

Efectos de un programa de ejercicio de fuerza-resistencia muscular en la capacidad funcional, fuerza y calidad de vida de adultos con enfermedad renal crónica en hemodiálisis

IGOR CIGARROA^{1,2,a,c}, RODRIGO BARRIGA^{1,b},
CAMILA MICHÉAS^{1,b}, RAFAEL ZAPATA-LAMANA^{3,c,e},
CLAUDIO SOTO^{1,d}, TOMAS MANUKIAN^{1,b}

Effects of a resistance training program in patients with chronic kidney disease on hemodialysis

Background: Exercise may be a therapeutic tool for improving the functional capacity in patients with chronic kidney disease (CKD) who are on hemodialysis (HD). **Aim:** To determine the effects on muscle strength (MS), functional capacity (FC) and quality of life related to health (QOLRH) of a resistance training program in patients with CKD on HD. **Patients and Methods:** Thirteen CKD patients aged 38.8 ± 3 years, (7 men) on HD for more than one year participated in an exercise program twice a week during 8 weeks. At the beginning and at the end of the program, MS using a knee extension isometric strength test, FC using the six minutes walking test (6MWT) and QOLRH using the KDQOL CV-36 questionnaire were evaluated. Heart and respiratory rates, blood pressure, oxygen saturation and modified Borg scale were measured as control variables. **Results:** After training, there were significant improvements in MS in both legs; in the distance travelled during 6MWT and in the physical component summary score of the KDQOL-36. Furthermore, a significant decline in diastolic blood pressure was observed. All other control variables did not change significantly. **Conclusions:** Exercise training during eight weeks in CKD patients in HD resulted in significant improvements in muscle strength, walking capacity and in the physical component of a quality of life score for patients with CKD.

(Rev Med Chile 2016; 144: 844-852)

Key words: Exercise; Muscle Strength; Quality of Life; Renal Dialysis; Renal Insufficiency, Chronic.

¹Carrera de Kinesiología, Facultad de Salud, Universidad Santo Tomás, Los Ángeles, Chile.

²Institut de Neurociències, Departament de Psiquiatria i Medicina Legal, Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, España.

³Escuela de Educación, Universidad de Concepción, Los Ángeles, Chile.

^aLicenciado en Kinesiología, Mg. en Neurorehabilitación y Neurociencias.

^bLicenciado en Kinesiología.

^cProfesor de Educación Física, Mg. en Medicina y Ciencias del Deporte.

^dProfesor de Educación Física, Licenciado en Kinesiología, Mg. en Medicina y Ciencias del Deporte.

^ePhD[®].

Financiamiento: Durante la realización de esta investigación el autor Igor Cigarroa declara haber sido apoyado por la beca de Perfeccionamiento Académico de la Universidad Santo Tomás, Chile y por CONYCYT/BECA CHILE/PAI 72150035.

Recibido el 8 de enero de 2016, aceptado el 20 de junio de 2016.

Correspondencia a:
Igor Iván Cigarroa Cuevas
Institut de Neurociències,
Departament de Psiquiatria
i Medicina Legal, Universitat
Autònoma de Barcelona, 08193
Bellaterra, Barcelona, España.
Teléfono: +34 93 5812380
Fax: +34935811435
icigarroa@santotomas.cl
igorcigarroa@yahoo.es

En Chile, según el registro de hemodiálisis crónica al 31 de agosto de 2014, se estima una tasa de 1.019 pacientes por millón de habitantes¹. Zuñiga y cols, en un estudio realizado en centros urbanos de nuestro país reportaron que la enfermedad renal crónica (ERC) en etapa 3 (velocidad de filtración glomerular estimada [VFG e]

30-59 ml/min), en etapa 4 (VFG e 15-29 ml/min) y en etapa 5 (VFG e < 15 ml/min) tenían una prevalencia de 11,6; 0,3 y 0,2%, respectivamente². Estos pacientes han presentado un crecimiento superior a 30 veces en los últimos treinta años³, se caracterizan por una alta prevalencia de enfermedades cardiovasculares asociadas o exacerbadas por la

inactividad física, siendo considerado este último como un factor independiente de muerte⁴. Progresivamente, los pacientes se hacen menos activos, disminuyendo su condición física y deteriorando su capacidad funcional (CF) independiente de la edad, género y co-morbilidad que presenten. Esta nueva condición física incidirá en el deterioro de su calidad de vida relacionada con la salud (CVRS)⁵. Por otro parte, las sesiones de hemodiálisis (HD) representan un período de inactividad forzada, que acrecienta la debilidad muscular, aumenta la morbi-mortalidad y disminuye la CF de estos pacientes^{6,7}. La evidencia sugiere que los pacientes con ERC con mayores niveles de índice de masa corporal (IMC) o porcentaje de masa grasa tendrían ventajas de supervivencia respecto a quienes presentan un IMC bajo o normal⁸. Sin embargo, recientes estudios indican que el porcentaje de masa muscular es un mejor predictor de buena salud mental y supervivencia⁹. En pacientes con ERC, el ejercicio puede modular estructura y función muscular¹⁰, mejorar la capacidad cardiorrespiratoria, CF y CVRS independiente del estado o progreso de la enfermedad¹¹⁻¹⁴. Sin embargo, su incorporación a los cuidados de rutina ha sido lenta y su prescripción no es habitual^{4,15}. Los pacientes presentan características clínicas heterogéneas durante la evolución de la enfermedad, por lo que una objetiva evaluación de los parámetros de la condición física es fundamental para planificar programas de ejercicio adaptados a las capacidades individuales⁴. En los últimos años se han investigado variados tipos de programas de ejercicio físico en pacientes con ERC, tales como de rehabilitación domiciliares, de ejercicio aeróbico o de fuerza-resistencia muscular (FR-M)^{16,17}. Los programas de FR-M son uno de los menos estudiados, con las metodologías más heterogéneas y menos descritas, lo que hace difícil replicarlos otorgando seguridad y eficacia¹⁸, desconociéndose en la actualidad tipo, frecuencia y duración ideal del ejercicio físico para pacientes en diferentes estadios de ERC¹⁹. En Chile no existen programas institucionalizados sobre ejercicio para esta población ni un consenso sobre su dosis. Frente a esto, se planteó como objetivo determinar los posibles efectos de un programa de ejercicios FR-M en pacientes con ERC en HD en la CF medida con el test de marcha de 6 min (TM6M), en la fuerza muscular (FM) de cuádriceps medida objetivamente con dinamometría y en la CVRS medida con el *Kidney Disease Quality of Life*-36.

Pacientes y Métodos

Diseño

Estudio longitudinal, pre-experimental sin grupo control, con un muestreo no probabilístico por conveniencia.

Muestra

Quince pacientes fueron reclutados de una clínica de diálisis de Los Ángeles (Chile). Los criterios de inclusión fueron: pacientes con ERC etapa 5, en diálisis 3 veces por semana al menos un año antes de ser reclutado, con un hematocrito $\geq 28\%$ y potasio pre-diálisis $\leq 5,5$ mmol/l (Tabla 1). Además, los pacientes debían completar satisfactoriamente el cuestionario de aptitud para la actividad física (C-AAF). Los criterios de exclusión fueron: pacientes con infarto al miocardio en los 2 meses previos, angina inestable, amputación de un miembro inferior, diabetes mellitus descompensada y presencia de alguna alteración neurológica con déficit funcional, alteración músculo-esquelética o cardio-respiratoria que empeorara con el ejercicio. Se excluyeron 2 pacientes, así la muestra quedó conformada por 13 pacientes (7 hombres, 6 mujeres). Se generó un único grupo que realizó el programa de ejercicios.

Procedimientos

El programa se realizó con 2 sesiones por semana durante 8 semanas en el Laboratorio de Fisiología del Ejercicio de la Universidad Santo Tomás (UST), Los Ángeles (Chile). Cada sesión duró 40 min y se hizo 1 h antes de la HD. Las evaluaciones y el programa fueron realizados por un kinesiólogo diferente (Figura 1).

- a) *Fase de calentamiento*: 5 min de bicicleta estática a una intensidad de 50-60% de la FC máxima (monitorizado con banda cardiaca Polar H7), seguidos de 5 min de ejercicios de movilidad articular de miembros inferiores.
- b) *Fase de ejercicios de F-RM*: 25 min de una serie de ejercicios funcionales de músculos del tren inferior (cuádriceps, glúteos, isquiotibiales y gastrocnemios): Media sentadilla con pies juntos y separados (Figura 2a), zancadas (Figura 2b), elevación de talones (Figura 2c) utilizando el peso de cada sujeto sin cargas externas, para evitar inestabilidad. Se realizaron

Tabla 1. Variables clínicas y de laboratorio basales

Grupo de estudio (n=13)			
Variables clínicas			
Edad		38,8 ± 3,0	[31,8-45,7]
Tiempo en hemodiálisis	(meses)	74,1 ± 20,7	[26,4-121,8]
Duración de la hemodiálisis	(h x sesión)	4	
Frecuencia de la hemodiálisis	(veces/semana)	3	
Comorbilidades			
Hipertensión arterial	(%) n	76,92%	(10)
Diabetes mellitus	(%) n	0%	(0)
Variables de laboratorio			
Kt/v*		1,59 ± 0,1	[1,34-1,85]
Hematocrito	(%)	32,6 ± 1,4	[29,4-35,7]
Hemoglobina	(g/dl)	10,6 ± 0,4	[9,8-11,5]
Creatinina	(mg/dl)	10,7 ± 0,3	[9,9-11,4]
Albumina	(mg/dl)	4,2 ± 0,1	[4,07-4,4]
Potasio	(mmol/L)	5,0 ± 0,1	[4,8-5,3]
Fosfatasas alcalinas	(U/L)	189,4 ± 2,9	[165,2-213,4]

*Kt/v es una medida de adecuación de diálisis, cuyo valor mínimo recomendado es 1.2

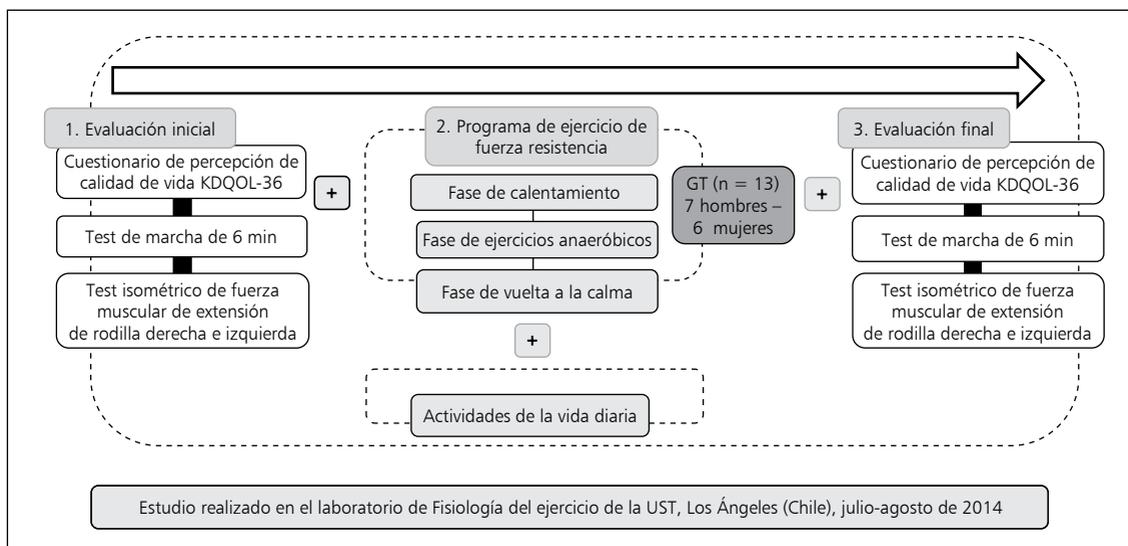


Figura 1. Sesión tipo de programa de ejercicio de fuerza-resistencia muscular.

series y repeticiones hasta llegar a un máximo de 3 x 10 de cada ejercicio. Se siguió el método de López Chicharro (2006)²⁹, quien propuso una progresión del ejercicio basada en la condición clínica del paciente con ERC más que en su resistencia máxima.

c) *Fase de vuelta a la calma:* Ejercicios a 50-60% de la FC máxima. Consistieron en 5 min de elongación auto-asistidos con bandas elásticas de resistencia baja (Figura 2d).

Al inicio y final de cada sesión se midieron va-

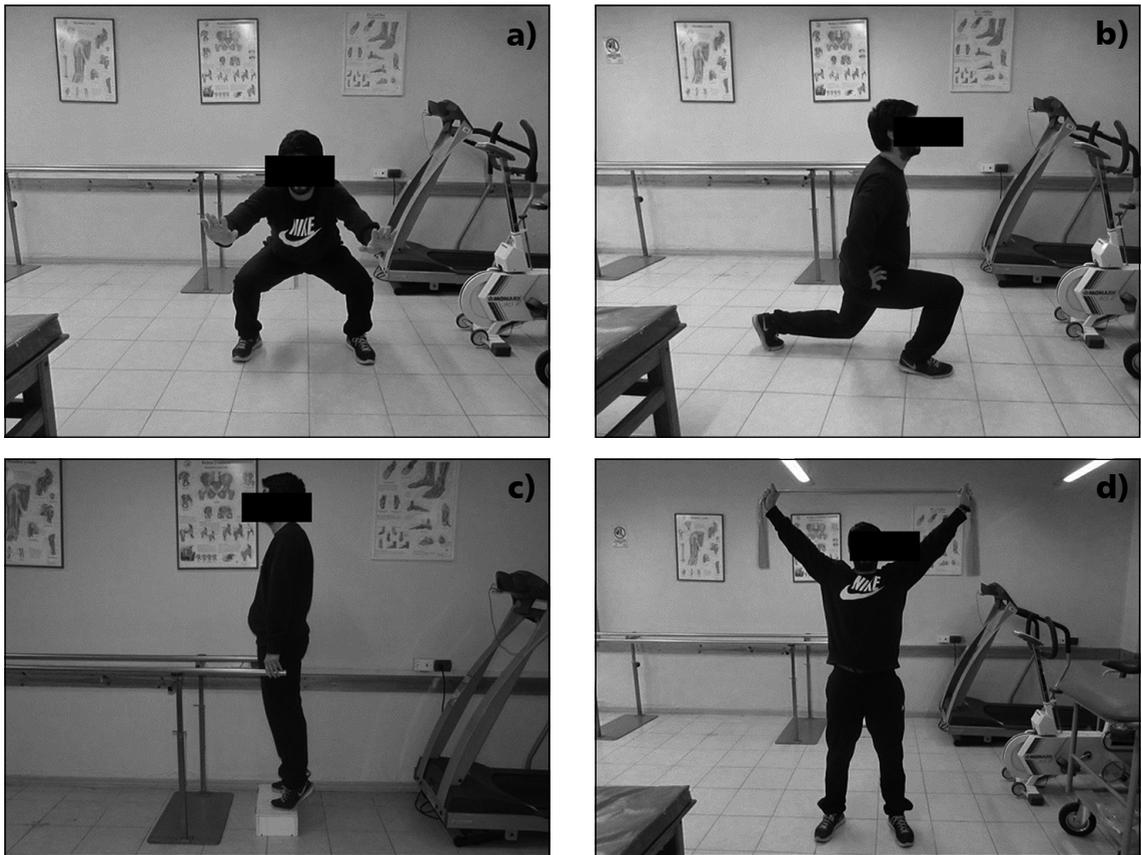


Figura 2. Fotografías tipo de ejercicios de fuerza-resistencia muscular; **a)** media sentadilla con pies separados; **b)** zancadas; **c)** elevación de talones y **d)** fase de vuelta a la calma.

riables de control: FC, presión arterial, frecuencia respiratoria, SpO₂ y la escala de Borg modificada.

Evaluaciones

Antes y después del programa de ejercicios los pacientes tuvieron una evaluación antropométrica, de FM, de CF y de percepción de CVRS.

- **Cuestionario de Aptitud para la Actividad Física (C-AAF):** Consta de 7 preguntas con respuesta “sí” o “no” e identifica los riesgos antes de iniciar un programa de ejercicio. Es necesario responder “no” a todas las preguntas para iniciar el programa.
- **Antropométrica:** Se evaluó estatura y peso mediante una balanza con tallímetro (Tanita, WB-3000, Japón) con sensibilidad de 0,1 cm y 0,1 kg. La evaluación del estado nutricional se realizó mediante los valores dados por la OMS para adultos sobre 20 años²⁰.

- **Fuerza muscular:** Se evaluó la FM de ambas extremidades por separado a través de un test de fuerza isométrica máxima de extensión de rodilla²¹ utilizando un dinamómetro de fuerza Load Cell Microgage, capacidad 250 lb. (OP 2,09996 mv/v m Art Oficio), ubicado en la parte postero-inferior de una mesa de cuádriceps y sostenido al brazo de la máquina que ejecuta el movimiento. El paciente sentado sobre la mesa de cuádriceps apoyaba su espalda en el respaldo, con bandas de sujeción en tronco, hombros, caderas y tobillo para evitar compensaciones de otros grupos musculares. Se solicitó una extensión de rodilla completa por 3 segundos, repitiéndolo 3 veces con pausa de 2 min. Se eligió el mejor resultado de los 3.
- **Test de marcha de 6 min (TM6M):** Es un test sub-máximo, diseñado originalmente para adultos. Su bajo costo, alta reproducibilidad

Tabla 2. Variables antropométricas

Variables antropométricas	Grupo de estudio (n = 13)		Valor p
Talla (metros)	1,7 ± 0,0	[1,6-1,8]	
Peso (kg)			
Antes del programa (F-RM)	74,4 ± 5,1	[62,7-86,1]	0,501
Después del programa (F-RM)	74,3 ± 5,2	[62,3-86,3]	
Índice de masa corporal IMC (kg/m²)			
Antes del programa (F-RM)	25,9 ± 0,9	[23,8-27,9]	0,431
Después del programa (F-RM)	25,8 ± 1,0	[23,6-28,0]	

y buena correlación con AVD, lo sitúa como el test de caminata ideal. Validado como indicador de CF en múltiples patologías²², ha sido utilizado en muchos estudios nacionales e internacionales^{23,24}. Se realizó en un espacio techado de 30 metros de largo de acuerdo a las recomendaciones de la Sociedad Americana del Tórax. Se estimuló cada minuto a los sujetos para caminar lo más posible en 6 min. Al inicio y al final de la prueba, se midió la frecuencia cardíaca (FC), saturación arterial de oxígeno (SpO₂) con un oxímetro de pulso (Nonin Medical Inc., Plymouth, Mn., USA) y el esfuerzo percibido mediante la escala de Borg modificada.

- *Kidney Disease Quality of Life-36 (KDQOL-36)*. Test usado frecuentemente para medir CVRS de pacientes con ERC. Se utilizó la versión traducida al español por la doctora Silvia Giamcoletto²⁵, validada para población chilena²⁶. El componente genérico del KDQOL-36 (ítems del 1 al 12) obtiene dos puntajes generales; el resumen del componente físico (PCS) y del componente mental (MCS). El componente específico (ítems del 13 al 36) obtiene los puntajes de las subescalas específicas; carga, síntomas/problemas y efectos de la enfermedad renal. Cada categoría va de 0 a 100. A mayor puntaje mejor calidad de vida^{27,28}.

Análisis estadístico

Los resultados se expresaron en medias ± error estándar de la media, [intervalo de confianza]. Se analizaron en el programa SPSS v.19.0. Se usó la prueba de Wilcoxon para variables relacionadas no paramétricas, considerando diferencias significativas de *p < 0,05, **p < 0,001.

Comité ético

Las evaluaciones y el programa de ejercicio fueron aprobados por el Comité de Ética de la UST (Chile) y se realizaron previa firma de consentimiento informado. Todos los procedimientos siguieron los principios éticos para investigaciones médicas en seres humanos de acuerdo con la Declaración de Helsinki actualizada en Fortaleza, Brasil (2013).

Resultados

Todos los pacientes asistieron a 100% de las sesiones.

Antropométricas: Los pacientes no disminuyeron el peso corporal, manteniendo su IMC posterior a la intervención (Tabla 2).

Fuerza muscular: Los pacientes aumentaron la fuerza isométrica máxima en extensión de rodilla derecha e izquierda, aumentando 4,1% y 4,3%, respectivamente, en relación a la evaluación inicial (Tabla 3).

Capacidad funcional: Los pacientes aumentaron la cantidad de metros recorridos en el TM6M, mejorando 5,7% en relación a la evaluación inicial (Tabla 3).

Percepción de la calidad de vida relacionada con la salud: Los pacientes mejoraron el componente físico en 18,4%. En el componente genérico y específico sólo se observaron mejoras clínicas (Tabla 3).

Variables de control: Se observó una disminución en la presión arterial diastólica de 5,7%. En relación a las otras variables de control, no se encontraron diferencias significativas. La variable índice de esfuerzo de Borg se mantuvo constante en puntaje 0 (Tabla 4).

Tabla 3. Variables de fuerza muscular, de capacidad funcional y de calidad de vida relacionada con la salud

Variabes	Grupo de estudio (n = 13)		Valor p
Fuerza muscular			
<i>Fuerza de cuádriceps del miembro inferior derecho (Newton)</i>			
Antes del programa (F-RM)	223,8 ± 20,3	[177,1-270,5]	0,020*
Después del programa (F-RM)	232,9 ± 18,8	[189,6-276,2]	
<i>Fuerza de cuádriceps del miembro inferior izquierdo (Newton)</i>			
Antes del programa (F-RM)	222,3 ± 18,9	[178,7-266,0]	0,000**
Después del programa (F-RM)	232,0 ± 18,0	[190,5-273,5]	
Capacidad funcional			
<i>Test de marcha de 6 min (metros recorridos)</i>			
Antes del programa (F-RM)	427,8 ± 39,8	[336,0-519,6]	0,000**
Después del programa (F-RM)	452,2 ± 39,2	[361,8-542,6]	
Calidad de vida relacionada a la salud			
<i>Encuesta KDQOL-36 (puntos)</i>			
<i>Componente específico</i>			
Efecto antes del programa (F-RM)	70,5 ± 1,8	[66,1-74,8]	0,684
Efecto después del programa (F-RM)	70,8 ± 2,2	[65,7-75,9]	
Carga antes del programa (F-RM)	63,2 ± 4,8	[52,1-74,3]	0,180
Carga después del programa (F-RM)	66,0 ± 3,8	[57,3-74,7]	
<i>Componente genérico</i>			
PCS antes del programa (F-RM)	38,8 ± 2,7	[32,7-44,9]	0,028*
PCS después del programa (F-RM)	45,9 ± 2,4	[40,5-51,4]	
MCS antes del programa (F-RM)	52,7 ± 2,8	[46,3-59,0]	0,109
MCS después del programa (F-RM)	53,5 ± 2,9	[46,9-60,1]	

PCS: *Physical component summary score*. MCS: *Mental component summary score*. *p < 0,05; **p < 0,001.

Tabla 4. Variables de control

Variabes de control	Grupo de estudio (n = 13)		Valor p
Frecuencia cardiaca (latidos x min)			
Antes del programa (F-RM)	85,6 ± 4,5	[75,2-95,9]	0,062
Después del programa (F-RM)	79,6 ± 3,6	[71,2-87,9]	
Frecuencia respiratoria (respiraciones x min)			
Antes del programa (F-RM)	16,8 ± 1,2	[13,9-19,7]	0,480
Después del programa (F-RM)	16,0 ± 1,0	[13,7-18,3]	
Presión arterial sistólica (mmHg)			
Antes del programa (F-RM)	137,0 ± 5,4	[124,6-149,5]	0,181
Después del programa (F-RM)	132,2 ± 3,6	[123,8 -140,6]	
Presión arterial diastólica (mmHg)			
Antes del programa (F-RM)	93,9 ± 3,6	[85,6-102,2]	0,046*
Después del programa (F-RM)	88,6 ± 2,8	[82,1-95,0]	
Saturación de oxígeno (%)			
Antes del programa (F-RM)	98,6 ± 0,2	[98,0-99,1]	0,594
Después del programa (F-RM)	98,3 ± 0,3	[97,7-99,0]	
Índice de esfuerzo de Borg			
Antes del programa (F-RM)	0		
Después del programa (F-RM)	0		

*p < 0,05; **p < 0,001.

Discusión

En los últimos años, una gran cantidad de estudios han observado mejoras en la capacidad funcional y calidad de vida relacionada con la salud en pacientes con ERC en HD luego de practicar ejercicio físico, incluso en pacientes ancianos (sobre 80 años) y co-mórbidos³⁰. Cheema et al., en una muestra de 49 pacientes (62 años \pm 3), encontró efectos positivos en la fuerza muscular, en el test SF-36 y en el TM6M después de un programa de fuerza-resistencia que ejercitaba la musculatura de miembros superiores, inferiores y abdomen, 3 veces por semana durante 12 semanas (durante HD)³¹. Resultados similares fueron encontrados por Johansen et al. en pacientes en HD, en fuerza muscular, en actividad física medida con acelerometría, en capacidad funcional medida con el test de sentarse pararse y en calidad de vida medida con el test SF-36, utilizando un programa de similares características al nuestro³². El programa de ejercicio de fuerza-resistencia utilizado mejoró el componente físico de la calidad de vida relacionada con la salud, la capacidad funcional y la fuerza muscular de los pacientes con ERC en HD. La fuerza muscular es un componente importante de la condición física relacionado con la salud, pese a ello, escasos estudios lo han medido objetivamente en pacientes con ERC³². Los pacientes pasan gran parte del tiempo sin actividad física, son más débiles comparados con sujetos sanos sedentarios, pudiendo llegar hasta la atrofia muscular¹⁴. La HD corrige parcialmente las causas de la atrofia³³. Estudios previos han mostrado que el ejercicio de fuerza-resistencia puede incrementar el área transversal del muslo y la fuerza muscular de miembros inferiores¹⁴. Los pacientes en nuestro estudio aumentaron la fuerza muscular de ambas extremidades inferiores, ratificando la literatura previa¹⁸.

La distancia recorrida en el TM6M aumentó, lo que indica una mejor capacidad funcional de los pacientes. El TM6M permite que el paciente regule su propio ritmo no llegando a esfuerzos máximos, por lo que puede reflejar de buena forma cómo se hacen las actividades de la vida diaria. Resultados similares en el TM6M fueron obtenidos por Segura-Ortí et al., utilizando un programa de similares características¹⁴. Al comparan con estudios previos en adultos mayores sanos, se observó que la cantidad de metros recorridos fue muy baja (580 m en hombres y 500 m en mujeres)³⁴. En gran medida

estos valores se atribuyen al sedentarismo que tienen los pacientes cuando están en HD. Se ha observado que pacientes de 30 años sometidos a HD tienen menos actividad física diaria que individuos sanos sedentarios de 70 años³⁵.

El estado de ánimo de los pacientes con ERC varía cuando se ven disminuidos físicamente y, al igual que en la población sana, existe una relación directa entre la capacidad funcional y la calidad de vida. Además, la calidad de vida de estos pacientes se ha asociado a la morbilidad y mortalidad³⁶. Al igual que en el estudio de Zúñiga et al.²⁷, nuestros pacientes presentaron bajos puntajes en el componente físico del KDQOL-36 en relación a las referencias de la población general chilena. Resultados similares fueron detectados por Seguí et al. en España³⁷. Se ha visto que la percepción de la calidad de vida es un factor determinante para evaluar la adherencia al tratamiento de pacientes con ERC, por lo que cualquier programa de intervención debería incluirla. Posterior al programa los pacientes mejoraron sus puntajes sólo en el componente físico de la escala KDQOL-36. Al mejorar su capacidad funcional, es probable que los pacientes percibieran una mejor calidad de vida relacionada con los aspectos físicos. Aun cuando no todos los estudios previos se ha reportado esta relación^{32,38}. Duración y tipo de ejercicio, las características de cada paciente o el uso de diferentes escalas para medir la percepción de calidad de vida relaciona con la salud pudieron haber afectado³⁹.

Las principales fortalezas del estudio radican en haber utilizado dinamometría para medir objetivamente la fuerza muscular. A diferencia de una gran cantidad de estudios que la miden a través de pruebas de fuerza con pesos externos⁴⁰. A nuestro conocimiento, es el primer estudio en Chile que lo hace. Se ha creado un programa de ejercicio seguro, adaptado a las condiciones clínicas de cada paciente, con muy buena adherencia, sin abandonos por lesión, fatiga ni efectos desfavorables posteriores a su ejecución. Entre las limitaciones, se mencionan su pequeña muestra (n = 13) y la ausencia de grupo control. Otra debilidad fue no controlar parámetros fisiológicos, de composición corporal o bioquímicos, como lo han hecho otros estudios^{41,31}. Por lo que no se puede saber si este programa, además de generar efectos positivos en los parámetros estudiados, puede generar beneficios a nivel celular, bioquímico o muscular o, por el contrario,

generar efectos negativos, como un aumento en la concentración plasmática de K⁺ post-ejercicio, factor ya observado en estudios previos que contribuiría a una rápida fatiga muscular⁴². En este sentido, se recomiendan estudios más amplios y con un mejor diseño metodológico que permitan determinar la efectividad de este tipo de programas de ejercicio en pacientes con ERC.

En conclusión, pacientes con ERC en HD de al menos un año, sometidos a un programa de ejercicios fuerza-resistencia 2 veces por semana durante 8 semanas, mejoraron parámetros de fuerza muscular, capacidad funcional y calidad de vida relaciona con la salud. En espera de futuros estudios, estos resultados confirman los efectos positivos en la salud física y psicológica de un programa de ejercicio de F-RM en pacientes con ERC. Este programa pudiera servir de orientación a profesionales de la salud que trabajan en el cuidado de pacientes con ERC en HD.

Agradecimientos: Los autores agradecen a la carrera de Kinesiología de la UST-Los Ángeles (Chile) por facilitar sus instalaciones y equipos para ejecutar las evaluaciones y el programa (F-RM). Además, agradecen a los pacientes de la Clínica de diálisis Los Ángeles que participaron del estudio.

Referencias

1. Poblete H. Sociedad Chilena de Nefrología. Registro de diálisis. XXXIV Cuenta de hemodiálisis crónica en Chile 2014. (disponible: http://fmc-ag.cl/_file/file_54_cuenta%20hemodialisis%202015.pdf) (consultado el 18 de marzo de 2016).
2. Zuñiga C, Muller H, Flores M. Prevalencia de enfermedad renal crónica en centros urbanos de atención primaria. *Rev Med Chile* 2011; 139: 1176-84.
3. Flores J. Enfermedad renal crónica: Epidemiología y factores de riesgo. *Rev Med Clin Condes* 2010; 21 (4): 502-7.
4. Aucella F, Battaglia Y, Bellizzi V, Bolognani D, Capitani A, Cupisti A. Physical exercise programs in CKD: lights, shades and perspectives [corrected]. *J Nephrol* 2015; 28 (2): 143-50.
5. García-Viniegras C, Rodríguez López G. Calidad de vida en enfermos crónicos. *Rev Haban Cienc Med* 2007; 6 (4): 1-9.
6. John S, Sigrist MK, Taal M, McIntyre C. Natural history of skeletal muscle mass changes in chronic kidney disease stage 4 and 5 patients: An observational study. *Plos One* 2013; 8 (5): 1-7.
7. Intiso D. The rehabilitation role in chronic kidney and end stage renal disease. *Kidney Blood Press Res* 2014; 39 (2-3): 180-8.
8. Noori N, Kovesdy C, Dukkipati R, Kim Y, Duong U, Bross R, et al. Survival predictability of lean and fat mass in men and women undergoing maintenance hemodialysis. *Am J Clin Nutr* 2010; 92: 1060-70.
9. Noori N, Kopple J, Kovesdy C, Feroze U, Sim J, Murali S, et al. Mid-arm muscle circumference and quality of life and survival in maintenance hemodialysis patients. *Clin J Am Soc Nephrol* 2010; 5: 2258-68.
10. Storer T, Casaburi R, Sawelson S, Kopple J. Endurance exercise training during hemodialysis improves strength, power, fatigability and physical performance in maintenance haemodialysis patients. *Nephrol Dial transplant* 2005; 20 (7): 1429-37.
11. Pedersen B, Saltin B. Evidence for prescribing exercise as therapy in chronic disease. *Scand J Med Sci Sports* 2006; 16 (1): 3-63.
12. Jorquera C, Cancino J. Ejercicio, obesidad y síndrome metabólico. *Rev Med. Clin Condes* 2012; 23 (3): 227-35.
13. Sañudo B, Galiano D, Carrasco L, De Hoyo M. Evidencias para la prescripción de ejercicio físico en pacientes con fibromialgia. *Rev Andal Med Deporte* 2010; 3 (4): 159-69.
14. Segura-Ortí E, Rodilla-Alama V, Lison J. Fisioterapia durante la hemodiálisis: resultados de un programa de fuerza-resistencia. *Nefrología* 2008; 28 (1): 67-72.
15. Greenwood SA, Lindup H, Taylor K, Koufaki P, Rush R, Macdougall IC. Evaluation of a pragmatic exercise rehabilitation programme in chronic kidney disease. *Nephrol Dial Transplant* 2012; Suppl 3: iii126-34.
16. Blake C, O'Meara Y. Subjective and objective physical limitations in high-functioning renal dialysis patients. *Nephrol Dial Transplant* 2004; 19: 3124-9.
17. Heiwe S, Jacobson S. Exercise training in adults with CKD: A systematic review and meta-analysis. *Am J Kidney Dis* 2014; 64 (3): 383-93.
18. Segura-Ortí. Ejercicio en pacientes en hemodiálisis: revisión sistemática de la literatura. *Nefrología* 2010; 30 (2): 236-46.
19. Heiwe S, Ekholm A, Fehrman-Ekholm Chapter 23: The importance of exercise programs in hemodialysis patients. In: Carpi A, Donadio C, Tramonti G. *Progress in hemodialysis-From Emergent Biotechnology to Clinical Practice*. Rijeka, Croatia In Tech Europe 2011. p. 429-44.
20. World Health Organization. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO Con-

- sultation. WHO Technical Report Series 894. Geneva, Switzerland. 1999. P. 6-13.
21. Fisher NM, Pendergast DR, Calkins EC. Maximal isometric torque of knee extension as a function of muscle length in subject of advancing age. *Arch Phys Med Rehabil* 1990; 71 (10): 729-34.
 22. Solway S, Brooks D, Lacasse Y, Thomas S. A qualitative systemic overview of the measurement properties of functional walk tests used in the cardiorespiratory domain. *Chest* 2001; 119: 256-70.
 23. Adquistapace F, Piepoli MF. The walking test: Use in clinical practice. *Monaldi Arch Chest Dis* 2009; 72 (1): 3-9.
 24. Ministerio de Salud de Chile. Orientaciones y lineamientos: Intervención en factores de riesgo de enfermedades no transmisibles del Programa Vida Sana, Santiago, MINSAL, 2015. (disponible en <http://es.slideshare.net/drjoseluiscontreras/orientacion-programa-vida-sana-2015-final>) (consultado el 19 de octubre de 2015).
 25. Kidney Disease Quality of Life Working Group. (disponible en http://www.rand.org/health/surveys_tools/kdqol.html) (consultado el 19 de octubre 2015).
 26. Hoffmeister L. Normas poblacionales del Cuestionario de Calidad de Vida Relacionado a la Salud, SF-12 para población chilena adulta, 2007. Ministerio de Salud de Chile. Encuesta de Calidad de Vida 2006. (disponible en <http://www.minsal.cl/>) (consultado el 19 de octubre de 2015).
 27. Zúñiga C, Dapuetto J, Müller H, Kirsten L, Alid R, Ortíz L. Evaluación de la calidad de vida en pacientes en hemodiálisis crónica mediante el cuestionario Kidney Disease Quality of Life (KDQOL-36). *Rev Med Chile* 2009; 137: 200-7.
 28. Rebollo-Rubio A, Morales-Asencio J, Pons-Raventos E, Mansilla-Francisco J. Revisión de estudios sobre calidad de estudios relacionado con la salud en la enfermedad renal crónica avanzada en España. *Nefrología* 2015; 35 (1): 92-109.
 29. Pérez Ruiz M, Ruiz Laiglesia JE. capítulo 20: Enfermedad renal. En: López-Chicharro J, López-Mojares LM. Fisiología clínica del ejercicio. Madrid, España. Editorial Panamericana; 2008. p. 315-31.
 30. Esteve V, Junqué A, Moreno F, Carneiro J, Fulquet M, Pou M, et al. Beneficios del ejercicio de baja intensidad durante la sesión de hemodiálisis en el paciente anciano. *Nefrología* 2015; 35 (4): 385-94.
 31. Cheema B, Abas H, Smith B, O'Sullivan A, Chan M, Patwardhan A, et al. Progressive exercise for anabolism in kidney disease (PEAK): A randomized controlled trial of resistance training during hemodialysis. *J Am Soc Nephrol* 2007; 18 (5): 1594-601.
 32. Johansen K, Painter P, Sakkas G, Gordon P, Doyle J, Shubert T. Effect of resistance exercise training and nandrolone decanoate on body composition and muscle function among patients who receive hemodialysis: A randomized, controlled trial. *J Am Soc Nephrol* 2006; 17 (8): 2307-14.
 33. Contreras G, Delgado M, Martínez J, Parra I, Borrego F, Segura P. Eficacia de un programa de entrenamiento intradiálisis de fuerza-resistencia en combinación con electroestimulación neuromuscular: mejora en la capacidad funcional, fuerza y calidad de vida. *Rev Soc Esp Enferm Nefrol* 2011; 14 (2): 112-9.
 34. Miyamoto S, Nagaya N, Satoh T, Kuotani S, Sakamaki F, Fujita M, et al. Clinical correlates and prognostic significance of six-minute walk test in patients with primary pulmonary hypertension. Comparison with cardiopulmonary exercise testing. *AM J Respir Crit Care Med* 2000; 161 (2): 487-92.
 35. Ikizler T, Himmelfarb J. Muscle casting in kidney disease: Let's get physical. *J Am Soc Nephrol* 2006; 17: 2097-8.
 36. Alfaro A, Beltrán M, Gallego B, Martín M, Romero E, Sidrach de Cardona V. HDF en línea en nuestros pacientes: Calidad de vida y capacidad funcional. *Rev Soc Esp Enferm Nefrol* 2006; 9 (3): 158-63.
 37. Seguí A, Amador P, Ramos A. Calidad de vida en pacientes con insuficiencia renal crónica en tratamiento con diálisis. *Rev Soc Esp Enferm Nefrol* 2010; 13 (3): 155-60.
 38. Guerra-Guerrero V, Sanhueza-Alvarado O, Cáceres-Espina M. Calidad de vida de personas en hemodiálisis crónica: relación con variables sociodemográficas, médicas-clínicas y de laboratorio. *Rev Latino-Am Enfermagem* 2012; 20 (5): 1-10.
 39. Oliveros M, Avendaño M, Bunout D, Hirsch S, de la Maza M, Pedreros C, et al. Estudio Piloto sobre entrenamiento físico durante hemodiálisis. *Rev Med Chile* 2011; 139: 1046-53.
 40. De Paul V, Moreland J, Eager T, Clase C. The effectiveness of aerobic and muscle strength training in patients receiving hemodialysis and EPO: a randomized controlled trial. *Am J Kidney Dis* 2002; 40 (6): 1219-29.
 41. Van Vilsteren M, De Greef M, Huisman R. The effects of a low-moderate intensity pre-conditioning exercise program linked with exercise counselling for sedentary hemodialysis patients in the Netherlands: Results of a randomized clinical trial. *Nephrol Dial Transplant* 2005; 20 (1): 141-6.
 42. Sangkabutra T, Crankshaw DP, Schneider C, Fraser SF, Sostaric S, Mason K, et al. Impaired K⁺ regulation contributes to exercise limitation in end-stage renal failure. *Kidney Int* 2003; 63: 283-90.