

Objectives: To analyse the effect of a program of neuromuscular electrostimulation on muscle strength, functional capacity and quality of life in our patients on haemodialysis.

Methods: Prospective study of 12 weeks of duration. 22 patients were included. 62.8% male. Mean age of 67.8 years and 35.6 months of haemodialysis vintage. Mean Charlson index was 9. Main aetiologies of chronic renal failure: hypertension (13.6%), diabetes mellitus (27.3%), Glomerular (18.2%). Included patients performed an adaptive electrostimulation program in both quadriceps by the Compex® Theta 500i device. Most relevant analyzed data: 1. Muscular data: Maximum length quadriceps strength and "hand-grip. 2. Functional capacity tests: "Sit to stand to sit" and "six-minutes walking test"; 3. Symptoms in the lower extremities: Questionnaire of electrostimulation. 4. Level of satisfaction: Subjective Rating Scale and Visual Analogic Scale; 5. Quality of Life: EuroQoL-5D.

Results: At the end of the study, we observed a significant improvement ($p < 0.05$) of the maximum length quadriceps strength* (10.2 ± 6.7 vs 13.1 ± 8.1 kg), Six minutes walking test* (9.5%, 290.5 vs. 312.4 m). In relation to the level of satisfaction by subjective rating scale, an improvement of 44% of the overall, 72% of the physical condition and 80% of the discomfort in the lower limbs, and the score on the questionnaire of electrostimulation* were observed. *(8.5 vs 5.8 sint/pat). The mean level of satisfaction was 7.8. Relative to the quality of life, we observed a significant improvement through the EuroQoL5D* (52.7 vs 65.5%). No significant changes were observed in biochemical data or dialysis adequacy at study end.

Conclusions: The intra-dialytic neuromuscular electrostimulation of both quadriceps, improved muscle strength, functional capacity and quality of life of our patients on haemodialysis. With the results, neuromuscular electrostimulation is a new therapeutic alternative to improve fitness and quality of life of these patients.

KEYWORDS

- HAEMODIALYSIS
- NEUROMUSCULAR ELECTROSTIMULATION
- MUSCLE WEAKNESS

Introducción

Los pacientes en hemodiálisis (HD) se caracterizan por una disminución de la condición física y la calidad de vida. La edad, la malnutrición, la presencia de acidosis metabólica, la anemia, la elevada comorbilidad cardiovascular, la inflamación crónica, las alteraciones en el metabolismo mineral, y las alteraciones del metabolismo de la urea contribuyen a este empeoramiento, que a lo largo de su permanencia en HD se traducirá en debilidad muscular^(1,2).

Las alteraciones metabólicas de la urea conllevan a la afectación de las fibras musculares y las terminaciones nerviosas del tejido musculo esquelético, en forma de miopatía, sobre todo de las fibras musculares tipo II y una afectación neuronal en la vaina de mielina que conduce a la larga a una atrofia muscular importante y a la aparición de diversa sintomatología en forma de fatiga, debilidad, calambres o mioclonias⁽³⁻⁵⁾.

La electroestimulación neuromuscular (EENM) consiste en la estimulación de grupos musculares mediante corrientes eléctricas de baja intensidad a través de unos electrodos aplicados sobre la superficie corporal. Estos impulsos estimulan los nervios con el fin de enviar señales a un músculo, el cual reacciona contrayéndose, igual que haría con la actividad muscular normal⁽⁶⁾.

El uso de la EENM está ampliamente extendida en la población sana y mejora la condición física y fuerza muscular en personas con actividad física o deportiva. También están destinadas en la rehabilitación de grupos musculares principalmente en poblaciones con graves trastornos motores neurológicos o traumatológicos^(7,8).

Revisando la literatura hemos encontrado pequeños estudios de EENM en pacientes con insuficiencia cardíaca crónica o patología pulmonar, si bien recientemente cobra gran interés el papel de la EENM como tratamiento coadyuvante del ejercicio físico regular en pacientes en HD⁽⁹⁻¹¹⁾. No obstante, todavía no se dispone de suficiente evidencia acerca del papel exclusivo de la EENM sobre la fuerza muscular en los pacientes en HD.

Por tanto, diseñamos el presente estudio con el objetivo de analizar el efecto de un programa específico de EENM sobre la fuerza muscular, capacidad funcional y calidad de vida en nuestros pacientes en HD.

Material y métodos

Entre los meses de octubre 2013 a diciembre 2013, se ha realizado un estudio observacional prospectivo de 12 semanas de duración aprobado por el Comité Ético de

nuestra Institución para observar el efecto de un programa específico de EENM sobre la fuerza muscular, capacidad funcional y calidad de vida de nuestros pacientes.

Un total de 22 pacientes fueron incluidos. El 62.8% eran hombres, tenían una edad media de 67.8 ± 17.5 años, con un tiempo de permanencia en HD de 35.6 ± 46.8 meses y un Índice de comorbilidad de Charlson (ICC) medio de 9 ± 2.3 . Las principales etiologías de la insuficiencia renal crónica de nuestros pacientes fueron la hipertensión (13.6%), diabetes mellitus (27.3%), patología glomerular (22.7%), pielonefritis crónica (13.6%), poliquistosis renal (9.1%), otros (4.5%) y enfermedad renal no filiada (9.1%).

Como criterios de inclusión se establecieron: otorgar el consentimiento informado, tener una edad igual o superior a 18 años, permanencia en HD superior a 3 meses en nuestro centro y estabilidad clínica y hemodinámica en los últimos 3 meses. Los criterios de exclusión establecidos fueron: presencia de evento cardiovascular reciente, presencia de acceso vascular interno para HD en extremidades inferiores, ser portador de marcapasos y no otorgar el consentimiento informado por escrito.

Coincidiendo con las visitas médicas trimestrales programadas de nuestros pacientes se analizaron una serie de variables tanto al inicio como al final del estudio. Las variables demográficas incluían la edad, el sexo, la etiología renal, el ICC y tiempo de permanencia en HD. Del mismo modo se recogieron los principales datos bioquímicos y parámetros de adecuación de HD.

Se analizaron datos antropométricos mediante tono muscular, pliegues cutáneos y el área transversal de ambos cuádriceps. El tono muscular se estimó en su posición anatómica de referencia mediante centimetría, con una cinta flexible e inextensible y expresada en centímetros sin comprimir los tejidos blandos de la zona. El pliegue cutáneo de ambos cuádriceps se utilizó para la valoración del tejido adiposo subcutáneo. Mediante un plicómetro, estimamos el espesor del pliegue de la piel, es decir una doble capa de piel y tejido adiposo subyacente, evitando siempre incluir el músculo en el punto medio longitudinal de la línea que une el pliegue inguinal y borde proximal de la rótula, en la cara anterior del muslo, con el paciente apoyando los pies en el suelo y formando sus rodillas un ángulo de 90° . El área transversal del cuádriceps la obtuvimos mediante la fórmula de Fernández (2000): Área Muscular Cuádriceps (AMM) = $[(\text{Contorno musculo} - \pi \times \text{Pliegue cutáneo musculo})^2] / 4\pi$ (12).

Del mismo modo, se analizaron variables de fuerza muscular, así como variables de 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 en pie, con los brazos extendidos a lo largo del cuerpo y 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 dominante. 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 silla.

Los resultados obtenidos tanto en las variables antropométricas, como de fuerza muscular, representan la media de tres medidas consecutivas y fueron realizadas por el mismo profesional a fin de evitar posibles errores de medición.

Las pruebas utilizadas para la valoración de la capacidad funcional fueron el test de los 6 minutos de la marcha (6MWT) y el test STS10 (sit to stand to sit 10). 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 minutos a ritmo activo. Transcurrido el tiempo de la prueba se registraba la distancia total recorrida mediante un odómetro homologado. El Test STS 10 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.

La presencia de sintomatología en las EEII relacionados con la EENM se valoró mediante un cuestionario específico de síntomas (QE). Se valoraba mediante una escala cualitativa (1: nulo, 2-3: poco, 4: bastante, 5: mucho) la presencia de los siguientes síntomas: Dolor muscular, calambres, hormigueos, escozor o quemor y sensación de entumecimiento en las EEII.

El grado de satisfacción se obtuvo mediante una encuesta de valoración global subjetiva (SVS) y una escala visual analógica (EVA). La SVS estaba basada en una

encuesta para valorar el estado general, la capacidad física y las molestias en las EEII de los pacientes una vez finalizada nuestra intervención. En esta encuesta el paciente marcaba la opción que más se adaptaba a su situación actual (mejoría, sin cambios, empeoramiento). Para completar éstos resultados, se obtuvo el grado de satisfacción global mediante una escala visual analógica (EVA) con puntuación de 0-10, donde el paciente indicaba su grado de satisfacción tras la EENM.

La calidad de vida relacionada con la salud (CVRS) fue estimada mediante el cuestionario de salud EuroQol-5D (EQ-5D) La primera parte contiene 5 dimensiones de salud (movilidad, cuidado personal, actividades cotidianas, dolor/malestar, y ansiedad/depresión) y cada una de ellas tiene 3 niveles de gravedad (sin problemas, algunos problemas o problemas graves) en esta parte del cuestionario el paciente debe marcar el nivel de gravedad correspondiente a su estado de salud en cada una de las dimensiones, refiriéndose al mismo día que cumplimenta el cuestionario. Los niveles de gravedad se codifican con un 1 si no se tiene problemas, 2 algunos o moderados y 3 muchos problemas. La segunda parte del EQ-5D es una Escala Visual que va desde el 0 (peor estado de salud) a 100 (mejor estado de salud) en ella el paciente debe marcar el punto que mejor refleja la valoración de su estado de salud global en el día que rellena el cuestionario.

La intervención consistió en un programa de EENM de los músculos cuádriceps de ambas extremidades inferiores previamente consensuado con el personal de rehabilitación de nuestro hospital. El dispositivo utilizado era el modelo Compex® Rehab Theta 500i, dotado de diversos programas de ejercicio rehabilitador con distintas fases, tipos e intensidad de corriente. Estos dispositivos fueron adaptados a las características de cada paciente lo largo de las 12 semanas. El programa de electroestimulación incluía un programa de tonificación en la primera semana, continuaba con 1 semana de resistencia aeróbica, 2 semanas de rehabilitación amiotrofia, 2 semanas de rehabilitación hipertrófica, 3 semanas de potenciación muscular y finalmente 3 semanas de fuerza resistencia. Se realizaba durante las primeras dos horas de cada sesión de HD, con una duración media de 30-45 min. Cada paciente tenía siempre sus propios electrodos. Éstos se colocaban de forma precisa sobre el punto motor de los vientres musculares del cuádriceps (recto anterior, vaso interno y externo), garantizando la máxima comodidad y eficiencia del programa, logrando la máxima contracción del músculo elegido. La intensidad máxima se conseguía animando al paciente a soportar el nivel de energía de estimulación indolora más elevada posible, consiguiendo una contracción muscular tolerable y efectiva.

El análisis estadístico se realizó con el programa SPSS versión 18.0 (SPSS Inc, Chicago, IL). Las variables cuantitativas se expresaron mediante la media y desviación estándar. Las variables cualitativas mediante porcentaje. La comparación de los datos cuantitativos 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 $p \leq 0.05$.

Resultados

Las principales variables antropométricas y medidas de tono muscular se muestran en la **tabla I**. En relación a los principales datos bioquímicos analizados, no se encontraron diferencias significativas tras la realización del programa con EENM. Del mismo modo tampoco se observaron cambios relevantes en los datos de adecuación dialítica al finalizar el estudio (datos no mostrados).

La **tabla II** muestra los resultados relativos a la valoración de la fuerza muscular y los datos relativos a la capacidad funcional. No obtuvimos cambios significativos en la valoración de la fuerza muscular mediante el HG al finalizar el estudio. Por el contrario, en la FMEQ sí que observamos una mejoría significativa de la fuerza muscular en las EEII tras el programa de EENM. En el test funcional de la marcha (6MWT) observamos un incremento significativo del 9.5% en la distancia recorrida al finalizar el estudio. En el test funcional del STS se observó un menor tiempo en la realización del mismo al finalizar el estudio, si bien estas diferencias no alcanzaron la significación estadística preestablecida.

En cuanto a los síntomas en las EEII relacionados con el tratamiento neuromuscular, los pacientes al finalizar el estudio refirieron tener una disminución significativa del número total de síntomas al finalizar el estudio. También observamos una disminución significativa en relación a la presencia de dolor muscular, calambres, quemor o escozor y entumecimiento en las EEII. No obtuvimos cambios significativos en cuanto a la presencia de hormigueo. (**Tabla III**)

Al analizar la encuesta de la SVS observamos que a nivel del estado general un 44%, un 72% y un 80% mejoraron respectivamente; su estado general, su condición física y las molestias en las EEII. Por otra parte, un 57%; un 28% y un 20% permanecían iguales respectivamente en relación a su estado general, su condición física y las molestias en las EEII. Merece la pena destacar que ningún paciente refirió encontrarse peor en la SVS tras la realización de un programa de EENM. Finalmente, el

grado medio de satisfacción global mediante la escala visual analógica fue de 7.8 ± 1.1 .

En relación a la calidad de vida no observamos cambios significativos en las distintas dimensiones del EQ-5, excepto una mejoría para la realización de las actividades de la vida cotidiana al finalizar el estudio (**Tabla IV**). Del mismo modo, observamos una mejoría significativa en la valoración del estado de salud global del EQ-5D mediante la escala visual (EQ-5D: 52.7 ± 16.3 vs 65.5 ± 13.4 %) al finalizar el estudio.

Discusión

Los pacientes en HD se caracterizan por una disminución de la condición física y una deteriorada CVRS^(1,2). En las últimas décadas, diversos estudios han sido publicados en relación a la mejora de la capacidad funcional y CVRS de los pacientes renales tras la realización de ejercicio físico. La mayoría de estos estudios se centran fundamentalmente en la realización de ejercicio físico de predominio aeróbico durante las sesiones de HD, si bien en los últimos años también se han introducido programas de ejercicio físico de fuerza-resistencia. Todos estos estudios reportan efectos beneficiosos del ejercicio físico a nivel de capacidad funcional, psicológica y de CVRS^(2,13,14).

Los estudios publicados en relación al papel de la EENM, aunque son escasos y limitados, muestran efectos favorables sobre la capacidad funcional; fundamentalmente en pacientes con insuficiencia cardíaca crónica o patología pulmonar^(9,10). Recientemente cobra gran interés el papel de la EENM como terapia coadyuvante al ejercicio físico en el paciente renal. En éste sentido, en un estudio randomizado con 3 grupos comparativos publicado previamente, un programa exclusivo de EENM y un programa de EENM asociado al uso de cicloergómetros en 32 pacientes en HD, mejoró la fuerza muscular, la capacidad funcional, la calidad de vida así como los parámetros de diálisis en ambos grupos electroestimulados y entrenados respecto a un tercer grupo control⁽¹¹⁾.

A nivel nacional, merece la pena destacar los dos únicos estudios publicados acerca de la EENM asociada al ejercicio. En el trabajo de Contreras et al⁽¹⁵⁾, un grupo de 11 pacientes en HD mostraron una mejoría de la fuerza muscular, capacidad funcional y calidad de vida tras la realización de un programa de 5 semanas de duración fuerza-resistencia asociada a EENM de ambos cuádriceps en las sesiones de HD. Idénticos resultados fueron los obtenidos en un estudio previamente publicado por nuestro grupo de trabajo⁽¹⁶⁾, en poblaciones con características clínicas similares y mismos test funcionales

evaluados, acerca del papel de la EENM asociado al ejercicio físico de predominio aeróbico mediante el uso de cicloergómetros, si bien nuestro trabajo aportaba de forma adicional datos favorables sobre la seguridad, eficacia y tolerabilidad de la EENM en las sesiones de HD.

En este sentido, en el presente estudio observamos una mejora de la fuerza muscular, la capacidad funcional y la CVRS tras un programa exclusivo de EENM en nuestros pacientes en HD. Tras una revisión exhaustiva, no encontramos hasta la fecha, trabajos publicados en la literatura acerca del papel exclusivo de la EENM en los pacientes renales en programa de HD. Algunos factores como la edad, la malnutrición, la anemia, la elevada comorbilidad cardiovascular, la inflamación crónica y las alteraciones del metabolismo de la urea contribuyen a la afectación de las fibras musculares y las terminaciones nerviosas del tejido musculo esquelético que nos conducirá a la larga a una atrofia muscular importante y a la aparición de diversa sintomatología en forma de fatiga, debilidad, calambres o mioclonias en las EEII⁽³⁻⁵⁾. La EENM se basa en la aplicación de impulsos repetitivos de baja frecuencia mediante unos electrodos de superficie, consiguiendo la inmediata activación local de fibras musculares de pequeño tamaño de los diferentes grupos musculares^(8,17,18). Precisamente, esta activación muscular local, podría justificar la mejoría significativa de la fuerza muscular en ambos cuádriceps mediante la FEMQ así como la ausencia de cambios en la fuerza de extremidades mediante el HG, que correspondería más a estímulos generales que se obtendrían probablemente con pautas de ejercicio físico asociadas.

A pesar de este evidente incremento de fuerza muscular en ambas EEII; esto no se tradujo en cambios globales a nivel antropométricos. Aunque se obtuvo una disminución significativa de los pliegues cutáneos cuadrícipitales, que podrían traducir una menor cantidad de tejido adiposo tras la EENM, no se observaron cambios relevantes en el tono muscular y el área transversal del cuádriceps. Estos datos podrán ser atribuidos, entre otros, a la elevada atrofia muscular y comorbilidad previa de nuestros pacientes, a la escasa duración del programa de hipertrofia muscular (únicamente 2 semanas) dentro del programa de EENM así como al nivel de intensidad de contracción empleada a lo largo del estudio, si bien tampoco podemos descartar algún error en las mediciones realizadas a pesar de la metodología descrita.

En relación a los test funcionales, la activación muscular mediante la EENM se tradujo en un incremento significativo en la distancia recorrida en el test de la marcha (6MWT), poniendo de manifiesto el papel fundamental de los músculos cuádriceps en la fuerza de las extremi-

dades inferiores. Curiosamente, no obtuvimos cambios significativos en el test STS10, probablemente debido a la gran variabilidad de resultados obtenidos en un número limitado de pacientes. No obstante, los resultados mostraron cierta tendencia a la mejoría en este test funcional tras el programa de EENM.

A pesar de que la EENM es segura y carece de efectos adversos considerables, esta corriente eléctrica, ocasionalmente puede ser molesta e incluso dolorosa, siendo la sensación de hormigueo ligada a la corriente eléctrica los síntomas más frecuentemente asociados a su uso^(6,8,19). En cuanto a la presencia de síntomas en las EEII, nuestros pacientes presentaron una baja intensidad, obteniendo una mejoría en la puntuación global y en los diferentes síntomas analizados tras el programa de EENM, probablemente secundarios a la mejoría de la fuerza y activación muscular; si bien como era de esperar, únicamente no se obtuvo mejoría en la presencia de hormigueo, dada la corriente eléctrica de baja intensidad aplicada.

Todos los resultados obtenidos en relación a la fuerza muscular, capacidad funcional y sintomatología asociadas, se tradujeron por una parte en una mejoría en las 3 preguntas de la encuesta de SVS, fundamentalmente en aquellas relacionadas con la condición física y las molestias en EEII y en segundo lugar en un elevado grado medio de satisfacción global de los pacientes que participaron en el programa de EENM.

Del mismo modo, obtuvimos una mejoría significativa en la CVRS mediante valoración del estado de salud global de nuestros pacientes, fundamentalmente por una menor dificultad en la realización de las actividades de la vida cotidiana. Estos resultados podrían expresar, en cierto modo, refuerzos y pensamientos positivos en relación a la funcionalidad y autonomía de estos pacientes con múltiples problemas psicológicos asociados en programa de HD^(20,21).

Entre las múltiples limitaciones de nuestro trabajo, queremos destacar el escaso tamaño de la muestra que obligó al uso de test no paramétricos para su análisis así como la ausencia de grupo control. En este sentido, sería necesario realizar estudios mejor diseñados para establecer el exclusivo papel de la EENM y sus potenciales efectos beneficiosos en este tipo de pacientes.

En conclusión, la EENM intradiálisis de ambos cuádriceps mejoró la fuerza muscular, la capacidad funcional y la CVRS de nuestros pacientes en HD. En espera de futuros estudios, la EENM constituye una nueva alternativa terapéutica para mejorar la condición física y la calidad de vida de éstos pacientes.

Agradecimientos

Agradecer la colaboración prestada por todos los pacientes participantes en la presente investigación.

También agradecer la colaboración de mis compañeros que me han brindado su ayuda y su apoyo. Quiero agradecer a todos ellos cuanto han hecho para que este trabajo saliera adelante de la mejor manera posible.

Recibido: 20 octubre 2014
Revisado: 30 octubre 2014
Modificado: 6 noviembre 2014
Aceptado: 7 noviembre 2014

Bibliografía

1. Chema B, Singh M. Exercise training in patients receiving maintenance hemodialysis. A systematic review of clinical trials. *Am J Nephrol* 25 (4):352-64, 2005.
2. Segura-Ortí E. Ejercicio en pacientes en hemodiálisis: revisión sistemática de la literatura. *Nefrología* 30(2):236-46,2010.
3. Johansen KL, Doyle J, Sakkas GK, Kent-Braun JA. Neural and metabolic mechanisms of excessive muscle fatigue in maintenance hemodialysis patients. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 289(3): R805-13. 2005.
4. Johansen KL, Shubert T, Doyle J et al. Muscle atrophy in patients receiving hemodialysis: effects on muscle strength, muscle quality, and physical function. *Kidney Int.* 63(1):291-7, 2003.
5. Sakkas GK, Ball D, Mercer TH, et al. Atrophy of non-locomotor muscle in patients with end-stage renal failure. *Nephrol Dial Transplant* 18(10):2074-81, 2003.
6. Heidland A, Fazeli G, Klassen A. et al. Neuromuscular electrostimulation techniques: historical aspects and current possibilities in treatment of pain and muscle wasting. *Clin Nephrol.* 79 Suppl 1:S12-23. 2013.
7. Miller C, Thépaut-Mathieu C. Strength training by electrostimulation conditions for efficacy. *Int J Sports Med* 14(1):20-8, 1993.

8. Dehail P, Duclos C, Barat M. Electrical stimulation and muscle strengthening. *Ann Readapt Med Phys* 51(6):441-51, 2008.
9. Vivodtzev I, Lacasse Y, Maltais F. Neuromuscular electrical stimulation of the lower limbs in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *J Cardio-pulm Rehabil Prev* 28(2):79-91, 2008.
10. Labrunée M, Despas F, Marque P et al. Acute electromyostimulation decreases muscle sympathetic nerve activity in patients with advanced chronic heart failure (EMSICA Study). *PLoS One* 12; 8(11):e79438, 2013.
11. Dobak P, Homolja P, Suajanousky J. et al. Intradialysis electrostimulation of leg extensors may improve exercise tolerance and quality of life in hemodialysis patients. *Art Organs* 36 (1):71-8. 2012.
12. Fernández Vieitez J.A. Áreas musculares del muslo y la pierna estimadas por antropometría y tomografía axial computerizada en varones adultos. *Revista Cubana Alimentación Nutrición*. Marzo 14 (2): 109-113. 2000.
13. Heiwe S, Jacobson SH. Exercise Training in Adults with CKD: A Systematic Review and Meta-analysis. *Am J Kidney Dis* 64(3):383-93, 2014.
14. 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* 84(11):865-74, 2005.
15. Contreras Martos G, Delgado M, Martínez Villar J et al. Eficacia de un programa de entrenamiento intradiálisis de fuerza-resistencia en combinación con electroestimulación neuromuscular: mejora de la capacidad funcional, fuerza y calidad de vida. *Rev Soc Enferm Nefrol* 14 (2):112-19. 2011.
16. Junqué A, Esteve, Iza G et al. Resultados de un programa de ejercicio físico combinado con electroestimulación neuromuscular en pacientes en hemodiálisis. *Rev Soc Enferm Nefrol* 16 (3):161-8, 2013.
17. Papaiordanidou M, Guiraud D, Varray A. Kinetics of neuromuscular changes during low-frequency electrical stimulation. *Muscle Nerve* 41(1):54-62, 2010.
18. Maffiuletti NA, Zory R, Miotti D et al. Neuromuscular adaptations to electrostimulation resistance training. *Am J Phys Med Rehabil* 85(2):167-75, 2006.
19. Vaienti F. Neuromuscular electrostimulation in clinical practice. *Acta Anaesthesiol.* 15:227-45, 1964.
20. Maffiuletti NA. The use of electrostimulation exercise in competitive sport. *Int J Sports Physiol Perform* 1(4):406-7, 2006.
21. Klassen A, Racasan S, Gherman-Caprioara M et al. High-Tone external muscle stimulation in end-stage renal disease: effects on quality of life in patients with peripheral neuropathy. *Clin Nephrol* 79 Suppl 1:S28-33. 2013

Tabla I. Datos antropométricos Cuadriceps. Tonos cuádriceps derechos (D) e izquierdos (I), Pliegue de los cuádriceps derecho e izquierdo y área transversal cuádriceps derecho e izquierdo. *Significación estadística: *p<0.05.*

Área Muscular Cuádriceps (Fernández, 2000): $AMM = [(Contorno\ musculo - \pi \times Pliegue\ cutáneo\ músculo)^2] / 4 \pi$.

	Inicio	Final	p.est
Tono Cua. D	49.4 ± 5.7	49 ± 4.2	0.667
Tono Cuad. I	49.3 ± 4.9	48.9 ± 4.5	0.485
Pliegue Cuad. D	36.3 ± 12.2	30.2 ± 11.5	0.004*
Pliegue Cuad. I	36.1 ± 11.9	30.8 ± 10.8	0.038*
Área Trans. Cuad.D	441.2 ± 371.9	334.8 ± 281.2	0.143
Área Trans. Cuad I	425.2 ± 363.5	266.9 ± 397.1	0.050

Tabla II. Valoración de la fuerza muscular y la capacidad funcional. HG. Hand Grip brazo dominante. FEMQ. Fuerza Extensión máxima del cuádriceps. 6MWT: Test de la marcha 6 min. STS10: test sit to stand to sit 10; m: metros; seg: segundos. *Significación estadística: *p<0.05.*

	Inicio	Final	p.est
HG (kg)	21.3 ± 7.1	22.9 ± 9.3	0.192
FEMQ (kg)	10.2 ± 6.6	13.1 ± 8.1	0.001*
6mWT(m)	290 ± 134.7	312 ± 149.4	0.009*
STS10 (seg)	40.8±17.9	37.2 ± 23.9	0.064

Tabla III. Síntomas de la Electroestimulación Neuromuscular (EENM).

	Inicio	Final	p.est
Suma síntomas	8.5 ± 2.9	5.8 ± 1.0	0.001*
Dolor Muscular	2,2 ± 1,2	1,2 ± 0,5	0,001*
Calambres	2,2 ± 1,2	1,2 ± 0,5	0,001*
Hormigueo	1.6 ± 0.7	1.2 ± 0.5	0.073
Quemor	1.5 ± 0.8	1.1 ± 2.9	0.016*
Entumecimiento	1.7 ± 1.1	1.1 ± 0.3	0.006*

Tabla IV. CVRS. Test EuroQoL 5D. Análisis por dimensiones (movilidad, cuidado personal, actividades cotidianas, dolor/malestar y ansiedad/depresión) y por valoración global estado salud mediante escala visual. Significación estadística: *p<0.05.

	Inicio	Final	p.est
Movilidad	1.6 ± 0.50	1.6 ± 0.5	1.0
Cuidado personal	1.3 ± 0.6	1.3 ± 0.4	0.56
Actividades Cotidianas	1.7 ± 0.6	1.4 ± 0.5	0.01*
Dolor/Malestar	1.8 ± 0.5	1.7 ± 4.8	0.33
Ansiedad/Depresión	1.4 ± 0.5	1.2 ± 0.4	0.83
Valoración Global Estado de salud	52.6 ± 16.2	65.5 ± 13.4	0.001*