



TÍTULO

EFFECTOS DEL EJERCICIO FÍSICO DE MODERADA INTENSIDAD Y BAJO IMPACTO EN PACIENTES CON ENFERMEDAD RENAL QUE RECIBEN HEMODIÁLISIS. UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE ENSAYOS CLÍNICOS ALEATORIZADOS

AUTOR

Javier Cano Sánchez

	Esta edición electrónica ha sido realizada en 2024
Tutor	Dr. D. Agustín Aibar Almazán
Instituciones	Universidad Internacional de Andalucía ; Universidad Pablo de Olavide
Curso	<i>Máster Oficial Interuniversitario en Actividad Física y Salud (2022/23)</i>
©	Javier Cano Sánchez
©	De esta edición: Universidad Internacional de Andalucía
Fecha documento	2023



**Atribución-NoComercial-SinDerivadas
4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0)**

Para más información:

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.en>



Efectos del ejercicio físico de moderada intensidad y bajo impacto en pacientes con enfermedad renal que reciben hemodiálisis. Una revisión sistemática de ensayos clínicos aleatorizados.

Trabajo de Fin de Master presentado para optar al Título de Master Universitario en Actividad Física y Salud por **Javier Cano Sánchez**, siendo el tutor del mismo el Dr. D. **Agustín Aibar Almazán**

En Jaén a 11 de junio de 2023

Fdo.: Javier Cano Sánchez

Fdo.: Agustín Aibar Almazán

MÁSTER OFICIAL INTERUNIVERSITARIO EN ACTIVIDAD FÍSICA Y SALUD
TRABAJO DE FIN DE MÁSTER CURSO ACADÉMICO 2014-2015

TITULO:

EFFECTOS DEL EJERCICIO FÍSICO DE MODERADA INTENSIDAD Y BAJO IMPACTO EN PACIENTES CON ENFERMEDAD RENAL QUE RECIBEN HEMODIÁLISIS. UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE ENSAYOS CLÍNICOS ALEATORIZADOS.

AUTOR: JAVIER CANO SÁNCHEZ

TUTOR ACADEMICO: Dr. D. AGUSTÍN AIBAR ALMAZÁN

RESUMEN:

El objetivo fue examinar la efectividad del ejercicio físico de moderada intensidad y bajo impacto como modo de intervención en pacientes que reciben hemodiálisis y que presentan enfermedad renal. Se ejecutó una búsqueda en las bases de datos Pubmed, PEDro, Scopus y Web Of Science. Del total de 452 artículos obtenidos, 11 fueron seleccionados tras aplicar criterios de inclusión y exclusión. Estos artículos fueron divididos en 3 grupos según la intervención aplicada, siendo la funcionalidad, aptitud física y parámetros dialíticos asociados a factores cardiometabólicos las principales variables de estudio. Se concluye que el ejercicio de moderada intensidad y bajo impacto, en sus múltiples variedades, muestra evidencia como método de tratamiento para pacientes con enfermedad renal que reciben hemodiálisis.

PALABRAS CLAVE:

Ejercicio, actividad física, entrenamiento, intradiálisis, hemodiálisis y enfermedad renal.

ABSTRACT:

The objective was to examine the effectiveness of low-impact, moderate-intensity physical exercise as a mode of intervention in patients with kidney disease receiving hemodialysis. A search was carried out in the Pubmed, PEDro, Scopus and Web Of Science databases. Of the total of 452 articles obtained, 11 were selected after applying inclusion and exclusion criteria. These articles were divided into 3 groups according to the intervention applied, with functionality, physical fitness and dialysis parameters associated with cardiometabolic factors being the main study variables. It is concluded that moderate-intensity, low-impact exercise, in its multiple varieties, shows evidence as a treatment method for patients with kidney disease receiving hemodialysis.

KEYWORDS:

Exercise, physical activity, training, intradialytic, hemodialysis and renal disease.

ÍNDICE

ÍNDICE DE ABREVIATURAS	6
1. INTRODUCCIÓN	9
2. METODOLOGÍA	12
2.1. Estrategia de búsqueda y bases de datos	12
2.2. Criterios de inclusión:.....	13
2.3. Criterios de exclusión:	14
2.4. Evaluación de la calidad metodológica de los artículos.	14
2.5. Análisis de la evidencia científica.	15
3. RESULTADOS	15
3.1. Resultados de la búsqueda.....	15
3.2. Resultados de la calidad metodológica.....	18
3.3. Características de los estudios incluidos en la revisión.	18
3.4. Efectividad del ejercicio intradialítico aeróbico frente a un grupo control, para la rehabilitación de personas que reciben hemodiálisis.....	32
3.5. Efectividad del ejercicio intradialítico combinado aeróbico y de fuerza/resistencia frente a un grupo control, para la rehabilitación de personas que reciben hemodiálisis.	37
3.6. Efectividad del ejercicio intradialítico aeróbico en comparación con el ejercicio intradialítico de fuerza/resistencia y/o frente a grupos control o grupos que realizan un programa combinado, para la rehabilitación de personas que reciben hemodiálisis.....	40
4. DISCUSIÓN	44
4.1. Limitaciones del estudio	53
5. CONCLUSIÓN	54
6. AGRADECIMIENTOS	55
7. BIBLIOGRAFÍA	56

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ER = Enfermedad Renal.

KDIGO = Kidney Disease: Improving Global Outcomes.

ERC = Enfermedad Renal Crónica.

TFG = Tasa de Filtrado Glomerular.

FG = Filtración Glomerular.

HTA = Hipertensión Arterial.

ECV = Enfermedad Cardiovascular.

KDOQI = Kidney Disease Outcomes Quality Initiative.

ERET = Enfermedad Renal en Etapa Terminal.

PA = Presión Arterial.

HD = Hemodiálisis.

WOS = Web Of Science.

ECAs = Ensayos Clínicos Aleatorizados.

ISWT = Incremental Shuttle Walk Test.

BBS = Berg Balance Scale.

OLST = One-Leg Standing Test.

TUG = Timed Up and Go test.

SPPB = Short Physical Performance Battery.

6-MWT = 6-Minute Walk Test.

PASE = Physical Activity Scale for Elderly.

STS-10 = 10s-Sit to Stand Test.

STS-30 = 30s-Sit to Stand Test

STS-60 = 60s-Sit to Stand Test.

STS-5 = 5-repetition Sit to Stand Test.

HG = Handgrip strength.

IPAQ = International Physical Activity Questionnaire.

ESWT = Endurance Shuttle Walk Test.

OLHR = One-Leg Heel Raise.

HAP = Human Activity Profile.

RMN = Resonancia Magnética Nuclear.

TAC = Tomografía Axial Computerizada.

FC = Frecuencia Cardiaca.

FCR = Frecuencia Cardiaca de Reserva.

PAS = Presión Arterial Sistólica.

PAD = Presión Arterial Diastólica.

PCR = Proteína C Reactiva.

VO2max = Volumen Máximo de Oxígeno.

CVF = Capacidad Vital Forzada.

VEF1 = Volumen Espiratorio Forzado en 1 segundo.

PEmax = Presión Espiratoria Máxima.

PImax = Presión Inspiratoria Máxima.

FEM = Flujo Espiratorio Máximo.

PMI = Presión Máxima Inspiratoria.

IMC = Índice de Masa Corporal.

DEXA = Absorciometría con Rayos X de Doble Energía.

HRQoL = Health Related Quality of Life.

KDQoL = Kidney Disease Quality of Life.

KDQoL-SF = Kidney Disease Quality of Life Short Form.

SF-36 = Short Form-36.

MCS = Mental Component Score.

PCS = Physical Component Score.

SF-12 = Short Form-12.

BDI = Beck Depression Inventory.

BDI-II = Beck Depression Inventory II.

CES-D = Center for Epidemiologic Studies Depression.

BAI = Beck Anxiety Inventory.

IFS = Índice de Fragmentación del Sueño.

GE = Grupo Experimental.

GC = Grupo Control.

GI = Grupo de Intervención.

EA = Ejercicio/Entrenamiento Aeróbico.

EFR = Ejercicio/Entrenamiento de Fuerza/Resistencia.

EC = Ejercicio/Entrenamiento Combinado.

EMI = Entrenamiento de Musculatura Inspiratoria.

MMII = Miembros Inferiores.

1. INTRODUCCIÓN

La Enfermedad Renal (ER), independientemente de su etiología, es un amplio concepto que viene a recoger diversas enfermedades renales¹. Las guías Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) exponen que una ER ocurre cuando se producen en los riñones anomalías estructurales y/o funcionales, con implicaciones para la salud². Una detección tardía puede suponer grandes costes hospitalarios y de salud³, aumentar la mortalidad, disminuir la funcionalidad y reducir drásticamente la calidad de vida⁴. Dentro del conjunto de las ER, aparece la Enfermedad Renal Crónica (ERC), la cual se define mediante marcadores de daño renal o reducción de la Tasa de Filtrado Glomerular (TFG), persistiendo estos síntomas durante al menos 3 meses. La ERC se clasifica según la filtración glomerular (FG), criterios de albuminuria y según la etiología⁵.

En cuanto a la etiopatogenia de la ERC, existen una serie de factores de riesgo como la edad, género, raza, obesidad, hipertensión arterial (HTA), presencia de diabetes, anemia o antecedentes familiares de ERC, que son conocidos como factores iniciadores de la enfermedad⁶. Dentro del conjunto de patologías asociadas a la ERC, destaca la Enfermedad Cardiovascular (ECV), la cual supone un gran peso en la etiopatogenia de la ERC, puesto que ambas están íntimamente relacionadas, llegando al punto de que, diversas sociedades científicas, consideran en sí a la ECV como un factor de riesgo de la ERC y viceversa⁷. En pacientes con ERC, las ECV conforman la causa principal de mortalidad y morbilidad. Antes de comenzar a desarrollarse etapas avanzadas de daño renal, aparece el riesgo cardiovascular, íntimamente relacionado, a su vez, con etapas iniciales de ERC. Así pues, un potente predictor de morbimortalidad cardiovascular es la reducción de la TFG⁸.

En lo referente a la epidemiología, 374.1 millones de habitantes en el mundo sufren ERC. Debido a la alta prevalencia y costos derivados, la ERC supone un problema de salud pública nacional y mundial⁹. En Estados Unidos se han reportado aproximadamente 20 millones de casos de ERC, siendo al menos 8 millones por una reducción de la TFG y 12 millones por presencia de marcadores de daño renal como la microalbuminuria. Datos similares se extraen en otros continentes como Asia, Europa y Oceanía, acusando un aumento de un 40% en la prevalencia de esta enfermedad en comparación a décadas anteriores, con una tasa de influencia en la población general de los países desarrollados entre el 13.5-15.8% en la actualidad¹⁰.

Por lo general, la clínica de la ERC, cursa con una serie de signos y síntomas entre los que se incluyen: debilidad, dolor, problemas mentales (depresión, estrés o ansiedad), problemas

digestivos y estomacales (afecciones bucales, poco apetito, estreñimiento, náuseas, vómitos, diarrea, etc.) y alteraciones funcionales (pérdida y alteraciones de movilidad y fuerza, fatiga, etc.), entre otros síntomas¹¹. El más frecuente dentro de todos estos síntomas es la debilidad, contribuyendo a su aparición factores como alteraciones de sueño, anemia y depresión¹². Seguidamente, trastornos en el sueño y la falta de movilidad, están asociados a un aumento de la mortalidad en personas que padecen ERC^{13,14}. Por otra parte, medidas de tratamiento para la ERC como restricciones dietéticas y/o farmacología, facilitan la predisposición de los pacientes a sufrir estreñimiento, siendo este síntoma, a su vez, bastante común¹⁵. En definitiva, todos los signos y síntomas que conforman la ERC, en separado o en conjunto, van a predisponer a los pacientes que cursan esta enfermedad a ver disminuida su calidad de vida¹⁶.

De acuerdo con la clínica, se puede clasificar la ERC en relación al curso de la enfermedad en diferentes estadios. Según las guías Kidney Disease Outcomes Quality Initiative (KDOQI) de la National Kidney Foundation, aparecen los siguientes estadios:

- Estadio 1: hay daño renal, pero se mantiene un FG normal.
- Estadio 2: se produce daño renal y comienza a reducirse ligeramente el FG.
- Estadio 3: en esta etapa el FG se encuentra moderadamente disminuido.
- Estadio 4: estadio en el cual, se ve gravemente disminuido el FG
- Estadio 5: se produce fallo renal completo¹⁷.

En lo referente al diagnóstico de la ERC, es conveniente seguir planes de detección temprana, especialmente en población de alto riesgo. Así pues, para optimizar el pronóstico y la atención, se siguen una serie de recomendaciones generales con el objetivo de estudiar la evolución y reversibilidad de los pacientes con ERC. Dicho esto, se deben de realizar cribados, consistentes en evaluar la albuminuria y el FG de forma anual, sobre pacientes con riesgo potencial de desarrollar la enfermedad, estos son: enfermos cardiovasculares, mayores de 60 años, hipertensos, diabéticos o con antecedentes familiares de ERC¹⁸. Otros factores de vital importancia para el diagnóstico que se deben conocer en atención primaria son la edad, el sexo y la alteración de parámetros como la albúmina¹⁹. En el caso de encontrarnos con una evolución imparable de la ERC, se llegaría al estadio 5, suponiendo un fallo renal completo, el cual se diagnostica como Enfermedad Renal en Etapa Terminal (ERET)²⁰.

Existen múltiples modalidades de tratamiento. Dado que la ERC supone un factor de riesgo cardiovascular que aumenta con el estadio evolutivo de dicha enfermedad, se hace gran hincapié en el control de la Presión Arterial (PA), la diabetes o la dislipemia como factores de riesgo

vascular clásicos, ya que es más común el riesgo de morbilidad cardiovascular a causa de estadios iniciales o medios de ERC que un avance progresivo de la ER²¹. En estadios iniciales, es muy importante llevar a cabo un tratamiento farmacológico adecuado que apunte a la reducción de riesgos y eventos cardiovasculares. En este caso, son los inhibidores de la enzima de conversión, los que mejor retardan el avance de la ERC²². No obstante, en etapas finales de la ERC y/o, instaurada la ERET, se necesitan otras modalidades de tratamiento basadas en terapias sustitutivas como la hemodiálisis (HD), con sus múltiples variables y diversos procedimientos invasivos, o bien, será necesaria la realización de un trasplante renal adecuado y satisfactorio²³.

En relación a la HD, se trata de una técnica invasiva que sustituye la función renal, empleada cuando la función renal se sitúa entre el 10-15% de su capacidad óptima. Se utiliza una máquina y un filtro con diseño especial que permite eliminar los tóxicos que se han acumulado en la sangre, producto del deficiente funcionamiento orgánico a causa de la ER²⁴. Sin embargo, no es un tratamiento libre de reacciones adversas y que, en su aplicación en el tiempo, puede suponer un foco de complicaciones tanto infecciosas como no infecciosas²⁵.

La aplicación de actividad o ejercicio físico en pacientes con ER que reciben HD, puede suponer un papel importante en el manejo de enfermedades crónicas²⁶. El ejercicio intradialítico es un tipo de actividad física que se realiza durante el tratamiento de HD. Normalmente, los ejercicios incluidos en el tratamiento intradialítico son aeróbicos o anaeróbicos. El ejercicio aeróbico (EA), por norma general, se prescribe con la intención de mejorar la resistencia mediante el empleo de grupos musculares grandes. Por otra parte, el ejercicio anaeróbico se emplea con la intención de incrementar la fuerza y el tamaño de la musculatura^{27,28}. Por tanto, la aplicación de ejercicio intradialítico en sus diferentes variables de duración, intensidad y frecuencia, siempre y cuando se haya demostrado seguro para los pacientes que reciben HD, a nivel orgánico y funcional, ayuda a mejorar la capacidad aeróbica, la capacidad de la marcha, la funcionalidad muscular y articular, puede ayudar a mejorar la función cardiovascular y reduce factores de riesgo adversos, siendo el ejercicio de moderada intensidad y bajo impacto, la modalidad más aceptada para este tipo de abordajes²⁹⁻³¹. En la esfera psicológica, el ejercicio intradialítico también puede suponer una potencial herramienta para mejorar la calidad de vida y disminuir el nivel de depresión percibida por pacientes con ER que reciben HD^{32,33}. Además, el ejercicio puede colaborar en el incremento de las posibilidades de aumentar la motivación y mejorar la adherencia al tratamiento^{34,35}.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, el objetivo de esta revisión sistemática es proporcionar un análisis de los datos publicados sobre la efectividad del ejercicio físico intradialítico de moderada intensidad y bajo impacto en pacientes con ER que reciben HD, desde un punto de vista orgánico, físico-funcional y psicológico.

2. METODOLOGÍA

2.1. Estrategia de búsqueda y bases de datos

La búsqueda bibliográfica fue llevada a cabo en 4 bases de datos diferentes: Pubmed, PEDro, Scopus y Web of Science (WOS). Adicionalmente, también se efectuó una búsqueda en las listas de referencias y la bibliografía de los artículos incluidos en esta revisión a texto completo.

Basada en el sistema PICOS propuesto por la Cochrane Library³⁶, para la estrategia de búsqueda se siguieron los siguientes apartados:

- Población: pacientes con tratamiento continuado de HD.
- Intervención: ejercicio de moderada intensidad y bajo impacto en sus diferentes modalidades.
- Comparación: EA, ejercicio de fuerza/resistencia (EFR), entrenamiento combinado (EC) aeróbico y de fuerza/resistencia.
- Variables (outcomes): funcionalidad, aptitud física, parámetros dialíticos asociados a factores cardiometabólicos, valores respiratorios, parámetros antropométricos, calidad de vida, variables de salud mental (depresión y ansiedad) y calidad del sueño.
- Estudios (studies): Ensayos Clínicos Aleatorizados (ECAs).

Las palabras clave empleadas han sido “exercise”, “physical activity”, “training”, “intradialytic”, “hemodialysis” y “renal disease”. Dichas palabras clave fueron combinadas utilizando los operadores booleanos “AND” y “OR”, usando diferente empleo, orden y aplicación en función de la base de datos en la que se realizó la búsqueda (Tabla 1).

Tabla 1. Resultados de la búsqueda bibliográfica

BASES DE DATOS	PALABRAS CLAVE	RESULTADOS DE LA BÚSQUEDA
PUBMED	(exercise[tiab] OR exercise[mh] OR physical activity[tiab] OR physical activity[mh] OR training[tiab] OR training[mh]) AND (intradialytic[tiab] OR intradialytic[mh] OR hemodialysis[tiab] OR hemodialysis[mh] OR renal disease[tiab] OR renal disease[mh])	260
PEDro	exercise OR physical activity OR training AND intradialytic AND hemodialysis AND renal disease	17
SCOPUS	exercise OR physical activity OR training AND intradialytic AND hemodialysis AND renal disease	128
WEB OF SCIENCE (WOS)	exercise AND physical activity AND training AND intradialytic AND hemodialysis AND renal disease	47
TOTAL		452

2.2. Criterios de inclusión:

Para el desarrollo de la revisión sistemática han sido aplicados una serie de criterios de inclusión, los cuales debían cumplirse a la hora de la realización de la búsqueda e incorporación de artículos. Dichos criterios de inclusión fueron:

- ECAs como tipo de artículo.
- Artículos escritos en inglés o castellano.
- Publicación de los artículos en los últimos 5 años (2018-2022), para asegurar la novedad y actualidad del estudio.
- Inclusión del ejercicio intradialítico como opción y parte del tratamiento en pacientes con ER que reciben HD.
- Presentación de una calidad metodológica en los artículos de al menos 6 puntos en la escala PEDro.

2.3. Criterios de exclusión:

Por otro lado, los criterios de exclusión elegidos en la estrategia de búsqueda para la incorporación de artículos necesarios en el desarrollo de la revisión sistemática debían cumplir los siguientes aspectos:

- Contraindicación médica para la realización de cualquier tipo de ejercicio físico o imposibilidad de llevar a cabo pruebas funcionales.
- Edad de los participantes inferior a 18 años y, por tanto, selección de menores de edad para el desarrollo del estudio.
- Tratamiento de HD inferior a 3 meses de duración.
- Pacientes con enfermedades oncológicas en transcurso o con antecedentes de haberlas padecido.
- Pacientes con enfermedades cardiovasculares no controladas, implicando riesgo de complicaciones durante la realización de ejercicio físico.
- Pacientes con antecedentes de haber sufrido un ACV.

2.4. Evaluación de la calidad metodológica de los artículos.

La calidad metodológica de los estudios incluidos en la revisión ha sido medida a través de la escala PEDro. Dicha escala fue desarrollada para identificar rápidamente la validez interna de los artículos y obtener la información estadística necesaria para la toma de decisiones clínicas³⁷. Además, se ha probado como una escala válida para esta labor³⁸.

La escala PEDro se trata de una escala que consta de 11 criterios o ítems para la verificación y evaluación de la calidad metodológica del estudio. Con esta escala se puede obtener una puntuación total de 10 puntos, ya que se contabiliza como 1 punto cada ítem verificado, de manera que solo 10 son los ítems puntuables. De acuerdo con esto, se pueden encontrar artículos con una puntuación máxima de 10 puntos y otros estudios con 0 puntos como puntuación mínima, lo que nos aportaría una idea sobre la índole del estudio. Dependiendo de la ausencia o presencia del ítem en cuestión en el contenido del artículo, se corrobora la invalidez o validez del criterio elegido³⁹.

En cuanto a la puntuación obtenida en los diferentes ensayos, son considerados artículos con elevado riesgo de sesgo y baja calidad metodológica aquellos con una puntuación entre 0 y 3 puntos. Los estudios con una puntuación máxima de 4 o 5 puntos se estiman como estudios de calidad media. Finalmente, un artículo con una puntuación total de entre 6 y 10 puntos en la

escala PEDro, es tomado en consideración como un estudio de alta calidad metodológica y riesgo de sesgo bajo⁴⁰.

2.5. Análisis de la evidencia científica.

Para evaluar la evidencia científica de las conclusiones obtenidas en esta revisión sistemática, se han seguido las recomendaciones del Grupo Cochrane Espalda⁴¹ como método cualitativo. Este método se compone por distintos niveles de evidencia:

- Nivel 1: evidencia sólida. Obtenida a partir de resultados consistentes de varios ECAs que presentan un riesgo de sesgo bajo.
- Nivel 2: evidencia moderada. Alcanzada a partir de resultados sólidos de un ECA que presenta bajo riesgo de sesgo y/o varios ECAs con alto riesgo de sesgo.
- Nivel 3: evidencia limitada. Obtenida a partir de resultados consistentes de un ECA con una calidad metodológica moderada y uno o más ECAs con baja calidad y alto riesgo de sesgo.
- Nivel 4: evidencia insuficiente. Alcanzada a partir de resultados sólidos de uno o más ECAs de baja calidad metodológica o cuando se obtienen resultados contradictorios en los estudios.

3. RESULTADOS

Esta revisión sistemática, aplica su estudio en una población que presenta un diagnóstico de ER, generalmente ERC o ERET, con una edad media comprendida en torno a los 53,73 años y una duración media del tratamiento de HD de 4,1 años. Datos extraídos como la media ponderada entre las diferentes edades y duración del tratamiento de HD referido en cada estudio. Con respecto a las intervenciones, se expanden desde 8 semanas consecutivas hasta los 6 meses, aplicándose de media, aproximadamente unas 42 sesiones en el tiempo estimado. Finalmente, se evaluó tanto al comienzo como al final del estudio, como mínimo, a la población estudiada.

3.1. Resultados de la búsqueda

En la base de datos Pubmed, se efectuó una estrategia de búsqueda en la que se utilizó como descriptores o palabras clave “exercise”, “physical activity”, “training”, “intradialytic”, “hemodialysis” y “renal disease”, todos ellos usados como términos MeSH. Posteriormente, se acoplaron los términos “exercise”, “physical activity” y “training” por una parte, mientras que, por otra parte, también se agruparon los términos “intradialytic”, “hemodialysis” y “renal disease” mediante el operador booleano “OR”, indicándose a su vez que estos descriptores

aparecieran en título y resumen, aplicando el término “[tiab]”. Finalmente, los dos grupos de descriptores se conectaron mutuamente usando el operador booleano “AND”. Una vez establecida la estrategia de búsqueda explicada previamente, se obtuvieron un total de 260 artículos, de los cuales quedaron 12 tras la aplicación de los criterios de inclusión y exclusión. Después, se pasó a analizar el título y resumen de los artículos, siendo descartados 9 ensayos al ser 2 de ellos duplicados de la base de datos PEDro, 4 de la base de datos Scopus y 3 de la base de datos WOS, quedando así 3 artículos que, a su vez, tras el análisis a texto completo, fueron seleccionados y extraídos para la realización de la revisión sistemática desde la base de datos Pubmed.

En PEDro, se realizó una búsqueda simple utilizando “exercise”, “physical activity”, “training”, “intradialytic”, “hemodialysis” y “renal disease” como palabras clave o descriptores. A continuación, se unieron los tres primeros descriptores con el operador booleano “OR”, y los siguientes con el operador booleano “AND” para ampliar y concretar la estrategia de búsqueda. Tras efectuar la estrategia de búsqueda se obtuvieron 17 artículos y, una vez aplicados los criterios de inclusión y exclusión, los artículos fueron reducidos a 5. Luego, se llevó a cabo el análisis de título y resumen y se descartaron 2 ensayos al tratarse de artículos duplicados, 1 de la base de datos Pubmed y otro de la base de datos Scopus. Finalmente, tras el análisis previo, se obtuvieron 2 ensayos clínicos, los cuales también fueron analizados a texto completo y resultaron ser seleccionados para la revisión desde la base de datos PEDro.

En la base de datos Scopus, fue ejecutada una estrategia de búsqueda en la que se utilizaron como descriptores o palabras clave “exercise”, “physical activity”, “training”, “intradialytic”, “hemodialysis” y “renal disease”. Los descriptores, al igual que en la base de datos anterior, se combinaron mediante la aplicación de los operadores booleanos “OR” y “AND” para incrementar y acotar el campo de selección de artículos. Una vez mencionada la estrategia, se extrajeron un total de 128 estudios, que pasaron a ser 18 tras la aplicación de los criterios de inclusión y exclusión. Seguidamente, se pasó a revisar el título y resumen, adquiriéndose 5 artículos. Por último, se continuó leyendo los 5 ensayos de forma completa y fueron desechados 2 artículos al no ajustarse concretamente al objetivo de esta revisión sistemática. Por tanto, se acabaron extrayendo 3 artículos en la base de datos Scopus.

Finalmente, en WOS se realizó una estrategia similar a la efectuada en Scopus, pero esta vez uniendo todos los descriptores o palabras clave con el operador booleano “AND” para obtener un número asumible de resultados, obteniéndose un conjunto de 47 estudios. Dichos estudios pasaron a ser 12 una vez aplicados los criterios de inclusión y exclusión. Por último, se

seleccionaron 3 artículos tras el análisis a de título y resumen y, en esta ocasión, al haber analizado completamente texto y contenido de los mismos, se descartó un artículo adicional al no ajustarse al objetivo concreto de la revisión. Los 2 artículos restantes fueron extraídos y elegidos para el desarrollo de la revisión sistemática desde la base de datos WOS.

En definitiva, 11 han sido el total de artículos incluidos para desarrollar esta revisión sistemática (Figura 1).

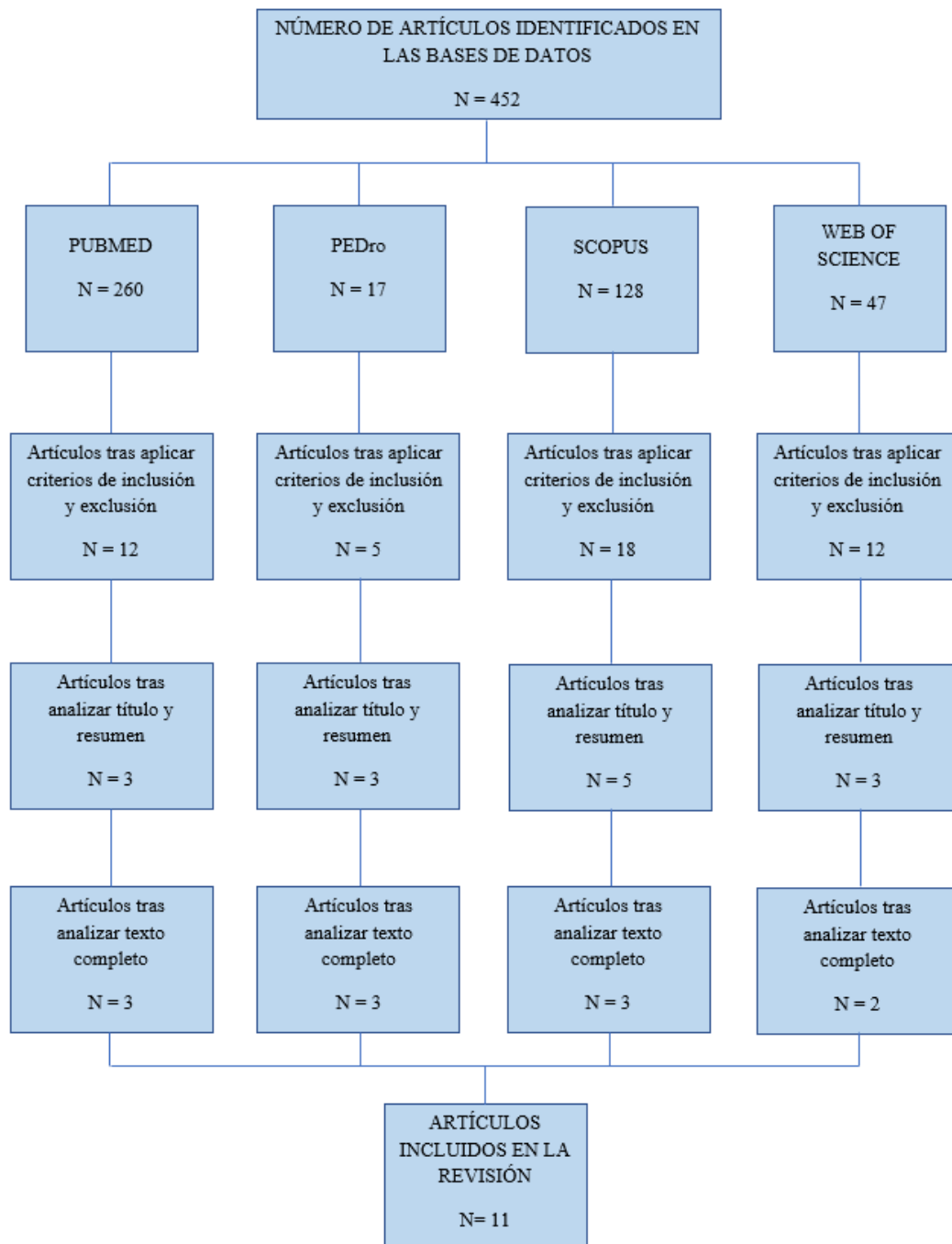


Figura 1. Diagrama de flujo sobre el proceso de selección de estudios.

3.2. Resultados de la calidad metodológica

En esta revisión sistemática, los ECAs incluidos tienen una puntuación mínima de 6 puntos y una puntuación máxima de 8 puntos sobre 10 en la escala PEDro, garantizando, según los criterios de la escala, la alta calidad metodológica y bajo riesgo de sesgo en cada uno de los estudios seleccionados.

En función de la presencia o no de los diferentes ítems de calidad metodológica evaluados en la escala PEDro, en la Tabla 2, se indica el análisis por separado de cada ensayo.

Tabla 2. Aplicación de escala PEDro en los artículos seleccionados.

Estudios	Criterios de elegibilidad*	Asignación aleatoria	Asignación oculta	Comparabilidad de referencia	Cegamiento de los sujetos	Cegamiento de los terapeutas	Cegamiento de los evaluadores	Seguimiento adecuado	Análisis por intención de tratar	Comparación entre grupos	Medidas puntuales y variabilidad	Puntuación
Lin, C-H., et al.	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	8/10
Figueiredo, PHS., et al.	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	8/10
Kim, S., et al.	Sí	Sí	No	Sí	No	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	6/10
Cho, J-H., et al.	No	Sí	Sí	Sí	No	No	No	No	Sí	Sí	Sí	6/10
Huang, M., et al.	Sí	Sí	No	Sí	No	No	Sí	No	Sí	Sí	Sí	6/10
Oliveira e Silva, VR., et al.	No	Sí	No	Sí	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	7/10
Abdelaal, AAM., et al.	No	Sí	No	Sí	No	No	Sí	Sí	No	Sí	Sí	6/10
Graham-Brown, MPM., et al.	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	Sí	No	Sí	Sí	Sí	7/10
Ortega-Pérez de Villar, L., et al.	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	Sí	No	No	Sí	Sí	6/10
Fernandes, AO., et al.	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	Sí	Sí	No	Sí	Sí	7/10
Myers, J., et al.	Sí	Sí	No	Sí	No	No	Sí	Sí	No	Sí	Sí	6/10

*NOTA: el criterio de elegibilidad, que supone el primer criterio, no contabiliza a la hora de obtener la puntuación total.

3.3. Características de los estudios incluidos en la revisión.

En cuanto a las variables de resultados evaluadas en los diferentes ensayos encontramos: variables referidas a la funcionalidad, en las que se evalúan factores como el equilibrio, la velocidad de ejecución de actividades o la marcha; nivel de aptitud física, incluyendo variables referidas a la fuerza o a la resistencia; y parámetros dialíticos asociados a factores cardiometabólicos. Estas variables son las más representativas y las que tienen mayor presencia en los estudios seleccionados. Para la medición de dichas variables se emplearon los siguientes instrumentos:

- Para la funcionalidad se usaron diferentes pruebas: Incremental Shuttle Walk Test (ISWT), Berg Balance Scale (BBS), One-Leg Standing Test (OLST), Timed Up and Go (TUG) test, apartados dirigidos al equilibrio de la Short Physical Performance Battery (SPPB) y 6-Minute Walk Test (6-MWT).

- En cuanto al nivel de aptitud física se emplearon los siguientes instrumentos: Short Physical Performance Battery (SPPB) en su versión completa, Physical Activity Scale for Elderly (PASE), 10s-Sit to Stand Test (STS-10), 30s-Sit to Stand Test (STS-30), 60s-Sit to Stand Test (STS-60), 5-repetition Sit to Stand Test (STS-5), Handgrip strength (HG), International Physical Activity Questionnaire (IPAQ), Endurance Shuttle Walk Test (ESWT), One-Leg Heel Raise (OLHR) y Human Activity Profile (HAP).
- Con respecto a los parámetros dialíticos asociados a factores cardiometabólicos se utilizaron analíticas de sangre, Resonancia Magnética Nuclear (RMN), Tomografía Axial Computerizada (TAC), Ecocardiograma Doppler, pulsómetros y otras pruebas de laboratorio para recopilar datos sobre: Kt/V de urea en el momento de la inspiración, Frecuencia Cardíaca (FC) máxima y en reposo, Frecuencia Cardíaca de Reserva (FCR), PA, nivel de glucosa en sangre, lípidos y ácido úrico, Presión Arterial Sistólica (PAS), Presión Arterial Diastólica (PAD), análisis de los niveles de potasio, creatinina, bicarbonato, calcio, fósforo, hierro, albúmina, hemoglobina, ferritina, porcentaje de transferrina, albúmina, hormona paratiroidea, colesterol y Proteína C Reactiva (PCR).

En varios estudios se tuvieron también en cuenta otras variables, como: valores respiratorios, parámetros antropométricos, calidad de vida, variables de salud mental y calidad del sueño, aplicándose diferentes pruebas:

- En lo referido a valores respiratorios se recogieron datos como: Volumen Máximo de Oxígeno (VO₂max), Capacidad Vital Forzada (CVF), Volumen Espiratorio Forzado en 1 segundo (VEF1), Presión Espiratoria Máxima (PEmax) y Presión Inspiratoria Máxima (PImax), Flujo Espiratorio Máximo (FEM), Presión Máxima Inspiratoria (PMI).
- En referencia a los parámetros antropométricos se utilizaron: el Índice de Masa Corporal (IMC), medición de pliegues cutáneos y perímetros, Fenotipo de Fried y Absorciometría con Rayos X de Doble Energía (DEXA).
- Para la calidad de vida se usaron las siguientes escalas y cuestionarios: Health Related Quality of Life (HRQoL), Kidney Disease Quality of Life (KDQoL), Kidney Disease Quality of Life Short Form (KDQoL-SF), Short Form-36 (SF-36) con el Mental Component Score (MCS) y el Physical Component Score (PCS) como partes diferenciadas y Short Form-12 (SF-12).
- Para las variables de salud mental fueron empleadas las siguientes escalas o cuestionarios: Beck Depression Inventory (BDI), Beck Depression Inventory II (BDI-

II) y la escala Center for Epidemiologic Studies Depression (CES-D) para la depresión; mientras que el Beck Anxiety Inventory (BAI) fue usado para la ansiedad.

- En cuanto a la calidad del sueño se utilizó el Índice de Fragmentación del sueño (IFS).

Por último, se cuantificaron en algunos estudios otras variables que aparecen reflejadas en menor medida y que se verán desarrolladas más adelante (Tabla 3).

Tabla 3. Resumen de resultados.

Estudio	Participantes	Diseño de estudio	Intervención	VARIABLES de estudio	Instrumentos de medida	Resultados
Lin, CH., et al. (2021)	<p>n=64</p> <p>Pacientes con ERET y con tratamiento de HD.</p> <p>Edad media de 62,05 años.</p> <p>Duración media del tratamiento de HD de 6,45 años.</p>	<p>ECA</p> <p>2 grupos:</p> <p>Grupo experimental: n=32</p> <p>Grupo control: n=32</p> <p>Los resultados fueron evaluados al comienzo y al final de la intervención.</p>	<p>Grupo experimental (GE): recibió ejercicio intradialítico aeróbico mediante el uso de un cicloergómetro.</p> <p>Grupo control (GC): recibió programa convencional de HD.</p> <p>La intervención se llevó a cabo en 36 sesiones, 3 a la semana, con 30 minutos de duración cada una y durante 12 semanas consecutivas.</p>	Parámetros dialíticos	Medidas de laboratorio: glóbulos rojos, hemoglobina, hematocrito, volumen corpuscular medio, albúmina, urea en sangre, nitrógeno, creatinina, electrolitos séricos, potasio, calcio y fosfato.	<p>Los resultados no indicaron diferencias en los parámetros dialíticos desde el inicio entre ambos grupos. Sin embargo, el GE había aumentado la calidad de vida y reducido el estado de depresión a las 12 semanas en comparación con el GC. Por lo tanto, un régimen de ejercicio intradiálisis de 12 semanas es seguro y eficaz para mejorar la calidad de vida y reducir el estado de depresión de los pacientes en HD.</p>
				Factores cardiometabólicos	FC en reposo, PA, glucemia, lípidos séricos y ácido úrico.	
				Calidad de vida	SF-36	
				Depresión	BDI	

Oliveira E Silva, VR., et al. (2019)	n=30 Pacientes con ERC y con tratamiento periódico de HD. Edad media de 54 años. Duración media del tratamiento de HD de 2 años.	ECA 2 grupos: Grupo de intervención: n=15 Grupo control: n=15 Los resultados fueron evaluados al comienzo y al final de la intervención.	Grupo de intervención (GI): recibió ejercicio intradialítico aeróbico empleando un cicloergómetro. Grupo control (GC): recibió tratamiento habitual de HD. La intervención se desarrolló en 4 meses, aplicándose 3 sesiones semanales con una duración de 30 minutos por sesión.	Aptitud física	IPAQ	En el GI, hubo una mejora estadísticamente significativa en la vasodilatación medida por flujo y una reducción de la hipertrofia ventricular izquierda y la aldosterona. También hubo aumento de PCR en el GC. Este protocolo de EA intradialítico, pudo mejorar la función endotelial con mejoras en la vasodilatación y reduciendo la hipertrofia ventricular izquierda y la aldosterona sérica, lo que podría tener un impacto positivo en la reducción de factores de riesgo cardiovascular no tradicionales en pacientes con ERC que reciben HD.
				Valores respiratorios	VO2máx	
				Valores cardiacos asociados a parámetros dialíticos	FCmáx, medidas de volúmenes, masa y diámetros de estructuras cardiacas.	
				Valores metabólicos asociados a parámetros dialíticos	potasio sérico, creatinina, glucemia, TGP, bicarbonato, urea, calcio, fósforo, hemoglobina, ferritina, hierro sérico, porcentaje de transferrina, albúmina, hormona paratiroidea, colesterol, triglicéridos, PCR, aldosterona y Kt/V.	

Graham-Brown, MPM., et al. (2021)	n=101 Pacientes con ERET y que reciben tratamiento de HD. Edad media de 57,2 años. Duración media del tratamiento de HD de 1,25 años.	ECA 2 grupos: Grupo experimental: n=51 Grupo control: n=50 Los resultados fueron evaluados al comienzo y al final de la intervención.	Grupo experimental (GE): recibió un programa de EA intradialítico usando cicloergómetro. Grupo control (GC): recibió los cuidados habituales del tratamiento de HD. La intervención se prolongó 6 meses, con una frecuencia de trabajo de 3 sesiones semanales de 30 minutos de duración cada una.	valores cardiometabólicos asociados a parámetros dialíticos	Masa y volumen del ventrículo izquierdo (VI), velocidad de onda del pulso aórtico y mapeo T1 nativo, medido con RMN; PA y muestras sanguíneas.	Los resultados mostraron reducción significativa en la masa ventricular izquierda entre los grupos, que siguió siendo significativa en el análisis de sensibilidad. Hubo reducciones significativas tanto en el mapeo nativo T1 como en la velocidad de la onda del pulso aórtico entre los grupos, favoreciendo al GI. No hubo un aumento en los latidos ectópicos ventriculares ni en las arritmias ventriculares complejas como resultado del ejercicio. No hubo efecto significativo sobre la función física o la calidad de vida. De este modo, un programa de seis meses de EA intradiálisis reduce la masa del VI y es seguro, administrable y bien tolerado.
				Aptitud física	SPPB y ESWT	
				Parámetros antropométricos	Peso (kg)	

<p>Fernandes, ADO., et al. (2019)</p> <p>Pacientes con ERC y que reciben tratamiento continuado de HD.</p> <p>Edad media de 43,4 años.</p> <p>Duración media del tratamiento de HD de 6,9 años.</p>	<p>n=39</p>	<p>ECA</p> <p>2 grupos:</p> <p>Grupo experimental: n=20</p> <p>Grupo control: n=19</p> <p>Los resultados fueron evaluados al inicio y al final del estudio.</p>	<p>Grupo experimental (GE): efectuó un programa de EA intradialítico basado en ciclismo mediante cicloergómetro.</p> <p>Grupo control (GC): desempeñó el tratamiento habitual de HD.</p> <p>La intervención consistió en EA a lo largo de 24 entrenamientos, 3 veces por semana, durante 8 semanas consecutivas en período intradialítico, teniendo cada sesión una duración de 50 minutos de trabajo.</p>	<p>Valores cardiometabólicos relacionados con parámetros dialíticos</p>	<p>Niveles de hematocrito, hemoglobina, creatinina, urea, albúmina sérica, medida de la adecuación de la HD y tiempo de tratamiento de HD.</p>	<p>Se observó una diferencia significativa entre grupos en CVF, VEF1, FEM, PImax y PEmax, en la puntuación en la escala de Borg y en la distancia recorrida en la prueba 6-MWT. También se observó una mejora en los resultados de las pruebas bioquímicas y de Kt/V en el GE. De acuerdo con esto, el EA intradialítico sistemático con cicloergómetro, resultó en beneficios para función respiratoria y capacidad funcional en pacientes con ERC sometidos a HD.</p>
				<p>Parámetros antropométricos</p>	<p>Altura, peso e IMC</p>	
				<p>Valores respiratorios</p>	<p>CVF, VEF1, PImax, PEmax y FEM</p>	
				<p>Funcionalidad física</p>	<p>6-MWT</p>	

<p>Kim, S., et al. (2022)</p> <p>Pacientes diagnosticados de ERC y que reciben tratamiento de HD.</p> <p>Edad media de 57,2 años.</p> <p>Duración media del tratamiento de HD de 4 años.</p>	<p>n=42</p> <p>2 grupos:</p> <p>Grupo experimental: n=21</p> <p>Grupo control: n=21</p> <p>Los resultados fueron evaluados al comienzo y a las 4, 8 y 12 semanas.</p>	<p>ECA</p> <p>Grupo experimental (GE): recibió una sola sesión educativa y el resto de sesiones se basaron en la realización de EA intradialítico efectuando ciclismo con un cicloergómetro.</p> <p>Grupo control (GC): completó únicamente la sesión educativa y siguió recibiendo el tratamiento habitual de HD.</p> <p>La sesión educativa tuvo una duración de 50 minutos y en ella se puso en conocimiento ejercicios para personas que reciben HD.</p> <p>El programa de EA de 12 semanas implementó trabajo con cicloergómetro de 40 a 70 minutos de duración, 3 veces por semana.</p>	Fragilidad	Fenotipo de Fried	<p>Hubo interacciones significativas entre los grupos y los tiempos de seguimiento en la puntuación de fragilidad, la velocidad de la marcha, el SPPB y la calidad de vida mental. Los análisis por intención de tratar y por protocolo revelaron que el GE exhibió mejoras significativas en la puntuación de fragilidad, velocidad de la marcha, fuerza de agarre, fatiga, SPPB, la adecuación de la diálisis y la calidad de vida física. Un programa de EA intradiálisis podría ser una estrategia adicional, segura, factible y apropiada para la atención rutinaria de pacientes con ERC que reciben HD para mejorar la fragilidad, la adecuación a la diálisis y la calidad de vida.</p>
			Aptitud física	SPPB	
			Parámetros dialíticos de adecuación	Kt/V de urea en el momento de la inspiración	
			Parámetros antropométricos de composición corporal	masa muscular esquelética, grasa corporal y masa muscular de la pierna	
			Calidad de vida	SF-36	

<p>Huang, M., et al. (2020)</p>	<p>n=44</p> <p>Pacientes con ERET y que reciben tratamiento de HD.</p> <p>Edad media de 40,7 años.</p> <p>Duración media del tratamiento de HD de 2,9 años.</p>	<p>ECA</p> <p>2 grupos:</p> <p>Grupo experimental: n=22</p> <p>Grupo control: n=22</p> <p>Los resultados fueron evaluados al comienzo y al final del estudio.</p>	<p>Grupo experimental (GE): recibió ejercicio intradialítico combinado haciendo uso de un cicloergómetro para realizar ciclismo, efectuando tanto EA como EFR.</p> <p>Grupo control (GC): recibió atención normal de HD y fueron aconsejados para hacer ejercicios simples como estirar piernas y brazos.</p> <p>Mediante el ajuste de la resistencia del cicloergómetro, en la primera etapa, se pidió a los pacientes que realizaran EA durante 20 minutos y EFR de 10 minutos, siendo el EA de 15 minutos para la segunda etapa, 10 minutos para la tercera y cuarta etapa, 15 minutos para la quinta y 20 minutos para la sexta y última etapa, completando el resto del tiempo total de la sesión con ejercicio de resistencia.</p> <p>La intervención se mantuvo durante 24 semanas, completando 3 sesiones semanales de 40 minutos.</p>	Eficacia de la HD mediante parámetros dialíticos	Sp Kt/V, PAS y PAD	<p>En el GE, sp Kt/V mejoró significativamente en un 13,2 %, también la PAS y la PAD disminuyeron significativamente en 8,5 mmHg y 6,5 mmHg respectivamente. La distancia recorrida en el 6-MWT aumentó significativamente en 43 metros, pero no hubo un cambio significativo en la calidad de vida. En tanto, el EC hizo efecto sobre la eficiencia de la HD. Así pues, el EC mejoró la PA y el estado físico de los pacientes sometidos a HD, pero no afectó la calidad de vida.</p>
				Funcionalidad física	6-MWT, STS-30 y STS-5	
				Calidad de vida	KDQoL-36, SF-12, incluyendo PCS y MCS	

<p>Myers, J., et al. (2021)</p>	<p>n=28</p> <p>Pacientes diagnosticados de ERC y que reciben tratamiento de HD.</p> <p>Edad media de 66 años.</p> <p>Duración media del tratamiento de HD de 4,15 años.</p>	<p>ECA</p> <p>2 grupos:</p> <p>Grupo experimental: n=13</p> <p>Grupo control: n=15</p> <p>Los resultados fueron evaluados al comienzo y al final del estudio.</p>	<p>Grupo experimental (GE): realizó un programa de EC individualizado en el hogar, para ello recibieron mancuernas y Theraband según sus necesidades para el trabajo de fuerza/resistencia y un cicloergómetro portátil para el trabajo aeróbico.</p> <p>Grupo control (GC): recibieron atención clínica estándar de HD.</p> <p>La intervención tuvo lugar a lo largo de 12 semanas, completando un mínimo de 45 minutos de trabajo diario combinando EA con EFR.</p>	Composición corporal	masa magra, % graso, masa muscular y % graso intramuscular	<p>El VO2 máximo mejoró significativamente en el GE; también la duración del ejercicio, pero no hubo diferencias en la eficiencia ventilatoria. Tendencias a mejorar se observó en 6-MWT y 60-STS en el grupo de ejercicio, pero no se observaron diferencias en la fuerza o la composición corporal. Entre las medidas de calidad de vida, la salud general determinada por el SF-36 mejoró en el GE, pero no hubo diferencias entre los grupos en la función cognitiva. Los pacientes con ERC que reciben HD mejoraron la capacidad de ejercicio y algunos índices de calidad de vida después de un programa de ejercicio en casa combinado de 12 semanas. El ejercicio en casa es factible para los pacientes en HD y puede ayudar a superar las barreras de accesibilidad a la práctica regular de ejercicio.</p>
				Calidad de vida	SF-36 y KDQoL	
				Funcionalidad física	6-MWT y STS-60	
				Función cardiaca	FCR y recuperación de FC normal	
				Función respiratoria	CVF y VEF1	

<p>Ortega-Pérez de Villar, L., et al. (2020)</p> <p>n=46</p> <p>Pacientes diagnosticados de ERC y que reciben tratamiento de HD.</p> <p>Edad media de 62,2 años.</p> <p>Duración media del tratamiento de HD de 4,6 años.</p>	<p>ECA</p> <p>2 grupos:</p> <p>Grupo experimental: n=24</p> <p>Grupo control: n=22</p> <p>Los resultados fueron evaluados al comienzo y al final del tratamiento y tras un mes de seguimiento.</p>	<p>Grupo experimental (GE): recibió ejercicio intradialítico combinado, incluyendo EA y ejercicio de fortalecimiento. Para la parte aeróbica se emplearon cicloergómetros y para la parte de fortalecimiento se usaron pesas y bandas elásticas.</p> <p>Grupo control (GC): recibió ejercicios de fortalecimiento en casa y fueron instruidos para caminar a velocidad normal.</p> <p>Ambas intervenciones duraron 16 semanas, con 3 sesiones semanales de 40 minutos de duración.</p>	Aptitud física	HAP, OLHR, STS-10, STS-60, HG y PASE	<p>Se encontró un efecto significativo en el tiempo en ambos grupos para el nivel de actividad física. Hubo también un efecto significativo en la interacción grupo/tiempo para OLST y un efecto significativo en el tiempo para SPPB, TUG, STS-10, HG en mano derecha e izquierda, OLHR, 6-MWT y en la depresión. No obstante, la calidad de vida se mantuvo sin cambios. De esta manera, no hubo diferencia entre las dos intervenciones en los resultados probados (excepto en OLST). Ambas intervenciones se asociaron con cambios positivos en los niveles de actividad física y función física.</p>
			Funcionalidad	6-MWT, OLST, TUG y SPPB	
			Calidad de vida	HRQoL	
			Depresión	CES-D	

<p>Figueiredo, PHS., et al. (2018)</p> <p>n=37 diagnosticados de ERET y que reciben tratamiento de HD.</p> <p>Edad media de 48,2 años.</p> <p>Duración media del tratamiento de HD de 4,1 años.</p>	<p>ECA</p> <p>3 grupos:</p> <p>Grupo de entrenamiento de musculatura inspiratoria (EMI): n=11</p> <p>Grupo de EA: n=13</p> <p>Grupo de EC: n=13</p> <p>Los resultados fueron evaluados al comienzo, a las 8 semanas y tras las 16 semanas de intervención.</p>	<p>Grupo de EMI: usó Threshold IMT o Power-Breath a resistencia ligera o mediana, de acuerdo con la PMI previamente evaluada. Los participantes realizaron tres series de 15 inspiraciones profundas en la boquilla del equipo y descansaron durante 60 segundos con la carga lineal ajustada al 50% de la PMI.</p> <p>Grupo de EA: utilizaron cicloergómetros para completar entrenamientos de 40 minutos de duración.</p> <p>Grupo de EC: primero se realizó el trabajo inspiratorio y posteriormente el EA. También se usaron dispositivos IMT, aunque sin resistencia a la inspiración.</p> <p>La intervención se desarrolló en el periodo de diálisis en todos los grupos, constando de 3 sesiones semanales expandidas durante 8 semanas, completando un total de 24 sesiones.</p>	Valores respiratorios	PMI	<p>En todos los grupos se observó un aumento de la MIP, capacidad funcional, fuerza de los miembros inferiores (MMII), de niveles de resistina y una reducción de los niveles de sTNFR2 a las 16 semanas, en comparación con el inicio y las 8 semanas. EMI mejoró la capacidad funcional, MIP y fuerza de los MMII. El aumento de los niveles de resistina y la reducción de los niveles de sTNFR2 después del EMI fue de 0,8 ng/dl, respectivamente, sin diferencias entre grupos. En comparación con el inicio y las 8 semanas, los niveles de adiponectina y el dominio de fatiga de la calidad de vida aumentaron a las 16 semanas solo en la EC. Todos los grupos mejoraron parámetros funcionales y biomarcadores inflamatorios, además, el EMI provocó una respuesta similar al EA.</p>
			Funcionalidad	ISWT	
			Aptitud física	STS-30	
			Biomarcadores inflamatorios	Interleukina 6, adiponectina y Receptor 1 y 2 del factor de necrosis tumoral soluble en plasma	
			Calidad de vida	HRQoL y KDQoL-SF	
			Parámetros antropométricos	IMC, % de grasa corporal y perímetro de cintura	

<p>Cho, JH., et al. (2018)</p> <p>n=46 diagnosticados de ER y que reciben tratamiento de HD.</p> <p>Edad media de 57 años.</p> <p>Duración media del tratamiento de HD de 5,2 años.</p>	<p>ECA</p> <p>4 grupos:</p> <p>Grupo de EA: n=11</p> <p>Grupo de EFR: n=10</p> <p>Grupo de EC: n=12</p> <p>Grupo Control: n=13</p> <p>Los resultados fueron evaluados al comienzo y al final de la intervención.</p>	<p>Grupo de EA: llevó a cabo ciclismo mediante bicicleta estática.</p> <p>Grupo de EFR: realizó 7 ejercicios, involucrando los músculos del tren inferior y tren superior del cuerpo. Usaron bandas elásticas y pesas para adaptar la carga.</p> <p>Grupo de EC: combinaron los dos entrenamientos anteriores manteniendo la misma intensidad durante las 12 semanas de intervención.</p> <p>Grupo Control (GC): únicamente efectuó estiramientos y mantuvo el tratamiento habitual de HD.</p> <p>Se llevó a cabo entrenamiento intradiálisis durante 12 semanas de intervención, a una frecuencia de 3 sesiones semanales de 40 minutos de duración.</p>	Valores antropométricos	Talla, peso e IMC	<p>Observamos un aumento significativo en el equivalente metabólico en los grupos de EA y EC a las 12 semanas en comparación con el valor inicial. Al comparar los cambios en MET entre grupos, hubo un aumento significativo en los MET en el grupo de EC en comparación con el GC. El número total de episodios sedentarios (por semana) disminuyó en los grupos de EA, EFR y EC a las 12 semanas en comparación con el valor inicial. El IFS, disminuyó a las 12 semanas en comparación con el valor inicial en los grupos EA y EFR. El ejercicio intradiálisis parece ser clínicamente beneficioso para mejorar la actividad física diaria y la calidad del sueño en pacientes con tratamiento de HD.</p>
			Comorbilidad	Charlson Comorbidity Index	
			Estado nutricional	Escala subjetiva de 7 puntos	
			Depresión y ansiedad	BDI-II y BAI	
			Parámetros dialíticos sanguíneos	Análisis sanguíneo en laboratorio	
			Actividad física	acelerómetro wActiSleep-BT	
			Calidad del sueño	IFS	

<p>Abdelaal, AAM., et al. (2019)</p> <p>n=66 diagnosticados de ERC y que reciben tratamiento de HD.</p> <p>Edad media de 40 años.</p> <p>Duración media del tratamiento de HD de 3,2 años.</p>	<p>ECA</p> <p>3 grupos:</p> <p>Grupo de EA: n=20</p> <p>Grupo de EFR: n=21</p> <p>Grupo Control: n=25</p> <p>Los resultados fueron evaluados al comienzo y al final del tratamiento y tras dos meses de seguimiento.</p>	<p>Grupo de EA: realizó entrenamiento mediante marcha en tapiz rodante.</p> <p>Grupo de EFR: recibió entrenamiento consistente en ejercicios de leg curl y leg push con la máquina Kettler 7752-800.</p> <p>Grupo Control (GC): solo recibió el tratamiento médico rutinario de HD.</p> <p>La intervención tuvo lugar durante 12 semanas, con 3 sesiones semanales, las cuales tenían una duración aproximada de entre 45-60 minutos. En este caso el entrenamiento se llevó a cabo fuera del periodo de HD.</p>	<p>Función física</p>	<p>6-MWT</p>	<p>En la comparación intragrupo, los resultados advierten aumentos significativos en la media de los valores de 6-MWT y BBS para los grupos EA y EFR, en comparación con disminuciones no significativas en los valores medidos de 6-MWT y BBS en el GC. Por otro lado, en la comparación entre grupos, los resultados revelaron que hubo diferencias significativas en el 6-MWT y los valores medios de BBS, pero a favor del grupo EA. En conclusión, tanto el EA como el EFR, tienen efectos favorables en la función física y en el equilibrio para pacientes en HD mantenida. El EA mostró mayores efectos favorables a corto y largo plazo que el EFR.</p>
			<p>Equilibrio</p>	<p>BBS</p>	
			<p>Valores antropométricos</p>	<p>Altura, peso e IMC</p>	
			<p>Parámetros dialíticos asociados a factores cardiometabólicos</p>	<p>FC en reposo, FCmáx, PAS y PAD</p>	

VI, Ventrículo Izquierdo; FC, Frecuencia Cardíaca; FCmáx, Frecuencia Cardíaca Máxima; FCR, Frecuencia Cardíaca de Reserva; PA, Presión Arterial; PAS, Presión Arterial Sistólica; PAD, Presión Arterial Diastólica; IPAQ, International Physical Activity Questionnaire; PIM, Presión Máxima Inspiratoria; VO2máx, Volumen Máximo de Oxígeno; PCR, Proteína C Reactiva; RMN, Resonancia Magnética Nuclear; SPPB, Short Physical Performance Battery; ESWT, Endurance Shuttle Walk Test; IMC, Índice de Masa Corporal; CVF, Capacidad Vital Forzada; VEF1, Volumen Espiratorio Forzado en 1 segundo; PImax, Presión Inspiratoria Máxima; PEmax, Presión Espiratoria Máxima; FEM, Flujo Espiratorio Máximo; 6-MWT, 6-Minute Walk Test; PASE, Physical Activity Scale for Elderly; STS-10, 10s-Sit to Stand Test; STS-30, 30s-Sit to Stand Test; STS-60, 60s-Sit to Stand Test; STS-5, 5-repetition Sit to Stand Test; HG, Handgrip strength; OLHR, One-Leg Heel Raise; HAP, Human Activity Profile; ISWT, Incremental Shuttle Walk Test; BBS, Berg Balance Scale; OLST, One-Leg Standing Test; TUG, Timed Up and Go; HRQoL, Health Related Quality of Life; KDQoL, Kidney Disease Quality of Life; KDQoL-SF, Kidney Disease Quality of Life Short Form; SF-36, Short Form-36; MCS, Mental Component Score; PCS, Physical Component Score; SF-12, Short Form-12; BDI, Beck Depression Inventory; BDI-II Beck Depression Inventory II; CES-D Center for Epidemiologic Studies Depression; BAI, Beck Anxiety Inventory; MMII, Miembros Inferiores.

En consonancia, 11 artículos fueron incluidos para la realización de la revisión sistemática. Del total de los 11 artículos, 5 compararon la efectividad de la aplicación de EA en pacientes que reciben HD frente a un GC que no recibe intervención⁴²⁻⁴⁶. Por otra parte, 3 estudios compararon la eficacia de un programa de ejercicio intradialítico en el que se emplea, de forma combinada, EA junto con EFR frente a un GC que no recibe intervención⁴⁷⁻⁴⁹. También, 3 ensayos comparan la efectividad de un programa de ejercicio intradialítico aeróbico frente a un programa intradialítico enfocado a la fuerza/resistencia y, en uno de ellos, también se comparan ambos programas frente a un GC que no recibe intervención⁵⁰⁻⁵².

De acuerdo con lo anterior, los artículos han sido clasificados en 3 grupos para la realización de la revisión sistemática:

- Efectividad del ejercicio intradialítico aeróbico frente a un grupo control, para la rehabilitación de personas que reciben hemodiálisis.
- Efectividad del ejercicio intradialítico combinado aeróbico y de fuerza/resistencia frente a un grupo control, para la rehabilitación de personas que reciben hemodiálisis.
- Efectividad del ejercicio intradialítico aeróbico en comparación con el ejercicio intradialítico de fuerza/resistencia y/o frente a grupos control o grupos que realizan un programa combinado, para la rehabilitación de personas que reciben hemodiálisis.

3.4. Efectividad del ejercicio intradialítico aeróbico frente a un grupo control, para la rehabilitación de personas que reciben hemodiálisis.

- Lin et al.⁴² desarrollaron un estudio sobre pacientes con ERET que recibían tratamiento de HD (n=64). Los participantes fueron asignados de forma aleatoria en dos grupos con 32 participantes cada uno, constituyendo un GE y un GC. En el GE, se aplicaron sesiones mientras se recibía el tratamiento de HD con una frecuencia de 3 días alternos a la semana, durante 12 semanas, constituyendo un total de 36 sesiones realizadas en el centro de HD. La intensidad de trabajo se fijó entre 12 y 14 en la escala de esfuerzo percibido de Borg, suponiendo una intensidad moderada. La duración de cada sesión de ejercicio consistió en 5 minutos de calentamiento, 20 minutos de EA y 5 minutos de fase de enfriamiento, teniendo una duración total de media hora. Para la realización del EA intradialítico se empleó un cicloergómetro para MMII, realizando ciclismo en decúbito supino, comenzando cada sesión transcurridos 30 minutos desde el inicio de la HD confirmándose la estabilidad hemodinámica de los pacientes. En el GC la intervención únicamente consistió en proseguir con el tratamiento regular de HD. Las

variables evaluadas fueron: parámetros dialíticos (glóbulos rojos, hemoglobina, hematocrito, volumen corpuscular medio, albúmina, urea en sangre, nitrógeno, creatinina, electrolitos séricos, potasio, calcio y fosfato); factores cardiometabólicos (FC en reposo, PA, glucemia, lípidos séricos y ácido úrico); calidad de vida (SF-36) y el estado depresivo (BDI). Los resultados mostraron que en los parámetros dialíticos no se aprecian diferencias significativas entre ambos grupos ($p=0.02$), lo mismo sucedió para los factores cardiometabólicos ($p=0.004$). No obstante, sí que se produjeron mejoras significativas en la calidad de vida relacionada con la salud en el GE respecto al GC ($p<0.001$) en aspectos como la salud general ($p=0.004$), salud mental ($p=0.001$), salud física ($p=0.02$), rol emocional ($p=0.04$) y rol físico ($p<0.001$). Finalmente, en cuanto a la depresión, se observa una disminución significativa en el GE respecto al control ($p<0.001$). Dichos resultados apoyan que un régimen de EA intradiálisis de 12 semanas es factible y seguro para los pacientes que reciben HD. La incorporación de este tipo de ejercicio tiene efectos beneficiosos sobre la calidad de vida relacionada con la salud y la disminución de la depresión en esta población concreta.

- Oliveira E Silva et al.⁴³ llevaron a cabo un estudio con pacientes diagnosticados de ERC y que recibían de forma periódica tratamiento de HD. Los participantes ($n=30$) fueron aleatorizados en un GC ($n=15$), que no recibió ninguna intervención más allá del tratamiento normal de HD, y en un GI ($n=15$) que recibía un tratamiento adicional mediante EA intradialítico, 3 veces a la semana durante 4 meses. El programa de ejercicios se efectuó durante las 2 primeras horas de la sesión de HD, realizando el ejercicio con un cicloergómetro adaptado a la silla HD. El EA duró 30 minutos sin interrupción, entre el 65% y el 75% de la FC_{máx}, controlada por un pulsómetro “Polar FS2c” y con una puntuación en la escala de Borg de alrededor de 13 (intensidad moderada). La carga impuesta en el cicloergómetro se aumentó progresivamente de acuerdo con el desempeño de cada paciente. Las variables estudiadas fueron la aptitud física (IPAQ); valores respiratorios (VO₂máx, medido en tapiz rodante); valores cardiacos asociados a parámetros dialíticos (FC_{máx} medido en tapiz rodante, tabique interventricular, pared posterior, volumen de la aurícula izquierda en diástole, diámetros del VI en sístole y diástole, vasodilatación y masa del VI) y valores metabólicos asociados a parámetros dialíticos (potasio sérico, creatinina, glucemia, TGP, bicarbonato, urea, calcio, fósforo, hemoglobina, ferritina, hierro sérico, porcentaje de transferrina, albúmina, hormona paratiroidea, colesterol, triglicéridos,

PCR, aldosterona y Kt/V). El análisis de los resultados refiere que no hubo diferencia estadísticamente significativa con respecto a las alteraciones del VO₂max entre grupos o momentos ($p=0,638$). No hubo diferencias estadísticamente significativas en el tiempo total para las variables evaluadas mediante la prueba en cinta rodante, la distancia recorrida, o en el máximo equivalente metabólico de la tarea (MET) ($p=0,610$, $p=0,507$ y $p=0,623$, respectivamente). La aldosterona resultó en una reducción estadísticamente significativa en el GI después de la intervención ($p=0.016$). El potasio presentó una diferencia estadísticamente significativa entre momentos, con un incremento en ambos grupos ($p=0.02$). El GI presentó una diferencia estadística con respecto a los valores basales, con reducción del tamaño del tabique interventricular y la pared posterior en diástole ($p=0,007$ y $p=0,002$, respectivamente), finalmente la vasodilatación aumentó en el GE ($p=0,002$). Por tanto, el protocolo de EA intradiálisis fue capaz de mejorar la función endotelial a través de vasodilatación, reducir la hipertrofia del VI y la aldosterona sérica y, posiblemente, prevenir la progresión de un estado inflamatorio, teniendo dicho protocolo un impacto positivo sobre la reducción de factores de riesgo cardiovascular en pacientes que reciben HD.

- Graham-Brown et al.⁴⁴ desempeñaron un estudio con 101 pacientes diagnosticados de ERET y que reciben tratamiento de HD, los cuales fueron agrupados de forma aleatoria a un GE (n=51) y a un GC (n=50) para la realización del ensayo. Todos los sujetos del GE realizaron un programa de EA intradiálisis a lo largo de 6 meses. Los participantes en el grupo de ejercicio emprendieron ciclismo adaptado con cicloergómetros calibrados, con una frecuencia de 3 veces por semana durante la diálisis. El objetivo del entrenamiento era alcanzar 30 minutos de ciclismo de forma continuada a una calificación de esfuerzo percibido en la escala de Borg de 12 a 14 (intensidad moderada), ajustando la resistencia según sea necesario para progresar en el entrenamiento. Todas las sesiones fueron supervisadas por un miembro del equipo de investigación, siendo encargado de garantizar que se mantuviera la intensidad del ejercicio durante todo el programa. El GC recibió por su parte, los cuidados habituales del tratamiento de HD. Las variables de estudio evaluadas fueron valores cardiometabólicos asociados a parámetros dialíticos (Masa y volumen del VI, velocidad de onda del pulso aórtico y mapeo T1 nativo, medido con RMN; PA y muestras sanguíneas); la aptitud física (SPPB, ESWT) y parámetros antropométricos como el peso. En cuanto a los resultados, describen que hubo gran evidencia de que el programa

de 6 meses de IDC resultó en una reducción en la masa del VI entre los grupos ($p < 0.0001$). Este efecto se mantuvo en análisis de sensibilidad ($p < 0.001$). El coeficiente intragrupo para el resultado primario fue $p < 0.01$. Hubo una reducción en el cociente entre la masa del VI y el volumen diastólico final del VI entre los grupos, favoreciendo la intervención de ejercicio ($p = 0.005$). También hubo alguna evidencia que sugiere un aumento en la fracción de eyección del VI en el grupo de ejercicio en comparación con el valor inicial ($p = 0.03$). Ahí hubo evidencia clara de que el ejercicio condujo a reducciones en la velocidad de la onda del pulso aórtico y tiempos T1 nativos en comparación con el grupo de HD con atención habitual ($p < 0.001$ para todos). Hubo pruebas limitadas de una reducción en presión arterial sistólica ($p = 0.2$) interdialítica en pacientes en el grupo de ejercicio durante el período de estudio, sin cambios en el peso en cualquiera de los grupos. Finalmente, en las variables referidas a la aptitud física, actividad y calidad de vida, no se encontraron diferencias entre los grupos. Los datos recabados concluyen que los pacientes de HD que participaron en un programa de ejercicio basado en ciclismo de 6 meses, condujeron a una reducción significativa en la masa del VI en comparación con la atención habitual. Además, el programa también fue asociado con mejoras significativas en medidas de función y estructura cardiovascular.

- Fernandes et al.⁴⁵ efectuaron una intervención en la que fueron seleccionados 39 pacientes con diagnóstico de ERC y que reciben tratamiento de HD. Después, los participantes se dividieron aleatoriamente en dos grupos, uno experimental y otro control. En el GE ($n = 20$) se llevó a cabo una intervención consistente en EA a lo largo de 24 entrenamientos, 3 veces por semana, durante 8 semanas consecutivas en período intradialítico. El entrenamiento comenzó una hora después de la HD y el paciente fue monitoreado con un frecuencímetro. Una rutina de calentamiento de 10 minutos fue realizada con ejercicios activos de miembros superiores e inferiores en posición sentada, seguida de un trabajo con cicloergómetro de 30 minutos de duración, siendo colocado el cicloergómetro adaptado a MMII frente a la silla del paciente, y otros 10 minutos de vuelta a la calma con disminución gradual de la rotación en el cicloergómetro hasta que la FC y la presión arterial regresaron a parámetros cercanos a los iniciales. En cambio, el GC ($n = 19$) desempeñó el tratamiento habitual de HD sin la puesta en práctica de ejercicio intradialítico. En este caso, las variables evaluadas fueron valores cardiometabólicos relacionados con parámetros dialíticos (niveles de hematocrito, hemoglobina, creatinina, urea, albúmina sérica, medida de la adecuación de la HD y

tiempo de tratamiento de HD); parámetros antropométricos (altura, peso e IMC); valores respiratorios (CVF, VEF1, PImax, PEmax, FEM medido con espirometría) y funcionalidad física (6-MWT). Tras analizar los resultados intragrupo, muestran mejoras significativas para el GE en CVF ($p=0,003$), VEF1 ($p=0,008$), FEM ($p=0,006$), PImax ($p=0,001$), PEmax ($p=0,001$), frecuencia respiratoria ($p=0,05$) y distancia recorrida en metros ($p=0,001$). En relación, se produjeron mejoras intragrupo tanto en el GE como en el control en el pico de flujo ($p=0,001$ y $p=0,008$, respectivamente). También se produjeron mejoras intragrupo significativas solo en el GC para la frecuencia cardíaca ($p=0,001$) y en la escala de esfuerzo percibido de Borg ($p=0,016$). El análisis entre grupos determina mejoras significativas a favor del GE en CVF ($p=0,005$), VEF1 ($p=0,002$), FEM ($p=0,001$), PImax ($p=0,001$), PEmax ($p=0,001$), pico de flujo ($p=0,002$), frecuencia cardíaca ($p=0,031$), escala de esfuerzo percibido de Borg ($p=0,016$) y distancia recorrida en metros ($p=0,001$). Así pues, el programa de entrenamiento sistemático con un cicloergómetro durante la HD resultó en beneficios en la función del sistema respiratorio y capacidad funcional en pacientes con enfermedad del riñón.

- Kim et al.⁴⁶ desempeñaron un estudio con pacientes diagnosticados de ERC y con tratamiento de HD ($n=42$), asignados al azar a un GE ($n=21$), que recibió EA intradialítico y una sola sesión educativa, o al GC ($n=21$), que solo completó la sesión educativa y el tratamiento habitual de HD. El programa de EA intradialítico consistió en una sesión educativa de 50 minutos para poner en conocimiento los ejercicios para pacientes que reciben HD y, posteriormente, el programa de EA de 12 semanas implementó trabajo con cicloergómetro de 40 a 70 minutos de duración, 3 veces por semana. Cada sesión de ejercicio comprendía una fase de calentamiento con estiramientos (5 minutos), la fase de ejercicio principal (30-60 minutos) y una fase de enfriamiento (5 minutos). En la fase principal, la intensidad del ejercicio se determinó individualmente en función de la tasa de esfuerzo percibido de la escala de Borg, con un aumento gradual desde una intensidad muy ligera/ligera (puntuación de 7 a 9 durante 5 minutos) hasta una intensidad moderada/intensa (puntuación de 12 a 15 durante 20–50 minutos), para luego volver a disminuir a intensidad muy ligera/ligera (puntuación de 7–9 durante 5 minutos). Se permitieron descansos intermitentes durante el ejercicio para evitar el agotamiento y la elevación de la presión arterial. Las variables medidas fueron la fragilidad (Fenotipo de Fried); aptitud física (SPPB); parámetros dialíticos de

adecuación (Kt/V de urea en el momento de la inspiración); parámetros antropométricos de composición corporal (masa muscular esquelética, grasa corporal y masa muscular de la pierna) y calidad de vida (SF-36). Los resultados obtenidos muestran que después de 12 semanas, el grupo de ejercicio tenía menos fragilidad como se refleja en la puntuación de fragilidad de Fried ($p<0.001$) y sus subescalas referidas a la velocidad de la marcha ($p<0.001$), actividad física ($p<0.001$), agotamiento ($p=0.002$), y en la puntuación SPPB ($p=0.002$). Los parámetros de composición corporal no mostraron mejoras significativas. En adición, el grupo de ejercicio tuvo una interacción significativa en la puntuación general del Mental Component Score (MCS) del cuestionario SF-36 referido a calidad de vida ($p=0.03$). Por último, los hallazgos implican que un programa de EA intradialítico con cicloergómetro podría reducir la fragilidad y mejorar la adecuación de la diálisis y la calidad de vida.

3.5. Efectividad del ejercicio intradialítico combinado aeróbico y de fuerza/resistencia frente a un grupo control, para la rehabilitación de personas que reciben hemodiálisis.

- Huang et al.⁴⁷ realizaron una intervención en la que los participantes ($n=44$), diagnosticados de ERET y que reciben tratamiento de HD, fueron aleatorizados a un GE ($n=22$) y a un GC ($n=22$). La intervención aplicada en el GE consistió en la realización de EA intradialítico con cicloergómetro durante 24 semanas completando 3 sesiones semanales, mientras que en el GC los participantes recibían atención normal de HD y fueron aconsejados para hacer ejercicios simples como estirar piernas y brazos unos 15 minutos durante las 2 primeras horas de HD. El ejercicio de ciclismo intradialítico se realizó en las primeras 2 horas de tratamiento de HD. Cada sesión estaba compuesta por 5 minutos de calentamiento, 30 minutos de ciclismo a una intensidad moderada según la escala de esfuerzo percibido de Borg (12-14 puntos) y 5 minutos de enfriamiento. El cicloergómetro constaba con dos modalidades de ejercicio, aeróbico y ejercicio de resistencia. Cada etapa de la intervención constó de 4 semanas en las que iba variando el tiempo de realización de cada tipo de ejercicio. En la primera etapa, se pidió a los pacientes que realizaran EA durante 20 minutos y ejercicio de EFR de 10 minutos, siendo el EA de 15 minutos para la segunda etapa, 10 minutos para la tercera y cuarta etapa, 15 minutos para la quinta y 20 minutos para la sexta y última etapa, completando el resto del tiempo total de la sesión con ejercicio de resistencia. La resistencia se fue incrementando gradualmente y de forma individualizada para

mantener el mismo valor de intensidad durante toda la intervención. De acuerdo con lo anterior, las variables que se evaluaron en esta intervención fueron: la eficacia de la HD mediante parámetros dialíticos (Sp Kt/V, se trata de una representación matemática de la dimensión de aclaro de urea, PAS y PAD, monitoreadas por On-Line Clearance Monitor-equipped Fresenius 4008-S machine); funcionalidad y aptitud física (6-MWT, STS-30 y STS-5) y calidad de vida (KDQoL-36, SF-12 incluyendo PCS y MCS). Los resultados denotan que los participantes del GE obtuvieron mejoras significativas en parámetros dialíticos asociados al Sp Kt/V ($p<0.001$) y en la PAD ($p=0.034$), también aclaran que todos los valores de funcionalidad y de aptitud física mejoran significativamente en el GE a lo largo del tiempo, viéndose reflejadas en el 6-MWT ($p=0.002$) y STS-30 ($p=0.001$), hubo mejora en el STS-5 ($p=0.176$) aunque no de forma significativa. Por último, no se encontraron cambios significativos entre grupos en las subescalas de KDQoL, únicamente se produjeron resultados significativamente positivos en la carga de enfermedad renal en el GC ($p<0,05$). Este ECA muestra que en 24 semanas el EC intradiálisis de intensidad moderada puede mejorar la eficiencia de HD en pacientes con ESRD, puede rebajar de manera efectiva la PA de los participantes y mejorar la condición física, pero no tienen efecto en KDQoL.

- Myers et al.⁴⁸ efectuaron un estudio aplicado sobre personas con diagnóstico de ERC y, a la vez, sometidos a tratamiento de HD, con un total de 28 participantes. Después, fueron divididos de forma aleatoria en un GE (n=13) donde se sometieron a un programa de ejercicio individualizado en el hogar durante 12 semanas. Siguiendo 1–3 sesiones supervisadas para pacientes ambulatorios en el hospital, los programas de ejercicio se realizaron en casa. Los participantes recibieron mancuernas y Thera-bands de distinta resistencia atendiendo a sus capacidades y cicloergómetros portátiles para uso doméstico. Los sujetos fueron instruidos para adherirse estrictamente a sus prescripciones de ejercicio y animarse a realizar una combinación de actividades aeróbicas continuas y ejercicios de resistencia durante un mínimo de 45 minutos al día. La intensidad del ejercicio fue dirigida para lograr el 70%-80% de la frecuencia cardiaca y 12-14 en la escala de esfuerzo percibido de Borg. Los participantes recibieron una llamada telefónica de seguimiento semanal por un coordinador del estudio para garantizar la estabilidad, el cumplimiento y modificar la prescripción de ejercicio según corresponda. Mientras, los participantes aleatorizados en el GC (n=15) recibieron atención clínica estándar. Las variables estudiadas fueron la composición corporal

(masa magra, % graso, masa muscular y % graso intramuscular, medido con DEXA, TAC y RMN); calidad de vida (SF-36 y KDQoL); funcionalidad (6-MWT); aptitud física (STS-60); función cardiaca (FCR y recuperación de FC normal) y función respiratoria (CVF y VEF1). Los resultados indican que los índices de composición corporal no fueron diferentes entre grupos. No obstante, tanto VEF1 como CVF, tendieron a mejorar en el grupo de ejercicio tras el período de entrenamiento ($p=0.53$ y 0.07 entre grupos, respectivamente). En cuanto al tiempo de realización de ejercicio, ventilación por minuto, VCO_2 y los MET estimados, se obtuvieron resultados significativamente más altos en el grupo de ejercicio versus sujetos de atención habitual en el umbral ventilatorio. En el ejercicio máximo, el VO_2 mejoró en el grupo de ejercicio ($p=0.01$ entre grupos), consiguiendo mejoras similares para los MET estimados. En el aspecto cardiaco la FCR fue mayor ($p<0,05$ entre grupos), además la recuperación de la FC a los 5 min fue mayor en el grupo de ejercicio después del periodo de entrenamiento ($p<0.001$ dentro del grupo). Finalmente, en lo referente a la calidad de vida, solo se obtuvieron mejoras significativas respecto a la salud general en el grupo de ejercicio ($p=0.02$). En tanto, El programa de ejercicios dio como resultado modestas mejoras en la función física, capacidad de ejercicio, respuestas cronotrópicas, función pulmonar y calidad de vida autoevaluada.

- Ortega-Pérez de Villar et al.⁴⁹ realizaron un estudio en el que 46 personas, con ERC y que recibían periódicamente tratamiento de HD, fueron racionados de forma aleatoria a un GE ($n=24$) y a un GC ($n=22$). El GE recibió ejercicio intradialítico mientras que el control recibió ejercicio en casa. Ambas intervenciones duraron 16 semanas, con 3 sesiones semanales. Cada sesión consistía en 5 minutos de calentamiento, EFR junto con EA (10-30 minutos) y 5 minutos de enfriamiento. La progresión se logró aumentando series, de 1 a 3, con 10 repeticiones por serie. La carga fue adaptándose cada 2 semanas después de la prueba de 10RM. Se usaron pesas en los tobillos de diferentes pesos (1 a 4,5 kg) y bandas elásticas de mayor resistencia. En el grupo de ejercicio intradialítico se empleó el cicloergómetro Mottomed Letto para trabajar la parte aeróbica (10 a 30 minutos), mientras que el grupo de ejercicios en casa fue instruido para caminar a velocidad normal entre 15-30 minutos. La intensidad se ajustó mediante la escala de esfuerzo percibido de Borg entre los niveles 12 y 15. Las variables de estudio fueron la aptitud física (HAP, OLHR, STS-10, STS-60, HG y PASE); la funcionalidad (6-MWT, OLST, TUG y SPPB para evaluar equilibrio principalmente);

depresión (CES-D) y calidad de vida (HRQoL). Los resultados mostraron un efecto significativo en el tiempo, sin embargo, no se encontró una interacción entre grupos significativa, además ambos grupos habían aumentado sus niveles de actividad física al final de la intervención ($p=0.012$). La medida PASE de actividad física mostró resultados similares. Ambas intervenciones fueron igualmente efectivas para aumentar los niveles de actividad física entre los participantes después de 16 semanas de ejercicio, sin diferencias entre grupos. Por otra parte, los resultados evidenciaron interacción significativa grupo-tiempo para el OLST ($p=0.049$). El análisis intragrupo mostró mejoras significativas en el grupo de ejercicio intradialítico para el OLST ($p=0.013$). La interacción grupo-tiempo no fue significativa para STS-10, SPPB, TUG, HG o 6MWT. Sin embargo, se observa un efecto significativo en el tiempo, lo que indica que el rendimiento mejoró en ambos grupos de intervención. Los valores obtenidos en CES-D y HRQoL no fueron significativos en la interacción grupo-tiempo para ningún cuestionario. Los valores de depresión mejoraron en ambos grupos y los de calidad de vida se mantuvieron igual. Se puede concluir que no existió diferencia entre un programa de ejercicio intradialítico combinado y un programa basado en ejercicios para realizar en el hogar en lo referente al funcionamiento físico y niveles de actividad, exceptuando el OLST. Ambas intervenciones consiguen cambios positivos en las variables evaluadas.

3.6. Efectividad del ejercicio intradialítico aeróbico en comparación con el ejercicio intradialítico de fuerza/resistencia y/o frente a grupos control o grupos que realizan un programa combinado, para la rehabilitación de personas que reciben hemodiálisis.

- Figueiredo et al.⁵⁰ desarrollaron una intervención sobre pacientes con ERET y que recibían tratamiento continuado de HD. Seguidamente, fueron seleccionados 37 participantes, los cuales fueron asignados de forma aleatoria en tres grupos. Un grupo realizó EMI ($n=11$), otro EA ($n=13$) y el último grupo un EC ($n=13$), llevándose a cabo el entrenamiento durante el tratamiento de HD en todos los grupos. Dicho entrenamiento constó de 3 sesiones semanales expandidas durante 8 semanas, completando un total de 24 sesiones. El grupo de EMI usó Threshold IMT o Power-Breath a resistencia ligera o mediana, de acuerdo con la PMI previamente evaluada. Los participantes realizaron tres series de 15 inspiraciones profundas en la boquilla del equipo y descansaron durante 60 segundos con la carga lineal ajustada al 50% de la PMI. PMI fue reevaluado cada seis

sesiones para ajuste de carga. El grupo de EA utilizó un cicloergómetro, consistiendo cada sesión en un calentamiento de 5 minutos, 30 minutos de ciclismo y un período de enfriamiento de 5 minutos. Durante el ejercicio, se preguntó a los pacientes cada 5 minutos sobre la puntuación de fatiga y se ajustó la carga del cicloergómetro se ajustó para lograr una puntuación de fatiga entre 3 y 5 puntos en la Escala de Borg modificada. En las sesiones de EC, primero se realizó el trabajo inspiratorio y posteriormente el EA. También se usaron dispositivos IMT, aunque sin resistencia a la inspiración. Las variables estudiadas fueron valores respiratorios (PMI); funcionalidad (ISWT); aptitud física (STS-30); biomarcadores inflamatorios (Interleukina 6, adiponectina y Receptor 1 y 2 del factor de necrosis tumoral soluble en plasma); calidad de vida (HRQoL y KDQoL-SF) y parámetros antropométricos (IMC, % de grasa corporal y perímetro de cintura). Los resultados demuestran que, un aumento de la fuerza se produjo en los músculos inspiratorios, en la capacidad funcional y fuerza de las extremidades inferiores tras las 16 semanas. La PMI aumentó 34,5 cmH₂O después del entrenamiento inspiratorio, obteniendo un aumento similar ($p=0.06$) en el grupo de EA (18.5 cmH₂O) y en el grupo combinado (26.9 cmH₂O). Los aumentos de la capacidad funcional tras EMI, aeróbico y combinado fue de 96,7 m, 86,6 m y 147,7 m, respectivamente ($p=0.251$), así como la fuerza de MMII que aumentó en 2,2 repeticiones, 3,1 repeticiones y 2,4 repeticiones respectivamente ($p=0.671$). Respecto a los parámetros antropométricos no se encontraron diferencias significativas. En consonancia se produjo un aumento de los niveles de resistina y reducción de los niveles de sTNFR2 en todos los grupos ($p<0.001$). Finalmente, los niveles de adiponectina ($p<0.001$) y el dominio referido a la fatiga en el HRQoL ($p<0.05$) mejoraron solo en el EC. Así pues, podemos decir que los 3 grupos mejoraron parámetros funcionales y biomarcadores inflamatorios modulados. Además, el EMI provocó una respuesta similar al EA de baja intensidad en pacientes en HD.

- Cho et al.⁵¹ desarrollaron una intervención sobre pacientes con enfermedad renal y tratamiento mantenido de HD. A continuación, del total de 46 participantes, 11 realizaron EA intradialítico, 10 EFR intradialítico, 12 llevaron a cabo un EC de EA y EFR y, el grupo restante fue el GC (n=13). El programa de ejercicios consistió en un calentamiento de 5 minutos, EA por un máximo de 30 minutos o EFR programado, y un período de enfriamiento de 5 minutos dentro de las primeras 2 horas de cada sesión de HD durante 12 semanas (con 3 sesiones a la semana). El grupo de EA realizó ciclismo estático a una intensidad de 11–13 en la tasa de esfuerzo percibido en la escala de Borg,

ajustándose la carga del entreno según el rendimiento de los pacientes. El programa fuerza/resistencia consistió en 7 ejercicios, involucrando los músculos del tren inferior y tren superior del cuerpo. Todos los ejercicios se realizaron en decúbito supino o sentado, utilizando bandas elásticas y pesas de ligera resistencia. Cuando los participantes podían completar entre 10-15 repeticiones, se ajustaba la intensidad del ejercicio usando bandas con mayor resistencia e incrementando la carga de las pesas. El grupo de EC realizó tanto EA como EFR, pero la intensidad permaneció constante durante las 12 semanas de la intervención. Finalmente, el GC no efectuó ejercicio intradialítico, únicamente estiramientos y tratamiento habitual de HD. Las variables analizadas fueron valores antropométricos (talla, peso e IMC); comorbilidad (Charlson Comorbidity Index); estado nutricional (escala subjetiva de 7 puntos); depresión y ansiedad (BDI-II y BAI); parámetros dialíticos sanguíneos (análisis sanguíneo en laboratorio); actividad física (acelerómetro wActiSleep-BT); y calidad de sueño (IFS). Los resultados indican que, en el análisis entre grupos, los MET aumentaron significativamente en el grupo de EC ($p=0.02$) en comparación con el GC. En comparación con el grupo de control, el programa de 12 semanas, en los distintos grupos de intervención, no mostró efectos significativos sobre los valores de actividad física diaria y calidad de sueño, excepto para los MET. Por otra parte, en el análisis intragrupo, se observó un aumento significativo del MET en los grupos de EA ($p=0.04$) y EC ($p=0.01$), también el nivel de actividad física aumentó significativamente en el grupo de EC ($p=0.04$). El número total de episodios sedentarios disminuyó significativamente en los grupos de EA ($p=0.01$), fuerza/resistencia ($p=0.03$) y combinado ($p=0.04$). El análisis de datos de sueño mostró que el índice de movimiento (MI) promedio (%) disminuyó significativamente en los grupos de EA ($p=0.006$), fuerza/resistencia ($p=0.001$) y combinado ($p=0.02$). El IFS promedio (%), indicando pobre calidad de sueño, disminuyó significativamente a las 12 semanas en comparación con el inicio en los grupos de EA ($p=0.03$) y fuerza/resistencia ($p=0.01$). No se obtuvieron cambios significativos en las frecuencias de los trastornos depresivos y de ansiedad en ningún grupo. El estudio determina que el ejercicio intradialítico puede desempeñar un papel importante en la mejora de la actividad física diaria y calidad de sueño en pacientes que reciben HD mantenida.

- Abdelaal et al.⁵² llevaron a cabo un estudio sobre pacientes con ERC y con tratamiento prolongado de HD. Los participantes ($n=66$), fueron divididos aleatoriamente a un

grupo de EA (n=20), grupo de EFR (n=21) y GC (n=25). El grupo de EA ejecutó un programa con 3 sesiones semanales durante 12 semanas, en el que cada sesión comenzaba y terminaba con 5-10 minutos de calentamiento/enfriamiento caminando en la cinta de correr a una intensidad del 50% FC máxima. La intensidad del entrenamiento del ejercicio fue estrechamente monitoreada por el pulsioxímetro usado por el paciente y manteniendo una puntuación entre 11-13 en la escala de esfuerzo percibido de Borg. El grueso del entrenamiento consistió en realizar caminata en tapiz rodante durante 30-45 minutos. Para el grupo de EFR, se elaboró un programa de 12 semanas con 3 sesiones semanales, consistente en ejercicios de leg curl y leg push con la máquina multigimnasio Kettler 7752-800. Cada sesión fue precedida y finalizada con una fase de calentamiento/enfriamiento al igual que en el grupo anterior. Los entrenamientos se iniciaron con 2 series de 8 repeticiones al 70% de una repetición máxima (1RM) y se progresó para llegar a 3 series de 10 repeticiones al 70% de 1RM. La resistencia del entrenamiento se ajustó de acuerdo con el 1RM recién alcanzado. El proceso de 1RM se realizó reevaluando y ajustando la resistencia cada 2 semanas. A los participantes de este grupo se les indicó que mantuvieran su tasa de esfuerzo percibido entre 15 y 17 en la escala Borg a lo largo del estudio. Por el contrario, el GC no participó en ningún entrenamiento y exclusivamente recibió su tratamiento médico rutinario. Las variables de estudio fueron la función física y el equilibrio (6-MWT y BBS); valores antropométricos (altura, peso e IMC) y parámetros dialíticos asociados a factores cardiometabólicos (FC en reposo, FCmáx, PAS y PAD). En la comparación intragrupo, los resultados advierten aumentos significativos en la media de los valores de 6-MWT y BBS para los grupos de EA y EFR ($p < 0.01$), en comparación con disminuciones no significativas en los valores medidos de 6-MWT ($p = 0.17$) y BBS ($p = 0.76$) en el GC. Por otro lado, en la comparación entre grupos, los resultados revelaron que hubo diferencias significativas en el 6-MWT y los valores medios de BBS, pero a favor del grupo de EA ($p < 0.01$). En conclusión, tanto el EA como el EFR, tienen efectos favorables extendidos en la función física y en el equilibrio para pacientes en HD mantenida. El EA mostró mayores efectos favorables a corto y largo plazo que el EFR.

4. DISCUSIÓN

El objetivo de esta revisión sistemática ha sido evaluar el potencial y efectividad de la aplicación de un programa de ejercicio como terapia en pacientes con ER que reciben tratamiento de HD, de forma que, dicha intervención ayuda a producir mejorías en diferentes variables y parámetros como la funcionalidad, aptitud física, valores dialíticos asociados a factores cardiometabólicos, valores respiratorios, antropométricos, de calidad de vida, calidad del sueño o de salud mental.

Por tanto, 11 artículos fueron seleccionados tras ser analizados con anterioridad para la realización de la revisión sistemática y, en todos, el ejercicio físico en sus diferentes modalidades y características, se utilizó como opción y método de tratamiento para pacientes que reciben HD mantenida y diagnosticados de ER, bien fuera ERC o ERET.

Acerca de la aplicación EA intradialítico en pacientes con tratamiento de HD y que cursan ER, hallamos el estudio de Lin et al.⁴², demostrando que el ejercicio intradialítico de 12 semanas de intervención es eficaz para mejorar la calidad de vida y disminuir el estado de depresión entre pacientes en HD, pero no presenta diferencias en los parámetros dialíticos, lo que indica que el programa de ejercicio es seguro. Salhab et al.⁵³ abogan por la necesidad de más investigaciones para evaluar la seguridad del ejercicio intradialítico para pacientes en HD entre diversas culturas o regiones, ya que la mayoría de los estudios se han realizado con poblaciones occidentales. Además, un estudio previo⁵⁴ evaluó los eventos adversos o accidentes durante el entrenamiento físico para determinar la seguridad, en lugar de los parámetros dialíticos como la química sérica, electrolitos y TFG. Un estudio reciente⁵⁵ también reveló cómo el ejercicio produce beneficios en pacientes con ERC que no se someten a HD mediante el aumento de la TFG. Además, cuanto mayor sea la intensidad del ejercicio, menor será la distribución proporcional del gasto cardíaco. En línea con los beneficios que provoca el ejercicio, en otras poblaciones como aquellas con enfermedades cardiometabólicas se consiguen amplias mejoras en salud^{56,57}, observándose adicionalmente mejoras en la aptitud cardiorrespiratoria⁵⁸. Siguiendo con los pacientes en HD, experimentan una gran carga de síntomas y son más inactivos, conduciendo a una capacidad funcional deficiente y a una disminución de la calidad de vida, de modo que, en línea con los resultados obtenidos en el estudio de Lin et al.⁴², otros artículos apoyan los datos recabados en lo referente a calidad de vida y estado depresivo^{59,60}. Por tanto, dado que el ejercicio intradiálisis produce un mejor cumplimiento y adherencia al tratamiento en comparación con los protocolos estándar implementados fuera de los centros de

HD, se recomienda que el ejercicio intradialítico combinado con HD debe integrarse en entornos clínicos para este tipo de pacientes.

En la misma tónica, la puesta a prueba del EA en pacientes que reciben HD se ha llevado a cabo en el artículo de Oliveira E Silva et al.⁴³. No obstante, en ocasiones, se dedican gran cantidad de esfuerzos en tratamiento experimentales que pueden no resultar adecuados, suponiendo un coste muy elevado para obtener un beneficio nulo o bajo. Sin embargo, teniendo en cuenta el relativo bajo coste y la buena aplicabilidad del ejercicio físico en la práctica habitual de sesiones de HD, lo convierte en una terapia atractiva para pacientes con ERC, incluso realizando sesiones cortas de 15 minutos, generando un impacto positivo en la HD y en la función metabólica⁶¹. En cuanto a resultados cardiovasculares, varios estudios^{62,63} han demostrado una regresión de la Hipertrofia Ventricular Izquierda (HVI) en pacientes sin ERC. En pacientes en HD, Momeni et al.⁶⁴ observó un aumento en la fracción de eyección del VI, mejora de la función diastólica y una reducción del tamaño del ventrículo derecho, sin alteraciones de la HVI. Oliveira E Silva et al.⁴³ mostraron que, junto con la reducción de la HVI, hubo una disminución de los niveles de aldosterona en individuos entrenados. El bloqueo de aldosterona puede disminuir la masa del VI en pacientes en HD⁶⁵. En una revisión sistemática, Goessler et al.⁶⁶ evaluaron el efecto del ejercicio físico durante al menos 4 semanas sobre variables del sistema renina-angiotensina-aldosterona sin encontrar efecto en la aldosterona tras el protocolo de entrenamiento. También, el EA puede disminuir la aldosterona en la insuficiencia cardíaca en individuos obesos^{65,67}. En definitiva, en el estudio discutido⁴³, la PCR fue alta en ambos grupos al inicio del estudio, con inflamación crónica constante en los pacientes en HD. Después del protocolo de ejercicio, los niveles de PCR fueron mayores en el GC que en el GI. Este hecho puede estar relacionado con un posible efecto protector de ejercicio y con una reducida progresión del estado inflamatorio en pacientes sometidos a ejercicio físico. Moraes et al.⁶⁸ también mostró un cambio en el estado inflamatorio de los pacientes en HD, con una reducción de la PCR después de 6 meses tras la realización de ejercicios de resistencia durante la HD. De acuerdo con esto, Groussard et al.⁶⁹ demostró una mejora en el estado inflamatorio de los pacientes con ERC sometidos a entrenamiento de ciclismo intradiálisis, con concomitante mejora de la forma física, del perfil lipídico y reduciendo la concentración de triglicéridos. Por el contrario, este resultado no se observó con el EA en pacientes con ERC en estadio 3^{70,71}.

Siguiendo con el EA de bajo impacto, concretamente con el ciclismo intradialítico, es empleado también como base de trabajo en el estudio de Graham-Brown et al.⁴⁴. En este caso,

el cumplimiento del programa de ciclismo intradialítico fue bueno y similar a estudios previos^{72,73} y sin encontrar efectos adversos. Los participantes progresaron en su entrenamiento según lo planeado, manteniendo un esfuerzo percibido en la escala Borg comprendido entre 12 y 14 durante todo el estudio, a pesar del gasto de energía relativamente bajo durante las sesiones. Esto está en consonancia con otros estudios de ejercicio en este cohorte⁷⁴, destacando la importancia de un enfoque pragmático a la vez que se lleva a cabo un abordaje y prescripción individualizada y progresiva del ejercicio intradiálisis. Teniendo en cuenta la fuerte relación de la HVI con enfermedades cardiovasculares y mortalidad, estudios^{75,76} en pacientes de HD mostraron que la HVI tiene un impacto significativo en los resultados clínicos. Además, se encontró que cambios en la masa del VI se asociaron con un mayor riesgo de muerte y eventos cardiovasculares adversos. Otros artículos^{77,78} demostraron que una reducción en la masa del VI mediante ejercicio físico se relacionó con una disminución en la mortalidad cardiovascular. Se determinaron valores de corte óptimos para la supervivencia general y cardiovascular, de modo que un programa de ciclismo intradialítico durante 6 meses resultó en una disminución de la masa del VI y se considera un marcador importante para reducir la morbimortalidad cardiovascular en pacientes de diálisis. Aunque estudios anteriores no mostraron cambios en la masa del VI con el ciclismo intradialítico, el presente ensayo utilizó resonancia magnética cardíaca (RMC) para evaluar los efectos, proporcionando datos más sólidos. El mecanismo exacto por el cual el ejercicio mejora la HVI no se comprende completamente, pero se cree que el ciclismo intradialítico puede prevenir el daño cardíaco isquémico y reducir la fibrosis y la masa del VI. Estos hallazgos coinciden con investigaciones previas^{79,80}, y aunque se esperan datos más definitivos sobre los efectos del ejercicio intradiálisis en la calidad de vida a través de nuevos estudios, los datos actuales sugieren que el ejercicio intradiálisis a esta intensidad puede ayudar a mejorar la calidad de vida, función física o el nivel de actividad, aunque los efectos se vean limitados por una baja adherencia, la necesidad de invertir tiempo prolongado y la obtención a largo plazo de resultados notorios.

Al mismo tiempo, con pautas de ejercicio intradialítico mediante cicloergómetro, Fernandes et al.⁴⁵ obtuvieron una progresión clínica positiva con respecto a los parámetros respiratorios y funcionales. Estudios previos^{81,82} habían demostrado que la restauración de la capacidad física e incluir la rehabilitación en el tratamiento de estos pacientes resulta en una serie de beneficios y reducción del impacto negativo de la enfermedad en el tejido muscular. Pérez-Domínguez et al.⁸³ indican que realizar ejercicio durante la HD puede mejorar la condición física de los pacientes y aprovechar el tiempo de inactividad en los centros de HD. Se sugiere que se

promueva el ejercicio supervisado durante las sesiones, especialmente considerando que los pacientes en HD suelen estar activos profesionalmente y pueden permanecer en tratamiento durante muchos años. Optimizar la función respiratoria y muscular es importante, ya que los pacientes en HD, como indican Howden et al.⁸⁴ suelen tener un nivel bajo de actividad física y desacondicionamiento muscular. Además, se han observado complicaciones respiratorias relacionadas con los cambios en el volumen sanguíneo y otros factores en estos pacientes. El estudio también encontró que el entrenamiento propuesto mejoró la fuerza de los músculos respiratorios, lo que puede tener efectos positivos en la función respiratoria. Los pacientes con ERC que reciben HD experimentan cambios rápidos en el volumen y composición química de los fluidos corporales, pudiendo tener un impacto negativo en la función de los músculos respiratorios^{85,86}. Aunque no se analizara la composición de los fluidos corporales en la muestra de este estudio, se observa que el Kt/V no presentó cambios significativos durante el periodo de seguimiento. Sin embargo, la capacidad funcional mejoró de forma significativa tras el tratamiento, concordando con Heiwe et al.⁸⁷, los cuales encontraron que el EA regular de 30 minutos, 3 veces por semana mejora la capacidad aeróbica, PA, fuerza muscular y calidad de vida. El EA ha sido ampliamente evaluado en diversas investigaciones^{88,89} por sus beneficios cardiorrespiratorios, mejorando además los niveles de hemoglobina glicosilada, tolerancia a la glucosa y sensibilidad a la insulina. Por último, se propuso un protocolo que incluye el uso de un cicloergómetro durante las sesiones de HD con el objetivo de mejorar la función aeróbica y la capacidad funcional de los pacientes. Se siguieron las pautas de frecuencia, intensidad y duración del ejercicio recomendadas en la literatura científica⁹⁰. El uso del cicloergómetro durante la HD resultó en una mejora en el hematocrito, aunque no hubo un aumento significativo en los niveles de hemoglobina, pero sí sus niveles séricos. Se plantea la hipótesis de que el ejercicio ayuda a optimizar la capacidad de consumo y la calidad de los valores máximos de oxígeno. Además, se demostró que el ejercicio es seguro durante las dos primeras horas de diálisis⁹¹.

Para dar por finalizada la intervención sobre pacientes en HD mediante la realización de EA y en línea con los resultados obtenidos en los artículos anteriores, Kim et al.⁴⁶ desarrollaron un estudio en el que los participantes realizaban ciclismo con ergómetro durante las sesiones de HD, con el objetivo de determinar la capacidad de mejorar la fragilidad, la adecuación de la diálisis y calidad de vida. Para conseguir cambios en los hábitos y en el nivel físico de los pacientes en HD se necesita educación⁹². Las estimaciones de la composición corporal son más informativas que el índice de masa corporal, especialmente en relación con el rendimiento físico

en lugar del estado nutricional⁹³. No se encontraron cambios significativos en la masa muscular esquelética, masa muscular de las piernas o masa grasa en los grupos de ejercicio y control, lo cual coincide con investigaciones anteriores⁹⁴ que también mostraron una falta de mejoras en estos parámetros después de un programa de ejercicio en ergómetro de ciclo de 4 meses. Sin embargo, se observó un aumento en la distancia de caminata. También, se encontró que el ejercicio intradiálisis de 15 minutos mejora significativamente el valor de Kt/V urea en pacientes en HD. El grupo de ejercicio experimentó un aumento significativo en el valor de Kt/V urea, mientras que el grupo de control mostró una disminución. Estos resultados los respaldan artículos previos⁹⁵ que han demostrado la efectividad y seguridad de este tipo de programa de ejercicio para mejorar la adecuación de pacientes en HD. Además, un aumento de 10 puntos en la puntuación vital se asocia con un aumento del 10% en el tiempo medio de supervivencia⁹⁶. El grupo de ejercicio mostró un aumento en la puntuación de vitalidad, lo cual concuerda con el hallazgo de un informe previo⁹⁴. Por lo tanto, sería prudente incorporar programas de ejercicio en la atención de rutina de pacientes frágiles que se someten a HD. Así pues, los hallazgos implican que un programa de ejercicio intradiálisis con cicloergómetro podría reducir la fragilidad y mejorar la adecuación de la diálisis y la calidad de vida. Los programas de ejercicio intradiálisis no se han incorporado a la atención rutinaria de HD debido a la carga práctica que implica para los profesionales de la salud. Debería establecerse una política de salud gubernamental para solucionar la falta de profesionales de la salud en HD capacitados para supervisar programas de ejercicio y la falta de apoyo financiero para programas de ejercicio continuos.

Por otra parte, con respecto a los artículos que emplean programas combinados de EA y EFR, encontramos el estudio de Huang et al.⁴⁷, en el que los hallazgos mostraron que el EC mejoró eficazmente la eficiencia de HD, la PA y la aptitud física, pero no afectó la calidad de vida. Este estudio indicó que el EC podría aumentar la eficiencia de HD, lo cual concuerda con el artículo de Van Vilsteren et al.⁹⁷, dado que solo el EFR no tiene un efecto significativo en Kt/V, mejorando en el EC como resultado del EA^{98,99}. El mecanismo probablemente se deba a que el ejercicio puede aumentar el flujo sanguíneo y la perfusión del tejido muscular, lo que aumenta el área de superficie y permite una mayor difusión de toxinas y urea desde el músculo hacia la circulación, las cuales son eliminadas mediante la HD^{30,100}. Parte de esta mejora puede estar asociada con un aumento concurrente en la tasa catabólica de proteínas, ya que la mayor producción de urea aumentará su eliminación¹⁰¹. Resultado del EC, se observó una disminución significativa en la PAS, como apuntan Ouzouni et al.³². Además, la disminución de 10 mmHg

también concuerda con los resultados de revisiones sistemáticas anteriores⁸⁷. En cuanto al 6-MWT aumentó significativamente, entre un 5% y un 18% en comparación con estudios anteriores de EA¹⁰¹. Los resultados de los puntajes PCS y MCS no indicaron que el EC pudiera afectar la calidad de vida de los pacientes con ERET, lo cual es inconsistente con ensayos anteriores sobre ejercicio^{97,102}. El ejercicio como proyecto de mejora física y mental puede tener un impacto significativo en el estado mental de los pacientes con ESRD, pero no es el único factor que afecta los puntajes MCS. Song et al.¹⁰³, al igual que Ouzouni et al.³², tampoco encontraron que el entrenamiento con ejercicio pudiera mejorar los puntajes MCS.

Estudios recientes¹⁰⁴⁻¹⁰⁶ han demostrado que la actividad física regular proporciona beneficios para la salud más allá del tratamiento de enfermedades cardiovasculares, abarcando diversas condiciones crónicas. En el estudio de Myers et al.⁴⁸, se implementó un enfoque de EC basado en el hogar y gestionado para superar barreras. Se observaron mejoras significativas en el VO₂ máximo, el tiempo de ejercicio y otros indicadores de respuesta al entrenamiento, como el retraso en el umbral ventilatorio. Aunque estos cambios fueron modestos, son consistentes con otros estudios en ERC y tienen un impacto importante en los resultados de salud¹⁰⁷. Cada vez más investigaciones^{108,109} indican que los programas de ejercicio en pacientes con ERC, al igual que los programas de rehabilitación cardíaca convencionales, están asociados con mejores resultados a largo plazo, incluyendo la morbilidad y la mortalidad. En lo referente a la composición corporal y fuerza, no se observaron diferencias. En investigaciones anteriores^{110,111} centradas en el entrenamiento de resistencia supervisado en pacientes con ERC, generalmente se informaron mejoras en la fuerza, aunque algunos estudios no mostraron cambios significativos. También, se encontró una estrecha relación entre el FEV₁ y la función física en pacientes sometidos HD, y en un modelo multivariable, el FEV₁ fue uno de los tres predictores significativos del VO₂ máximo¹¹². Los posibles mecanismos que podrían explicar la función respiratoria deteriorada en los pacientes sometidos a HD, incluyen tanto la reducción de la fuerza muscular respiratoria, como la sobrecarga de volumen que provoca congestión pulmonar e inflamación crónica, lo que afecta en el acortamiento de los telómeros y contribuye al envejecimiento de las células pulmonares^{113,114}. La función física reducida en la ERC se asocia con una mala calidad de vida y, las estrategias para mejorarla, fueron identificadas recientemente como importantes prioridades de investigación para pacientes con ERC y sus cuidadores^{115,116}. Finalmente, no se observa un efecto significativo del entrenamiento en la función cognitiva. Un número creciente de estudios¹¹⁷⁻¹¹⁹ ha demostrado que los pacientes con ERC comúnmente presentan algún grado de deterioro cognitivo y que la disfunción renal se

asocia con un declive más rápido en la función mental en comparación con personas sanas de la misma edad. Chu et al.¹²⁰ también han demostrado que el ejercicio regular generalmente tiene un impacto favorable en la función cognitiva en pacientes con ERC.

Para finalizar el bloque de intervención mediante EC aeróbico y de fuerza/resistencia, Ortega-Pérez de Villar et al.⁴⁹ denotan que no hubo diferencia entre un programa combinado de EA y de fortalecimiento muscular de 16 semanas y un programa realizado en casa en los niveles de actividad física y el funcionamiento físico. El aumento en los niveles de actividad física puede resultar en una mejor condición física¹²¹. En cuanto a la función física, solo se encontró interacción significativa entre el grupo y el tiempo para el OLST. Sin embargo, este resultado puede explicarse por la mejora general en la actividad muscular de las extremidades inferiores asociada al ejercicio y la mayor adherencia al programa intradialítico¹²². Los resultados del STS-10 para el grupo de ejercicio intradialítico concuerdan con estudios anteriores que informaron mejoras en esta prueba^{123,124}. Los resultados del 6-MWT mejoraron significativamente entre el inicio y las 16 semanas, detectando cambios similares en el grupo intradiálisis como en ensayos previos¹²⁵⁻¹²⁷. Sin embargo, la mejora lograda en el grupo de ejercicio en casa fue menor que en estudios anteriores^{128,129}, quizás porque estos participantes usaron un podómetro para el entrenamiento de caminata, lo que les proporcionó retroalimentación directa que podría haber sido un factor motivacional. De acuerdo con un estudio previo¹³⁰, después de 16 semanas de entrenamiento intradialítico o casero, no se produjeron mejoras significativas en KDQoL-36. Aunque no aparecen resultados significativos en componentes mentales en el KDQoL, el factor tiempo de CES-D cambió significativamente. Artículos anteriores¹³¹⁻¹³³ que midieron la depresión con otros cuestionarios también encontraron una mejora significativa en esta variable después del ejercicio. Los participantes del grupo de ejercicio en casa informaron que completaron solo el 53% de las sesiones propuestas y fue muy difícil controlar que hicieran ejercicio por su cuenta, descubriendo que los pacientes no implementaron el programa en su rutina diaria. La tasa de adherencia al ejercicio en el grupo de ejercicio en casa fue similar a la reportada en una investigación anterior¹³⁴ en la que dicho grupo completó el 58% de las sesiones, mientras que la adherencia en un estudio de Koh et al.⁷² fue del 71%, en el cual utilizaron un diario de asistencia. Este hecho subraya la importancia esencial de personal sanitario en la unidad de HD como medio para identificar y superar barreras para el ejercicio.

En última instancia, valorando la efectividad del EA frente al EFR y, a la vez, contra un GC o contra un grupo que recibe entrenamiento combinando ambas modalidades de ejercicio,

aparece la investigación realizada por Figueiredo et al.⁵⁰, en la cual los principales hallazgos fueron: los efectos similares del EMI en los parámetros evaluados respecto a los del EA de baja intensidad; y la adición del entrenamiento muscular al aeróbico, aumentando los niveles de adiponectina y mejorando los dominios físicos de la calidad de vida. El presente estudio sugiere que el EMI, un entrenamiento de bajo coste y fácil de realizar, sin requerimiento de espacio físico, puede ser un modelo terapéutico en las unidades de HD cuando no se puede implementar el EA convencional. Los efectos del EMI en la PMI fueron similares a los de estudios previos^{99,135,136}. Sin embargo, Silva et al.¹³⁷ no encontraron cambios significativos en la PMI después del EMI. Hasta la fecha, los efectos del EMI sobre biomarcadores inflamatorios en pacientes en HD solo se han evaluado en un estudio⁹⁹. Los autores demostraron reducciones en la PCR después de la intervención. Viana et al.⁷¹ concluyeron que el nivel de sTNFR1 disminuyó después de seis meses de EA casero, sin obtener cambios en sTNFR2. En el contexto de la calidad de vida, los efectos del trabajo muscular inspiratorio se informaron previamente⁹⁹, y se demostró una mayor variación en los dominios relacionados con los aspectos físicos después de 10 semanas, mientras que, los efectos del EA están bien establecidos⁵⁴. En el presente estudio, al inicio, se observaron valores más altos en la mayoría de los dominios del KDQOL-SF, lo cual puede explicarse parcialmente por las características de la muestra, considerando la asociación entre la edad y la calidad de vida¹³⁸. Así pues, el EMI puede promover efectos positivos en aspectos respiratorios, funcionales, inflamatorios y de calidad de vida en magnitudes similares a los del EA. Por lo tanto, constituye un entrenamiento de bajo costo y fácil de realizar, pudiendo ser un modelo terapéutico en las unidades de HD cuando no se puede implementar el trabajo aeróbico convencional. Es interesante destacar que los protocolos aplicados presentaron una alta adherencia, lo cual puede explicarse por la moderada intensidad de los ejercicios. Esto resalta la aplicabilidad de las modalidades de entrenamiento aplicadas.

En relación con el artículo de Cho et al.⁵¹, el objetivo principal fue investigar si 12 semanas de entrenamiento intradiálisis con EA, EFR o EC inducirían mejoras en la actividad física diaria o en la calidad del sueño en pacientes en HD. Koh et al.⁷² determinaron que un programa de entrenamiento de 6 meses sobre pacientes en HD aumenta el nivel de actividad física en el grupo de ejercicio intradialítico en comparación con el grupo de cuidado habitual. En el análisis secundario, a las 12 semanas en comparación con el inicio, se observan mejoras significativas en METs. Los resultados del presente estudio fueron parcialmente respaldados por un artículo reciente¹³⁹ que mostró que el EFR intradiálisis mejoró la actividad física en pacientes en HD.

Un reciente metaanálisis³⁰ mostró que la modalidad de ejercicios empleada en periodo intradiálisis podría ser de varios tipos. Actualmente no existe una guía de tratamiento farmacológico específica para mejorar la calidad del sueño en pacientes en HD, y se prescriben benzodiazepinas, ansiolíticos no benzodiazepínicos y melatonina para estos pacientes¹⁴⁰. Sorprendentemente, solo unos pocos estudios farmacológicos de pequeño tamaño han revelado mejoras en la calidad del sueño en pacientes que reciben HD^{141,142}. Si bien la mayoría de los estudios de ejercicio y sueño se han centrado en EA^{143,144}, un pequeño número de estudios han examinado el EFR en la calidad del sueño^{145,146}. Varias investigaciones previas^{147,148} evaluadas mediante cuestionarios, han sugerido que el ejercicio intradiálítico tuvo beneficios en la mejora potencial de los trastornos del sueño sobre pacientes en HD. Cho et al.⁵¹, demostraron mejoras significativas en el índice promedio de movimiento, mientras que otros parámetros de calidad del sueño no mostraron cambios durante la duración del entrenamiento intradiálisis. Se ha demostrado que el uso de medicamentos inductores del sueño es un factor potencial que contribuye a alterar la calidad del sueño en pacientes en HD¹⁴⁹. Varios factores psicosociales también contribuyen al deterioro de la calidad del sueño en pacientes con tratamiento de HD. La depresión es muy común y puede ser una causa de dicho deterioro, así como un resultado del insomnio en estos pacientes¹⁵⁰. La ansiedad, que generalmente interfiere con el inicio del sueño, también puede causar despertares tempranos¹⁵¹. Por último, los sistemas de acelerometría se pueden utilizar para evaluar simultáneamente los comportamientos de sueño y actividad física diaria. Si bien la mayoría de los informes de actividad física y calidad de sueño se han basado en reportes autoinformados, este estudio utilizó medidas más precisas, recopilando datos durante 7 días con el uso de un acelerómetro^{152,153}. En general, la acelerometría tiene una validez y fiabilidad razonables en individuos normales con patrones de sueño relativamente buenos.

Finalmente, respecto a esta modalidad de entrenamiento, Abdelaal et al.⁵² confirmaron la importancia de aplicar EA regular, así como EFR, en pacientes sometidos a HD, investigando las respuestas a corto y largo plazo en el rendimiento físico y el equilibrio funcional. La importancia de implementar el entrenamiento de ejercicio en el tratamiento de pacientes con ERC no es un concepto reciente, así, artículos previos^{154,155} han informado beneficios físicos y psicológicos del ejercicio en pacientes con HD. Goldberg et al.¹⁵⁶ han informado que los beneficios del entrenamiento regular incluyen un aumento en los niveles de hemoglobina, una reducción en la hiperinsulinemia y en los niveles de triglicéridos, así como una limitación de los síntomas depresivos, los cuales pueden tener un impacto positivo en el rendimiento físico

en pacientes en HD. Los aumentos significativos en el rendimiento físico y el equilibrio funcional en pacientes con HD son avalados por estudios previos^{157,158}. En cuanto a las respuestas de la aptitud física y del equilibrio funcional al EFR en pacientes con HD, los resultados del presente estudio se pueden explicar en base al concepto de que, el EFR de 3 a 6 meses aumenta la fuerza de los músculos grandes y proximales de las extremidades inferiores^{103,159,160}, aumenta el tamaño del músculo¹⁶¹ y produce mejoras simultáneas en la fuerza extensora de la rodilla y el desempeño de las actividades de la vida diaria¹⁶⁰. El beneficio principal se representa en la reducción del tiempo requerido para realizar tareas funcionales en pacientes en HD y se puede atribuir al aumento de la resistencia muscular¹³⁴, el aumento del VO₂max¹⁶² y la mejora de la potencia muscular¹⁶⁰. El ejercicio regular también tiene beneficios cardiovasculares, mejora el índice de masa del VI y, por lo tanto, aumenta el gasto cardíaco y la fracción de eyección en pacientes con HD⁷⁷. En resumen, los mecanismos subyacentes de las mejoras notables en pacientes en HD en respuesta al entrenamiento continuado son numerosos, incluyendo la reducción significativa en el número de fibras musculares atroficas de las extremidades inferiores y el aumento acompañado en su área de sección transversal, especialmente en las fibras musculares de tipo II¹⁶³, reducción significativa en marcadores inflamatorios y mejora en la composición corporal¹⁶⁸.

4.1. Limitaciones del estudio

En primera instancia solo fueron seleccionados ECAs de los últimos 5 años, de modo que podría haber artículos con importante calidad metodológica y relevancia suficiente para formar parte de esta revisión sistemática. No obstante, su antigüedad era superior a 5 años.

También, en algunos ensayos, el tamaño muestral constatado fue bajo, ocurriendo lo mismo con algunas intervenciones, las cuales fueron de duración escasa. En adición, algunos estudios no vuelven a analizar las variables evaluadas al menos entre 3 y 6 meses tras haber finalizado la intervención, de forma que habría un corto seguimiento. Este motivo, supone un factor limitador de la calidad, puesto que en los artículos en los que sí se lleva a cabo el seguimiento, los resultados obtenidos son de mayor impacto.

Por último, un mayor número de investigaciones en la materia serían necesarias para que los resultados fueran más representativos y poder demostrar qué tipo de ejercicio es mejor para los pacientes que reciben HD, obteniendo así conclusiones más concretas, ya que existe variabilidad en cuanto a los resultados obtenidos según la modalidad de ejercicio aplicada.

5. CONCLUSIÓN

Tras el análisis e investigación de todos los artículos que forman parte de esta revisión sistemática, se puede concluir que la práctica de EA intradialítico es efectivo en la mejora de la función y estructura cardíaca, con un nivel de evidencia alto, consiguiendo de esta manera disminuir factores de riesgo cardiovasculares. Por otra parte, en cuanto a la funcionalidad y aptitud física, no hay suficiente evidencia para determinar con certeza una clara diferencia significativa provocada por el EA, consiguiendo mejoras de mayor impacto en algunos estudios mientras en otros las diferencias, a pesar de ser positivas, son mínimas, ocurriendo de igual modo con la calidad de vida. No obstante, sí que existe evidencia moderada a favor del EA en la consecución de mejoras a nivel respiratorio y de adecuación a la HD.

En referencia a la efectividad del ejercicio intradialítico combinando trabajo aeróbico con el de fuerza/resistencia, podemos concluir que existe evidencia moderada en la mejora sobre valores cardiometabólicos como la PA y también sobre valores de adecuación a la HD. Sin embargo, son modestas las mejoras en ámbitos como la funcionalidad, condición física, función pulmonar y calidad de vida, consiguiendo cambios favorables, aunque sin significancia clínica y estadística frente a otras intervenciones de ejercicio fuera del entorno dialítico como puede ser un programa de ejercicio casero.

En último lugar, en la comparación entre el EA, el EFR o EC para personas con ER que reciben HD, se puede afirmar que existe evidencia moderada en la mejora de parámetros funcionales, de actividad y de aptitud física, aunque las diferencias entre los distintos tipos de intervención son escasas, mostrando pequeñas diferencias en favor del EA debido a la mejor tolerancia que puede experimentar la población seleccionada ante tal modalidad de ejercicio. En todas las variantes de ejercicio existe evidencia sólida en la mejora de parámetros cardiometabólicos, mientras que la evidencia es moderada en la mejora de la calidad del sueño, siendo efectivos los 3 tipos de ejercicio. Por el contrario, no se dispone de suficiente evidencia en la consecución de cambios psicológicos ante estados de ansiedad o depresión mediante la utilización y comparación entre las distintas modalidades de ejercicio.

Por tanto, al haber evaluado la funcionalidad, aptitud física y parámetros dialíticos asociados a factores cardiometabólicos como las principales variables de estudio, se puede concluir que existe una evidencia moderada en cuanto a la efectividad del uso de ejercicio de moderada intensidad y bajo impacto como método de tratamiento adicional dirigido a personas con ER que reciben HD. No obstante, debido a la falta de abundancia de estudios y el escaso número

de participantes seleccionados en alguno de los artículos, sería conveniente seguir realizando más investigaciones a cerca del impacto del ejercicio de moderada intensidad y bajo impacto como método de intervención para pacientes en HD que cursan con ER.

6. AGRADECIMIENTOS

Agradecimiento a Agustín Aibar Almazán como coautor involucrado en esta revisión sistemática. Desde el momento en que fue mi profesor y tutor del TFG en el grado, me ha ayudado a progresar, a aclarar mi camino y a encontrar motivación para abrirme hueco en el mundillo de la Fisioterapia. Sin sus consejos e infinitas resoluciones de dudas, habría sido imposible la realización de este trabajo.

Por supuesto, agradecimientos a mi familia, a mi pareja y a todos los que me han apoyado siempre en un año complicado, sin vosotros no sería yo. Os tengo muy presentes, también a los que faltan.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. Flores JC, Alvo M, Borja H, Morales J, Vega J, Zúñiga C, et al. Sociedad Chilena de Nefrología Enfermedad renal crónica: Clasificación, identificación, manejo y complicaciones. *Rev Med Chil.* 2009;137(1):137–77.
2. Lameire NH, Levin A, Kellum JA, Cheung M, Jadoul M, Winkelmayer WC, et al. Harmonizing acute and chronic kidney disease definition and classification: report of a Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) Consensus Conference. *Kidney Int.* 2021;100(3):516–26.
3. Remón C, Quirós P, Portolés J, Selgas R. Consecuencias y factores relacionados con la remisión tardía en la enfermedad renal crónica. *Nefrología.* 2009;29(Supl.5):57–61.
4. Barros-Higgins L, Herazo-Beltrán Y, Aroca-Martínez G. Health-related quality of life in patients with chronic kidney disease. *Rev Fac Med.* 2015;63(4):641–7.
5. Soliman NA. Orphan kidney diseases. *Nephron - Clin Pract.* 2012;120(4).
6. Taal MW, Brenner BM. Predicting initiation and progression of chronic kidney disease: Developing renal risk scores. *Kidney Int.* 2006;70(10):1694–705.
7. Quiroga B, Verdalles Ú, Reque J, De Vinuesa SG, Goicoechea M, Luño J. Eventos cardiovasculares y mortalidad en pacientes con enfermedad renal crónica (estadios I a IV). *Nefrología.* 2013;33(4):539–45.
8. Orozco B. R. Enfermedad Cardiovascular (Ecv) En La Enfermedad Renal Crónica (Erc). *Rev Médica Clínica Las Condes [Internet].* 2015;26(2):142–55. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rmclc.2015.04.003>
9. Dehesa LE. Enfermedad renal crónica; definición y clasificación. *Medigraphic [Internet].* 2008;III(3):73–8. Available from: www.medigraphic.com
10. Soriano Cabrera S. Definición y clasificación de los estadios de la enfermedad renal crónica. Prevalencia. Claves para el diagnóstico precoz. Factores de riesgo de enfermedad renal crónica. *Nefrología.* 2004;24(SUPPL.6):27–34.
11. Gutiérrez Sánchez D, Leiva-Santos JP, Sánchez-Hernández R, Gómez García R. Prevalence and evaluation of symptoms in advanced chronic kidney disease | Prevalencia y evaluación de síntomas en enfermedad renal crónica avanzada. *Enferm Nefrol.* 2015;18(3):228–36.

12. Davison SN, Levin A, Moss AH, Jha V, Brown EA, Brennan F, et al. Executive summary of the KDIGO Controversies Conference on Supportive Care in Chronic Kidney Disease: Developing a roadmap to improving quality care. *Kidney Int.* 2015;88(3):447–59.
13. Arai Y, Kanda E, Kikuchi H, Yamamura C, Hirasawa S, Aki S, et al. Decreased mobility after starting dialysis is an independent risk factor for short-term mortality after initiation of dialysis. *Nephrology.* 2014;19(4):227–33.
14. Molnar MZ, Novak M, Szeifert L, Ambrus C, Keszei A, Koczy A, et al. Restless legs syndrome, insomnia, and quality of life after renal transplantation. *J Psychosom Res.* 2007;63(6):591–7.
15. Lee A, Lambert K, Byrne P, Lonergan M. Prevalence of Constipation in Patients With Advanced Kidney Disease. *J Ren Care.* 2016;42(3):144–9.
16. Cunha Franco L, Teles Zatta L, Vasconcelos P, Alves Barbosa M, Santana dos Santos JR, De Oliveira Rosa LF. Evaluación de la calidad de vida de pacientes de insuficiencia renal crónica en diálisis renal. *Enfermería Glob.* 2011;10(23):158–64.
17. Andrew S. Levey, MD; Josef Coresh, MD, PhD; Ethan Balk, MD, MPH; Annamaria T. Kausz, MD, MS; Adeera Levin M, Michael W. Steffes, MD, PhD; Ronald J. Hogg, MD; Ronald D. Perrone, MD; Joseph Lau, MD; and Garabed Eknoyan M. Correction: National Kidney Foundation Practice Guidelines for Chronic Kidney Disease. *Ann Intern Med.* 2003;139(7):605.
18. Egocheaga MI, Alcázar R, Lobos JM, Górriz JL, Martínez-Castelao A, Pastor A, et al. Awareness and implementation in daily practice of the S.E.N.-semFYC consensus document on chronic kidney disease. *Nefrologia.* 2012;32(6):797–808.
19. Periz DA, Ángel M, Blanco H, Arroyo CM. Diagnóstico y prevención de la Enfermedad Renal Crónica. 2013;16(3):193–5. Available from: <http://scielo.isciii.es/pdf/enefro/v16n3/bibliografia.pdf>
20. Abbasi MA hme., Chertow GM, Hall YN. End-stage renal disease. *BMJ Clin Evid.* 2010;2010(October 2009):1–16.
21. Alcázar Arroyo R, Egocheaga MI, Orte L, Lobos JM, González Parra E, Álvarez Guisasola F, et al. Documento de consenso SEN-semFYC sobre la enfermedad renal crónica. *Nefrologia.* 2008;28(3):273–82.

22. Rodrigo Orozco B. Prevención y tratamiento de la enfermedad renal crónica (ERC). *Rev Médica Clínica Las Condes* [Internet]. 2010;21(5):779–89. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S0716-8640\(10\)70600-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0716-8640(10)70600-3)
23. Lepe-Zúñiga JL, Morales-Molina P, García-Nandayapa GA. Caracterización y correlación clínica de la linfopenia en la enfermedad renal en estadio terminal. *Rev Med Inst Mex* [Internet]. 2016;54(4):446–53. Available from: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=116392007&lang=es&site=ehost-live>
24. Delgado YP, Molina YS, Augier MM, Sánchez LV, López EL. Supervivencia y complicaciones de los catéteres para hemodiálisis: Nuestra experiencia. *Rev Cuba Cir.* 2006;45(3–4).
25. Sánchez A, Zavala M, Pérez A. Hemodiálisis: proceso no exento de complicaciones. *Rev Enferm Inst Mex Seguro Soc* [Internet]. 2016;20(3):131–7. Available from: <http://www.medigraphic.com/pdfs/enfermeriaimss/eim-2012/eim123c.pdf>
26. Kaysen GA, Larive B, Painter P, Craig A, Lindsay RM, Rocco M V., et al. Baseline physical performance, health, and functioning of participants in the Frequent Hemodialysis Network (FHN) trial. *Am J Kidney Dis.* 2011;57(1):101–12.
27. 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. *Korean J Intern Med.* 2019;34(3):588–98.
28. Bullani R, El-Housseini Y, Giordano F, Larcinese A, Ciutto L, Bertrand PC, et al. Effect of intradialytic resistance band exercise on physical function in patients on maintenance hemodialysis: A pilot study. *J Ren Nutr.* 2011;21(1):61–5.
29. Ferrari F, Helal L, Dipp T, Soares D, Soldatelli Â, Mills AL, et al. Intradialytic training in patients with end-stage renal disease: a systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials assessing the effects of five different training interventions. *J Nephrol* [Internet]. 2020;33(2):251–66. Available from: <https://doi.org/10.1007/s40620-019-00687-y>
30. 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.

31. Kirkman DL, Scott M, Kidd J, Macdonald JH. The effects of intradialytic exercise on hemodialysis adequacy: A systematic review. *Semin Dial.* 2019;32(4):368–78.
32. Ouzouni S, Kouidi E, Sioulis A, Grekas D, Deligiannis A. Effects of intradialytic exercise training on health-related quality of life indices in haemodialysis patients. *Clin Rehabil.* 2009;23(1):53–63.
33. Palmer SC, Vecchio M, Craig JC, Tonelli M, Johnson DW, Nicolucci A, et al. Association between depression and death in people with CKD: A meta-analysis of cohort studies. *Am J Kidney Dis [Internet].* 2013;62(3):493–505. Available from: <http://dx.doi.org/10.1053/j.ajkd.2013.02.369>
34. Hoshino J. Renal rehabilitation: Exercise intervention and nutritional support in dialysis patients. *Nutrients.* 2021;13(5).
35. Griva K, Nandakumar M, Ng J an H, Lam KFY, McBain H, Newman SP. Hemodialysis Self-management Intervention Randomized Trial (HED-SMART): A Practical Low-Intensity Intervention to Improve Adherence and Clinical Markers in Patients Receiving Hemodialysis. *Am J Kidney Dis.* 2018;71(3):371–81.
36. Higgins JPT GS. *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Intervention Version 5.1.0.* Cochrane Collab London, UK. 2011;
37. Cashin AG, McAuley JH. Clinimetrics: Physiotherapy Evidence Database (PEDro) Scale. *J Physiother [Internet].* 2020;66(1):59. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2019.08.005>
38. de Morton NA. The PEDro scale is a valid measure of the methodological quality of clinical trials: a demographic study. *Aust J Physiother [Internet].* 2009;55(2):129–33. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S0004-9514\(09\)70043-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0004-9514(09)70043-1)
39. Lee SJ, Kim JK, Lee WC, Kim JB, Kim HC. New record of nomeus gronovii (Pisces: Nomeidae) from Korea. *Fish Aquat Sci.* 2015;18(3):317–20.
40. Moseley AM, Herbert RD, Sherrington C, Maher CG. Evidence for physiotherapy practice: A survey of the Physiotherapy Evidence Database (PEDro). *Aust J Physiother [Internet].* 2002;48(1):43–9. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S0004-9514\(14\)60281-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0004-9514(14)60281-6)
41. van Tulder M, Furlan A, Bombardier C, Bouter L. Updated Method Guidelines for

- Systematic Reviews in the Cochrane Collaboration Back Review Group. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2003;28(12):1290–9.
42. Lin CH, Hsu YJ, Hsu PH, Lee YL, Lin CH, Lee MS, et al. Effects of intradialytic exercise on dialytic parameters, health-related quality of life, and depression status in hemodialysis patients: A randomized controlled trial. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(17):1–16.
 43. Oliveira E Silva VR, Stringuetta Belik F, Hueb JC, De Souza Gonçalves R, Costa Teixeira Caramori J, Perez Vogt B, et al. Aerobic Exercise Training and Nontraditional Cardiovascular Risk Factors in Hemodialysis Patients: Results from a Prospective Randomized Trial. *CardioRenal Med*. 2019;9(6):391–9.
 44. Graham-Brown MPM, March DS, Young R, Highton PJ, Young HML, Churchward DR, et al. A randomized controlled trial to investigate the effects of intra-dialytic cycling on left ventricular mass. *Kidney Int [Internet]*. 2021;99(6):1478–86. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.kint.2021.02.027>
 45. Fernandes ADO, Sens YADS, Xavier VB, Miorin LA, Alves VLDS. Functional and respiratory capacity of patients with chronic kidney disease undergoing cycle ergometer training during hemodialysis sessions: A randomized clinical trial. *Int J Nephrol*. 2019;2019.
 46. Kim S, Park HJ, Yang DH. An intradialytic aerobic exercise program ameliorates frailty and improves dialysis adequacy and quality of life among hemodialysis patients: a randomized controlled trial. *Kidney Res Clin Pract*. 2022;41(4):462–72.
 47. Huang M, Lv A, Wang J, Zhang B, Xu N, Zhai Z, et al. The effect of intradialytic combined exercise on hemodialysis efficiency in end-stage renal disease patients: a randomized-controlled trial. *Int Urol Nephrol*. 2020;52(5):969–76.
 48. Myers J, Chan K, Chen Y, Lit Y, Patti A, Massaband P, et al. Effect of a home-based exercise program on indices of physical function and quality of life in elderly maintenance hemodialysis patients. *Kidney Blood Press Res*. 2021;46(2):196–206.
 49. Ortega-Pérez de Villar L, Martínez-Olmos FJ, Pérez-Domínguez F de B, Benavent-Caballer V, Montañez-Aguilera FJ, Mercer T, et al. Comparison of intradialytic versus home-based exercise programs on physical functioning, physical activity level, adherence, and health-related quality of life: pilot study. *Sci Rep*. 2020;10(1):1–10.

50. Figueiredo PHS, Lima MMO, Costa HS, Martins JB, Flecha OD, Gonçalves PF, et al. Effects of the inspiratory muscle training and aerobic training on respiratory and functional parameters, inflammatory biomarkers, redox status and quality of life in hemodialysis patients: A randomized clinical trial. *PLoS One*. 2018;13(7):1–17.
51. Cho JH, Lee JY, Lee S, Park H, Choi SW, Kim JC. Effect of intradialytic exercise on daily physical activity and sleep quality in maintenance hemodialysis patients. *Int Urol Nephrol* [Internet]. 2018;50(4):745–54. Available from: <https://doi.org/10.1007/s11255-018-1796-y>
52. Abdelaal AAM, Abdulaziz EM. Effect of exercise therapy on physical performance and functional balance in patients on maintenance renal hemodialysis: Randomized controlled study. *J Exerc Rehabil*. 2019;15(3):472–80.
53. Salhab N, Karavetian M, Kooman J, Fiaccadori E, El Khoury CF. Effects of intradialytic aerobic exercise on hemodialysis patients: a systematic review and meta-analysis. *J Nephrol* [Internet]. 2019;32(4):549–66. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s40620-018-00565-z>
54. Chung YC, Yeh ML, Liu YM. Effects of intradialytic exercise on the physical function, depression and quality of life for haemodialysis patients: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *J Clin Nurs*. 2017;26(13–14):1801–13.
55. Zhang L, Wang Y, Xiong L, Luo Y, Huang Z, Yi B. Exercise therapy improves eGFR, and reduces blood pressure and BMI in non-dialysis CKD patients: Evidence from a meta-analysis. *BMC Nephrol*. 2019;20(1):1–12.
56. Battista F, Ermolao A, van Baak MA, Beaulieu K, Blundell JE, Busetto L, et al. Effect of exercise on cardiometabolic health of adults with overweight or obesity: Focus on blood pressure, insulin resistance, and intrahepatic fat—A systematic review and meta-analysis. *Obes Rev*. 2021;22(S4):1–15.
57. Lin X, Zhang X, Guo J, Roberts CK, McKenzie S, Wu WC, et al. Effects of exercise training on cardiorespiratory fitness and biomarkers of cardiometabolic health: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *J Am Heart Assoc*. 2015;4(7):1–28.
58. Andrade FP, Rezende P de S, Ferreira T de S, Borba GC, Müller AM, Rovedder PME. Effects of intradialytic exercise on cardiopulmonary capacity in chronic kidney disease:

- systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *Sci Rep.* 2019;9(1):1–7.
59. Gomes Neto M, de Lacerda FFR, Lopes AA, Martinez BP, Saquetto MB. Intradialytic exercise training modalities on physical functioning and health-related quality of life in patients undergoing maintenance hemodialysis: systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil.* 2018;32(9):1189–202.
 60. Lopes AA, Bragg J, Young E, Goodkin D, Mapes D, Combe C, et al. Depression as a predictor of mortality and hospitalization among hemodialysis patients in the United States and Europe. *Kidney Int.* 2002;62(1):199–207.
 61. Mohseni R, Emami Zeydi A, Ilali E, Adib-Hajbaghery M, Makhloogh A. The effect of intradialytic aerobic exercise on dialysis efficacy in hemodialysis patients: a randomized controlled trial. *Oman Med J.* 2013 Sep;28(5):345–9.
 62. Luiz R da S, Silva KAS, Rampaso RR, Antônio EL, Montemor J, Bocalini DS, et al. Exercise Attenuates Renal Dysfunction with Preservation of Myocardial Function in Chronic Kidney Disease. *PLoS One.* 2013;8(2).
 63. Pitsavos C, Chrysohoou C, Koutroumbi M, Aggeli C, Kourlaba G, Panagiotakos D, et al. The impact of moderate aerobic physical training on left ventricular mass, exercise capacity and blood pressure response during treadmill testing in borderline and mildly hypertensive males. *Hellenic J Cardiol.* 2011;52(1):6–14.
 64. Momeni A, Nematolahi A, Nasr M. Effect of intradialytic exercise on echocardiographic findings in hemodialysis patients. *Iran J Kidney Dis.* 2014 May;8(3):207–11.
 65. Feniman Stefano GMM, Zanati Basan SG, Stefano LM, Xavier PS, Caramori JCT, Barretti P, et al. Spironolactone is secure and reduces left ventricular hypertrophy in hemodialysis patients. *Ther Adv Cardiovasc Dis.* 2015;9(4):158–67.
 66. Goessler K, Polito M, Cornelissen VA. Effect of exercise training on the renin-angiotensin-aldosterone system in healthy individuals: A systematic review and meta-analysis. *Hypertens Res.* 2016;39(3):119–26.
 67. Collier SR, Sandberg K, Moody AM, Frechette V, Curry CD, Ji H, et al. Reduction of plasma aldosterone and arterial stiffness in obese pre- and stage1 hypertensive subjects after aerobic exercise. *J Hum Hypertens.* 2015;29(1):53–7.

68. Moraes C, Marinho SM, Da Nobrega AC, De Oliveira Bessa B, Jacobson LV, Stockler-Pinto MB, et al. Resistance exercise: A strategy to attenuate inflammation and protein-energy wasting in hemodialysis patients? *Int Urol Nephrol*. 2014;46(8):1655–62.
69. 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):550–6.
70. Headley S, Germain M, Wood R, Joubert J, Milch C, Evans E, et al. Short-term aerobic exercise and vascular function in CKD stage 3: A randomized controlled trial. *Am J Kidney Dis*. 2014;64(2):222–9.
71. Viana JL, Kosmadakis GC, Watson EL, Bevington A, Feehally J, Bishop NC, et al. Evidence for anti-inflammatory effects of exercise in CKD. *J Am Soc Nephrol*. 2014;25(9):2121–30.
72. Koh KP, Fassett RG, Sharman JE, Coombes JS, Williams AD. Effect of Intradialytic Versus Home-Based Aerobic Exercise Training on Physical Function and Vascular Parameters in Hemodialysis Patients: A Randomized Pilot Study. *Am J Kidney Dis* [Internet]. 2010;55(1):88–99. Available from: <http://dx.doi.org/10.1053/j.ajkd.2009.09.025>
73. Anding K, Bär T, Trojniak-Hennig J, Kuchinke S, Krause R, Rost JM, et al. A structured exercise programme during haemodialysis for patients with chronic kidney disease: Clinical benefit and long-term adherence. *BMJ Open*. 2015;5(8):1–9.
74. Storer TW, Casaburi R, Sawelson S, Kopple JD. Endurance exercise training during haemodialysis improves strength, power, fatigability and physical performance in maintenance haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant*. 2005;20(7):1429–37.
75. Zoccali C, Benedetto FA, Mallamaci F, Tripepi G, Giaccone G, Stancanelli B, et al. Left ventricular mass monitoring in the follow-up of dialysis patients: Prognostic value of left ventricular hypertrophy progression. *Kidney Int*. 2004;65(4):1492–8.
76. London GM, Pannier B, Guerin AP, Blacher J, Marchais SJ, Darne B, et al. Alterations of left ventricular hypertrophy in and survival of patients receiving hemodialysis: follow-up of an interventional study. *J Am Soc Nephrol*. 2001 Dec;12(12):2759–67.
77. Deligiannis A, Kouidi E, Tassoulas E, Gigis P, Tourkantonis A, Coats A. Cardiac effects

- of exercise rehabilitation in hemodialysis patients. *Int J Cardiol.* 1999;70(3):253–66.
78. Kouidi EJ, Grekas DM, Deligiannis AP. Effects of Exercise Training on Noninvasive Cardiac Measures in Patients Undergoing Long-term Hemodialysis: A Randomized Controlled Trial. *Am J Kidney Dis [Internet].* 2009;54(3):511–21. Available from: <http://dx.doi.org/10.1053/j.ajkd.2009.03.009>
 79. Jeong JH, Biruete A, Tomayko EJ, Wu PT, Fitschen P, Chung HR, et al. Results from the randomized controlled IHOPE trial suggest no effects of oral protein supplementation and exercise training on physical function in hemodialysis patients. *Kidney Int.* 2019 Sep;96(3):777–86.
 80. Young HML, March DS, Graham-brown MPM, Jones AW, Curtis F, Grantham CS, et al. Effects of intradialytic cycling exercise on exercise capacity , quality of life , physical function and cardiovascular measures in adult haemodialysis patients : a systematic review and meta-analysis. 2018;(March):1–10.
 81. Lecker SH, Goldberg AL, Mitch WE. Protein Degradation by the Ubiquitin – Proteasome Pathway in Normal and Disease States. 2006;(11):1807–19.
 82. Segura-Ortí E. [Exercise in haemodialysis patients: a literature systematic review]. *Nefrologia.* 2010;30(2):236–46.
 83. Perez-Dominguez B, Casaña-Granell J, Garcia-Maset R, Garcia-Testal A, Melendez-Oliva E, Segura-Orti E. Effects of exercise programs on physical function and activity levels in patients undergoing hemodialysis: a randomized controlled trial. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2021 Dec;57(6):994–1001.
 84. Howden EJ, Leano R, Petchey W, Coombes JS, Isbel NM, Marwick TH. Article Effects of Exercise and Lifestyle Intervention on Cardiovascular Function in CKD. 2013;8.
 85. Moura L De, Prestes IV, Duncan BB, Thome FS, Schmidt MI. Dialysis for end stage renal disease financed through the Brazilian National Health System , 2000 to 2012. 2014;4–9.
 86. Chawla LS, Eggers PW, Star RA, Kimmel PL. Acute kidney injury and chronic kidney disease as interconnected syndromes. *N Engl J Med.* 2014 Jul;371(1):58–66.
 87. Heiwe S, Jacobson SH. Exercise training in adults with CKD: a systematic review and meta-analysis. *Am J kidney Dis Off J Natl Kidney Found.* 2014 Sep;64(3):383–93.

88. Ballmer PE, McNurlan MA, Hulter HN, Anderson SE, Garlick PJ, I RK. Chronic Metabolic Acidosis Decreases Albumin Synthesis and Induces Negative Nitrogen Balance in Humans. 1995;95(January):39–45.
89. Schroeder EC, Franke WD, Sharp RL, Lee D chul. Comparative effectiveness of aerobic, resistance, and combined training on cardiovascular disease risk factors: A randomized controlled trial. PLoS One. 2019;14(1):1–14.
90. Beniamini Y, Rubenstein JJ, Zaichkowsky LD, Crim MC. Effects of High-Intensity Strength Training on Quality-of-Life Parameters in Cardiac Rehabilitation Patients. 1997;841–6.
91. Brito JS, Reis D, Silva G, Fonseca L, Ribeiro M, Chermut T, et al. Bicycle ergometer exercise during hemodialysis and its impact on quality of life, aerobic fitness and dialysis adequacy: A pilot study. Complement Ther Clin Pract. 2022 Nov;49:101669.
92. Chang Y, Cheng S, Lin M, Gau F, Chao YC. International Journal of Nursing Studies The effectiveness of intradialytic leg ergometry exercise for improving sedentary life style and fatigue among patients with chronic kidney disease : A randomized clinical trial. Int J Nurs Stud [Internet]. 2010;47(11):1383–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2010.05.002>
93. Johansen KL, Dalrymple LS, Delgado C, Kaysen GA, Kornak J, Grimes B, et al. Association between Body Composition and Frailty among Prevalent Hemodialysis Patients : A US Renal Data System Special Study. 2014;
94. Desai M, Mohamed A, Davenport A. A pilot study investigating the effect of pedalling exercise during dialysis on 6-min walking test and hand grip and pinch strength. 2019;
95. Lambert K, Lightfoot CJ, Jegatheesan DK, Gabrys I, Bennett PN. Physical activity and exercise recommendations for people receiving dialysis: A scoping review. PLoS One. 2022;17(4):e0267290.
96. Jhamb M, Pike F, Ramer S, Argyropoulos C, Steel J, Dew MA, et al. Impact of fatigue on outcomes in the hemodialysis (HEMO) study. Am J Nephrol. 2011;33(6):515–23.
97. van Vilsteren MCBA, de Greef MHG, Huisman RM. The effects of a low-to-moderate intensity pre-conditioning exercise programme linked with exercise counselling for sedentary haemodialysis patients in The Netherlands: Results of a randomized clinical

- trial. *Nephrol Dial Transplant*. 2005;20(1):141–6.
98. Scapini KB, Bohlke M, Moraes OA, Rodrigues CG, Inácio JF, Sbruzzi G, et al. Combined training is the most effective training modality to improve aerobic capacity and blood pressure control in people requiring haemodialysis for end-stage renal disease: systematic review and network meta-analysis. *J Physiother* [Internet]. 2019;65(1):4–15. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2018.11.008>
 99. Pellizzaro CO, Thomé FS, Veronese F V. Effect of peripheral and respiratory muscle training on the functional capacity of hemodialysis patients. *Ren Fail*. 2013;35(2):189–97.
 100. Brown PDS, Rowed K, Shearer J, MacRae JM, Parker K. Impact of intradialytic exercise intensity on urea clearance in hemodialysis patients. *Appl Physiol Nutr Metab = Physiol Appl Nutr Metab*. 2018 Jan;43(1):101–4.
 101. Parsons TL, Toffelmire EB, King-VanVlack CE. Exercise Training During Hemodialysis Improves Dialysis Efficacy and Physical Performance. *Arch Phys Med Rehabil*. 2006;87(5):680–7.
 102. Dobsak P, Homolka P, Svojanovsky J, Reichertova A, Soucek M, Novakova M, et al. Intra-dialytic electrostimulation of leg extensors may improve exercise tolerance and quality of life in hemodialyzed patients. *Artif Organs*. 2012 Jan;36(1):71–8.
 103. Song W-J, Sohng K-Y. 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.
 104. Lobelo F, Rohm Young D, Sallis R, Garber MD, Billinger SA, Duperly J, et al. Routine Assessment and Promotion of Physical Activity in Healthcare Settings: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation*. 2018 May;137(18):e495–522.
 105. Myers J, McAuley P, Lavie CJ, Despres JP, Arena R, Kokkinos P. Physical Activity and Cardiorespiratory Fitness as Major Markers of Cardiovascular Risk: Their Independent and Interwoven Importance to Health Status. *Prog Cardiovasc Dis* [Internet]. 2015;57(4):306–14. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pcad.2014.09.011>
 106. Booth FW, Roberts CK, Thyfault JP, Ruegsegger GN, Toedebusch RG. Role of

- inactivity in chronic diseases: Evolutionary insight and pathophysiological mechanisms. *Physiol Rev.* 2017;97(4):1351–402.
107. Qiu Z, Zheng K, Zhang H, Feng J, Wang L, Zhou H. Physical Exercise and Patients with Chronic Renal Failure: A Meta-Analysis. *Biomed Res Int.* 2017;2017:14–6.
 108. Greenwood SA, Castle E, Lindup H, Mayes J, Waite I, Grant D, et al. Mortality and morbidity following exercise-based renal rehabilitation in patients with chronic kidney disease: The effect of programme completion and change in exercise capacity. *Nephrol Dial Transplant.* 2019;34(4):618–25.
 109. Tikkanen-Dolenc H, Wadén J, Forsblom C, Harjutsalo V, Thorn LM, Saraheimo M, et al. Physical activity reduces risk of premature mortality in patients with type 1 diabetes with and without kidney disease. *Diabetes Care.* 2017;40(12):1727–32.
 110. Cheema BS, Chan D, Fahey P, Atlantis E. Effect of progressive resistance training on measures of skeletal muscle hypertrophy, muscular strength and health-related quality of life in patients with chronic kidney disease: A systematic review and meta-analysis. *Sport Med.* 2014;44(8):1125–38.
 111. Sah SK, Siddiqui MA, Darain H. Effect of progressive resistive exercise training in improving mobility and functional ability of middle adulthood patients with chronic kidney disease. *Saudi J kidney Dis Transplant an Off Publ Saudi Cent Organ Transplantation, Saudi Arab.* 2015 Sep;26(5):912–23.
 112. Myers J, Chan KN, Chen Y, Lit Y, Massaband P, Kiratli BJ, et al. Association of physical function and performance with peak VO₂ in elderly patients with end stage kidney disease. *Aging Clin Exp Res [Internet].* 2021;33(10):2797–806. Available from: <https://doi.org/10.1007/s40520-021-01801-6>
 113. MacNee W. Aging, inflammation, and emphysema. Vol. 184, *American journal of respiratory and critical care medicine.* United States; 2011. p. 1327–9.
 114. Tudor RM, Kern JA, Miller YE. Senescence in chronic obstructive pulmonary disease. *Proc Am Thorac Soc.* 2012;9(2):62–3.
 115. Manns B, Hemmelgarn B, Lillie E, Dip SCPG, Cyr A, Gladish M, et al. Setting research priorities for patients on or nearing dialysis. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2014;9(10):1813–21.

116. Evangelidis N, Tong A, Manns B, Hemmelgarn B, Wheeler DC, Tugwell P, et al. Developing a Set of Core Outcomes for Trials in Hemodialysis: An International Delphi Survey. *Am J Kidney Dis* [Internet]. 2017;70(4):464–75. Available from: <http://dx.doi.org/10.1053/j.ajkd.2016.11.029>
117. Bossola M, Antocicco M, Di Stasio E, Ciciarelli C, Luciani G, Tazza L, et al. Mini Mental State Examination over time in chronic hemodialysis patients. *J Psychosom Res* [Internet]. 2011;71(1):50–4. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpsychores.2011.01.001>
118. Buchman AS, Tanne D, Boyle PA, Shah RC, Leurgans SE, Bennett DA. Kidney function is associated with the rate of cognitive decline in the elderly. *Neurology*. 2009 Sep;73(12):920–7.
119. Bronas UG, Puzantian H, Hannan M. Cognitive impairment in chronic kidney disease: Vascular milieu and the potential therapeutic role of exercise. *Biomed Res Int*. 2017;2017(Mci).
120. Chu NM, McAdams-DeMarco MA. Exercise and cognitive function in patients with end-stage kidney disease. *Semin Dial*. 2019 Jul;32(4):283–90.
121. Johansen KL, Painter P, Kent-Braun JA, Ng A V., Carey S, Da Silva M, et al. Validation of questionnaires to estimate physical activity and functioning in end-stage renal disease. *Kidney Int*. 2001;59(3):1121–7.
122. Johansen KL. Exercise in the end-stage renal disease population. *J Am Soc Nephrol*. 2007;18(6):1845–54.
123. Segura-Ortí E, Kouidi E, Lisón JF. Effect of resistance exercise during hemodialysis on physical function and quality of life: randomized controlled trial. *Clin Nephrol*. 2009 May;71(5):527–37.
124. Headley S, Germain M, Mailloux P, Mulhern J, Ashworth B, Burris J, et al. Resistance training improves strength and functional measures in patients with end-stage renal disease. *Am J Kidney Dis*. 2002;40(2):355–64.
125. Oliveros R MS, Avendaño M, Bunout D, Hirsch S, De La Maza MP, Pedreros C, et al. A pilot study on physical training of patients in hemodialysis. *Rev Med Chil* [Internet]. 2011;139(8):1046–53. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22215335>

126. Orcy RB, Dias PS, Seus TL, Barcellos FC, Bohlke M. Combined resistance and aerobic exercise is better than resistance training alone to improve functional performance of haemodialysis patients--results of a randomized controlled trial. *Physiother Res Int J Res Clin Phys Ther*. 2012 Dec;17(4):235–43.
127. Silva SF da, Pereira AA, Silva WAH da, Simões R, Barros Neto J de R. Physical therapy during hemodialyse in patients with chronic kidney disease. *J Bras Nefrol*. 2013;35(3):170–6.
128. Cook SA, MacLaughlin H, Macdougall IC. A structured weight management programme can achieve improved functional ability and significant weight loss in obese patients with chronic kidney disease. *Nephrol Dial Transplant*. 2008;23(1):263–8.
129. Bulckaen M, Capitanini A, Lange S, Caciula A, Giuntoli F, Cupisti A. Implementation of exercise training programs in a hemodialysis unit: effects on physical performance. *J Nephrol*. 2011;24(6):790–7.
130. Tao X, Chow SKY, Wong FKY. A nurse-led case management program on home exercise training for hemodialysis patients: A randomized controlled trial. *Int J Nurs Stud*. 2015 Jun;52(6):1029–41.
131. Greenwood SA, Lindup H, Taylor K, Koufaki P, Rush R, MacDougall IC, et al. Evaluation of a pragmatic exercise rehabilitation programme in chronic kidney disease. *Nephrol Dial Transplant*. 2012;27(SUPPL. 3):1–9.
132. Rezaei J, Abdi A, Rezaei M, Heydarnezhadian J, Jalali R. Effect of Regular Exercise Program on Depression in Hemodialysis Patients. *Int Sch Res Not*. 2015;2015:1–6.
133. Kouidi E, Karagiannis V, Grekas D, Iakovides A, Kaprinis G, Tourkantonis A, et al. Depression, heart rate variability, and exercise training in dialysis patients. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*. 2010;17(2):160–7.
134. Bohm C, Stewart K, Onyskie-Marcus J, Esliger D, Kriellaars D, Rigatto C. Effects of intradialytic cycling compared with pedometry on physical function in chronic outpatient hemodialysis: a prospective randomized trial. *Nephrol Dial Transplant*. 2014;29(10):1947–55.
135. Figueiredo RR, Castro AAM, Napoleone FMGG, Faray L, De Paula AR, Osório RAL. Respiratory biofeedback accuracy in chronic renal failure patients: A method

- comparison. *Clin Rehabil.* 2012;26(8):724–32.
136. Weiner P, Ganem R, Zamir D, Zonder H. [Specific inspiratory muscle training in chronic hemodialysis]. *Harefuah.* 1996 Jan;130(2):73-76,144.
 137. Silva VG da, Amaral C, Monteiro MB, Nascimento DM do, Boschetti JR. Effects of inspiratory muscle training in hemodialysis patients. *J Bras Nefrol.* 2011 Mar;33(1):62–8.
 138. Mandoorah QM, Shaheen FA, Mandoorah SM, Bawazir SA, Alshohaib SS. Impact of demographic and comorbid conditions on quality of life of hemodialysis patients: a cross-sectional study. *Saudi J kidney Dis Transplant an Off Publ Saudi Cent Organ Transplantation, Saudi Arab.* 2014 Mar;25(2):432–7.
 139. Saitoh M, Ogawa M, Dos Santos MR, Kondo H, Suga K, Itoh H, et al. Effects of Intradialytic Resistance Exercise on Protein Energy Wasting, Physical Performance and Physical Activity in Ambulatory Patients on Dialysis: A Single-Center Preliminary Study in a Japanese Dialysis Facility. *Ther Apher Dial.* 2016;20(6):632–8.
 140. Molnar MZ, Novak M, Mucsi I. Management of restless legs syndrome in patients on dialysis. *Drugs.* 2006;66(5):607–24.
 141. Koch BCP, Nagtegaal JE, Hagen EC, Van Der Westerlaken MML, Boringa JBS, Kerkhof GA, et al. The effects of melatonin on sleep-wake rhythm of daytime haemodialysis patients: A randomized, placebo-controlled, cross-over study (EMSCAP study). *Br J Clin Pharmacol.* 2009;67(1):68–75.
 142. Sabbatini M, Crispo A, Pisani A, Ragosta A, Cesaro A, Mirengi F, et al. Zaleplon improves sleep quality in maintenance hemodialysis patients. *Nephron - Clin Pract.* 2003;94(4):c99–103.
 143. El-Kader SMA, Al-Jiffri OH. Aerobic exercise modulates cytokine profile and sleep quality in elderly. *Afr Health Sci.* 2019;19(2):2198–207.
 144. Sullivan Bisson AN, Robinson SA, Lachman ME. Walk to a better night of sleep: testing the relationship between physical activity and sleep. *Sleep Heal.* 2019 Oct;5(5):487–94.
 145. Ferris LT, Williams JS, Shen C-L, O’keefe KA, Hale KB. Young investigator Research article RESISTANCE TRAINING IMPROVES SLEEP QUALITY IN OLDER ADULTS□A PILOT STUDY. ©*Journal Sport Sci Med [Internet].* 2005;4:354–60.

Available from: <http://www.jssm.org>

146. Zhou Y, Wu W, Zou Y, Huang W, Lin S, Ye J, et al. Benefits of different combinations of aerobic and resistance exercise for improving plasma glucose and lipid metabolism and sleep quality among elderly patients with metabolic syndrome: a randomized controlled trial. *Endocr J*. 2022 Jul;69(7):819–30.
147. Afshar R, Emany A, Saremi A, Shavandi N, Sanavi S. Effects of intradialytic aerobic training on sleep quality in hemodialysis patients. *Iran J Kidney Dis*. 2011 Mar;5(2):119–23.
148. Giannaki CD, Hadjigeorgiou GM, Karatzaferi C, Maridaki MD, Koutedakis Y, Founta P, et al. A single-blind randomized controlled trial to evaluate the effect of 6 months of progressive aerobic exercise training in patients with uraemic restless legs syndrome. *Nephrol Dial Transplant*. 2013;28(11):2834–40.
149. Gusbeth-Tatomir P, Boisteanu D, Seica A, Buga C, Covic A. Sleep disorders: A systematic review of an emerging major clinical issue in renal patients. *Int Urol Nephrol*. 2007;39(4):1217–26.
150. Kimmel PL, Cukor D, Cohen SD, Peterson RA. Depression in End-Stage Renal Disease Patients: A Critical Review. *Adv Chronic Kidney Dis*. 2007;14(4):328–34.
151. Theofilou P. Association of insomnia symptoms with kidney disease quality of life reported by patients on maintenance dialysis. *Psychol Heal Med*. 2013;18(1):70–8.
152. Yang B, Xu J, Xue Q, Wei T, Xu J, Ye C, et al. Non-pharmacological interventions for improving sleep quality in patients on dialysis: Systematic review and meta-analysis. *Sleep Med Rev* [Internet]. 2015;23:68–82. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.smr.2014.11.005>
153. Haskell WL. Physical activity by self-report: a brief history and future issues. *J Phys Act Health*. 2012 Jan;9 Suppl 1:S5-10.
154. Goldberg AP, Geltman EM, Gavin JR 3rd, Carney RM, Hagberg JM, Delmez JA, et al. Exercise training reduces coronary risk and effectively rehabilitates hemodialysis patients. *Nephron*. 1986;42(4):311–6.
155. Hagberg JM, Goldberg AP, Ehsani AA, Heath GW, Delmez JA, Harter HR. Exercise training improves hypertension in hemodialysis patients. *Am J Nephrol*. 1983;3(4):209–

- 12.
156. Goldberg AP, Hagberg J, Delmez JA, Carney RM, McKeivitt PM, Ehsani AA, et al. The metabolic and psychological effects of exercise training in hemodialysis patients. *Am J Clin Nutr.* 1980 Jul;33(7):1620–8.
157. Clyne N. Physical working capacity in uremic patients. *Scand J Urol Nephrol.* 1996;30(4):247–52.
158. Painter P, Moore GE. The Impact of Recombinant Human Erythropoietin on Exercise Capacity in Hemodialysis Patients. *Adv Ren Replace Ther [Internet].* 1994;1(1):55–65. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S1073-4449\(12\)80022-7](http://dx.doi.org/10.1016/S1073-4449(12)80022-7)
159. Afshar R, Shegarfy L, Shavandi N, Sanavi S. Effects of aerobic exercise and resistance training on lipid profiles and inflammation status in patients on maintenance hemodialysis. *Indian J Nephrol.* 2010 Oct;20(4):185–9.
160. Chen JLT, Godfrey S, Ng TT, Moorthi R, Liangos O, Ruthazer R, et al. Effect of intradialytic, low-intensity strength training on functional capacity in adult haemodialysis patients: A randomized pilot trial. *Nephrol Dial Transplant.* 2010;25(6):1936–43.
161. Cheema B, Abas H, Smith B, O’Sullivan A, Chan M, Patwardhan A, et al. Progressive exercise for anabolism in kidney disease (PEAK): A randomized, controlled trial of resistance training during hemodialysis. *J Am Soc Nephrol.* 2007;18(5):1594–601.
162. Aoike DT, Baria F, Kamimura MA, Ammirati A, de Mello MT, Cuppari L. Impact of home-based aerobic exercise on the physical capacity of overweight patients with chronic kidney disease. *Int Urol Nephrol.* 2015 Feb;47(2):359–67.
163. Kouidi E, Albani M, Natsis K, Megalopoulos A, Gigis P, Guiba-Tziampiri O, et al. The effects of exercise training on muscle atrophy in haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant.* 1998;13(3):685–99.