



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

# TRABAJO DE FIN DE GRADO

---

## GRADO EN FISIOTERAPIA

**El ejercicio terapéutico como herramienta en el  
manejo de la presión arterial en pacientes con  
enfermedad renal crónica sin terapia renal  
sustitutiva: una revisión bibliográfica**

*Therapeutic exercise as a tool in the management of blood pressure in patients with  
chronic kidney disease without renal replacement therapy: a literature review*

*O exercicio terapéutico como ferramenta no manexo da presión arterial en pacientes  
con enfermidade renal crónica sen terapia renal substitutiva: unha revisión  
bibliográfica*



Facultade de  
Fisioterapia

**Estudiante:** D. Martiño Rivas Peteiro

**DNI:** 32724894 B

**Director/a:** D. Ramón Fernández Cervantes

**Convocatoria:** Febrero 2023

# ÍNDICE

<b>1. Resumen</b> .....	4
<b>1. Abstract</b> .....	5
<b>1. Resumen</b> .....	6
<b>2. Introducción</b> .....	7
2.1 Tipo de trabajo .....	7
2.2 Motivación personal .....	7
<b>3. Contextualización</b> .....	8
3.3 Justificación del trabajo.....	20
<b>4. Objetivos</b> .....	22
4.1 Pregunta de investigación .....	22
4.2 Objetivos.....	22
4.2.1 General .....	22
4.2.2 Específicos .....	22
<b>5. Metodología</b> .....	23
5.1 Fecha y bases de datos .....	23
5.2 Criterios de selección.....	23
5.3 Estrategia de búsqueda .....	23
5.4 Gestión de la bibliografía localizada.....	24
5.5 Selección de artículos .....	25
5.6 Variables de estudio .....	25
5.7 Niveles de evidencia, grado de recomendación y calidad metodológica .....	26
<b>6. Resultados</b> .....	27
<b>7. Discusión</b> .....	35
<b>8. Conclusiones</b> .....	41
<b>9. Bibliografía</b> .....	42
<b>10. Anexos</b> .....	45

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Clasificación de la ERC en función de la TFG .....	9
<b>Tabla 2.</b> Clasificación de la ERC en función de la excreción de albuminuria.....	10
<b>Tabla 3.</b> Nomograma ERC.....	11
<b>Tabla 4.</b> Clasificación HTA.....	17
<b>Tabla 5.</b> Estrategia de búsqueda .....	24
<b>Tabla 6.</b> Calidad de la literatura .....	33

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Diagrama de flujo de la selección de artículos de las bases de datos.....	25
--	----

## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS/ABREVIATURAS

<b>ERC</b>	Enfermedad Renal Crónica
<b>TRS</b>	Terapia Renal Sustitutiva
<b>ECA</b>	Ensayo Clínico Aleatorizado
<b>TFG</b>	Tasa de Filtrado Glomerular
<b>IMC</b>	Índice de Masa Corporal
<b>KDIGO</b>	Kidney Disease Improving Global Outcomes
<b>TEA</b>	Tasa de Excreción de Albúmina
<b>CAC</b>	Cociente Albúmina/Creatinina
<b>DM</b>	Diabetes Mellitus
<b>HTA</b>	Hipertensión Arterial
<b>VO<sub>2</sub>máx</b>	Volumen de Oxígeno (máximo)
<b>1RM</b>	Repetición Máxima
<b>FCR</b>	Frecuencia Cardíaca de Reserva

<b>EIAI</b>	Entrenamiento Interválico de Alta Intensidad
<b>ECIM</b>	Entrenamiento Continuo de Intensidad Moderada
<b>FCM</b>	Frecuencia Cardíaca Máxima
<b>MET</b>	Unidad Metabólica de Reposo

## **1. RESUMEN**

### **Objetivo**

Conocer la efectividad del ejercicio terapéutico en el manejo de la presión arterial en pacientes con enfermedad renal crónica sin tratamiento renal sustitutivo e identificar sus parámetros.

### **Material y método**

Se realiza una revisión bibliográfica en las bases de datos Pubmed, PEDro y Scopus. Los criterios de inclusión fueron: Trabajos referidos a individuos con enfermedad renal crónica sin terapia renal sustitutiva, en los que la intervención consista en la aplicación de ejercicio terapéutico y en los que se muestre el impacto de la intervención en la presión arterial, escritos en inglés, español o portugués, publicados en los últimos 5 años hasta el momento de realizar la revisión y cuyo tipo de publicación fuese metaanálisis, revisiones sistemáticas, revisiones, ensayos clínicos controlados y/o aleatorizados y ensayos clínicos.

### **Resultados**

Fueron incluidos 10 artículos: 6 revisiones sistemáticas y 4 estudios, de los cuales 3 son ensayos clínicos aleatorizados y 1 es un estudio piloto de un ensayo clínico aleatorizado. Se encontraron efectos positivos en la presión arterial mediante la aplicación de ejercicio terapéutico de carácter aeróbico, de fuerza y la combinación de ambos. Los efectos sobre otras variables de estudio como la tasa de filtrado glomerular, el índice de masa corporal o la capacidad aeróbica también son significativos. En la mayoría de los artículos analizados se empleó el entrenamiento aeróbico.

### **Conclusiones**

El ejercicio terapéutico muestra resultados favorables en los valores de presión arterial en los pacientes con ERC sin TRS. Sin embargo, debido a la variabilidad de los estudios examinados, no es posible establecer un protocolo estándar a la hora de prescribir ejercicio terapéutico en este tipo de pacientes.

### **Palabras clave**

Enfermedad renal crónica, presión arterial, ejercicio terapéutico.

## **1. ABSTRACT**

### **Objective**

To determine the effectiveness of therapeutic exercise in the management of blood pressure in patients with chronic kidney disease without renal replacement therapy and to identify its parameters.

### **Methods**

A literature review was carried out in the Pubmed, PEDro and Scopus databases. The inclusion criteria were: studies referring to individuals with chronic kidney disease without renal replacement therapy, in which the intervention consisted of the application of therapeutic exercise and in which the impact of the intervention on blood pressure was shown, written in English, Spanish or Portuguese, published in the last 5 years up to the time of the review and whose type of publication was meta-analysis, systematic reviews, reviews, controlled and/or randomized clinical trials, and clinical trials.

### **Outcomes**

10 articles were included: 6 systematic reviews and 4 studies, of which 3 are randomized clinical trials and 1 is a pilot study of a randomized clinical trial. Positive effects on blood pressure were found with the application of aerobic therapeutic exercise, strength exercise, and a combination of both. The effects on other study variables such as glomerular filtration rate, body mass index or aerobic capacity are also significant. Aerobic training was used in most of the articles analyzed.

### **Conclusions**

Therapeutic exercise shows favorable results in blood pressure values in patients with chronic kidney disease without renal replacement therapy. However, due to the variability of the studies examined, it is not possible to establish a standard protocol when prescribing therapeutic exercise in this type of patient.

### **Keywords**

Chronic kidney disease, blood pressure, therapeutic exercise.

## 1. RESUMO

### **Obxectivo**

Coñecer a efectividade do exercicio terapéutico no manexo da presión arterial en pacientes con enfermidade renal crónica sen tratamento renal substitutivo e identificar os seus parámetros.

### **Material e método**

Realízase una revisión bibliográfica nas bases de datos Pubmed, PEDro e Scopus. Os criterios de inclusión foron: Traballos referidos a individuos con enfermidade renal crónica sen terapia renal substitutiva, nos que a intervención consista na aplicación de exercicio terapéutico e nos que se amose o impacto da intervención na presión arterial, escritos en inglés, español ou portugués, publicados nos últimos 5 anos ata o momento de realizar a revisión e cuxo tipo de publicación fose metaanálise, revisións sistemáticas, revisións, ensaios clínicos controlados e/ou aleatorizados, e ensaios clínicos

### **Resultados**

Foron incluídos 10 artigos: 6 revisións sistemáticas e 4 estudos, dos cales 3 son ensaios clínicos aleatorizados e 1 é un estudo piloto dun ensaio clínicos aleatorizado. Atopáronse efectos positivos na presión arterial mediante a aplicación de exercicio terapéutico de carácter aeróbico, de forza e a combinación de ambos. Os efectos sobre outras variables de estudo como a taxa de filtrado glomerular, o índice de masa corporal ou a capacidade aeróbica tamén son significativos. Na maioría dos artigos analizados empregouse o adestramento aeróbico.

### **Conclusións**

O exercicio terapéutico amosa resultados favorables nos valores de presión arterial nos pacientes con enfermidade renal crónica sen terapia renal substitutiva. Con todo, debido á variabilidade dos estudos examinados, non é posible establecer un protocolo estándar á hora de prescribir exercicio terapéutico neste tipo de pacientes.

### **Palabras chave**

Enfermidade renal crónica, presión arterial, exercicio terapéutico.

## **2. INTRODUCCIÓN**

### **2.1 TIPO DE TRABAJO**

Este trabajo es una revisión bibliográfica de la literatura existente sobre la eficacia de la aplicación de ejercicio terapéutico con el objetivo de controlar la presión arterial en pacientes con enfermedad renal crónica (ERC) sin terapia renal sustitutiva (TRS).

### **2.2 MOTIVACIÓN PERSONAL**

La motivación detrás de la elección de esta temática proviene de una circunstancia personal muy importante en mi vida. A los tres meses de mi nacimiento, se me extirpó el riñón izquierdo debido a una malformación congénita. Desde entonces, he estado sometido a una serie de consultas médicas y chequeos regulares en los que se hace especial hincapié en el control de mi presión arterial.

La enfermedad renal crónica y la hipertensión arterial son dos condiciones que están estrechamente relacionadas y que pueden tener graves consecuencias para la salud. La incidencia de estas enfermedades es cada vez más alta en todo el mundo, y la población afectada suele ser sedentaria. Por esta razón, creo que es fundamental investigar sobre la importancia del ejercicio terapéutico como una herramienta eficaz para controlar la presión arterial en pacientes con enfermedad renal crónica.



## 3. CONTEXTUALIZACIÓN

### 3.1 Enfermedad Renal Crónica

La enfermedad renal crónica, también llamada insuficiencia renal crónica, se define como un conjunto de enfermedades heterogéneas que afectan la estructura y función renal presente por más de tres meses y con implicaciones en la salud (1,2). Se caracteriza por la pérdida gradual de la función renal. Los riñones filtran los desechos y el exceso de líquidos de la sangre, que luego son excretados en la orina. Cuando la enfermedad renal crónica alcanza una etapa avanzada, niveles peligrosos de líquidos, electrolitos y los desechos pueden acumularse en el cuerpo (3).

#### 3.1.1 Diagnóstico y clasificación

Los criterios para la definición y clasificación de la ERC han sido propuestos por la Kidney Disease Improving Global Outcomes (KDIGO). Es necesaria la identificación de al menos uno de los siguientes criterios durante al menos tres meses para confirmar el diagnóstico de ERC:

- Marcadores de daño renal (uno o más)
  - Albuminuria (Tasa de excreción de albúmina (TEA)  $\geq 30$  mg/24 horas; Cociente albúmina/creatinina (CAC)  $\geq 30$  mg/g [ $\geq 3$  mg/mmol])
  - Anormalidades en el sedimento urinario.
  - Anormalidades electrolíticas y otras debidas a trastornos tubulares.
  - Anormalidades estructurales detectadas por imágenes.
  - Historia de trasplante renal.
- Disminución de la TFG
  - TFG  $< 60$  mL/min/1,73 m<sup>2</sup> (Categorías de ERC G3a–G5)

Una vez obtenido el diagnóstico, se realiza una clasificación. La KDIGO recomienda clasificar la ERC en base a la causa, la TFG y la presencia de albuminuria en orina.

Es preciso evaluar el contexto clínico, incluyendo el historial personal y familiar, factores sociales y ambientales, medicación, examen físico, medidas de laboratorio, pruebas de imagen y otros diagnósticos con el fin de determinar la causa de la ERC (1,2).

La KDIGO diferencia entre enfermedades sistémicas que afectan al riñón y enfermedades renales primarias. La hipertensión y la diabetes son ejemplos de enfermedades sistémicas que pueden causar daños renales, mientras que una glomerulonefritis o una infección en el tracto urinario son ejemplos de enfermedades renales primarias.

A pesar de esta distinción, la KDIGO aclara que, debido a la gran prevalencia de otras patologías que pueden coexistir con la ERC como la hipertensión, es complicado discernir la causa primaria de ERC. Por este motivo, las técnicas de diagnóstico como las biopsias renales son utilizadas únicamente cuando es esencial confirmar la naturaleza de la enfermedad. En gran parte de los casos de pacientes de ERC, la causa se infiere a partir de otras observaciones o simplemente se desconoce (2).

La clasificación de la ERC en función de la TFG se recoge en la siguiente tabla:

**Tabla 1. Clasificación de la ERC en función de la TFG**

<b>Categoría</b>	<b>TFG (mL/min/1,73 m<sup>2</sup>)</b>	<b>Condiciones</b>
<b>G1</b>	>90	Normal o alta
<b>G2</b>	60–89	Ligeramente disminuida
<b>G3a</b>	45–59	Disminución de leve a moderada
<b>G3b</b>	30–44	Disminución de moderada a severa
<b>G4</b>	15–29	Disminución severa
<b>G5</b>	>15	Fallo renal

(1,2)

En base a los niveles de TFG, la ERC se divide en seis categorías. La etapa G5 se conoce como fallo renal o fase terminal. Es en este estadio de la enfermedad en el que los riñones ya no son capaces de realizar su trabajo correctamente y es necesario implementar terapias sustitutivas (2).

Aunque la TFG se puede medir directamente a través de agentes como el iotolamato, se trata de una prueba complicada y costosa. El desarrollo de ecuaciones de estimación ha reemplazado en gran medida la necesidad de mediciones directas. Actualmente, la mayoría

de laboratorios utilizan la TFG estimada, basada en marcadores de filtración, siendo el de uso más común la creatinina (4).

La clasificación en función a la excreción de albuminuria se recoge en la siguiente tabla:

**Tabla 2. Clasificación de la ERC en función de la excreción de albuminuria**

<b>Categoría</b>	<b>TEA (mg/24 horas)</b>	<b>Equivalente CAC (mg/g)</b>	<b>Equivalente CAC (mg/mmol)</b>	<b>Condiciones</b>
<b>A1</b>	<30	<30	<3	Normal o aumento leve
<b>A2</b>	30-300	30-300	3-30	Aumento moderado
<b>A3</b>	>300	>300	>30	Aumento severo

(1,2)

Idealmente, la albuminuria debe cuantificarse mediante el CAC en orina, ya que es más preciso que el cociente de proteína/creatinina. A día de hoy, la mayoría de estudios y guías se realizan con CAC (4).

A partir de los datos de 45 estudios que incluyen un millón y medio de pacientes, en 2012, la KDIGO creó un nomograma que representa la relación entre la TFG y la excreción de albuminuria con la mortalidad, el fallo renal y la progresión de la ERC (1,2).

**Tabla 3. Nomograma ERC**

<b>PRONÓSTICO DE ERC POR TFG Y CATEGORIAS DE ALBUMINURIA K-DIGO 2012</b>				<b>Categorías de Albuminuria Descripción e Intervalo</b>		
				<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>
				Normal o aumento leve	Aumento moderado	Aumento grave
				< 30 mg/g o < 3 mg/mmol	30-299 mg/g o 3-29 mg/mmol	≥ 300 mg/g ó ≥ 30 mg/mmol
<b>Categorías de TFG (mL/min/1,73 m<sup>2</sup>) descripción y alcance</b>	<b>G1</b>	Normal o elevado	>90			
	<b>G2</b>	Descenso leve	60-89			
	<b>G3a</b>	Descenso leve-moderado	45-59			
	<b>G3b</b>	Descenso moderado	30-44			
	<b>G4</b>	Descenso grave	15-29			
	<b>G5</b>	Fallo renal	<15			

Esta tabla utiliza un sistema de colores para representar el nivel de riesgo de estos eventos. El verde significa bajo riesgo; el amarillo, riesgo moderadamente aumentado; naranja, alto riesgo y rojo muy alto riesgo (1,2).

### 3.1.2 Epidemiología

Se estima que la enfermedad renal crónica afecta a entre un 10% y un 15% de la población general a nivel mundial, lo que supone una cifra de más de 800 millones de personas (5,6).

Una revisión realizada en 2022 muestra que la prevalencia aumenta con la edad: de un 13,7% en el rango de los 30 a los 40 años, hasta un 27,9% en pacientes con edades superiores a los 80 años. Esta revisión también señala que la ERC afecta a más mujeres (14,9% de prevalencia) que hombres (12,3% de prevalencia). Además, la prevalencia se dispara hasta el 35,8% en adultos hipertensos.

Un dato a tener en cuenta es la variación de la prevalencia de los diferentes estadios de la ERC: la etapa 1 tiene una prevalencia del 3,5%; la 2, un 3,9%; la 3, un 7,6%; la 4, un 0,4% y la 5 un 0,1%.

En cuanto a la evolución de la prevalencia en los últimos años, el *Centers for Disease Control and Prevention CKD Surveillance System* de Estados Unidos indica que la prevalencia ha aumentado desde un 11,8% entre 1988 y 1994, hasta un 14,2% en 2016, datos similares a estudios realizados en países como Noruega (5).

En España, la prevalencia es del 15,1%. La ERC es más prevalente en hombres que en mujeres (23,1% y 7,3% respectivamente), en personas de edad avanzada (4,8% de 18 a 44 años, 17,4 de 45 a 64 años y 37,3 en mayores de 65 años) y en pacientes con enfermedades cardiovasculares (39,8%) (7).

### **3.1.3 Etiología y factores de riesgo**

Las causas de la ERC son de origen multifactorial, influyendo en su desarrollo factores tanto genéticos como ambientales.

En lo referente al componente genético, el comportamiento de los genes del sistema renina-angiotensina parece ser especialmente pertinente en la ERC. También se ha identificado otra mutación relacionada con el gen APOL1, encontrado casi exclusivamente en población de raza negra, lo que provoca que sean más propensos a desarrollar la enfermedad. Además, dada la condición genética de la ERC, la presencia de antecedentes familiares favorece la aparición de la patología (6).

Otros factores implicados son la edad, el sexo, la Diabetes Mellitus (DM), la hipertensión arterial (HTA), el bajo peso en el nacimiento, la obesidad, el estatus socioeconómico, el tabaquismo, el consumo de sustancias nefrotóxicas y las lesiones renales agudas.

La función renal disminuye con la edad independientemente de otros factores de riesgo, y es más común el desarrollo de ERC en mujeres que en hombres.

La DM, especialmente la DM tipo 2, es la principal causa de ERC a nivel mundial. Alrededor de la mitad de los sujetos con DM tipo desarrollarán algún tipo de nefropatía.

La HTA es el mayor factor de riesgo cardiovascular y está asociado con la aparición de ERC. El 35,8% de los adultos diagnosticados con hipertensión acaban desarrollando la enfermedad (5,6).

Un bajo peso al nacer ha sido relacionado con un mayor riesgo de sufrir ERC debido a un menor número de nefronas (unidad anatómica y funcional del riñón). Por otra parte, la obesidad se ha vinculado con aumentos de entre tres y cuatro veces en el riesgo de desarrollar ERC, siendo uno de los factores de riesgo modificables más significativos.

El estatus socioeconómico también juega un rol en el desarrollo de la enfermedad. La ERC es más común en sujetos con ingresos bajos, desempleados o sin estudios superiores.

Tanto el tabaquismo como el alcoholismo han sido relacionados con el progreso de la ERC. Otro tipo de nefrotoxinas a tener en cuenta son las drogas recreacionales, los analgésicos, antiinflamatorios no esteroideos o la exposición a metales pesados.

Por último, los pacientes que sufren lesiones renales agudas tienen un riesgo diez veces mayor de padecer ERC (6).

### **3.1.4 Manifestación Clínica**

En sus primeras etapas, la ERC no suele presentar síntomas. Los diagnósticos en estos casos son frecuentemente debido a test rutinarios como un análisis de orina o de sangre (8). Aunque es poco común, en estas primeras fases pueden aparecer signos y síntomas como hematuria macroscópica, “orina espumosa” (es un signo de albuminuria), nicturia, dolor en el flanco o disminución de la diuresis (4). Si la ERC se encuentra en una etapa más avanzada, los pacientes pueden experimentar pérdida de peso, falta de apetito, edema periférico, disnea, cansancio, insomnio, prurito, calambres musculares, dolor articular y óseo, dolores de cabeza, náuseas y/o vómitos, sabor metálico, cambios en el estado mental y, en hombres, disfunción eréctil (4,8).

### **3.1.5 Tratamiento**

No existe una cura para la ERC. El tratamiento está enfocado en ayudar a aliviar los síntomas y en frenar la progresión de la enfermedad lo máximo posible.

El tratamiento depende en gran medida de la fase de la ERC de cada paciente. Desde las primeras etapas es necesario adoptar cambios en el estilo de vida y, normalmente, estos cambios se acompañan de un tratamiento farmacológico. Cuando la ERC se encuentra en fase terminal, además de conservar las dos vías de tratamiento anteriores, se opta por un enfoque basado en la terapia renal sustitutiva (diálisis y/o trasplante renal) (8).

#### **3.1.5.1 Cambios en el estilo de vida**

- Ejercicio físico

Hay indicios de que el ejercicio mejora la TFG, el índice de proteinuria, aspectos cardiovasculares y otros elementos relacionados con la calidad de vida en pacientes con ERC. Un mal estado cardiorrespiratorio en los pacientes con ERC contribuye a la evolución de la enfermedad y a un mayor índice de mortalidad (1,9). Sin embargo, la calidad de la evidencia detrás de estas recomendaciones es baja. La evidencia de mayor calidad que respalda la efectividad del ejercicio físico en, por ejemplo, la mejora de elementos cardiovasculares, está realizada en sujetos sanos o sin ERC.

- Reducción de peso

Se recomienda a los pacientes seguir una dieta hipocalórica y baja en grasas saturadas, especialmente en sujetos con obesidad.

- Dietas restrictivas en proteínas

Especialmente en pacientes de estadios 4-5, en fase terminal y/o diabéticos, una restricción moderada en la ingesta proteica ayuda a proteger la función renal.

- Dietas restrictivas en sodio

Las dietas restrictivas en sodio se han asociado consistentemente a una reducción en la presión arterial en pacientes hipertensos. Además, existe evidencia de que los niveles de albuminuria, proteinuria y TFG mejoran bajo una dieta de estas características.

- Hábitos tóxicos

A pesar de que no existe mucha evidencia sobre los efectos de hábitos tóxicos como el tabaquismo en pacientes con ERC, el elevado riesgo vascular asociado a la enfermedad que

este tipo de sustancias puede agravar es suficiente motivo para recomendar el abandono de estos hábitos.

### **3.1.5.2 Tratamiento farmacológico**

El tratamiento farmacológico está diseñado para intentar controlar factores que aceleren la pérdida de función renal.

- Presión arterial alta

Hay varios tipos de medicamentos antihipertensivos. Los dos tipos más comunes son los inhibidores de la enzima convertidora de la angiotensina y antagonistas de los receptores de la angiotensina II. En función de las características del paciente, comorbilidades y otros factores de riesgo, se opta por un tipo u otro.

Dependiendo de la institución, las cifras objetivo de la presión arterial en pacientes con ERC varían ligeramente. Según la Guía de Práctica Clínica de la Sociedad Española de Nefrología, una buena cifra objetivo es <140/90 mm Hg (1).

- Diabetes o cociente albúmina/creatinina

En el caso de los pacientes de ERC con diabetes o el cociente albúmina/creatinina elevado, es común la prescripción de gliflozinas con el objetivo de controlar la hiperglucemia (8).

- Hipercolesterolemia

Para combatir los altos niveles de colesterol se recomienda el tratamiento con estratinas. Esta familia de medicamentos ayuda a reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares (1).

### **3.1.5.3 Terapia renal sustitutiva**

La terapia renal sustitutiva entra en juego si la enfermedad entra en su etapa terminal y existe un fallo renal. Las dos opciones de esta terapia son la diálisis y el trasplante renal.

- Diálisis

La diálisis es un método que elimina los residuos de la sangre cuando los riñones no son capaces. Existe dos tipos: la hemodiálisis y la diálisis peritoneal.

En la hemodiálisis, la sangre del paciente pasa a través de un tubo hasta un filtro o riñón artificial que elimina toxinas y líquido extra de la sangre. Una vez filtrada, la sangre regresa al paciente a través de otro tubo (10).



En la diálisis peritoneal se coloca un catéter en la cavidad abdominal y se hace pasar un líquido llamado solución de diálisis por los vasos sanguíneos del peritoneo, que actúa de filtro. Este líquido atrae las sustancias de desecho, que se drenan junto con la solución de diálisis y se descartan (11).

- Trasplante de riñón

Con frecuencia es la mejor opción terapéutica en pacientes con fallo renal. Las tasas de supervivencia son muy buenas y los riñones trasplantados pueden funcionar correctamente durante 10 o más años.

Los donantes de riñón son escasos, por lo que la mayoría de pacientes son tratados con diálisis en el proceso de espera (8).

## **3.2 Hipertensión Arterial**

La HTA o presión arterial alta es un trastorno caracterizado por un incremento continuo de las cifras de la presión sanguínea en las arterias, que es la fuerza que la sangre ejerce contra la pared arterial (12,13).

### **3.2.1 Diagnóstico y clasificación**

Para poder diagnosticar la HTA, es necesario medir la presión arterial correctamente. Aunque una gran parte de la literatura relacionada con la evaluación y el tratamiento de la alta presión arterial se ha generado utilizando métodos “tradicionales” (esfigmomanómetro y estetoscopio), la evidencia reciente recomienda el uso de medidores automáticos como el holter. Independientemente del método utilizado, es imprescindible realizar una media de al menos dos mediciones distintas de la presión arterial para no falsear la cifra.

La lectura de la presión arterial se denomina en milímetros de mercurio (mm Hg). Tiene dos valores: presión sistólica y presión diastólica. La presión diastólica es el número más alto de los dos y mide la presión máxima durante un latido del corazón. La diastólica es el número más bajo y mide la presión entre latidos, cuando el corazón se llena de sangre (14).

Aunque la asociación entre el aumento de la presión arterial y el incremento del riesgo de enfermedades cardiovasculares es un continuo, la presión arterial se divide en seis categorías para facilitar su estudio y manejo.

Una presión arterial sistólica menor de 139 mmHg y diastólica menor de 89 mmHg se considera que entra dentro de los rangos normales. La HTA se define como unos valores de presión arterial sistólica mayor o igual a 140 mmHg y de diastólica mayor o igual a 90 mmHg.

Cuanto más altos son esos valores, mayor es el grado de HTA. En el grado más alto, el 3, la presión arterial sistólica es igual o mayor a 180 mmHg y la diastólica mayor o igual a 110 mmHg.

**Tabla 4. Clasificación HTA**

<b>Categoría</b>	<b>Sistólica (mmHg)</b>		<b>Diastólica (mmHg)</b>
<b>Óptima</b>	<120	y	<80
<b>Normal</b>	120–129	y/o	80–84
<b>Normal alta</b>	130–139	y/o	85–89
<b>HTA Grado 1</b>	140–159	y/o	90–99
<b>HTA Grado 2</b>	160–179	y/o	100–109
<b>HTA Grado 3</b>	≤180	y/o	≤110

(15)

De manera adicional, la HTA se puede clasificar en función de su etiología: la hipertensión puede ser esencial o secundaria.

Se denomina HTA esencial cuando no existen causas fisiológicas de origen conocido. La literatura indica que lo más probable es que se deba a una combinación de factores genéticos y ambientales, como la edad avanzada, la obesidad, dietas ricas en sodio, sedentarismo, consumo de alcohol o estrés.

Por otro lado, la HTA secundaria es una manifestación de otra patología o problema subyacente. Se puede deber a un amplio abanico de factores:

- Enfermedades del riñón: Son la causa de HTA secundaria más común. Destaca la ERC.
- Enfermedad vascularrenal: Estrechamiento de las arterias renales como consecuencia de arteriosclerosis o de otro tipo de enfermedades.
- Coartación de la aorta: Estrechamiento de la arteria aorta a nivel del tórax.
- Síndrome de apnea del sueño.
- Enfermedades metabólicas como el Cushing.
- Causas neurológicas.
- Distintos medicamentos como los antidepresivos o los corticoides (16).

### 3.2.2 Epidemiología

A nivel mundial, la HTA afecta a un 25% de la población mayor de 18 años. Esto implica que afecta a más de 1000 millones de personas, siendo el factor de riesgo cardiovascular más prevalente del mundo. Además, debido al aumento en prevalencia con la edad y el envejecimiento poblacional, se estima que este número llegará a las 1500 millones de personas en 2025 (17).

En cuanto al territorio nacional, la prevalencia ronda el 40%. La HTA es más prevalente en hombres (49,9%) que en mujeres (37,1%) y, siguiendo la tendencia global, la prevalencia aumenta con la edad: 17,2% de 31 a 41 años, 44,4% de 46 a 60 años, 75,4% de 61 a 75 años y 88,7% en mayores de 75 años (18).

En lo referente a la prevalencia en función de la clasificación, el 90% de los casos de HTA se diagnostican como HTA esencial. El 10% restante, por tanto, es secundaria (13,16).

Es preciso puntualizar que, según la OMS, casi un 50% de los adultos con hipertensión no son conscientes de que padecen esta enfermedad, por lo que los datos epidemiológicos podrían ser diferentes (12).

### 3.2.3 Etiología y factores de riesgo

La etiología de la HTA es multifactorial. Hay varios factores de riesgo a tener en cuenta:

- Edad

El riesgo de padecer HTA aumenta considerablemente a lo largo de los años (14). Casi el 90% de la población mayor de 75 años tiene la presión arterial alta (18).

- Genética

La HTA presenta un componente hereditario, por lo que la presencia de antecedentes familiares supone un factor de riesgo. Además, la presión arterial alta es más común en personas de raza negra. Este grupo demográfico también es más propenso a sufrir complicaciones asociadas a la HTA, como accidentes cardiovasculares o insuficiencia renal.

- Sobrepeso u obesidad

La alta demanda metabólica de un cuerpo de estas características provoca un aumento de la cantidad de sangre que circula por los vasos sanguíneos y, por tanto, un aumento de la presión arterial.

- Falta de actividad física

El ejercicio físico ha sido ampliamente relacionado con una disminución en la frecuencia cardíaca. Una mayor frecuencia cardíaca aumenta la presión arterial. Del mismo modo, la ausencia de actividad física disminuye la capacidad aeróbica y aumenta el riesgo de sufrir sobrepeso, factores de riesgo en sí mismos.

- Hábitos tóxicos

Los hábitos tóxicos como el alcoholismo o el tabaquismo son factores de riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares y pueden provocar HTA.

- Sodio y potasio.

Una dieta alta en sodio puede contribuir a un aumento de la presión arterial. Por otra parte, el potasio ayuda a la regulación de los niveles de sodio, por lo que una ingesta insuficiente de potasio en la dieta puede aumentar el riesgo de HTA.

- Enfermedades crónicas

Ciertas enfermedades crónicas, como la ERC, son factores de riesgo en el desarrollo de presión arterial alta (14).

### **3.2.4 Manifestación Clínica**

Los pacientes de HTA no suelen presentar signos o síntomas. En casos de crisis hipertensivas, pueden existir síntomas como cefalea, mareos, visión borrosa o náuseas.

Por otra parte, una presión arterial elevada mantenida en el tiempo puede producir complicaciones en diversos órganos que sí pueden expresar síntomas:

- Complicaciones cardíacas

La HTA provoca hipertrofia ventricular, que favorece la aparición de insuficiencia cardíaca y retención de líquidos.

- Complicaciones renales

La HTA y la DM son las principales causas de ERC. De la misma manera, las enfermedades renales provocan HTA, por lo que la relación causa-efecto no siempre es clara.

- Complicaciones cerebrovasculares

La HTA favorece la aparición de daño cerebral progresivo, que puede provocar ataques isquémicos, ictus y demencia de causa vascular.

- Complicaciones oculares
- Otras complicaciones, como la enfermedad arterial periférica (16).

### **3.2.5 Tratamiento**

Aunque la HTA es una enfermedad que no tiene cura, existen dos estrategias ampliamente utilizadas en la reducción de la presión arterial: los cambios en el estilo de vida y el tratamiento farmacológico.

#### **3.2.5.1 Cambios en el estilo de vida**

La implementación de un estilo de vida saludable puede ayudar a retrasar el avance de la HTA y sus consecuencias. Gran parte de estas intervenciones están enfocadas a eliminar los factores de riesgo ambientales de la vida de los pacientes con HTA.

- Dieta baja en sodio, carne roja y grasas saturadas
- Dieta rica en verduras, frutas frescas, legumbres, productos lácteos desnatados, cereales integrales, pescado y ácidos grasos no saturados. Se recomienda el abandono o la reducción del consumo de bebidas azucaradas.
- Reducción del peso corporal en personas con sobrepeso u obesidad.
- Aumento de la actividad física y de la capacidad aeróbica.
- Abandono de hábitos tóxicos como el tabaquismo (15).

#### **3.2.5.2 Tratamiento farmacológico**

Los pacientes de HTA suplementan los cambios en el estilo de vida con un tratamiento farmacológico específicamente adaptado a sus características con el fin de controlar la presión arterial.

Algunos de los tipos de medicamentos más utilizados son los diuréticos, inhibidores de la enzima convertidora de la angiotensina, antagonistas de los receptores de la angiotensina II, inhibidores directos de la renina, bloqueadores de los canales del calcio o betabloqueantes (15,16).

### **3.3 JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO**

La ERC y la HTA son patologías íntimamente relacionadas. El aumento en la prevalencia y la incidencia de ambas implora una revisión de los procedimientos terapéuticos en busca de vías de mejora tanto para la calidad de vida de los pacientes como para el alivio de los sistemas sanitarios.

En pacientes con ERC, la prevalencia de las etapas más avanzadas, especialmente aquellos con terapia renal sustitutiva, es mucho menor que en otros estadios más moderados (5). Sin embargo, la mayoría de los estudios realizados en pacientes con ERC con el fin de evaluar la efectividad de diferentes medidas terapéuticas es en este grupo (19). Tanto la diálisis como el trasplante renal han probado ser tratamientos efectivos, pero costosos (20). Es por ello que una de las mejores estrategias a tener en cuenta es realzar la importancia de las medidas profilácticas.

El tratamiento preventivo y la procura de frenar la progresión de la enfermedad antes de que llegue a estadios demasiado avanzados debe ser un foco de atención de los sistemas sanitarios y de los centros de investigación.

Uno de los factores más importantes en la aceleración de la progresión de la ERC es la HTA y, tradicionalmente, el ejercicio ha sido utilizado como herramienta terapéutica para el control de la presión arterial. Desgraciadamente, la literatura que explora la efectividad del ejercicio terapéutico en el manejo de la HTA en pacientes con ERC sin tratamiento sustitutivo no es extensa. Por ello, parece pertinente reflejar la potencial importancia de la fisioterapia y de la implementación del ejercicio terapéutico en este grupo poblacional.

## 4. OBJETIVOS

### 4.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

Para la realización de este trabajo, se formula la siguiente pregunta de investigación: ¿cuál es la efectividad de un programa de ejercicio terapéutico en el manejo de la presión arterial alta en pacientes con ERC sin TRS?

- Situación, paciente o grupo de pacientes con una misma condición clínica (**P**atient): Pacientes con ERC sin TRS.
- Intervención (**I**ntervention): Programa de ejercicio terapéutico.
- Comparación (**C**omparison): Grupo control sin programa de ejercicio terapéutico.
- Resultado (**O**utcome): Reducción de la presión arterial.

### 4.2 OBJETIVOS

#### 4.2.1 General

Conocer la eficacia del ejercicio terapéutico en el control de la presión arterial en pacientes con ERC sin TRS.

#### 4.2.2 Específicos

- Conocer el tipo de pacientes a los que se orientan estas intervenciones.
- Identificar los diferentes tipos de ejercicio terapéutico que muestran una reducción de la presión arterial.
- Identificar los parámetros más empleados en el ejercicio terapéutico:
  - Duración de la sesión
  - Intensidad
  - Frecuencia
  - Duración total de la intervención
- Observar los cambios que produce el ejercicio terapéutico en otras variables que participan en la evolución de la ERC:
  - TFG
  - IMC
  - VO<sub>2</sub>máx.
- Analizar el nivel de evidencia y grado de recomendación de los artículos seleccionados.
- Analizar la calidad metodológica de los artículos seleccionados.

## **5. METODOLOGÍA**

### **5.1 FECHA Y BASES DE DATOS**

La búsqueda de información se realiza en los meses de noviembre y diciembre de 2022. Las bases de datos utilizadas son Pubmed, PEDro y Scopus.

### **5.2 CRITERIOS DE SELECCIÓN**

Criterios de inclusión:

- Escritos en inglés, español o portugués.
- Estudios realizados en humanos o revisiones referidas a trabajos en humanos.
- Trabajos referidos a individuos con enfermedad renal crónica sin TRS.
- Trabajos en los que la intervención consista en la aplicación de ejercicio terapéutico.
- Trabajos en los que se muestre el impacto de la intervención en la presión arterial.
- Tipo de estudio: metaanálisis, revisiones sistemáticas, revisiones, ensayos clínicos controlados y/o aleatorizados, ensayos clínicos.
- Publicados en los últimos 5 años hasta el momento de realizar la revisión.

Criterios de exclusión:

- No accesibles a texto completo.
- Artículos duplicados.
- Trabajos en los que no se detallen y evalúen casos como cartas o artículos de opinión.
- Estudios en los que las técnicas aplicadas no tengan relación con el ejercicio terapéutico.

### **5.3 ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA**

En primer lugar, se ha realizado una búsqueda en la base de datos Cochrane Library Plus con el objetivo de comprobar que no existe una revisión reciente que responda a la pregunta de investigación de este trabajo.



Tabla 5. Estrategia de búsqueda

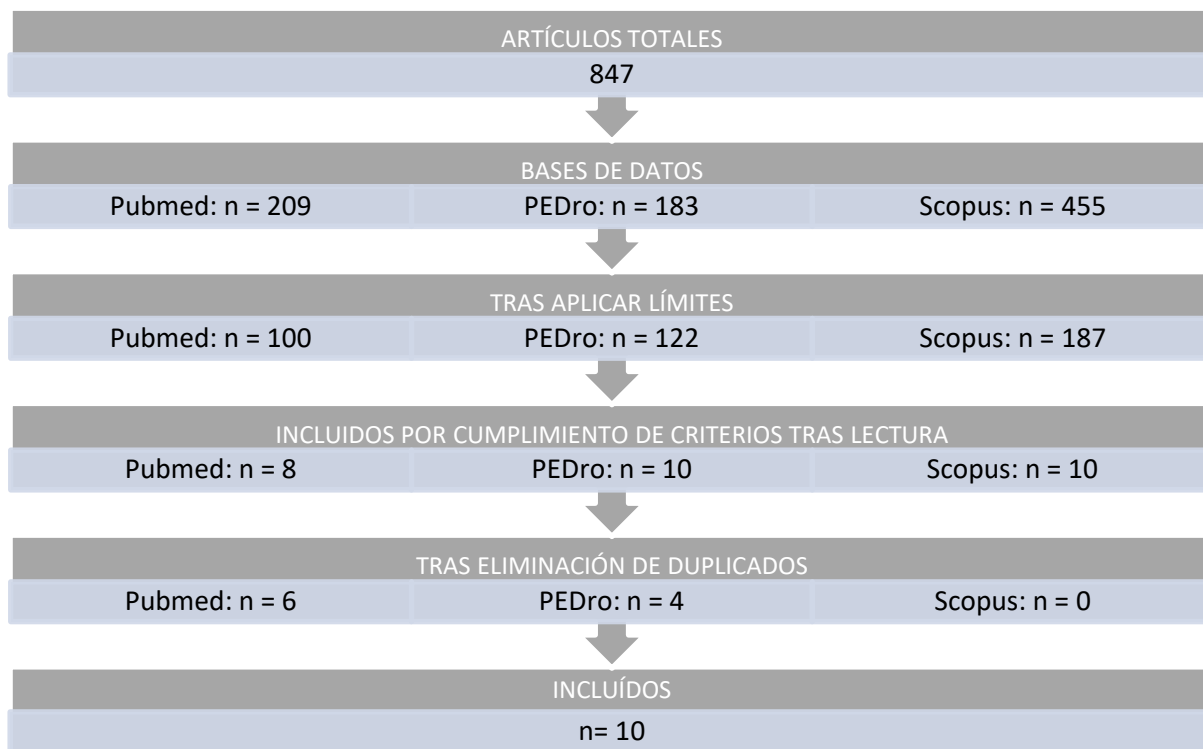
Base	Estrategia de Búsqueda	Límites	Resultados
<b>PUBMED</b>	((("Exercise"[MeSH Terms] AND ("renal insufficiency, chronic/prevention and control"[MeSH Terms] OR "renal insufficiency, chronic/rehabilitation"[MeSH Terms] OR "renal insufficiency, chronic/therapy"[MeSH Terms])) NOT "Renal Dialysis"[MeSH Terms]) NOT "Transplants"[MeSH Terms])	Año de publicación Idioma Humanos	100
<b>PEDRO</b>	Abstract & Title: Chronic Kidney Disease Therapy: Fitness training	Año de publicación	72
	Abstract & Title: Chronic Kidney Disease Therapy: Strength training	Año de publicación	50
<b>SCOPUS</b>	( TITLE-ABS-KEY ( renal AND insufficiency ) AND TITLE-ABS-KEY ( exercise ) AND TITLE-ABS-KEY ( hypertension ) OR TITLE-ABS-KEY ( blood AND pressure )	Año de publicación Idioma	187

#### 5.4 GESTIÓN DE LA BIBLIOGRAFÍA LOCALIZADA

La gestión de las referencias bibliográficas encontradas y utilizadas para esta revisión, así como la eliminación de la bibliografía duplicada, se ha realizado a través del programa Zotero.

## 5.5 SELECCIÓN DE ARTÍCULOS

Figura 1. Diagrama de flujo de la selección de artículos de las bases de datos



En el proceso de eliminación de artículos, se realizó un análisis de la bibliografía de las revisiones encontradas que recogieran artículos presentes en la búsqueda con el fin de evitar la repetición de datos.

## 5.6 VARIABLES DE ESTUDIO

En cada uno de los artículos seleccionados se han analizado las siguientes variables de estudio:

- Tipo de estudio.
- Características de la muestra.
- Tipo de ejercicio terapéutico.
- Variables del ejercicio terapéutico.
- Resultados.
- Nivel de evidencia y grado de recomendación de los artículos seleccionados.

- Calidad metodológica de los estudios.

## **5.7 NIVELES DE EVIDENCIA, GRADO DE RECOMENDACIÓN Y CALIDAD METODOLÓGICA**

La valoración del nivel de evidencia, grado de recomendación, y calidad metodológica es uno de los objetivos específicos planteados en esta revisión, por lo que los datos de esta valoración se expondrán en el apartado de resultados.

## 6. RESULTADOS

Para la realización de la presente revisión, finalmente fueron seleccionados 10 trabajos: 4 estudios y 6 revisiones sistemáticas. De los estudios, 3 son ECA y 1 es un estudio piloto de un ECA.

En cuanto a las revisiones estudiadas, en primer lugar, **Wu et al.** (21) analiza el impacto de la aplicación de ejercicio combinado aeróbico y de fuerza en la función renal en adultos con ERC. Se incluyeron 12 artículos con un total de 745 pacientes en esta revisión. La mayoría de ellos se encontraban en estadios 2-4 de la ERC.

En lo referente a la intervención, la frecuencia de tres veces por semana fue la más común, con nueve artículos que adoptaron esa estrategia. La intensidad del ejercicio utilizada en 10 de los 12 estudios fue moderada. La duración de cada ejercicio fue de más de 30 minutos con una duración máxima de 1,5 a 2 horas. La intervención más corta fue de 12 semanas, mientras que la más larga fue de 52 semanas.

Los pacientes que realizaron el ejercicio terapéutico combinado demostraron una disminución estadísticamente significativa en la presión arterial en el análisis dentro del grupo, tanto en la presión arterial sistólica (-5,24 mmHg) como en la diastólica (-3,63 mmHg). En comparación con la atención habitual o la ausencia de ejercicio, los pacientes intervenidos obtuvieron una mejora significativa en la TFG (+5,01 ml/min/1.73m<sup>2</sup>). Sin embargo, no hubo diferencias significativas en el IMC.

El objetivo de la revisión de **Yamamoto et al.** (22) fue evaluar la eficacia del ejercicio aeróbico en los aspectos cardiometabólicos y renales. Se incluyeron un total de 15 ECAs, incluidos 622 pacientes. Mayoritariamente, estos pacientes se encontraban en estadios 3b y 4 de la ERC. La intervención fue de ejercicio aeróbico de intensidad mayoritariamente moderada, teniendo la intervención más corta una duración de 3 meses y, la más larga, 12.

Los resultados mostraron que el ejercicio aeróbico redujo significativamente la presión arterial sistólica (-0,75 mmHg). De la misma manera, también hubo un impacto significativo en otras variables relacionadas como el IMC (-0,19 kg/m<sup>2</sup>) y el VO<sub>2</sub>máx (+0,54 ml/kg/min). Sin embargo, el ejercicio aeróbico no tuvo un efecto significativo sobre la TFG.

Con el fin de reforzar la base teórica para el tratamiento de la ERC, **Zhang et al.** (23) realizan un metaanálisis para evaluar los efectos del tratamiento con ejercicio sobre la función renal,

la presión arterial, los lípidos sanguíneos y el IMC en pacientes con ERC en estadios 2-5. Revisa 13 ECAs, que representan a 421 pacientes.

La duración de la intervención varió entre 6 semanas y 12 meses. De los 13 ECAs examinados, 4 incluyen ejercicio aeróbico y de fuerza, mientras que el resto utiliza solamente programas de ejercicio aeróbico. En cuanto a la frecuencia, 3 veces por semana es la más utilizada, siendo empleada por 8 artículos.

El ejercicio redujo la presión arterial sistólica en 5,61 mmHg y la presión arterial diastólica en 2,87 mmHg, ambas de manera estadísticamente significativa. Este efecto antihipertensivo es mayor en los participantes que recibieron tratamiento durante menos de 6 meses. Se observó que el tratamiento con ejercicio a más largo plazo, de 6 a 12 meses, no se asoció con un mayor efecto antihipertensivo.

La TFG tuvo un aumento medio de 2,62 ml/min/1,73m<sup>2</sup>, y la diferencia fue estadísticamente significativa. Se observó que, en comparación con los sujetos que no hacían ejercicio, la TFG aumentaba significativamente con el ejercicio a corto plazo (menos de 3 meses), pero no con 3-6 o 6-12 meses de ejercicio.

En comparación con los controles, el IMC de los pacientes se redujo significativamente en aquellos que recibieron entre 6 y 12 meses de intervención (-2,27 kg/m<sup>2</sup>), pero no en los que recibieron menos de 6.

En el trabajo de **Villanego et al.** (24), el objetivo principal fue revisar los estudios sobre ejercicio físico realizados en pacientes con ERC que no precisan TRS y describir el impacto del ejercicio físico sobre la progresión de la enfermedad renal. Se revisaron 21 estudios, incluyendo a un total de 927 pacientes.

6 de los 21 artículos revisados utilizaron un programa que combina ejercicio aeróbico y ejercicio de fuerza. Únicamente un trabajo realizó una intervención basada en trabajos de fuerza. Los 14 artículos restantes utilizaron un entrenamiento aeróbico. La frecuencia de las sesiones fue en 14 trabajos de 3 veces por semana, con una duración aproximada de 30 minutos. La intervención más corta fue de 12 semanas; la más larga, 52/10 años (la siguiente más larga es de 52 semanas/1 año). La intensidad del ejercicio aeróbico en la mayoría de los trabajos fue leve-moderada, entre el 40 y el 60% del VO<sub>2</sub>máx. En el entrenamiento de fuerza, solo un trabajo especifica la intensidad: 80% de la repetición máxima (1RM).

Los efectos del ejercicio físico sobre la presión arterial sistólica y la presión arterial diastólica son positivos, pero no significativos. El ejercicio físico no tuvo impacto sobre la función renal, ya que no se apreciaron diferencias en la TFG entre los pacientes intervenidos y los controles.

El ejercicio aeróbico combinado con ejercicio de fuerza a corto y a medio plazo presentó efectos positivos significativos sobre la capacidad aeróbica, medida mediante el  $VO_2\text{máx}$  (+2,5 ml/kg/min).

**Thompson et al.** (25) realizaron una revisión sistemática para evaluar si el ejercicio es una estrategia eficaz para reducir la presión arterial en pacientes con ERC sin TRS. Con este fin, examinaron doce estudios con un total de 505 participantes. La media de la TFG de los participantes osciló entre 27 y 48 ml/min/1,73 m<sup>2</sup> (estadios 3-4).

De los 12 artículos seleccionados, 2 de ellos utilizaron ejercicio aeróbico y de fuerza de manera combinada. El resto de artículos se ciñó a un programa aeróbico. La intensidad del ejercicio aeróbico en la mayoría de artículos fue de moderada (50-60%  $VO_2\text{máx}$ ), aunque también hay 4 artículos que utilizan una intensidad más alta (mayor del 80% frecuencia cardíaca de reserva (FCR)). En el entrenamiento de fuerza, la carga fue de un 80% de la 1RM. La frecuencia dominante fue de 3 días por semana. La duración total de la intervención fluctúa desde las 12 hasta las 156 semanas (si eliminásemos este último dato, la duración más alta sería de 52 semanas).

De manera general, el ejercicio no se asoció con un efecto sobre la presión arterial sistólica. De manera puntual, se observaron diferencias significativas en la diferencia media de la presión arterial a las 12-16 y 24-26 semanas (-4.93 mmHg), pero no a las 48-52.

Finalmente, el trabajo de **Vanden Wyngaert et al.** (26) revisa los efectos del entrenamiento con ejercicios aeróbicos sobre la función renal y cardiovascular en pacientes con ERC en estadios 3-4. Se seleccionaron 11 ensayos controlados aleatorios que incluían 362 participantes en total.

En cuanto a la intervención, 4 de los 11 artículos combinan el ejercicio aeróbico y el de fuerza, mientras que los restantes utilizan únicamente el aeróbico. La intensidad, excepto en cuatro artículos que rozan una intensidad alta (mayor de 80% FCR), es moderada (50-60% FCR). La frecuencia de las sesiones fue de 3 veces a la semana. La intervención más corta tiene una duración de 12 semanas. La más larga, de 52.

El entrenamiento con ejercicio aeróbico de una duración media de 32 semanas no mostró ningún efecto sobre la presión arterial en el análisis entre grupos. A pesar de que la tendencia de la media era positiva, los resultados no fueron significativos. Sí que se encontró una mejora significativa en la TFG. La diferencia de medias calculada muestra una mejora en la TFG de 2,16 ml/min/1,73m<sup>2</sup> en los participantes asignados a ejercicio aeróbico en comparación con la

atención estándar. También se hallaron efectos favorables significativos en el IMC (-0,73 kg/m<sup>2</sup>) y en el VO<sub>2</sub> (+2,39 ml/kg/min) en el grupo intervenido.

En lo referente a los estudios clínicos seleccionados, en el anexo 1 se encuentra la información sintetizada de las características más relevantes de los mismos.

### **6.1 Características de la muestra**

En el estudio de **Beetham et al.** (27) participaron 14 individuos, de los cuales 10 eran hombres. La edad media ronda los 61 años. Estos participantes se encuentran en estadios 3 y 4 de la ERC y tienen HTA.

De los 46 pacientes que participan en el trabajo de **Uchiyama et al.** (28), 33 son hombres, con una edad mediana de 73 años. El estadio de la ERC en el que se encuentran es el 4 y tienen HTA.

En el estudio de **Corrêa et al.** (29) participan 90 personas. La media de edad es de 58 años. Los pacientes tienen ERC estadio 2 e HTA.

28 de las 44 personas que participaron en el estudio de **Thompson et al.** (30) eran hombres. La media de edad es de 69 años. Los pacientes tienen ERC en estadios 3b y 4 e HTA.

### **6.2 Intervención recibida**

Tres de los cuatro estudios incluyen ejercicios de tipo aeróbico en sus intervenciones. Entre estos, dos de ellos incorporan ejercicios de fuerza. Por último, solo un artículo incluye ejercicios de fuerza sin entrenamiento aeróbico.

**Beetham et al.** (27) realiza una intervención de tipo puramente aeróbico. Para ello, dividió a los participantes en dos grupos. El entrenamiento del primer grupo se basó en el entrenamiento interválico de alta intensidad (EIAI), mientras que el segundo grupo ejecuta un entrenamiento continuo de intensidad moderada (ECIM). El grupo de alta intensidad completó el protocolo 4x4 que consistió en 4 intervalos de 4 minutos de duración, intercalados con 3 minutos de recuperación activa. Las intensidades de los intervalos de alta intensidad progresaron entre el 80% y el 95% de la frecuencia cardíaca máxima (FCM) durante el desarrollo de la intervención, y los intervalos de recuperación se establecieron en el 65% de

la FCM. Por otra parte, el grupo de intensidad moderada entrenó a un 65% de la FCM durante un período de 40 minutos. Ambos grupos, EIAI y ECIM, realizaron un calentamiento al 50-60% de la FCM durante 5 minutos y un enfriamiento a la misma intensidad durante 3 minutos. Estas sesiones se realizaron 3 veces a la semana durante 12 semanas.

En el estudio de **Uchiyama et al.** (28), los integrantes fueron divididos en dos grupos. Uno de estos grupos realiza un programa de ejercicio mientras que al otro no recibió ninguna intervención, funcionando a modo de control. Se instruyó a los pacientes en el grupo de ejercicio para que realizaran entrenamientos aeróbicos individualizados en el hogar sin supervisión tres veces por semana y entrenamientos de fuerza dos veces por semana durante 6 meses. En lo referente al entrenamiento de fuerza, los pacientes realizaron una serie de 10 repeticiones para cada grupo muscular. En cuanto a la intensidad, la frecuencia cardíaca objetivo en el entrenamiento aeróbico fue del 40 al 60% de la FCM. En el entrenamiento de fuerza, el objetivo fue un peso con el que pudiesen completar 10-15 repeticiones o el 70% de la 1RM.

En su estudio, **Corrêa et al.** (31) se centra en el entrenamiento de fuerza. Los pacientes son divididos en tres grupos: control, entrenamiento de fuerza convencional y entrenamiento de fuerza con restricción del flujo sanguíneo. El grupo control no recibe ninguna intervención. Ambos grupos de entrenamiento físico realizaron tres sesiones de entrenamiento semanales, utilizando una periodización similar (tres mesociclos de dos meses), pero de diferentes intensidades. El entrenamiento convencional consistió en 3 series de 12 repeticiones al 50% de 1 RM en el primer mesociclo, 3 series de 10 repeticiones al 60% de 1 RM en el segundo mesociclo y 3 series de 8 repeticiones al 70% de 1 RM en el tercer mesociclo. El de fuerza con restricción de flujo consistió en 3 series de 12 repeticiones al 30% de 1 RM en el primer mesociclo, 3 series de 10 repeticiones al 40% de 1 RM en el segundo mesociclo y 3 series de 8 repeticiones al 50% de 1 RM en el tercer mesociclo. La restricción del flujo sanguíneo se determinó en función del 50% de la presión arterial sistólica en reposo. Algunos de los ejercicios realizados son el press de banca, press de hombro, remo o press de piernas.

**Thompson et al.** (30) utiliza preferentemente un programa de ejercicio aeróbico, aunque también incluye aspectos de fuerza en su intervención. Los pacientes son aleatorizados en dos grupos. Uno de ellos se somete a la intervención mientras que al otro no se le dan nuevas pautas.



El programa de ejercicio duró 24 semanas y se dividió en dos bloques de 8 y 16 semanas. El objetivo fue aumentar la actividad física a 150 minutos a la semana a una intensidad moderada (40-59% de la FCR). En el primer bloque los pacientes realizaron tres sesiones semanales, una de ellas con supervisión y las otras dos en su domicilio. La intensidad fue aumentando progresivamente, pasando de un 30-39% de la FCR en las semanas 1-3 hasta llegar a un 40-59% en las semanas 4-8. Las sesiones supervisadas incluyeron un calentamiento dinámico (5 min); entrenamiento de fuerza isométrica con peso corporal y bandas de resistencia (10-20 min); ejercicio aeróbico continuo en cinta rodante, cicloergómetro o bicicleta elíptica, con un objetivo de 30 min; y un enfriamiento con ejercicios de flexibilidad.

En el segundo bloque, de 16 semanas de duración, el ejercicio es completamente domiciliario. El programa de ejercicios y su progresión se individualiza en función del desempeño de cada paciente en el primer bloque.

### **6.3 Resultados alcanzados**

En el estudio de **Beetham et al.** (27), a pesar de que la tendencia de las mediciones de la presión arterial, tanto sistólica como diastólica, parece favorecer al grupo que realizó ECIM, los datos no son estadísticamente significativos.

Se halló un aumento clínicamente significativo de la capacidad de ejercicio (medida en METs) en ambos grupos indistintamente. Sin embargo, no se encontró la misma mejoría en el aspecto cardiorrespiratorio, utilizando la  $VO_2$ máx como medición.

**Uchiyama et al.** (28) no encontraron resultados beneficiosos de la intervención en la presión arterial de los pacientes. De la misma manera, este estudio no fue capaz de demostrar un efecto positivo del ejercicio en la función renal a través de la medición de la TFG.

**Corrêa et al.** (29) encontraron que tanto el grupo de entrenamiento de fuerza como el de fuerza con restricción de flujo sanguíneo experimentaron disminuciones estadísticamente significativas en presión arterial sistólica y diastólica en una media de aproximadamente 12 mmHg tras 6 meses de entrenamiento. Por otra parte, el grupo control aumentó sus números de presión arterial en la mayoría de los registros. Se midió la presión arterial de manera puntual (en clínica) y de manera continuada a lo largo de un período de 24h mediante un holter. Además, la medida de 24h también fue dividida en período de noche y período de día. No hay diferencias significativas entre los dos grupos sometidos a intervención.

Además, las dos intervenciones tuvieron un impacto positivo estadísticamente significativo en la progresión de la ERC. En el grupo control, la TFG pasó de 66,4 a 56,1 ml/min/1,73 m<sup>2</sup>. En los grupos intervenidos con entrenamiento de fuerza y fuerza con restricción de flujo, los valores cambiaron de 65,8 a 61,8 ml/min/1,73 m<sup>2</sup> y de 66,0 a 62,2 ml/min/1,73 m<sup>2</sup>, respectivamente.

Por último, **Thompson et al.** (30) no encontró diferencias estadísticamente significativas entre el grupo control y el intervenido en relación a la presión arterial en ninguna de las mediciones realizadas.

Se consiguió una mejora en la capacidad aeróbica a las 8 semanas, medidas en VO<sub>2</sub>máx (+1.91 mL/kg/min). Sin embargo, estas mejoras no se pudieron mantener en el tiempo y a las 24 semanas este aumento ya no se consideró estadísticamente significativo.

En relación a otros marcadores de riesgo cardiovascular, a pesar de la tendencia positiva en variables como la TFG, el IMC, estos datos no fueron estadísticamente significativos.

#### 6.4 Nivel de evidencia, grado de recomendación y calidad metodológica

Para realizar el análisis del nivel de evidencia y grado de recomendación se ha utilizado la Escala Oxford (32) (anexo 2).

Para realizar el análisis de la calidad metodológica se ha utilizado la Escala Jadad (33) (anexo 3).

**Tabla 6. Calidad de la literatura**

Autor y año	Tipo de estudio	Nivel de evidencia	Grado de recomendación	Puntuación calidad metodológica
<b>REVISIONES Y METAANÁLISIS</b>				
<b>Wu et al., 2020 (21)</b>	Revisión sistemática y meta-análisis	1a	A	-
<b>Yamamoto et al., 2021 (22)</b>	Revisión sistemática y	-1a	D	-

	meta-análisis			
<b>Zhang et al., 2019 (23)</b>	Revisión sistemática y meta-análisis	-1a	D	-
<b>Villanego et al., 2020 (24)</b>	Revisión sistemática y meta-análisis	-1a	D	-
<b>Thompson et al., 2019 (25)</b>	Revisión sistemática y meta-análisis	-1a	D	-
<b>Vanden Wyngaert et al., 2018 (26)</b>	Revisión sistemática y meta-análisis	-1a	D	-
<b>ENSAYOS CLINICOS</b>				
<b>Beetham et al., 2018 (27)</b>	Estudio piloto de un ECA	2b	B	3
<b>Uchiyama et al., 2021 (28)</b>	Ensayo controlado aleatorizado	1b	A	4
<b>Corrêa et al., 2021 (29)</b>	Ensayo controlado aleatorizado	1b	A	3
<b>Thompson et al., 2022 (30)</b>	Ensayo controlado aleatorizado	1b	A	3

## 7. DISCUSIÓN

El objetivo principal de esta revisión ha sido determinar la eficacia del ejercicio terapéutico en el control de la presión arterial en pacientes con ERC sin TRS.

### 7.1 Características de la muestra

La media de edad de los pacientes de los ensayos clínicos estudiados más baja es de los 58 años (29), mientras que la más alta es de 69 (30). En las revisiones, aunque la muestra es más numerosa y variada, la mayoría de los artículos incluidos trabajan con pacientes mayores de 60 años. Estas cifras concuerdan con los datos epidemiológicos que apuntan el declive de la función renal con el paso de los años (5).

De los 10 trabajos incluidos, 3 revisiones (22,25,26) y 3 estudios (27,28,30) se centran en pacientes en estadios 3 y/o 4 de la ERC, siendo este intervalo el más prevalente en este trabajo.

### 7.2 Intervención recibida

#### 7.2.1 Tipo de ejercicio e intensidad

En las revisiones, el ejercicio aeróbico es el más escogido en las intervenciones, por encima del entrenamiento de fuerza o la combinación de ambos. De los 84 artículos recogidos en las revisiones, 55 de ellos (el 65%) optan por una intervención basada en el ejercicio aeróbico. 28 artículos (33%) combinan el ejercicio aeróbico y el de fuerza, siendo la revisión de **Wu et al.** (21) la mayor exponente de este grupo. Por último, solamente un artículo de los 84, en la revisión de **Villanego et al.** (24), utiliza el entrenamiento de fuerza de manera exclusiva.

En los estudios, la elección de ejercicio es ligeramente más variada. **Uchiyama et al.** (28) y **Thompson et al.** (30) combinan el ejercicio aeróbico y el de fuerza, **Beetham et al.** (27) selecciona el aeróbico y **Corrêa et al.** (29), el de fuerza. Sin embargo, los dos trabajos que combinan ambas modalidades priorizan el ejercicio aeróbico. Además, la tónica general de los estudios y las revisiones en conjunto deja claro que el entrenamiento aeróbico es el más utilizado en el tipo de intervenciones examinadas.

Es resaltable que, tanto en el entrenamiento aeróbico como en el de fuerza, la elección del ejercicio concreto podría influir en los resultados. En los trabajos examinados no hay diferenciación entre ejercicio aeróbico realizado con MMSS, MMII o de manera global. Del mismo modo, ejercicios como la prensa de piernas reclutan un volumen muscular mayor que una flexión de codo (curl de bíceps) y, aunque ambos se realicen con la misma intensidad y

ambos pertenezcan a la categoría de ejercicios de fuerza, los posibles efectos sobre la presión arterial y la función renal podrían variar.

En lo referente a la intensidad, nos encontramos con un panorama considerablemente homogéneo. Tanto en las revisiones como en los estudios, la intensidad dominante en el ejercicio aeróbico es la leve-moderada, entre un rango del 40-60% de la  $VO_2$ máx. Si bien es cierto que especialmente las revisiones de **Thompson et al.** (25), **Vanden Wyngaert et al.** (26) contienen artículos que utilizan intensidades más altas, de un 80% FCR o más, estos trabajos son excepciones que destacan por su rareza. De la misma manera, sobresale el estudio de **Beetham et al.** (27), que propone una intervención basada en un entrenamiento interválico de alta intensidad, llegando hasta el 95% de la FCM.

Es bastante probable que la intensidad más adecuada en esta población sea la moderada y no la elevada. En primer lugar, como refleja el artículo de **Beetham et al.** (27), el grupo que realizó el entrenamiento de alta intensidad obtuvo peores resultados en la reducción de la presión arterial que el grupo que entrenó con una intensidad moderada. Además, las probabilidades de provocar efectos adversos a una población inherentemente frágil son menor con una intensidad ligeramente más baja. Por último, la inmensa mayoría de los pacientes con ERC son sedentarios, por lo que la adherencia debe ser un factor importante a tener en cuenta y una intensidad moderada es más apropiada para personas desentrenadas.

Si nos centramos en el entrenamiento de fuerza, los datos no son muy distintos. En la mayor parte de la literatura, la intensidad y, por tanto, las repeticiones, se encuentran en un rango medio: 10-15 repeticiones o un 70-80% de la 1RM. En esta modalidad de entrenamiento, el trabajo que más se distingue es el de **Corrêa et al.** (29). Debido a la particularidad de su intervención con restricción del flujo sanguíneo, la intensidad es más baja, entre el 30 y el 50% de la 1RM.

### **7.2.2 Frecuencia y duración de las sesiones**

La homogeneidad en la frecuencia de las sesiones es evidente, tanto en las revisiones como en los estudios incluidos. Excepto en algunos trabajos como el de **Uchiyama et al.** (28), el predominio de las sesiones 3 veces a la semana es patente.

En la cuestión de la duración, la imagen no es tan clara. Trabajos como el de **Yamamoto et al.** (22) no describen la duración de las sesiones de los artículos examinados en su revisión. En otras revisiones, como la de **Thompson et al.** (25) o la de **Wu et al.** (21), podemos

observar artículos que aumentan gradualmente la duración de las sesiones a lo largo de la intervención, comenzando en 15 minutos y llegando hasta los 55, por ejemplo. La sesión más corta es de, inicialmente, 10 minutos (25) y la más larga llega hasta las 1.5-2 horas (21). Por norma general, las sesiones son de más de 30 minutos y la mayoría se encuentran en el rango de los 30-45 minutos.

### **7.2.3 Duración total de la intervención**

La duración media del total de la intervención fue de 33,9 semanas, casi 8 meses. Sin embargo, si eliminamos los dos artículos con duraciones anómalas (521 semanas o 10 años en **Villanego et al.** (24) y 156 semanas o 3 años en **Thompson et al.** (25)), obtenemos una media de 26,7 semanas, poco más de medio año. La duración más corta fue de 5 semanas, mientras que la más larga, mencionada anteriormente, de 521 semanas. Este parámetro del ejercicio terapéutico es el más heterogéneo de los estudiados en esta revisión.

## **7.3 Resultados alcanzados**

### **7.3.1 Presión arterial**

Las revisiones de **Wu et al.** (21), **Zhang et al.** (23), **Yamamoto et al.** (22) y el estudio de **Corrêa et al.** (29), encontraron beneficios estadísticamente significativos en la presión arterial. En los dos primeros trabajos, tanto la presión arterial sistólica como la diastólica fue analizada, encontrando en ambas una mejoría notable. En la tercera revisión mencionada, únicamente la presión arterial sistólica es estudiada, con los mismos resultados. Por último, en el único estudio que consigue efectos estadísticamente relevantes, se recogen ambas medidas de la presión arterial.

Es interesante apuntar la variedad de enfoque en las intervenciones que han conseguido resultados relevantes a nivel estadístico. **Zhang et al.** (23) y, especialmente, **Wu et al.** (21) utilizan la combinación del ejercicio aeróbico y el de fuerza como herramienta terapéutica. **Yamamoto et al.** (22), por su parte, se centra exclusivamente en el entrenamiento aeróbico. Por otro lado, **Corrêa et al.** (29) focaliza su atención en el entrenamiento de fuerza. Esta dinámica nos sugiere que probablemente ambos tipos de ejercicio sea efectivos y que, seguramente, se retroalimenten el uno al otro en una intervención combinada.

Los trabajos de **Villanego et al.** (24), **Thompson et al.** (25), **Vanden Wyngaert et al.** (26) Y **Beetham et al.** (27) obtienen resultados similares. La tendencia en los datos de presión arterial recogidos indica una mejora. Sin embargo, a nivel estadístico, esta mejora no puede

considerarse significativa. En este grupo destaca la revisión de **Thompson et al. (25)**. Aunque la diferencia media de presiones arteriales a lo largo de la intervención no es significativa, sus resultados sí lo son en mediciones tempranas (12-16 semanas y 24-26 semanas), pero dejan de serlo en mediciones más tardías (48-52 semanas). Esto podría ser debido a factores como la progresión de la ERC, que aumentan la presión arterial de manera independiente.

Finalmente, los estudios de **Uchiyama et al. (28)** y **Thompson et al. (30)** no encontraron ninguna mejora en los datos de presión arterial después de las intervenciones.

A nivel general, la mayor parte de la literatura examinada parece avalar el ejercicio terapéutico como una herramienta efectiva en el manejo de la presión arterial. 4 de los 10 artículos revisados aportan beneficios estadísticamente significativos, entre ellos, la revisión con mayor nivel de evidencia y grado de recomendación. Otros 4 también muestran beneficios, aunque no significativos. Solamente 2 estudios no encuentran una mejoría en los datos recogidos. Ningún artículo de los examinados manifiesta efectos negativos del ejercicio terapéutico sobre la presión arterial.

### **7.3.2 TFG**

8 de los 10 artículos incluidos en este trabajo valoraron el efecto del ejercicio terapéutico sobre la TFG.

Las revisiones de **Wu et al. (21)**, **Vanden Wyngaert et al. (26)** y **Zhang et al. (23)** muestran mejoras significativas en la TFG y, por tanto, en el avance de la ERC. Destaca esta última revisión, ya que, aunque la media global indica beneficios estadísticamente significativos, la estratificación de los pacientes en función de la duración de la intervención arroja datos dispares. La TFG aumentó de manera significativa en intervenciones a corto plazo (menos de 3 meses), pero no en intervenciones de 3-6 meses o de 6-12 meses. Esta situación, similar a la de **Thompson et al. (25)** con los datos pertinentes a la presión arterial, parece tener la misma respuesta: la progresión de la ERC provoca que el efecto del ejercicio sobre la variable de estudio, en este caso la TFG, se vea ligeramente ensombrecido.

**Thompson et al. (30)** y **Corrêa et al. (29)** también encuentran efectos beneficiosos del ejercicio sobre la progresión renal, pero sus datos no son significativos. Este último afirma

que, a pesar de no lograr una mejora significativa de la TFG, consiguieron frenar su caída en los grupos intervenidos en comparación con los grupos que no realizaron ejercicio.

Por último, **Yamamoto et al.** (22), **Villanego et al.** (24) y **Uchiyama et al.** (28) manifiestan que el ejercicio terapéutico no tuvo ningún efecto sobre la TFG.

### 7.3.3 IMC

9 de 10 artículos exploran el impacto del ejercicio físico en el IMC.

4 de las revisiones afirman que el ejercicio físico tiene un impacto favorable y estadísticamente significativo sobre el IMC (22–24,26). Los trabajos de **Wu et al.** (21) y **Thompson et al.** (30) también aseguran que la tendencia es beneficiosa, pero no significativa. Los estudios de **Beetham et al.** (27) y **Uchiyama et al.** (28) no muestran cambios en el IMC. Por último, el artículo de **Corrêa et al.** (29), a pesar de que no recoge cambios en el IMC, sí lo hace en la composición corporal. Mediante su intervención basada en el entrenamiento de fuerza consigue un mayor nivel de masa libre de grasa y, por tanto, un mejor ambiente metabólico, menor tasa de mortalidad y menor riesgo de eventos cardiovasculares, resultados que podrían ser inherentes al entrenamiento de fuerza y darse de manera independiente a variables como el IMC.

### 7.3.4 VO<sub>2</sub>

De los 10 artículos incluidos, 7 de ellos analizan el impacto del ejercicio terapéutico en la capacidad aeróbica.

Por un lado, las revisiones realizadas por **Yamamoto et al.** (22), **Villanego et al.** (24) y **Vanden Wyngaert et al.** (26) encontraron beneficios significativos en las mediciones del VO<sub>2</sub>máx. **Thompson et al.** (30) encuentran resultados significativos a las 8 semanas de intervención, pero no a las 24. También es relevante el estudio de **Uchiyama et al.** (28), que encuentra mejoras significativas en la realización del *Incremental Shuttle Walking Test*, íntimamente relacionado con el VO<sub>2</sub>máx. Es importante destacar que el VO<sub>2</sub>máx, como sugieren **Yamamoto et al.** (22), aumenta en mayor medida con el ejercicio terapéutico en sujetos con menor IMC, edades más bajas y sin diabetes. Una intervención que empareje el ejercicio terapéutico con una dieta restrictiva en calorías en el caso de pacientes con IMCs altos probablemente obtenga mejores resultados.



Por otro lado, los trabajos de **Wu et al.** (21) y **Beetham et al.** (27) no encontraron una relación entre la intervención con ejercicio terapéutico y la VO<sub>2</sub>máx.

#### **7.4. Nivel de evidencia, grado de recomendación y calidad metodológica**

5 de las 6 revisiones incluidas, debido a la heterogeneidad de los resultados, tienen un nivel de evidencia -1a y, por tanto, un grado de recomendación D (22–26). El nivel de evidencia de la revisión restante, de **Wu et al.** (21), es 1a y su grado de recomendación, A.

En los estudios, 3 de los 4 presentan un nivel de evidencia 1b y un grado de recomendación A (28–30). El estudio remanente, de **Beetham et al.** (27), cuenta con un nivel de evidencia 2b y un grado de recomendación B. En cuanto a la calidad metodológica, todos reciben una puntuación de 3 excepto el trabajo de **Uchiyama et al.** (28), que anota un 4.

#### **7.5 Limitaciones del trabajo**

Este trabajo presenta varias limitaciones. La principal es la escasez de estudios que no fueran incluidos en las revisiones examinadas, lo que limita el número de artículos disponibles. Además, algunas de las revisiones comparten literatura, lo que podría alterar los resultados en este trabajo.

En segundo lugar, los métodos terapéuticos no siempre son especificados con detalle. Recuperando un ejemplo utilizado en la discusión, varios ejercicios pueden pertenecer a la misma categoría (entrenamiento de fuerza, por ejemplo) y producir efectos diferentes en función de la musculatura involucrada o el volumen de la misma.

En tercer lugar, la calidad de la evidencia y el grado de recomendación, especialmente de las revisiones, que representan la mayoría de la muestra, es bajo. Es importante tener este aspecto en cuenta a la hora de sacar conclusiones.

Por último, la identificación y análisis de la literatura se ha realizado por un único revisor.

## 8. CONCLUSIONES

- El ejercicio terapéutico puede ser una herramienta útil en el control de la presión arterial en pacientes con ERC sin TRS.
- El paciente al que se suele aplicar ejercicio terapéutico es de edad mediana o avanzada, mayoritariamente en estadios 3 y/o 4 de la ERC.
- El tipo de ejercicio predominante en la literatura es el aeróbico, seguido por la combinación de ejercicio aeróbico y de fuerza. El ejercicio de fuerza sin ejercicio aeróbico es el tipo de intervención menos estudiada.
- Hay indicios de que la combinación del entrenamiento aeróbico y del de fuerza es probablemente el más efectivo, pero no es posible establecerlo como un procedimiento superior sobre el resto de los recursos terapéuticos, debido a los diferentes resultados encontrados.
- La mayoría de las intervenciones optan por una intensidad moderada, 3 días a la semana con sesiones de entre 30 y 45 minutos. La duración total de la intervención presenta una gran variabilidad.
- Además de la presión arterial, el ejercicio terapéutico puede tener efectos positivos sobre la evolución de la ERC, el IMC y la capacidad aeróbica.
- La mayoría de los artículos analizados, especialmente las revisiones, presentan un nivel de evidencia y grado de recomendación bajo. En los estudios, la calidad metodológica es aceptable.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

1. Ballarín JA, García F, Ibeas J, Juárez R, Ortega MM, Pequeño S. Guía de Práctica Clínica sobre la Detección y el Manejo de la Enfermedad Renal Crónica [Internet]. 1.ª ed. GuíaSalud; 2016 [citado 6 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://portal.guiasalud.es/gpc/enfermedad-renal-cronica/>
2. CKD Evaluation and Management – KDIGO [Internet]. [citado 9 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://kdigo.org/guidelines/ckd-evaluation-and-management/>
3. Enfermedad crónica del riñón - OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud [Internet]. [citado 6 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://www.paho.org/es/temas/enfermedad-cronica-rinon>
4. Chen TK, Knicely DH, Grams ME. Chronic Kidney Disease Diagnosis and Management. JAMA. 1 de octubre de 2019;322(13):1294-304.
5. Kovesdy CP. Epidemiology of chronic kidney disease: an update 2022. Kidney Int Suppl. abril de 2022;12(1):7-11.
6. Kazancioğlu R. Risk factors for chronic kidney disease: an update. Kidney Int Suppl. 1 de diciembre de 2013;3(4):368-71.
7. Gorostidi M, Sánchez-Martínez M, Ruilope LM, Graciani A, de la Cruz JJ, Santamaría R, et al. Prevalencia de enfermedad renal crónica en España: impacto de la acumulación de factores de riesgo cardiovascular. Nefrología. 1 de noviembre de 2018;38(6):606-15.
8. Chronic kidney disease - Symptoms [Internet]. nhs.uk. 2018 [citado 9 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://www.nhs.uk/conditions/kidney-disease/symptoms/>
9. Chu DJ, Ahmed AM, Qureshi WT, Brawner CA, Keteyian SJ, Nasir K, et al. Prognostic Value of Cardiorespiratory Fitness in Patients with Chronic Kidney Disease: The FIT (Henry Ford Exercise Testing) Project. Am J Med. 1 de enero de 2022;135(1):67-75.e1.
10. Diálisis y hemodiálisis: MedlinePlus enciclopedia médica [Internet]. [citado 11 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/patientinstructions/000707.htm>
11. Diálisis - peritoneal: MedlinePlus enciclopedia médica [Internet]. [citado 11 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/007434.htm>
12. Hipertensión [Internet]. [citado 12 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/hypertension>
13. Lugo C. Hipertensión Arterial [Internet]. Cardiología Lugo. 2014 [citado 12 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://cardiologia-lugo.com/hipertension-arterial/>

14. Whelton PK, Carey RM, Aronow WS, Casey DE, Collins KJ, Dennison Himmelfarb C, et al. 2017 ACC/AHA/AAPA/ABC/ACPM/AGS/APhA/ASH/ASPC/NMA/PCNA Guideline for the Prevention, Detection, Evaluation, and Management of High Blood Pressure in Adults: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *Hypertension* [Internet]. junio de 2018 [citado 13 de noviembre de 2022];71(6). Disponible en: <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/HYP.0000000000000065>
15. Williams B, Mancia G, Spiering W, Agabiti Rosei E, Azizi M, Burnier M, et al. 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension. *Eur Heart J*. 1 de septiembre de 2018;39(33):3021-104.
16. Hipertensión Arterial [Internet]. [citado 14 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://www.fesemi.org/grupos/vascular/publicaciones/hipertension-arterial>
17. Eugenia HV. La Hipertensión, un problema de Salud Mundial - Hospital privado Sevilla [Internet]. Hospital Victoria Eugenia Cruz Roja. 2016 [citado 12 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://hospitalveugenia.com/blog/consejos-de-salud/la-hipertension-un-problema-de-salud-mundial/>
18. Menéndez E, Delgado E, Fernández-Vega F, Prieto MA, Bordiú E, Calle A, et al. Prevalencia, diagnóstico, tratamiento y control de la hipertensión arterial en España. Resultados del estudio Di@bet.es. *Rev Esp Cardiol*. 1 de junio de 2016;69(6):572-8.
19. Zhang F, Bai Y, Zhao X, Huang L, Wang W, Zhou W, et al. Therapeutic effects of exercise interventions for patients with chronic kidney disease: an umbrella review of systematic reviews and meta-analyses. *BMJ Open*. 1 de septiembre de 2022;12(9):e054887.
20. Lorenzo-Sellares V, Pedrosa MI, Santana-Expósito B, García-González Z, Barroso-Montesinos M. Análisis de costes y perfil sociocultural del enfermo renal. Impacto de la modalidad de tratamiento. *Nefrología*. 1 de julio de 2014;34(4):458-68.
21. Wu X, Yang L, Wang Y, Wang C, Hu R, Wu Y. Effects of combined aerobic and resistance exercise on renal function in adult patients with chronic kidney disease: a systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil*. julio de 2020;34(7):851-65.
22. Yamamoto R, Ito T, Nagasawa Y, Matsui K, Egawa M, Nanami M, et al. Efficacy of aerobic exercise on the cardiometabolic and renal outcomes in patients with chronic kidney disease: a systematic review of randomized controlled trials. *J Nephrol*. 1 de febrero de 2021;34(1):155-64.
23. 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).
24. Villanego F, Naranjo J, Vigara LA, Cazorla JM, Montero ME, García T, et al. Impact of physical exercise in patients with chronic kidney disease: Systematic review and meta-analysis. *Nefrología*. junio de 2020;40(3):237-52.

25. Thompson S, Wiebe N, Padwal RS, Gyenes G, Headley SAE, Radhakrishnan J, et al. The effect of exercise on blood pressure in chronic kidney disease: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *PLoS One*. 2019;14(2):e0211032.
26. Vanden Wyngaert K, Van Craenenbroeck AH, Van Biesen W, Dhondt A, Tanghe A, Van Ginckel A, et al. The effects of aerobic exercise on eGFR, blood pressure and VO<sub>2</sub>peak in patients with chronic kidney disease stages 3-4: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2018;13(9):e0203662.
27. Beetham KS, Howden EJ, Fassett RG, Petersen A, Trewin AJ, Isbel NM, et al. High-intensity interval training in chronic kidney disease: A randomized pilot study. *Scand J Med Sci Sports*. 2019;29(8):1197-204.
28. Uchiyama K, Adachi K, Muraoka K, Nakayama T, Oshida T, Yasuda M, et al. Home-based aerobic exercise and resistance training for severe chronic kidney disease: a randomized controlled trial. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. diciembre de 2021;12(6):1789-802.
29. Corrêa HL, Neves RVP, Deus LA, Maia BCH, Maya AT, Tzanno-Martins C, et al. Low-load resistance training with blood flow restriction prevent renal function decline: The role of the redox balance, angiotensin 1–7 and vasopressin ☆,☆☆. *Physiol Behav*. 1 de marzo de 2021;230:113295.
30. Thompson S, Wiebe N, Stickland MK, Gyenes GT, Davies R, Vallance J, et al. Physical Activity in Renal Disease and the Effect on Hypertension: A Randomized Controlled Trial. *Kidney Blood Press Res*. 2022;47(7):475-85.
31. Downey RM, Liao P, Millson EC, Quyyumi AA, Sher S, Park J. Endothelial dysfunction correlates with exaggerated exercise pressor response during whole body maximal exercise in chronic kidney disease. *Am J Physiol Renal Physiol*. 1 de mayo de 2017;312(5):F917-24.
32. Oxford Centre for Evidence-Based Medicine: Levels of Evidence (March 2009) — Centre for Evidence-Based Medicine (CEBM), University of Oxford [Internet]. [citado 1 de diciembre de 2022]. Disponible en: <https://www.cebm.ox.ac.uk/resources/levels-of-evidence/oxford-centre-for-evidence-based-medicine-levels-of-evidence-march-2009>
33. Jadad AR, Moore RA, Carroll D, Jenkinson C, Reynolds DJM, Gavaghan DJ, et al. Assessing the quality of reports of randomized clinical trials: Is blinding necessary? *Control Clin Trials*. 1 de febrero de 1996;17(1):1-12.

## 10. ANEXOS

### ANEXO 1

Autor	Tipo	Objetivo	Sujetos	Intervención	Conclusiones
<b>Beetham et al., 2018 (27)</b>	Estudio piloto de un ECA	Investigar la viabilidad, seguridad y eficacia de EIAI en personas con ERC.	ERC estadio 3 y 4 e hipertensión. N=14. G1: n=9. Edad: 60.9±6.3 G2: n=5. Edad: 62.8±10.5	Entrenamiento aeróbico 3 veces a la semana durante 12 semanas G1: intervalos de 4 x 4 minutos, 80%-95% de FCM G2: 40 minutos, 65%FCM	EIAI es una opción factible y segura para las personas con ERC, y hubo beneficios similares de EIAI y ECIM en la capacidad de ejercicio y la síntesis de proteínas del músculo esquelético.
<b>Uchiyama et al., 2021 (28)</b>	Ensayo controlado aleatorizado	Evaluar los efectos de un programa de ejercicios en el hogar que incluye ejercicio aeróbico y ejercicio de fuerza en pacientes ambulatorios	ERC estadio 4. N=46. Edad (mediana): 73. G1: n=23 G2: n=23	3 veces/semana aeróbico a un 40-60% de la FCM y 2 veces/semana fuerza al 70% de la 1RM durante 6 meses.	El programa de ejercicios domiciliarios de 6 meses mejoró la capacidad aeróbica en pacientes con ERC en estadio 4, con posibles efectos beneficiosos

		con ERC en estadio 4.			sobre la función renal y los parámetros relacionados con la ERC.
<b>Corrêa et al., 2021 (29)</b>	Ensayo controlado aleatorizado	Investigar el efecto del entrenamiento de fuerza y el entrenamiento de fuerza con restricción de flujo sobre la presión arterial, la respuesta presora al ejercicio, el equilibrio redox y los péptidos vasoactivos, la composición corporal y la fuerza muscular en pacientes con estadio 2 de ERC	ERC estadio 2 e hipertensión N=90. Edad: 58±9. Gctrl: n=30 G1: n=30 G2: n=30	3 sesiones semanales durante 6 meses. G1: entrenamiento de fuerza desde 50% a 70% 1RM G2: entrenamiento de fuerza con restricción de flujo desde 30% a 50% 1RM	la RT+BFR de carga baja es una estrategia no farmacológica prometedora para controlar la presión arterial, el estrés oxidativo, los péptidos vasoactivos y, en consecuencia, atenuar la disminución de la TFG
<b>Thompson et al., 2022 (30)</b>	Ensayo controlado aleatorizado	Determinar la eficacia de una	ERC estadio 4 y 3b e hipertensión.	Entrenamiento aeróbico y de fuerza. 3	A pesar de una mejora en la capacidad

		intervención de ejercicio aeróbico sobre la presión arterial sistólica en personas con ERC de moderada a grave.	N=44. G1: n=21. Edad: 70 G2: n=23. Edad: 68.	sesiones semanales durante 24 semanas. Aeróbico desde 30% a 59% de la FRR. Entrenamiento de fuerza con ejercicios isométricos con peso corporal y bandas de resistencia.	aeróbica máxima y la composición corporal, no se detectó un cambio en la presión arterial ambulatoria de 24 h en personas con ERC de moderada a grave.
--	--	---	--	--	--



**ANEXO 2:** Escala Oxford

<b>Grado de recomendación</b>	<b>Nivel de evidencia</b>	<b>Fuente</b>
<b>A</b>	1 a	Revisión sistemática de ECA, con homogeneidad, o sea que incluya estudios con resultados comparables y en la misma dirección.
	1 b	ECA individual (con intervalos de confianza estrechos)
	1 c	Eficacia demostrada por la práctica clínica y no por la experimentación
<b>B</b>	2 a	Revisión sistemática de estudios de cohortes, con homogeneidad, o sea que incluya estudios con resultados comparables y en la misma dirección.
	2 b	Estudio de cohortes individual y ensayos clínicos aleatorios de baja calidad (< 80% de seguimiento)
	2 c	Investigación de resultados en salud
	3 a	Revisión sistemática de estudios de casos y controles, con homogeneidad, o sea que incluya estudios con resultados comparables y en la misma dirección.
	3 b	Estudios de casos y controles individuales
<b>C</b>	4	Serie de casos y estudios de cohortes y casos y controles de baja calidad.
<p>*Si tenemos un único estudio con intervalos de confianza amplios o una revisión sistemática con heterogeneidad estadísticamente significativa, se indica añadiendo el signo (-) al nivel de evidencia que corresponda y la recomendación que se deriva es una D</p>		

**ANEXO 3: Escala Jadad**

1.- ¿El estudio fue descrito como randomizado/aleatorizado?

1. Si
2. No

2.- ¿Se describe el método para generar la secuencia de aleatorizado y este método es adecuado?

1. Si
2. No

3.- ¿El estudio se describe como doble ciego?

1. Si
2. No

4.- ¿Se describe el método de cegamiento y este método es adecuado?

- 1.Si
- 2.No

5.- ¿Existió una descripción de las pérdidas y las retiradas?

1. Si
- 2.No

La puntuación máxima que puede alcanzar un ECA es 5 puntos. Un ECA es de pobre calidad metodológica si su puntuación es inferior a 3.