

**EFFECTOS DEL ENTRENAMIENTO OCLUSIVO EN PERSONAS CON ENFERMEDAD
RENAL CRÓNICA: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA**

**EFFECTS OF OCCLUSIVE TRAINING IN INDIVIDUALS WITH CHRONIC KIDNEY
DISEASE: A SYSTEMATIC REVIEW**

**EFEITOS DO TREINAMENTO OCLUSIVO EM INDIVÍDUOS COM DOENÇA RENAL
CRÔNICA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA**

Daniel González-Devesa¹, Fernando de la Puente², Miguel A. Sanchez-Lastra²,
Adrián García-Fresneda³, Rodrigo Bueno-Russo¹ y Carlos Ayán²

¹Universidad Católica de Ávila, Ávila, España

²Universidad de Vigo, Vigo, España

³Universidad Pompeu Fabra, Mataró, España

daniel.gonzalez@ucavila.es; ferrpuente9999@gmail.com;
adrianoslastra@gmail.com; adrian.gf83@gmail.com; rodrigo.bueno@ucavila.es;
Cayan@uvigo.es

Envío original: 2024-11-03 Reenviado: 2025-05-07 Aceptado: 2025-08-13

Publicado: 2025-08-21

Doi: <https://doi.org/10.15517/w4883691>

Resumen: el objetivo fue identificar y revisar críticamente los principales estudios disponibles que han tenido como objetivo mostrar los efectos del entrenamiento oclusivo (EO), en personas con enfermedad renal crónica (ERC). Se realizó una revisión sistemática siguiendo la guía PRISMA. Se buscaron estudios que informaran sobre los efectos del EO en la ERC en tres bases de datos (Pubmed, SPORTDiscuss y Scopus) desde sus inicios hasta septiembre 2024. Se empleó la escala PEDro para determinar la calidad metodológica de las investigaciones seleccionadas. Se identificaron diez estudios aleatorizados, de calidad metodológica entre regular y buena. Los estudios informaron del impacto del EO en variables bioquímicas, hemodinámicas, antropométricas y ligadas a la condición física. No se reportaron efectos adversos derivados del EO. Asimismo, la adherencia al programa de ejercicio fue

buena. La evidencia científica al respecto de la prescripción de EO en personas con ERC es limitada. Los resultados de los estudios hasta ahora publicados indican que el EO puede producir mejoras a nivel hemodinámico, aunque sus efectos no son superiores a los de otras modalidades de ejercicio físico, que pueden ser más recomendables a la hora de lograr cambios sustanciales en la composición corporal y los niveles de fuerza muscular.

Palabras clave: actividad física, enfermedad renal crónica, hemodiálisis, entrenamiento.

Abstract: the aim of the study was to identify and critically review the main available studies that sought to show the effects of occlusion training (OT) in people with chronic kidney disease (CKD). A systematic review was conducted following the PRISMA guidelines. Studies reporting the effects of OT in CKD were searched in three databases (PubMed, SPORTDiscus, and Scopus) from their inception to September 2024. The PEDro scale was used to determine the methodological quality of the selected studies. Ten randomized studies were identified, with methodological quality ranging from fair to good. The studies reported the impact of OT on biochemical, hemodynamic, anthropometric, and physical fitness-related variables. No adverse effects derived from OT were reported. In addition, adherence to the exercise program was good. Scientific evidence regarding the prescription of OT in people with CKD is limited. The results of the studies published so far indicate that OT may produce improvements at the hemodynamic level, although its effects are not superior to those of other exercise modalities, which may be more advisable when aiming to achieve substantial changes in body composition and muscle strength levels.

Keywords: physical activity, chronic kidney failure, hemodialysis, training.

Resumo: O objetivo foi identificar e revisar criticamente os principais estudos disponíveis que buscaram mostrar os efeitos do treinamento oclusivo (TO) em pessoas com doença renal crônica (DRC). Foi realizada uma revisão sistemática seguindo as diretrizes PRISMA. Foram buscados estudos que relatassem os efeitos do TO na DRC em três bases de dados (PubMed, SPORTDiscus e Scopus) desde a sua criação até setembro de 2024. A escala PEDro foi utilizada para determinar a qualidade metodológica das investigações selecionadas. Foram identificados dez estudos randomizados, com qualidade metodológica variando de regular a boa. Os estudos relataram o impacto do TO em variáveis bioquímicas, hemodinâmicas, antropométricas e relacionadas à condição física. Não foram relatados efeitos adversos decorrentes do TO. Além disso, a adesão ao programa de exercício foi boa. A evidência científica sobre a prescrição de TO em pessoas com DRC é limitada. Os resultados dos estudos publicados até o momento indicam que o TO pode produzir melhorias em nível

hemodinámico, embora seus efeitos não sejam superiores aos de outras modalidades de exercício físico, que podem ser mais recomendáveis para alcançar mudanças substanciais na composição corporal e nos níveis de força muscular.

Palavras-chave: atividade física, insuficiência renal crônica, hemodiálise, treinamento.

INTRODUCCIÓN

La enfermedad renal crónica (ERC) se caracteriza por la presencia de daño renal y/o una disminución sostenida de la tasa de filtración glomerular durante un período superior a tres meses, y se clasifica en cinco estadios (Boffa y Cartery, [2015](#)). La quinta estadía se considera como terminal, requiriéndose una terapia de reemplazo renal como la terapia dialítica o el trasplante renal (Alvis y Calderón, [2020](#)).

La prescripción de ejercicio físico en personas con ERC es actualmente considerada como una terapia coadyuvante de utilidad en esta población, debido a los efectos beneficiosos que ejerce sobre su capacidad funcional y calidad de vida (Villanego et al., [2020](#)).

Tradicionalmente, las investigaciones al respecto del impacto de este tipo de terapia coadyuvante en personas con ERC se han centrado en modalidades de ejercicio aeróbico, de fuerza-resistencia, o en la combinación de ambas. Sin embargo, recientemente han ido surgiendo investigaciones que se han propuesto identificar el efecto de nuevas tendencias de entrenamiento, como puede ser el ejercicio acuático (Rodríguez Rey et al., [2020](#)), el entrenamiento intercalado de alta intensidad o la realidad virtual y la gamificación (Wilkinson et al., [2020](#)). Entre estas nuevas tendencias, el entrenamiento oclusivo (EO), también conocido como entrenamiento con restricción de flujo sanguíneo, es un tipo de terapia coadyuvante con potencial interés dentro del proceso de rehabilitación, debido a sus efectos potenciales. Este tipo de entrenamiento combina la restricción parcial del flujo arterial mientras se restringe totalmente el retorno venoso de una extremidad la cual se ejercita simultáneamente, observándose un impacto positivo sobre la sarcopenia (Conceição y Ugrinowitsch, [2019](#)), una mejora en los niveles de fuerza muscular (Hughes et al., [2017](#)), eficiencia cardiovascular (Bennett y Slattery, [2019](#)) e incluso en función vascular (Early et al., [2020](#)). Diversos estudios han encontrado resultados que animan a emplear el EO. Por ejemplo, esta metodología se ha mostrado igualmente efectivo que el entrenamiento de fuerza de baja intensidad a la hora lograr adaptaciones estructurales y funcionales en la musculatura (Gavanda et al., [2020](#)). También se ha encontrado que el entrenamiento de fuerza de baja intensidad combinado con EO tiene la misma efectividad que el entrenamiento de fuerza de alta intensidad aislado en sujetos no entrenados (Chang et al., [2024](#)). Este es un aspecto relevante, dado que los déficits de fuerza muscular son comunes en las personas con ERC, y

están relacionados con declives en la autonomía funcional y en el riesgo de caídas, de ahí la importancia del entrenamiento de fuerza en esta población (Baker et al., [2022](#)).

En relación a las adaptaciones cardiovasculares, se ha observado que combinar la oclusión vascular con el ejercicio aeróbico de media intensidad es más efectivo que el entrenamiento aeróbico aislado (Tanaka y Takarada, [2018](#)). A este respecto, conviene indicar que las personas con ERC presentan mayor riesgo de padecer patologías cardiovasculares y metabólicas, el cual puede ser atenuado a través de modalidades de entrenamiento que estimulen la eficiencia cardiorrespiratoria de los pacientes (Pei et al., [2019](#)).

Sin embargo, la realización de EO no está exenta de riesgos, sobre todo en personas que presentan problemas a nivel cardiovascular (Spranger et al., [2015](#)) o hipertensión (Domingos y Polito, [2018](#)), por lo que es estrictamente necesario conocer la metodología aconsejada para su correcta aplicación en cada caso (Patterson et al., [2019](#)).

Dado que se considera que los profesionales de la nefrología son los primeros responsables en aconsejar la realización de terapias basadas en ejercicio físico a sus pacientes con ERC (Martínez-Majolero et al., [2022](#)), se hace necesario poner a su disposición información relativa a las características de los programas de EO que hasta la fecha han sido desarrollados en esta población. Este objetivo se puede lograr mediante la realización de revisiones sistemáticas que sintetizen la evidencia científica al respecto de este tipo de terapia física. Dado que actualmente no se ha publicado ningún estudio de revisión sobre esta temática, este estudio pretende identificar las principales investigaciones realizadas sobre los efectos del EO en personas con ERC, mediante la realización de una revisión sistemática que permita analizar la calidad metodológica de los mismos y exponer sus principales hallazgos. La información obtenida permitirá a los profesionales de la nefrología, de la salud y del ejercicio en general, conocer los potenciales beneficios de esta terapia, sus posibles efectos adversos y los principales parámetros a conocer para su debida aplicación.

MATERIAL Y MÉTODOS

Esta revisión sistemática se realizó de acuerdo con las directrices de Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) (Page et al., [2021](#)).

Estrategia de búsqueda

La estrategia de búsqueda fue diseñada para encontrar el mayor número de ensayos clínicos controlados aleatorizados (ECA) que tuviesen como objetivo identificar el impacto que tiene el EO en personas con ERC. Para ello, se realizó una búsqueda sin acotación temporal en las bases de datos Pubmed, Sportdiscus y Scopus, hasta septiembre de 2024, combinando las palabras clave y operadores booleanos de este modo: ("Chronic Kidney Disease" OR "Renal Insufficiency" OR "Kidney Transplantation") AND ("Blood Flow Restriction" OR "Blood

Flow Restricted” OR “Occlusion Training” OR “Vascular Occlusion” OR “Kaatsu” OR “Ischemi” Training”).

Se excluyeron todas las investigaciones que: a) incluyesen una muestra formada por participantes con distintas patologías y no aportasen información por separado para las personas con ERC; b) no describiesen el programa de entrenamiento físico realizado; c) analizaran los efectos de una sesión aislada de ejercicio físico; d) empleasen el EO en combinación con otras terapias rehabilitadoras; e) estuviesen redactados en un idioma diferente al español, portugués, italiano o inglés.

Procedimiento de selección

Dos autores examinaron los títulos y los resúmenes de los estudios identificados para determinar su elegibilidad. Después de revisar de forma independiente las investigaciones inicialmente incluidas, ambos autores los compararon para llegar a un acuerdo. Tras este paso, se obtuvo una copia en texto completo de cada estudio potencialmente relevante. Tras la lectura de este, en caso de que existiese duda sobre si el estudio cumplía los criterios de inclusión, se pidió el asesoramiento de un tercer autor y las discrepancias se resolvieron por consenso. Una vez seleccionados los estudios, se revisaron sus referencias y se localizaron investigaciones que citasen los mismos, al objeto de identificar otros trabajos potencialmente incluibles.

Extracción de datos

Un investigador diseñó una tabla a modo de matriz en el que se incluyó la siguiente información: características de la muestra; (número, distribución por sexo, edad, índice de masa corporal (IMC), tiempo en hemodiálisis (HD), criterios de inclusión y exclusión); intervención realizada (incluyendo protocolo de EO); variables analizadas y métodos utilizados para ello; principales resultados, adherencia/abandonos, efectos adversos y limitaciones de los estudios.

Valoración de la calidad metodológica

La calidad metodológica de los ECA fue determinada mediante el empleo de la escala PEDro (Maher et al., [2003](#)). Los puntos de corte sugeridos para categorizar los estudios por calidad fueron: excelente (9-10), bueno (6-8), regular (4-5) y pobre (≤ 3) (Silverman et al., [2012](#)). La valoración de 5 estudios fue extraída directamente de la base de datos de PEDro (Barbosa et al., [2018](#); Cardoso et al., [2020](#); de Corrêa et al., [2020](#); Nobre et al., [2022](#); Silva et al., [2021](#)). En los restantes, la escala fue aplicada por dos autores de manera independiente y las discordancias resueltas mediante consenso con un tercer autor.

RESULTADOS

La búsqueda inicial resultó en un total de 330 resultados. Después de excluir los duplicados y llevar a cabo el cribado de títulos y resúmenes, se seleccionaron potencialmente 24 estudios. Tras la lectura completa de los textos, se incluyeron finalmente un total de 10 estudios (Barbosa et al., [2018](#); Cardoso et al., [2020](#); de Corrêa et al., [2020](#), [2021](#), [2023](#); de Deus et al., [2021](#), [2022](#); Dias et al., [2020](#); Nobre et al., [2022](#); Silva et al., [2021](#)). Se observaron tres grandes líneas de investigación en las que se agruparon tres (Cardoso et al., [2020](#); Dias et al., [2020](#); Nobre et al., [2022](#)), cinco (de Corrêa et al., [2020](#), [2021](#), [2024](#); de Deus et al., [2021](#), [2022](#)) y dos (Barbosa et al., [2018](#); Silva et al., [2021](#)) estudios, respectivamente. El diagrama de flujo del proceso de búsqueda y revisión en las bases de datos se presenta en la [Figura 1](#).

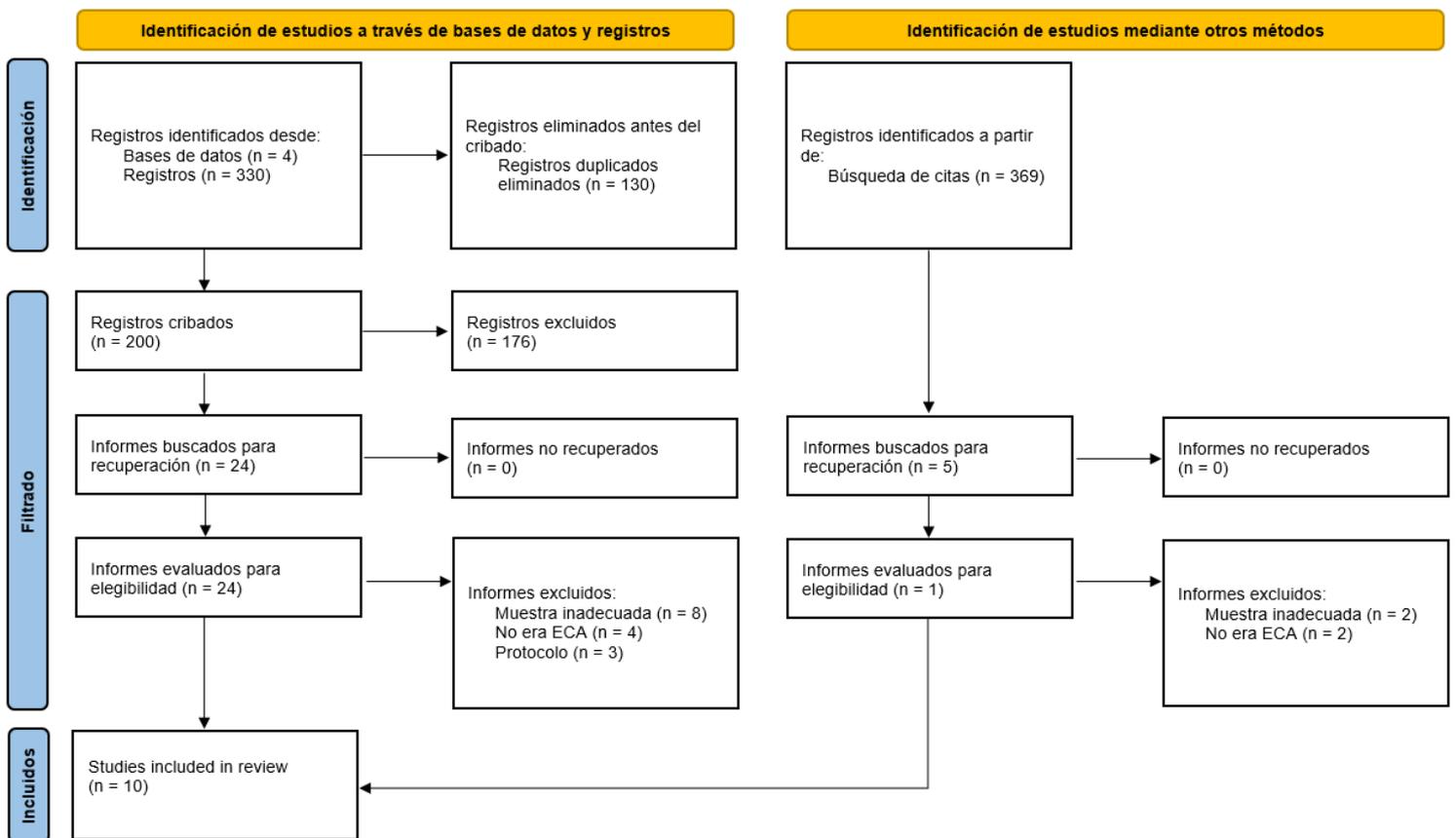


Figura 1. Diagrama de flujo del estudio PRISMA para la inclusión de estudios. Fuente: elaboración propia.

Características generales de los estudios

La [Tabla 1](#) muestra una descripción detallada de las características de los estudios incluidos. Las muestras de las investigaciones estuvieron conformadas en su totalidad por personas con ERC (estudios 2-5), variando su tamaño entre 22 (Dias et al., [2020](#)) y 105 pacientes (de Corrêa et al., [2021](#); de Deus et al., [2021](#)), con edades comprendidas entre los

22 y los 88 años (edad media entre 50-60 años). Todas las muestras incluyeron hombres y mujeres, si bien por lo general tenían mayor representación masculina, a excepción del estudio de Barbosa et al. ([2018](#)).

Tabla 1.

Características generales de los estudios y resultados obtenidos.

Primer autor (año)	Muestra	Intervención	Variables analizadas: herramientas de evaluación	Efectos adversos derivados del ejercicio y adherencia	Resultados
Barbosa et al. (2018)	<p>Tamaño muestral inicial/final: 26/22</p> <p>Distribución (n; % M; edad media ± DT; otros datos): GEO: n=12; 71% M; 61,33 ± 7,82 años; IMC: 30,58 ± 5,91 kg/m² GE: n= 14; 33% M; 60,14 ± 10,67 años; IMC: 28,20 ± 6,72 kg/m²</p>	<p>Duración total: 8 semanas</p> <p>GEO: Frecuencia: 2 sesiones supervisadas y 3 en casa cada semana Ejercicios: Apretar pelota de tenis: (único ejercicio en casa, flexión de codo con mancuernas, ejercicios dinámicos de fuerza de agarre) Oclusión: 50% del flujo sanguíneo arterial.</p> <p>GE: Igual que GEO sin oclusión.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Bioquímica: Muestra de sangre • Morfología de la vena cefálica (diámetro, distensibilidad) y arteria radial (diámetro, pico y velocidad de flujo sanguíneo): Ecografía. • Fuerza de presión manual: Test con dinamómetro manual • Circunferencia del antebrazo: Medición de perímetro con cinta métrica. 	<p>Sin efectos adversos.</p> <p>Completaron el programa: 85%</p> <p>Porcentajes de abandono/exclusión: 50% (GC), 50% (GEO),</p> <p>Motivos de abandono/exclusión: Fallecimiento, ingreso de larga duración, dificultades económicas y complicaciones en la fístula.</p>	<p>GEO: Aumento de diámetro de arteria radial en todos los segmentos (2, 10 y 20 cm)</p> <p>GE: <ul style="list-style-type: none"> • Aumento de diámetro de la vena cefálica en dos segmentos (2 y 10 cm) • Aumento de diámetro de arteria radial en dos segmentos (2 y 10 cm) • Aumento de la fuerza de presión manual. </p>
Silva et al. (2021)	<p>Criterios de inclusión: pacientes con ERC en estadio 4-5, mayores de 18 años.</p> <p>Criterios de exclusión: pacientes con deterioro cognitivo leve, signos de tromboflebitis y/o hipoplasia/agenesia de los miembros superiores", trabajos manuales con altas cargas y lesionados.</p>				
Cardoso et al. (2020)	<p>Tamaño muestral inicial/final: 66/56</p> <p>Distribución (n; % M; edad media ± DT; otros datos): GC: n=22; 55% M; 48,2 ± 13,6 años; IMC: 31,6 ± 6 kg/m²; Tiempo en HD (meses): 33 GEO: n=22; 53% M; Tiempo en HD (meses): 54; Edad media y DT: 49,4 ± 15,9 IMC: 42,1 ± 8 kg/m² GE: n=22 (42% M) Tiempo en HD (meses): 25 Edad media y DT: 59,8 ± 16,1 IMC: 40 ± 8 kg/m²</p>	<p>Duración total: 12 semanas</p> <p>GC: Sin cambios en su rutina</p> <p>GEO: Frecuencia: 3 sesiones semanales durante HD Ejercicio: Aeróbico Volumen: 20 min Intensidad: 60-63% FCM (10-11 en EEP) y 64-76% FCM (12-13 EEP)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Fuerza: test isométrico de miembros inferiores mediante dinamómetro. • Capacidad cardiorrespiratoria: Prueba de la marcha de 6 min 	<p>Sin efectos adversos.</p> <p>Completaron el programa: 85%</p> <p>Porcentajes de abandono/exclusión: 6% (GC), 6% (GEO), 3% (GE).</p> <p>Motivos de abandono/exclusión: Complicaciones de</p>	<p>GEO: Mejora significativa de la distancia recorrida en la prueba de la marcha de 6 min (de 412,7 ± 115,9 m a 483 ± 131 m)</p>

	<p>GE: Igual que GEO sin oclusión.</p>	<p>salud y mal resultado en el análisis de fuerza.</p>
	<p>GE: Igual que GEO sin oclusión.</p>	<p>salud y mal resultado en el análisis de fuerza.</p>
<p>Corrêa et al. (2020)</p>	<p>GE: Igual que GEO sin oclusión.</p>	<p>salud y mal resultado en el análisis de fuerza.</p>

<p>Corrêa et al. (2021)</p>	<p>[Análisis de submuestra procedente de Corrêa et al. (2020)]</p> <p>Tamaño muestral inicial/final: 141/90 Distribución (n; % M; edad media ± DT; otros datos): GC: n=30; 37% M; 57 ± 6 años; IMC: 30,4 ± 2,3 kg/m² GEO: n=30; 33% M; 60 ± 8 años; IMC: 31,3 ± 2,2 kg/m² GE: n=30; 40% M; 58 ± 9 años; IMC: 30,9 ± 3,2 kg/m²</p> <p>Criterios de inclusión: pacientes con ERC estadio 2 con buena respuesta a la medicación.</p> <p>Criterios de exclusión: pacientes descompensados, ERC de estadio 3 o superior, diabetes, demencia, enfermedades autoinmunes, enfermedades cardiovasculares, abuso de alcohol o drogas y cirugía en los últimos 3 meses.</p>	<p><u>Intensidad:</u> 50-70% de la 1RM.</p> <p>[<u>Misma intervención que Corrêa et al. (2020)</u>]</p> <p>Duración total: 6 meses</p> <p>GC: Sin cambios en su rutina</p> <p>GEO: <u>Frecuencia:</u> 3 sesiones/semana <u>Ejercicio:</u> Fuerza (press de banca, remo sentado, press de hombros, tríceps en polea, curl de bíceps, prensa de piernas 45°, extensión de cuádriceps y curl de musculatura isquiosural). <u>Volumen:</u> 3 series de 8-12 rep. <u>Intensidad:</u> 30-50% de la 1RM <u>Oclusión:</u> 50% del flujo sanguíneo arterial con banda de 18cm de ancho.</p> <p>GE: <u>Frecuencia:</u> igual a GEO <u>Ejercicios:</u> igual a GEO <u>Volumen:</u> igual a GEO <u>Intensidad:</u> 50-70% de la 1RM</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Bioquímica: <ul style="list-style-type: none"> -Muestras de sangre. -Capacidad antioxidante total: Equivalente Trolox -Actividades de superóxido dismutasa, catalasa y biodisponibilidad de óxido nítrico. -F2-isoprostanos -Péptidos vasoactivos (enzima convertidora de angiotensina I, angiotensina II y bradiquinina) -Arginina-vasopresina • Composición corporal: Absorciometría dual de rayosX • PA: <ul style="list-style-type: none"> -Durante el día y a lo largo de 24h: Monitor SpaceLabs -Reactividad de la presión sanguínea al estrés: 3 min fuerza de agarre manual estática 30% 1RM • Estrés percibido: escala • Fuerza: Test 1RM de cada ejercicio del programa. 	<p>Sin efectos adversos.</p> <p>Completaron el programa: 64% GEO asistió a un mayor número de sesiones (93%), confirmando mayor adherencia.</p> <p>Porcentajes de abandono/exclusión: 12% (GC), 10% (GEO), 14% (GE)</p> <p>Motivos de abandono/exclusión: Problemas familiares, emocionales, de sueño o respiratorios. Además, los que no podían realizar un ejercicio también eran excluidos.</p>	<p>GEO y GE similares en:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reducción de PA sistólica y diastólica durante el día y las 24 horas (GE: 10,4%; GEO: 10,3%), masa grasa, F2-isoprostanos, dimetilarginina asimétrica, dimetilarginina (ADMA) y vasopresina (p<0,05). • Aumento de angiotensina 1-7, óxido nítrico, catalasa, equivalente de Trolox y fuerza muscular (p<0,05). • Atenuación de la disminución de la eGFR estimada (p<0,001 frente a GC). • Aumento de la fuerza de prensión manual. <p>GEO: Menor malestar durante el ejercicio (p<0,001)</p>
<p>de Deus et al. (2021)</p>	<p>[Misma muestra que Corrêa et al. (2020)]</p>	<p>[<u>Misma intervención que Corrêa et al. (2020)</u>]</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Bioquímica: muestras de sangre. -Equilibrio redox 	<p>Sin efectos adversos.</p> <p>Completaron el</p>	<p>GEO y GE similares en:</p>

	<p>Tamaño muestral inicial/final: 141/105</p> <p><i>Distribución (n; % M; edad media ± DT; otros datos):</i> GC: n=35; 31% M; 58 ± 5 años; IMC: 33,2 ± 1,6 kg/m² GEO: n=35; 34% M; 58 ± 7 años; IMC: 33,3 ± 1,9 kg/m² GE: n=35; 28% M; 58 ± 6 años; IMC: 33,6 ± 2 kg/m²</p> <p>Criterios de inclusión: pacientes con ERC estadio 2 con buena respuesta a la medicación y altos niveles inflamatorios como variable para controlar la progresión de la enfermedad.</p> <p>Criterios de exclusión: pacientes descompensados, ERC de estadio 3 o superior, enfermedades neurodegenerativas, enfermedades osteoarticulares, autoinmunes, lupus, enfermedades renales congénitas y otras posibles comorbilidades que podrían limitar al individuo a realizar las pruebas físicas y el entrenamiento físico.</p>	<p>Duración total: 6 meses</p> <p>GC: Sin cambios en su rutina</p> <p>GEO: <u>Frecuencia:</u> 3 sesiones/semana <u>Ejercicio:</u> Fuerza (press de banca, remo sentado, press de hombros, tríceps en polea, curl de bíceps, prensa de piernas 45°, extensión de cuádriceps y curl de musculatura isquiosural). <u>Volumen:</u> 3 series de 8-2 rep. <u>Intensidad:</u> 30-50% de la 1RM <u>Oclusión:</u> 50% del flujo sanguíneo arterial con banda de 18cm de ancho.</p> <p>GE: <u>Frecuencia:</u> igual a GEO <u>Ejercicios:</u> igual a GEO <u>Volumen:</u> igual a GEO <u>Intensidad:</u> 50-70% de la 1RM</p>	<p>(Paraoxinasa1 y mieloperoxidasa): Kits ELISA -Función renal: eGFR en base a valores de cistinina C y creatinina.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Antropometría: mediciones altura, peso e IMC • Fuerza: Test 1RM de 8 ejercicios • Función cardíaca: Midiendo la HRV con un PolarRS800 	<p>programa: 74%</p> <p>Porcentajes de abandono/exclusión: 9% (GC), 6% (GEO), 11% (GE)</p> <p>Motivos de abandono/exclusión: complicaciones de salud, problemas de sueño, problemas familiares.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Disminución de mieloperoxidasa (GE, ~34 ng/ml; GEO, ~27 ng/ml) • Mejora de la defensa antioxidante (PON1: GE, ~23 U/L y GEO, ~31 U/L) y de la función cardíaca autónoma (Intervalo R-R: GE, ~120,4 ms y GEO, ~117,7 ms). • Atenuación del declive de la eGFR.
<p>de Deus et al. (2022)</p>	<p>[Misma muestra que Corrêa et al. (2020)]</p> <p>Tamaño muestral inicial/final: 141/105</p> <p><i>Distribución (n; % M; edad media ± DT; otros datos):</i> GC: n=35; 31% M; 58 ± 5 años; IMC: 33,2 ± 1,6 kg/m²</p>	<p>[Misma intervención que Corrêa et al. (2020)]</p> <p>Duración total: 6 meses</p> <p>GC: Sin cambios en su rutina</p> <p>GEO: <u>Frecuencia:</u> 3 sesiones/semana</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Bioquímica: muestras de sangre. -Perfil lipídico -Perfil de la glucosa -Índices derivados de la glucosa -Mediadores hormonales de la captación de glucosa -Marcadores 	<p>Sin efectos adversos.</p> <p>Completaron el programa: 74%</p> <p>Porcentajes de abandono/exclusión: 9% (GC), 6% (GEO), 11% (GE)</p>	<p>GEO y GE similares en:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mejora de la homeostasis de la glucosa y la liberación de mediadores hormonales de la captación de glucosa (incluyendo irisina, adiponectina y SIRT-1) • Disminución de indicadores pro-

	<p>GEO: n=35; 34% M; 58 ± 7 años; IMC: 33,3 ± 1,9 kg/m² GE: n=35; 28% M; 58 ± 6 años; IMC: 33,6 ± 2 kg/m²</p> <p>Criterios de inclusión: pacientes con ERC estadio 2 con buena respuesta a la medicación y altos niveles inflamatorios como variable para controlar la progresión de la enfermedad.</p> <p>Criterios de exclusión: pacientes descompensados, ERC de estadio 3 o superior, enfermedades neurodegenerativas, enfermedades osteoarticulares, autoinmunes, lupus, enfermedades renales congénitas y otras posibles comorbilidades que podrían limitar al individuo a realizar las pruebas físicas y el entrenamiento físico.</p>	<p>Ejercicio: Fuerza (press de banca, remo sentado, press de hombros, tríceps en polea, curl de bíceps, prensa de piernas 45°, extensión de cuádriceps y curl de musculatura isquiosural). Volumen: 3 series de 8-12 rep. Intensidad: 30-50% de la 1RM Oclusión: 50% del flujo sanguíneo arterial con banda de 18cm de ancho.</p> <p>GE: Frecuencia: igual a GEO Ejercicios: igual a GEO Volumen: igual a GEO Intensidad: 50-70% de la 1RM</p>	<p>inflamatorios -Función renal: eGFR medida por la cistinina C y creatinina. •Antropometría: mediciones altura, peso e IMC •Fuerza: Test 1RM de 8 ejercicios •Función cardíaca: Midiendo la HRV con un PolarRS800</p>	<p>Motivos de abandono/exclusión: complicaciones de salud, problemas de sueño, problemas familiares.</p>	<p>inflamatorios y proteínas fibróticas •Atenuación del declive de la eGFR.</p>
<p>Dias et al. (2020)</p>	<p>Tamaño muestral inicial/final: 22/19</p> <p>Distribución (n; % M; edad media ± DT; otros datos): GEO: n= 11; 54% M; Tiempo en HD (meses): 63; Edad media y DT: 46,6 ± 11,3 Peso medio y DT: 72,4 ± 9,1 kg GE: n=11; 36% M; 53,9 ± 15,3 años; peso promedio ± DT : 74,3 ± 16,6 kg; Tiempo en HD (meses): 40</p> <p>Criterios de inclusión: estar en HD por más de 3 meses, ≥ 18 años, utilizar una fístula arteriovenosa como acceso vascular, presentar estabilidad hemodinámica en HD durante el último mes, capacidad cognitiva y</p>	<p>Duración total: 4 sesiones de HD, 2 de ejercicio y 2 de control</p> <p>GEO: Ejercicio: Aeróbico en cicloergómetro. Volumen: 20 min Intensidad: 12-13 en EEP. Interrupción si se excedía el 80% FCM Oclusión: 50% del flujo sanguíneo arterial con banda hinchable de 6cm.</p> <p>GE: Mismo programa que GEO sin oclusión</p>	<p>Adecuación de la HD: -Kt/V-urea -Ratio de reducción de urea -Rebote de urea -Rebote de fósforo -Masa total de urea y fósforo</p>	<p>Sin efectos adversos.</p> <p>Completaron el programa: 86%</p> <p>Porcentajes de abandono/exclusión: 9% (GEO), 5% (GE)</p> <p>Motivos de abandono/exclusión: Cambio en el horario de HD, abandono voluntario y trasplante de riñón.</p>	<p>GEO: • Mejora de Kt / V urea (p<0,001) • Mejora ratio de reducción de la urea (p<0,001) • Mejora rebote de urea (p<0,01)</p>

musculoesquelética para realizar entrenamiento físico, y no presentar ninguna enfermedad intercurrente.

Criterios de exclusión: Haber tenido eventos cardiovasculares en los últimos 3 meses, infecciones agudas, embarazo, control inadecuado de la PA (PA sistólica superior a 180 mmHg y/o PA diastólica superior a 105 mmHg) o frecuencia cardíaca superior a 120 lpm durante la HD.

Nobre et al.
(2022)

[Misma muestra que Cardoso et al. (2020)]

Tamaño muestral inicial/final: 66/56

Distribución (n; % M; edad media ± DT; otros datos):

GC: n=22; 55% M; 48,2 ± 13,6 años; IMC: 31,6 ± 6 kg/m²; Tiempo en HD (meses): 33

GEO: n=22; 53% M; Tiempo en HD (meses): 54; Edad media y DT: 49,4 ± 15,9 IMC: 42,1 ± 8 kg/m²

GE: n=22 (42% M) Tiempo en HD (meses): 25 Edad media y DT: 59,8 ± 16,1 IMC: 40 ± 8 kg/m²

Criterios de inclusión: pacientes con ERC mayores de 18 años en HD durante 3 o más meses.

Criterios de exclusión: haber tenido enfermedades coronarias previas, padecer cáncer, encontrarse en cuidados intensivos, presentar limitaciones musculoesqueléticas o

[Misma intervención que Cardoso et al. (2020)]

Duración total: 12 semanas

GC: Sin cambios en su rutina

GEO:
Frecuencia: 3 sesiones semanales durante HD

Ejercicio: Aeróbico

Volumen: 20 min

Intensidad: 60-63% FCM (10-11 en EEP) y 64-76% FCM (12-13 EEP)

GE: Igual que GEO sin oclusión.

•**PA:**

-Durante el ejercicio: monitoreo con esfigmomanómetro aneroide (Tycos, Welch Allyn, NY).

-Durante HD: medidas cada 60 min.

Sin efectos adversos.

Completaron el programa: 80%

Porcentajes de abandono/exclusión: 6% (GC), 6% (GEO), 3% (GE).

Motivos de abandono/exclusión: Complicaciones de salud y mal resultado en el análisis de fuerza.

GEO y GE similares en:

- Hubo una mayor disminución de la PA en las sesiones de GE y GEO en comparación con GC a los 60 y 120 min (tamaño del efecto 0.49).
- Hubo un mayor porcentaje de PA sistólica baja en GEO a los 60 min (3%) y 120 min (5%).
- La frecuencia de PA diastólica por encima de 90 mmHg fue mayor en el grupo GEO al inicio, pero similar entre los grupos GEO y GC, y menor en el grupo GE a los 60 y 120 min.
- La ocurrencia de PA sistólica por encima de 140 mmHg fue menor en el grupo GE a los 120 min.
- En un análisis post-hoc, el grupo GE también presentó una menor ocurrencia de PA sistólica

	estar participando en un programa de ejercicio.				por encima de 160 mmHg y 180 mmHg a los 60 y 120 min.
Corrêa et al. (2024)	<p>[Análisis de submuestra procedente de Corrêa et al. (2020)]</p> <p>Tamaño muestral: 48 Distribución (n; % M; edad media ± DT; otros datos): GC: n=24; NR GEO: n=24; NR</p> <p>Criterios de inclusión: participantes con niveles bajos de dímero D (<500 ng/mL); en HD de mantenimiento durante al menos 3 meses; HD al menos 3 veces por semana; y edad ≥ 50 años.</p> <p>Criterios de exclusión: participantes con lupus eritematoso sistémico u otras enfermedades autoinmunes; malformación congénita del riñón; y cualquier complicación médica.</p>	<p>[Misma intervención que Corrêa et al. (2020)]</p> <p>Duración total: 6 meses</p> <p>GC: Sin cambios en su rutina</p> <p>GEO: Frecuencia: 3 sesiones/semana Ejercicio: Fuerza (press de banca, remo sentado, press de hombros, tríceps en polea, curl de bíceps, prensa de piernas 45°, extensión de cuádriceps y curl de musculatura isquiosural). Volumen: 3 series de 8-12 rep. Intensidad: 6-8 escala OMNI (de moderadamente difícil a difícil) Oclusión: 50% del flujo sanguíneo arterial con banda de 7cm de ancho para miembros superiores y 12.5cm para miembros inferiores.</p>	<p>• Bioquímica: -Muestras de sangre (niveles de dímero D, glucosa en sangre en ayunas y proteína C reactiva)</p> <p>• Composición corporal: Báscula mecánica (Filizola®; Filizola, Brasil)</p> <p>• Fuerza: Dinamómetro de mano hidráulico (Jamar®; Sammons Preston, EEUU).</p>	<p>Sin efectos adversos.</p> <p>Completaron el programa: NR</p> <p>Porcentajes de abandono/exclusión: NR</p> <p>Motivos de abandono/exclusión: NR</p>	<p>GEO:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El dímero D aumentó significativamente 4 horas después de una sesión aguda de GEO en comparación con GC (p = 0.04) y con la línea base (p = 0.01).

Abreviaturas: EEP: Escala de esfuerzo percibido; eGFR: Tasa de filtración glomerular estimada; EO: Entrenamiento oclusivo; FCM: Frecuencia cardíaca máxima; GC: Grupo control; GE: Grupo ejercicio; GEO: Grupo entrenamiento oclusivo; HD: Hemodiálisis; HRV: Variabilidad de la frecuencia cardíaca; IMC: Índice de masa corporal; M: mujeres; NR: No reportado; PA: presión arterial; RT: Entrenamiento de fuerza-resistencia; 1RM: Repetición máxima; 6MWT: Test de la marcha de 6 minutos. Fuente: elaboración propia.

Características de los programas de ejercicio.

La duración de los programas de ejercicio varió entre 4 días (Dias et al., [2020](#)) y 24 semanas, con entre 2 y 5 sesiones semanales de una duración de 20 a 60 minutos (de Corrêa et al., [2020](#), [2021](#), [2024](#); de Deus et al., [2021](#), [2022](#)), la [Tabla 1](#) muestra información al respecto detallada para cada uno de los estudios. El protocolo de restricción utilizado en todos los programas fue la oclusión del 50% del flujo sanguíneo arterial con bandas o manguitos de oclusión de 6-18cm. Cuatro estudios incluyeron pacientes que seguían HD (Barbosa et al., [2018](#); Cardoso et al., [2020](#); Dias et al., [2020](#); Nobre et al., [2022](#)) desarrollándose en dos de ellos el ejercicio durante las propias sesiones de HD. Los programas de ejercicio físico estuvieron centrados en el desarrollo de la fuerza muscular o de la capacidad cardiorrespiratoria, mediante ejercicio aeróbico. Todos los programas realizaron progresiones aumentando la intensidad, a excepción de Dias et al. ([2020](#)). El tipo de progresión fue lineal, con un aumento de la intensidad cada varias semanas. La intensidad y su progreso fue controlada en los programas de fuerza mediante el porcentaje respecto a la repetición máxima, mientras que los programas de carácter aeróbico utilizaron la frecuencia cardíaca máxima y/o la escala de esfuerzo percibido (EEP).

Principales hallazgos de los estudios

Se observaron cambios significativos en diversas variables tras completar los programas con EO en todos los estudios analizados ([Tabla 1](#)).

Bioquímica y hemodinámica: Los estudios reportaron generalmente efectos similares tras la intervención en los grupos de ejercicio con y sin EO. Se encontraron beneficios significativos en parámetros antiinflamatorios (de Corrêa et al., [2020](#), [2021](#); de Deus et al., [2022](#); Dias et al., [2020](#)), en la tasa de filtración glomerular (de Corrêa et al., [2020](#), [2021](#); de Deus et al., [2022](#)) y en los niveles de glucosa en sangre (de Deus et al., [2022](#)). También se reportaron mejoras en la presión arterial, el equilibrio redox, la biodisponibilidad del óxido nítrico y péptidos vasoactivos en ambos grupos de entrenamiento, entre otros (Corrêa et al., [2020](#); Nobre et al., [2022](#)), así como en el eje Klotho-FGF23 (de Corrêa et al., [2021](#)). El índice Kt/v y el efecto rebote de la urea sugirieron una mejor adecuación de la HD en los pacientes que realizaban las sesiones con ejercicio en comparación con las sesiones de HD sin ejercicio (Dias et al., [2020](#)). Finalmente, un estudio reportó un aumento significativo en los niveles de dímero D cuatro horas después de una sesión aguda de EO (de Corrêa et al., [2024](#)).

Antropometría y composición corporal: de Deus et al. ([2021](#)) reportaron disminuciones del IMC tras programas de fuerza con y sin EO en comparación con los valores previos a la intervención en ambos grupos. El estudio no informó de diferencias significativas entre ambas condiciones (de Deus et al., [2021](#)). Barbosa et al. ([2018](#)) no encontraron aumentos en la circunferencia del antebrazo, pero sí en el diámetro de la arteria radial y las venas cefálicas

en ambos grupos de ejercicio, siendo mayor el aumento de la arteria radial en el grupo con EO.

Fuerza Muscular: Dos investigaciones evaluaron la fuerza de los participantes tras programas de ejercicios de fuerza con y sin EO., de Corrêa et al. (2021) hallaron mejoras similares en la fuerza máxima de prensión manual de los grupos de ejercicio de fuerza con y sin EO respecto al grupo control. Barbosa et al. (2018), obtuvieron mejoras en la fuerza de prensión manual únicamente en el grupo que no realizó EO.

Capacidad Aeróbica: Únicamente el estudio Cardoso et al. (2020), abordó el impacto del EO en la capacidad aeróbica. Los autores hallaron mejoras en la capacidad cardiorrespiratoria evaluada mediante la prueba de la marcha de 6 minutos tras un programa de ejercicio aeróbico con EO.

Adherencia y efectos adversos: No se reportaron efectos adversos derivados del ejercicio en ningún estudio. La adherencia a los programas de EO fue informada en dos investigaciones. de Corrêa et al. (2021) indicaron que todos los pacientes completaron un total de un 93% de sesiones, mientras que, de Corrêa et al. (2020) notificaron que los pacientes del grupo de EO tenían más adherencia por sentir mayor tolerancia al esfuerzo y comodidad durante el ejercicio.

Calidad metodológica de los estudios

En la [Tabla 2](#) se muestra el análisis de la calidad metodológica de los 10 estudios incluidos. En tres de ellos, la calidad se consideró como buena (Barbosa et al., 2018; Cardoso et al., 2020; Silva et al., 2021). El resto mostraron una calidad regular debido principalmente a la ausencia de una asignación oculta de los participantes a los grupos, y a la falta de cegamiento de participantes y terapeutas (de Corrêa et al., 2020, 2021, 2024; de Deus et al., 2021, 2022; Dias et al., 2020; Nobre et al., 2022).

Tabla 2.

Calidad metodológica de los estudios evaluada mediante la Escala PEDro.

Estudio	Elementos de evaluación										Puntuación Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Barbosa et al. (2018)	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	6/10
Silva et al. (2021)	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	6/10
Cardoso et al. (2020)	+	+	+	-	-	+	+	-	+	+	7/10
Corrêa et al. (2020)	+	-	+	-	-	-	+	-	+	+	5/10
Corrêa et al. (2021)	+	-	+	-	-	-	+	-	+	+	5/10
de Deus et al. (2021)	+	-	+	-	-	-	+	-	+	+	5/10
de Deus et al. (2022)	+	-	+	-	-	-	+	-	+	+	5/10
Dias et al. (2020)	-	-	+	-	-	-	+	-	+	+	5/10
Nobre et al. (2022)	+	-	+	-	-	-	-	-	+	+	4/10
Corrêa et al. (2024)	+	-	+	-	-	-	+	-	+	+	5/10

1: Asignación aleatoria; 2: Asignación oculta; 3: Comparabilidad inicial; 4: Sujetos cegados; 5: Terapeutas cegados; 6: Evaluadores cegados; 7: Seguimiento adecuado; 8: Análisis por intención de tratar; 9: Comparaciones entre grupos; 10: Estimaciones puntuales y variabilidad. Fuente: elaboración propia.

DISCUSIÓN

En este trabajo se revisó y analizó críticamente la literatura científica disponible al respecto de la viabilidad y efectos de prescribir EO en personas con ERC. Se encontraron suficientes ECA que permitirían extraer evidencias sólidas. Sin embargo, un análisis más detallado reveló que estos estudios pertenecen a tres principales líneas de investigación, con una calidad metodológica que varía de buena a regular. A pesar de esto, los estudios analizaron numerosas variables, compararon el ejercicio con otras modalidades y ofrecieron pautas para su prescripción. Estos hallazgos pueden ser útiles para profesionales de la nefrología, de la salud y del ejercicio físico en general, interesados en la aplicación de terapias basadas en ejercicio físico para sus pacientes.

En primer lugar, el EO se mostró factible en personas con ERC, con independencia de si estuviesen o no siguiendo un programa de HD. No se informaron de efectos adversos y en aquellos estudios en los que se reportó datos sobre adherencia, el EO pareció ser una terapia de ejercicio tolerable, a pesar de evidencia previa en personas jóvenes indicando que esta modalidad de ejercicio produce cierta incomodidad durante su ejecución (Suga et al., [2021](#)). Este resultado es en cierto modo relevante, dado las dificultades que suelen reportar las personas con ERC para participar con asiduidad en programas de ejercicio (Valle Pedroso et al., [2021](#)) y la importancia de que los profesionales de la nefrología conduzcan la prescripción de terapias coadyuvantes, como la práctica de ejercicio hacia modalidades que puedan incrementar la adherencia al mismo (Clyne y Anding-Rost, [2021](#)). Sin embargo, hay que tener en cuenta que en el contexto de la ERC, existen pacientes que presentan un riesgo muy acusado de padecer trombos (Ocak et al., [2013](#)), lo que constituye un aspecto muy a tener en cuenta a la hora de realizar protocolos de EO en esta población. Por ello, es aconsejable el realizar algún tipo de protocolo preventivo para evitar estas situaciones.

En segundo lugar, el EO demostró ser efectivo para mejorar parámetros hemodinámicos en pacientes con enfermedad renal crónica, tanto en aquellos que reciben hemodiálisis como en los que no. Aunque no se encontraron ventajas del EO frente a otras terapias de ejercicio en términos de hemodinámica, y no se evidenció una mejora en el filtrado glomerular, aspecto clave en la función renal, y difícilmente modificable a través de la práctica de ejercicio (Villanego et al., [2020](#)). Los estudios revisados sugieren que el EO es preferible a la inactividad de los pacientes, ya que podría ayudar a ralentizar el deterioro de la función renal.

Además, el EO demostró tener efectos positivos sobre la función vascular, concretados en incrementos en el diámetro arterial y venoso. Este beneficio, ya observado en otras

terapias de ejercicio (Nantakool et al., [2020](#)), refuerza la recomendación de prescribir EO, considerando la importancia de mantener una buena salud vascular en personas con enfermedad renal crónica. Sin embargo, no se registraron cambios significativos en el IMC de los participantes que realizaron EO, a diferencia de lo observado en otros programas de entrenamiento (Bakaloudi et al., [2020](#)). Esta falta de impacto sobre esta variable podría deberse a la necesidad de combinar el EO con ejercicios aeróbicos para obtener resultados más notables en este aspecto (Chen et al., [2022](#)).

Finalmente, los efectos del EO en la forma física fueron mixtos. Los resultados analizados mostraron que, cuando se combina con ejercicio aeróbico, el EO mejora la capacidad cardiorrespiratoria de los pacientes. Sin embargo, sus beneficios sobre la fuerza muscular fueron limitados, lo que sugiere que el EO podría no ser la mejor opción para mejorar esta capacidad física, quizás debido a la baja intensidad con la que se realiza. Este punto es especialmente relevante, ya que la disminución de la fuerza, particularmente en los miembros inferiores, se ha vinculado con un mayor riesgo de mortalidad en personas con enfermedad renal crónica (Roshanravan et al., [2013](#)).

En definitiva, los resultados de esta revisión indican que, frente a la inactividad física en HD, es preferible realizar EO pues es esperable cierta mejora del filtrado glomerular y del nivel de glucosa en sangre. Así mismo, combinar EO con ejercicio aeróbico parece una buena estrategia para estimular el sistema cardiorrespiratorio. Sin embargo, combinar EO con entrenamiento de fuerza no conlleva mayores mejoras en comparación a realizar terapias basadas en ejercicios de fuerza de forma aislada.

Aunque esta revisión aborda un tema original de forma crítica y detallada, es importante reconocer algunas limitaciones. En primer lugar, los estudios revisados procedían de tres principales líneas de investigación, lo que generó solapamientos en las muestras analizadas. Aunque se publicaron como estudios independientes, incluir datos correlacionados o superpuestos en un metaanálisis habría sido inapropiado. Esto redujo significativamente el número de estudios que podrían haberse incluido en un análisis cuantitativo. En segundo lugar, no se abordaron variables relacionadas con la calidad de vida, el estrés o la depresión, por lo que los efectos del EO en la salud mental permanecen inciertos. En tercer lugar, las conclusiones extraídas son generalistas, ya que algunos estudios se enfocaron en pacientes en hemodiálisis, mientras que otros no. Por lo tanto, se requieren más investigaciones en ambos grupos y que comparen distintas terapias de ejercicio físico para determinar con mayor precisión los efectos específicos del EO. Además, la evidencia actual se basa en intervenciones de intensidad baja o moderada, sin incluir ejercicios de alta intensidad ni protocolos tipo HIIT, por lo que no es posible establecer recomendaciones en ese sentido. Tampoco se han comparado de forma directa los efectos de ejercicios en cadena cinética abierta frente a cerrada, lo que representa una limitación importante dada la posible influencia

del tipo de ejercicio en los resultados obtenidos. Se requieren más investigaciones que evalúen el impacto del EO en personas con ERC, especialmente en aspectos relacionados con la salud mental. Estos aspectos metodológicos también deberían abordarse en estudios futuros.

CONCLUSIONES

La evidencia científica sobre la prescripción de EO en personas con ERC es aún limitada. Los estudios disponibles sugieren que el EO puede ser una opción segura, incluso para pacientes en hemodiálisis, y ofrece beneficios en parámetros hemodinámicos. Sin embargo, sus efectos no parecen ser superiores a otras modalidades de ejercicio, que podrían ser más efectivas para mejorar la composición corporal y la fuerza muscular.

REFERENCIAS

- Alvis-Peña, D., y Calderón-Franco, C. (2020). Descripción de factores de riesgo para mortalidad en adultos con enfermedad renal crónica en estadio 3 - 5. *Acta Medica Peruana*, 37(2), 163–168. <https://doi.org/10.35663/amp.2020.372.980>
- Bakaloudi, D. R., Siargkas, A., Poulia, K. A., Dounousi, E., y Chourdakis, M. (2020). The effect of exercise on nutritional status and body composition in hemodialysis: A systematic review. *Nutrients*, 12(10), 3071. <https://doi.org/10.3390/nu12103071>
- Baker, L. A., March, D. S., Wilkinson, T. J., Billany, R. E., Bishop, N. C., Castle, E. M., Chilcot, J., Davies, M. D., Graham-Brown, M. P. M., Greenwood, S. A., Junglee, N. A., Kanavaki, A. M., Lightfoot, C. J., Macdonald, J. H., Rossetti, G. M. K., Smith, A. C., y Burton, J. O. (2022). Clinical practice guideline exercise and lifestyle in chronic kidney disease. *BMC Nephrology*, 23(75). <https://doi.org/10.1186/s12882-021-02618-1>
- Barbosa, J. B. N., Maia, T. O., Alves, P. S., Bezerra, S. D., Moura, E. C. S. C., Medeiros, A. I. C., Fuzari, H. K. B., Rocha, L. G., y Marinho, P. E. M. (2018). Does blood flow restriction training increase the diameter of forearm vessels in chronic kidney disease patients? A randomized clinical trial. *The Journal of Vascular Access*, 19(6), 626–633. <https://doi.org/10.1177/1129729818768179>
- Bennett, H., y Slattery, F. (2019). Effects of blood flow restriction training on aerobic capacity and performance: A systematic review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(2), 572–583. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002963>
- Boffa, J.-J., y Cartery, C. (2015). Insuficiencia renal crónica o enfermedad renal crónica. *EMC - Tratado de Medicina*, 19(3), 1–8. [https://doi.org/10.1016/s1636-5410\(15\)72803-5](https://doi.org/10.1016/s1636-5410(15)72803-5)
- Cardoso, R. K., Araujo, A. M., Del Vecchio, F. B., Bohlke, M., Barcellos, F. C., Oses, J. P., de Freitas, M. P., y Rombaldi, A. J. (2020). Intradialytic exercise with blood flow restriction is more effective than conventional exercise in improving walking endurance in

- hemodialysis patients: a randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 34(1), 91–98. <https://doi.org/10.1177/0269215519880235>
- Chang, H., Zhang, J., Yan, J., Yang, X., Chen, B., y Zhang, J. (2024). Effects of Blood Flow Restriction Training on Muscle Strength and Hypertrophy in Untrained Males: A Systematic Review and Meta-Analysis Based on a Comparison with High-Load Resistance Training. *Life*, 14, 1442. <https://doi.org/10.3390/life14111442>
- Chen, Y., Ma, C., Wang, J., Gu, Y., y Gao, Y. (2022). Effects of 40% of maximum oxygen uptake intensity cycling combined with blood flow restriction training on body composition and serum biomarkers of chinese college students with obesity. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(1), 168. <https://doi.org/10.3390/ijerph19010168>
- Clyne, N., y Anding-Rost, K. (2021). Exercise training in chronic kidney disease—effects, expectations and adherence. *Clinical Kidney Journal*, 14 (Suppl 2), II3–II14. <https://doi.org/10.1093/ckj/sfab012>
- Conceição, M. S., y Ugrinowitsch, C. (2019). Exercise with blood flow restriction: an effective alternative for the non-pharmaceutical treatment for muscle wasting. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, 10(2), 257–262. <https://doi.org/10.1002/jcsm.12397>
- de Corrêa, H. L., Neves, R. V. P., de Deus, L. A., Maia, B. C. H., Maya, A. T., Tzanno-Martins, C., de Souza, M. K., da Silva, J. A. B., Haro, A. S., Costa, F., Moraes, M. R., Simões, H. G., Prestes, J., Stone, W., y dos Santos Rosa, T. (2020). Low-load resistance training with blood flow restriction prevents renal function decline: The role of the redox balance, angiotensin 1–7 and vasopressin. *Physiology & Behavior*, 230, 113295. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2020.113295>
- de Corrêa, H. L., Neves, R. V. P., de Deus, L. A., de Souza, M. K., Haro, A. S., Costa, F., da Silva, V. L., dos Santos, C. A. R., Moraes, M. R., Simões, H. G., Navalta, J. W., Prestes, J., y dos Santos Rosa, T. (2021). Blood flow restriction training blunts chronic kidney disease progression in humans. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 53(2), 249–257. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002465>
- de Corrêa, H. L., de Deus, L. A., Nascimento, D. da C., Rolnick, N., Neves, R. V. P., Reis, A. L., de Araújo, T. B., Tzanno-Martins, C., Tavares, F. S., Neto, L. S. S., dos Santos, C. A. R., Rodrigues-Silva, P. L., Souza, F. H., Mestrinho, V. M. da M. V., dos Santos, R. L., Andrade, R. V., Prestes, J., y dos Santos Rosa, T. (2024). Concerns about the application of resistance exercise with blood-flow restriction and thrombosis risk in hemodialysis patients. *Journal of Sport and Health Science*, 13(4), 548–558. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2024.02.006>
- de Deus, L. A., de Luca Corrêa, H., Neves, R. V. P., Reis, A. L., Honorato, F. S., de Araújo, T. B., Souza, M. K., Haro, A. S., Silva, V. L., da Silva Barbosa, J. M., Padula, I. A., Vieira

- Andrade, R., Simões, H. G., Prestes, J., Stone, W. J., Ferreira Melo, G., y Santos Rosa, T. (2022). Metabolic and hormonal responses to chronic blood-flow restricted resistance training in chronic kidney disease: a randomized trial. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, 47(2), 183–194. <https://doi.org/10.1139/apnm-2021-0409>
- de Deus, L. A., Neves, R. V. P., de Luca Corrêa, H., Reis, A. L., Honorato, F. S., Silva, V. L., Branquinho de Araújo, T., Souza, M. K., Sousa, C. V., Simões, H. G., Prestes, J., Silva Neto, L. S., Rodrigues Santos, C. A., Ferreira Melo, G., Stone, W.J., y Santos Rosa, T. (2021). Improving the prognosis of renal patients: The effects of blood flow-restricted resistance training on redox balance and cardiac autonomic function. *Experimental Physiology*, 106(4), 1099–1109. <https://doi.org/10.1113/EP089341>
- Dias, E. C., Orcy, R., Antunes, M. F., Kohn, R., Rombaldi, A. J., Ribeiro, L., Oses, J. P., Ferreira, G. D., Araújo, A. M., Boff, I. F., y Böhlke, M. (2020). Intradialytic exercise with blood flow restriction: Something to add to hemodialysis adequacy? Findings from a crossover study. *Hemodialysis International*, 24(1), 71–78. <https://doi.org/10.1111/hdi.12793>
- Domingos, E., y Polito, M. D. (2018). Blood pressure response between resistance exercise with and without blood flow restriction: A systematic review and meta-analysis. *Life Sciences*, 209, 122–131. <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2018.08.006>
- Early, K. S., Rockhill, M., Bryan, A., Tyo, B., Buuck, D., y McGinty, J. (2020). Effect of Blood Flow Restriction Training on Muscular Performance, Pain and Vascular Function. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 15(6), 892–900. <https://doi.org/10.26603/ijsp20200892>
- Gavanda, S., Isenmann, E., Schloder, Y., Roth, R., Freiwald, J., Schiffer, T., Geisler, S., y Behringer, M. (2020). Low-intensity blood flow restriction calf muscle training leads to similar functional and structural adaptations than conventional lowload strength training: A randomized controlled trial. *PLoS ONE*, 15(6), e0235377. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0235377>
- Hughes, L., Paton, B., Rosenblatt, B., Gissane, C., y Patterson, S. D. (2017). Blood flow restriction training in clinical musculoskeletal rehabilitation: A systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 51(13), 1003–1011. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-097071>
- Maher, C. G., Sherrington, C., Herbert, R. D., Moseley, A. M., y Elkins, M. (2003). Reliability of the PEDro Scale for Rating Quality of Randomized Controlled Trials. *Physical Therapy*, 83(8), 713–721. <https://doi.org/10.1093/ptj/83.8.713>
- Martínez-Majolero, V., Urosa, B., y Hernández-Sánchez, S. (2022). Physical Exercise in People with Chronic Kidney Disease—Practices and Perception of the Knowledge of Health Professionals and Physical Activity and Sport Science Professionals about Their

- Prescription. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(2). <https://doi.org/10.3390/ijerph19020656>
- Nantakool, S., Rerkasem, K., Reanpang, T., Worrapphan, S., y Prasannarong, M. (2020). A systematic review with meta-analysis of the effects of arm exercise training programs on arteriovenous fistula maturation among people with chronic kidney disease. *Hemodialysis International*, 24(4), 439–453. <https://doi.org/10.1111/hdi.12875>
- Nobre, R., Cardoso, R., Araujo, A., Orcy, R., Aquino, J., Ribeiro, L., Catto, R., Conteratto, A. C., Rombaldi, A., y Bohlke, M. (2022). Is It Safe for Hemodialysis Patients to Seek Gains with Less Pain? Acute Hemodynamic Response to Intradialytic Blood Flow Restriction Training. *International Journal of Exercise Science*, 15(2), 434–441. <https://doi.org/10.70252/FSCW3440>
- Ocak, G., Lijfering, W. M., Verduijn, M., Dekker, F. W., Rosendaal, F. R., Cannegieter, S. C., y Vossen, C. Y. (2013). Risk of venous thrombosis in patients with chronic kidney disease: Identification of high-risk groups. *Journal of Thrombosis and Haemostasis*, 11(4), 627–633. <https://doi.org/10.1111/jth.12141>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *The BMJ*, 372(71). <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Patterson, S. D., Hughes, L., Warmington, S., Burr, J., Scott, B. R., Owens, J., Abe, T., Nielsen, J. L., Libardi, C. A., Laurentino, G., Rodrigues Neto, G., Brandner, C., Martin-Hernandez, J., y Loenneke, J. (2019). Blood flow restriction exercise position stand: Considerations of methodology, application, and safety. *Frontiers in Physiology*, 10, 1–15. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00533>
- Pei, G., Tang, Y., Tan, L., Tan, J., Ge, L., y Qin, W. (2019). Aerobic exercise in adults with chronic kidney disease (CKD): a meta-analysis. *International Urology and Nephrology*, 51, 1787–1795. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s11255-019-02234-x>
- Rodríguez Rey, D., Sanchez-Lastra, M. A., y Pérez, C. A. (2020). Impact of aquatic exercise on persons with kidney disease: A systematic review and meta-analysis. *Archivos de Medicina Del Deporte*, 37(5), 339–347. <https://doi.org/10.18176/ARCHMEDDEPORTE.0008>
- Roshanravan, B., Robinson-Cohen, C., Patel, K. V., Ayers, E., Littman, A. J., de Boer, I. H., Ikizler, T. A., Himmelfarb, J., Katznel, L. I., Kestenbaum, B., y Seliger, S. (2013). Association between physical performance and all-cause mortality in CKD. *Journal of the American Society of Nephrology*, 24(5), 822–830. <https://doi.org/10.1681/ASN.2012070702>

- Silva, I. B., Barbosa, J. B. N., Araújo, A. X. P., y Marinho, P. E. M. (2021). Effect of an exercise program with blood flow restriction on the muscular strength of patients with chronic kidney disease: A randomized clinical trial. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 28, 187–192. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2021.06.022>
- Silverman, S. R., Schertz, L. A., Yuen, H. K., Lowman, J. D., y Bickel, C. S. (2012). Systematic review of the methodological quality and outcome measures utilized in exercise interventions for adults with spinal cord injury. *Spinal Cord*, 50, 718–727. <https://doi.org/10.1038/sc.2012.78>
- Spranger, M. D., Krishnan, A. C., Levy, P. D., O’Leary, D. S., y Smith, S. A. (2015). Blood flow restriction training and the exercise pressor reflex: A call for concern. *American Journal of Physiology - Heart and Circulatory Physiology*, 309(9), H1440–H1452. <https://doi.org/10.1152/ajpheart.00208.2015>
- Suga, T., Dora, K., Mok, E., Sugimoto, T., Tomoo, K., Takada, S., Hashimoto, T., y Isaka, T. (2021). Exercise adherence-related perceptual responses to low-load blood flow restriction resistance exercise in young adults: A pilot study. *Physiological Reports*, 9(23), e15122. <https://doi.org/10.14814/phy2.15122>
- Tanaka, Y., y Takarada, Y. (2018). The impact of aerobic exercise training with vascular occlusion in patients with chronic heart failure. *ESC Heart Failure*, 5(4), 586–591. <https://doi.org/10.1002/ehf2.12285>
- Valle Pedroso, R., Sanchez-Lastra, M. A., Iglesias Comesaña, L, y Ayán, C. (2021). Home-Based Exercise for People With Chronic Kidney Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Physical Activity and Health*, 18(9), 1143–1154. <https://doi.org/10.1123/jpah.2020-0652>
- Villanego, F., Naranjo, J., Vígara, L. A., Cazorla, J. M., Montero, M. E., García, T., Torrado, J., y Mazuecos, A. (2020). Impacto del ejercicio físico en pacientes con enfermedad renal crónica: revisión sistemática y metaanálisis. *Nefrología*, 40(3), 237–252. <https://doi.org/10.1016/j.nefro.2020.01.002>
- Wilkinson, T. J., McAdams-Demarco, M., Bennett, P. N., y Wilund, K. (2020). Advances in exercise therapy in predialysis chronic kidney disease, hemodialysis, peritoneal dialysis, and kidney transplantation. *Current Opinion in Nephrology and Hypertension*, 29(5), 471–479. <https://doi.org/10.1097/MNH.0000000000000627>