Skeletal muscle limits the exercise tolerance of renal transplant recipients: effects of a graded exercise training program. *Am J Kidney Dis.* 16 (1) (1990) 57-65.
- Kielstein R: Körperliches Training bei chronischer Niereninsuffizienz. Universitätsverlag Dr. N. Brockmeyer, Bochum, 1995.
- Kouidi E, Iacovides A, Iordanidis P, Vassiliou S, Deligiannis A, Ierodiakou C, Tourkantonis A: Exercise Renal Rehabilitation Program: Psychosocial Effects. *Nephron* 77 (1997) 152-158.
- Kouidi E, Albani M, Natsis K, Megalopoulos A, Gigis P, Guiba-Tziampiri O, Tourkantonis A, Deligiannis A: The effects of exercise training on muscle atrophy in haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant* 13:685-699, 1998.
- Krause R, Pommer W, Römer H, Schultze G: Körperzusammensetzung und kardiopulmonale Leistungsfähigkeit bei chronischen Dialysepatienten und bei Nierentransplantierten, in: Franz IW, Mellerowicz H, Noack W (Hrsg): Training und Sport zur Prävention und Rehabilitation in der technischen Umwelt, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1985,579-583.
- Krause R: Sich regen bringt Segen. *Spektrum Nieren* 4 (1999) 1-3.
- Kuhlmann U, Walb D, Luft FC: Nephrologie. Stuttgart, Georg Thieme Verlag, 1998.
- Lange H: Adaption und Rehabilitation unter chronisch intermittierender Dialysebehandlung und nach Nierentransplantation, Teilprojekt D4. Deutsche Forschungsgemeinschaft (1976) 478-492.
- Maue M: Untersuchungen zur Leistungsfähigkeit von chronisch nierenkranken und niereninsuffizienten Patienten und ihre Beeinflussbarkeit durch Training. *Med Sport* 23 H5 (1983) 155-157.
- Painter PL, Nelson-Worel JN, Hill MM, Thornberry DR, Shelp WR, Harrington AR, Weinstein AB: Effects of exercise training during hemodialysis. *Nephron* 43 (1986) 87-92.
- Painter PL: Improvement in measured and self-reported physical functioning in hemodialysis patients with exercise training. *ASN* (1999) Abstract.
- Painter PL, Carlson L, Carey S, Paul SM, Myll J: Low-Functioning hemodialysis patients improve with exercise training. *Am J Kidney Dis* 36(3) (2000) 600-608.
- Stenvinkel P, Elinder CG, Bárány P: Physical activity promotes health also among dialysis patients. *Int J Cardiol* 72 (2000) 299-300.
- U.S. Surgeon Generals Report on physical active and health. *JAMA* 21 (7) (1996) 522.
- Thompson LV: Effects of age and training on skeletal muscle physiology and performance. *Phys Ther* 74 (1) (1994) 71-81.
- Völker K, Albery A, Daul A, Hollmann W: Sport mit Dialysepatienten. *Dtsch Z Sportmed* 39 (7) (1988) 265-270.

Korrespondenzadresse:

Saskia Borregaard

Wrangelstr. 69c, 20253 Hamburg

Fax: 040/40186569

e-mail: saskiaborregaard@gmx.de