

# Revista de Nutrición Clínica y Metabolismo

Revista de la Asociación Colombiana de Nutrición Clínica

## **Efectos del ejercicio físico sobre marcadores antropométricos, fuerza muscular y tensión arterial en pacientes con hemodiálisis: una revisión narrativa**

Effects of physical exercise on anthropometric markers, muscle strength and blood pressure in hemodialysis patients:

A narrative review

Efeitos do exercício físico sobre marcadores antropométricos, força muscular e pressão arterial em pacientes em hemodiálise: uma revisão narrativa

Ana Karen Pérez-Jiménez<sup>1</sup>, Graciela Berenice Chávez-Becerril<sup>2</sup>, Claudia Nelly Orozco-González<sup>3</sup>, Saby Camacho-López<sup>4</sup>

1. Escuela de Salud Pública de México, Cuernavaca, México.
2. Universidad de Ixtlahuaca, CUI, Ixtlahuaca, México.
3. Profesor-Investigador de la Universidad Internacional Iberoamericana
4. Nutrir México, Ciudad de México, México

Recibido: 9 de mayo de 2021

Aceptado: 19 de octubre de 2021

Primero en línea : 22 de octubre 2021

DOI: 10.35454/rncm.v4n4.297

Esta es una versión preliminar del PDF del artículo aceptado para publicación. La versión definitiva será publicada en el número 4(4) del mes de noviembre de 2021



## **Resumen**

*Introducción:* La implementación de programas de ejercicio puede mejorar la calidad de vida de pacientes en hemodiálisis (HD). Diversos estudios hablan sobre los beneficios del ejercicio físico en estos pacientes, sin embargo, los efectos sobre marcadores antropométricos, fuerza muscular y tensión arterial (TA) según el tipo de ejercicio no han sido completamente evaluados. El objetivo de esta revisión es analizar estudios cuya intervención consistiera en la implementación de programas de ejercicio en pacientes con HD y proporcionar evidencias de sus efectos sobre los marcadores antropométricos, fuerza muscular y TA.

*Métodos:* Se realizó una búsqueda en la literatura en Medline, LILACS, Scielo y Redalyc, con una temporalidad de 2015 a 2020. Se incluyeron 18 artículos en la presente revisión.

*Resultados:* La combinación de ejercicio anaeróbico y de resistencia aumenta la fuerza muscular, y de igual manera, el ejercicio aeróbico y anaeróbico incrementa la fuerza muscular de las extremidades superiores e inferiores de pacientes en HD. Por otro lado, el ejercicio anaeróbico por sí solo, tiene efectos sobre los marcadores antropométricos, específicamente en el aumento de masa libre de grasa. El ejercicio aeróbico aislado es eficaz para la disminución de la TA.

*Conclusión:* La implementación de programas de ejercicio en pacientes con HD ha demostrado tener efectos positivos sobre la fuerza muscular, los marcadores antropométricos y la TA.

**Palabras clave:** Enfermedad renal crónica, hemodiálisis, ejercicio físico, marcadores antropométricos, fuerza muscular, tensión arterial.

## **Abstract**

*Introduction:* The implementation of exercise programs can improve quality of life in hemodialysis (HD) patients. Several studies discuss the benefits of physical exercise in these patients; however, the effects on anthropometric markers, muscle strength and blood pressure (BP), based on the type of exercise, have not been fully evaluated. The aim of the study is to analyze studies where the intervention consisted of the implementation of exercise programs in HD patients, and to provide evidence of their effects on anthropometric markers, muscle strength and BP.

*Methods:* A literature research was carried from in: Medline, LILACS, Scielo and Redalyc, in a time span from 2015 to 2020. In total, 18 articles were included in the present review.

*Results:* The combination of anaerobic and resistance exercise increases muscular strength, and in the same way, aerobic and anaerobic exercise increases the muscular strength of the upper and lower extremities in HP patients. On the other hand, anaerobic exercise alone has effects on anthropometric markers, specifically on the increase in fat-free mass. Isolated aerobic exercise is effective in lowering BP.

*Conclusion:* The implementation of exercise programs in HD patients has shown to have positive effects on muscle strength, anthropometric markers and BP.

**Keywords:** Chronic kidney disease, hemodialysis, physical exercise, anthropometric markers, muscular strength, blood pressure.

## **Resumo**

*Introdução:* A implementação de programas de exercício pode melhorar a qualidade de vida dos pacientes em hemodiálise (HD). Vários estudos falam sobre os benefícios do exercício físico nesses pacientes, no entanto, os efeitos sobre os marcadores antropométricos, força muscular e pressão arterial (PA) de acordo com o tipo de exercício não tem sido totalmente avaliados. O objetivo desta revisão é analisar estudos cuja intervenção consistiu na implementação de programas de exercício em pacientes com HD e fornecer evidências de seus efeitos sobre os marcadores antropométricos de força muscular e PA.

*Métodos:* Foi realizada uma pesquisa bibliográfica nas bases de dados de Medline, LILACS, Scielo e Redalyc, no período de 2015 a 2020. Foram incluídos 18 artigos na presente revisão.

*Resultados:* A combinação de exercício anaeróbico e resistido aumenta a força muscular e, da mesma forma, o exercício aeróbico e anaeróbico aumenta a força muscular das extremidades superiores e inferiores de pacientes em HD.

Por outro lado, o exercício anaeróbico sozinho tem efeitos nos marcadores antropométricos, especificamente no aumento da massa livre de gordura. O exercício aeróbico isolado é eficaz na redução da PA.

*Conclusão:* A implementação de programas de exercício em pacientes em HD demonstrou efeitos positivos na força muscular, os marcadores antropométricos e a PA.

**Palavras-chave:** Doença renal crônica, hemodiálise, exercício físico, marcadores antropométricos, força muscular, pressão arterial.

## **Mensajes clave**

1. La implementación de programas de ejercicio físico aeróbico y de resistencia favorece el aumento de masa muscular de los pacientes con HD.
2. Aún en los pacientes ancianos sometidos a HD el ejercicio físico aeróbico y anaeróbico intradiálisis resulta efectivo para aumentar la fuerza muscular de la empuñadura del brazo dominante y de las extremidades inferiores.
3. La realización de ejercicio anaeróbico parece ser la opción más recomendable para aumentar masa libre de grasa.
4. Una hora de ejercicio físico aeróbico regular durante la HD podría reducir significativamente la TA del paciente hemodializado.
5. El grado de adherencia que tengan los pacientes al programa de ejercicios influye de manera importante en la efectividad de la intervención.

## Introducción

La Enfermedad Renal Crónica (ERC) se define como la presencia de alteraciones en la estructura o función renal sostenida por al menos 3 meses, o bien, por la disminución de la Tasa de Filtrado Glomerular (TFG) por debajo de 60 ml/min/1.73 m<sup>2</sup> con o sin daño renal.<sup>1</sup> La ERC es considerada como un grave problema de salud pública a nivel mundial debido a su elevada prevalencia e incidencia, así como a las complicaciones que conlleva.<sup>2</sup> En el año 2017, se reportó una prevalencia de ERC del 12.2% y 51.4 muertes por cada 100 mil habitantes en México.<sup>3</sup>

En la etapa terminal de la ERC es necesario un tratamiento sustitutivo como la hemodiálisis (HD), la cual es la terapia de reemplazo renal de mayor prevalencia en Latinoamérica (82%).<sup>4</sup> Los pacientes sometidos a HD, generalmente lo hacen tres veces por semana, aproximadamente cuatro horas por sesión, lo cual, se considera un lapso de inactividad física, que a su vez, favorece a una disminución de la capacidad funcional y debilidad muscular.<sup>5</sup> Por otra parte, la inactividad física en pacientes sometidos a HD es un factor de riesgo para desarrollar ECV, la cual es un concomitante común de la ERC y la principal causa de morbilidad y mortalidad de estos pacientes.<sup>6</sup>

Existe una diferencia entre actividad física y ejercicio, el segundo, es una variedad de la actividad física, sin embargo, es planificado, estructurado, repetitivo y realizado con un objetivo relacionado con la mejora de la aptitud física, por otro lado, la actividad física es cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos que requiera de un gasto de energía.<sup>7</sup>

El ejercicio se clasifica principalmente en aeróbico y anaeróbico, la diferencia entre ambos es el tiempo y la intensidad. En el primero, el movimiento es continuo y el organismo tiene mayor consumo de oxígeno, con este tipo de ejercicio se mejora la condición física, la respiración y oxigenación, (por ejemplo: ciclismo, natación, caminatas/ carreras). En el segundo, el movimiento es pausado y se requiere de mayor esfuerzo, ayuda a aumentar la fuerza, flexibilidad, elasticidad y resistencia, (por ejemplo: levantar pesas u otro tipo de actividad para tonificación de los músculos).<sup>8</sup> Existen programas que combinan ejercicio aeróbico y anaeróbico que

favorecen la capacidad física y la calidad de vida de pacientes con ERC en estadios avanzados.<sup>9</sup> El entrenamiento físico intradiálisis tiene un efecto positivo sobre la rigidez arterial, la composición corporal y el rendimiento físico de pacientes hemodializados crónicos.<sup>10</sup> El ejercicio ha demostrado tener un efecto positivo en la reducción de la tensión arterial (TA).<sup>2</sup>

El objetivo de esta investigación fue analizar estudios cuya intervención consistía en la implementación de programas de ejercicio físico en pacientes con tratamiento de HD y proporcionar evidencias de sus efectos sobre marcadores antropométricos, fuerza muscular y TA.

### **Métodos**

Se realizó una búsqueda de la literatura en Medline, LILACS, Scielo y Redalyc, para identificar publicaciones en donde se realizaron intervenciones con ejercicio físico en pacientes con ERC en HD.

Como criterios de inclusión se consideraron los siguientes: Estudios experimentales (ensayos clínicos aleatorizados) y cuasiexperimentales (con grupo control no equivalente, de antes y después en un solo grupo, de medidas repetidas y de series temporales), en inglés y español, con una temporalidad de 2015 a 2020, esto con el objetivo de proporcionar información actualizada. Además, se incluyeron estudios que evaluaran los efectos del ejercicio físico sobre marcadores antropométricos, fuerza muscular o TA en pacientes con tratamiento de HD. Se consideraron solamente aquellos estudios que fueran realizados en humanos. Se excluyeron los metanálisis y revisiones sistemáticas relacionadas con el tema de estudio, así como los protocolos.

Todos los artículos presentados son desde el punto de vista cuantitativo. La extracción de datos fue realizada por dos revisoras a través del análisis de datos secundarios en las bases de datos Medline, LILACS, Redalyc y Scielo. Las variables a medir fueron: marcadores antropométricos, fuerza muscular y tensión arterial. La evaluación de la elegibilidad fue efectuada por las mismas dos revisoras de manera independiente, no cegada y estandarizada.

## **Resultados**

Se incluyeron un total de 18 artículos. La muestra inicial total en todos los artículos fue de 660 pacientes. En el 39% de los artículos se realizaron intervenciones en las que se medía el efecto de los programas de ejercicio físico sobre la fuerza muscular, mientras que el 28% medía el efecto sobre los marcadores antropométricos y el 6% sobre la TA. Así mismo, el 22% analizaba los efectos sobre todas las variables mencionadas anteriormente y sólo el 5% medía el efecto sobre los marcadores antropométricos y TA.

### **Efectos sobre los marcadores antropométricos**

Chan y cols.<sup>11</sup> ejecutaron una intervención de ejercicio intradiálisis anaeróbico y de resistencia progresiva, durante 12 semanas. En las primeras 4 semanas, se realizaron 3 series de 12-15 repeticiones de cada ejercicio con una calificación de esfuerzo percibido (RPE) de 12-14 y en las últimas 8 semanas, se realizaron 3 series de 10-12 repeticiones con un RPE de 14-15. Sin embargo, no se observaron cambios significativos en el peso corporal, Índice de Masa Corporal (IMC), y circunferencia de cintura. Un estudio hecho por da Costa et al.<sup>12</sup> llevó a cabo un entrenamiento anaeróbico y de resistencia progresiva, durante 12 semanas, antes y durante la sesión de HD. Los pacientes fueron divididos aleatoriamente en un Grupo Experimental (E) y un Grupo Control (C). Se realizaron 11 ejercicios en 2 series de 15-20 repeticiones. El Grupo C realizó ejercicios de muy baja intensidad sin carga y progresión. Se observó un aumento significativo de la masa magra localizada en piernas del Grupo E (14.36 (DE: 2.95) a 14.78 kg (DE: 3.27) ( $p= 0.04$ )). No se observaron cambios significativos en la masa magra y masa grasa totales, así como en IMC. Groussard et al.<sup>13</sup> llevó a cabo un programa de ciclismo intradiálisis (ejercicio aeróbico) durante 3 meses, en donde los pacientes fueron asignados aleatoriamente a un Grupo E o un Grupo C. Los sujetos pedalearon durante 15 minutos, la duración se incrementó gradualmente en 5 minutos durante la primera semana y luego en 10 minutos durante la segunda semana para llegar a 30 minutos después de 2 semanas. Sin embargo, el entrenamiento no modificó la composición corporal del Grupo E.

Marinho et al.<sup>14</sup> ejecutó un programa de entrenamiento anaeróbico intradiálisis con ejercicios de resistencia durante 2 meses. Los ejercicios se realizaron en ambas extremidades inferiores y la intensidad media fue del 60% basada en la prueba de 3 repeticiones máximas (3RM). Sin embargo, no se observaron cambios significativos en la masa magra, IMC y grasa corporal después de la intervención.

Moraes et al.<sup>15</sup> realizó un programa de ejercicio intradiálisis (anaeróbico y resistencia), durante 6 meses, en donde los pacientes fueron divididos en 2 grupos de estudio, Grupo E y Grupo C. Los ejercicios se hicieron en ambas extremidades inferiores y la intensidad se basó en la prueba de 1 repetición máxima (1RM). La intensidad inicial fue del 60% y alcanzó el 70% después de 12 sesiones. Se observó un aumento de masa libre de grasa (45.1 (DE: 11.1) a 46.7 kg (DE: 10.7)) del grupo E, así como una disminución de masa grasa (29.7 (DE: 6.7) a 28.9 % (DE: 5.8)). Mientras que el Grupo C presentó ganancia de masa grasa (33.1 (DE: 7.9) a 34.5 % (DE: 7.6)) y disminuyó masa libre de grasa (45.4 (DE: 9.2) a 44.5 kg (DE: 8.9)).

Bennett et al.<sup>16</sup> ejecutó un programa de entrenamiento de resistencia progresiva intradiálisis (ejercicio anaeróbico). Los pacientes fueron asignados aleatoriamente en 3 grupos de acuerdo a la duración del programa, Grupo 1 (36 semanas), Grupo 2 (24 semanas) y Grupo 3 (12 semanas). El programa consistía en 6 ejercicios de resistencia de la parte inferior y superior del cuerpo utilizando bandas elásticas (2 series de 15-20 repeticiones). Se observó una disminución significativa en el peso medio de los pacientes (76.11 (DE:18.42) a 75.40 kg (DE:1.38)).

Liao et al.<sup>17</sup> llevó a cabo un programa de ciclismo intradiálisis (ejercicio aeróbico), durante 3 meses, los pacientes fueron asignados aleatoriamente a 2 grupos, un Grupo E y un Grupo C. El programa de ejercicio consistió en un calentamiento de 5 minutos, 20 minutos de ciclismo y enfriamiento de 5 minutos, la intensidad del ejercicio fue de 12-15 en la escala de esfuerzo percibido de Borg. Sin embargo, no se observaron cambios significativos en el peso e IMC.

Rhee et al.<sup>18</sup> realizó un programa de entrenamiento intradiálisis con una combinación de ejercicio aeróbico y anaeróbico, durante 6 meses. Para el ejercicio aeróbico, se utilizó una bicicleta ergonómica (adaptada a la cama) durante un mínimo de 30 minutos. Para el ejercicio anaeróbico se utilizaron bandas elásticas (extensión y flexión del codo, así

como abducción lateral del hombro), 2-3 series, 10-15 repeticiones, durante 5-10 minutos. Sin embargo, no se observaron diferencias significativas en la circunferencia de brazo y la circunferencia de muslo. Cigarroa y cols.<sup>19</sup> llevaron a cabo un programa de ejercicio intradiálisis (fuerza-resistencia), durante 8 semanas, que consistía en 3 fases: calentamiento, ejercicios y vuelta a calma. La intervención no generó cambios significativos en el peso e IMC.

Alonso et al.<sup>20</sup> implementó un plan de ejercicio intradiálisis (aeróbico y de resistencia), durante 16 semanas. En el ejercicio aeróbico se utilizó una pedalera, con un tiempo inicial de 15 minutos hasta llegar a 40 minutos. Mientras que en el ejercicio de resistencia se utilizaba una resistencia elástica para cuádriceps, dorsiflexores del pie y glúteos, comenzando con 3 series de 6-8 repeticiones hasta llegar a 5 series de 10-12 repeticiones. Se observó un aumento significativo de la masa magra (31.9 (DE: 9.0) a 32.7 kg (DE: 10.0) ( $p= 0.01$ )), pero no hubo cambios significativos en el peso seco ni en la masa grasa.

### **Efectos sobre la fuerza muscular**

Alonso et al.<sup>20</sup> encontró que con una intervención de ejercicio aeróbico y de resistencia intradiálisis no se observaron cambios significativos en la fuerza muscular de cuádriceps y empuñadura.

Una intervención realizada por Anding et al.<sup>21</sup> con ejercicio de fuerza (ejercicio anaeróbico) y resistencia, con 1 año de duración, en donde los pacientes se dividieron en tres grupos de acuerdo a su nivel de adherencia en el programa (Alta Adherencia (HA), Adherencia Moderada (MA) y Baja Adherencia (LA)), logró un aumento significativo ( $p= 0.00$ ) de la fuerza muscular en las repeticiones de las pruebas de fuerza máxima para el grupo HA en todos los grupos musculares. Mientras que para el grupo MA sólo se observó una mejora significativa en extensores de piernas ( $p= 0.00$ ), abductor ( $p= 0.00$ ), abdomen ( $p= 0.03$ ) y aductor ( $p= 0.04$ ).

André de castro y cols.<sup>22</sup> demostraron que la implementación de un plan de ejercicio anaeróbico intradiálisis, durante 39 meses, con ejercicios para: dorsales, pectorales, deltoides, cuádriceps, isquiotibiales, pantorrilla, tríceps y bíceps, aumenta

significativamente la fuerza muscular (27.3 (DE: 11.58) a 34.8 kg (DE: 10.77 ( $p=0.00$ )). Chan y cols.<sup>23</sup> evidenciaron que una intervención intradiálitica con ejercicio anaeróbico y de resistencia progresiva, durante 12 semanas, que considere el esfuerzo percibido por los pacientes y utilice una máquina prototipo portátil para la realización de ejercicios de la parte superior e inferior del cuerpo con cargas más pesadas, mientras se ejercitan con pesas de peso libre o bandas elásticas de resistencia los grupos musculares no aislados por el dispositivo de ejercicio, se logra un aumento significativo de la fuerza de agarre en extremidades inferiores del cuerpo (62 (DE: 18.0) a 77 kg (DE: 21.0) ( $p= <0.0001$ )), sin embargo, no se encontraron cambios significativos en la fuerza de agarre de la extremidad en donde era colocada la fístula. Dziubek et al.<sup>24</sup> realizó una intervención con ejercicios acuáticos (ejercicio aeróbico y de resistencia), durante 3 meses, la cual consistía en: calentamiento, ejercicios de resistencia y fortalecimiento de grupos de músculos particulares, ejercicios de coordinación y finalmente ejercicios de relajación. Se observó un aumento significativo de la fuerza muscular (Newtons-metro, N-m) en músculos extensores de rodilla de pierna derecha medidos en un ángulo articular de 60°/s (62.31 (DE: 16.55) a 68.84 N-m (DE: 15.25) ( $p= 0.00$ )); 180°/s (44.44 (DE: 10.66) a 49.13 N-m (DE: 9.13) ( $p= 0.00$ )) y 300°/s (38.39 (DE:3.57) a 39.94 N-m (DE:3.62) ( $p= 0.00$ )) y en la pierna izquierda en un ángulo articular de 300°/s (36.63 (DE: 5.03) a 39.24 N-m (DE: 6.31) ( $p= 0.04$ )). Asimismo, se observó un aumento significativo en los músculos flexores de la rodilla de pierna derecha medidos en ángulo articular de 60°/s (34.80 (DE: 7.80) a 40.36 N-m (DE: 6.74) ( $p= 0.01$ )) y 180°/s (26.20 (DE: 4.91) a 31.38 N-m (DE: 7.36) ( $p= 0.02$ )). Además, en la pierna izquierda en un ángulo articular de 180°/s (24.83 (DE: 5.91) a 30.41 N-m (DE: 7.89) ( $p= 0.02$ )) y 300°/s (25.96 (DE: 3.93) a 2.24 N-m (DE: 4.04) ( $p= 0.00$ )).

Junqué et al.<sup>25</sup> implementó una intervención con ejercicio aeróbico y anaeróbico, durante 12 semanas, que constaba de calentamiento, trabajo de capacidad anaeróbica, fuerza, coordinación y flexibilidad de diferentes grupos musculares, así como de capacidad aeróbica utilizando cicloergómetros eléctricos. Como resultado se obtuvo un aumento significativo ( $p= 0.02$ ) en la fuerza de empuñadura del brazo dominante (16.6 (DE: 8.7) a 18.2 kg (DE: 8.9)). Simo et al.<sup>26</sup> implementó un

programa de ejercicio intradiálisis (aeróbico y anaeróbico), durante 12 semanas, en donde los pacientes fueron asignados a dos grupos, Grupo E y Grupo C, el cual consistía en calentamiento, capacidad anaeróbica (coordinación y flexibilidad en diferentes grupos musculares) y capacidad aeróbica (utilizando cicloergómetros eléctricos). Se observó un aumento significativo ( $p= 0.01$ ) de la fuerza muscular de empuñadura para el Grupo E (16.6 (DE: 8.7) a 18.2 kg (DE: 8.9)) y una disminución significativa ( $p= 0.01$ ) en el Grupo C (19.9 (DE: 9.4) a 18.3 kg (DE: 10.6)). En cuanto a la fuerza muscular de las extremidades inferiores, se observó una mejoría en el Grupo E, sin embargo, no fue significativa.

Chang y cols.<sup>27</sup> implementaron un programa de ejercicio físico con Tai Chi de estilo corto, de 13 movimientos (ejercicio aeróbico), durante 12 semanas, en donde los pacientes fueron asignados de acuerdo a sus preferencias al Grupo E o al Grupo C. Como resultado se observó un aumento significativo ( $p= 0.00$ ) de la resistencia muscular en el Grupo E. La intervención con ejercicios de fuerza-resistencia muscular realizada por Cigarroa y cols.<sup>22</sup> dio como resultado un aumento significativo de la fuerza muscular en miembro inferior derecho ( $223.8 \pm 20.3$  a  $232.9 \pm 18.8$  puntos ( $p= 0.02$ )) y en miembro inferior izquierdo ( $222.3 \pm 18.9$  a  $232.0 \pm 18.0$  puntos ( $p= 0.00$ )).

En el estudio de Bennett et al.<sup>16</sup> se observó que con un programa de entrenamiento de resistencia progresiva (anaeróbico) intradiálisis, la fuerza muscular media cambia significativamente ( $9.79$  (DE: 5.11) a  $9.71$  repeticiones (DE: 0.42) ( $p= <0.001$ )). Por otro lado, Rhee et al.<sup>18</sup> demostró que un programa de ejercicio intradiálisis, con una combinación de ejercicio aeróbico y anaeróbico puede mejorar significativamente ( $p= 0.00$ ) la potencia muscular de la espalda ( $44.5$  (DE: 22.1) a  $56.9$  kg (DE: 25.7)).

### **Efectos sobre la Tensión Arterial**

Musavian y cols.<sup>28</sup> llevaron a cabo un programa intradiálisis de ejercicios aeróbicos pasivos y activos de pedaleo, con una duración de 8 meses. Durante las primeras 8 semanas del programa, los pacientes hicieron ejercicio pasivo utilizando una mini bicicleta con motor eléctrico adaptada a su cama y las siguientes 8 semanas

hicieron ejercicio activo de manera similar, excepto que la mini bicicleta no se conectó a la energía eléctrica y pedalearon activamente. Se observó que la TA diastólica media (kilopascales, kPa) disminuyó significativamente ( $p= 0.03$ ) al final de la cuarta y octava semana del ejercicio pasivo (inicio: 8.06 kPa (DE: 0.77); final de la 4ª semana: 7.56 kPa (DE: 0.62); final de la 8ª semana: 7.69 kPa (DE: 0.70)). En el estudio hecho por Bennett et al.<sup>16</sup> en donde se implementó un programa de entrenamiento de resistencia progresiva (anaeróbico) intradiálisis, mostró cambios significativos en el valor medio de TA (94.45 (DE: 13.94) a 94.28 mmHg (DE:0.99) ( $p= <0.01$ )). Por su parte, Liao et al.<sup>17</sup> reveló que un programa de ciclismo intradiálisis (ejercicio aeróbico) puede modificar las cifras de TA de la siguiente manera: TA sistólica antes del ejercicio: (138.1 (DE: 16.9) a 96.0 mmHg (DE: 64.2); durante el ejercicio: 149.4 (DE: 17.3) a 104.2 mmHg (DE: 69.2) y después del ejercicio: 136.8 (DE: 13.8) a 96.6 mmHg (DE: 64.1). Por otro lado, la TA diastólica antes del ejercicio: 76.8 (DE: 8.3) a 53.7 mmHg (DE: 35.3); durante el ejercicio: 79.3 (DE: 8.4) a 55.8 mmHg (DE: 36.7) y después del ejercicio: de 74.1 (DE: 6.8) a 53.1 mmHg (DE: 34.9).

Cigarroa y cols.<sup>19</sup> encontraron que con una intervención de ejercicio anaeróbico y de resistencia muscular se puede obtener una disminución significativa en la TA diastólica ( $93.9 \pm 3.6$  a  $88.6 \pm 2.8$ ) ( $p= 0.04$ )), pero no en la sistólica. Mientras que Alonso et al.<sup>25</sup> encontró cambios significativos en TA diastólica prediálisis (114.0 (DE: 18.0) a 109.0 mmHg (DE:13.0) ( $p= 0.02$ )), TA sistólica posdiálisis (85.0 (DE: 13.0) a 72.0 mmHg (DE: 8.0) ( $p= <0.0001$ )) y TA diastólica posdiálisis (79.0 (DE: 11.0) a 62.0 (DE: 8.0) ( $p= <0.0001$ )).

Respecto a los posibles riesgos y efectos adversos, solamente 3 de los 18 artículos incluidos refirieron la presencia de efectos adversos<sup>18, 23, 28</sup>, 2 mencionaban los riesgos potenciales de la intervención<sup>21, 24</sup>, 8 reportaron que los pacientes no presentaron efectos adversos relacionados<sup>14, 16, 17, 19, 22, 24-26</sup> y 5 no reportaban la información.<sup>12, 13, 15, 20, 27</sup>

En la tabla 1 se muestra el resumen de los artículos incluidos en la presente revisión

**Tabla 1. Principales características y resultados de los estudios incluidos**

Artículo	Intervención	Tipo de estudio	Población	Hallazgos o resultados	Métodos de medición de desenlaces	Riesgos/ efectos adversos observados
Anding, 2015 <sup>21</sup>	Ejercicio anaeróbico y de resistencia muscular, intradiálisis (plan de ejercicio para los 8 grupos musculares: extensor de piernas, flexión de piernas, aductor, abdomen, bíceps, tríceps y abductor y resistencia con un cicloergómetro), 2 sesiones/semana, 60 minutos/sesión, durante 1 año. Los pacientes se dividieron de acuerdo a su nivel de adherencia en 3 grupos de estudio, Adherencia Alta (HA= >80%; n=19), Adherencia Moderada (MA= 60-80%; n=12) y Adherencia Baja (LA= <60%; n=15).	Estudio cuasiexperimental de medidas repetidas.	46 pacientes en tratamiento de HD, 24 hombres y 22 mujeres, con una edad media de 63.2 años (DE*: 16.3)	Mejora estadísticamente significativo para los grupos HA y MA en fuerza (HA: >120%, MA: 40–50 %) (p= 0.00). Aumento significativo de la fuerza muscular en las repeticiones en las pruebas de fuerza máxima hacia el final del estudio después de 12 meses y solo para algunos de los grupos musculares, es decir, para el extensor de pierna (p= 0.00), aductor (p= 0.04), abdomen (p= 0.03) y abductor (p= 0.00).	Fuerza muscular: Prueba sit to stand 60S (STS60) o prueba de "Sentarse y pararse de 60 segundos".	Posibles riesgos de la intervención: fatiga muscular.

Dziubek, 2015 <sup>24</sup>	Ejercicio aeróbico y de resistencia en días sin HD (entrenamientos acuáticos: calentamiento, seguido de ejercicios de resistencia, fortalecimiento muscular y ejercicios de coordinación, finalmente ejercicios de estiramiento, respiración y relajación). 1 sesión/semana, 60 minutos por sesión, durante 3 meses. Supervisado por un fisioterapeuta, un médico y un salvavidas.	Estudio cuasiexperimental de antes y después en un solo grupo.	20 pacientes en tratamiento de HD, 4 hombres y 16 mujeres, con una edad media de 64.2 años (DE: 13.1)	Se observaron cambios significativos en fuerza muscular (Newtonsmetro, N-m), mostrada en músculos extensores de rodilla de pierna derecha, medidos en un ángulo articular de: 60°/s: 62.31 (DE: 16.55) a 68.84 N-m (DE: 15.25) (p= 0.00) 180°/s: 44.44 (DE: 10.66) a 49.13 N-m (DE: 9.13) (p= 0.00) 300°/s: 38.39 (DE:3.57) a 39.94 N-m (DE:3.62) (p= 0.00) Pierna izquierda, ángulo articular de 300°/s: 36.63 (DE: 5.03) a 39.24 N-m (DE: 6.31) (p= 0.04) Se observaron cambios significativos en los músculos flexores de rodilla de pierna derecha, medidos en ángulo articular de: 60°/s: 34.80 (DE: 7.80) a 40.36 N-m (DE: 6.74) (p= 0.01) 180°/s: 26.20 (DE: 4.91) a 31.38 N-m (DE: 7.36) (p= 0.02) Pierna izquierda, ángulo articular de: 180°/s: 24.83 (DE: 5.91) a 30.41 N-m (DE: 7.89) (p= 0.02) 300°/s: 25.96 (DE: 3.93) a 2.24 N-m (DE: 4.04) (p= 0.00)	Fuerza muscular de las extremidades inferiores: Dinamómetro isocinético Biodex Multi-Joint System 3.	Posibles riesgos de la intervención: cansancio, náuseas, vómitos, dificultad para respirar, mareos, dolor muscular, articular o coronario.
Groussard, 2015 <sup>13</sup>	Ejercicio aeróbico intradiálisis (ciclismo con el 55% – 60% de la potencia máxima). 3 sesiones/semana, 30 minutos/sesión, durante 3 meses. Los pacientes se dividieron en 2 grupos de estudio, Grupo E*** (n= 8) y Grupo C**** (n= 10). El Grupo C no recibió el programa de ejercicio. Supervisado por un equipo profesional con experiencia en actividad física.	Estudio experimental aleatorizado no cegado.	18 pacientes en tratamiento de HD, Grupo E: 5 hombres y 3 mujeres con una edad media de 66.5 años (DE: 4.6), Grupo C: 7 hombres y 2 mujeres con una edad media de 68.4 años (DE: 3.7)	No se observaron modificaciones significativas en los marcadores antropométricos de grupo E: Peso (kg): 78.1 ± 6.4 a 78.3 ±** 6.0 IMC (kg/m <sup>2</sup> ): 29.4 ± 2.1 a 29.5 ± 1.9 Grasa corporal (%): 32.2 ± 3.1 a 32.4 ± 3.2 Masa libre de grasa (kg): 51.8 ± 4.7 a 52.2 ± 4.9 Masa libre de grasa en miembros inferiores (kg): 16.3 ± 1.8 a 16.3 ± 1.9	Composición corporal: Absorciometría de rayos X de Energía Dual (DEXA).	Información no reportada.

Junqué, 2015 <sup>25</sup>	Ejercicio aeróbico y anaeróbico intradiálisis (capacidad anaeróbica: fuerza, coordinación y flexibilidad muscular mediante cintas elásticas de resistencia, balones medicinales, pelotas de contracción, tobilleras con peso añadido, mancuernas y pesas. Capacidad aeróbica: ciclismo con una intensidad de 40-50-60 rpm y una duración de 3-6-9-12-15 min). 2 sesiones/semana, 45-50 minutos aproximadamente/sección, durante 12 semanas. Supervisado y dirigido por el personal de enfermería del hospital.	Estudio cuasiexperimental de antes y después en un solo grupo.	11 pacientes en tratamiento de HD, 4 hombres y 7 mujeres, con una edad media de 83.9 años (DE: 3.9)	Se observó una mejoría significativa en la fuerza muscular de la empuñadura del brazo dominante (kg): 16.6 (DE:8.7) a 18.2 (DE:8.9) (diferencia: 1.6) (p= 0.02)	Fuerza muscular de las extremidades superiores: Dinamómetro homologado tipo Jamar (Hand-grip dynamometer) (HG) en el brazo dominante. Fuerza muscular de las extremidades inferiores: Dinamómetro de tracción homologado tipo Kern (Kern CH50 50KG dynamometer).	No se observaron efectos adversos relacionados.
Moraes, 2015 <sup>15</sup>	Ejercicio anaeróbico intradiálisis (ejercicios de resistencia en ambas extremidades inferiores, 60-70% de intensidad basada en la prueba de 1 repetición máxima (1RM), se utilizaron tobilleras y bandas elásticas, la intensidad variaba dependiendo del color de las bandas). 3 sesiones/semana, en las primeras 2 horas de HD, durante 6 meses (72 sesiones). Los pacientes se dividieron en 2 grupos de estudio, Grupo E (n= 37) y Grupo C (n= 15). Grupo C no recibió el programa de ejercicio. Supervisado por un educador físico.	Estudio cuasiexperimental con grupo control no equivalente.	52 pacientes en tratamiento de HD. Grupo E: 21 hombres y 16 mujeres con una edad media de 45 años (DE: 12.8), Grupo C: 10 hombres y 5 mujeres con una edad media de 50 años (DE: 10.6)	Se observó un aumento de masa libre de grasa (kg) del Grupo E después de la intervención: 45.1 (DE: 11.1) a 46.7 (DE: 10.7) y disminución de masa grasa (%): 29.7 (DE: 6.7) a 28.9 (DE: 5.8) Mientras que el Grupo C presentó ganancia de masa grasa (%): 33.1 (DE: 7.9) a 34.5 (DE: 7.6) y disminución de masa libre de grasa (kg): 45.4 (DE: 9.2) a 44.5 (DE: 8.9) No se observó mejoría en el IMC (kg/m <sup>2</sup> ) del Grupo E: 23.5 (DE: 3.9) a 24.0 (DE: 4.3)	Composición corporal: Calibrador de pliegues cutáneos Lange (Cambridge Scientific Products, Cambridge, MA).	Información no reportada.

Musaviana, 2015 <sup>28</sup>	Ejercicio aeróbico intradiálisis (ciclismo: <i>ejercicios pasivos</i> , pedaleo en una mini bicicleta con motor eléctrico, realizado 3 series de ejercicio; <i>ejercicios activos</i> , el pedaleo se realizó de manera similar excepto que la mini bicicleta no se conectó a la energía eléctrica y los pacientes pedalaron activamente). 3 sesiones/semana. 30 minutos/sesión, durante 8 meses.	Estudio cuasiexperimental de medidas repetidas.	16 pacientes en tratamiento de HD, 13 hombres y 3 mujeres, con una edad media de 51.98 años (DE: 1.57)	La TA diastólica media (kilopascales, kPa) del ejercicio intradiálisis pasivo disminuyó significativamente al final de la cuarta y octava semana de intervención. Inicio: 8.06 kPa (DE: 0.77), final 4ª semana: 7.56 kPa (DE: 0.62), final 8ª semana: 7.69 kPa (DE: 0.70) ( $p=0.03$ ).	TA: Esfigmomanómetro de mercurio.	Un caso de efectos adversos fue reportado: el paciente presentó hipertensión.
Simo, 2015 <sup>26</sup>	Ejercicio aeróbico y anaeróbico intradiálisis (anaeróbico: coordinación y flexibilidad muscular mediante cintas elásticas de resistencia, balones medicinales, pelotas de contracción, tobilleras con peso añadido, mancuernas y pesas. Aeróbico: ciclismo con una intensidad de 40-50-60 rpm y una duración de 3-6-9-12-15 min). 2 sesiones/semana, 45-50 minutos aproximadamente/sesión, durante 12 semanas. Los pacientes se dividieron en 2 grupos de estudio, Grupo E (n= 11) y Grupo C (n= 11). El Grupo C recibía el cuidado habitual en HD. Supervisado y dirigido por el personal de enfermería del hospital.	Estudio cuasiexperimental con grupo control no equivalente.	22 pacientes en tratamiento de HD, 11 hombres y 11 mujeres, con una edad media de 83.2 años (DE: 4.2)	Se observó una mejoría significativa en la fuerza muscular de las extremidades superiores en el Grupo E, después de la intervención: 16.6 (DE: 8.7) a 18.2 kg (DE: 8.9) ( $p= 0.01$ ) así como un deterioro significativo en el Grupo C: 19.9 (DE: 9.4) a 18.3 (DE: 10.6) ( $p= 0.01$ ). En cuanto a la fuerza muscular de las extremidades inferiores, se observó una mejoría en el Grupo E: 10.5 (DE: 7.6) a 12.9 kg (DE: 10.1) ( $p= 0.06$ ).	Fuerza muscular de las extremidades superiores: Dinamómetro homologado tipo Jamar (Hand-grip dynamometer) (HG) en el brazo dominante. Fuerza muscular en extremidades inferiores: Dinamómetro de tracción homologado tipo Kern (Kern CH50 50KG dynamometer).	No se observaron efectos adversos relacionados.

Bennett, 2016 <sup>16</sup>	Ejercicio anaeróbico intradiálisis (abducción de pierna, flexión plantar, dorsiflexión, pierna recta y elevación de rodilla flexionada, extensión y flexión de rodilla). 3 sesiones/semana, 1 hora/sesión. Los pacientes se dividieron en 3 grupos de estudio, Grupo 1 (G1; n= 51) con un periodo de intervención de 12 semanas, Grupo 2 (G2; n= 61) con 24 de intervención semanas y Grupo 3 (G3; n= 59) con 36 semanas de intervención. Supervisado por fisiólogos del ejercicio acreditados.	Estudio experimental aleatorizado no cegado.	171 participantes en tratamiento de HD, 107 hombres y 64 mujeres, con una edad media de 68.1 años (DE: 12.6)	Se observaron cambios significativos ( $p < 0.001$ ) en: Fuerza muscular media (repeticiones): 9.79 (DE:5.11) a 9.71 (DE:0.42) TA media (mmHg): 94.45 (DE: 13.94) a 94.28 (DE:0.99). Peso medio (kg): 76.11 (DE:18.42) a 75.40 (DE:1.38).	Fuerza muscular: Prueba sit to stand 30S (STS30) o prueba de "Sentarse y pararse de 30 segundos". Peso y TA: método no especificado.	No se observaron efectos adversos relacionados.
Chan, 2016 <sup>23</sup>	Ejercicio anaeróbico y de resistencia progresiva intradiálisis (máquina prototipo portátil para ejercicios de la parte superior e inferior del cuerpo durante la diálisis y para los grupos musculares más pequeños se usaron pesas de peso libre o bandas elásticas de resistencia). 3 sesiones/semana, 30 minutos/sesión aproximadamente, durante 12 semanas. Supervisado por un fisiólogo del ejercicio.	Estudio cuasiexperimental de un solo grupo.	22 pacientes en tratamiento de HD, 13 hombres y 9 mujeres, con una edad media de 71 años (DE: 11)	Se observó un aumento significativo ( $p = < 0.001$ ) de la fuerza en extremidades inferiores del cuerpo (kg): 62 (DE: 18.0) a 77 (DE: 21.0). Sin embargo, no se observaron cambios significativos en la fuerza de agarre en la extremidad en donde se encontraba la fístula (kg): 20.0 (DE: 6.0) a 21.0 (DE: 6.0).	Fuerza muscular en extremidades superiores: Dinamómetro hidráulico de empuñadura (Seahan SH5001, Heanor, UK). Fuerza muscular en extremidades inferiores: Prueba máxima de tres repeticiones utilizando el dispositivo de ejercicios de resistencia y protocolos de prueba estándar.	Un caso de efectos adversos fue reportado: el participante experimentó mareo en una ocasión mientras hacía ejercicio y aunque la TA se mantuvo normal, la sesión de ejercicio cesó inmediatamente.

Cigarroa, 2016 <sup>19</sup>	Ejercicio anaeróbico y de resistencia muscular (3 fases: calentamiento, ejercicios y vuelta a la calma). 2 sesiones/semana, 40 minutos/sesión, durante 8 semanas. Supervisado por un kinesiólogo.	Estudio cuasiexperimental de antes y después en un solo grupo.	13 pacientes en tratamiento de HD, 7 hombres y 6 mujeres, con una edad media de 38.8 años (DE: 3)	Aumento significativo de fuerza muscular (puntos) en miembro inferior derecho: 223.8 ± 20.3 a 232.9 ± 18.8 (p= 0.02). Aumento significativo de fuerza muscular (puntos) en miembro inferior izquierdo: 222.3 ± 18.9 a 232.0 ± 18.0 (p= 0.00). Disminución estadísticamente significativa en: TA diastólica (mmHg): 93.9 ± 3.6 a 88.6 ± 2.8 (p= 0.04). No se observó disminución significativa en: TA sistólica (mmHg): 137.0 ± 5.4 a 132.2 ± 3.6 (p= 0.18). Peso (kg): 74.4 ± 5.1 a 74.3 ± 5.2 (p= 0.50). IMC (kg/m <sup>2</sup> ): 25.9 ± 0.9 a 25.8 ± 1.0 (p= 0.43).	Fuerza muscular: 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 ejecutaba el movimiento TA: método no especificado Peso y talla: Balanza con tallímetro (Tanita, WB-3000, Japón) con sensibilidad de 0.1 cm y 0.1 kg.	No se observaron efectos adversos relacionados.
Liao, 2016 <sup>17</sup>	Ejercicio aeróbico intradiálisis (ciclismo: la intensidad del ejercicio fue de aproximadamente 12 a 15 en la escala de esfuerzo percibido de Borg). 3 sesiones/semana, 30 minutos/sesión, durante 3 meses. Los pacientes se dividieron en 2 grupos de estudio, Grupo E (n= 20) y Grupo C (n= 20). El Grupo C no recibió el programa de ejercicio. Supervisado por un médico y una enfermera especializada en rehabilitación.	Estudio experimental aleatorizado no cegado.	40 pacientes en tratamiento de HD, 17 hombres y 23 mujeres, con una edad media de 62 años (DE: 8)	Cambios del Grupo E después de 3 meses de ejercicio: TA sistólica (mmHg): Antes del ejercicio: 138.1 (DE: 16.9) a 96.0 (DE: 64.2) Durante el ejercicio: 149.4 (DE: 17.3) a 104.2 (DE: 69.2) Después del ejercicio: 136.8 (DE: 13.8) a 96.6 (DE: 64.1) TA diastólica (mmHg): Antes del ejercicio: 76.8 (DE: 8.3) a 53.7 (DE: 35.3) Durante el ejercicio: 79.3 (DE: 8.4) a 55.8 (DE: 36.7) Después del ejercicio: 74.1 (DE: 6.8) a 53.1 (DE: 34.9) No se observaron cambios significativos en el peso e IMC: Peso (kg): 60.23 (DE: 10.94) a 60.47 (DE: 11.28) IMC (kg/m <sup>2</sup> ): 22.87 (DE: 3.30) a 22.96 (DE: 3.36)	TA y peso: método no especificado.	No se observaron efectos adversos relacionados.

<p>Marinho, 2016<sup>14</sup></p>	<p>Ejercicio anaeróbico intradiálisis (ejercicios de resistencia en ambas extremidades inferiores, 60% de intensidad basada en la prueba de 3 repeticiones máximas (3RM) se utilizaron bandas elásticas, y la intensidad varió según el color de la banda. Se usaron tobilleras para realizar 2 ejercicios diferentes). 3 sesiones/semana, en las primeras 2 horas de HD, durante 2 meses (24 sesiones). Los pacientes se dividieron en 2 grupos de estudio, Grupo E (n= 6) y Grupo C (n= 7). Grupo C no recibió el programa de ejercicio. Supervisado por un educador físico.</p>	<p>Estudio experimentado no aleatorizado no cegado.</p>	<p>13 pacientes en tratamiento de HD, 6 hombres y 7 mujeres. Grupo E: con una edad promedio de 71.5 (58.5-87.2) años. Grupo C: con una edad promedio de 76.0 (59.0-83.0) años.</p>	<p>No se encontraron cambios significativos en el grupo E después de 2 meses de ejercicio: Masa magra (%): 34.7 (32.3-53.3) a 35.7 (32.8-50.3) Grasa corporal (%): 47.4 (33.6-48.8) a 46.8 (35.0-48.6) IMC (kg/m<sup>2</sup>): 28.5 (21.1-35.8) a 28.4 (21.8-36.2)</p>	<p>Composición corporal: Bioimpedancia de cuerpo completo multifrecuencia usando el monitor de composición corporal (BCM; Fresenius Medical Care, Bad Homburg, Germany).</p>	<p>No se observaron efectos adversos relacionados.</p>
-----------------------------------	--	---	--	--	--	--

Alonso, 2017 <sup>20</sup>	Ejercicio aeróbico y de resistencia muscular, intradiálisis (utilizando una pedalera y para resistencia muscular se realizaron ejercicios contra una resistencia elástica con ambos miembros inferiores). 3 sesiones/semana, 30-60 minutos/sesión, durante 16 semanas. Supervisado por kinesiólogos, médicos, psicólogo, nutricionista y enfermeros de diálisis.	Estudio cuasiexperimental de antes y después en un solo grupo.	29 pacientes en tratamiento de HD, 14 hombres y 15 mujeres, con una edad media de 50 años (DE: 19)	Se observó un aumento estadísticamente significativo en: Masa magra (kg): 31.9 (DE: 9.0) a 32.7 (DE: 10.0) (p= 0.01) Disminución estadísticamente significativa de: TA diastólica prediálisis (mmHg): 114.0 (DE: 18.0) a 109.0 (DE:13.0) (p= 0.02) TA sistólica posdiálisis (mmHg): 85.0 (DE: 13.0) a 72.0 (DE: 8.0) (p= <0.0001) TA diastólica posdiálisis (mmHg): 79.0 (DE: 11.0) a 62.0 (DE: 8.0) (p= <0.0001) No se observaron cambios significativos en fuerza muscular (en cuádriceps y por empuñadura), peso seco 66.9 (DE:18.0) a 67.3 (DE: 18.0) (p=0.35) y masa grasa 25.9 (DE: 11.0) a 25.5 (DE: 11.0) (p=0.38).	Masa magra y masa grasa: bioimpedancia utilizando el BCM (Body Composition Monitor) de Fresenius. Fuerza muscular isométrica de cuádriceps y del puño: dinamometría, con los equipos Nicholas manual tester y Jamar Hydraulic Hand Dynamometer respectivamente, además de la prueba de levantarse de la silla. Peso seco y TA: método no especificado.	Información no reportada.
Chang, 2017 <sup>27</sup>	Ejercicio aeróbico (Tai Chi de 13 movimientos y un video en donde se les mostraba cómo practicar Tai Chi en casa). 2 sesiones/semana, 1 hora/sesión, durante 12 semanas. Los pacientes se dividieron en 2 grupos de estudio, Grupo E (n= 21) y Grupo C (n= 25). El Grupo C no recibió el programa de ejercicio y se le instruyó para que realizara actividades físicas de intensidad ligera, como pasear y hacer ejercicios de estiramiento (El Grupo E también realizó dichas actividades). Supervisado por un instructor de Tai Chi certificado.	Estudio cuasiexperimental con grupo control no equivalente.	46 pacientes en tratamiento de HD, 30 hombres y 16 mujeres, Grupo E: con una edad promedio de 54.2 años (DE: 15.2), Grupo C: con una edad promedio de 54.6 años (DE: 12.7)	No se observaron cambios significativos entre el Grupo C y el Grupo E en fuerza muscular (p= 0.01), pero sí se registró un aumento significativo de la resistencia muscular en el Grupo E (p= 0.00). (Diferencia= 12.7).	Fuerza muscular: Prueba sit to stand 60S (STS60) o prueba de "Sentarse y pararse de 60 segundos".	Información no reportada.

Rhee, 2017 <sup>18</sup>	Ejercicio aeróbico y anaeróbico intradiálisis (aeróbico: ciclismo con bicicleta ergonómica en posición supina durante 30 minutos. Anaeróbico: extensión y flexión del codo, y abducción lateral del hombro con bandas elásticas, 2-3 series de 10-15 repeticiones durante 5-10 min). 2-3 sesiones/semana, durante 6 meses. Supervisado e individualizado por dos educadores físicos que eran estudiantes de doctorado en educación física.	Estudio cuasiexperimental de medidas repetidas.	22 pacientes en tratamiento de HD, 9 hombres y 13 mujeres, con una edad media de 57.0 años (DE: 12.4)	Se observaron mejoras significativas en la potencia muscular de la espalda (kg): inicial, 44.5 (DE: 22.1); tercer mes, 48.5 (DE: 21.5); sexto mes, 56.9 (DE: 25.7) (p= 0.00). Sin embargo, no se observaron diferencias significativas en: Fuerza de agarre manual (kg): inicial, 22.1 (DE: 6.2); tercer mes, 22.2 (DE: 6.8); sexto mes, 23.3 (DE: 6.8) (p= 0.12). Circunferencia de brazo (cm): inicial, 27.5 (DE: 3.3); tercer mes, 28.5 (DE: 2.8); sexto mes, 28.3 (DE: 3.3) (p= 0.30). Circunferencia de muslo (cm): inicial, 39.7 (DE: 7.2); tercer mes, 41.4 (DE: 5.7); sexto mes, 39.8 (DE: 5.1) (p= 0.94). TA sistólica (mmHg): inicial, 160.53 (DE: 14.33); tercer mes, 162.11 (DE: 16.19); sexto mes, 158.95 (DE: 11.97) (p= 0.57). TA diastólica (mmHg): inicial, 91.05 (DE: 7.37); tercer mes, 93.16 (DE: 8.85); sexto mes, 91.05 (DE: 7.37) (p= 1.00).	Potencia muscular de la espalda: Dinamómetro digital. Fuerza de agarre manual: Dinamómetro mecánico en la mano sin fístula. Marcadores antropométricos y TA: método no especificado.	Se observaron efectos adversos leves e hipotensión intradiálisis.
Chan, 2018 <sup>11</sup>	Ejercicio anaeróbico y de resistencia progresiva intradiálisis (máquina de resistencia al peso, bandas elásticas graduadas por colores y pesas de peso libre). 3 sesiones/semana, 30 minutos/sesión aproximadamente, durante 12 semanas. Supervisado por un fisiólogo del ejercicio.	Estudio cuasiexperimental de un solo grupo.	22 pacientes en tratamiento de HD, 13 hombres y 9 mujeres, con una edad media de 71 años (DE: 11)	No se observaron cambios significativos (p=0.58) en el peso (kg): 72.6 (DE: 16.3) a 72.3 (DE: 16.4), IMC (kg/m <sup>2</sup> ): 28.2 (DE: 5.8) a 28.1 (DE: 5.9), y Circunferencia de cintura (cm): 99.6 (DE:14.5) a 99.1 (DE: 14.9). (Diferencia= 0.0)	IMC: obtenido tras medir peso y talla. Circunferencia de cintura: de acuerdo al protocolo estandarizado del American College of Sports Medicine.	No se observaron serios efectos adversos relacionados.

da Costa, 2018 <sup>12</sup>	Ejercicio anaeróbico y de resistencia progresiva, antes y durante la hemodiálisis (ejercicios en zona de repetición máxima o bien, sets de ejercicios de simulación con movilización activa de brazos y piernas). 3 sesiones/semana, 40-50 minutos/sesión, durante 12 semanas. Los pacientes se dividieron en 2 grupos de estudio, Grupo E (n= 28) y un Grupo C (n= 24). El Grupo C realizó ejercicios de muy baja intensidad sin carga y progresión. Supervisado por un fisiólogo clínico.	Estudio experimental aleatorizado no cegado.	52 pacientes en tratamiento de HD, de 55.7 años (DE: 14.03) de edad.	Aumento significativo de la fuerza muscular en: Miembros inferiores (repeticiones): 11.79 (DE: 3.47) a 15.18 (de: 6.07) (p= 0.01). Masa magra (kg) localizada en piernas del Grupo E: 14.36 (DE: 2.95) a 14.78 (DE: 3.27) (p= 0.04) No se observaron cambios significativos en: Masa magra total (kg): 71.87 (DE: 13.94) a 72.18 (DE: 13.54) (p=0.27) Masa grasa total (kg): 23.81 (DE: 9.21) a 23.10 (DE: 8.40) (p= 0.61) IMC (kg/m <sup>2</sup> ): 26.36 (DE: 4.48) a 26.61 (DE: 4.44) (p= 0.75). Fuerza de empuñadura (kg): 65.71 (DE: 23.27) a 66.61 (DE: 22.22) (p= 0.21).	Masa magra y masa grasa: Absorciometría de rayos X de Energía Dual (DEXA). Fuerza muscular: Prueba sit to stand 30S (STS30) o prueba de "Sentarse y pararse de 30 segundos".	Información no reportada.
André de Castro, 2019 <sup>22</sup>	Ejercicio anaeróbico intradiálisis (ejercicio para fuerza muscular con ejercicios para: dorsales, pectorales, deltoides, cuádriceps, isquiotibiales, pantorrilla, tríceps y bíceps). 3 sesiones/semana, 1 hora y 50 minutos/sesión, durante 39 meses. Supervisado por un educador físico.	Estudio cuasiexperimental de medidas repetidas.	43 pacientes en tratamiento de HD, 13 hombres y 30 mujeres, con una edad media de 52.8 años (DE: 13.85)	Aumento significativo en la fuerza muscular (kg): 27.3 (DE: 11.58) a 34.8 (DE: 10.77) (p= 0.00).	Fuerza muscular: método no especificado.	No se observaron serios efectos adversos relacionados.
<p>*DE: Desviación Estandar.  **±: Error Estandar.  ***Grupo E: Grupo Experimental.  ****Grupo C: Grupo Control.</p>						

## Discusión

La malnutrición es una complicación frecuente y un factor de riesgo asociado a la mortalidad de los pacientes con HD,<sup>29</sup> sin embargo, se ha demostrado que los programas de ejercicio físico mejoran la composición corporal de estos pacientes.<sup>30,</sup>

<sup>31</sup> La disminución de la ingesta, las alteraciones hormonales y metabólicas, el daño neurohepático y la aparición de toxinas urémicas provocan que los pacientes en HD caigan en un estado catabólico que conduce a la pérdida de masa y fuerza muscular, aunque cuenten con un peso adecuado.<sup>32-34</sup> La masa muscular es esencial para el desarrollo de fuerza muscular y su pérdida es considerada como el predictor más importante de mortalidad en pacientes hemodializados.<sup>34, 35</sup>

La ECV es la primera causa de muerte en los pacientes con HD<sup>2</sup> y el ejercicio físico regular puede mejorar el control de su HTA.<sup>36, 37</sup>

La presente revisión resalta la importancia de implementar un programa de ejercicio físico en pacientes con HD, ya que ha demostrado tener un efecto positivo en los marcadores antropométricos, la fuerza muscular y la TA.<sup>17-23, 28, 32-38</sup> Se incluyeron estudios experimentales y cuasiexperimentales, ya que, al estar enfocados al estudio de intervenciones o medidas terapéuticas, nos permitieron analizar las intervenciones con ejercicio físico implementadas en los pacientes con HD y sus efectos. Los estudios experimentales son considerados como los de mayor peso metodológico y en esta revisión 5 fueron incluidos,<sup>12-14, 16, 17</sup> lo que aumenta la confiabilidad de sus resultados. Por otro lado, aunque los estudios cuasiexperimentales tienen un menor grado de validez, también son muy útiles para evaluar una intervención y en esta revisión 13 estudios fueron incluidos.<sup>11, 15, 17, 18, 20, 21--28</sup> La población que se estudiaba en los artículos era variable e iba desde 13<sup>17</sup> hasta 171<sup>16</sup> sujetos incluidos y en todos se incluían tanto hombres como mujeres. Con la finalidad de disminuir la cantidad de abandonos, los pacientes fueron vigilados durante el periodo del estudio.

Se encontró que las intervenciones que resultaban más efectivas eran aquellas que tenían una duración mínima de 30 minutos por sesión, durante 12 semanas, sin embargo, a mayor tiempo de exposición al programa de ejercicios, mayores eran los beneficios para los pacientes.<sup>11, 14, 17, 18, 20-23 31, 32, 34-38</sup>

Respecto al aumento de fuerza muscular, podemos decir que, de acuerdo con diversos estudios,<sup>11, 14, 17</sup> la combinación de ejercicio anaeróbico con ejercicio de resistencia muscular resulta altamente efectivo y, por lo tanto, recomendable. Por otro lado, en lo que a efectos observados sobre marcadores antropométricos se refiere, la realización de ejercicio anaeróbico parece ser la opción más recomendable para aumentar masa libre de grasa,<sup>12, 34</sup> sin embargo, aunque sí hubo resultados positivos para disminución de masa grasa, circunferencia de cintura, peso e IMC, éstos no fueron significativos.<sup>33, 35-37</sup> De igual manera, se identificó que el entrenamiento combinado de ejercicio aeróbico y anaeróbico intradiálisis tiene efectos positivos sobre la fuerza muscular de la espalda, sin embargo, no resulta ser tan eficiente en la circunferencia de brazo y muslo, así como en la TA.<sup>37</sup>

Se logró identificar que el entrenamiento acuático (aeróbico y de resistencia) incrementa la aptitud física, particularmente en la fuerza muscular de las extremidades superiores e inferiores.<sup>20</sup> Así mismo, se observó que el ciclismo intradiálisis (ejercicio aeróbico) es eficaz para la disminución de la TA,<sup>26, 36</sup> sin embargo, este tipo de ejercicio no resulta ser tan eficiente para la modificación de peso, IMC, grasa corporal y masa libre de grasa.<sup>32, 36</sup> Además, se observó que este tipo de ejercicio disminuye la TA una hora después, comparado con los niveles en reposo y pese a las asociaciones desfavorables de la hipotensión intradiálisis, no hay evidencia concreta que sugiera que el ejercicio cause alguna lesión al miocardio, por otro lado, se debe evitar el ejercicio al final de la sesión de HD para los pacientes susceptibles a la hipotensión, así como a los que se les extraigan grandes cantidades de líquido.<sup>39</sup>

Otro hallazgo de interés es que aún en los pacientes ancianos sometidos a HD el ejercicio físico aeróbico y anaeróbico intradiálisis aumenta la fuerza muscular de la empuñadura del brazo dominante y de las extremidades inferiores,<sup>13, 30</sup> por lo tanto la implementación de programas de ejercicio intradiálisis podría considerarse como parte del cuidado integral de estos pacientes. En ese sentido, la realización de ejercicio ayuda al mejoramiento del estado nutricional, la composición corporal y por lo tanto la calidad de vida de los pacientes.<sup>34</sup>

La efectividad de una intervención depende, en gran medida, del grado de adherencia al tratamiento por parte de los pacientes, por lo que se requiere del desarrollo de estrategias que la aumenten, pues la motivación dada por un entorno estimulante resulta favorecedora para que se apeguen al programa de entrenamiento.<sup>14</sup> Por lo tanto, es importante conocer la motivación de los pacientes para incrementar sus niveles de ejercicio y la probabilidad de adherirse al programa. Sin embargo, las dosis de ejercicio estarán determinadas en gran medida por las características físicas y condiciones de salud de cada paciente, además de su voluntad de participar en el programa.

Una de las principales limitantes de la presente revisión es que el tamaño muestral de los artículos incluidos es diferente, y en su mayoría reducido, habiendo una población promedio de 36.67 pacientes y un total de 660 pacientes en todos los estudios. Cabe mencionar, que el estudio con menor tamaño muestral tenía 11 pacientes y el de mayor tamaño tenía 171.

En 13 de los estudios analizados no se reportó la presencia de efectos adversos relacionados con las intervenciones de ejercicio físico que fueron implementadas, ya fuera porque no se presentaron o porque el estudio no lo mencionaba. Sin embargo, en los casos en donde sí se presentaron efectos adversos, estos fueron: hipertensión<sup>28</sup>, mareos<sup>23</sup> e hipotensión<sup>18</sup> y como riesgos potenciales se manifestaron: fatiga muscular<sup>33</sup>, cansancio, náuseas, vómitos, dificultad para respirar, mareos, dolor muscular, articular o coronario<sup>24</sup>, lo cual coincide con lo encontrado por Mecca y cols.<sup>40</sup> y por Cheema et al.<sup>41</sup>

Aunque es una realidad que estos pacientes son más susceptibles a presentar riesgos y efectos adversos relacionados con la práctica de ejercicio físico respecto a quienes no padecen la enfermedad<sup>40</sup>, en condiciones controladas, estos son bajos<sup>42-44</sup> y al ser pocos los casos de efectos adversos observados en los estudios analizados (sólo uno de cada tipo) y ninguno de ellos considerado como severo, parece ser que se trata de intervenciones seguras.

No obstante, esto no exime de la posibilidad de que los riesgos existan, por lo que es deseable que la implementación de un programa de ejercicio se realice bajo la

supervisión de un médico, psicólogo, nutriólogo, enfermero o entrenador físico, con la finalidad de evitar riesgos más graves como: arritmias, enfermedad coronaria y hasta la muerte súbita asociada.<sup>45</sup>

Se consideró un riesgo de sesgo en la presente revisión el hecho de que no todos los artículos incluidos presentaron grupo control con fines comparativos, sin embargo, también se incluyeron estudios cuasiexperimentales, que, aunque tienen un menor grado de validez, son de gran utilidad para la evaluación de una intervención.

### **Implicaciones para la práctica clínica**

De acuerdo con lo observado en los estudios, se recomienda la implementación de programas de ejercicio físico intradiálisis que combinen ejercicio anaeróbico y de resistencia para el incremento de la fuerza muscular, el ejercicio anaeróbico para el aumento de masa libre de grasa y el ejercicio aeróbico para la disminución de la TA, con una frecuencia de 2 a 3 veces por semana, una duración entre 30 a 60 minutos por sesión en un periodo mínimo de 12 semanas y siempre bajo la supervisión de personal bien capacitado.

### **Conclusiones**

La realización de ejercicio físico parece ser eficiente y seguro en cualquier tipo de pacientes, incluyendo adultos mayores, pacientes con un largo tiempo en HD y con otras enfermedades crónicas. Sin embargo, cabe mencionar que es necesario que sea supervisado por personal experto en el área con el fin de evitar riesgos y efectos adversos relacionados. Para el incremento de fuerza muscular, se recomienda la combinación de ejercicio anaeróbico y de resistencia, ya que resulta altamente efectiva y, de igual manera el ejercicio aeróbico y anaeróbico es recomendable para el incremento de la fuerza muscular. Respecto a los marcadores antropométricos, el ejercicio anaeróbico por sí solo parece ser la opción más recomendable para el aumento de masa libre de grasa. Finalmente, se observó que el ejercicio aeróbico de manera aislada es el más eficaz para la disminución de la TA. Con estos

hallazgos se resalta la importancia de continuar con líneas de investigación relacionadas al tema.

### **Declaración de autoría**

A.P, G.C, C.O idearon el desarrollo del trabajo y delimitaron las variables de interés. A.P, G.C realizaron la búsqueda de la evidencia, la extracción de datos, evaluación de la calidad metodológica de los estudios incluidos y trabajaron en el desarrollo del manuscrito. C.O, S.C, revisaron el artículo y todas las autoras validaron su versión final.

### **Financiación**

El presente artículo no tuvo financiación.

### **Declaración de conflicto de interés**

Las autoras declaran no tener conflicto de interés al redactar el manuscrito.

## Referencias bibliográficas

- (1) Gorostidi M, Santamaría R, Alcázar R, Fernández-Fresnedo G, Galcerán JM, Goicoechea M, et al. Documento de la Sociedad Española de Nefrología sobre las guías KDIGO para la evaluación y el tratamiento de la enfermedad renal crónica. *Nefrología*. 2014;34(3):302-316. DOI: 10.3265/Nefrologia.pre2014.Feb.12464
- (2) Fernández MJ, Ibarra JL, Aguas EV, González CE, Quidequeo DG. Revisión: Beneficios del ejercicio físico en pacientes con enfermedad renal crónica en hemodiálisis. *Enferm Nefrol*. 2018;21(2):167-181. DOI: <https://dx.doi.org/10.4321/s2254-28842018000200008>
- (3) GBD 2017 Incidence and Injury Incidence and Prevalence Collaborators. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 354 diseases and injuries for 195 countries and territories, 1990-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet*. 2018;392:1789-1858.
- (4) Rosa-Diez G, Gonzalez-Bedat M, Ferreiro A, García-García G, Fernandez-Cean J, et al. Burden of end-stage renal disease (ESRD) in Latin America. *Clinical Nephrology*. 2016;85(1):29-33. DOI: 10.5414 / CNP86S105
- (5) Greenwood SA, Naish P, Clark R, O'Connor E, Pursey VA, Macdougall IC, et al. Intra-dialytic exercise training: a pragmatic approach. *J Ren Care*. 2014; 40(3):219-226.
- (6) Koufaki P, Greenwood SA, Macdougall IC, Mercer TH. Exercise therapy in individuals with chronic kidney disease: a systematic review and synthesis of the research evidence. *Annu Rev Nurs Res*. 2013;31:235-275. DOI: 10.1891/0739-6686.31.235; PMID: 24894142.
- (7) Organización Mundial de la Salud. Estrategia mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud. [Internet]. (Consultado el 30 de junio de 2020). Disponible en: <https://www.who.int/dietphysicalactivity/pa/es/#>
- (8) Comisión Nacional de Cultura Física y Deporte, CONADE. Ejercicio aeróbico y anaeróbico, dos formas de adquirir energía. [Internet]. (Consultado el 23 de

marzo de 2021). Disponible en: <https://www.gob.mx/conade/prensa/ejercicio-aerobico-y-anaerobico-dos-formas-de-adquirir-energia>

- (9) Rossi AP, Burris DD, Lucas FL, Crocker GA, Wasseman JC. Effects of a renal rehabilitation exercise program in patients with CKD: A randomized, controlled trial. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2014;9(12):2052-2058. DOI: <https://doi.org/10.2215/CJN.11791113>
- (10) Mihaescu A, Avram C, Bob F, Gaita D, Schiller O, Schiller A. Benefits of exercise training during hemodialysis sessions: a prospective cohort study. *Nephron Clin Pract.* 2013;124(1-2):72-78. DOI: <https://doi.org/10.1159/000355856>
- (11) Chan D, Green S, Fiatarone MA, Barnard R, Bonder CS, Cheema BS. Effect of intradialytic resistance training on pulse wave velocity and associated cardiovascular disease biomarkers in end stage renal disease. *Nephrology (Carlton).* 2018;23(11):1055-1062. DOI: 10.1111 / nep.13212
- (12) da Costa CS, Yuzo D, Damasceno G, Pereira A, Oliveira C, Lombardi CG, et al. Effect of continuous progressive resistance training during hemodialysis on body composition, physical function and quality of life in end-stage renal disease patients: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* 2018;32(7):899-908
- (13) Groussard C, Rouchon-Isnard M, Coutard C, Romain F, Malardé L, Lemoine-Morel S, et al. Beneficial effects of an intradialytic cycling training program in patients with end-stage kidney disease. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* 2015;40(6):550-556
- (14) Marinho SM, Mafra D, Pelletier S, Hage V, Teuma C, Laville M, et al. In Hemodialysis Patients, Intradialytic Resistance Exercise Improves Osteoblast Function: A Pilot Study. *J Ren Nutr.* 2016;26(5):341-345
- (15) Moraes C, Marinho S, Calixto J, Stockler-Pinto MB, Barros AF, Viana L, et al. Effects of resistance exercise training on acyl-ghrelin and obestatin levels in hemodialysis patients. *Renal failure.* 2015;37(5):851-857. DOI: <https://doi.org/10.3109/0886022X.2015.1033634>

- (16) Bennett PN, Fraser S, Barnard R, Haines T, Ockerby C, Street M, et al. Effects of an intradialytic resistance training programme on physical function: a prospective stepped-wedge randomized controlled trial. *Nephrol Dial Transplant*. 2016;31(8):1302-1309
- (17) Liao MT, Liu WC, Lin FH, Huang CF, Chen SY, Liu CC, et al. Intradialytic aerobic cycling exercise alleviates inflammation and improves endothelial progenitor cell count and bone density in hemodialysis patients. *Medicine (Baltimore)*. 2016; 95(27):e4134. DOI: 10.1097 / MD.00000000000004134
- (18) Rhee SY, Song JK, Hong SC, Choi JW, Jeon HJ, Shin DH, et al. Intradialytic exercise improves physical function and reduces intradialytic hypotension and depression in hemodialysis patients. *The Korean J Intern Med*. 2017; 34(3):588-598
- (19) Cigarroa I, Barriga R, Michéas C, Zapata-Lamana R, Soto C, Manukian T. 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. *Rev Med Chile*. 2016;144:844-852. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872016000700004>
- (20) Alonso R, Midley AD, Crucelegui M, Patiño O, Galarza M, Phillipi R, et al. Evaluación de un programa de actividad física intradialítica en pacientes con hemodiálisis. *Nefrol Latinoam*. 2017;14(1):4–11
- (21) Anding K, Bär T, Trojniak-Hennig J, Kuchinke S, Krause R, Rost J, et al. A structured exercise programme during haemodialysis for patients with chronic kidney disease: clinical benefit and long-term adherence. *BMJ Open*. 2015;8(5):1-9
- (22) André de Castro A, Ribeiro S, Novais H, Guedes D, Barros M, Baumgratz R. Intradialytic resistance training: an effective and easy-to-execute strategy. *J. Bras. Nefrol*. 2019;41(2):215-223. DOI: 10.1590 / 2175-8239-jbn-2018-0134
- (23) Chan D, Green S, Fiatarone M, Barnard R, Cheema S. Development, feasibility, and efficacy of a customized exercise device to deliver intradialytic resistance training in patients with end stage renal disease: Non-randomized controlled crossover trial. *Hemodial Int*. 2016;20(4):650-66

- (24) Dziubek W, Bulinska K, Rogowski A, GoBwbiowski T, Kuzstal M, Grochola M, et al. The Effects of Aquatic Exercises on Physical Fitness and Muscle Function in Dialysis Patients. *BioMed Research International*. 2015;15:1-9. DOI: <https://doi.org/10.1155/2015/912980>
- (25) Junqué A, Simó VE, Bernaveu ET, López Ó, Pinedo G, Solé I, et al. Resultado de un programa adaptado de ejercicio físico en pacientes ancianos en hemodiálisis. *Enferm Nefrol*. 2015;18(1):11-18. DOI: <https://dx.doi.org/10.4321/S2254-28842015000100002>
- (26) Simó VE, Junqué A, Moreno F, Carneiro J, Fulquet M, Pou M, et al. Beneficios del ejercicio físico de baja intensidad durante la sesión de hemodiálisis en el paciente anciano. *Nefrología (Madr.)*. 2015;35(4):385–394
- (27) Chang J, Koo M, Wu S, Chen C. Effects of a 12-week Program of Tai Chi Exercise on the Kidney Disease Quality of Life and Physical Functioning of Patients With End-Stage Renal Disease on Hemodialysis. *Complement Ther Med*. 2017;30:79-83. DOI: 10.1016 / j.ctim.2016.12.002
- (28) Musavian AS, Soleimani A, Alavi NM, Baseri A, Savari F. Comparing the Effects of Active and Passive Intradialytic Pedaling Exercises on Dialysis Efficacy, Electrolytes, Hemoglobin, Hematocrit, Blood Pressure and Health-Related Quality of Life. *Nurs Midwifery Stud*. 2015;4(1):e25922. DOI: 10.17795/nmsjournal25922 ; PMID: PMC4377533
- (29) Maher CG, Sherrington C, Herbert RD, Moseley AM, Elkins M. Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Phys Ther*. 2003;83(8):713-21.
- (30) Yuste C, Abad S, Vega A, Barraca D, Bucalo L, Pérez-de José A, et al. Valoración del estado nutricional en pacientes en hemodiálisis. *Nefrología (Madr.)*. 2013;33(2):243-249. DOI: 10.3265/Nefrologia.pre2013.Jan.11670
- (31) Howden EJ, Leano R, Petchey W, Coombes JS, Isbel NM, Marwick TH. Effects of Exercise and Lifestyle Intervention on Cardiovascular Function in CKD. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2013;8:1494-1501. DOI: 10.2215/CJN.10141012

- (32)Hernández A, Mongui K, Rojas Y. Descripción de la composición corporal, fuerza muscular y actividad física en pacientes con insuficiencia renal crónica en hemodiálisis en una unidad renal en Bogotá, Colombia. Rev Andal Med Deporte. 2018;11(2):52–56. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ramd.2016.09.005>
- (33) Portilla ME, Tornero F, Gregorio P. La fragilidad en el anciano con enfermedad renal crónica. Nefrología. 2016;36(6):609–615.
- (34)Gracia-Iguacel C, González-Parra E, Barril-Cuadrado G, Sánchez R, Egido J, Ortiz-Arduán A, Carrero J. Definiendo el síndrome de desgaste proteico energético en la enfermedad renal crónica: prevalencia e implicaciones clínicas. Nefrologia. 2014;34(4):507-19.
- (35)Moreno JE, Cruz H. Ejercicio físico y enfermedad renal crónica en hemodiálisis. Rev Nefrol Dial Traspl. 2015;35(3):212-219
- (36)Johansen LK. Exercise in the end-stage renal disease population. J Am Soc Nephrol. 2007;18(6):1845-1854.
- (37) Fallahi M, Shahidi S, Farajzadegan Z. The Effect of Intradialytic Exercise on Dialysis Efficacy, Serum Phosphate, Hemoglobin and Blood Pressure Control and Comparison between Two Exercise Programs in Hemodialysis Patients. J Isfahan Med School. 2008;26(89):152–161
- (38)Woo-Jung S, Kyeong-Yae S. Effects of Progressive Resistance Training on Body Composition, Physical Fitness and Quality of Life of Patients on Hemodialysis. J Korean Acad Nurs. 2012;42(7):947-956.
- (39)Dungey M, Bishop NC, Young HM, Burton JO, Smith AC. The impact of exercising during haemodialysis on blood pressure, markers of cardiac injury and systemic inflammation-preliminary results of a pilot study. Kidney and Blood Pressure Research. 2015;40(6):593-604
- (40)Mecca C, de Seixas R, Prado AE. Los efectos adversos del ejercicio. Nefrología (Madr.).2009;29(4):365. DOI: [10.3265/Nefrologia.2009.29.4.5347.en.full](https://doi.org/10.3265/Nefrologia.2009.29.4.5347.en.full)
- (41) Cheema BSB, Singh MAF. Exercise Training in Patients Receiving Maintenance Hemodialysis: A Systematic Review of Clinical Trials. Am J Nephrol 2005;25:352-64.

- (42) Sheng K, Zhang P, Chen L, Cheng J, Wu C, Chen J. Intradialytic exercise in hemodialysis patients: a systematic review and meta-analysis. *Am J Nephrol* 2014;40(5):478-90.
- (43) Sakkas GK, Giannaki CD, Karatzaferi C, Maridaki M, Koutedakis Y, Hadjigeorgiou GM, et al. Current trends in the management of uremic restless legs syndrome: a systematic review on aspects related to quality of life, cardiovascular mortality and survival. *Sleep Med Rev* 2015; 21: 39-49.
- (44) Segura-Ortí E. Ejercicio en pacientes en hemodiálisis: revisión sistemática de la literatura. *Nefrología (Madr)* 2010; 30(2):143-269.
- (45) Sarmiento OM, Puentes AM, Hernández AE. ¿Cuál es la seguridad de un programa de ejercicio, como intervención, durante la hemodiálisis para el paciente con enfermedad renal crónica? *Rev. Colomb. Nefrol.* 2019;6(1):35-47.