

„Die Aufnahme und Beibehaltung von Bewegungsübungen während der klinischen Hämodialyse“

Matthew Torkington, Maureen MacRae, Chris Isles*

*Renal Unit, Dumfries and Galloway Royal Infirmary,
Bankend Road, Dumfries DG1 4AP, UK*

Zusammenfassung

Ziele: Die Aufnahme und das Beibehalten von Bewegungsübungen während der klinischen Hämodialyse zu bestimmen.

Ausführung: Achtwöchiges interdialytisches (während der Dialyse) Fahrradfahrprogramm unter Aufsicht eines Physiotherapeuten.

Teilnehmer: 49 Patienten, die Anfang Juli 2003 mit klinischer Hämodialyse in Dumfries behandelt wurden.

Zielparameter: Die Prozentzahl an Patienten, die am Ende des achtwöchigen Programms immer noch trainierten.

Ergebnisse: Drei Patienten wurden disqualifiziert: einer starb, einer wechselte in ein anderes Zentrum und einer wurde zur peritonealen (Bauchfell) Dialyse umgelagert. Acht Patienten (17%) waren nicht interessiert, an dem Programm teilzunehmen und 16 (35%) wurden an der Teilnahme aufgrund gesundheitlicher Problemen gehindert. 22 der übrigen 46 Patienten (48%) begannen mit dem Programm. Diejenigen, die trainierten waren jünger (58 im Vergleich zu 67 Jahren) und hatten weniger Komorbiditäten (Folge- bzw. Begleiterkrankungen) (1.3 zu 2.1) als die Patienten, die nicht trainierten. 17 Patienten (77% von denen, die das Training begannen und 38% von denen, die für das Training geeignet waren) sind am Ende des achtwöchigen Zeitraums immer noch Fahrrad gefahren. 16 der 22 Patienten hatten das Gefühl, das sie von dem Programm profitierten und alle 22 Patienten waren der Meinung, dass das Programm weitergehen sollte.

Folgerung: Ungefähr 40% der Hämodialysepatienten sind geeignet und fähig, ein achtwöchiges interdialytisches Fahrradprogramm zu vollenden. Dies ist eine höhere Rate von weitergeführtem Training als in der Literatur berichtet. Unsere Erfahrung mit Hämodialysepatienten im Südwesten Schottlands haben ergeben, dass die Motivation Übungen aufzunehmen und beizubehalten maximiert werden kann, indem ein Physiotherapeut während der Dialyseeinheit anwesend ist und indem die Patienten überzeugt werden, das Training während der Dialyse dem Training in einem ambulanten Rahmen vorzuziehen.

© 2005 Chartered Society of Physiotherapy. Published by Elsevier Ltd. All rights reserved.

Keywords: Exercise; Rehabilitation; Hospital haemodialysis; Chronic kidney disease

Einleitung

Dialysepatienten haben laut Literatur eine der höchsten Sterblichkeitsraten in Bezug auf kardiovaskuläre Krankheiten [1]. Die Rolle von körperlicher Bewegung, um kardiovaskuläre Krankheiten vorzubeugen, indem Risikofaktoren wie Fettleibigkeit, Bluthochdruck und erhöhter Cholesterinspiegel [2] gesenkt werden, ist weltweit akzeptiert. Es hat sich zudem gezeigt, dass körperliche Betätigung chronischen Krankheiten wie Osteoporose, Diabetes (Typ 2) und Depressionen vorbeugend wirken kann [2]. Bewegung wird normalerweise bei Patienten mit kardiologischen und pulmonologischen Krankheiten empfohlen und ist derzeit als Behandlungsmethode bei Patienten mit Nierenversagen im Endstadium (end-stage renal disease ESRD), eher unbekannt [3].

Dialysepatienten haben eine verminderte Bewegungsfähigkeit [4], sind weniger aktiv [5] und neigen zu stärkerer Muskelatrophie [5] im Vergleich zu ebenfalls untrainierten Personen aus der allgemeinen Bevölkerung im gleichen Alter und Geschlecht. Die Ursache für verminderte Bewegung wird durch mehrere Faktoren herbeigeführt, unter anderem durch Blutarmut, periphere Nerven-erkrankung (Neuropathie), urämische Muskelerkrankung (durch Harnvergiftung hervorgerufen, Blut im Urin), Störung des Stoffwechsels im Muskel, Gewebeschwund durch Bewegungsmangel, Störung des autonomen Nervensystems, falsche Ernährung und weitere damit verbundene Folgeerkrankungen [6]. Rekombinantes Erythropoietin (EPO – bekannt aus dem Radsport) erhöht den Hämoglobin Gehalt im Blut und verbessert die Belastbarkeit des Patienten, normalisiert diese aber nicht [7]. Daraus lässt sich folgern, dass Blutarmut nicht allein für eine schlechte Belastbarkeit verantwortlich ist [8].

Immer mehr Beweise, vor allem aus Amerika zeigen, dass Patienten mit Nierenversagen im Endstadium, von verstärkter

* Corresponding author. Tel.: +44 1387 241335; Fax: +44 1387 241361.
E-mail address: Chris.isles@nhs.net (C. Isles).

Bewegung profitieren. Bewegung während der Dialyse [9], an messen eingestuft. Alle Patienten kamen dreimal in der Woche zur Dialyse, so dass jeder Teilnehmer die Möglichkeit zu 24 Übungssitzungen hatte. Die Intensität der Übungssitzungen wurde individuell und der Lebensqualität zur Folge gehabt. Es ist ebenso bewiesen, dass Bewegung während der Dialyse dabei helfen kann die Wiedererhöhung des Harnstoffgehalts im Blut, der nach der Dialyse langsam wieder steigt, zu verlangsamen. Dies führt zu einer effektiveren Dialyse [12]. Wie auch immer, nur wenige Autoren haben eine Aufnahme und Weiterführung von Bewegung in Betracht gezogen.

Der Zweck dieser Studie war es, den Anteil an Patienten festzustellen, die von einem festgelegten Trainingsprogramm während der klinischen Hämodialyse profitieren könnten.

Methoden

Alle Hämodialysepatienten der Klinik in Dumfries wurden dazu eingeladen, an einem interdialytischen (während der Dialyse) Fahrradbewegungsprogramm teilzunehmen, im Zeitraum zwischen Juli und August 2003. Das Programm wurde durch einen Physiotherapeuten überwacht. Die Patienten, die interessiert waren, wurden durch den Physiotherapeuten und einen Nephrologen (Diagnostiker für Therapien bei Nierenerkrankungen) auf Tauglichkeit und medizinische Fitness untersucht und bewertet. Interdialytisches Radfahren hat sich als sichere Bewegungsform in den ersten 2 Stunden der Hämodialyse (bevor 3 Liter Flüssigkeit entzogen wurden) erwiesen [13]. Aus diesem Grund wurde das Bewegungsprogramm immer in den ersten 2 Stunden der Dialysesitzung durchgeführt. Die benutzten Geräte (RECK MOTOMed letto1, Medimotion Ltd, Pencader, Carmarthenshire, UK) wurden speziell an die Dialysebetten angepasst (siehe Bild 1) und konnten schnell wieder vom Patienten entfernt werden, falls sich Bluthochdruck oder andere Symptome einstellen sollten. Eine acht Wochen lange Studie wurde als ange-

Tabelle 1:

Basisdaten derer die trainiert haben und derer die es nicht getan haben

	mit Bewegung	ohne Bewegung
Anzahl	22	24
Durchschnittliches Alter	58 (18)	67 (10)
Männlich (%)	16 (73)	15 (63)
Diabetes Mellitus (%)	1 (4,5%)	6 (25%)
BMI (kg/m ²)	23,9 (5,0)	24,7 (5,5)
Anzahl von Komorbiditäten	1,3 (0,7)	2,1 (1,0)
Rate der Harnstoffsenkung (%)	70,6 (4,2)	69,8 (6,0)
Hämoglobin (g/l)	116 (14)	113 (13)
Albumin (g/l)	39 (3)	38 (4)
Monate bei der Dialyse	47,9 (45,9)	41,8 (34,6)
Anzahl der Patienten mit Beta-Blockern	10	8
Appetit-Skala (Maximum 15)	12,9 (3,8)	13,1 (2,6)

Die Zahlen in Klammern sind Standardabweichungen, außer es ist anders angegeben. Die Rate der Harnstoffsenkung ist wie folgt berechnet: Harnstoff Konzentration vor der Dialyse minus Harnstoff Konzentration nach der Dialyse geteilt durch die Konzentration vor der Dialyse. Zielwert ist $\geq 65\%$. Komorbiditäten waren vorhergegangene Herzinfarkte, chronische Lungenkrankheiten, Diabetes und rheumatische Arthritis.

Ergebnisse

Alle 49 Patienten, die sich in der Hämodialyse Anfang Juli 2003 in Dumfries befanden, wurden eingeladen an unserem Übungsprogramm teilzunehmen. Drei Patienten waren ungeeignet: einer verstarb während der Rekrutierungsphase, ein anderer

hat das Dialysezentrum gewechselt und einer wurde zu einer prä-tonealen Dialysestation (Bauchfell Dialyse) versetzt. Acht (17%) der verbliebenen Patienten waren nicht interessiert an Übungen während der Dialyse, auch nicht nachdem ihnen die Vorteile für die körperliche Befindlichkeit und der Lebensqualität verdeutlicht wurden. 16 (35%) Patienten hatten medizinische oder körperliche Probleme, die sie daran hinderten an dem Programm teilzunehmen, wie z.B. Amputationen der unteren Gliedmaßen. 22 (48%) der Patienten starteten das Übungsprogramm und gaben ihre Einwilligung. Jene die übten, waren jünger (durchschnittlich 58 Jahre gegenüber 67 Jahre), hatten weniger Begleiterkrankungen (1,2 gegenüber 2,1) und tendierten weniger dazu, an Diabetes zu erkranken (1/22 gegenüber 6/24), als jene die nicht an dem Übungsprogramm teilnahmen. Es waren keine weiteren wichtigen Unterschiede zwischen den beiden Gruppen am Anfang des Programms (s. Tabelle 1).

Die 22 Patienten, die das Programm angefangen haben, absolvierten 419 (79%) von 528 möglichen Übungseinheiten. Die häufigsten Gründe für das Nichtabsolvieren von Übungseinheiten, waren Müdigkeit (17mal benutzt von sechs Patienten) oder nicht-spezifisches Unwohlsein (19mal benutzt von vier Patienten). 18 der 22 (82%) Patienten beendeten mehr als die Hälfte der Übungseinheiten. Jene die während des Programms ausfielen taten dies, weil sie nicht länger trainieren wollten (n=1) oder weil eine Erkrankung dazwischen kam (n=3). Die Zeit, die am Gerät tretend verbracht wurde, variierte zwischen den einzelnen Patienten und hing von ihrem Fitnesszustand ab vor Beginn des Programms und rangierte zwischen 5-30 Minuten für die erste Übungseinheit. Die Zeit des aktiven Tretens nahm mit der Verbesserung der Fitness zu und erreichte am Ende des Programms eine Dauer von 20-60 Minuten. Die meisten Patienten schafften es, durchgehend zu

Tabelle 2:

Messungen vor und nach der Bewegungsübung in 16 Bereichen

	vorher	nacher	Unterschied (95% CI)	P Wert
Physische Parameter				
Zurückgelegte Gehstrecke (m)	298 (217)	389 (262)	91 (44,140)	< 0,001
Hämoglobin (g/l)	117 (15)	120 (16)	3 (-5,10)	0,53
BMI (kg/m ²)	24,2 (5)	25 (5)	0,8 (0,2, 1,4)	0,01
Rate der Harnstoffsenkung (%)	70,5 (4,7)	70,4 (5,9)	-0,1 (-2,6, 2,4)	0,92
Appetit-Skala (Maximum 15)	12,8 (4)	12,9 (2,7)	0,1 (-1,7, 1,9)	0,88
Albumin (g/l)	40,1 (2,6)	40,4 (3)	0,3 (-0,6, 1,1)	0,55
Harnstoff Konzentration vor der Dialyse (mmol/l)	22,4 (5,9)	22,3 (5,7)	-0,1 (-2,0, 1,9)	0,94
Lebensqualität (SF36)				
Veränderung der Gesundheit	50 (27,4)	54,7 (33,2)	4,7 (-12,5, 25,0)	0,68
Emotionale Einschränkung	41,6 (43)	25 (35,5)	16,6 (-50,0, 16,7)	0,21
Energie/Vitalität	39,1 (24,3)	47,2 (22,3)	1,6 (2,4, 15,0)	0,02
Generelles	44,6 (24,2)	46,2 (21)	1,6 (-8,5, 11,0)	0,78
Gesundheitsbewußtsein				
Mentale Gesundheit	64 (23,8)	71 (22,7)	7,0 (0,0, 14,0)	0,06
Schmerz	62,5 (31,9)	62,5 (24,6)	0,0 (-11,1, 11,1)	1,00
Körperfunktionen	44,1 (26,2)	46,3 (24,5)	2,2 (-2,5, 7,5)	0,63
Physische Einschränkungen	76,6 (37)	62,5 (42,8)	14,1 (-37,5, 0,0)	0,24
Soziale Wirkung	50 (35,6)	51,4 (33,2)	1,4 (-11,1, 16,7)	0,86

Hohe Werte sind besser als niedrige im SF(36) Fragebogen, außer emotionale Einschränkungen, physische Einschränkungen und Schmerz, bei denen niedrige Werte auf weniger emotionale und physische Einschränkungen und weniger Schmerz hinweisen. Die Unterschiede sind Mittel für physische Parameter und Grenzwerte für SF(36) Bereiche (die nicht normal verteilt waren).

treten. Zwei Patienten waren dazu nicht in der Lage und machten stattdessen Intervalltraining. 17 Patienten (das sind 77% von denen die angefangen haben und 38% von denen die tauglich waren) haben die Übung bis zum Ende der 8 Wochen durchgeführt.

16 Patienten, die vor und nach dem Programm untersucht wurden, zeigten eine verbesserte Gehfähigkeit von durchschnittlich 91m „mehr“ zurückgelegter Strecke (von 298 zu 389 m, $P < 0.001$), ohne dabei signifikante Änderungen am Hämoglobingehalt, Harnstoffreduktion oder Ernährungszustand festgestellt zu haben. Dies geschah anhand von einer Appetitskala, dem Harnstoffgehalt vor der Dialyse und dem Gehalt von Serum Albumin (Plasmaprotein). Es gab einen geringen aber signifikanten Anstieg beim Body Mass Index von 0,8, der jedoch eher auf eine Zunahme an Flüssigkeit zurückzuführen ist, als eine Zunahme von Muskelmasse. Es ist nämlich nicht unüblich, dass das Gewicht von Hämodialysepatienten zwischen den Dialysesitzungen durchaus um bis zu 5 Kg variieren kann. Eine signifikante Verbesserung bei der Vitalität und Energiebevorzugung konnte festgestellt werden beim SF36 ($P=0.017$), ebenso Verbesserungen im allgemeinen Gesundheitsempfinden und der geistigen Verfassung, die jedoch keinen signifikanten Wert vorweisen konnten. Sehr wahrscheinlich war dies auf den kleinen Rahmen des Programms zurückzuführen (s. Tabelle 2). Wir haben in 415 Übungseinheiten lediglich einen gegenteiligen Fall feststellen können: Ein 40 Jahre alter Mann hatte während einer Übungseinheit symptomatisch niedrigen Blutdruck, wobei die Blutreinigung an diesem Tag intensiver durchgeführt wurde als üblich.

16 der 22 Patienten fanden, dass sie von dem Programm profitiert haben und alle 22 Patienten waren für eine Weiterführung des Programms.

Diskussion

Das Hauptergebnis dieser Studie war, dass ca. 50% der klinischen Hämodialysepatienten, an einem Dialyse Bewegungsprogramm dreimal in der Woche interessiert und auch dazu in der Lage waren. Lediglich 80% derer, die das Programm angefangen haben (bzw. 40% derer die tauglich waren), waren motiviert genug, das Programm auch nach Ende der Studie weiterzuführen. Diejenigen, die das Programm weiter geführt haben, zeigten eine signifikante Verbesserung der Gehfähigkeit mit einer Entfernung von knapp 100 m beim Shuttle Walk Test. Die Verbesserung der Gehfähigkeit wurde mit einer Erhöhung des Wohlbefindens in Verbindung gesetzt, die mit Hilfe einer Lebens-Qualität-Skala gemessen wurde. Diese Tatsache hing wahrscheinlich mit der verbesserten körperlichen Fitness zusammen, dabei wurden während der 8 Wochen der Studie keine wichtigen Veränderungen im Hämoglobingehalt, am Ernährungszustand und an der Effektivität der Dialyse festgestellt.

Nach Einschätzung des Autors, ist das der erste Versuch, die Bereitschaft unter Hämodialysepatienten festzustellen, sich während der Dialyse einem Bewegungsprogramm zu unterziehen. In anderen Studien (mit einer anderen Bewegungsart), wurde von einer geringeren Bereitschaft so ein Programm anzufangen und auch zu beenden, berichtet. Aufgrund dessen kann die Abschlussrate von 38% nach acht Wochen Training, wie in dieser Studie, als Erfolg gewertet werden. Im Vergleich zu dieser Studie, beendeten in anderen Studien lediglich 28 von 120 (23%) Patienten mit Nierenversagen ein 12 Wochen Heimbewegungsprogramm [17]. Bei einer anderen Studie (drei Monate Dauer)

beendeten 16 von 177 (9%) Patienten das Bewegungsprogramm, bei der entweder vor oder während der Dialyse auf einem Fahrradergometer oder einem Laufband trainiert wurde [18]. Ebenfalls drei Monate dauerte eine Studie, in der Hämodialyse- und Peritonealdialysepatienten (Peritonealdialyse = Bauchfell-dialyse) ambulant, entweder auf einem Fahrrad, mit Freiübungen und/oder Walking oder Jogging sich bewegen sollten. Lediglich 7 von 174 Teilnehmern beendeten das Programm [19].

Der Erfolg dieser Studie ist wahrscheinlich zum Teil darauf zurückzuführen, dass während jeder Dialyseeinheit ein Physiotherapeut anwesend war, der nicht nur besser über die Ausführung der Bewegung bescheid wusste (als die Dialyseschwester), sondern auch besser mit den unvermeidlichen Skelettmuskelproblemen umgehen konnte, die während der Übung auftraten. Ohne die ständige Motivation und Ermutigung durch die Schwestern oder dem Physiotherapeuten, wären wahrscheinlich mehr Patienten während dieser Studie ausgestiegen. Ein weiterer Grund für die höhere Rate in dieser Studie, an Patientin die das Training anfangen und auch durchhielten, ist die Tatsache, dass die Patienten nur das Training während der Dialyse durchführen mussten. Was bedeutet, dass die Übungen nicht so viel Zeit in Anspruch genommen haben, wie z. B. bei einer ambulanten Studie oder einer bei der die Übungen zu Hause ausgeübt wurden. Patienten zu suchen, die während der Dialyse das Training absolvieren, ist ein vollkommen logischer Weg. Daul et al. [20] kam zu einer ähnlichen Erkenntnis in seiner Studie mit Trainingsprogrammen in Deutschland 2004. Weniger als 1% der Dialysepatienten in Deutschland nahmen Teil an einem ambulanten Rehabilitationsprogramm, wenn diese in einer Turnhalle stattfanden. In den 90igern wurden mindestens 500 Sporttherapeuten dazu ausgebildet, in der Rehabilitation von Patienten mit chronischem Nierenleiden zu arbeiten. 2004 schätzte Daul et al. [20], so wie auch in der vorliegenden Studie, dass ca. 50% aller Hämodialysepatienten in Deutschland an einem Training während der Dialyse interessiert sind und dass ca. 80% von denen (40% aller Dialysepatienten) sogar bereits während der Dialyse Übungen durchführen, unter Aufsicht von qualifizierten Therapeuten.

Wenn Übungen während der Dialyse ein effektiver Weg für eine Verbesserung der Fitness des Patienten ist, können wir dann auch sicher sein, dass es sicher ist? Moore et al. [13] haben die kardiovaskuläre Reaktion von stationärem, submaximalem Training (Tretbewegung), während der Hämodialyse an acht Patienten untersucht. Sie fanden heraus, dass bei einem Flüssigkeitsaustausch von 1356ml/Stunde, die acht teilnehmenden Patienten in der Lage waren, die ersten zwei Stunden der Dialyse zu trainieren, ohne dabei negative kardiovaskuläre Effekte zu erfahren. Nach drei Stunden Training, war bei drei der fünf Patienten eine Verringerung des Herzminutenvolumens, des Herzschlagvolumens und des durchschnittlichen arteriellen Drucks festgestellt worden. Daraus wurde geschlossen, dass ein Training während der ersten zwei Stunden der Dialyse sicher ist. Es hat sich auch gezeigt, dass Bewegungsübungen die Herzaktivität steigern und so die Empfänglichkeit für Herzrhythmusstörungen senken kann [10]. Das könnte bedeuten, dass Bewegung Fehlfunktionen des autonomen Nervensystems verbessert, welche durch Nierenversagen verursacht wurden. Aus diesem Grund wird die Wahrscheinlichkeit verringert, dass der Patient symptomatisch niedrigen Blutdruck während der Dialyse hat.

Als direkte Schlussfolgerung der Arbeit von Moore et al. [13], wurde die Übungszeit bei dieser Studie auf die ersten zwei Stunden der Dialyse bzw. die ersten drei Liter Flüssigkeitsaustausch beschränkt. Daher wurde in 415 Übungseinheiten lediglich

ein Fall von symptomatisch niedrigem Blutdruck festgestellt. Dieser eine Fall war ein besonders trainierter Patient aus der Gruppe, der regelmäßig sechs Wochen lang eine Stunde trainiert hat. An dem Tag an dem dieser Patient „zusammenbrach“, war sein Blutdruck höher als sonst. Sein Bluthochdruck wurde auf einen Überschuss an Flüssigkeit zurückgeführt und deshalb wurde seine Filtrationsrate von 600 auf 950 ml/Stunde erhöht. Nachträglich wurde eingesehen, dass sehr wahrscheinlich seine Filtrationsrate, die er während des Trainings verkraften konnte, überschritten wurde. Glücklicherweise bemerkte er rechtzeitig, dass er ohnmächtig kurz vor der Ohnmacht war und armierte das Personal, das sofort die richtigen Maßnahmen ergriff.

Diese Studie hat einige Einschränkungen. Erstens, hat diese Studie eine kleinere Probandengruppe als andere Studien. Wie auch immer, alle Teilnehmer des interdialytischen Programms wurden bewertet, auch die älteren und diese mit Begleiterkrankungen. Zweitens wurde nur eine Art von Übung angeboten. Die Einschätzung war jedoch, wie schon erwähnt, dass die Vorteile (von nur einer Übung) gegenüber den Nachteilen überwogen. Außerdem hat ein Physiotherapeut, mit Fachwissen in Sportmedizin, die Bewegungsprogramme entsprechend den Möglichkeiten der Patienten individuell zugeschnitten. Drittens, am Anfang der Studie wurde kein Probelauf des Shuttle-Walk-Tests (Gehtest) durchgeführt. Es scheint unwahrscheinlich, dass das Versäumnis einen Probelauf zu machen, daran schuld ist, dass beim zweiten Gehtest am Ende der Studie, Weiten von nur unter 100 Meter „mehr“ erreicht wurden. Viertens, der Gehtest und der SF36 Fragebogen wurden in unserer Dialyse Probandengruppe nicht bestätigt. Bei anderen Studien haben sich diese Tests bei Patienten mit Nierenversagen, als aussagekräftig, zuverlässig und ansprechend erwiesen [15,21]. Schlussendlich wurde vor Beginn dieser Studie keine Leistungsberechnung vorgenommen. Der Grund für diese Vorgehensweise ergab sich aus der Tatsache, dass primär diese Studie den Anteil teilnahme-williger Dialysepatienten ermitteln sollte und nicht inwieweit sie von den Übungen profitieren könnten.

Es kann gesagt werden, dass Bewegungsübungen zu einer wichtigen Komponente bei chronischen Erkrankungen geworden sind. Den Hämodialysepatienten ist gezeigt worden, dass sie von Bewegung während der Dialyse profitieren, trotzdem ist die Zahl derjenigen, die so ein Programm starten und auch weiterführen, sehr gering. Diese Studie mit Hämodialysepatienten aus Südwest Schottland zeigt, dass die Anzahl der Teilnehmer schon durch die Anwesenheit eines Physiotherapeuten und Ermittlung von geeigneten Patienten für Bewegungsübungen während der Dialyse, erhöht werden kann.

Danksagung

Der Autor dankt Harper Gilmour, dem Gesundheitsministerium, die Universität von Glasgow für statistische Hilfestellungen und Anne Bray für das Tippen des Manuskripts.

Referenzen

- [1] Muntner P, He J, Hamm L, Loria C, Whelton PK. Renal insufficiency and subsequent death from cardiovascular disease in the United States. *J Am Soc Nephrol* 2002;13:745–53.
- [2] Health Education Board for Scotland, The promotion of physical activity in Scotland: strategic statement; 2001. <http://www.hebs.scot.nhs.uk/>.
- [3] Millar B. Physical activity in end stage renal disease and renal transplantation. UpToDate; 2003. <http://www.uptodate.com/>. Painter P, Johansen K. A call to activity. *Adv Ren Replace Ther* 1999;6:107–9.
- [5] Johansen K, Chertow GM, Ng AV, Mulligan K, Carey S, Schoenfeld Y, et al. Physical activity levels in patients on haemodialysis and healthy sedentary controls. *Kidney Int* 2000;57:2564–70.
- [6] Kouidi E, Albani M, Natsis K, Megalopoulos A, Gigis P, Guiba-Tziampirl O, et al. The effects of exercise training on muscle atrophy in haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant* 2000;13:685–99.
- [7] McMahon L, McKenna MJ, Sangkabutra T, Mason K, Sostaric S, Skinner SL, et al. Physical performance and associated electrolyte changes after haemoglobin normalisation: a comparative study in haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant* 1999;14:1182–7.
- [8] Painter P, Moore G, Carlson L, Paul S, Myll J, Phillips W, et al. Effects of exercise training plus normalisation of haematocrit on exercise capacity and health related quality of life. *Am J Kidney Dis* 2002;39:257–65.
- [9] Mercer T, Crawford C, Gleeson N, Naish P. Low-volume exercise rehabilitation improves functional capacity and self-reported functional status of dialysis patients. *Am J Phys Med Rehabil* 2002;81:162–7.
- [10] Deligiannis A, Kouidi E, Tourantonis A. Effects of physical training on heart rate variability in patients on haemodialysis. *Am J Cardiol* 1999;84:197–201.
- [11] Tawney KW, Tawney PJ, Hladik G, Hogan SL, Falk RJ, Weaver C, et al. The life readiness programme: a physical rehabilitation programme for patients on haemodialysis. *Am J Kidney Dis* 2000;36:581–91.
- [12] Kong CH. Exercise for rebound reduction and rehabilitation in haemodialysis patients. *Dial Transplant* 2004;33:266–71.
- [13] Moore GE, Painter PL, Brinker KR, Stray-Gundersen J, Mitchell JH. Cardiovascular response to submaximal stationary cycling during haemodialysis. *Am J Kidney Dis* 1998;31:631–7.
- [14] Borg GA. Perceived exertion and pain scales. Champaign (IL): Human Kinetics; 1998.
- [15] Fitts SS, Guthrie MR. Six minute walk by people with chronic renal failure. Assessment of effort by perceived exertion. *Am J Phys Med Rehabil* 1995;74:54–8.
- [16] Tobin D, Thow M. The 10 metre shuttle walk test with Holter monitoring: an objective outcome measure for cardiac rehabilitation. *Coron Health Care* 1999;3:3–17.
- [17] Williams A, Stephens R, McKnight T, Dodd S. Factors affecting adherence of end-stage renal disease patients to an exercise programme. *Br J Sports Med* 1991;25:90–3.
- [18] Cappy CS, Jeblonka J, Schroeder ET. The effects of exercise during haemodialysis on physical performance and nutrition assessment. *J Renal Nutr* 1999;9:63–70.
- [19] Shalom R, Blumenthal JA, Williams RS, McMurray RG, Dennis VW. Feasibility and benefits of exercise training in patients on maintenance dialysis. *Kidney Int* 1984;25:958–63.
- [20] Daul AE, Schafers RF, Daul K, Philipp T. Exercise during haemodialysis. *Clin Nephrol* 2004;61(Suppl.):S26–30.
- [21] Mittal SK, Ahern L, Flaster E, Maesaka JK, Fishbain S. Self-assessed physical and mental function of haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant* 2001;16:1387–94.