

Original

Beneficios del ejercicio físico de baja intensidad durante la sesión de hemodiálisis en el paciente anciano

Vicent Esteve Simo^{a,b,*}, Anna Junqué Jiménez^b, Fátima Moreno Guzmán^b, José Carneiro Oliveira^b, Miquel Fulquet Nicolas^b, Mónica Pou Potau^b, Anna Saurina Sole^b, Verónica Duarte Gallego^b, Irati Tapia Gonzalez^b y Manel Ramirez de Arellano^b

^a Departamento de Medicina, Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), Terrassa, Barcelona, España

^b Servei de Nefrologia, Hospital de Terrassa, Consorci Sanitari Terrassa, Terrassa, Barcelona, España

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 16 de diciembre de 2014

Aceptado el 5 de marzo de 2015

On-line el 21 de julio de 2015

Palabras clave:

Ejercicio

Anciano

Hemodiálisis

RESUMEN

Introducción: Los pacientes ancianos constituyen un grupo en continuo crecimiento en los programas de hemodiálisis (HD). Estos se caracterizan por su elevada complejidad, dependencia y comorbilidad asociada. Múltiples beneficios del ejercicio físico en los pacientes en HD han sido descritos, si bien no han sido completamente evaluados en la población anciana.

Objetivos: Analizar el efecto de un programa adaptado de ejercicio físico intradiálisis sobre la fuerza muscular, la capacidad funcional y la calidad de vida relacionada con la salud en nuestros pacientes ancianos (>80 años) en HD.

Material y métodos: Estudio prospectivo unicéntrico no aleatorizado (12 semanas) con 2 grupos comparativos. El grupo ejercicio (E) incluía un programa de ejercicio físico adaptado mediante pelotas medicinales, pesas, bandas elásticas y cicloergómetros en las primeras 2 h de HD. El grupo control (C) recibía el cuidado habitual en HD. Analizamos: 1) Parámetros bioquímicos. 2) Fuerza de extensión máxima de cuádriceps (FEMQ) y «hand-grip» (HG). 3) Tests de capacidad funcional: «sit to stand to sit» (STS10) y «six-minutes walking test» (6MWT). 4) Sintomatología depresiva: inventario Beck (BDI). 5) Calidad de vida: EuroQol-5D (EQ-5D).

Resultados: Un total de 22 pacientes incluidos: 50% hombres. Edad media 83,2 años y 44,1 meses en HD. Charlson medio: 9,5. Principal etiología: DM (36,4%). Un total de 11 pacientes asignados al grupo E y 11 al grupo C. No se observaron efectos adversos relacionados. Al final del estudio, el grupo E presentó de forma global una mejoría en las pruebas realizadas (* $p < 0,05$): FEMQ $10,5 \pm 7,6$ vs. $12,9 \pm 10,1$ kg; HG* $16,6 \pm 8,7$ vs. $18,2 \pm 8,9$ kg; STS10* $29,9 \pm 10,6$ vs. $25 \pm 7,87$ sec; 6MWT* $14,6\%$, $234,4$ vs. $274,7$ m; BDI* $14,4 \pm 11,5$ vs. $11,7 \pm 10,8$ y EQ-5D $49 \pm 19,1$ vs. $59,5 \pm 20,3$. Estos cambios no se observaron en el grupo C al final del estudio. Del

* Autor para correspondencia: Servei de Nefrologia, Hospital de Terrassa. Consorci Sanitari Terrassa. Barcelona. Crta. Torrebonica s/n, 08227, Terrassa, Barcelona. Tel.: +937310007.

Correos electrónicos: vesteve@cst.cat, vestevesimo@gmail.com (V. Esteve Simo).

<http://dx.doi.org/10.1016/j.nefro.2015.03.006>

© 2015 The Authors. Publicado por Elsevier España, S.L.U. en nombre de Sociedad Española de Nefrología. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

mismo modo, el análisis entre grupos mostró una diferencia significativa para HG, FEMQ, STS10, 6MWT, BDI y EQ-5D. No observamos cambios relevantes en los datos bioquímicos ni antropométricos, en la medicación antidepressiva ni en los parámetros de adecuación dialítica a la finalización.

Conclusiones: 1) El programa adaptado de ejercicio físico intradiálisis mejoró la fuerza muscular, la capacidad funcional y la calidad de vida relacionada con la salud de nuestros pacientes ancianos en HD. 2) Aun en población anciana, nuestros resultados realzan los beneficios del ejercicio físico en los pacientes en HD. 3) Ante un paciente anciano en HD, merece la pena considerar la realización de ejercicio físico adaptado intradiálisis como una parte más del cuidado integral en HD.

© 2015 The Authors. Publicado por Elsevier España, S.L.U. en nombre de Sociedad Española de Nefrología. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Benefits of a low intensity exercise programme during haemodialysis sessions in elderly patients

A B S T R A C T

Keywords:
Exercise
Elderly
Haemodialysis

Background: Elderly patients on haemodialysis (HD) are a steadily increasing group. They show a high complexity, dependency and comorbidity. Multiple benefits from exercise in HD patients have been reported; however, they have not been specifically evaluated in an elderly population.

Objective: To assess the effect of an adapted low intensity intradialytic exercise programme on muscle strength, functional capacity and health-related quality of life in our elderly patients (> 80 years) on HD.

Material and methods: HD patients were non-randomly assigned to an exercise training group (E) or a control group (C) in a 12-week single-centre prospective study. E included a combined exercise programme using balls, weights, elastic bands and cycle movements in the first 2 hours of HD sessions. C group patients received standard HD care. Endpoints were: 1) main biochemical data; 2) maximum quadriceps length strength (MQLS) and hand-grip (HG); 3) functional capacity tests: "Sit to stand to sit" (STS10) and "six-minutes walking test" (6MWT); 4) Beck Depressive Inventory (BDI); and 5) Health-related quality of life questionnaire: EuroQol-5D (EQ-5D).

Results: A total of 22 patients were included (50% men). Mean age was 83.2 years; patients had received HD for 44.1 month. Charlson index was 9.5. Main aetiology was diabetes mellitus (36.4%). Eleven patients were assigned to E group and 11 to C group. No related adverse effects were observed. At the end of the study, E group showed an overall improvement in tests (*P<.05): MQLS 10.5 ± 7.6 vs. 12.9 ± 10.1 kg, HG* 16.6 ± 8.7 vs. 18.2 ± 8.9 kg, STS10* 29.9 ± 10.6 vs. 25 ± 7.87 sec, 6MWT* 14.6%, 234.4 vs. 274.7 m, BDI* 14.4 ± 11.5 vs. 11.7 ± 10.8 and EQ-5D 49 ± 19.1 vs. 59.5 ± 20.3. No similar changes were observed in C group. Significant differences between groups were also found for HG, MQLS, STS10, 6MWT, BDI and EQ-5D. No significant changes were found in biochemical and anthropometric data, antidepressant treatment or suitable dialysis parameters at the end of the study.

Conclusions: 1) An adapted low intensity exercise programme improved muscle strength, functional capacity and health-related quality of life in our elderly patients on HD. 2) Our results highlight the benefits from exercise in HD patients even in this elderly population. 3) In elderly patients on HD, it is worth considering an adapted low intensity intradialytic exercise programme as a part of a comprehensive care.

© 2015 The Authors. Published by Elsevier España, S.L.U. on behalf of Sociedad Española de Nefrología. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

El incremento en la esperanza de vida debido, entre otros, a los avances de las ciencias médicas y a la mejoría en la calidad de vida, junto con la baja tasa de natalidad fundamentalmente

en los países desarrollados, han contribuido en los últimos tiempos a un continuo crecimiento en el porcentaje de personas mayores y a un envejecimiento de la población mundial¹. Este envejecimiento poblacional no podía ser diferente en el ámbito de la nefrología²⁻⁵. El mejor conocimiento y prevención de la enfermedad renal, la corrección de la anemia, los avances

en el manejo del hiperparatiroidismo secundario, las nuevas alternativas terapéuticas así como el rápido y continuo desarrollo tecnológico en las técnicas de hemodiálisis (HD), son algunos de los factores que han llevado en los últimos años a mejorar la sintomatología del paciente urémico e, incluso, a aumentar su supervivencia⁶⁻⁹. De esta manera, mientras en la década de los setenta, un paciente en diálisis era considerado anciano con una edad superior a 65 años, en la actualidad este término es utilizado en aquellos pacientes con edades superiores a 75 u 80 años de edad^{4,10,11}. Con todas estas premisas, no es difícil de entender el incremento progresivo de la población anciana en programas de HD, que se caracterizará, entre otros factores, por su elevada complejidad, una peor respuesta a los tratamientos prescritos, un alto grado de dependencia y gran comorbilidad asociada¹²⁻¹⁵.

Un aspecto de extraordinaria importancia en los pacientes en terapia sustitutiva renal es la disminución de la capacidad física conforme avanza la permanencia en HD. La edad avanzada, la elevada comorbilidad asociada, la neuropatía y miopatía urémica, el catabolismo proteico alterado, la anemia así como el obligado sedentarismo del tratamiento sustitutivo renal conducen, entre otros, a la aparición de diversos síntomas musculares que limitan su capacidad física diaria y su calidad de vida^{14,16,17}. Por estos motivos, uno de los aspectos fundamentales en el cuidado del paciente renal debería ser proporcionar una adecuada rehabilitación física de cara a preservar la capacidad funcional y evitar la dependencia, que se caracterizará por la necesidad de asistencia para la realización de las actividades cotidianas¹⁸⁻²⁰.

En las últimas décadas, se han publicado en la literatura numerosos estudios acerca de los diversos programas de ejercicio físico en los pacientes renales en HD, mostrando la gran mayoría de estos efectos beneficiosos del ejercicio tanto a nivel fisiológico, como funcional o psicológico^{21,22}. Los pacientes ancianos en HD, en algunas ocasiones, son incapaces de realizar los programas de ejercicio de forma segura y satisfactoria, provocando lesiones musculares y un elevado número de abandonos. Recientemente resultan de gran interés los programas de ejercicio físico de baja intensidad adaptados a las características de cada paciente, con resultados beneficiosos similares a los descritos con las pautas habituales; aunque en la actualidad todavía son escasos y limitados los estudios publicados en la literatura²³⁻²⁶.

Ante el incremento progresivo de la población anciana en programas de HD y la ausencia en nuestro país de programas rutinarios de ejercicio físico establecidos en los pacientes en HD, pensamos que resultaría interesante evaluar la fuerza muscular, la capacidad funcional y la calidad de vida relacionada con la salud tras la introducción de un programa de ejercicio físico de baja intensidad adaptado en los pacientes ancianos (>80 años) en tratamiento sustitutivo renal en nuestra unidad de HD, con la finalidad de enlentecer el efecto adverso de la terapia sustitutiva renal sobre el tejido muscular en estos pacientes de por sí ya afectados en gran medida.

Material y métodos

Entre los meses de noviembre de 2012 y enero de 2013, se realizó un estudio unicéntrico prospectivo de 12 semanas de

duración aprobado por el Comité Ético de nuestra institución y realizado de acuerdo con las normas de la Declaración de Helsinki para observar el efecto de un programa adaptado de ejercicio físico intradiálisis sobre la fuerza muscular, la capacidad funcional, la sintomatología depresiva y la calidad de vida relacionada con la salud de nuestros pacientes ancianos en HD.

El programa de HD periódica de nuestro hospital incluía a 63 pacientes, distribuidos en 6 grupos de número similar que realizan sesiones de 4 h de duración en días alternos en horarios de mañana, mediodía y tarde. El programa adaptado de ejercicio físico fue realizado por nuestro personal de enfermería, ya que no se disponía de recursos específicos destinados para ello. Dado que su realización conllevaba un incremento de la carga asistencial diaria, para garantizar unas sesiones de HD adecuadas y seguras, los pacientes incluidos en el horario de mediodía fueron asignados al grupo control (C); ya que en esta franja horaria se añadía la mayor parte de la actividad asistencial de los pacientes hospitalizados que requerían terapia renal (paciente en situación clínica aguda, HD en área de cuidados críticos, cateterización vascular...). Los pacientes incluidos en horario de mañana y tarde fueron asignados al grupo ejercicio (E), al considerar que la actividad diaria hospitalaria era menor en estos horarios y podría ser asumida por nuestro personal.

Como criterios de inclusión se establecieron: otorgar el consentimiento informado, edad igual o superior a 80 años, HD periódica en nuestro hospital superior a 3 meses y estabilidad clínica y hemodinámica en los últimos 3 meses. Por otra parte, los criterios de exclusión establecidos fueron: evento cardiovascular reciente (cardiopatía isquémica, AVC, bypass coronario...), imposibilidad física manifiesta, hipotensión habitual sintomática (TA < 90/70) en las sesiones de HD habituales y no otorgar el consentimiento informado por escrito.

Coincidiendo con las visitas médicas trimestrales programadas de forma habitual en nuestros pacientes se analizaron, en los días de no diálisis, una serie de variables tanto al inicio como al final del estudio.

Variables demográficas, medidas antropométricas y datos bioquímicos

Las variables demográficas incluían la edad, el sexo, la etiología renal, el índice de comorbilidad de Charlson y tiempo de permanencia en HD. Del mismo modo, se recogieron los principales datos bioquímicos y parámetros de adecuación de HD (Kt/V Daugirdas 2.^a generación).

Junto a estas variables, se tomaron medidas del tono muscular de los grupos musculares bíceps humerales y cuádriceps de ambas extremidades, estimando el diámetro muscular mediante centimetría, con una cinta flexible e inextensible y expresada en cm sin comprimir los tejidos blandos de la zona en su posición anatómica de referencia²⁷.

Fuerza muscular y capacidad funcional

Para la valoración de la fuerza muscular de las extremidades superiores se utilizó un dinamómetro homologado tipo Jamar

(Hand-grip dynamometer) (HG) en el brazo dominante. Se realizó con el sujeto sentado, con el hombro en rotación neutra, codo flexionado a 90° y el antebrazo en una posición neutra. Se le entregó el dinamómetro en ambos brazos indicándole que hiciera la mayor fuerza posible sin apoyar el brazo en el cuerpo. El brazo que presentó una mayor fuerza fue considerado como brazo dominante²⁸.

Para la valoración de la fuerza muscular en extremidades inferiores se utilizó un dinamómetro de tracción homologado tipo Kern (Kern CH50 50KG dynamometer). Se estimó la fuerza máxima de extensión de los músculos cuádriceps (FEMQ) de la pierna izquierda. El paciente permanecía sentado en una silla fija de tal forma que la espalda quedaba apoyada en el respaldo y la cadera y la rodilla a 90°. En esta posición se colocaba una cincha de sujeción inextensible a la altura del tercio distal de la tibia y se le pedía al sujeto que hiciera la mayor fuerza posible para realizar la extensión de la extremidad sin agarrarse con los brazos a la silla²⁹.

Los resultados obtenidos tanto en las variables antropométricas como de fuerza muscular, representan la media de 3 medidas consecutivas con un intervalo de 15 segundos realizadas por el mismo profesional a fin de evitar posibles errores en la medición.

Las pruebas utilizadas para la valoración de la capacidad funcional fueron el test de los 6 min de la marcha (6MWT) y el test STS10 (sit to stand to sit 10)^{30,31}. El test 6MWT se realizó con monitorización de las constantes habituales y la saturación de oxígeno mediante pulsioximetría. Consistía en evaluar la máxima distancia recorrida durante un período de 6 min a ritmo activo. Transcurrido el tiempo de la prueba se registraba la distancia total recorrida mediante un odómetro homologado. El test STS10 consistía en levantarse y volverse a sentar durante 10 veces consecutivas lo más rápido posible; partiendo de una posición sentada con los brazos pegados al pecho. Se anotaba el tiempo en segundos que se tardaba en realizar el ejercicio.

Sintomatología depresiva y calidad de vida

La sintomatología depresiva se valoró mediante el inventario de Beck (BDI)³². Es un cuestionario autoadministrado de 21 preguntas de respuesta múltiple elaborado para detectar la presencia de depresión y estimar su gravedad mediante la evaluación de un amplio espectro de síntomas depresivos (psicológicos, cognitivos y somáticos). El rango de puntuación obtenida va de 0 a 63 puntos. Los valores hasta 10 puntos son considerados normales. De forma global: a mayor puntuación, mayor gravedad en la intensidad de depresión.

La calidad de vida fue estimada mediante el cuestionario de salud homologado EuroQol-5D (EQ-5D) dada su simplicidad y facilidad de aplicación³³. La primera parte contenía 5 dimensiones de salud (movilidad, cuidado personal, actividades cotidianas, dolor/malestar y ansiedad/depresión) y cada una de ellas tenía 3 niveles de gravedad. En esta parte del cuestionario el paciente debía marcar el nivel de gravedad correspondiente a su estado de salud en cada una de las dimensiones referido al mismo día en que se cumplimentaba el cuestionario. Los niveles de gravedad se puntuaban con un 1 (no se tiene problemas), 2 (algunos o moderados problemas) y 3 (muchos problemas). La segunda parte del EQ-5D era una

escala visual que iba de 0 (peor estado de salud) a 100 (mejor estado de salud). En ella el paciente debía marcar el punto que mejor reflejaba la valoración de su estado de salud global en el día en que rellenaba el cuestionario.

Programa de ejercicio físico adaptado intradiálisis

El programa de adaptado ejercicio físico era supervisado y dirigido por nuestro personal de enfermería y previamente había sido consensuado con el Servicio de Rehabilitación de nuestro centro. Se realizaba en las 2 primeras horas de la sesión de HD, con una duración aproximada de 45-50 min y únicamente durante 2 sesiones semanales. Antes y después de la realización de ejercicio, todos los pacientes eran monitorizados mediante la toma de constantes vitales básicas (tensión arterial, temperatura, frecuencia cardíaca y saturación de oxígeno basal). Durante la sesión de HD, tras un breve período de calentamiento, se trabajaban de forma específica la capacidad anaeróbica, coordinación y flexibilidad en diferentes grupos musculares de aquellas extremidades sin acceso vascular funcionante mediante cintas elásticas de resistencia, balones medicinales, pelotas de contracción, tobilleras con peso añadido, mancuernas y pesas lastradas diversas. Para trabajar la capacidad aeróbica se utilizaron unos cicloergómetros eléctricos (modelo Jocca®) colocados a los pies del paciente. De forma progresiva se adaptó la intensidad (40-50-60 rpm) y duración (3-6-9-12-15 min) de los cicloergómetros de forma individualizada. Se recogieron el promedio de revoluciones por minutos (rpm), el número de vueltas realizadas y el tiempo medio del uso de cicloergómetros.

Todos los ejercicios eran adaptados a cada paciente según su complejidad, dependencia y comorbilidad asociada y se ajustaban a la posición que el paciente tenía durante la sesión de HD, intentando realizar el mayor número de repeticiones posibles y variedad de ejercicios en cada sesión de HD, a fin de evitar la monotonía y mantener una motivación constante a lo largo del estudio. La intensidad del ejercicio se ajustaba a juicio clínico del personal de enfermería así como en función del número de repeticiones en la flexo-extensión completa con pesas lastradas en el brazo dominante y la abducción completa de las rodillas con cintas de resistencia realizadas durante un minuto evaluadas de forma mensual. Del mismo modo, se elaboró una hoja de monitorización de ejercicios para controlar el tipo, duración e intensidad del ejercicio realizado; para anotar la aparición de efectos adversos relacionados con el ejercicio (hipotensión clínica sintomática, síntomas musculares severos: dolor, fatiga o calambres musculares; trastornos del ritmo cardíaco o eventos cardiovasculares: síndrome coronario agudo o accidente cerebrovascular) y el número de abandonos.

El análisis estadístico se realizó con el programa SPSS versión 18.0 (SPSS Inc, Chicago, IL, EE. UU.). Las variables cuantitativas se expresaron mediante la media y desviación estándar. Las variables cualitativas, mediante porcentaje. La comparación de los datos cuantitativos del mismo grupo se realizó mediante el test de Wilcoxon para variables relacionadas no paramétricas y los datos cualitativos mediante el test de McNemar, considerando significación estadística aquellas relaciones con un valor de $p \leq 0,05$. La comparación de las principales variables cuantitativas entre los grupos de estudio

Tabla 1 – Datos demográficos, comorbilidad y principal etiología de la enfermedad renal

	Grupo E	Grupo C	p
Edad (años)	83,9 ± 3,9	82,4 ± 4,6	0,436
Tiempo HD (meses)	37,3 ± 27,6	50,9 ± 81,2	0,607
Sexo (% hombres)	36	64	0,219
Índice Charlson	9,7 ± 1,1	9,3 ± 1,4	0,486
HTA (%)	9,1	18,2	0,364
DM (%)	45,5	27,3	0,562
IMC	25,8 ± 3,2	27,1 ± 3,7	0,375

Grupo E: n = 11 y C n = 11 al inicio del estudio.

C: control; DM: diabetes mellitus; E: ejercicio; HTA: hipertensión arterial; IMC: índice masa corporal.

Significación estadística: *p < 0,05.

se realizó mediante el test estadístico no paramétrico U de Mann Whitney, considerando significación estadística aquellas relaciones con un valor de $p \leq 0,05$.

Resultados

Se analizó a 63 pacientes en programa de HD en nuestra unidad. De ellos, 22 pacientes que superaron los criterios establecidos fueron incluidos: 11 fueron asignados al grupo E y 11 al grupo C. Un 50% eran hombres, con una edad media de $83,2 \pm 4,2$ años y un tiempo medio de permanencia en HD de $44,1 \pm 59,6$ meses. El índice de Charlson medio fue de $9,5 \pm 1,2$. Las etiologías de la insuficiencia renal crónica fueron: diabetes mellitus (36,4%), enfermedad renal no filiada (18,2%), hipertensión (13,6%), poliquistosis renal (9,1%), pielonefritis crónica (4,5%), enfermedad glomerular (4,5%) y otros (13,6%).

No se encontraron diferencias significativas entre los grupos de estudio con relación a los datos demográficos, comorbilidad y principal etiología de la enfermedad renal (tabla 1) al inicio del estudio. Tampoco se encontraron diferencias significativas entre los grupos estudiados con relación a las variables de tono muscular, principales datos bioquímicos y parámetros de adecuación de diálisis (tabla 2) tras la realización del ejercicio físico. No se realizaron modificaciones en la dosis media de agentes eritropoyéticos ni en el tratamiento con vitamina D nativa (calcifediol 0,266 mg/mensual) prescrita de forma habitual en ninguno de nuestros pacientes a lo largo del estudio ($30,9 \pm 11,6$ vs. $28,8 \pm 10,4$ mcg darbopoyetina/semana; 58,7 vs. 56,4% pacientes tratados con vitamina D para los grupo E y C respectivamente durante el estudio).

La tabla 3 muestra los resultados relativos a la valoración de la fuerza muscular y de la capacidad funcional. Tras la realización del programa de ejercicio físico adaptado intradiálisis observamos una mejoría significativa en la fuerza muscular estimada mediante el HG para el grupo E ($16,6 \pm 8,7$ vs. $18,2 \pm 8,9$ kg; $p = 0,019$) así como un deterioro significativo en el grupo C ($19,9 \pm 9,4$ vs. $18,3 \pm 10,6$ kg; $p = 0,011$). En cuanto a la valoración de la fuerza muscular de las extremidades inferiores mediante FEMQ, observamos una mejoría en el grupo E al finalizar el estudio ($10,5 \pm 7,6$ vs. $12,9 \pm 10,1$ kg; $p = 0,061$) aunque no se alcanzó la significación estadística preestablecida. No observamos cambios relevantes en la FEMQ en el grupo C ($11,9 \pm 7,5$ vs. $10,3 \pm 5,6$ kg; $p = 0,442$). En cuanto a los tests funcionales, observamos un incremento significativo tanto en la distancia recorrida (40,3 m) en el 6MWT (14,6%, $234,4 \pm 117,7$ vs. $274,7 \pm 144,9$ m; $p = 0,004$), así como un menor tiempo de

realización del STS10 ($29,9 \pm 10,6$ vs. $25 \pm 7,8$ seg; $p = 0,004$) en el grupo E al finalizar el estudio. No observamos cambios relevantes en ninguno de estos test funcionales en el grupo C. En la valoración mensual de los pacientes para adaptar la intensidad del ejercicio de forma global observamos una mejoría en el promedio del número de repeticiones en el brazo dominante y en la abducción completa de las rodillas, en el tiempo medio de uso de los cicloergómetros, las revoluciones por minuto (rpm) y el número de vueltas realizadas (grupo E). No se observaron abandonos ni aparición de efectos adversos relacionados con el ejercicio tras la finalización del estudio.

La tabla 4 muestra los resultados de la sintomatología depresiva y la calidad de vida. En cuanto a la sintomatología depresiva, los pacientes del grupo E refirieron una mejoría significativa de su estado de ánimo ($14,4 \pm 11,5$ vs. $11,7 \pm 10,8$; $p = 0,048$) al finalizar el estudio, mientras que los pacientes del grupo C no refirieron cambios. No se realizaron modificaciones en la medicación antidepressiva prescrita de forma habitual en ninguno de nuestros pacientes a lo largo del estudio (30 vs. 22% ansiolíticos, 30 vs. 24% antidepressivos y 7 vs. 14% hipnóticos para los grupo E y C respectivamente durante el estudio). Con relación a la calidad de vida no observamos cambios relevantes en las distintas dimensiones del EQ-5D en ninguno de los grupos de estudio al finalizar el programa de ejercicio adaptado. No obstante, en el grupo E observamos una mejoría en la dimensión de realización de las actividades cotidianas, aunque no alcanzó la significación estadística. Del mismo modo, observamos una mejoría significativa en la valoración del estado de salud global del EQ-5D mediante la escala visual ($49 \pm 19,1$ vs. $59,5 \pm 20,3$; $p = 0,049$) en el grupo E al finalizar el estudio. Estos últimos resultados no se observaron en el grupo C.

La tabla 5 muestra los resultados del análisis comparativo de la diferencia de las medias de las principales variables entre los grupos de estudio. Se evidenció una diferencia significativa para HG ($1,6 \pm 1,9$ vs. $-1,6 \pm 1,7$ kg; $p = 0,001$), FEMQ ($2,4 \pm 3,8$ vs. $-1,6 \pm 6,7$ kg; $p = 0,045$), STS10 ($-4,9 \pm 3,7$ vs. $1,9 \pm 5,2$ seg; $p = 0,003$), 6MWT ($40,3 \pm 43,2$ vs. $-3,1 \pm 39,6$ m; $p = 0,014$), sintomatología depresiva ($-2,6 \pm 3,9$ vs. $1,1 \pm 3,5$; $p = 0,050$) y escala visual de salud del EQ-5D ($10,5 \pm 16,1$ vs. $-6,1 \pm 14,5$; $p = 0,032$) para los grupos E y C respectivamente.

Discusión

En los últimos tiempos, estamos asistiendo a un incremento progresivo de los pacientes ancianos en los diversos

Tabla 2 – Datos antropométricos, parámetros bioquímicos y adecuación de diálisis

	Grupo E (n = 11)			Grupo C (n = 11)		
	Inicio	Final	*p	Inicio	Final	*p
Datos antropométricos						
<i>Tono muscular de EESS (cm)</i>						
Bíceps D	30,5 ± 3,2	30,1 ± 3,1	0,763	28,7 ± 4,6	28,3 ± 3,8	0,648
Bíceps I	30,2 ± 3,4	29,8 ± 3,2	0,692	28,1 ± 4,2	27,9 ± 4,3	0,823
<i>Tono muscular de EEII (cm)</i>						
Cuádriceps D	50,4 ± 4,3	49,7 ± 3,3	0,778	47,9 ± 5,8	47,5 ± 6,1	0,711
Cuádriceps I	50,7 ± 3,9	49,8 ± 3,5	0,842	46,9 ± 5,8	45,7 ± 6,6	0,170
Datos bioquímicos						
Glucosa (mg/dl)	153,2 ± 62,3	158,6 ± 75,4	0,863	152,2 ± 45,1	161 ± 33,1	0,350
Creatinina (mg/dl)	7,3 ± 2,1	7,6 ± 2,1	0,237	6,8 ± 1,8	6,5 ± 1,6	0,208
K (mEq/l)	5,3 ± 0,7	5,6 ± 0,8	0,726	4,9 ± 0,7	4,9 ± 0,9	0,964
Ca (mg/dl)	8,8 ± 0,8	9,1 ± 0,2	0,119	9,2 ± 3,2	9,1 ± 0,3	0,836
P (mg/dl)	4,4 ± 1,2	4,3 ± 1,2	0,831	4,1 ± 1,4	4,2 ± 0,8	0,677
i-PTH (pg/ml)	224,5 ± 133,4	203,9 ± 118,6	0,872	169,3 ± 72,4	195,1 ± 112,5	0,572
25-OH VitD (ng/ml)	49,4 ± 36,7	46,9 ± 21,8	0,468	35,2 ± 30,2	35,6 ± 20,7	0,786
Parámetros nutricionales						
Albúmina (g/dL)	3,8 ± 0,3	3,9 ± 0,3	0,440	3,8 ± 0,3	3,9 ± 0,3	0,363
Prealbúmina (mg/dl)	33,7 ± 8,2	33,2 ± 9,3	0,789	29,3 ± 7,6	32,1 ± 9,5	0,750
Colest total (mg/dl)	149,6 ± 32,2	150,4 ± 37,1	0,846	164,4 ± 40,4	156,2 ± 33,5	0,751
Colest HDL (mg/dl)	41,2 ± 9,2	43,6 ± 10,1	0,697	45,6 ± 10,4	44,6 ± 11,6	0,423
Colest LDL (mg/dl)	92,6 ± 23,2	90,2 ± 21,9	0,597	90,8 ± 26,4	88,6 ± 31,6	0,623
Triglicéridos (mg/dl)	180,2 ± 98,5	169,6 ± 99,7	0,524	160,2 ± 77,1	154,2 ± 73,4	0,797
Datos del hemograma						
Hemoglobina (g/dl)	10,9 ± 1,1	11,2 ± 1,4	0,532	10,8 ± 1,2	11,9 ± 1,1	0,280
Ferritina (ng/mL)	416,5 ± 173,5	377,8 ± 198,8	0,720	482,9 ± 293,1	331,4 ± 187,1	0,469
Adecuación de diálisis						
Dosis diálisis (Kt/V)	1,66 ± 0,4	1,62 ± 0,7	0,614	1,63 ± 0,5	1,65 ± 0,6	0,712

Grupo E: n = 11 y C n = 11. Inicio vs. final del estudio.

C: control; Ca: calcio; Colest: colesterol; D: derecho; E: ejercicio; EEII: extremidades inferiores; EESS: extremidades superiores; HDL: lipoproteínas de alta densidad; i-PTH: hormona paratiroidea intacta; I: izquierdo; K: potasio; Kt/V: método 2.ª generación Daurgirdas; LDL: lipoproteínas de baja densidad; P: fósforo; VitD: vitamina D.

Significación estadística: *p < 0,05.

Tabla 3 – Valoración de la fuerza muscular, capacidad funcional e intensidad de ejercicio (mensual)

	Grupo E (n = 11)			Grupo C (n = 11)		
	Inicio	Final	*p	Inicio	Final	*p
Fuerza muscular						
HG (kg)	16,6 ± 8,7	18,2 ± 8,9	0,019*	19,9 ± 9,4	18,3 ± 10,6	0,011*
FEMQ (kg)	10,5 ± 7,6	12,9 ± 10,1	0,061	11,9 ± 7,5	10,3 ± 5,6	0,442
Test de capacidad funcional						
6MWT (m)	234,4 ± 117,7	274,7 ± 144,9	0,004*	213,9 ± 104,4	210,8 ± 126,5	0,801
STS10 (seg)	29,9 ± 10,6	25 ± 7,8	0,004*	44 ± 14,2	45,9 ± 13,8	0,265
Valoración mensual: intensidad del ejercicio						
Rep Flex-Ext brazo (n)	34,7 ± 9,2	35,5 ± 14,8	0,878	-	-	
Rep Abducc rodilla (n)	24,4 ± 6,8	34,1 ± 15,7	0,045*	-	-	
Tiempo ciclos (min)	8,2 ± 5,3	14,6 ± 9,1	0,011*	-	-	
RPM (n)	29 ± 11,1	46 ± 24,5	0,022*	-	-	
Vueltas completadas (n)	252,8 ± 195,6	920,9 ± 426,2	0,001*	-	-	

Grupo E: n = 11 y C n = 11. Inicio vs. final del estudio.

6MWT: test de la marcha 6 min; Abducc: abducción completa; C: control; E: ejercicio; Ext: extensión; FEMQ: fuerza de extensión máxima del cuádriceps; Flex: flexión; HG: hand grip del brazo dominante; m: metros; min: min; n: número; Rep: repeticiones; RPM: revoluciones por minuto; seg: segundos; STS10: test sit to stand to sit 10.

Significación estadística: *p < 0,05.

Tabla 4 – Calidad de vida (EuroQoL-5D) y sintomatología depresiva (Cuestionario de Beck)

	Grupo E (n=11)			Grupo C (n=11)		
	Inicio	Final	p	Inicio	Final	p
<i>Calidad de vida (EuroQoL-5D)</i>						
Movilidad	1,81 ± 0,4	1,81 ± 0,4	0,999	1,88 ± 0,6	1,77 ± 0,4	0,347
Cuidado personal	1,81 ± 0,9	1,91 ± 0,7	0,678	1,22 ± 0,6	1,44 ± 0,7	0,169
Actividades cotidianas	2,32 ± 0,6	1,99 ± 0,6	0,081	1,88 ± 0,6	1,89 ± 0,9	0,999
Dolor/malestar	1,92 ± 0,7	1,91 ± 0,6	0,999	2,11 ± 0,6	2,11 ± 0,6	0,999
Ansiedad/depresión	1,61 ± 0,8	1,41 ± 0,5	0,168	1,66 ± 0,8	1,77 ± 0,8	0,594
Escala visual salud	49 ± 19,1	59,5 ± 20,3	0,049	58,8 ± 31,4	52,7 ± 31,3	0,243
Síntomas depresivos (Beck)	14,4 ± 11,5	11,7 ± 10,8	0,048	14,1 ± 13,6	15,1 ± 15,6	0,368

Grupo E: n = 11 y C n = 11. Inicio vs. final del estudio.

Análisis EuroQoL-5D por dimensiones (movilidad, cuidado personal, actividades cotidianas, dolor/malestar y ansiedad/depresión) y valoración global mediante escala visual salud.

C: control; E: ejercicio.

Significación estadística: *p < 0,05.

programas de tratamiento sustitutivo renal, fundamentalmente mediante HD^{3,13}. Los novedosos avances en el tratamiento de la enfermedad renal y el desarrollo de nuevas técnicas de HD han conseguido mejorar la sintomatología urémica y la expectativa de vida de estos pacientes^{6,11}. Así pues, en los próximos años no será infrecuente encontrar en las unidades de HD un mayor número de pacientes con edad avanzada caracterizados por una elevada comorbilidad y complejidad, una gran dependencia para la realización de las actividades diarias derivada de una condición física deteriorada relacionada con el sedentarismo del propio tratamiento sustitutivo renal y una escasa calidad de vida^{12,20}.

En las últimas décadas, diversos estudios han sido publicados con relación a la mejora de la capacidad funcional y calidad de vida relacionada con la salud de los pacientes renales tras la realización de ejercicio físico. La mayor parte de estos estudios reportan efectos beneficiosos del ejercicio físico a nivel de capacidad funcional, psicológico y de calidad de vida relacionada con la salud^{21,22}. Recientemente se han publicado diversos estudios con programas de ejercicio de baja intensidad adaptados a las características de los propios pacientes²³⁻²⁶, ya que algunos de estos no podían ser realizados de forma segura y satisfactoria, dado que provocaban algunas lesiones musculares, eventos cardiovasculares adversos y un elevado número de abandonos. Mercer et al.²³ observaron una mejoría de la capacidad funcional y en la realización de las actividades de la vida cotidiana tras un

programa de ejercicio físico de baja intensidad combinado (aeróbica y fuerza) de 12 semanas de duración en 22 pacientes en HD. Idénticos resultados fueron observados por van Vilsteren et al.²⁴ tras un programa de ejercicio de predominio aeróbico de 12 semanas de duración en 96 pacientes en HD así como por Chen et al.²⁵ tras un programa exclusivo de fuerza-resistencia de baja intensidad en ambas extremidades inferiores de 48 semanas de duración en un estudio con 50 pacientes en HD. En el único trabajo nacional publicado hasta la actualidad, Segura et al.²⁶ evidenciaron en 27 pacientes en programa de HD aleatorizados en 2 grupos comparativos a un programa de fuerza resistencia o a un programa de baja intensidad de predominio aeróbico, ambos de 24 semanas de duración, una mejoría de la capacidad funcional y de la calidad de vida relacionada con la salud.

En nuestro estudio, la introducción de un programa adaptado de ejercicio físico de baja intensidad en los pacientes ancianos en HD (>80 años) mejoró la fuerza muscular, la capacidad funcional, la sintomatología depresiva y la calidad de vida relacionada con la salud de los pacientes en HD. De forma global, los resultados obtenidos en nuestro estudio, utilizando pruebas y tests funcionales semejantes, son idénticos a los previamente publicados en la literatura, si bien las principales diferencias de nuestro estudio radican en primer lugar en evaluar exclusivamente a un grupo de pacientes ancianos con edades superiores a 80 años con la elevada comorbilidad asociada que representan y, en segundo lugar, en adaptar el tipo

Tabla 5 – Análisis entre grupos de estudio. Análisis de las diferencias de las medias de las principales variables entre los grupos de estudio mediante el test estadístico no paramétrico U de Mann Whitney

	Grupo E	Grupo C	p
HG (kg)	1,6 ± 1,9	-1,6 ± 1,7	0,001*
FEMQ (kg)	2,4 ± 3,8	-1,6 ± 6,7	0,045*
STS10 (seg)	-4,9 ± 3,7	1,9 ± 5,2	0,003*
6MWT (m)	40,3 ± 43,2	-3,1 ± 39,6	0,014*
EVS (EuroQoL-5D)	10,5 ± 16,1	-6,1 ± 14,5	0,032*
Síntomas depresivos (Beck)	-2,6 ± 3,9	1,1 ± 3,5	0,050*

Grupo E: n = 11 y C n = 11.

6MWT: test de la marcha 6 min; C: control; E: ejercicio; EVS: escala visual salud; FEMQ: fuerza de extensión máxima del cuádriceps; HG: hand grip del brazo dominante; seg: segundos; STS10: test sit to stand to sit 10.

Significación estadística: *p < 0,05.

e intensidad de ejercicio, tanto aeróbico como anaerobio, en función de las propias características del paciente.

Con relación a la fuerza muscular, observamos una mejoría de la fuerza muscular en las extremidades superiores estimada mediante el HG, un indicador fiable y pronóstico en la valoración de la fuerza global en el paciente geriátrico^{28,34,35}. Este incremento de fuerza podría corresponder a cambios morfológicos y funcionales de las fibras musculares que conllevarían una mayor activación y reclutamiento de los grupos musculares implicados y, en consecuencia, una mayor fuerza de ellos^{16,17,36}. En las extremidades inferiores, a pesar de mostrar una evidente tendencia hacia la mejoría en el grupo E, este resultado no alcanzó la significación estadística. Estos resultados podrían atribuirse a la gran atrofia muscular de unos pacientes de edad avanzada y múltiple comorbilidad que no habían estado entrenados previamente, a la propia dificultad en la correcta realización del test (FEMQ) en este tipo de paciente, así como al escaso tamaño de la muestra. No obstante, el incremento tanto del número de repeticiones en las extremidades inferiores medidas de forma mensual, como al aumento en la intensidad y el tiempo de uso de los cicloergómetros a lo largo del estudio sugieren, de forma indirecta, un incremento de la fuerza muscular y funcionalidad en las extremidades inferiores. En cuanto a los test funcionales, merece la pena recordar que tanto el test de la marcha como el test STS10 son test ampliamente utilizados en la valoración de la capacidad funcional^{30,31}. Resultados superiores a 3,4 kg para HG, un menor tiempo en realizar STS10 (8,4 segundos) o un incremento en la distancia recorrida en el 6MWT de 66,3 m traducen cambios de gran valor clínico asociado, indicando una mejoría en la fuerza y capacidad funcional de las extremidades implicadas³⁷. La mayor activación y reclutamiento de las fibras musculares citadas previamente podrían explicar la mejoría observada en la realización de los test funcionales únicamente observada tras el programa adaptado de ejercicio físico, si bien nuestros resultados son ligeramente inferiores a los publicados con anterioridad, probablemente por las características de nuestra población anciana.

En cuanto a la sintomatología depresiva, algunos problemas psicológicos como la depresión y la ansiedad son bastante habituales en los pacientes en HD. La cronicidad del tratamiento sustitutivo renal, síntomas físicos como la fatiga, la sensación de sed o el insomnio nocturno y la expectativa de vida condicionada por el trasplante renal son algunos de los factores involucrados en su aparición^{38,39}. Dada la repercusión en la calidad de vida de estos pacientes, resulta de gran interés la prevención y tratamiento precoz de estos síntomas. En este sentido, los resultados obtenidos en nuestro estudio refuerzan los beneficios del ejercicio físico, previamente publicados, en el aspecto psicológico. Su explicación se basa en primer lugar en ciertos razonamientos teóricos como la liberación de algunos neurotransmisores como las endorfinas al torrente circulatorio que provocan una sensación completa de bienestar; y en segundo lugar en diversos aspectos emocionales y conductuales como la sustitución de los pensamientos negativos y la baja autoestima, disminución de la ansiedad y mejoría notable del humor así como un incremento de las relaciones sociales al realizar una actividad divertida, dirigida y programada en el transcurso de las sesiones de HD^{21,22,40-42}.

Como hemos mencionado con anterioridad, existen en la literatura evidencias de que la realización de ejercicio físico mejora la calidad de vida relacionada con la salud de los pacientes renales en HD¹⁸⁻²². A pesar de la edad avanzada, la elevada comorbilidad, el largo tiempo de permanencia en HD y la limitada expectativa de vida dada la exclusión de la opción de trasplante renal en la mayoría de nuestros pacientes, la mejoría de la fuerza muscular, capacidad funcional y sintomatología depresiva se acompañó de una mejoría significativa en términos de calidad de vida estimada mediante la escala de percepción del estado de salud en el grupo E. Curiosamente, el único cambio llamativo se obtuvo en la dimensión de la realización de las actividades cotidianas en este grupo. Este hallazgo resulta de gran interés clínico, ya que sugiere que una pequeña mejoría del nivel de actividad física en estas personas podría demorar el paso de un estado de independencia a un estado de discapacidad, evitando el deterioro de la calidad de vida y la dependencia de los pacientes en HD, con todas las consecuencias clínicas desfavorables y la utilización de recursos sanitarios que conllevaría.

Merece la pena destacar en nuestro trabajo la efectividad y seguridad observada en nuestro programa de ejercicio físico de baja intensidad adaptado, sin objetivar abandonos ni efectos desfavorables a lo largo del estudio. Estos resultados ponen de manifiesto que, a pesar de los riesgos potenciales que supone la práctica regular de ejercicio físico de intensidad ligera o moderada en los pacientes ancianos en HD, los beneficios obtenidos con estas pautas adaptadas de ejercicio de baja intensidad son claramente mayores.

Entre las múltiples limitaciones de nuestro trabajo, queremos mencionar la ausencia de aleatorización de los grupos de estudio, con los posibles sesgos que se pudiesen derivar. Esta asignación estuvo condicionada por la ausencia de financiación externa o de recursos adicionales, por lo que parecía razonable asignar a los pacientes en función de las cargas asistenciales de enfermería. Cabe destacar también el escaso tamaño de la muestra que obligó al uso de test no paramétricos así como el limitado tiempo de seguimiento, si bien este es similar a la mayoría de los trabajos publicados previamente. Del mismo modo, en nuestro estudio no objetivamos cambios a nivel de tono muscular ni de los principales datos bioquímicos. Tal vez, el uso de métodos específicos para el análisis de la composición corporal, no empleados en nuestro estudio, pudiera evidenciar algún cambio en estos aspectos. No obstante, las propias características del paciente anciano, la baja intensidad y el escaso tiempo de intervención hacen poco probable, a nuestro entender, cambios favorables significativos a nivel de la composición corporal o de los parámetros bioquímicos nutricionales. En este sentido, serían necesarios estudios más amplios y mejor diseñados de cara a establecer los potenciales beneficios del ejercicio físico en este particular grupo de pacientes.

En conclusión, la introducción de un programa de ejercicio físico de baja intensidad adaptado en los pacientes ancianos (>80 años) mejoró la fuerza muscular, la capacidad funcional, la sintomatología depresiva y la calidad de vida relacionada con la salud de nuestros pacientes en HD. En espera de futuros estudios, los resultados obtenidos en nuestro estudio refuerzan, incluso en el paciente anciano en programa de HD, los beneficios descritos del ejercicio físico. Debería ser

considerado este como una parte más del cuidado integral del paciente en HD con el fin de evitar un deterioro progresivo en su condición física y capacidad funcional.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Agradecimientos

A todos los pacientes y personal de enfermería por su valiosa colaboración en la presente investigación.

Este trabajo de investigación se ha realizado en el marco del programa de Doctorado en Medicina de la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB).

BIBLIOGRAFÍA

- World Population Prospects: The 2012 revision, vol. II. Demographic profiles. Analytical Report. New York: United Nations; 2013.
- de Francisco AL, Sanjuán F, Foraster A, Fabado S, Carretero D, Santamaría C, et al. Estudio epidemiológico de pacientes con insuficiencia renal crónica en hemodiálisis. *Nefrología*. 2008;28(1):48-55.
- Abdelhafiz AH, Brown SH, Bello A, El Nahas M. Chronic kidney disease in older people: Physiology, pathology or both? *Nephron Clin Pract*. 2010;116(1), c19-24.
- Piccoli G, Salomone M, Piccoli GB, Magistrioni P, Pacitti A, Antonio M, et al. Elderly patients on dialysis: Epidemiology of an epidemic. *Nephrol Dial Transplant*. 1996;11(s9):26-30.
- Registre de malalts renals de Catalunya. Informe estadístic 2010. Barcelona: Servei Català de la Salut; 2011.
- Jager KJ, Lindholm B, Goldsmith D, for European Renal and Cardiovascular Medicine working group of the European Renal Association-European Dialysis and Transplant Association (ERA-EDTA). Cardiovascular and non-cardiovascular mortality in dialysis patients: Where is the link? *Kidney Int Suppl*. 2011;1(1):21-3.
- Komaba H, Shiizaki K, Fukagawa M. Pharmacotherapy and interventional treatments for secondary hyperparathyroidism: Current therapy and future challenges. *Expert Opin Biol Ther*. 2010;10(12):1729-42.
- Maduell F, Moreso F, Pons M, Ramos R, Mora-Macià J, Carreras J, et al. ESHOL Study Group. High-efficiency postdilution online hemodiafiltration reduces all-cause mortality in hemodialysis patients. *J Am Soc Nephrol*. 2013;24(3):487-97.
- Tazza L, Di Napoli A, Bossola M, Valle S, Pezzotti P, Luciani G, et al. Ageing of patients on chronic dialysis: Effects on mortality: A 12-year study. *Nephrol Dial Transplant*. 2009;24(3):940-7.
- Walker SR, Wagner M, Tangri N. Chronic kidney disease, frailty, and unsuccessful aging: A review. *J Ren Nutr*. 2014;24(6):364-70.
- Weinstein JR, Anderson S. The aging kidney: Physiological changes. *Adv Chronic Kidney Dis*. 2010;17(4):302-7.
- Pérez García R. Pacientes geriátricos en hemodiálisis. *Diálisis en el anciano. Rev Soc Esp Enferm Nefrol*. 2001;4(3):64-73.
- Berger JR, Hedayati SS. Renal replacement therapy in the elderly population. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2012;7(6):1039-46.
- Stack AG, Messana JM. Renal replacement therapy in the elderly: Medical, ethical, and psychosocial considerations. *Adv Ren Replace Ther*. 2000;7(1):52-62.
- Odden MC. Physical functioning in elderly persons with kidney disease. *Adv Chronic Kidney Dis*. 2010;17(4):348-57.
- Sakkas GK, Ball D, Mercer TH, Sargeant AJ, Tolfrey K, Naish PF. Atrophy of non-locomotor muscle in patients with end-stage renal failure. *Nephrol Dial Transplant*. 2003;18(10):2074-81.
- Johansen KL, Shubert T, Doyle J, Soher B, Sakkas GK, Kent-Braun JA. Muscle atrophy in patients receiving hemodialysis: Effects on muscle strength, muscle quality, and physical function. *Kidney Int*. 2003;63(1):291-7.
- Farragher J, Jassal SV. Rehabilitation of the geriatric dialysis patient. *Semin Dial*. 2012;25(6):649-56.
- Painter P, Roshanravan B. The association of physical activity and physical function with clinical outcomes in adults with chronic kidney disease. *Curr Opin Nephrol Hypertens*. 2013;22(6):615-23.
- Painter P, Marcus RL. Assessing physical function and physical activity inpatients with CKD. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2013;8(5):861-72.
- Heiwe S, Jacobson SH. Exercise training in adults with CKD: A systematic review and meta-analysis. *Am J Kidney Dis*. 2014;64(3):383-93.
- Segura-Ortí E. Ejercicio en pacientes en hemodiálisis: Revisión sistemática de la literatura. *Nefrología*. 2010;30(2):236-46.
- Mercer TH, Crawford C, Gleeson NP, Naish PF. Low-volume exercise rehabilitation improves functional capacity and self-reported functional status of dialysis patients. *Am J Phys Med Rehabil*. 2002;81(3):162-7.
- Van Vilsteren MC, de Greef MH, Huisman RM. 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*. 2005;20(1):141-6.
- Chen JL, Godfrey S, Ng TT, Moorthi R, Liangos O, Ruthazer R, et al. Effect of intra-dialytic, low-intensity strength training on functional capacity in adult haemodialysis patients: A randomized pilot trial. *Nephrol Dial Transplant*. 2010;25(6):1936-43.
- Segura-Ortí E, Kouidi E, Lisón JF. Effect of resistance exercise during hemodialysis on physical function and quality of life: Randomized controlled trial. *Clin Nephrol*. 2009;71(5):527-37.
- Wang J, Thornton JC, Kolesnik S, Pierson RN Jr. Anthropometry in body composition. An overview. *Ann N Y Acad Sci*. 2000;904:317-26.
- Jamal SA, Leiter RE, Jassal V, Hamilton CJ, Bauer DC. Impaired muscle strength is associated with fractures in hemodialysis patients. *Osteoporos Int*. 2006;17:1390-7.
- Fisher NM, Pendergast DR, Calkins EC. Maximal isometric torque of knee extension as a function of muscle length in subjects of advancing age. *Arch Phys Med Rehabil*. 1990;71(10):729-34.
- Acquistapace F, Piepoli MF. The walking test: Use in clinical practice. *Monaldi Arch Chest Dis*. 2009;72(1):3-9.
- Greenwood SA, Lindup H, Taylor K, Koufaki P, Rush R, Macdougall IC, et al. Evaluation of a pragmatic exercise rehabilitation programme in chronic kidney disease. *Nephrol Dial Transplant*. 2012;27 Suppl 3:126-34.
- Abdel-Rahman EM, Balogun SA, Kepple A, Ma JZ, Turgut F, Kovesdy CP, et al. Beck Depression Inventory and survival in elderly hemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant*. 2011;26(6):2064-5.
- Liem YS, Bosch JL, Hunink MG. Preference-based quality of life of patients on renal replacement therapy: A systematic review and meta-analysis. *Value Health*. 2008;11(4):733-41.

34. Norman K, Stobäus N, Gonzalez MC, Schulzke JD, Pirlich M. Hand grip strength: Outcome predictor and marker of nutritional status. *Clin Nutr.* 2011;30(2):135-42.
35. Leal VO, Mafra D, Fouque D. Use of handgrip strength in the assessment of the muscle function of chronic kidney disease patients on dialysis: A systematic review. *Nephrol Dial Transplant.* 2011;26(4):1354-60.
36. Heiwe S, Clyne N, Tollbäck A, Borg K. Effects of regular resistance training on muscle histopathology and morphometry in elderly patients with chronic kidney disease. *Am J Phys Med Rehabil.* 2005;84(11):865-74.
37. Segura-Ortí E, Martínez-Olmos FJ. Test-retest reliability and minimal detectable change scores for sit-to-stand-to-sit tests, the six-minute walk test, the one-leg heel-rise test, and handgrip strength in people undergoing hemodialysis. *Phys Ther.* 2011;91(8):1244-52.
38. Álvarez-Ude F, Fernández-Reyes MJ, Vázquez A, Mon C, Sánchez R, Rebollo P. Physical symptoms and emotional disorders in patient on a periodic hemodialysis program. *Nefrología.* 2001;21(2):191-9.
39. Cukor D, Coplan J, Brown C, Friedman S, Newville H, Safier M, et al. Anxiety disorders in adults treated by hemodialysis: A single-center study. *Am J Kidney Dis.* 2008;52(1):128-36.
40. Craney RM, McKeivitt PM, Goldberg AP, Hagberg J, Delmez JA, Harter HR. Psychological effects of exercise training in hemodialysis patients. *Nephron.* 1983;33(3):179-81.
41. Kouidi E, Iacovides A, Iordanidis P, Vassiliou S, Deligiannis A, Ierodiakonou C, et al. Exercise renal rehabilitation program: Psychosocial effects. *Nephron.* 1997;77(2):152-8.
42. Suh MR, Jung HH, Kim SB, Park JS, Yang WS. Effects of regular exercise on anxiety, depression, and quality of life in maintenance hemodialysis patients. *Ren Fail.* 2002;24(3):337-45.