



**Universidad de Valladolid**



## **FACULTAD DE FISIOTERAPIA DE SORIA**

Grado en Fisioterapia

TRABAJO FIN DE GRADO

**IMPACTO DEL EJERCICIO FÍSICO INTRADIÁLITICO EN  
PACIENTES CON ENFERMEDAD RENAL CRÓNICA**

**Autora: Inés María Jiménez Jiménez**

Tutor: Diego Fernández Lázaro

Co-tutor: César Ignacio Fernández Lázaro

Soria, julio 2019

# ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

GLOSARIO DE ABREVIATURAS

RESUMEN

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>1.1. Generalidades del sistema renal.</b> .....	1
<b>1.2. CLASIFICACIÓN</b> .....	2
<b>1.3. EPIDEMIOLOGÍA</b> .....	3
<b>1.4. ETIOLOGÍA</b> .....	4
<b>1.5. TERAPIAS DE REEMPLAZO RENAL</b> .....	4
<b>1.6. FACTORES DE RIESGO</b> .....	6
<b>1.7. COMPLICACIONES DE LA ERC</b> .....	6
<b>1.8. EJERCICIO FÍSICO Y ENFERMEDAD RENAL</b> .....	7
<b>1.8.1. Generalidades del ejercicio físico.</b> .....	7
<b>1.8.2. Capacidad física.</b> .....	8
<b>1.8.3. Ejercicio físico inter e intradiálisis.</b> .....	10
<b>1.8.4. Beneficios generales del ejercicio físico en pacientes con ERC sometidos a HD.</b> 11	
<b>1.8.5. Complicaciones del ejercicio físico en ERC.</b> .....	12
<b>2. JUSTIFICACIÓN</b> .....	13
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	13
<b>3.1. OBJETIVO GENERAL</b> .....	13
<b>3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....	13
<b>4. MATERIAL Y MÉTODOS</b> .....	13
<b>4.1. ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA</b> .....	14
<b>4.2. FILTROS PARA REDUCIR EL NÚMERO DE ARTÍCULOS</b> .....	14
<b>4.3. CRITERIOS DE INCLUSIÓN</b> .....	15
<b>4.4. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN</b> .....	15
<b>4.5. SELECCIÓN DE ESTUDIOS QUE INVESTIGAN EL EFECTO DE LA ACTIVIDAD FÍSICA EN PACIENTES CON ERC SOMETIDOS A HD.</b> .....	16
<b>5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	24
<b>6. APLICACIÓN DE LA FISIOTERAPIA EN EL ÁMBITO DE LA ERC</b> .....	28
<b>7. CONCLUSIÓN</b> .....	28
<b>8. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	29

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estadíos de la Enfermedad renal crónica.....	2
Tabla 2. Beneficios del ejercicio físico en pacientes con ERC sometidos a HD.....	12
Tabla 3. Base de datos utilizada y palabras clave empleadas para cada una de las búsquedas.....	15
Tabla 4. Artículos encontrados en las diferentes bases de datos.....	16
Tabla 5. Resumen de los estudios incluidos en la revisión que investigan el efecto de la actividad física en pacientes con ERC sometidos a HD.....	18
Tabla 6. Resultados y conclusiones de los estudios incluidos en la revisión que investigan el efecto de la actividad física en pacientes con ERC sometidos a HD.....	21

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Parámetros modificados por la actividad física de forma general.....	9
Figura 2. Parámetros modificados por la actividad física aeróbica.....	9
Figura 3. Parámetros modificados por la actividad física de fuerza.....	10
Figura 4. Parámetros modificados por la actividad física combinada.....	10
Figura 5. Ejercicio aeróbico en programas de actividad física intradialítica.....	11
Figura 6. Selección de estudios.....	17

## **GLOSARIO DE ABREVIATURAS**

**DP:** Diálisis peritoneal

**ERC:** Enfermedad renal crónica

**EPO:** Eritropoyetina

**ESKD:** Enfermedad renal crónica en los últimos estadios

**HD:** Hemodiálisis

**HPT:** Hiperparatiroidismo

**Kt/V:** Parámetro dialítico que mide la depuración del organismo, es decir, la eliminación de urea y otros desechos así como el período que dura cada tratamiento.

**MMII:** Miembros inferiores

**MMSS:** Miembros superiores

**NO:** Óxido de nitrógeno

**PTH:** Hormona paratiroidea

**QoL:** Calidad de vida

**TFg:** Tasa de filtración glomerular

**TR:** Trasplante renal

**VO2:** Pico de consumo máximo de O<sub>2</sub>

**6 MWT:** Test de 6 minutos marcha

## RESUMEN

**Introducción.** La enfermedad renal crónica se define como una función renal disminuida o reducida por una serie de daños funcionales o estructurales asociada a causas como diabetes e hipertensión entre otras.

El ejercicio físico puede considerarse como una terapia combinada con las de reemplazo para producir una mejora en la calidad de vida de estos pacientes produciendo beneficios tanto físicos como psicológicos.

**Objetivo.** Analizar y describir el impacto de la actividad física en pacientes con ERC sometidos a hemodiálisis.

**Material y Métodos.** Se incluyen aquellos textos relacionados con las diferentes modalidades de actividad física en períodos de intradiálisis, así como aquellos que tienen relación con el ejercicio y el impacto que produce en los pacientes con enfermedad renal crónica y la fisiología renal en un total de 21 referencias que conforman esta revisión narrativa, a partir de la búsqueda realizada en las bases de datos SciELO, PubMed y Google Academic.

**Resultados y discusión.** A partir de los 7 artículos de la discusión se han descrito los beneficios de la actividad física en los que destacan la mejoría de la capacidad aeróbica general y de la calidad de vida tanto en protocolos con componente aeróbico como fuerza o combinación de ambas realizándose en un período de intradiálisis.

**Conclusión.** La actividad física aeróbica, el trabajo de fuerza y la combinación de ambas producen mejoras en la calidad de vida de los pacientes de enfermedad renal crónica sometidos a hemodiálisis y puede tratarse como un terapia alternativa a las ya pautadas por médicos y otros profesionales.

**Palabras clave.** Enfermedad renal crónica, Actividad física, Hemodiálisis, Calidad de Vida.

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Generalidades del sistema renal.

El riñón es el órgano más irrigado del cuerpo (1.200mL/min). Cada día nuestros riñones procesan aproximadamente 190 litros de sangre y eliminan alrededor de 2 litros de productos de desecho y de agua en exceso en forma de orina (1). Algunas de sus funciones son principales como el control del volumen de fluido extracelular, la regulación de la osmolaridad plasmática, el equilibrio electrolítico ácido-base, la secreción de hormonas y la excreción de sustancias urémicas tóxicas (2). La nefrona es la unidad anatomofuncional del riñón y cada nefrona está formada por (1):

- Corpúsculo de Malpighi o glomérulo, formado por capilares y la cápsula de Bowman. La función renal se determina por la Tasa de Filtrado Glomerular (TFg), que supone la cantidad de filtrado de sangre generada en los capilares glomerulares de la nefrona a la cápsula de Bowman.

- Túbulo, que se localiza desde el extremo de la cápsula de Bowman hasta el túbulo colector.

Según su estructura tiene dos funciones fundamentales (1):

→Función glomerular: el glomérulo actúa como un filtro manteniendo las proteínas y células normales en el torrente sanguíneo al mismo tiempo que deja pasar los productos de desecho y el exceso de agua.

→Función tubular: Se destaca en el mantenimiento del equilibrio del medio interno mediante la reabsorción y la excreción. A través de la reabsorción, el riñón devuelve a la circulación aquellas moléculas que por su tamaño y sus características fisicoquímicas, puedan haber pasado el filtrado glomerular. Igualmente, el riñón es capaz de realizar el proceso inverso a la reabsorción, es decir, pasar moléculas de la sangre hacia el líquido tubular para eliminarlas por la orina (excreción).

Además, el riñón se encarga de liberar tres hormonas (1):

- Eritropoyetina (EPO): glicoproteína producida por los fibroblastos intersticiales alrededor de los capilares peritubulares y túbulos contorneados proximales que se encarga de estimular la producción celular de sangre roja. Su ausencia o disminución en el organismo produce un factor de riesgo importante para la enfermedad renal crónica (ERC) como es la anemia (3).

- Renina: enzima encargada de la regulación de la presión arterial mediante el eje de renina-angiotensina-aldosterona. El riñón es el único convertidor de prorenina en renina y, por lo tanto, la única fuente de renina plasmática (4).

- Calcitriol: la forma activa de la vitamina D, que ayuda a mantener el calcio para los huesos y para el equilibrio químico normal en el cuerpo (1).

La ERC es definida como la reducción de la función renal debido principalmente a dos factores: daño renal por un tiempo igual o superior a 3 meses con posibles anomalías estructurales o funcionales del riñón y por una tasa de filtración glomerular (TFg) inferior a 60 ml/min/1.73 m<sup>2</sup> durante 3 meses o más de duración independientemente de la causa subyacente (2). La mayoría de las enfermedades de los riñones afectan a las nefronas causando una pérdida en su capacidad de filtración.

## 1.2. CLASIFICACIÓN

Los pacientes se clasifican según el grado de fallo renal y por lo tanto, según la gravedad de la enfermedad. Para ello, se mide la TFg que es un indicador de la correcta funcionalidad de los riñones para depurar la sangre, expresada en mL/min. Se considera una tasa de filtrado glomerular “normal” aquella igual o superior a 90 mL/min (2). (Tabla 1)

**Tabla 1.** Estadíos de la enfermedad renal crónica. Fuente: modificación de Pérez Domínguez et al (2).

ESTADÍO	DESCRIPCIÓN	TFg
0	Función renal sana	≥90 mL/min
1	Daño renal ∅ daño en TFg	≥90 mL/min
2	↓ TFg + Daño renal	60-89 mL/min
3	↓ TFg moderada + Daño renal	30-59 mL/min
4	↓ TFg severa + Daño renal	15-29 mL/min
5	Insuficiencia renal	≤15 mL/min
Leyenda: ∅ “sin” ↓ “disminuye”		

En el **Estadío 1** existe lesión renal pero la tasa de filtrado glomerular es normal. Aparecen alteraciones histológicas en la biopsia renal o descompensación

de marcadores indirectos, como la proteinuria, alteraciones en el sedimento urinario o alteraciones en la prueba de imagen. Si se identifica la enfermedad renal crónica en esta fase, se puede controlar mediante una vida saludable incluso pudiendo revertirla dependiendo de la causa inicial. En el **Estadío 2** aparecen alteraciones renales acompañadas por una ligera reducción en la tasa de filtrado. En el **Estadío 3** se da lugar a un mayor riesgo de progresión de la enfermedad renal, así como a una posible aparición de complicaciones cardiovasculares como la anemia o alteraciones en el metabolismo calcio-fósforo acompañada de una disminución de la TFG. En el **Estadío 4** se plantea el tratamiento sustitutivo, se prepara al paciente para comenzar con la terapia renal sustitutiva (diálisis o trasplante renal). Se le otorga información y educación para que tanto el paciente como su familia conozcan la enfermedad y descubran las diferentes modalidades de tratamiento. Y por último, el **Estadío 5**, que es el que corresponde a la etapa final de la enfermedad y hay una disminución severa de la TFG con una insuficiencia renal importante (2).

### **1.3. EPIDEMIOLOGÍA**

La prevalencia de ERC es de alrededor del 11% en Europa junto a Estados Unidos y Australia. La incidencia, la prevalencia y la progresión de la ERC también varían dentro de los países por etnicidad, clase social y racial. Personas en el cuartil socioeconómico más bajo tiene un riesgo del 60% mayor de sufrir esta enfermedad (3).

Entre los pacientes que tienen un fallo renal crónico, el 10% progresa al último estadio, requiriendo o bien terapia de reemplazo (trasplante) o diálisis (peritoneal o hemodiálisis). Existe una relación importante entre el aumento de la mortalidad y los bajos niveles de la capacidad funcional, condición física para realizar las actividades de la vida diaria, agravándose la patología en poblaciones inactivas significativamente más sedentarias (5). El número de pacientes con enfermedad renal crónica en estadio 5 tratados mediante hemodiálisis (HD) aumenta cada año en más de un 67%. A pesar de los avances en el tratamiento de HD, éste no asegura un nivel óptimo de calidad de vida relacionada con la salud del paciente (6).

España, según los resultados del estudio EPRICE (Epidemiología de la Insuficiencia Renal Crónica en España), alrededor de 4 millones de personas padecen algún grado de ERC, 50.909 están en tratamiento renal sustitutivo y más de 22.000 en un programa de HD. La edad media de inicio de diálisis ha pasado de



49 a 55 años y sigue actualmente en continuo crecimiento. Los mayores de 65 años suponen ya el 40% de los que inician el tratamiento renal sustitutivo (2).

Además, una encuesta realizada a 2264 pacientes en tratamiento de HD y DP sobre hábitos de actividad física desveló que un 35,1% de esos pacientes practicaba muy poco o ningún tipo de actividad física, siendo las mujeres y las personas de edad más avanzada las que manifestaron hábitos sedentarios más acentuados. Además, estas conductas sedentarias fueron asociadas con padecimiento de enfermedades cardíacas y un mayor riesgo de mortalidad (1).

#### **1.4. ETIOLOGÍA**

La etiología de la ERC es multifactorial, siendo la diabetes una de las causas principales. La diabetes representa el 30-50% de la ERC y afecta a 285 millones de adultos en todo el mundo (2). La probabilidad de que se produzca una progresión hacia una nefropatía se determina en parte por el tipo y la duración de la diabetes. En el tipo 1 aparecen signos de afectación renal clínicamente evidentes por lo general entre 10 y 15 años después del surgimiento de la diabetes; los pacientes con proteinuria durante 20 años sólo presentan el 1% de probabilidades de riesgo de desarrollo de una enfermedad renal palpable. La microalbuminuria es la señal clínica más temprana de la nefropatía diabética (7).

Otras etiologías destacadas pueden ser la glomerulonefritis, enfermedad caracterizada por el depósito de inmunocomplejos a nivel subepitelial, así como la hipertensión que se prevé un aumento en 2025 del 60% (2), por lo que con ello aumenta el riesgo de desarrollar ERC. Además, existen ERC causadas por el consumo de sustancias tóxicas con altos efectos disfuncionales en la cápsula de Bowman y túbulos colectores (3). La contaminación ambiental del agua por metales pesados y del suelo por compuestos orgánicos pueden ser otras posibles causas. Por lo que es probable que haya una fuerte influencia ambiental en la susceptibilidad a la ERC (3).

#### **1.5. TERAPIAS DE REEMPLAZO RENAL**

La ERC cuando progresa a sus estadios finales requiere de terapias de reemplazo renal, recomendadas para cada paciente dependiendo de la situación y del daño en el riñón, nombradas a continuación:

- DIÁLISIS PERITONEAL: La Diálisis Peritoneal (DP) consiste en la inyección en el abdomen de un líquido de solución de diálisis, que atrapa los productos de desecho, se drena a través de un catéter y a continuación

gotea en una bolsa nueva de líquido en el abdomen. Esta diálisis puede llevarse a cabo de forma ambulatoria cuatro veces al día, o de forma domiciliaria por la noche a través de una máquina que drena el abdomen (1). En comparación a la HD, con la DP se consigue una mayor extracción de las moléculas de tamaño medio (8).

- TRASPLANTE: El Trasplante Renal (TR) de cadáver o de un donante vivo es la elección más exitosa para el tratamiento de la ERC. Aproximadamente el 56% de personas con ESKD (ERC en el último estadio) en diálisis están esperando activamente un trasplante de riñón pero la demanda supera la disponibilidad, por lo que solo el 25% recibe el órgano mientras que el 6% muere mientras espera para un trasplante cada año. En diferentes estudios se ha demostrado una reducción de la mortalidad, eventos cardiovasculares y mejor calidad de vida entre los pacientes sometidos a trasplante de riñón (3). Esta terapia es la preferida para la enfermedad renal en relación a supervivencia, calidad de vida y tolerancia al ejercicio en comparación con diálisis. Sin embargo, una de las limitaciones a las que se expone el trasplante es al síndrome metabólico, ya que estos pacientes están sometidos a una terapia con inmunosupresores y corticoesteroides que da lugar a una pérdida de masa muscular y ósea, por ello se propone el ejercicio físico antes, durante y después del trasplante como prevención de enfermedades cardiovasculares como sarcopenia y fragilidad ósea (7).

- HEMODIÁLISIS: Aproximadamente el 91.9% de los pacientes diagnosticados con ERC recibe tratamiento de mantenimiento de hemodiálisis (HD) como terapia de reemplazo renal (8). Es la terapia renal sustitutiva más común (casi un 90% de los pacientes). Se trata de reemplazar la excreción del riñón utilizando un dializador semipermeable con un filtro separando un soluto y la sangre para filtrar sustancias de desecho. La HD también permite modular el equilibrio electrolítico. Este tratamiento es aplicado durante 3-5 horas en varias sesiones semanales, dependiendo de la clínica y la función renal residual. El cálculo de cuánto se debe dializar un paciente se realiza a partir del valor de “Kt/V”, que es un parámetro dialítico que mide la depuración “K”, (eliminación de urea y otros desechos) “t” significa tiempo, el período que dura cada tratamiento. “V” es el volumen de líquido en el cuerpo. El valor de Kt/V debe estar en torno a 1.2. (2).

- Otras técnicas de diálisis: Existen otras técnicas de hemodiálisis que son más costosas y limitadas como por ejemplo, hemodiálisis de alta eficacia o la hemodiafiltración (2).

## 1.6. FACTORES DE RIESGO

- Comorbilidades: Muchos de los pacientes con ERC sufren de una o varias comorbilidades.
- Edad: El envejecimiento guarda una relación histológica con la progresión de la enfermedad renal.
- Enfermedad cardiovascular: Supone la primera causa de muerte en la ERC.
- Hipertensión arterial: La hipertensión se asocia con la aceleración de la progresión de la ERC y con el desarrollo y empeoramiento de la enfermedad cardiovascular.
- Diabetes: Aumenta el riesgo de la aparición de la ERC y de enfermedades cardiovasculares y triplica la mortalidad con respecto a los pacientes no diabéticos.
- Hiperpotasemia: En pacientes con ERC es común encontrar unos niveles elevados de potasio ( $>5.5$  mol/L) debido a la progresión de la propia enfermedad.
- Anemia: Es más común en estadios avanzados de la ERC. Puede aparecer por un déficit en hierro o vitamina B12, además de unos niveles bajos de eritropoyetina en sangre. Aumenta a medida que disminuye la TFG (2).

## 1.7. COMPLICACIONES DE LA ERC

- Cardiovasculares: Son causadas por la calcificación vascular y el aumento de marcadores inflamatorios (9).
- Músculo-esqueléticas: La debilidad, fatiga, calambres y rápida depleción de energía en el músculo esquelético son comunes en pacientes con ERC y son considerados los factores más limitantes de la capacidad funcional (2).
- Osteodistrofia: La enfermedad ósea es consecuencia de la acidosis metabólica crónica que se manifiesta como dolor óseo o aumento de la fragilidad ósea, así como calcificación esquelética (3). Otra de las razones causantes de esta

complicación puede ser el hiperparatiroidismo secundario (HPT) (10).

- Hematológicas: Se da lugar a una disminución de glóbulos rojos por lo que también se reduce la EPO. Supone un importante factor de riesgo que afecta a la capacidad máxima de ejercicio, ya que influye directamente en el consumo máximo de oxígeno (3).
- Neurológicas: La uremia produce una alteración del sistema nervioso central y periférico que se asocia a fatiga, confusión, estados alterados de la consciencia, dificultad para la concentración, letargo, espasmos mioclónicos y, en ocasiones, coma. El insomnio, la apnea del sueño o el síndrome de las piernas inquietas son otras de las alteraciones frecuentes (2).
- Metabólicas: Debido al síndrome urémico, se reduce la glicólisis y aumenta el contenido intramuscular de glucosa. También se reduce el catabolismo de lipoproteínas (2).
- Hormonales: Existe un fallo en la excreción y la segregación de hormonas reguladoras del metabolismo, como la PTH (2).
- Gastrointestinales: El estreñimiento se asocia con la diálisis inadecuada y los cuadros de hipotensión. Además también se relaciona con la limitación en la ingesta de líquidos, la reducción en los niveles de fibra por la restricción en el consumo de verduras o la vida sedentaria en pacientes con ERC (2).
- Pérdida de la función y capacidad física: Los pacientes con ERC que reciben tratamiento de hemodiálisis tienen una considerable disminución en la tolerancia al ejercicio, en la capacidad funcional, en la resistencia y en la fuerza (10).

Por lo que la realización de ejercicio físico provoca la mejora de las complicaciones anteriormente nombradas así como la calidad de vida (QoL).

## **1.8. EJERCICIO FÍSICO Y ENFERMEDAD RENAL**

### **1.8.1. Generalidades del ejercicio físico.**

El ejercicio físico da lugar a cambios en la hemodinámica renal como consecuencia del aumento del gasto cardíaco y de la frecuencia cardíaca respecto a los valores de reposo y mayor retorno venoso. Principalmente, la masa muscular es responsable del aumento del gasto cardíaco debido a la vasodilatación provocada por el ejercicio,

disminuyendo el flujo sanguíneo renal de forma proporcional al aumento de la intensidad del ejercicio y esto conlleva a una reducción del flujo plasmático renal (1).

El ejercicio físico ayuda a la disminución de la progresión de la enfermedad y a minimizar los cambios en la homeostasis aumentando la resistencia a las modificaciones del medio interno. Así se reduce el impacto negativo producido por sesión de diálisis en los pacientes y la morbilidad, dando lugar así a unas mejores condiciones de espera a un supuesto futuro trasplante (1).

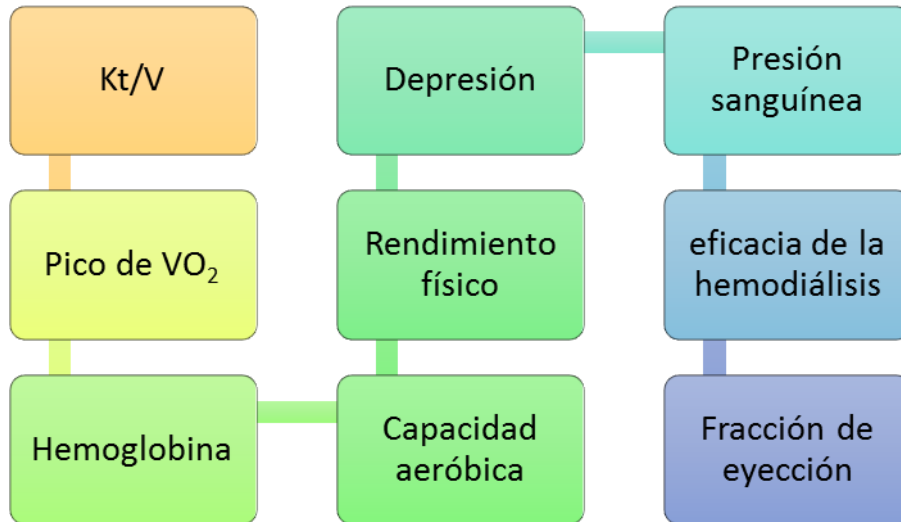
### **1.8.2. Capacidad física.**

El entrenamiento físico consta de un movimiento del cuerpo que genera gasto de energía por encima del nivel basal. Se define como un subconjunto de actividad física que es planificada, estructurada y repetitiva con el fin de mejorar o mantener uno o más componentes de la condición física. Los aumentos en los niveles de actividad se han asociado con un menor riesgo de muerte en pacientes con ERC en el último estadio de la enfermedad tratados con hemodiálisis (8).

- **Ejercicio aeróbico:** Produce beneficios en la una función cardiovascular adecuada, que es una de las primeras funciones que se ve afectada por el progreso de la ERC. Además, aumenta el consumo máximo de oxígeno ( $VO_2$  máx) y produce un incremento proporcional de la capacidad de trabajo. El efecto de esta modalidad de actividad física es muy efectiva para el paciente con ERC por no provocar sustancias de desecho metabólico, ya que el sustrato se degrada llegando a sus productos finales que se corresponden con agua metabólica y dióxido de carbono. Además, las células captan  $O_2$  (oxígeno) en mayor cantidad, necesario para que el riñón lleve a cabo su función adecuadamente hasta cuando se produce una disminución de nefronas sanas. Así el ejercicio aeróbico se ha asociado con mejoras en la autoestima, la calidad de vida y el porcentaje de grasa corporal (1). También se destaca la mejora en la depresión severa, estado de ánimo deprimido que consta de una falta de interés en todas las actividades a realizar que afecta a una serie de mecanismos conductuales (12-14), aliviando el estrés mental en pacientes sometidos a HD. (Figura 2)

- **Ejercicio de fuerza:** Tiene efectos positivos sobre la masa muscular, aumentando los niveles de fuerza, la función cardiovascular y con ello la funcionalidad del paciente. Al ser una de las capacidades físicas que más limita la calidad de vida, esta también se va a ver aumentada en el momento en que el aparezcan en el paciente los beneficios del ejercicio físico (1). (Figura 3)

- Combinado: Se basa en una combinación de los dos anteriores. Permite la modificación de algunos parámetros relacionados con la ERC. (Figura 4)



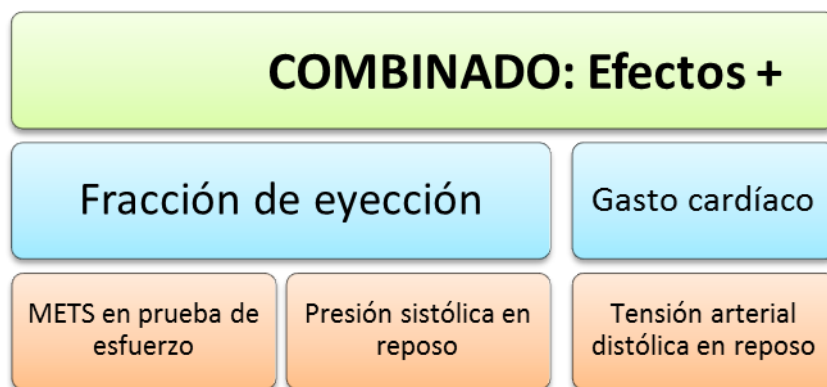
**Figura 1.** Parámetros modificados por la actividad física en general. Elaboración propia.



**Figura 2.** Parámetros modificados por actividad física aeróbica. Elaboración propia



**Figura 3.** Parámetros modificados por la actividad física de fuerza. Elaboración propia



**Figura 4.** Parámetros modificados por la actividad física combinada. Elaboración propia.

### 1.8.3. Ejercicio físico inter e intradiálisis.

El ejercicio físico en los pacientes con ERC sometido a hemodiálisis puede ser realizado en dos períodos de tiempo distintos, con efectos diferentes.

**1- Interdiálíticos:** El ejercicio realizado fuera de las sesiones de diálisis, como es el ejercicio pautado domiciliario usual. En los pacientes que reciben tratamiento sustitutivo de HD es aconsejable no realizar ejercicio inmediatamente después de la sesión porque los parámetros orgánicos, como pueden ser los fluidos y los electrolitos, cambian muy rápido desde que comienza hasta que termina el proceso (1).

**2- Intradialítico:** El ejercicio físico realizado en período de HD ayuda a disminuir la retención de líquidos en los tejidos producida por la

acumulación de los desechos metabólicos en la fibra muscular. Mediante el aumento de la sudoración en el ejercicio y la función respiratoria se ayuda al organismo a la eliminación de agua en exceso y productos que alteran el pH sanguíneo para un mejor control de la homeostasis y el equilibrio ácido-básico. Si se realiza ejercicio durante las horas de conexión a HD se aconseja que se haga en una fase del comienzo para prevenir la hipotensión (1). Además es importante destacar que la mayoría de la depuración de urea se produce durante la primera mitad de la diálisis. Si se realiza ejercicio físico cuando las concentraciones plasmáticas de urea más bajas son evidentes, se establecerían mayores gradientes de concentración entre el tejido de baja perfusión y el plasma. Además, mediante el mantenimiento de un flujo sanguíneo alto a los tejidos de baja perfusión en la última parte de la diálisis, la post-diálisis de recuperación de urea se eliminará (10).



**Figura 5.** Ejercicio aeróbico en programas de actividad física intradiálítica.

Fuente: Gabinete de comunicación; 2015

#### **1.8.4. Beneficios generales del ejercicio físico en pacientes con ERC sometidos a HD.**

La creciente investigación sobre los beneficios (Tabla 2) del ejercicio físico en pacientes en HD ha demostrado una mejora de la funcionalidad y calidad de vida en estos pacientes (2). Algunos se detallan a continuación(10):



**Tabla 2:** Beneficios del ejercicio físico en pacientes con ERC sometidos a HD. Elaboración propia

<b>Efectos cardiovasculares</b>	<p>↑ Biodisponibilidad de NO, efectos antioxidantes y antiinflamatorios</p> <p>↑ Reclutamiento de células progenitoras endoteliales (CPE)</p> <p>Mejora del índice de aumento aórtico (Aix) y la velocidad de la onda de pulso aórtica (ambos marcadores de rigidez arterial)</p>
<b>Efectos minerales óseos</b>	<p>↑ Densidad de masa ósea</p> <p>Mejora del metabolismo óseo a través de PTH, vitamina D y calcio</p>
<b>Efectos en la función y capacidad física</b>	<p>Mejora de la capacidad aeróbica, capilaridad muscular y presión arterial</p> <p>↓ Fatiga y ansiedad</p> <p>Beneficios cardiorrespiratorios y musculares</p>
<b>Efectos psicológicos y en la calidad de vida</b>	<p>Sensación completa de bienestar por liberación de endorfinas</p> <p>↓ Ansiedad y mejoría del humor</p> <p>↑ Relaciones sociales</p>
<b>Efectos en síndrome de piernas inquietas</b>	<p>↑ Niveles de opioides: debido al sistema opioide defectuoso en el cerebro de los pacientes con esta patología</p>
<b>Efectos en la eliminación de solutos</b>	<p>Regulación de la respuesta inflamatoria</p> <p>Mayor flujo difusivo en la urea del tejido al plasma</p>
<p>↑: <i>Aumento</i></p> <p>↓: <i>Disminución</i></p>	

### 1.8.5. Complicaciones del ejercicio físico en ERC.

El ejercicio físico no está exento de complicaciones en pacientes con ERC sometidos a hemodiálisis, en estos pacientes aumenta el riesgo de sufrir una fractura debido a las alteraciones del metabolismo óseo asociadas a la ERC, además del riesgo aumentado de mortalidad por accidente cardiovascular. Por esta razón es fundamental conocer el grado de la enfermedad y la situación de las

complicaciones asociadas antes de prescribir ejercicio físico. Hasta el momento, ningún estudio ha evaluado los riesgos de la práctica de ejercicio físico en los pacientes con ERC (1).

## **2. JUSTIFICACIÓN**

La elección de este tema se debe principalmente al aumento de pacientes con enfermedad renal crónica en el último estadio de la enfermedad, sometidos a una terapia de reemplazo renal como es la hemodiálisis. Al tratarse de una enfermedad crónica, exceptuando que exista un donante adecuado para cada paciente, produce una calidad de vida mermada sin posibilidad de resolución. Por consiguiente, la realización de actividad física juega un papel importante ya que da lugar a un aumento de la calidad de vida. En este sentido, el fisioterapeuta, como profesional de la salud, podría jugar un papel importante como prescriptor y ejecutor de diferentes protocolos de ejercicio físico, adaptados a las características y a la situación de cada paciente. Así, en mi opinión, es necesario e importante que se lleven a cabo investigaciones sobre los beneficios de la actividad física en estos pacientes, además de destacar las virtudes de su realización en diálisis para una mayor adherencia al tratamiento por parte de cada paciente.

## **3. OBJETIVOS**

### **3.1. OBJETIVO GENERAL**

Revisar la bibliografía existente sobre los beneficios de los diferentes efectos de la actividad física (AF) en pacientes con ERC sometidos a HD.

### **3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- 1.** Establecer modificaciones de carácter físico, psicológico y biológico en pacientes con ERC.
- 2.** Identificar el componente de AF más adecuado en ERC.
- 3.** Conocer los beneficios de la AF en pacientes con ERC.

## **4. MATERIAL Y MÉTODOS**

Para la realización de este trabajo, se realizó una revisión bibliográfica entre los meses de diciembre y junio de 2019, con el objetivo de analizar y contrastar los diferentes beneficios producidos por el ejercicio físico en pacientes renales crónicos sometidos a hemodiálisis.

El presente trabajo es una revisión sistemática sobre la realización de ejercicio físico en pacientes con ERC sometidos a hemodiálisis. Se llevó a cabo siguiendo las directrices PRISMA, que ayudarán a mejorar la calidad de la revisión (20) y el modelo PICOS para la definición de criterios de inclusión:

*P* (población): “pacientes con enfermedad renal crónica sometidos a hemodiálisis”

*I* (intervención): “impacto de la actividad física en pacientes con ERC, cambios físicos, psicológicos y musculares”.

*C* (comparadores): “mismas condiciones con/ sin actividad”.

*O* (resultado): “modificaciones inducidas por la actividad física, biomarcadores de los test de valoración de fuerza y resistencia, test de valoración de la calidad de vida y autoestima”

*S* (diseño de estudios): “diseño aleatorizado y no sin placebo”.

#### **4.1. ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA**

Se realizaron varias búsquedas en la base de datos electrónica: PUBMED.

Se utilizaron varios términos y el operador booleano “AND” como nexo de búsqueda. Las palabras se seleccionaron teniendo en cuenta los objetivos que se pretenden conseguir con la realización de este trabajo.

Como palabras clave se utilizaron términos Mesh con diferentes combinaciones: ChronicKidneyDisease(Enfermedad Renal Crónica), Hemodialysis, Physical Activity (actividad física), Physical Exercise (ejercicio físico), Physical Training (entrenamiento físico).

#### **4.2. FILTROS PARA REDUCIR EL NÚMERO DE ARTÍCULOS**

Con el objetivo de reducir el número de artículos se aplicaron los siguientes filtros:

- Realizados en humanos.
- Estudios publicados en los últimos 5 años para los artículos científicos.
- ClinicalTrial.

Tras realizar la pertinente búsqueda en las diferentes bases de datos, con las palabras clave seleccionadas, se obtuvieron un total de 168 artículos. Se procedió a leer el título de cada artículo y a aplicar los siguientes criterios de inclusión y exclusión.

#### **4.3. CRITERIOS DE INCLUSIÓN**

- Documentos relacionados con el ejercicio físico.
- Documentos cuya fecha de publicación fuera menos de 5 años de antigüedad.
  - Publicaciones en todos los idiomas.
  - Publicaciones cuyos sujetos de estudio fueran humanos sin importar el sexo.
    - Estudios realizados a pacientes en un estadio irreversible de la enfermedad renal.
      - Publicaciones en las que el estudio incluyese a pacientes sometidos a hemodiálisis

#### **4.4. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN**

- Publicaciones no relacionadas con la fisioterapia.
- Documentos duplicados.
- Estudios sobre animales.
- Estudios con más de 5 años de antigüedad.
- Estudios que no se correspondiesen con las variables a estudiar.
  - No adherencias.
  - No realización de Hemodiálisis como terapia de mantenimiento.

A continuación se procedió a leer el abstract con el fin de reducir más la búsqueda y seleccionar los artículos válidos, siendo estos un total de 11.

Los artículos fueron analizados y examinados, realizando una lectura crítica para establecer su relación o no con el tema que nos ocupa y seleccionando de forma final 7.

**Tabla 3.** Base de datos utilizada y palabras clave empleadas para cada una de las búsquedas.

Nº de búsqueda	Base de datos	Término de búsqueda
1	PUBMED	Chronic kidney disease AND hemodialysis AND physical exercise
2	PUBMED	Chronic kidney disease AND hemodialysis AND physical activity
3	PUBMED	Chronic kidney disease AND hemodialysis AND physical training

**Tabla 4.** Artículos encontrados en las diferentes bases de datos

TÉRMINOS DE BÚSQUEDA	Nº DE ARTÍCULOS TRAS APLICAR FILTROS	Nº DE ARTÍCULOS TRAS LEER TÍTULO	Nº DE ARTÍCULOS TRAS LEER ABSTRACT	ARTÍCULOS SELECCIONADOS
Chronic kidney disease AND hemodialysis AND physical exercise	61	8	6	4
Chronic kidney disease AND hemodialysis AND physical activity	66	5	4	2
Chronic kidney disease AND hemodialysis AND physical training	41	2	1	1

#### 4.5. SELECCIÓN DE ESTUDIOS QUE INVESTIGAN EL EFECTO DE LA ACTIVIDAD FÍSICA EN PACIENTES CON ERC SOMETIDOS A HD.

La búsqueda proporcionó 168 artículos, una vez habiendo aplicado los filtros correspondientes. Tras leer el título y el resumen se seleccionaron 15 artículos, de los cuales se excluyeron 2 por ser estudios sin intervención y 2 por no completar los datos correspondientes. Los textos completos de las 11

publicaciones restantes fueron evaluados según los criterios de inclusión, a partir de los cuales se eliminaron 2 estudios por no realizarse el entrenamiento intradialítico, 1 por someterse a otro tipo de diálisis y 1 por corresponder a un documento duplicado. De este modo se obtuvieron los 7 artículos incluidos en esta revisión sistemática (Figura 6).

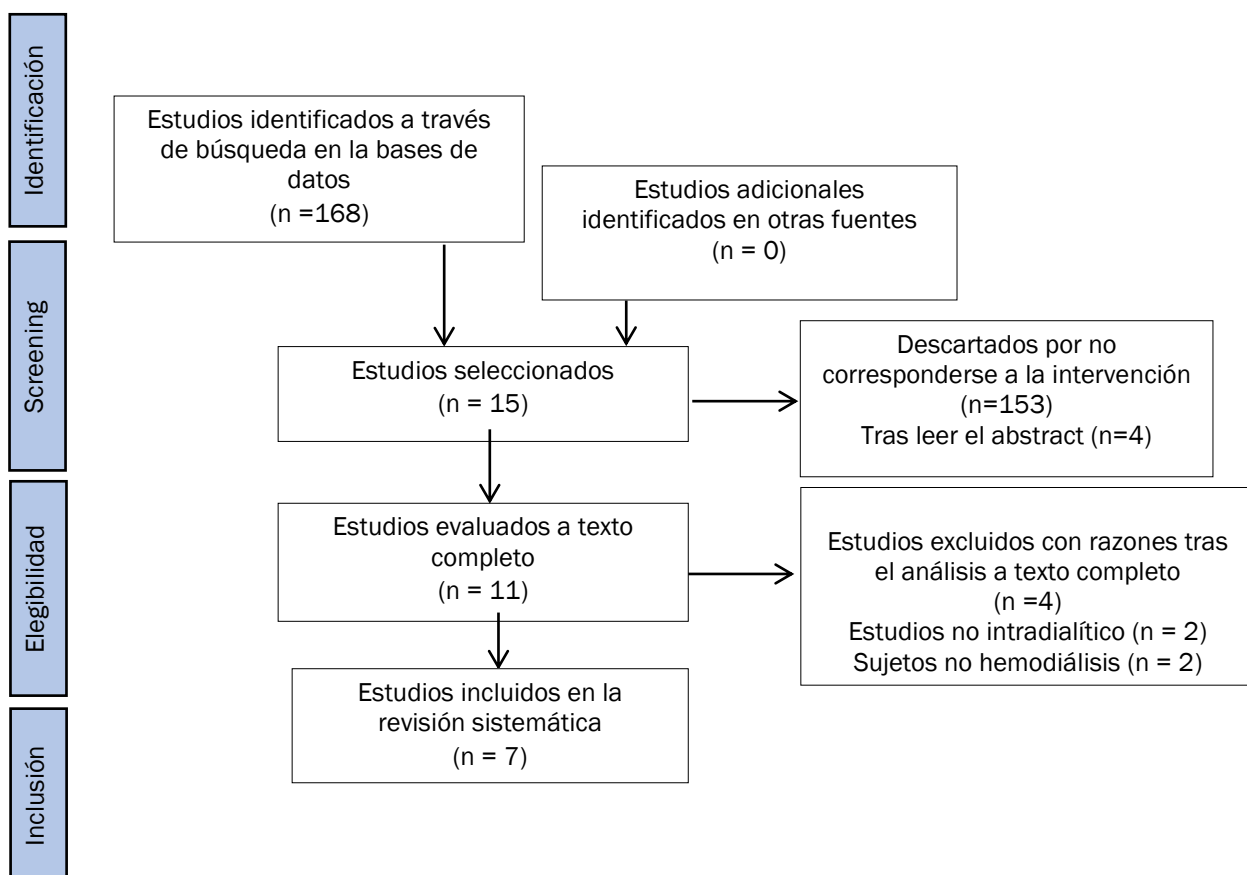


Figura 6. Selección de estudios. Elaboración propia.

**Tabla 5.** Resumen de los estudios incluidos en la revisión que investigan el efecto de la actividad física en pacientes con ERC sometidos a HD.

<b>Autor</b>	<b>Población</b>	<b>Tipo de estudio</b>	<b>Nº de diálisis</b>	<b>Estadío</b>	<b>Tipo de ejercicio</b>	<b>Protocolo</b>
<b>Abreu et al.(11). 2017</b>	Hemodiálisis Mujeres Edad 46.4±14.6 años Fístula arteriovenosa en EESS N=61	Ensayo ciego único aleatorizado en pacientes con ERC	3 veces/sem. 3-4 horas Flujo sanguíneo: 250 mL/min y dializado 500 mL/min	Estadío 4. Tratamiento sustitutivo renal. Diálisis de mantenimiento >6 meses	Ejercicio de Resistencia. En la 2ª media hora de diálisis.	3 meses, 3 veces/semana, 30 minutos, 3 series de 10 repeticiones en 4 diferentes ejercicios de tobillo y bandas elásticas en MMII. Carga: Theraband:1.6/10kg Mvts tobillo: 1/12 kg Intensidad: 60% de 1RM
<b>Anding et al. (12). 2015</b>	Hemodiálisis Mujeres y hombres Edad 63.2+/-16.3 N=46	Ensayo clínico de un solo centro, no aleatorizado a largo plazo	4-5 horas 3 veces/sem.	Estadío 4. Diálisis de mantenimiento >3 meses	Resistencia combinada y resistencia durante las 2 primeras horas de diálisis	5 años. 2 veces/semana 60 minutos. 30' fuerza en 8 grupos musculares. 2 series de 1 minuto y descanso de 1 minutos en bíceps, tríceps y abductores Carga MMSS y MMII 0.5-4 kg con diferentes resistencias basándose en la tasa de repetición. Y la resistencia se basó en ergometría supina en bicicleta.

Autor	Población	Tipo de estudio	N° de diálisis	Estadío	Tipo de ejercicio	Protocolo
<b>D. Chan et al(13). 2016</b>	Hemodiálisis Adulto >40 años. Sedentario N=22	Ensayo cruzado no aleatorizado	No se especifica	Estadío 4. Diálisis de mantenimiento >3 meses	Entrenamiento de resistencia progresiva intradialítica mediante un dispositivo PRT.	3 veces/semana. 30 minutos. Ejercicios de fuerza en MMSS pre-diálisis bíceps, deltoides y tríceps. Ejercicios de fuerza intradialíticos en MMII de cuádriceps e isquiotibiales Carga: entre 2.5-59 kg
<b>J-H. Cho et al (14). 2018</b>	Hemodiálisis Adulto, edad media: 57 años N=57 No hospitalizaciones durante los 3 meses anteriores.	Diseño paralelo aleatorizado de investigación	3 veces/sem.	Estadío 4. hemodiálisis de mantenimiento $\geq 20$ o $\geq 6$ meses	Aeróbico Resistencia Combinado en las primeras 2 horas de diálisis.	12 semanas. 3 veces/semana. 30 min. El ejercicio aeróbico intradialítico consistía en ciclismo estacionario con intensidad del 60-70% de la capacidad máxima. El ejercicio de resistencia se basó en el uso de bandas elásticas resistivas y pesos blandos en MMII(cuádriceps, vasto lateral, aductor y bíceps femoral) y MMSS (bíceps braquial, tríceps braquial y deltoides) 3 series de 10-15 repeticiones . El ejercicio combinado realizaba tanto aeróbico intradialítico como resistencia.



Autor	Población	Tipo de estudio	Nº de diálisis	Estadío	Tipo de ejercicio	Protocolo
<b>C. Groussard et al(15). 2015</b>	Hemodiálisis Edad 20-85 años N=20	Ensayo clínico aleatorizado	3 veces/sem.	Estadío 4. Hemodiálisis de mantenimiento > 2 años	Aeróbico Intradialítico. Sentado durante las dos primeras horas de diálisis.	3 meses.3 días/sem.30 min. 5 min de calentamiento y enfriamiento. Ciclismo al 55-60% de la potencia máxima
<b>M-T. Liao et al(16). 2016</b>	Hemodiálisis Edad: 21-65 años N=40	Ensayo clínico aleatorizado	3 veces/sem. 4 horas/Sesión	Estadío 4. Hemodiálisis de mantenimiento >6 meses	Ciclismo aeróbico intradialítico en las dos primeras horas e hemodiálisis	3 meses. 3 veces/sem. 30 minutos de ciclismo→ 5' calentamiento 20' trabajo y 5' enfriamiento. Con una intensidad 12-15 en la Escala Borg
<b>Y. Wu et al(17). 2014</b>	Hemodiálisis N=65	Ensayo clínico aleatorizado	3 veces/sem. 4 horas/Sesión Flujo sanguíneo: 250mL/min y dializado 500 mL/min	Estadío 4. Diálisis de mantenimiento >3 meses.	Ciclismo reclinado durante diálisis	12 semanas. 3 veces/sem. Ciclismo→ 5' calentamiento 10-15' trabajo con una intensidad de 12-16 en la Escala Borg asociado a una energía entre 70-100 kcal

**Tabla 6.** Resultados y conclusiones de los estudios incluidos en la revisión que investigan el efecto de la actividad física en pacientes con ERC sometidos a HD.

Autores	Evaluación	Resultados	Conclusiones	Valoración personal
<p><b>C.C Abreu et al(11). 2017</b></p>	<p>La intensidad se basó en una adaptación de la prueba máxima de 1 repetición (1RM). Se realizaron análisis y medidas antropométricas. Además para QoL de vida SF-36. Esta evaluación se llevó a cabo al principio y al final del estudio.</p>	<p>La salud física y mental mejoraron significativamente en el grupo de ejercicio. La expresión de Nrf2 y la actividad de GPx aumentaron en los pacientes que realizaron los ejercicios. Además, se observó una reducción en los niveles de nitrito en estos pacientes. En el grupo de ejercicios no se observó diferencia en los niveles de NO.</p>	<p>El ejercicio de resistencia durante 3 meses ejerció efectos beneficiosos con respecto a la expresión de Nrf2, niveles de nitritos preservados y contribuyó a la mejora de calidad de vida en pacientes con ERC en hemodiálisis.</p>	<p>+++</p>
<p><b>K. Anding et al(12). 2015</b></p>	<p>Pruebas de fuerza máxima (máximo repeticiones de ejercicios / min). Cuestionario SF36 para QoL. La capacidad física se evaluó mediante 6MWT, STS60 Evaluados al inicio y cada 6 meses</p>	<p>Los parámetros de fuerza mejoraron linealmente en pacientes alta tasa de cumplimiento. Mejora de la extensión de rodilla con un aumento de la fuerza muscular de los cuádriceps. Aumento del pico VO<sub>2</sub></p>	<p>El entrenamiento con ejercicios para pacientes con diálisis debe ser considerada como una estrategia principal aparte de la terapia farmacológica y diálisis</p>	<p>+</p>

Autores	Evaluación	Resultados	Conclusión	Valoración personal
<b>D. Chan et al (13). 2016</b>	La fuerza de EESS se evaluó mediante el dinamómetro. La fuerza de MMII se hizo mediante una prueba máxima de tres repeticiones usando la resistencia del dispositivo. Para medir QoL se utilizó SF-36.	No cambios* en la fuerza de agarre del brazo de la fístula. Tampoco en 6 MWT. Cambios* en la fuerza de MMII y en los parámetros de depresión, rol físico, social y emocional.	PRT mejora las medidas de salud física y psicológica. Se requieren estudios futuros para evaluar los efectos de dosis-respuesta de las prescripciones de PRT.	+
<b>J-H. Cho et al (14). 2018</b>	La capacidad física se evaluó mediante examen físico diario. El Inventario-II de depresión de Beck (BDI-II) y el Inventario de Ansiedad de Beck (BAI) También se utilizaron para identificar la prevalencia de depresión y ansiedad. La actividad y la calidad del sueño se evaluaron con un acelerómetro ante y después del estudio.	Observamos un ↑* en el equivalente metabólico (MET; kcal / h / kg) en el grupo de ejercicio aeróbico y combinado. El índice promedio de fragmentación del sueño, que indica una mala calidad del sueño ↓*	El ejercicio intradialítico parece ser clínicamente beneficioso para mejorar la actividad física diaria y la calidad del sueño en pacientes en hemodiálisis de mantenimiento.	++++

Autores	Evaluación	Resultados	Conclusión	Valoración personal
<b>C. Groussard et al(15). 2015</b>	Composición corporal mediante la evaluación de rayos X de energía dual. El estado físico mediante el consumo máximo de oxígeno y el 6MWT. Y el perfil de lípidos mediante analíticas antes y después del estudio	El protocolo de entrenamiento intradialítico no modificó la composición corporal pero tuvo efectos* en la condición física, el perfil de lípidos y el estado pro/antioxidante.	El entrenamiento con ciclismo aeróbico intradialítico es una fácil estrategia que ↓ los trastornos asociados a la ERC. Es beneficioso en el marcador más sensible y confiable de la peroxidación de lípidos (IsoP) y en el perfil de lípidos y aptitud física asociados a la ERC	++
<b>M-T. Liao et al(16). 2016</b>	Como métodos evaluativos se utilizó el 6MWT para medir la capacidad funcional de personas con un deterioro moderadamente severo y análisis de sangre.	Los pacientes en el grupo de ejercicio mostraron una *mejora en los niveles de albúmina sérica, el índice de masa corporal, los niveles de citoquinas inflamatorias y el número de células positivas para CD133, CD34- Además también tuvieron una *mayor distancia de caminata de 6 minutos después de completar el programa de ejercicios.	Los programas de ciclismo aeróbico intradialítico pueden aliviar eficazmente la inflamación y mejorar la nutrición, la densidad mineral ósea y la tolerancia al ejercicio en pacientes sometidos a hemodiálisis	++
<b>Y. Wu et al(17). 2014</b>	La capacidad aeróbica se evaluó mediante el 6MWT y el test de sentarse y levantarse. La calidad de vida mediante los cuestionarios KDQOL y SF-36.	Hubo mejoras significativas en la capacidad de ejercicio y en muchos de los ítems de KDQOL-SFTM	El ejercicio individualizado durante la HD mejoró* la capacidad de ejercicio y la calidad de vida para pacientes urémicos en un corto período de tiempo, y por lo tanto, podría utilizarse como un simple enfoque terapéutico rentable.	+

**Tabla 7.** Leyenda correspondiente a las tablas 5 y 6.

EEII: Extremidad inferior QoL: Calidad de vida Nrf2: Factor 2 eritroide nuclear STS 60: Levantarte y sentarte x60”	HD: Hemodiálisis EESS: Extremidad superior ERC: Enfermedad renal crónica ISOp: Isoprostanos
---	--

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los pacientes con ERC se caracterizan por la disminución de la condición física y un deterioro de la calidad de vida relacionada con la salud (2). El objetivo común de todos los programas de ejercicio físico para pacientes renales es mejorar la calidad de vida mermada, entre otros factores, por un tratamiento que obliga al sedentarismo en pacientes de edad cada vez mayor y con una patología que se acompaña de catabolismo proteico y anemia (4). Existen diferentes tipos de modalidad de actividad física: resistencia, fuerza o la realización de forma combinada de ambas. Con respecto a la temporalidad, en pacientes ERC sometidos a diálisis, se podría aplicar de forma inter o intradialítica. Esta revisión sistemática pretende describir y analizar la posible eficacia, como terapia no farmacológica, de la actividad física en pacientes con ERC sometidas a diálisis, sobre parámetros físicos, y psicológicos, además trataremos de identificar el tipo de ejercicios físicos, la duración de los mismos y la frecuencia con la que son implementados (18).

La selección de muestra en los estudios (11,14-17) es de forma aleatorizada, sin embargo la necesidad del empleo del dispositivo PRT (13) y teniendo en cuenta la situación clínica del paciente conjuntamente con la elevada temporalidad del estudio (12) los pacientes se asignaron de forma directa a los grupos de experimentación. La práctica totalidad de los estudios (11,14-17) utilizan un grupo experimental y un grupo control, lo que proporciona una base para examinar si existe relación causa-efecto entre la realización de ejercicio físico y las posibles mejoras físicas, psicológicas y fisiológicas mediante variaciones en las diferentes pruebas específicas. Existe un estudio Chan et al. (13) que es un ensayo cruzado, la ventaja de éste es la no necesidad de un elevado número de tamaño muestral. En los ensayos cruzados cada sujeto actúa como su propio control, experimentando ambas intervenciones (ejercicio físico o no) en una secuencia de períodos establecida de modo aleatorio y separados ambos periodos por uno de estabilización o periodo de lavado (19).

Con respecto al tamaño, varía entre 20 y 65 participantes. El número de participantes en cada estudio se ve influenciado por ser ensayos monocéntricos realizados sólo en servicio especializado de nefrología. Probablemente la realización de estudios multicéntricos permitirían obtener un mayor número de individuos participantes lo que posibilitaría una mejor evaluación de los efectos de la actividad física intradialítica.

La ERC tiene una prevalencia promedio del 14% en las mujeres y del 12% en los hombres. Sin embargo, el número de mujeres en diálisis es menor que el número de hombres (5), lo que sugiere que en el sexo masculino la ERC se manifiesta con

mayor agresividad (estadíos más elevados) donde es necesaria la aplicación de la terapia de diálisis. Con respecto a la edad de los pacientes sometidos a estos estudios se correspondía entre 20 y 85 años. Esto, indicaría que la aplicación de actividad física intradialítica estaría indicada en este rango de edad.

Los pacientes incluidos en estos estudios seleccionados para realizar esta revisión, están sometidos a hemodiálisis de mantenimiento en periodos de tiempo entre 3 meses y 2 años, aplicándose tres veces a la semana, durante 4/5 horas de sesión. Los criterios clínicos de aplicación refieren que la indicación de la diálisis es en los últimos estadíos de la enfermedad, por la disminución severa de la TFG y un daño renal elevado.

Una de las innovaciones en el campo de la enfermedad renal es la aplicación de ejercicio durante las largas sesiones de diálisis, buscando un efecto adicional que la actividad física pudiera proporcionar a este tipo de pacientes. Por lo tanto, la ejecución de del entrenamiento físico debería realizarse durante las horas de sesión del tratamiento hemodialítico. Una de las ventajas de esta metodología es la mayor adherencia al tratamiento físico y una constante supervisión del personal sanitario lo que hace que esta terapia no farmacológica sea individualizada y adecuada a las características globales del estado de salud del paciente con ERC.

Cuando nos referimos a la metodología de realización de ejercicio físico deberá realizarse coincidiendo con la hemodiálisis durante al menos tres meses, los tres días de la semana para que el organismo consiga las adaptaciones potencialmente beneficiosas que ayudan al tratamiento terapéutico convencional. En individuos sanos, únicamente son necesarias 4 semanas para que aparezcan las adaptaciones musculares, inmunológicas, hematológicas y físicas inducidas por la práctica de actividad física. Además los beneficios psicológicos aparecen incluso a partir de los 3 días (20). Sin embargo, en estos pacientes es necesario llegar a las 12 semanas, (11,13-17) como mínimo para observar algunos de los potenciales beneficios de la actividad física, como consecuencia de su situación patológica. Únicamente un estudio valora los efectos del ejercicio a largo plazo (12), pues se realiza durante 5 años. La realización de ejercicio físico intradialítico durante largos periodos de tiempo podría consolidar las adaptaciones potencialmente beneficiosas adquiridas. Esto podría indicar la inclusión de la actividad física en cualquier estadío de la ERC, incluso en los anteriores a la diálisis.

Analizando el tipo de componente físico empleado en la metodología de los estudios analizados, se puede dividir en 3 modalidades de actividad física:

1. Aeróbico (15-17): Protocolo de entrenamiento basado en un período de calentamiento de 10 minutos, 20-30 minutos de ciclismo mediante bicicleta estática supina, ya que es la más utilizada debido a la posición del paciente durante el tratamiento de hemodiálisis, a una intensidad de 55-60% de la máxima (15) y otro período de enfriamiento de 5 minutos. Las evaluaciones de la capacidad aeróbica que se llevaron a cabo antes y después del estudio fue mediante el 6MWT (15-17), viéndose mejorada después del programa de ejercicios, aumentando la distancia recorrida (16) y el test de sentarse y levantarse (17). De esta modalidad de entrenamiento se destaca un aumento de la capacidad aeróbica que supone una mejora del aspecto físico que permite la realización de la vida diaria de forma satisfactoria con menor fatiga. Es interesante reseñar el elevado aumento del  $VO_2$  máx en los pacientes practicantes de actividad física a largo plazo con respecto al grupo control (12). En los estudios (16, 17) evaluaron la percepción de esfuerzo por parte del paciente a partir de la Escala de Borg como elemento regulador de la personalización del ejercicio.

2. Fuerza (11,13): el trabajo de fuerza difiere entre los estudios; por una parte en uno de ellos destaca el trabajo en las extremidades superiores e inferiores (13) y en otro se refiere a miembros inferiores exclusivamente (11). En este sentido, en la extremidad superior se realiza un trabajo de los grupos musculares de MMSS (bíceps, tríceps y deltoides) y MMII (cuadríceps e isquiotibiales) durante 30 minutos (13). Por otro lado, en el siguiente estudio se llevan a cabo tres series de 10 repeticiones de 4 diferentes tipos de ejercicios de tobillo y bandas elásticas en MMII a una intensidad del 60% de su RM (11). La evaluación es llevada cabo a través de un dinamómetro (13) para contrastar la fuerza de MMSS y la evaluación de la fuerza de MMII fue a través de pruebas de fuerza máxima en 1 RM. Por lo que se observan mejoras de la fuerza en esta prueba. Al realizar esta modalidad de entrenamiento existe una mayor salud física y cambios en la fuerza de los músculos entrenados. Sin embargo, no existieron variaciones en la fuerza de agarre del brazo de la fístula (13). Esto podría deberse a que los niveles de nitrato se redujeron y en los de NO no se observaron

diferencias significativas (11), lo que supondría la no estimulación de la llegada de oxígeno o de la estimulación de la circulación al músculo esquelético.

Por otra parte, la expresión de Nrf2 y la actividad de GPx, se vieron aumentados, esto redundaría en la posibilidad de neutralizar la elevada cantidad de radicales libres, que se derivan de la ERC. Nrf2 es una proteína involucrada en la expresión de enzimas antioxidantes como la GPX, glutatión peroxidasa (21).

3. Combinado: Este protocolo de entrenamiento se basó en 30 minutos de ejercicios de fuerza en 8 grupos musculares, 2 series de 1:1 en bíceps, tríceps y abductores. Otros 30 minutos se realizó ergometría supina en bicicleta (12). También se realizaron ejercicios de fuerza en tres series de 10-15 repeticiones en MMII con bandas elásticas resistivas y pesos blandos (cuadríceps, vasto lateral, aductor y bíceps femoral) y MMSS (bíceps, tríceps y deltoides) además de un ciclismo estacionario con una intensidad del 60-70% de la capacidad máxima (14). La capacidad física fue evaluada a través del 6MWT y test de sentarse y levantarse. Mientras que para la fuerza de MMII fue evaluada mediante pruebas de repetición máxima en 1 repetición (12). Como beneficios de esta modalidad de entrenamiento se declaró una mayor extensión de la rodilla con un aumento de la fuerza del cuadríceps (12), así como una mejora en la actividad física diaria (14) de los pacientes practicantes de ejercicio con respecto al grupo control.

Parece ser que esta modalidad es la mejor opción para pacientes con ERC sometidos a hemodiálisis probablemente debido al sinérgico del trabajo de ambas capacidades físicas. Esta metodología de aplicación de ejercicio físico es similar al “entrenamiento de alta intensidad” (considerando las características de los pacientes con ERC) que produce adaptaciones potencialmente beneficiosas en menor tiempo (22).

#### Efectos sobre la percepción la calidad de vida

Cuando analizamos los beneficios sobre la percepción de la calidad de vida, se observa una notable mejora de la depresión, ansiedad y calidad de vida evaluada mediante el cuestionario de calidad de vida SF-36 (11-13,17), el Inventario II de depresión y el Inventario de ansiedad de Beck (14) y el cuestionario KDQOL-SFTM (17)



utilizados de forma simultánea para medir lo anteriormente nombrado tanto antes como después del estudio. La actividad y calidad del sueño fueron evaluadas mediante un acelerómetro para verificar la mejora de estos parámetros al realizar ejercicio físico de forma intradialítica (14). Así, la realización de ejercicio físico supone un aumento de la capacidad física que da lugar a una mejora en la calidad de estos pacientes debido a una realización de las actividades de la vida diaria de forma más eficiente y sencilla.

## **6. APLICACIÓN DE LA FISIOTERAPIA EN EL ÁMBITO DE LA ERC**

El fisioterapeuta es el profesional sanitario adecuado para desarrollar una terapia individualizada de AF para los pacientes con ERC sometidos a HD, ya que tiene conocimiento en bioquímica, histología, fisiología, farmacología y, además, tanto de las limitaciones osteomusculares y osteoarticulares como de las capacidades físicas de estos pacientes. Como futuro profesional de la fisioterapia y tras la realización de este trabajo, podría establecer que el protocolo más completo y que más beneficios potenciales aportaría al paciente con ERC sometido a HD, es aquella basada en la actividad aeróbica como base de tratamiento completada con actividades de fuerza, es decir, el ejercicio físico combinado. Un ejemplo de protocolo podría ser:

- Calentamiento cuya duración adecuada son 10 minutos, con el objetivo de poner en marcha los diferentes grupos musculares.
- Parte principal de 45 minutos, los cuales están distribuidos en:
  - Actividad aeróbica (bicicleta estática supina).
  - Fuerza, tanto de miembro inferior como de miembro inferior (pesas).
- Vuelta a la calma, relajación, estiramientos durante 5 minutos.

Los beneficios que se obtienen llevando a cabo estos protocolos durante/posterior al tratamiento de HD son tanto físicos como psicológicos, proporcionando una mejor calidad de vida de los pacientes.

## **7. CONCLUSIÓN**

La actividad física es capaz de producir múltiples beneficios sobre los pacientes con ERC sometidos a hemodiálisis.

1. La aplicación de los protocolos de la actividad física se lleva a cabo en períodos intradiálisis, es decir, mientras la realización del tratamiento dialítico.

2. Las modalidades de entrenamiento difieren entre ellas pero todas producen beneficios en pacientes con ERC sometidos a HD.

3. Los cambios físicos en pacientes con ERC sometidos a HD son: aumento de la fuerza muscular, aumento de la resistencia muscular, aumento del VO<sub>2</sub> máx.

4. Las mejoras de carácter psicológico de los pacientes con ERC sometidos a HD fueron fundamentalmente: aumento de la calidad de vida, mejora de la capacidad funcional, mejora de la autoestima y disminución de la depresión.

5. El fisioterapeuta es el profesional sanitario adecuado para diseñar los protocolos de actividad física que complementen el tratamiento habitual de los pacientes con ERC sometidos a HD.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

1. Ortega MJ. Ejercicio físico y enfermedad renal crónica. Directrices de trabajo con ejercicio físico en pacientes en tratamiento de hemodiálisis [Trabajo fin de grado]. 2015;1-226
2. Borja F De, Domínguez P. Comparación de los efectos de un programa de ejercicio intradiálisis frente a un programa de ejercicio domiciliario. [Tesis doctoral]. 2016; 1-226
3. Webster AC, Nagler E V., Morton RL, Masson P. Chronic Kidney Disease. *Lancet*. 2017;389(10075):1238–52.
4. Santeliz Contra H, Romano Estrada L, González Chávez A, Hernández y Hernández H. El sistema renina-angiotensina-aldosterona y su papel funcional más allá del control de la presión arterial. *Rev Mex Cardiol*. 2008;19(1):21–29.
5. Clarkson MJ, Bennett PN, Fraser SF, Warmington SA. Exercise Interventions for Improving Objective Physical Function in End-Stage Kidney Disease Patients on Dialysis: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Am J Physiol Physiol*. 2019;
6. Segura-Ortí E. Ejercicio en pacientes en hemodiálisis: Revisión sistemática de la literatura. *Nefrología*. 2010;30(2):236–46.
7. Oguchi H, Tsujita M, Yazawa M, Kawaguchi T, Hoshino J, Kohzuki M, et al. The efficacy of exercise training in kidney transplant recipients: a meta-analysis and systematic review. *Clin Exp Nephrol*. 2018;23(2):275–84.
8. Thangarasa T, Imtiaz R, Hiremath S, Zimmerman D. Physical Activity in Patients Treated With Peritoneal Dialysis: A Systematic Review and Meta-analysis. *Can J Kidney Heal Dis*. 2018;5:1-13
9. Stack AG, Molony DA, Rives T, Tyson J, Murthy BVR. Association of physical activity with mortality in the US dialysis population. *Am J Kidney Dis*. 2005;45(4):690–701.
10. Fernández Lara MJ, Ibarra Cornejo JL, Aguas Alveal EV, González Tapia CE, Quidequeo Reffers D. Revisión: Beneficios del ejercicio físico en pacientes con enfermedad renal crónica en hemodiálisis. *Enfermería Nefrológica*. 2018;21(2):167–181.
11. Abreu CC, Cardozo LFMF, Stockler-Pinto MB, Esgalhado M, Barboza JE, Frauches R, et al. Does resistance exercise performed during dialysis modulate Nrf2 and NF-κB in patients with chronic kidney disease? *Life Sci*. 2017;188:192–7.

12. Anding K, Bär T, Trojniak-Hennig J, Kuchinke S, Krause R, Rost JM, et al. A structured exercise programme during haemodialysis for patients with chronic kidney disease: Clinical benefit and long-term adherence. *BMJ Open*. 2015;5(8):1–10.
13. Chan D, Green S, Fiatarone Singh M, Barnard R, Cheema BS. Development, feasibility, and efficacy of a customized exercise device to deliver intradialytic resistance training in patients with end stage renal disease: Non-randomized controlled crossover trial. *Hemodial Int*. 2016;20(4):650–60.
14. Cho JH, Lee JY, Lee S, Park H, Choi SW, Kim JC. Effect of intradialytic exercise on daily physical activity and sleep quality in maintenance hemodialysis patients. *Int Urol Nephrol*. 2018;50(4):745–54.
15. Groussard C, Rouchon-Isnard M, Coutard C, Romain F, Malardé L, Lemoine-Morel S, et al. Beneficial effects of an intradialytic cycling training program in patients with end-stage kidney disease. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2015;40(6):550–6.
16. Liao MT, Liu WC, Lin FH, Huang CF, Chen SY, Liu CC et al. Intradialytic aerobic cycling exercise alleviates inflammation and improves endothelial progenitor cell count and bone density in hemodialysis patients. *Medicine*. 2016; 95 (27): 1-9.
17. Wu Y, He Q, Yin X, He Q, Cao S, Yin X. Effect of individualized exercise during maintenance haemodialysis on exercise capacity and health-related quality of life in patients with uraemia. *Journal of International Medical Research*. 2014; 42(3): 718–727 .
18. Manfredini F, Mallamaci F, Arrigo GD, Baggetta R, Bolignano D, Torino C, et al. Exercise in Patients on Dialysis : A Multicenter , Randomized Clinical Trial. *Clinical Epidemiology*. 2017;28 (4):1–10.
19. Hulley, Stephen B., et al. *Diseño de investigaciones clínicas*. Philadelphia: Wolters Kluwer Health, 2014.).
20. libro Alfredo córdova *Fisiología deportiva editorial síntesis 2016)*
21. Hall, John E. *Guyton e Hall tratado de fisiología médica*. Elsevier Brasil, 2017.)
22. Campbell, Wayne W, et al. "High-intensity interval training for cardiometabolic disease prevention." *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2019; 51 (6): 1220-1226.