

Ejercicio en pacientes en hemodiálisis: revisión sistemática de la literatura

E. Segura-Ortí

Departamento de Fisioterapia. Universidad CEU Cardenal Herrera. Moncada. Valencia

Nefrología 2010;30(2):236-46

RESUMEN

El ejercicio como herramienta terapéutica en pacientes con enfermedad renal crónica en estadio V (ERC-V) en hemodiálisis (HD) no se está utilizando en la rutina de estos pacientes, como ocurre con cohortes con patología cardíaca o respiratoria. El desconocimiento de la investigación en este campo puede contribuir a ello. Por lo tanto, los objetivos de esta revisión son: 1) revisar sistemáticamente los estudios realizados en pacientes adultos en HD; 2) proporcionar evidencias de los efectos del ejercicio para contrarrestar el deterioro fisiológico, funcional y psicológico asociado con la ERC-V, incluso en pacientes de edad avanzada; 3) recomendar los requisitos de futuras investigaciones para conseguir la integración de la prescripción de ejercicio en la práctica médica en estos pacientes. Se efectuaron búsquedas en las siguientes bases de datos desde 2005 hasta 2009: MEDLINE (Ovid), CINAHL (EBSCOHost), SportDiscus (EBSCOHost), Academic Search Complete (EBSCOHost), Fuente Académica (EBSCOHost), MedicLatina (EBSCOHost), PEDro y PubMed. Otras fuentes utilizadas fueron las listas de referencias de los artículos identificados por el revisor y revisiones sobre la ERC-V, así como resúmenes de congresos publicados. Se seleccionaron ensayos aleatorios que utilizaron el ejercicio aeróbico, de fuerza o la combinación de ambos en el tratamiento de pacientes en HD. Se extrajeron los datos de cada estudio y se evaluó la calidad metodológica según los criterios de Van Tulder. Sólo se pudo aplicar el metaanálisis en los resultados de 6 estudios con ejercicio aeróbico, 2 estudios con ejercicio de fuerza y 5 estudios con ejercicio combinado. Hubo un total de 640 sujetos en los 16 estudios incluidos. Los efectos de los distintos tipos de ejercicio en pacientes en HD sobre la función física, calidad de vida y otras medidas de interés se resumieron mediante el cálculo de la diferencia de medias estandarizada (DME). Hay pruebas de calidad moderada de

que el entrenamiento aeróbico produce efectos positivos el consumo pico de oxígeno en la prueba de esfuerzo (DME 6,55; intervalo de confianza [IC] 95%, 4,31-8,78). Existe evidencia alta de que el entrenamiento de fuerza posee un efecto positivo sobre la calidad de vida relacionada con la salud (DME 11,03; IC 95%, 5,63-16,43). Por último, hay pruebas moderadas de que el entrenamiento combinado produce efectos positivos sobre el consumo pico de oxígeno en la prueba de esfuerzo (DME 5,57; IC 95%, 2,52-8,61). En conclusión, existen evidencias moderadas de que el ejercicio aeróbico, aislado o combinado con ejercicio de fuerza, mejora la capacidad de ejercicio, y de que el ejercicio de fuerza mejora la calidad de vida, la capacidad funcional del sujeto y la fuerza de los miembros inferiores. Futuros estudios deberán responder a la pregunta de qué tipo de ejercicio, aeróbico, resistido o combinado, es el más beneficioso para los pacientes en HD.

Palabras clave: Hemodiálisis. Ejercicio. Revisión. Metaanálisis.

Exercise in haemodialysis patients: a systematic literature review

ABSTRACT

Exercise as a therapeutic tool used in End-stage renal disease patients (ESRD) in hemodialysis (HD) is not routinely applied, as it occurs with cardiac or respiratory patients. Lack of awareness of research in this field may contribute to the current situation. Thus, the aims of this review are: 1) to systematically review the literature of exercise training on adult HD patients or patients at a pre-HD stage; 2) to show the evidence on the benefits of exercise for counteracting physiological, functional and psychological impairments found even in older ESRD patients; 3) to recommend requirements of future research in order to include exercise prescription in the HD patients treatment. The Data bases reviewed from 2005 to 2009 were: MEDLINE (Ovid), CINAHL (EBSCOHost), SportDiscus (EBSCOHost),

Correspondencia: Eva Segura-Ortí
Departamento de Fisioterapia.
Universidad CEU Cardenal Herrera.
Avda. Seminario s/n. 46113 Moncada. Valencia.
eva.segura@gmail.com

Academic Search Complete (EBSCOHost), Fuente Académica (EBSCOHost), MedicLatina (EBSCOHost), PEDro y PubMed. Additionally, references from identified articles, several reviews on ESRD and abstracts to Nephrology Congresses were also reviewed. Randomized Controlled Trials on aerobic, strength and combined programs for HD patients were selected. Data from the studies was compiled and Van Tulder criteria were used for methodological quality assessment. Metanalysis included 6 studies on aerobic exercise, 2 on strength exercise and 5 on combined exercise programs. 640 patients were included in 16 included studies. Effects on physical function, health related quality of life and other secondary measurements were summarized by the Standardized Mean Difference (SMD) Moderate evidence exists on positive effects of aerobic training on peak oxygen consumption at the graded exercise test (SMD 6.55; CI 95%: 4.31-8.78). There is high evidence on positive effects of strength training on health related quality of life (SMD 11.03; CI 95%: 5.63-16.43). Finally, moderate evidence exists on positive effects of combined exercise on peak oxygen consumption at the graded exercise test (SMD 5.57; CI 95%: 2.52-8.61). Summarizing, moderate evidence exists on the improvement on exercise capacity of aerobic training, isolated or combined with strength training. Strength training improves health related quality of life, functional capacity and lower limbs strength. Future studies should clarify which out of the three modalities results in higher benefits for HD patients

Key words: Hemodialysis. Exercise. Review. Metanalysis.

INTRODUCCIÓN

El número de pacientes con enfermedad renal crónica en estadio V (ERC-V) tratados mediante hemodiálisis (HD) aumenta año a año, tal como refleja el incremento en más de un 67% en el número de sesiones de HD realizadas en 2004 en España respecto a los datos de 1999¹. Desde 1991 hasta 2000, el número de pacientes en diálisis en España aumentó en casi un 38%². La tasa de uso de HD por 1.000 habitantes/año a fecha de diciembre de 2007 fue de 37,38³.

La mayoría de pacientes con ERC-V son tratados mediante HD, tal y como indican los datos de 2004 en Cataluña, donde el 49,7% de los pacientes fueron tratados con HD como tratamiento renal sustitutivo, frente al 47,3% de pacientes sometidos a trasplante y el 3,1% que recibió diálisis peritoneal⁴. En el caso de la HD, la dosificación más frecuente consiste en 4 horas 3 días por semana, y se prolongará durante toda la vida del paciente hasta que, en caso de que el paciente sea candidato, reciba un trasplante re-

nal. A pesar de los avances en el tratamiento de HD, éste no asegura un nivel óptimo de calidad de vida relacionada con la salud (CVRS) del paciente. De este modo, los pacientes en HD presentan una disminución significativa de CVRS respecto a sus homólogos sanos o a pacientes sometidos a trasplante⁵.

Desde principios de la década de 1980, países como Estados Unidos comenzaron a implantar programas de ejercicio físico durante la HD. Desde entonces hasta hoy, los estudios refieren beneficios del ejercicio en este tipo de pacientes tanto a nivel fisiológico, como funcional o psicológico. El objetivo común de todos ellos es mejorar la CVRS 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. Tras 30 años de investigación sobre los efectos del ejercicio de larga duración en pacientes en HD parece que éste es seguro, y que la modalidad durante la HD es la que mayor seguimiento consiguiera por parte del paciente.

A pesar de todo, la implantación de programas de ejercicio en unidades de HD no está generalizada en la mayoría de países. Concretamente, si analizamos el caso de España, existen evidencias de pocos estudios, ya que revisando la literatura pocas investigaciones implementaron programas de ejercicio exclusivamente a pacientes en HD, y sólo una de ellas⁶, publicada en 2008, fue realizada durante la HD. Diversos factores pueden explicar la falta de implantación del ejercicio durante la HD en España. Por un lado, el país está a la cabeza en número de trasplantes y esto podría explicar el papel secundario de estudios en pacientes, en su mayoría de edad elevada y con alta comorbilidad, que no son candidatos a dicho tratamiento. Tanto es así que, frente a la implantación de programas de ejercicio para pacientes con enfermedades cardíacas o pulmonares, no se observa la implementación de este tipo de programas en pacientes que permanecen de forma crónica en las unidades de HD. Por otro lado, el paciente en HD supone un importante gasto sanitario en su tratamiento sustitutivo, medicación e ingresos hospitalarios fruto de la alta comorbilidad, lo cual puede limitar la inversión añadida en su tratamiento fisioterápico a través del ejercicio terapéutico. Por último, la falta de protocolos de práctica clínica fruto de la síntesis de resultados de la investigación de calidad en este ámbito puede también haber favorecido la falta de aplicación clínica de los mismos. Por lo tanto, este trabajo plantea los siguientes objetivos:

1. Revisar sistemáticamente los estudios de ejercicio físico realizados en pacientes adultos en HD.
2. Proporcionar evidencias de los efectos del ejercicio para contrarrestar el deterioro fisiológico, funcional y psicológico asociado a la ERC-V, incluso en pacientes de edad avanzada.

nefrología basada en la evidencia

METODOLOGÍA: CRITERIOS PARA LA VALORACIÓN DE LOS ESTUDIOS DE ESTA REVISIÓN

Tipos de estudios

Se seleccionaron ensayos clínicos aleatorios (ECA) que compararon una intervención que incluía un componente de ejercicios con un control (sin ejercicio o con ejercicio de intensidad muy baja equivalente a placebo), una intervención sin ejercicios o una intervención con ejercicios de distinta naturaleza en pacientes en HD. Se incluyeron los estudios si los autores usaron palabras como «azar» o «aleatorio» para describir el método de asignación de los sujetos a los grupos.

Tipos de participantes

Los sujetos eran adultos (edad por encima de 18 años) en tratamiento de HD debido a su ERC-V.

Tipos de intervención

Se definió ejercicio como movimiento físico repetitivo, planificado y estructurado realizado para mejorar o mantener uno o más componentes de la aptitud física (ACSM, 2001). Las intervenciones se clasificaron según la naturaleza del ejercicio en la fase principal, sin tener en cuenta calentamiento ni enfriamiento, por lo que las intervenciones eran aeróbicas, de ejercicio de fuerza o combinadas de los dos componentes aeróbico y de fuerza. Una vez establecido que la intervención trabajaba sobre estos componentes no se hicieron restricciones de la frecuencia, la intensidad o la duración de los programas de ejercicio. La ubicación de las intervenciones podía ser durante la HD, en días de no diálisis con grupos supervisados o entrenamiento domiciliario sin supervisión directa.

Tipos de medidas de resultado

Las medidas de resultado no formaron parte de los criterios de inclusión de esta revisión. Se agruparon las medidas de resultado en resultados primarios (función física y CVRS) y resultados secundarios, que representaban otros aspectos que se ven afectados de forma frecuente en pacientes con ERC-V.

Medidas de resultado primarias

Función física

1. Medidas objetivas de laboratorio sobre capacidad aeróbica: cicloergoespiometría (consumo pico de oxígeno, tiempo, potencia, METS).

2. Pruebas físicas funcionales: pruebas de gestos de la vida diaria (prueba de andar con 6 minutos marcha; levantarse de una silla con el test de sentado a de pie).
3. Medidas de función y morfología muscular: dinamometría de miembros inferiores y área transversal muscular.
4. CVRS (con cuestionarios genéricos como el SF-36, Sickness Impact Profile, Quality of Life Index, o el específico para pacientes con enfermedades renales, Kidney Disease Questionnaire).

Medidas de resultado secundarias

1. Efectos en la función cardíaca (fracción de eyección, gasto cardíaco, presión arterial sistólica y diastólica en reposo).
2. Depresión (Beck Depression Inventory).
3. Índice de masa corporal.

ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LOS ESTUDIOS

Se efectuaron búsquedas en las siguientes bases de datos, con terminología en inglés, de febrero de 2005 a febrero de 2009: MEDLINE (Ovid), CINAHL (EBSCOHost), SportDiscus (EBSCOHost), Academic Search Complete (EBSCOHost), Fuente Académica (EBSCOHost), MedicLatina (EBSCOHost), PEDro y PubMed. Los términos de búsqueda fueron: end stage renal disease, hemodialysis, exercise, physical function, resistance training, exercise test, quality of life, muscle strength, physical therapy, randomized controlled trial, physioth*, o exercis*. Otras fuentes utilizadas fueron las listas de referencias de los artículos identificados por el revisor y revisiones sobre la ERC-V, así como resúmenes de congresos publicados.

MÉTODOS DE LA REVISIÓN

Selección de los estudios

La revisora (E.S.O.) exploró los títulos y resúmenes generados en las búsquedas. Se examinaron, además, las listas de referencias de la bibliografía de los artículos revisados, y se recopilaron los resúmenes y posteriormente las publicaciones completas. Sólo se incluyeron en la revisión los textos completos en inglés o en español.

Evaluación de la calidad metodológica de los estudios

Se utilizaron los criterios de calidad metodológica de Van Tulder⁷, quien considera la aleatorización, asignación de grupo no conocida en el momento de la inclusión, grupos similares al inicio en los principales valores pronóstico, cegamiento del sujeto, investigador y observador, ausencia de

cointervención, seguimiento de la intervención, descripción y tasa aceptable de sujetos perdidos, momento de la medición de resultados similar en todos los grupos e inclusión de análisis según intención de tratar. Por lo tanto, la máxima puntuación posible es 11.

Medidas del efecto de tratamiento

Las variables consideradas como medidas de resultados fueron las medidas de capacidad de ejercicio, pruebas físicas funcionales, función muscular y CVRS. Se presentaron como media y desviación estándar. Se calculó la diferencia de medias estandarizada (DME) mediante el programa RevMan Analisis versión 5, que, cuando se han utilizado distintos instrumentos de medida para medir un mismo resultado, permite convertir las diferentes escalas a una media común. En el metaanálisis se incluyeron sólo los estudios que compararon el ejercicio con un control sin tratar.

Evaluación de la heterogeneidad

Se evaluó la heterogeneidad entre los ensayos con las estadísticas de heterogeneidad (χ^2). Se consideraron valores de $p = 0,1$ o menores como indicativos de heterogeneidad significativa. En este caso se realizó el metaanálisis con el modelo de efectos aleatorios.

Síntesis de los datos (metaanálisis)

Se compararon las medias de las puntuaciones de cambio con el programa informático RevMan Analisis versión 5. Se usaron los siguientes niveles de descriptores de la evidencia de Van Tulder⁷ para clasificar los resultados del metaanálisis:

1. Evidencia alta: hallazgos consistentes en múltiples ECA de alta calidad.
2. Evidencia moderada: hallazgos consistentes en múltiples ECA de baja calidad o en ensayos clínicos controlados o en un ECA de alta calidad.
3. Evidencia limitada: un ECA de baja calidad.
4. Evidencia conflictiva: hallazgos inconsistentes en múltiples ensayos (ECA).
5. Ninguna evidencia proveniente de ensayos: ningún ECA.

Se definió como «favorece claramente»: el intervalo de confianza excluye el cero.

DESCRIPCIÓN DE LOS ESTUDIOS

Resultados de la búsqueda

Se encontraron un total de 49 estudios que describían ensayos experimentales que examinaron los efectos de interven-

ciones que incluyeron algún tipo de ejercicio en pacientes con enfermedad renal crónica, 42 de ellos realizados en pacientes en HD, 22 eran estudios controlados aleatorios.

Estudios incluidos

Cumplieron los criterios de inclusión 16 estudios⁸⁻²³. Una publicación¹³ se acompañó de dos estudios posteriores que trataban los mismos temas^{14,15}, por lo que se contó como un solo estudio para el análisis (14 estudios en total). En la tabla 1 se resumen estos estudios.

Del total de estudios, ocho compararon un programa de ejercicio con un grupo control^{8,10,12,13,18,20,22,23}, frente a otros estudios que, además, compararon el ejercicio supervisado en días de no diálisis con el ejercicio durante la HD^{9,19} o incluso añadieron otro grupo de ejercicio domiciliario¹⁷. El uso de una intervención de ejercicio placebo sólo aparece en uno de los estudios¹¹. En el caso de Painter et al.²¹ se añadieron dos grupos con EPO o con EPO y ejercicio. Un estudio reciente¹⁶ comparó el efecto del ejercicio con la toma de nandrolona asociada al ejercicio o sin él. El análisis estadístico entre grupos se realizó en 11 estudios^{8-12,16-19,21,23}, frente al análisis antes y después de la intervención intragrupo, que se realizó en 3 estudios^{13,20,22}.

Sujetos

Tamaño muestral

En los 14 estudios revisados se han incluido a un total de 640 pacientes. El tamaño muestral más pequeño incluyó a 13 pacientes, frente al mayor tamaño muestral que incluyó a 103 pacientes. Sólo un estudio incluyó a más de 100 pacientes²³.

Sexo

En total se incluyeron 244 mujeres y 396 hombres. Todos los artículos revisados señalan el género de los participantes, y en todos los casos participan tanto mujeres como hombres.

Edad

La edad, expresada como media \pm desviación estándar, de los participantes incluidos en los estudios osciló entre 32 ± 12 ²⁰ y $65 \pm 12,9$ años⁸. El paciente más joven tenía 19 años¹³ y el más anciano, 88¹⁶.

Duración de la hemodiálisis

Un criterio de inclusión común a la mayoría de los estudios fue la permanencia en HD al menos 3 meses. Los datos de

nefrología basada en la evidencia

tiempo en HD muestran una media de tiempo máxima de 84 meses (7 años)¹⁹ y mínima de 29,6 meses en tratamiento de HD¹². Sólo en un estudio se expone este dato en forma de rango, aparece como mínimo un tiempo de 3 meses en HD y máximo de 288 meses (24 años)¹⁶. El rango amplio o la desviación estándar elevada de las muestras muestran la gran variabilidad de permanencia en HD de los sujetos incluidos en los programas de ejercicio.

Etiología

Sólo cuatro de los estudios señalan la etiología de la enfermedad renal de los sujetos participantes^{8,13,21,22}. Las principales causas de enfermedad renal son glomerulonefritis, hipertensión, enfermedad poliquística renal y diabetes. Dos de los estudios excluyeron a pacientes con diabetes^{18,19}.

Comorbilidad

Ocho de los estudios ofrecieron información sobre la comorbilidad de las muestras. La media de prevalencia de las enfermedades más comunes en las muestras de estos estudios fueron: 78,8% hipertensión (231 de 293 pacientes), 32,4% patología cardiovascular, 22,9% diabetes y 4,1% enfermedad vascular periférica. Destaca la alta prevalencia de hipertensión en 3 estudios, entre el 87,5 y el 100% de los pacientes la presentaban^{8,16,17}.

Programas de ejercicio

Los resultados de este apartado se resumen en la tabla 2.

Duración

La duración de los programas varió entre 2 meses²² y 4 años¹⁹. El 90% de los estudios aplicaron programas de ejercicio con una duración entre 3 y 6 meses. Sólo 2 estudios realizaron programas de mayor duración, con intervenciones durante 12 meses¹³ y 4 años en el caso del estudio más largo hasta el momento¹⁹.

Modalidad y frecuencia

La mayoría de los estudios han realizado intervenciones de ejercicio aeróbico (8/14, 57%)^{12,13,17-22}. En todos los casos se utilizó la bicicleta estática, excepto en el estudio de Fitts¹², en el que los pacientes andaban. En la mayoría de artículos se combinó la bicicleta con andar, trotar, ejercicios de balón, natación y baloncesto, mientras que en el dos de los estudios el ejercicio se basó exclusivamente en trabajo con bicicleta^{21,22}. Las intervenciones de ejercicio combinado aeróbico y de reforzamiento muscular mediante resistencia progresiva (4/14, 29%) consis-

tieron en añadir al ejercicio aeróbico ejercicios de fortalecimiento de miembros inferiores a baja intensidad^{11,24}, y sólo en un artículo se realizaron ejercicios en los miembros superiores¹². El ejercicio exclusivamente de reforzamiento muscular mediante resistencia progresiva (2/14, 14%) fue el más minoritario, de forma que sólo en 2 estudios se realizó este tipo de ejercicio en miembros inferiores con pacientes en HD^{8,16}, y tan sólo un estudio incluyó también ejercicios en los miembros superiores⁸.

Frecuencia e intensidad

La frecuencia de las sesiones fue de tres veces por semana.

Los estudios que aplicaron programas aeróbicos de forma aislada o combinados utilizaron intensidades moderadas. De este modo, la intensidad del ejercicio varió entre el 50 y el 80% del VO₂ pico calculado en una prueba de esfuerzo^{13,18}. Otros programas pautaron la intensidad en relación con la frecuencia cardiaca pico, que variaba entre el 50 y el 80%^{9-11,17,19-21}. Por último, otros parámetros menos utilizados para regular la intensidad fueron la escala de esfuerzo percibido¹⁹ y la carga máxima de trabajo alcanzada en la prueba de esfuerzo^{22,23}. En los estudios que aplicaron exclusivamente ejercicio de reforzamiento muscular mediante resistencia progresiva, uno de ellos aplicó resistencias altas en series de pocas repeticiones, con un esfuerzo percibido entre 15 y 17 en una escala de 20⁸. El otro estudio aplicó resistencias moderadas en series de entre 10 repeticiones con una carga del 60% del 3RM¹⁶.

Supervisión

Todos los estudios señalan que los programas de ejercicio han sido supervisados por profesionales de la salud cualificados, excepto dos de los artículos en los que no se dan datos sobre si los programas de ejercicio han sido supervisados o no^{20,23}. En los 3 artículos en los que el programa de ejercicio se realizó domiciliariamente^{9,12,17}, aunque no hubo una supervisión directa, se mantuvo contacto regular con los pacientes.

Seguimiento

Cuatro artículos (4/14, 29%) proporcionan información sobre la tasa de seguimiento del programa por parte de los participantes, expresándolo en la mayoría de los casos como un porcentaje de sesiones realizadas respecto a las ofertadas. El rango de seguimiento en estos artículos varía entre el 76%¹¹ y el 91%²³.

Efectos adversos

Sólo cuatro de los artículos mencionan explícitamente que no hubo efectos adversos como consecuencia de la participación en los programas de ejercicio^{8-10,17}.

Medidas de resultado

Se usaron diversas medidas de resultado para evaluar la función física. La capacidad aeróbica se midió de cuatro formas distintas según los estudios. Por un lado, mediante el consumo pico de oxígeno alcanzado en la cicloergospirometría en 9 de los 14 estudios, frente al tiempo de ejercicio total realizado, que se utilizó en 7 estudios, la potencia alcanzada, en 3 estudios, y los METS conseguidos en un estudio. La fuerza muscular se midió en 3 estudios y el área transversal en dos. Las pruebas físicas funcionales se utilizaron en 4 estudios, dos de ellos utilizaron la prueba de 6 minutos marcha, y los otros dos la prueba de sentado a de pie. La calidad de vida relacionada con la salud se midió en 7 estudios, con instrumentos distintos. El SF-36 se utilizó en tres de los estudios, mientras que otros dos utilizaron el Quality of Life Index, otro el Kidney Disease Questionnaire y otro más el Sickness Impact Profile.

Estudios excluidos

Se excluyeron un total de 33 estudios. En la tabla 3 se exponen los motivos por los cuales no se incluyeron. Siete de los estudios encontrados (14%) incluyeron a pacientes con enfermedad renal crónica moderada en estadio de prediálisis²⁵⁻³¹. En referencia al diseño, 16 (33%) de los 49 estudios encontrados eran experimentales sin grupo control y 11 (22%) eran estudios controlados sin distribución aleatoria.

Respecto a los estudios sin grupo control, la intervención consistió en la realización de un programa de ejercicio aeróbico en 10 de ellos (todos excepto uno mediante ejercicios en bicicleta)³²⁻⁴¹, ejercicio de reforzamiento muscular mediante resistencia progresiva más ejercicio aeróbico (programa combinado) en cuatro de ellos, y exclusivamente ejercicio de resistencia en otros dos^{42,43}. En todos los casos se midieron las variables antes y después del programa.

Sólo 5 de los 11 estudios (45%) con grupo control sin distribución aleatoria presentan análisis estadístico entre los grupos⁴⁴⁻⁴⁸, frente al resto que presentan exclusivamente un análisis intragrupo^{6,26,29,31,49}.

CALIDAD METODOLÓGICA

La media de las puntuaciones de calidad de Van Tulder fue de 5,5 (sobre un máximo de 11). El rango de la puntuación de los estudios individuales estaba entre 3 y 10. Se clasificaron 4 estudios de calidad alta, cuatro de calidad moderada y seis de mala calidad. Los resultados de la evaluación metodológica ítem por ítem aparecen en la tabla 4.

Sólo 5 estudios detallan una aleatorización por bloques teniendo en cuenta factores como la edad y el sexo de los

sujetos. En siete de los estudios se señala la ocultación de la asignación del tratamiento. La mayoría de estudios detalla la similitud de los grupos al inicio del estudio en los principales factores pronóstico. Sólo en 2 casos se consigue un ciego del sujeto que realiza la intervención. En el primer caso se trata de una intervención placebo¹¹ y en el segundo se trata de una intervención que combina ejercicio con un fármaco, que en el grupo control es placebo¹⁶. Por este motivo, en este segundo estudio se consigue un ciego del investigador que realiza la intervención, en otro caso en intervenciones que implican la realización de un programa de ejercicio esto no es posible. Sólo 3 estudios señalan que el evaluador es ciego a la hora de medir los resultados de la intervención. Prácticamente todos los estudios consiguen evitar la cointervención. En referencia al seguimiento, en ocasiones por la falta de información al respecto, sólo 6 estudios cumplen el criterio. Prácticamente todos los estudios describen una tasa aceptable de sujetos perdidos y miden a todos los grupos en un momento similar. El criterio del análisis de los datos según intención de tratar sólo lo cumplen cuatro de los estudios.

RESULTADOS

Después de los análisis previos de heterogeneidad y calidad metodológica, se realizaron los metaanálisis con los datos de los efectos del ejercicio sobre la capacidad aeróbica, la capacidad física funcional, la fuerza y la CVRS del ejercicio aeróbico solo, del ejercicio de fuerza solo y del ejercicio combinado aeróbico y de fuerza, siempre comparado con un control sin tratar. Los resultados muestran los datos de los estudios incluidos, el peso de cada uno de ellos, la diferencia de medias estandarizada (DME) con intervalos de confianza y el análisis de heterogeneidad de los estudios.

Metaanálisis de las intervenciones de ejercicio aeróbico comparado con grupo control sin tratamiento

Existen pruebas moderadas de que a corto plazo (8 a 24 semanas) el entrenamiento con ejercicio aeróbico produce (tabla 5):

1. Efectos positivos de gran tamaño sobre el consumo pico de oxígeno en la prueba de esfuerzo: aunque el agrupamiento de los datos de 140 sujetos mostró este efecto, DME 6,55 (intervalo de confianza [IC] 95%, 4,31-8,78), el único estudio de alta calidad²¹ refirió un gran efecto positivo, pero no significativo, al igual que un estudio de calidad baja¹³, mientras que 2 estudios de calidad moderada^{17,18} y un estudio de calidad baja²⁰ sí mostraron efectos positivos grandes significativos.
2. Efectos positivos de gran tamaño sobre el tiempo de ejercicio en la prueba de esfuerzo: DME 4,02 (IC 95%, 1,87-6,16) con 118 sujetos agrupados en 4 estudios, dos de calidad moderada^{17,18} y un estudio de calidad baja¹³. El otro

nefrología basada en la evidencia

estudio de calidad baja²⁰ encontró un efecto positivo grande, pero no significativo.

3. Efectos positivos de gran tamaño, pero no significativos, sobre la potencia alcanzada en la prueba de esfuerzo: DME 21,63 (IC 95%, -1,26 a 44,52) con 47 sujetos agrupados en un estudio de calidad baja²⁰ que encontró un efecto positivo grande significativo y otro estudio de calidad baja²² que encontró un efecto positivo grande no significativo.
4. Efectos positivos de gran tamaño, pero no significativo, sobre la calidad de vida relacionada con la salud medida mediante el cuestionario Quality of Life Index: DME 1,39 (IC 95%, -1,15 a 3,93) con 44 sujetos agrupados en un estudio de calidad moderada¹⁸ y un estudio de calidad baja²².

Metaanálisis de las intervenciones de ejercicio de fuerza comparado con grupo control sin tratamiento

Existen importantes evidencias de que, a corto plazo (12 semanas), el entrenamiento con ejercicio de fuerza produce (tabla 6):

1. Efecto positivo de gran tamaño sobre la calidad de vida relacionada con la salud (medida con el cuestionario SF 36): DME 11,03 (IC 95%, 5,63-16,43) con 89 sujetos en dos estudios de alta calidad en la subescala función física^{8,16} y un estudio de alta calidad con 49 sujetos en la subescala de vitalidad⁸.

Existen pruebas moderadas de que, a corto plazo (12 semanas), el entrenamiento con ejercicio de fuerza produce:

1. Efectos positivos de tamaño medio (no significativo) sobre las pruebas funcionales (prueba de sentado a de pie 5 repeticiones): DME -0,50 (IC 95%, -1,13 a 0,13) con 40 sujetos en un estudio de alta calidad¹⁶.
2. Efecto positivo de gran tamaño (no significativo) sobre la prueba funcional de 6 minutos marcha: DME 13,80 (IC 95%, -5,30 a 32,90) con 49 sujetos en un estudio de alta calidad⁸.
3. Efecto positivo de gran tamaño (no significativo) sobre la fuerza de los miembros inferiores: DME 9,88 (IC 95%, -4,81 a 24,57) con 79 sujetos agrupados en un estudio de alta calidad⁸ que encontró un efecto positivo grande significativo en la fuerza de extensores de rodilla, abductores de cadera y tríceps sural, y en otro estudio de alta calidad¹⁶ que encontró un efecto positivo grande no significativo en la fuerza del cuádriceps.
4. Efecto positivo de gran tamaño (no significativo) sobre el área transversal de fibras musculares del cuádriceps: DME 9,88 (IC 95%, -4,81 a 24,57) con 79 sujetos agrupados en dos estudios de alta calidad^{8,16}.
5. Efecto positivo de tamaño entre pequeño y medio sobre el índice de masa corporal: DME 0,40 (IC 95%, 0,12-0,68) con 49 sujetos en un estudio de alta calidad⁸.

Metaanálisis de las intervenciones de ejercicio combinado aeróbico y de fuerza, comparado con grupo control sin tratamiento

Existen pruebas moderadas de que, a corto plazo (12 a 24 semanas), el entrenamiento con ejercicio combinado aeróbico y de fuerza produce (tabla 7):

1. Efectos positivos de gran tamaño sobre el consumo pico de oxígeno en la prueba de esfuerzo: aunque el agrupamiento de los datos de 206 sujetos mostró este efecto, DME 5,57 (IC 95%, 2,52-8,61), sólo 2 estudios, uno de calidad moderada¹⁰ y otro de calidad baja⁹ encontraron este gran efecto positivo significativo, frente a otros 2 estudios de calidad moderada^{17,23} que también encontraron un efecto positivo grande, pero no significativo.
2. Efectos positivos de gran tamaño sobre el tiempo de ejercicio en la prueba de esfuerzo: DME 4,37 (IC 95%, 2,85-5,88) con 110 sujetos agrupados en 2 estudios de calidad moderada^{10,17} y un estudio de calidad baja⁹.
3. Efectos positivos de gran tamaño sobre las pruebas funcionales: prueba de sentado a de pie 10 repeticiones, significativo en 97 sujetos, DME -11,14 (IC 95%, -17,39 a -4,89) en un estudio de calidad moderada²³; prueba de 6 minutos marcha, no significativo en 28 sujetos, DME 34,00 (IC 95%, -30,58 a 98,58), en un estudio de calidad alta¹¹.

Existen pruebas contradictorias de que el efecto a corto plazo (12 a 24 semanas) del entrenamiento con ejercicio combinado produce sobre la CVRS:

1. Efecto no significativo negativo de gran tamaño: DME -2,97 (IC 95%, -9,70 a 3,76) con 124 sujetos agrupados en un estudio de calidad alta¹¹ y un estudio de calidad media²³.
2. Efecto no significativo positivo de gran tamaño en un estudio de calidad baja con 18 sujetos DME 4,20 (IC 95%, -4,19 a 12,59)¹².

Hay evidencias limitadas de un estudio de calidad alta¹¹ y otro de baja calidad⁹, de que 12 semanas de ejercicio aeróbico y de fuerza combinado en pacientes en HD frente a controles producen:

1. Efecto positivo de tamaño medio (no significativo) sobre la fuerza en miembros inferiores: 28 sujetos, DME 0,52 (IC 95% -0,24 a 1,28)¹¹.
2. Ningún efecto en la potencia alcanzada en la prueba de esfuerzo: 28 sujetos, DME 0,09 (IC 95%, -0,66 a 0,84)¹¹.
3. Efecto positivo grande significativo en los METS alcanzados en la prueba de esfuerzo: 28 sujetos, DME 2,40 (IC 95%, 1,21-3,59)⁹.
4. Efecto positivo grande significativo en la fracción de eyección durante el ejercicio: 28 sujetos, DME 7,80 (IC 95%, 2,46-13,14)⁹.
5. Efecto positivo grande significativo en el índice de gasto cardiaco durante el ejercicio: 28 sujetos, DME 11,60 (IC 95%, 1,39-21,81)⁹.
6. Efecto positivo grande no significativo en la presión arterial sistólica de reposo: 28 sujetos, DME -8,00 (IC 95%, -16,89 a 0,89)⁹.

7. Efecto positivo grande no significativo en la tensión arterial diastólica de reposo: 28 sujetos, DME $-3,00$ (IC 95%, $-7,27$ a $1,27$)⁹.

DISCUSIÓN

Ejercicio aeróbico

Un total de 6 artículos se incluyeron en el metaanálisis, que comparó los protocolos de ejercicio aeróbico con un grupo control sin tratar, uno de ellos de calidad alta²¹, dos de calidad media^{17,18} y tres de calidad baja^{13,20,22}. En primer lugar, respecto a las medidas de resultado primarias, se hallaron pruebas de calidad moderada del efecto positivo de gran tamaño sobre el consumo pico de oxígeno^{13,17,18,20,21} y el tiempo alcanzado en la prueba de esfuerzo^{13,17,18,20}. Por otro lado, se halló evidencia moderada del efecto positivo de tamaño grande del ejercicio aeróbico sobre la calidad de vida relacionada con la salud^{18,22}.

La calidad de la mayoría de los artículos fue baja, lo cual influye a la hora de considerar el beneficio del ejercicio aeróbico. Además, los pacientes incluidos en los estudios de ejercicio aeróbico eran relativamente jóvenes, en ningún caso su edad media superó los 60 años. Aun así, parece claro que este tipo de ejercicio aumenta la capacidad de ejercicio de los pacientes en HD. Este dato es muy importante, ya que esto se traduce en una mayor independencia y funcionalidad en la vida diaria de estos pacientes.

En el futuro, los estudios sobre el efecto del ejercicio aeróbico deberían implementarse en pacientes mayores de 60 años y en los que presentan una baja capacidad funcional. La inclusión de pruebas funcionales para medir el resultado de los programas facilitaría la realización de las mismas por parte de los pacientes y de los investigadores. Por último, es necesario seguir los criterios de calidad planteados en esta revisión o similares para poder aumentar la evidencia sobre el efecto del ejercicio.

Ejercicios de fuerza

Se han acumulado dos estudios de calidad alta para poder llevar a cabo el metaanálisis, que comparaban protocolos de ejercicio de fuerza, con una intensidad de ejercicio entre moderada¹⁶ y alta⁸, con un grupo control sin tratar. En lo referente a las medidas de resultado primarias, se identificaron pruebas de calidad alta de que este entrenamiento posee efectos positivos de gran tamaño grande en la CVRS^{8,16}. Hay evidencia de calidad moderada de que este tipo de entrenamiento produce efectos positivos de tamaño medio sobre las pruebas funcionales, área transversal de la musculatura del muslo^{8,16}, fuerza global de miembros inferiores⁸ y del cuádriceps¹⁶. Respecto a las medidas de resultado secundarias, hay evidencia

moderada del efecto positivo de tamaño entre pequeño y medio sobre el índice de masa corporal⁸.

Estos resultados deben tomarse con cautela debido a que se basan sólo en 2 estudios que, aunque son de calidad alta según la valoración realizada, no llegan a incluir a 50 pacientes en cada caso. La combinación de los resultados en el metaanálisis se vio dificultada por la forma de presentación de resultados (cambio respecto al inicio en un caso y valor final en el otro), lo que pudo afectar a la ausencia de resultados significativos en algunos análisis. Sin embargo, ambos muestran altas tasas de seguimiento, entre el 80 y el 89% de las sesiones ofertadas, y detallan escrupulosamente el protocolo que debe seguirse. Los efectos positivos presentados deben animar a realizar futuras investigaciones sobre ejercicio de fuerza, dada la importante pérdida de masa muscular que ocurre en los pacientes en HD. Este tipo de ejercicio se utiliza en la actualidad en los pacientes cardiopatas de forma segura. La realización de ejercicio de resistencia durante la HD requerirá la creación de material específico confeccionado para adaptarse al sillón de tratamiento.

Futuras investigaciones sobre el efecto del ejercicio de fuerza podrían seguir los protocolos planteados en estos estudios. La presentación de los resultados debería hacerse en forma de valores finales para facilitar el análisis del conjunto de estudios. Finalmente, la unificación y la estandarización de las pruebas funcionales que deben realizar por los pacientes permitirán profundizar en el conocimiento de los beneficios de este tipo de programas.

Ejercicio combinado aeróbico y de fuerza

El metaanálisis que comparó el ejercicio combinado con un grupo control sin tratar incluyó un estudio de calidad alta¹¹, 3 artículos de calidad moderada^{10,17,23} y uno de calidad baja⁹. En referencia a las medidas de resultado primarias, se hallaron pruebas de calidad moderada del efecto positivo de tamaño grande tanto sobre el consumo pico de oxígeno^{9,10,17,23} como sobre el tiempo de ejercicio alcanzado en la prueba de esfuerzo^{9,10,17}. También se hallaron efectos positivos de gran tamaño sobre las pruebas funcionales^{11,23}. En referencia al efecto de este tipo de ejercicio sobre la fuerza en los miembros inferiores, existen evidencias limitadas de un estudio de calidad alta¹¹. Respecto al efecto sobre la CVRS, la evidencia es contradictoria, ya que 2 estudios informan de un efecto negativo no significativo^{11,23}, frente a otro en el que se encuentra un efecto positivo no significativo¹². Por otro lado, la evidencia es limitada sobre el efecto de este ejercicio en las medidas secundarias, como el efecto positivo grande en la fracción de eyección y el índice de gasto cardíaco durante el ejercicio, y en la presión arterial sistólica y diastólica en reposo⁹.

nefrología basada en la evidencia

Existen varios inconvenientes al analizar este grupo de estudios: falta de detalle en el protocolo de ejercicio y diversidad en los instrumentos de medida (calidad de vida y pruebas funcionales). Estas limitaciones remarcan la importancia tanto de detallar todos los aspectos de la intervención como la importancia de consensuar los instrumentos para medir variables en estos pacientes. Aun así, todos los estudios de calidad media coinciden, como ocurría con el ejercicio aeróbico, en la mejora de la capacidad de ejercicio de los pacientes.

Se considera que esta revisión es un reflejo de la literatura en el ámbito del ejercicio en pacientes en HD, con un volumen de estudios relativamente elevado, pero que se reduce de forma drástica cuando se considera la calidad metodológica de los mismos. Dado que sólo 4 estudios se consideraron de calidad alta, los resultados de esta revisión deben considerarse con cautela.

Limitaciones y sesgos potenciales en el proceso de revisión

La principal limitación es la ausencia de más de un evaluador a la hora de incluir y detallar los estudios referidos en esta revisión. Además, no se contactó con los autores de los estudios, por lo que no se amplió más allá de la información contenida en las publicaciones.

Existen limitaciones en los propios estudios incluidos, por diversidad de instrumentos utilizados para medir una misma variable, escasez de detalle en el protocolo de ejercicio, variabilidad de la duración de la intervención, forma de presentación de resultados (cambio o valor final), muestras excesivamente pequeñas y falta de documentación en el cumplimiento del programa y efectos adversos del mismo.

Cabe señalar que en esta revisión se han detallado de forma exhaustiva las intervenciones, la población estudiada, el rigor metodológico y la identificación del nivel de evidencia.

Los resultados de esta revisión están en la línea de los obtenidos en una revisión previa que no incluyó metaanálisis⁵⁰.

CONCLUSIÓN

El ejercicio aeróbico, aislado o combinado con ejercicio de fuerza, mejora la capacidad de ejercicio. El ejercicio de fuerza mejora la capacidad funcional del sujeto, la fuerza de los miembros inferiores y la calidad de vida.

Se recomienda que el ejercicio durante la HD se realice en las primeras 2 horas de tratamiento.

Aunque la percepción general es que el ejercicio en pacientes en HD es seguro, se recomienda que futuros estudios señalen de forma detallada cuáles han sido los efectos adversos de la intervención. La definición previa de dichos efectos tanto a investigadores como a participantes sería de gran ayuda.

El ejercicio puede adaptarse a cualquier paciente (ancianos, diabéticos, pacientes con largo tiempo en HD), y en todos los casos se pueden obtener beneficios. Dado que la edad de los pacientes en HD va en aumento, en el futuro nuevos estudios deberían seguir en la línea de los estudios de la última década, que incluyeron a pacientes mayores de 65 años. La inclusión de sujetos con diabetes es importante porque esta enfermedad es causa o está presente en un alto porcentaje de este tipo de pacientes.

La utilización de pruebas funcionales (prueba de marcha, prueba de sentado a de pie) es útil en este tipo de pacientes por su facilidad de aplicación y porque se adaptan a pacientes con baja capacidad que quizás no sean capaces de realizar pruebas en laboratorio (ergometría). La generalización del uso de estas pruebas así como la unificación de las mismas es recomendable para favorecer la comparación entre estudios. La realización de una valoración previa del sujeto y la supervisión del programa por parte de un profesional capacitado son los requisitos mínimos para implantar este tipo de programas en las unidades de HD. Futuros estudios deberán responder a la pregunta de qué tipo de ejercicio, aeróbico, resistido o combinado, es el más beneficioso para los pacientes en HD.

Agradecimientos

Deseamos expresar nuestro agradecimiento, en primer lugar, a aquellos pacientes en HD que han participado de alguna manera en los estudios realizados en el ámbito de la rehabilitación renal, en especial a José Segura Sales. Ellos han sido, son y serán el motivo de muchos esfuerzos, y sin su voluntad diaria en afrontar su enfermedad nada de esto hubiese sido posible. Gracias también a la orientación y la ayuda en la recopilación de la literatura, muy especialmente, a la Dra. María Petraki, y también a la Dra. Evangelia Kouidi; la orientación y el apoyo del Dr. Juan Francisco Lisón, y a numerosos profesionales involucrados en la rehabilitación renal que nos han apoyado de algún modo, como Naomi Clyne, Eva María Wiberg, Tom Mercer, Asterios Deligiannis, Kirsten Johansen, Anna Martí i Monrós y Manuel Angoso.

Financiación

Este trabajo se ha realizado gracias al apoyo de los Proyectos de Investigación de la Universidad CEU Cardenal Herrera (PRUCH 06/08).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Informe del grupo de trabajo sobre gasto sanitario 2007 [homepage on the Internet], 2007. Disponible en: <http://www.msc.es/estadEstudios/estadisticas/sisInfSanSNS/pdf/grupodeTrabajoSanitario2007.pdf>.
2. Número de pacientes en diálisis y tasas por 100.000 habitantes por comunidad autónoma [homepage on the Internet], 2000. Disponible en: <http://www.msc.es/estadEstudios/estadisticas/inforRecopilaciones/generales.htm>.
3. Indicadores clave del sistema nacional de salud [homepage on the Internet], 2007. Disponible en: http://www.msc.es/estadEstudios/estadisticas/sisInfSanSNS/pdf/nivelNacINCLASNS_Diciembre2007.pdf.
4. Registre de malalts renales de Catalunya. Informe estadístic 2004 [homepage on the Internet]. Barcelona: Servei Català de la Salut, 2006. Disponible en: http://www10.gencat.net/catsalut/ocatt/es/htm/est_pub_trans_renal.htm.
5. Blake C, Codd MB, Cassidy A, O'Meara YM. Physical function, employment and quality of life in end-stage renal disease. *J Nephrol* 2000;13(2):142-9.
6. Segura-Ortí E, Rodilla-Alama V, Lisón JF. Physiotherapy during hemodialysis: Results of a progressive resistance-training programa. *Nefrologia* 2008;28(1):67-72.
7. Van Tulder M, Furlan A, Bombardier C, Bouter L, Editorial Board of the Cochrane Collaboration Back Review Group. Updated method guidelines for systematic reviews in the Cochrane collaboration back review group. *Spine* 2003;28(12):1290-9.
8. Cheema B, Abas H, Smith B, O'Sullivan A, Chan M, Patwardhan A, et al. Progressive exercise for anabolism in kidney disease (PEAK): A randomized, controlled trial of resistance training during hemodialysis. *J Am Soc Nephrol* 2007;18(5):1594-601.
9. Deligiannis A, Kouidi E, Tassoulas E, Gigis P, Tourkantonis A, Coats A. Cardiac effects of exercise rehabilitation in hemodialysis patients. *Int J Cardiol* 1999;70(3):253-66.
10. Deligiannis A, Kouidi E, Tourkantonis A. Effects of physical training on heart rate variability in patients on hemodialysis. *Am J Cardiol* 1999;84(2):197-202.
11. DePaul V, Moreland J, Eager T, Clase CM. The effectiveness of aerobic and muscle strength training in patients receiving hemodialysis and EPO: A randomized controlled trial. *Am J Kidney Dis* 2002;40(6):1219-29.
12. Fitts SS, Guthrie MR, Blagg CR. Exercise coaching and rehabilitation counseling improve quality of life for predialysis and dialysis patients. *Nephron* 1999;82(2):115-21.
13. Goldberg AP, Geltman EM, Hagberg JM, Gavin JR 3rd, Delmez JA, Carney RM, et al. Therapeutic benefits of exercise training for hemodialysis patients. *Kidney Int Suppl* 1983;16:S303-9.
14. Goldberg AP, Geltman EM, Gavin JR 3rd, Carney RM, Hagberg JM, Delmez JA, et al. Exercise training reduces coronary risk and effectively rehabilitates hemodialysis patients. *Nephron* 1986;42(4):311-6.
15. Harter HR, Goldberg AP. Endurance exercise training. An effective therapeutic modality for hemodialysis patients. *Med Clin North Am* 1985;69(1):159-75.
16. Johansen KL, Painter PL, Sakkas GK, Gordon P, Doyle J, Shubert T. Effects of resistance exercise training and nandrolone decanoate on body composition and muscle function among patients who receive hemodialysis: A randomized, controlled trial. *J Am Soc Nephrol* 2006;17(8):2307-14.
17. Konstantinidou E, Koukouvou G, Kouidi E, Deligiannis A, Tourkantonis A. Exercise training in patients with end-stage renal disease on hemodialysis: Comparison of three rehabilitation programs. *J Rehabil Med* 2002;34(1):40-5.
18. Kouidi E, Iacovides A, Iordanidis P, Vassiliou S, Deligiannis A, Ierodiakonou C, et al. Exercise renal rehabilitation program: Psychosocial effects. *Nephron* 1997;77(2):152-8.
19. Kouidi E, Grekas D, Deligiannis A, Tourkantonis A. Outcomes of long-term exercise training in dialysis patients: Comparison of two training programs. *Clin Nephrol* 2004;61(Suppl 1):S31-8.
20. Moros García MT, Ros Mar R, Coarasa Lirón de Robles A, Comín Comín M, Nerín Ballarriga S. Ejercicio físico en el paciente en hemodiálisis. *Archivos de Medicina del Deporte* 2000;17(77):235-44.
21. Painter P, Moore G, Carlson L, Paul S, Myll J, Phillips W, et al. Effects of exercise training plus normalization of hematocrit on exercise capacity and health-related quality of life. *Am J Kidney Dis* 2002;39(2):257-65.
22. Parsons TL, Toffelmire EB, King-VanVlack CE. The effect of an exercise program during hemodialysis on dialysis efficacy, blood pressure and quality of life in end-stage renal disease (ESRD) patients. *Clin Nephrol* 2004;61(4):261-74.
23. Van Vilsteren MC, De Greef MH, Huisman RM. The effects of a low-to-moderate intensity pre-conditioning exercise programme linked with exercise counselling for sedentary haemodialysis patients in the Netherlands: Results of a randomized clinical trial. *Nephrol Dial Transplant* 2005;20(1):141-6.
24. Oh-Park M, Fast A, Gopal S, Lynn R, Frei G, Drenth R, et al. Exercise for the dialyzed: Aerobic and strength training during hemodialysis. *Am J Phys Med Rehabil* 2002;81(11):814-21.
25. Eidemak I, Haaber AB, Feldt-Rasmussen B, Kanstrup IL, Strandgaard S. Exercise training and the progression of chronic renal failure. *Nephron* 1997;75(1):36-40.
26. Pechter U, Ots M, Mesikepp S, Zilmer K, Kullisaar T, Vihalemm T, et al. Beneficial effects of water-based exercise in patients with chronic kidney disease. *Int J Rehabil Res* 2003;26(2):153-6.
27. Castaneda C, Gordon PL, Parker RC, Uhlin KL, Roubenoff R, Levey AS. Resistance training to reduce the malnutrition-inflammation complex syndrome of chronic kidney disease. *Am J Kidney Dis* 2004;43(4):607-16.
28. Castaneda C, Gordon PL, Uhlin KL, Levey AS, Kehayias JJ, Dwyer JT, et al. Resistance training to counteract the catabolism of a low-protein diet in patients with chronic renal insufficiency. A randomized, controlled trial. *Ann Intern Med* 2001;135(11):965-76.
29. Heiwe S, Clyne N, Tollback A, Borg K. Effects of regular resistance training on muscle histopathology and morphometry in elderly patients with chronic kidney disease. *Am J Phys Med Rehabil* 2005;84(11):865-74.
30. Heiwe S, Tollback A, Clyne N. Twelve weeks of exercise training increases muscle function and walking capacity in elderly predialysis patients and healthy subjects. *Nephron* 2001;88(1):48-56.

nefrología basada en la evidencia

31. Clyne N, Ekholm J, Jogestrand T, Lins LE, Pehrsson SK. Effects of exercise training in predialytic uremic patients. *Nephron* 1991;59(1):84-9.
32. Goldberg AP, Hagberg JM, Delmez JA, Haynes ME, Harter HR. Metabolic effects of exercise training in hemodialysis patients. *Kidney Int* 1980;18(6):754-61.
33. Koufaki P, Nash PF, Mercer TH. Assessing the efficacy of exercise training in patients with chronic disease. *Med Sci Sports Exerc* 2002;34(8):1234-41.
34. Levendoglu F, Altintepe L, Okudan N, Ugurlu H, Gokbel H, Tonbul Z, et al. A twelve week exercise program improves the psychological status, quality of life and work capacity in hemodialysis patients. *J Nephrol* 2004;17(6):826-32.
35. Macdonald JH, Marcora SM, Jibani M, Phanish MK, Holly J, Lemmey AB. Intradialytic exercise as anabolic therapy in haemodialysis patients—a pilot study. *Clin Physiol Funct Imaging* 2005;25(2):113-8.
36. Moore GE, Parsons DB, Stray-Gundersen J, Painter PL, Brinker KR, Mitchell JH. Uremic myopathy limits aerobic capacity in hemodialysis patients. *Am J Kidney Dis* 1993;22(2):277-87.
37. Mustata S, Chan C, Lai V, Miller JA. Impact of an exercise program on arterial stiffness and insulin resistance in hemodialysis patients. *J Am Soc Nephrol* 2004;15(10):2713-8.
38. Sakkas GK, Sargeant AJ, Mercer TH, Ball D, Koufaki P, Karatzafiri C, et al. Changes in muscle morphology in dialysis patients after 6 months of aerobic exercise training. *Nephrol Dial Transplant* 2003;18(9):1854-61.
39. Shalom R, Blumenthal JA, Williams RS, McMurray RG, Dennis VW. Feasibility and benefits of exercise training in patients on maintenance dialysis. *Kidney Int* 1984;25(6):958-63.
40. Suh MR, Jung HH, Kim SB, Park JS, Yang WS. Effects of regular exercise on anxiety, depression, and quality of life in maintenance hemodialysis patients. *Ren Fail* 2002;24(3):337-45.
41. Violan MA, Pomés T, Maldonado S, Roura G, De la Fuente I, Verdagué T, et al. Exercise capacity in hemodialysis and renal transplant patients. *Transplant Proc* 2002;34(1):417-8.
42. Nindl BC, Headley SA, Tuckow AP, Pandorf CE, Diamandi A, Khosravi MJ, et al. IGF-I system responses during 12 weeks of resistance training in end-stage renal disease patients. *Growth Horm IGF Res* 2004;14(3):245-50.
43. Headley S, Germain M, Mailloux P, Mulhern J, Ashworth B, Burris J, et al. Resistance training improves strength and functional measures in patients with end-stage renal disease. *Am J Kidney Dis* 2002;40(2):355-64.
44. Miller BW, Cress CL, Johnson ME, Nichols DH, Schnitzler MA. Exercise during hemodialysis decreases the use of antihypertensive medications. *Am J Kidney Dis* 2002;39(4):828-33.
45. Storer TW, Casaburi R, Sawelson S, Kopple JD. Endurance exercise training during haemodialysis improves strength, power, fatigability and physical performance in maintenance haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant* 2005;20(7):1429-37.
46. Mercer TH, Crawford C, Gleeson NP, Naish PF. Low-volume exercise rehabilitation improves functional capacity and self-reported functional status of dialysis patients. *Am J Phys Med Rehabil* 2002;81(3):162-7.
47. Painter P, Carlson L, Carey S, Paul SM, Myll J. Physical functioning and health-related quality-of-life changes with exercise training in hemodialysis patients. *Am J Kidney Dis* 2000;35(3):482-92.
48. Painter P, Carlson L, Carey S, Paul SM, Myll J. Low-functioning hemodialysis patients improve with exercise training. *Am J Kidney Dis* 2000;36(3):600-8.
49. Painter PL, Nelson-Worel JN, Hill MM, Thornberry DR, Shelp WR, Harrington AR, et al. Effects of exercise training during hemodialysis. *Nephron* 1986;43(2):87-92.
50. Cheema B, Singh M. Exercise training in patients receiving maintenance hemodialysis: A systematic review of clinical trials. *Am J Nephrol* 2005;25(4):352-64.

nefrología basada en la evidencia

Tabla 1. Características de los estudios incluidos

Estudio y país de origen	Cheema et al. (2007)⁸ Australia
Metodología	2 grupos. DURACIÓN: 12 semanas
Participantes	MUJERES:HOMBRES = 15:34, EDAD: 60 ± 15,3 a 65 ± 12,9 años
	INCLUSIÓN: Mayores de 18 años, en hemodiálisis más de 3 meses, marcha independiente con o sin asistencia ≥50 metros, diálisis adecuada (Kt/V ≥1,2) y estables durante la hemodiálisis, estado cognitivo que permitiera seguir órdenes y dar consentimiento informado y aceptación de ser distribuido aleatoriamente en uno de los grupos de estudio
	EXCLUSIÓN: Problemas médicos agudos o crónicos que interfirieran con ejercicio resistido o toma de datos
Intervenciones	Ejercicio de fuerza durante la hemodiálisis (N = 24), control con tratamiento habitual y sin indicación de hacer ejercicio (N = 25)
Resultados	Corte transversal muscular, fuerza total, índice de masa corporal, calidad de vida: función física y vitalidad (SF36) y 6 minutos de marcha
Notas	Asignación de grupo no conocida en el momento de la inclusión
Estudio y país de origen	Deligiannis et al. (1999)¹⁰ Grecia
Metodología	2 grupos. DURACIÓN: 24 semanas
Participantes	MUJERES:HOMBRES = 28:32, EDAD: 48 ± 11 años
	INCLUSIÓN: Pacientes en hemodiálisis
	EXCLUSIÓN: Infarto de miocardio en los 6 meses previos, síntomas de angina o fallo cardiaco (clase de la NYHA ≥II), hipertensión severa, diabetes mellitus u otra enfermedad que influyera en el sistema nervioso autónomo, ritmo sinusal en ECG de reposo, no medicación que pudiera interferir en regulación del sistema autónomo (beta bloqueantes)
Intervenciones	Ejercicio aeróbico y de fuerza en días de no diálisis (N = 30), control, pacientes que permanecieron sedentarios (N = 30)
Resultados	Consumo pico de oxígeno, duración de la prueba de esfuerzo, índice de variabilidad cardiaca, desviación estándar del intervalo R-R, duración del intervalo R-R N en pacientes con índice HRV <25, número de pacientes con arritmias (>II según Lown)
Notas	No comunica información en referencia a si la asignación de grupo no era conocida en el momento de la inclusión
Estudio y país de origen	Deligiannis et al. (1999)⁹ Grecia
Metodología	3 grupos. DURACIÓN: 24 semanas
Participantes	MUJERES:HOMBRES = 15:23, EDAD: 46,4 ± 13,9 a 51,4 ± 12,5 años
	INCLUSIÓN: Pacientes en hemodiálisis, con tres sesiones semanales de 4 horas
	EXCLUSIÓN: Hipertensión inestable, fallo cardiaco congestivo (clase de la NYHA ≥II), arritmias (III según Lown), infarto de miocardio reciente, angina inestable, diabetes mellitus, enfermedad hepática activa, anemia importante o enfermedad vascular periférica
Intervenciones	Ejercicio aeróbico y de fuerza en días de no diálisis (N = 16), ejercicio domiciliario (N = 15), control con estilo de vida habitual (N = 12)
Resultados	Índice de masa del ventrículo izquierdo, fracción de eyección, Stroke volume index, índice de gasto cardiaco
Notas	No ofrece información en referencia a si la asignación de grupo no era conocida en el momento de la inclusión
Estudio y país de origen	DePaul et al. (2002)¹¹ Canadá
Metodología	2 grupos. DURACIÓN: 12 semanas
Participantes	MUJERES:HOMBRES = 14:23, EDAD: 55 ± 16 años
	INCLUSIÓN: En hemodiálisis más de 3 meses, tratamiento con eritropoyetina para la anemia, nivel de hemoglobina superior a 9 g/dl, capaces de mantener equilibrio sentado y de pie sin ayuda y marcha independiente sin asistencia

Continúa en página siguiente >>

>> Continuación

Tabla 1. Características de los estudios incluidos

	EXCLUSIÓN: Enfermedad cardíaca isquémica, infarto de miocardio en los 6 meses previos, hipertensión no controlada, estenosis aórtica, problema musculoesquelético activo en miembros inferiores o historia de fractura vertebral debida a osteoporosis, participación en deportes de equipo o programas de ejercicio estructurados
Intervenciones	Ejercicio aeróbico y de fuerza en días de no diálisis (N = 16), ejercicio aeróbico domiciliario (N = 10), control 30 min de ejercicio no progresivo, no resistido de baja intensidad para recorrido articular en miembros inferiores durante hemodiálisis (N = 12)
Resultados	Carga en la prueba de esfuerzo, fuerza isquiotibiales y cuádriceps, pruebas de función física (6 minutos marcha, sin animar), síntomas (Kidney Disease Questionnaire, síntomas), calidad de vida relacionada con la salud (SF-36)
Notas	Asignación de grupo no conocida en el momento de la inclusión
Estudio y país de origen	Fitts et al. (1999)¹² EE. UU.
Metodología	4 grupos. DURACIÓN: 24 semanas. Primera fase asesoramiento 1 h/semana 1-12 semanas, segunda fase asesoramiento 1 h/mes 13-24 semanas
Participantes	MUJERES:HOMBRES = 16:20, EDAD: 44,7 ± 9,4 a 48,7 ± 14,6 años INCLUSIÓN: Pacientes con máximo potencial de mejora (con actividad laboral actual o en el año anterior) EXCLUSIÓN: Enfermedades serias (diabetes)
Intervenciones	Ejercicio combinado aeróbico y de fuerza domiciliario (N = 9), control (N = 9)
Resultados	Calidad de vida (Sickness Impact Profile-SIP y Campbell's Index), incapacidad (SIP, Karnofsky index of disability y lista de síntomas) y función física (6 minutos marcha)
Notas	No comunica información en referencia a si la asignación de grupo no era conocida en el momento de la inclusión
Estudio y país de origen	Goldberg et al. (1983)¹³, Goldberg et al. (1986)¹⁴, Harter et al. (1985)¹⁵ EE. UU.
Metodología	2 grupos. DURACIÓN: 48 semanas
Participantes	MUJERES:HOMBRES = 10:15, EDAD: 36 ± 3 a 40 ± 4 años INCLUSIÓN: Medicación estable, sin problemas médicos que contraindicaran la participación EXCLUSIÓN: Hipertensión incontrolada, angina inestable, arritmias, afectación valvular cardíaca con alteración hemodinámica significativa, insuficiencia cardíaca congestiva, diabetes mellitus insulino-dependiente, hipotiroidismo, hiperpotasemia persistente, aterosclerosis cerebral o periférica, problema óseo con riesgo de fractura, limitación musculoesquelética
Intervenciones	Ejercicio aeróbico en días de no diálisis (N = 14). Control (N = 11)
Resultados	VO _{2 pico} , duración prueba de esfuerzo, triglicéridos, VLDL-triglicéridos, VLDL-colesterol, HDL, ratio desaparición glucosa, afinidad insulina, niveles basales insulina, hematocrito, masa glóbulos rojos, hemoglobina, supervivencia glóbulos rojos, Beck Depression Inventory (depresión)
Notas	No comunica información en referencia a si la asignación de grupo no era conocida en el momento de la inclusión
Estudio y país de origen	Johansen et al. (2006)¹⁶ EE. UU.
Metodología	4 grupos. DURACIÓN: 12 semanas
Participantes	MUJERES:HOMBRES = 30:49, EDAD: 54,4 ± 13,6 a 56,8 ± 13,8 años INCLUSIÓN: Diálisis adecuada (Kt/V ≥1,2) y seguimiento del tratamiento de hemodiálisis (no perder más de dos sesiones en el mes previo al estudio) EXCLUSIÓN: Menos de 3 meses de hemodiálisis, estado catabólico (infección oportunista con VIH en los últimos 3 meses, cáncer o infección que requiriera antibióticos intravenosos en los 2 meses previos al estudio), no capaces de dar consentimiento informado, drogadicción intravenosa, injerto de diálisis en el muslo, o contraindicación de ejercicio resistido por infarto de miocardio en los 6 meses previos, angina activa, insuficiencia cardíaca congestiva, no compensada o limitación musculoesquelética

Continúa en página siguiente >>

nefrología basada en la evidencia

>> Continuación

Tabla 1. Características de los estudios incluidos

Intervenciones	Ejercicio resistido durante la hemodiálisis (N = 20), ejercicio resistido durante la hemodiálisis y nandrolona (N = 20), nandrolona (N = 19), placebo (N = 20)
Resultados	Masa magra corporal, sección transversal de cuádriceps, fuerza, actividad física (acelerometría), pruebas funcionales (Sit To Stand to Sit 5 repeticiones), CVRS (SF 36, función física)
Notas	Asignación de grupo no conocida en el momento de la inclusión
Estudio y país de origen	Konstantinidou et al. (2002)¹⁷ Grecia
Metodología	4 grupos. DURACIÓN: 24 semanas
Participantes	MUJERES:HOMBRES = 17:31, EDAD: 46,4 ± 13,2 a 51,4 ± 12,5 años INCLUSIÓN: Paciente en hemodiálisis al menos 6 meses EXCLUSIÓN: Hipertensión inestable, insuficiencia cardiaca congestiva (clase de la NYHA ≥II), arritmias (III según Lown), infarto de miocardio reciente, angina inestable, diabetes mellitus, enfermedad hepática activa, alteración del hueso con riesgo de fractura, problemas ortopédicos, enfermedad vascular periférica o paciente indisciplinado
Intervenciones	Ejercicio aeróbico en días de no diálisis (N = 16). Ejercicio principalmente aeróbico durante la hemodiálisis (N = 10). Ejercicio aeróbico domiciliario (N = 10). Control (N = 12)
Resultados	VO _{2pico} , duración prueba de esfuerzo, intercambio ventilatorio, umbral ventilatorio
Notas	No comunica información en referencia a si la asignación de grupo no era conocida en el momento de la inclusión
Estudio y país de origen	Kouidi et al. (1997)¹⁸ Grecia
Metodología	2 grupos. DURACIÓN: 24 semanas
Participantes	MUJERES:HOMBRES = 17:19, EDAD: 49,6 ± 12,1 a 52,8 ± 10,2 años INCLUSIÓN: Pacientes en hemodiálisis al menos 6 meses EXCLUSIÓN: Enfermedad cardiovascular sintomática, diabetes mellitus, limitación musculoesquelética, condición que contraindicara el ejercicio
Intervenciones	Ejercicio principalmente aeróbico en días de no diálisis (N = 20), control (N = 11)
Resultados	VO _{2pico} , duración prueba de esfuerzo, calidad de vida: actividad, vida diaria, salud, apoyo y aspecto (QLI), Beck Depression Inventory (depresión)
Notas	Asignación de grupo no conocida en el momento de la inclusión
Estudio y país de origen	Kouidi et al. (2004)¹⁹ Grecia
Metodología	2 grupos. DURACIÓN: 4 años
Participantes	MUJERES:HOMBRES = 13:21, EDAD: 52,9 ± 11,3 a 53,5 ± 10,8 años INCLUSIÓN: Pacientes en hemodiálisis al menos 6 meses EXCLUSIÓN: Hipertensión inestable, insuficiencia cardiaca congestiva (clase de la NYHA ≥II), arritmias, infarto de miocardio reciente, angina inestable, diabetes mellitus y enfermedad hepática activa
Intervenciones	Ejercicio aeróbico en días de no diálisis (N = 16), rjercicio principalmente aeróbico durante la hemodiálisis (N = 18)
Resultados	VO _{2pico} , duración prueba de esfuerzo, ventilación pico, umbral ventilatorio, frecuencia cardiaca máxima
Notas	Asignación de grupo no conocida en el momento de la inclusión
Estudio y país de origen	Moros García et al. (2000)²⁰ España
Metodología	2 grupos. DURACIÓN: 18 semanas
Participantes	MUJERES:HOMBRES = 7:27, EDAD: 32 ± 12 a 40 ± 16 años No hay detalle sobre criterios de inclusión y exclusión
Intervenciones	Ejercicio aeróbico en días de no diálisis (N = 23), control (N = 11)

Continúa en página siguiente >>

>> Continuación

Tabla 1. Características de los estudios incluidos

Resultados	Presión arterial sistólica y diastólica, $VO_{2\text{pico}}$, VCO_2 , duración y carga de la prueba de esfuerzo, FC_{pico} , presión arterial sistólica y diastólica pico
Notas	No comunica información en referencia a si la asignación de grupo no era conocida en el momento de la inclusión
Estudio y país de origen	Painter et al. (2002)²¹ EE. UU.
Metodología	4 grupos. DURACIÓN: 20 semanas
Participantes	MUJERES:HOMBRES = 21:27, EDAD: 43,3 a 50,1 años INCLUSIÓN: Pacientes en hemodiálisis como mínimo 3 meses, hematocrito medio $30 \pm 3\%$ 4 semanas antes del inicio del estudio EXCLUSIÓN: Problemas musculoesqueléticos que dificultaran las pruebas o la realización del ejercicio, enfermedad isquémica cardiaca
Intervenciones	Ejercicio aeróbico durante la hemodiálisis y hematocrito al 40-42% (N = 12), ejercicio aeróbico durante la hemodiálisis y hematocrito normal 30-33% (N = 10), hematocrito al 40-42% (N = 12) y hematocrito normal 30-33% (N = 14)
Resultados	$VO_{2\text{pico}}$
Notas	No comunica información en referencia a si la asignación de grupo no era conocida en el momento de la inclusión
Estudio y país de origen	Parsons et al. (2004)²² Canadá
Metodología	2 grupos. DURACIÓN: 8 semanas
Participantes	MUJERES:HOMBRES = 6:7, EDAD: 49 a 60 años INCLUSIÓN: Pacientes en hemodiálisis EXCLUSIÓN: Problemas cardiovasculares, neurológicos u ortopédicos que pudiesen empeorar con el ejercicio
Intervenciones	Ejercicio aeróbico durante la hemodiálisis y EPO (N = 6) y control con nivel habitual de actividad y diario de ejercicio (N = 7)
Resultados	Carga en la prueba de esfuerzo, calidad de vida (SF36), Blood urea clearance, Dialysate urea clearance
Notas	No comunica información en referencia a si la asignación de grupo no era conocida en el momento de la inclusión
Estudio y país de origen	Van Vilsteren et al. (2005)²³ EE. UU.
Metodología	2 grupos. DURACIÓN: 12 semanas
Participantes	MUJERES:HOMBRES = 35:68, EDAD: 52 ± 15 a 58 ± 16 años INCLUSIÓN: Pacientes en hemodiálisis sedentarios, de acuerdo con el modelo transteorético EXCLUSIÓN: Enfermedad cardiaca severa, uso de beta-bloqueantes, angina inestable y problemas traumatológicos
Intervenciones	Ejercicio aeróbico y de fuerza durante la hemodiálisis (N = 53) y control (N = 43)
Resultados	Consumo pico de oxígeno, pruebas funcionales (Sit to stand to sit test 10 repeticiones), tiempo de reacción, CVRS (SF-36, función física, vitalidad, salud general), depresión, Kt/V, cambio de comportamiento
Notas	No ofrece información en referencia a si la asignación de grupo no era conocida en el momento de la inclusión

nefrología basada en la evidencia

Tabla 2. Descripción detallada del protocolo de ejercicio

Estudio	Grupo	Aeróbico	Fuerza	Flexibilidad	Otros
Cheema et al. (2007) ⁸	Duración: 12 semanas. Ejercicio durante la diálisis		3 días/semana 10 ejercicios (flexiones, ABD y RE, ext. tríceps, flex. bíceps; ext./flex. rodilla, flex. y abd. cadera, SLR) 2 series x 8 repeticiones EEP 15-17		
Deligiannis et al. (1999) ⁹	Duración: 24 semanas. Ejercicio en días de no diálisis	3-4 días/semana 10 minutos calentamiento (bicicleta o caminar) 50 minutos calisténicos, escaleras, natación y juegos de balón 60-70% FC máxima 10 minutos de enfriamiento (bicicleta o caminar)	20 minutos de fuerza a baja resistencia y →	Estiramiento	
Deligiannis et al. (1999) ⁹	Duración: 24 semanas. Ejercicio en días de no diálisis	3 días/semana 90 min total, 10 min bicicleta o marcha calentamiento, 50 min ejercicio intermitente (calisténicos, saltos), 10 min enfriamiento 60-70% FC _{máx.}	10 minutos fuerza a baja resistencia tras 2 meses de programa	Sí	
	Duración: 24 semanas. Ejercicio domiciliario	30 min/día Más de 5 días/semana Bicicleta 30 min a 50-60% FC _{máx.} . Control mensual		Sí	
DePaul et al. (2002) ¹¹	Duración: 12 semanas. Ejercicio durante la diálisis	3 días/semana, bicicleta 20 min 2 min calentamiento EEP 13 <80% FC _{pico}	Antes o después de hemodiálisis, ejercicio de cuádriceps, isquiotibiales 50% 5RM 1 serie x 10 repeticiones a 125% 5RM 3 series x 10 repeticiones		
Fitts et al. (1999) ¹²	Duración: 24 semanas. Ejercicio domiciliario o supervisado	Recomendación de marcha independiente	Objetivo 30 min, 5 días x semana 14 ejercicios fuerza baja I y estiramiento para miembros inferiores y superiores	Sí	Asesoramiento para motivar. Diario de ejercicio
Goldberg et al. (1983) ¹³ , Goldberg et al. (1986) ¹⁴ , Harter et al. (1985) ¹⁵	Duración: 48 semanas. Ejercicio en días de no diálisis	45-60 min/día 3 días/semana Marcha, bicicleta Intensidad 50-80% VO _{2pico}		10 min	
Johansen et al. (2006) ¹⁶	Duración: 12 semanas. Ejercicio durante la diálisis		3 días/semana Extensión rodilla Cadera fles. y ABD Tobillo dorsiflexión y flexión plantar Pesas en tobillo 3 series x 10 repeticiones 60% 3RM		Nandrolona decanoate semanal (100 mg en mujeres; 200 mg en hombres) o inyección de placebo intramuscular
Konstantinidou et al. (2002) ¹⁷	Duración: 24 semanas. Ejercicio en días de no diálisis	60 min 3 días/ semana. 10 min calentamiento, 30 min ejercicio aeróbico intermitente, 10 min 60-70% FC _{máx.} 1 día/semana natación, baloncesto, fútbol	10 minutos con carga baja	10 minutos	
	Ejercicio durante la diálisis	30 min 3 días/semana Bicicleta 70% FC _{máx.}	20 minutos Fuerza baja I miembros inferiores con banda elástica y pesas	10 minutos	
	Ejercicio domiciliario	30 min 5 días/semana, bicicleta 50-60% FC _{máx.}			

Continúa en página siguiente >>

>> Continuación

Tabla 2. Descripción detallada del protocolo de ejercicio

Estudio	Grupo	Aeróbico	Fuerza	Flexibilidad	Otros
Kouidi et al. (1997) ¹⁸	Duración 24 semanas. Ejercicio en días de no diálisis	90 minutos 3-4 días/semana, bicicleta, marcha/trote, natación, juegos de balón 50-60% VO_{2pico}			
Kouidi et al. (2004) ¹⁹	Duración 4 años. Ejercicio en días de no diálisis	60 minutos 3 días/semana 10 min calentamiento, 30 min ejercicio aeróbico intermitente, 10 min enfriamiento 60-80% $FC_{máx.}$ 1 día/semana Nadar, baloncesto, fútbol	10 minutos con carga baja	10 min	
	Ejercicio durante la diálisis	60-90 minutos 3 días/semana, bicicleta EEP 13	Fuerza baja I miembros inferiores con pesas y banda elástica EEP 13		Ejercicio de coordinación
Moros García et al. (2000) ²⁰	Duración 18 semanas. Ejercicio en días de no diálisis	30 minutos 3 días/semana, bicicleta, intensidad 50-70% FC_{pico}		5-10 minutos calentamiento	15 min de ejercicios circulatorios, abdominales y juegos
Painter et al. (2002) ²¹	Duración 20 semanas. Ejercicio durante la diálisis	30 minutos 3 días/semana, bicicleta, inicio, 10-15 min sin resistencia. Incremento 2-3 min por sesión hasta 30 min. EEP 12-14 70% FC_{pico} Intervalos 2-3 min EEP 15-17 si se hacen 20 min de ejercicio continuo			EPO en grupos de hematocrito normal hasta 42% \pm 3% Grupos de hematocrito normal 30-33%
Parsons et al. (2004) ²²	Duración 8 semanas. Ejercicio durante la diálisis	45 minutos (15 minutos /hora) 3 días/semana 40-50% capacidad de trabajo máxima			
Van Vilsteren et al. (2005) ²³	Duración 12 semanas. Ejercicio durante la diálisis	2-3 días/semana, bicicleta 20-30 min Intensidad con EEP 60% máxima capacidad	Fuerza prehemodiálisis 30-40 minutos a baja resistencia 5-10 min calentamiento, 20 min calisténicos, escaleras y baja resistencia, 5-10 min enfriamiento	Sí	Consejos modelo trans teórico, 4 sesiones. Estrategias cognitivo-comportamentales para actividad. Motivación, análisis de barreras

nefrología basada en la evidencia

Tabla 3. Características de los estudios excluidos

Cappy et al. (1999) EE. UU.	Un grupo de tratamiento
Castaneda et al. (2001) ²⁸ Castaneda et al. (2004) ²⁷ EE. UU.	Sujetos en prediálisis GFR = 25 ml (min.1,73 m ²)
Clyne et al. (1991) ³¹ Suecia	Sujetos en prediálisis GFR <15 ml (min.1,73 m ²) No aleatorizado
Eidemark et al. (1997) ²⁵ Dinamarca	Sujetos en prediálisis GFR = 25ml (min.1,73 m ²)
Goldberg et al. (1980) ³² EE. UU.	Un grupo de tratamiento
Headley et al (2002) ⁴³ Nindl et al (2004) ⁴² EE. UU.	Un grupo de tratamiento
Heiwe et al. (2001) ³⁰ Suecia	Sujetos en prediálisis GFR = 25ml (min.1,73 m ²)
Heiwe et al. (2005) ²⁹ Suecia	Sujetos en prediálisis GFR = 25ml (min.1,73 m ²)
Koufaki et al (2002) _a Reino Unido	La mayor parte de los pacientes que incluye reciben diálisis peritoneal
Koufaki et al (2002) _b Reino Unido	Un grupo de tratamiento
Kouidi et al. (1998) Grecia	Un grupo de tratamiento
Levenglou et al. (2004) ³⁴ Turquía	Un grupo de tratamiento
Macdonald et al (2005) ³⁵ Reino Unido	Un grupo de tratamiento
Mercer et al. (2002) ⁴⁶ Reino Unido	No aleatorizado
Miller et al. (2002) ⁴⁴ EE. UU.	No aleatorizado (voluntarios en el grupo de ejercicio y otros controles)
Molsted et al. (2004) Dinamarca	Datos presentados como mediana y rango. No es posible introducirlos en el metaanálisis
Moore et al. (1993) ³⁶ EE. UU.	Un grupo de tratamiento
Moros et al. (1993) España	Un grupo de tratamiento
Moros et al. (1995) España	No hay detalle suficiente de la intervención («El programa de entrenamiento está constituido por ejercicios dinámicos aeróbicos»)
Mustata et al (2004) ³⁷ Canadá	Un grupo de tratamiento
Oh-Park et al (2002) ²⁴ EE. UU.	Un grupo de tratamiento
Painter et al. (1986) ⁴⁹ EE. UU.	Estudio controlado no aleatorio
Painter et al. (2000) _a ²⁹ EE. UU.	Estudio controlarlo no aleatorio
Painter et al. (2000) _b ⁴⁸ EE. UU.	
Pechter et al. (2003) ²⁶ Estonia	Pacientes con insuficiencia renal crónica moderada
Sakkas et al. (2003) ³⁸ Reino Unido	Un grupo de tratamiento. Incluye a pacientes en diálisis peritoneal
Segura et al. (2008) ⁶ España	Estudio controlado no aleatorio
Shalom et al. (1984) ³⁹ EE. UU.	Un grupo de tratamiento
Storer et al. (2005) ⁴⁵ EE. UU.	Estudio controlado no aleatorio
Suh et al. (2002) ⁴⁰ Korea	Un grupo de tratamiento
Violan et al. (2002) ⁴¹ España	Un grupo de tratamiento. Incluye a pacientes sometidos a trasplante

Tabla 4. Calidad metodológica

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
Cheema 2007	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	9
Deligiannis 1999a	-	-	+	-	-	-	+	-	+	+	-	4
Deligiannis 1999b	-	+	+	-	-	-	+	-	+	+	-	5
DePaul 2002	+	+	-	+	-	+	+	-	+	+	+	8
Fitts 1999	-	-	+	-	-	-	+	-	+	+	-	4
Goldberg 1983	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	3
Johansen 2006	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	10
Kouidi 1997	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+	-	6
Kouidi 2004	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-	4
Konstantinidou 2002	-	+	+	-	-	-	+	-	+	+	-	5
Moros 2000	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-	3
Painter 2002	+	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+	7
Parsons 2004	+	-	+	-	-	-	-	-	+	+	-	4
VanVilsteren 2005	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	-	5

Criterios de Van Tulder (Van Tulder, 2003)

1. Método de aleatorización adecuado.
2. Asignación de grupo no conocida en momento de inclusión de los sujetos.
3. Grupos similares al inicio en principales valores pronóstico.
4. Sujeto ciego a la intervención.
5. Quien realiza la intervención ciego a la misma.
6. Quien mide el resultado de la intervención ciego a la misma.
7. Se evitó la co-intervención.
8. Seguimiento de la intervención aceptable en todos los grupos.
9. Sujetos perdidos descritos y tasa aceptable.
10. Momento de medición de resultados similar en todos los grupos.
11. Inclusión de análisis según la intención a tratar.

nefrología basada en la evidencia

Tabla 5. Resultados del metaanálisis del ejercicio aeróbico frente al grupo control
A. Pico de consumo de oxígeno (ml/kg/min)

Estudio	Ejercicio			Control			Peso	Diferencia media estandarizada Aleatorio, IC 95%
	Media	DE	N	Media	DE	N		
Goldberg 1983	25,0	8,0	14	20,0	8,0	11	12,5%	5,00 [-1,32 a 11,32]
Konstaninidou 2002	23,7	7,7	16	15,8	4,8	12	23,1%	7,90 [3,25 a 12,55]
Kouidi 1997	23,2	7,6	20	15,9	4,3	11	28,5%	7,30 [3,11 a 11,49]
Moros 2000	23,81	7,0	23	17,11	5,3	11	27,8%	6,70 [2,46 a 10,94]
Painter 2002	22,12	10,78	10	20,16	7,23	12	8,1%	1,96 [-5,87 a 9,79]
Total (IC 95%)			83			57	100,0%	6,55 [4,31 a 8,78]

Heterogeneity: $\text{Tau}^2 = 0,00$; $\text{Chi}^2 = 2,00$, $\text{df} = 4$ ($p = 0,74$); $I^2 = 0\%$
 Test for overall effect: $Z = 5,74$ ($p < 0,00001$)

B. Duración de la prueba de esfuerzo (min)

Estudio	Ejercicio			Control			Peso	Diferencia media estandarizada Aleatorio, IC 95%
	Media	DE	N	Media	DE	N		
Goldberg 1983	14,35	3,6	14	11,74	2,14	11	25,9%	2,61 [0,34 a 4,88]
Konstaninidou 2002	21,2	3,6	16	16,1	3,1	12	24,5%	5,10 [2,61 a 7,59]
Kouidi 1997	22,1	3,9	20	15,2	3,8	11	22,4%	6,90 [4,08 a 9,72]
Moros 2000	8,39	3,3	23	6,39	2,7	11	27,2%	2,00 [-0,09 a 4,09]
Total (IC 95%)			73			45	100,0%	4,02 [1,87 a 6,16]

Heterogeneity: $\text{Tau}^2 = 3,27$; $\text{Chi}^2 = 9,58$, $\text{df} = 3$ ($p = 0,02$); $I^2 = 69\%$
 Test for overall effect: $Z = 3,67$ ($p = 0,0002$)

C. Potencia alcanzada en la prueba de esfuerzo (W)

Estudio	Ejercicio			Control			Peso	Diferencia media estandarizada Aleatorio, IC 95%
	Media	DE	N	Media	DE	N		
Moros 2000	103,04	35,9	23	74,09	27,7	11	71,8%	28,95 [6,97 a 50,93]
Parsons 2004	58,0	44,0	6	55,0	26,0	7	28,2%	3,00 [-37,13 a 43,13]
Total (IC 95%)			29			18	100,0%	21,63 [-1,26 a 44,52]

Heterogeneity: $\text{Tau}^2 = 64,19$; $\text{Chi}^2 = 1,24$, $\text{df} = 1$ ($p = 0,27$); $I^2 = 19\%$
 Test for overall effect: $Z = 1,85$ ($p = 0,06$)

D. Calidad de vida relacionada con la salud

Estudio	Ejercicio			Control			Peso	Diferencia media estandarizada Aleatorio, IC 95%
	Media	DE	N	Media	DE	N		
Kouidi 1997	9,0	0,9	20	5,6	1,7	11	50,3%	2,68 [1,65 a 3,70]
Parsons 2004	68,3	30,6	6	65,7	27,1	7	49,7%	0,08 [-1,01 a 1,18]
Total (IC 95%)			26			18	100,0%	1,39 [-1,15 a 3,93]

Heterogeneity: $\text{Tau}^2 = 3,08$; $\text{Chi}^2 = 11,54$, $\text{df} = 1$ ($p = 0,0007$); $I^2 = 91\%$
 Test for overall effect: $Z = 1,07$ ($p = 0,28$)

DE: desviación estándar; IC: intervalo de confianza; N: número de sujetos.

Tabla 6. Resultados del metaanálisis del ejercicio de fuerza frente al grupo control**A. Calidad de vida relacionada con la salud**

Estudio	Ejercicio			Control			Peso	Diferencia media estandarizada Aleatorio, IC 95%
	Media	DE	N	Media	DE	N		
Cambio en la función física								
Cheema 2007	7,6	11,8	24	-1,8	17,6	25	41,7%	9,40 [1,04 a 17,76]
Johansen 2006	11,5	15,4	20	-5,9	24,3	20	18,3%	17,40 [4,79 a 30,01]
Subtotal (IC 95%)			44			45	60,1%	11,95 [4,64 a 19,26]
Heterogeneity: Tau ² = 2,21; Chi ² = 1,07; df = 1 (P = 0,30); I ² = 7% Test for overall effect: Z = 3,21 (p = 0,001)								
Cambio en la vitalidad								
Cheema 2007	2,8	16,3	24	-7,0	14,1	25	39,9%	9,80 [1,25 a 18,35]
Subtotal (IC 95%)			24			25	39,9%	9,80 [1,25 a 18,35]
Test for overall effect: Z = 2,25 (p = 0,02)								
Total (IC 95%)			68			70	100,0%	11,03 [5,63 a 16,43]
Heterogeneity: Tau ² = 0,00; Chi ² = 1,21, df = 2 (p = 0,55); I ² = 0% Test for overall effect: Z = 4,00 (p <0,0001) Test for subgroup differences: Chi ² = 0,13, df = 1 (p = 0,72), I ² = 0%								

B. Pruebas funcionales: STS 5-Prueba de sentado a de pie 5 repeticiones (segundos)

Estudio	Ejercicio			Control			Peso	Diferencia media estandarizada Efectos fijos, IC 95%
	Media	DE	N	Media	DE	N		
Johansen 2006	-2,9	6,8	20	-0,1	3,8	20	100,0%	-0,50 [-1,13 a 0,13]

C. Pruebas funcionales: 6 minutos marcha (m)

Estudio	Ejercicio			Control			Peso	Diferencia media estandarizada Efectos fijos, IC 95%
	Media	DE	N	Media	DE	N		
Cheema 2007	16,7	40,5	24	2,9	25,8	25	100,0%	13,80 [-5,30 a 32,90]

D. Fuerza en los miembros inferiores (kg)

Estudio	Ejercicio			Control			Peso	Diferencia media estandarizada Aleatorio, IC 95%
	Media	DE	N	Media	DE	N		
Valor final de la fuerza de extensión de rodilla								
Johansen 2006	22,6	11,6	20	20,0	9,1	20	51,5%	2,60 [-3,86 a 9,06]
Subtotal (IC 95%)			20			20	51,5%	2,60 [-3,86 a 9,06]
Test for overall effect: Z = 0,79 (p = 0,43)								
Cambio en la fuerza global de MMII								
Cheema 2007	15,2	15,4	24	-2,4	13,8	25	48,5%	17,60 [9,40 a 25,80]
Subtotal (IC 95%)			24			25	48,5%	17,60 [9,40 a 25,80]
Test for overall effect: Z = 4,21 (p <0,0001)								
Total (IC 95%)			44			45	100,0%	9,88 [-4,81 a 24,57]
Heterogeneity: Tau ² = 98,32; Chi ² = 7,93, df = 1 (p = 0,005); I ² = 87% Test for overall effect: Z = 1,32 (p = 0,19) Test for subgroup differences: Chi ² = 7,93, df = 1 (p = 0,005), I ² = 87,4%								

Continúa en página siguiente >>

nefrología basada en la evidencia

>> Continuación

Tabla 6. Resultados del metaanálisis del ejercicio de fuerza frente al grupo control

E. Área transversal muscular (cm²)

Estudio	Ejercicio			Control			Peso	Diferencia media estandarizada Aleatorio, IC 95%
	Media	DE	N	Media	DE	N		
Área transversal final del cuádriceps								
Johansen 2006	49,1	13,5	20	47,6	11,0	20	20,5%	1,50 [-6,13 a 9,13]
Subtotal (IC 95%)			20			20	20,5%	1,50 [-6,13 a 9,13]
Test for overall effect: Z = 0,39 (p = 0,70)								
Cambio en el área final del muslo								
Cheema 2007	1,2	5,8	24	-0,9	7,9	25	79,5%	2,10 [-1,77 a 5,97]
Subtotal (IC 95%)			24			25	79,5%	2,10 [-1,77 a 5,97]
Test for overall effect: Z = 1,06 (p = 0,29)								
Total (IC 95%)			44			45	100,0%	1,98 [-1,47 a 5,43]
Heterogeneity: Tau ² = 0,00; Chi ² = 0,02, df = 1 (p = 0,89); I ² = 0%								
Test for overall effect: Z = 1,12 (p = 0,26)								
Test for subgroup differences: Chi ² = 0,02, df = 1 (p = 0,89), I ² = 0%								

F. Índice de masa corporal (kg/m²)

Estudio	Ejercicio			Control			Peso	Diferencia media estandarizada Efectos fijos, IC 95%
	Media	DE	N	Media	DE	N		
Cheema 2007	0,3	0,5	24	-0,1	0,5	25	100,0%	0,40 [0,12 a 0,68]

DE: desviación estándar; IC: intervalo de confianza; MMII: miembros inferiores; N: número de sujetos.

Tabla 7. Resultados del metaanálisis del ejercicio combinado aeróbico y de fuerza frente al grupo control**A. Pico de consumo de oxígeno (ml/kg/min)**

Estudio	Ejercicio			Control			Peso	Diferencia media estandarizada Aleatorio, IC 95%
	Media	DE	N	Media	DE	N		
Deligiannis 1999 ^a	23,7	7,7	16	15,8	4,8	12	22,0%	7,90 [3,25 a 12,55]
Deligiannis 1999b	24,0	7,0	30	16,0	6,0	30	29,6%	8,00 [4,70 a 11,30]
Konstaninidou 2002	20,2	5,7	10	15,8	4,8	12	23,0%	4,40 [-0,06 a 8,86]
Van Vilsteren 2005	28,02	8,8	53	26,25	10,8	43	25,4%	1,77 [-2,23 a 5,77]
Total (IC 95%)			109			97	100,0%	5,57 [2,52 a 8,61]

Heterogeneity: Tau² = 5,34; Chi² = 6,75, df = 3 (p = 0,08); I² = 56%
Test for overall effect: Z = 3,58 (p = 0,0003)

B. Duración de la prueba de esfuerzo (min)

Estudio	Ejercicio			Control			Peso	Diferencia media estandarizada Aleatorio, IC 95%
	Media	DE	N	Media	DE	N		
Deligiannis 1999 ^a	21,2	3,6	16	16,1	3,1	12	37,2%	5,10 [2,61 a 7,59]
Deligiannis 1999b	21,0	4,0	30	16,0	7,0	30	27,6%	5,00 [2,12 a 7,88]
Konstaninidou 2002	19,2	3,0	10	16,1	3,1	12	35,2%	3,10 [0,54 a 5,66]
Total (IC 95%)			56			54	100,0%	4,37 [2,85 a 5,88]

Heterogeneity: Chi² = 1,46, df = 2 (p = 0,48); I² = 0%
Test for overall effect: Z = 5,65 (p < 0,00001)

C. Pruebas funcionales: STS 10–Prueba de sentado a de pie 10 repeticiones (s)

Estudio	Ejercicio			Control			Peso	Diferencia media estandarizada Aleatorio, IC 95%
	Media	DE	N	Media	DE	N		
Van Vilsteren 2005	20,42	7,5	53	31,56	19,8	43	100,0%	-11,14 [-17,39 a -4,89]

D. Pruebas funcionales: 6 minutos marcha (m)

Estudio	Ejercicio			Control			Peso	Diferencia media estandarizada Aleatorio, IC 95%
	Media	DE	N	Media	DE	N		
DePaul 2002	464,0	94,0	16	430,0	80,0	12	100,0%	34,00 [-30,58 a 98,58]

E. Calidad de vida relacionada con la salud

Estudio	Ejercicio			Control			Peso	Diferencia media estandarizada Aleatorio, IC 95%
	Media	DE	N	Media	DE	N		
Cuestionarios donde el incremento implica mejora								
DePaul 2002	50,0	14,0	16	55,0	7,0	12	72,2%	-5,00 [-12,92 a 2,92]
Van Vilsteren 2005	62,5	28,0	53	60,2	34,5	43	27,8%	2,30 [-10,47 a 15,07]
Total (IC 95%)			69			55	100,0%	-2,97 [-9,70 a 3,76]

Heterogeneity: Tau² = 0,00; Chi² = 0,91, df = 1 (p = 0,34); I² = 0%
Test for overall effect: Z = 0,87 (p = 0,39)

Cuestionario donde el incremento implica empeoramiento

Estudio	Ejercicio			Control			Peso	Diferencia media estandarizada Aleatorio, IC 95%
	Media	DE	N	Media	DE	N		
Fitts 1999	15,0	5,5	9	10,8	11,6	9	100,0%	4,20 [-4,19 a 12,59]
Total (IC 95%)			9			9	100,0%	4,20 [-4,19 a 12,59]

Test for overall effect: Z = 0,98 (p = 0,33)

F. Fuerza conjunta de cuádriceps e isquiotibiales

Estudio	Ejercicio			Control			Peso	Diferencia media estandarizada Aleatorio, IC 95%
	Media	DE	N	Media	DE	N		
DePaul 2002	103,42	58,51	16	78,47	20,87	12	100,0%	0,52 [-0,24 a 1,28]

Continúa en página siguiente >>

nefrología basada en la evidencia

>> Continuación

Tabla 7. Resultados del metaanálisis del ejercicio combinado aeróbico y de fuerza frente al grupo control

G. Potencia alcanzada en la prueba de esfuerzo (W)

Estudio	Ejercicio			Control			Peso	Diferencia media estandarizada Aleatorio, IC 95%
	Media	DE	N	Media	DE	N		
DePaul 2002	44,0	194,0	16	30,0	10,0	12	100,0%	0,09 [-0,66 a 0,84]

H. METS alcanzados en la prueba de esfuerzo

Estudio	Ejercicio			Control			Peso	Diferencia media estandarizada Aleatorio, IC 95%
	Media	DE	N	Media	DE	N		
Deligiannis 1999 ^a	11,4	1,7	16	9,0	1,5	12	100,0%	2,40 [1,21 a 3,59]

I. Fracción de eyección durante el ejercicio

Estudio	Ejercicio			Control			Peso	Diferencia media estandarizada Aleatorio, IC 95%
	Media	DE	N	Media	DE	N		
Deligiannis 1999 ^a	73,1	5,6	16	65,3	8,1	12	100,0%	7,80 [2,46 a 13,14]

J. Índice de gasto cardíaco durante el ejercicio

Estudio	Ejercicio			Control			Peso	Diferencia media estandarizada Aleatorio, IC 95%
	Media	DE	N	Media	DE	N		
Deligiannis 1999 ^a	62,2	17,1	16	50,6	10,3	12	100,0%	11,60 [1,39 a 21,81]

K. Presión arterial sistólica en reposo

Estudio	Ejercicio			Control			Peso	Diferencia media estandarizada Aleatorio, IC 95%
	Media	DE	N	Media	DE	N		
Deligiannis 1999 ^a	136,0	14,0	16	144,0	10,0	12	100,0%	-8,00 [-16,89 a 0,89]

L. Presión arterial diastólica en reposo

Estudio	Ejercicio			Control			Peso	Diferencia media estandarizada Aleatorio, IC 95%
	Media	DE	N	Media	DE	N		
Deligiannis 1999 ^a	79,0	8,0	16	82,0	3,0	12	100,0%	-3,00 [-7,27 a 1,27]

DE: desviación estándar; IC: intervalo de confianza; N: número de sujetos.