

Efecto del ejercicio intradiálisis en la capacidad funcional

Effect of intradialysis exercise on functional capacity

Barron-Robledo Adriana¹, Robledo-Ponce Carolina¹, Villanueva-Cervantes Ariadna Guadalupe¹,
Piñón-Ruiz Martha Jocelyne², Pérez-Vázquez, Victoriano², Vargas-Ortiz Katya²

¹ Licenciatura en Médico Cirujano, División de Ciencias de la Salud, Campus León, Universidad de Guanajuato.

² Departamento de Ciencias Médicas, División de Ciencias de la Salud, Campus León, Universidad de Guanajuato.

k.vargasortiz@ugto.mx

Resumen

La enfermedad renal crónica (ERC) es un padecimiento progresivo que al llegar a un estadio avanzado recibe el nombre de insuficiencia renal y deberá ser tratado con terapias de sustitución renal como la hemodiálisis (HD) afectando la calidad de vida de los pacientes. El ejercicio intradiálisis ha mostrado beneficios sobre la capacidad funcional, sin embargo, existe poca evidencia en la población mexicana. El objetivo de este estudio fue analizar el efecto de un programa de ejercicio intradiálisis de 12 semanas sobre la capacidad funcional en pacientes con ERC en HD. En este estudio se incluyeron 11 participantes de entre 18 y 50 años. Se evaluó la funcionalidad mediante pruebas de esfuerzo, pruebas de fuerza de prensión manual, prueba de marcha de 6 minutos y la prueba de sentarse y levantarse en 30 segundos (STS 30 s). Se asignaron a los participantes en dos grupos de manera aleatoria, un grupo control, el cual recibió orientación de actividad física y un grupo de intervención, el cual realizó ejercicios intradiálisis aeróbicos y de resistencia muscular tres veces a la semana por 12 semanas. Se observaron cambios estadísticamente significativos en la capacidad funcional en el grupo de intervención, particularmente en la fuerza de prensión manual ($p = 0.033$), test de marcha de 6 minutos ($p = 0.002$) y funcionalidad de miembros inferiores ($p = 0.041$). No se observaron cambios significativos en variables antropométricas. Estos resultados son preliminares y deben interpretarse con precaución, ya que la investigación continúa en curso.

Palabras clave: ejercicio intradiálisis, hemodiálisis, capacidad funcional, enfermedad renal crónica.

Introducción

Hasta el año 2019, el 10% de la población mundial adulta padecía enfermedad renal crónica (ERC), mientras que en el año 2021 en México 9184.9 de cada 100 000 habitantes la padecieron (1). Así mismo, el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) el año 2024 estimó que 0.1% de los usuarios estaban en una terapia de sustitución renal (2).

La ERC es definida como un padecimiento progresivo que afecta la estructura y/o función de los riñones; reduciendo la tasa de filtración glomerular (TFG) a menos de 60 mL/min/1.73 m² (1). Se clasifica en cinco estadios según el grado de deterioro de la función renal, medido por la TFG: 1, la TFG es igual o superior a 90 mL/min/1.73 m²; 2, se caracteriza por una TFG entre 60 y 89 mL/min/1.73 m², con una leve disminución de la función renal y signos persistentes de daño; 3, la TFG disminuye moderadamente a un rango de 30 a 59 mL/min/1.73 m², y se subdivide en 3a (45–59 mL/min/1.73 m²) y 3b (30–44 mL/min/1.73 m²); 4, corresponde a una TFG entre 15 y 29 mL/min/1.73 m², con deterioro severo de la función renal; 5, se presenta cuando la TFG es menor de 15 mL/min/1.73 y recibe el nombre de insuficiencia renal, ésta puede tratarse con terapia de sustitución renal como diálisis peritoneal, hemodiálisis (HD) o un trasplante renal (3). La HD es una terapia de sustitución que complementa el papel de los riñones con equipos artificiales para eliminar el exceso de agua, solutos y toxinas (4).

Los pacientes con ERC tienen mayor riesgo de desarrollar complicaciones como anomalías electrolíticas, trastornos minerales óseos, anemia, acidosis metabólica y enfermedades cardiovasculares (enfermedad arterial coronaria, infarto agudo al miocardio, insuficiencia cardíaca, fibrilación auricular y accidente cerebrovascular - ataque isquémico transitorio). Además, los pacientes que reciben terapia de HD pueden desarrollar más complicaciones a las ya mencionadas, como la atrofia muscular, disminución de la resistencia muscular, pérdida de funcionalidad y alteraciones en la composición corporal, condiciones que comprometen la calidad de vida y aumentan la mortalidad en pacientes con ERC (5).

Ante este panorama, las guías internacionales KDIGO 2024 recomiendan que los pacientes realicen 150 min de ejercicio aeróbico de intensidad moderada a la semana, acompañado con ejercicios de fuerza dos veces por semana (6). Se ha demostrado que el ejercicio combinado como intervención en pacientes con ERC en HD favorece los efectos positivos en esta población. Entre los tipos de ejercicio se encuentran el aeróbico y el de resistencia muscular, que se diferencian en la intensidad, el intervalo y el tipo de fibras musculares que son primordialmente utilizadas (7). El ejercicio aeróbico puede mejorar la condición física y la oxigenación, mientras que el ejercicio de resistencia muscular aumenta la fuerza y flexibilidad (8). En conjunto, hay mejoras en la capacidad de resistencia, la función endotelial, así como disminución de la hipertensión arterial y de los parámetros inflamatorios (9).

En el contexto del momento en que se realiza el ejercicio en pacientes con HD existen dos modalidades de ejercicio, dependiendo del momento en el cual el paciente con HD lo realice: ejercicio interdiálisis, es decir, realizado entre sesiones, ya sea en casa o en un centro de ejercicio de manera supervisada; y ejercicio intradiálisis, realizado principalmente durante la primera hora de la sesión de HD, mostrando esta última modalidad mayores niveles de adherencia (10). El ejercicio intradiálisis, con una duración mínima de 12 semanas, y que combina ejercicios aeróbicos y de resistencia muscular, ha demostrado beneficios sobre la capacidad funcional, el consumo máximo de oxígeno, la eficacia de la diálisis y la calidad de vida (11-13). Diversas investigaciones han señalado que el ejercicio intradiálisis tiene efectos positivos en la composición corporal y el rendimiento físico en pacientes en tratamiento con HD. A nivel sistémico, contribuye a la reducción de la presión arterial, disminuye el riesgo de hipotensión durante las sesiones de HD y mejora el flujo sanguíneo. Así mismo, presenta beneficios metabólicos al aumentar la captación de la glucosa, mejorar la sensibilidad a la insulina y disminuir el estrés oxidativo y la producción de citocinas proinflamatorias. Otros efectos favorables incluyen la disminución del catabolismo proteico e inhibición de la miostatina (14).

En un estudio reciente, Sovatzidis *et al.* (2020) observaron que un programa de ejercicio cardiovascular realizado durante seis meses aumentó en un 15% el tiempo hasta el agotamiento ($p < 0.001$) y mejoró el desempeño en pruebas funcionales como la prueba de sentarse y levantarse en 60 segundos (STS 60 s), con una mejora del 13% ($p = 0.001$); la prueba funcional del Hospital Real de North Staffordshire (NSRI), con una mejora del 8% ($p < 0.001$); la fuerza de prensión manual, con una mejora del 1% ($p = 0.002$) (15). De manera similar, Bogataj *et al.* (2024) evaluaron el efecto de una intervención combinada de entrenamiento físico y cognitivo durante 12 semanas, y reportaron mejoras significativas en la movilidad funcional y el rendimiento motor-cognitivo. El grupo experimental presentó una reducción del tiempo en la prueba Timed Up and Go (TUG) de 0.8 s (mejora del 9.5% $p < 0.001$) y de 1.0 s en la prueba TUG-dual (mejora del 10.4% $p < 0.001$), lo que refleja una mayor capacidad para levantarse, caminar y realizar tareas cognitivas simultáneas (16). Rosa *et al.* (2018) evaluaron los efectos del entrenamiento de resistencia progresiva durante las sesiones de HD en pacientes con ERC. El grupo de intervención mostró mejoras significativas en la prueba STS 30 s ($p = 0.01$) y en la flexibilidad ($p < 0.01$); sin embargo, no se observaron diferencias significativas en la prueba de caminata de 6 minutos ($p = 0.277$) y la fuerza de prensión manual ($p = 0.213$) (17).

En conjunto, estos resultados respaldan al ejercicio intradiálisis como una estrategia efectiva y segura para mejorar la capacidad funcional en esta población. No obstante, la realización de este tipo de estudios en la población mexicana es limitada; solo se cuenta con un estudio piloto que evaluó la combinación de suplementación nutricional y ejercicio intradiálisis durante seis meses en pacientes mexicanos (18). Aunque se observaron mejoras en la función física, como velocidad de marcha y fuerza de prensión manual, es necesario realizar más investigaciones en esta población, con diseños metodológicos robustos y mayor tamaño de muestra. En este estudio se plantea la hipótesis de que un programa de 12 semanas de ejercicio intradiálisis mejora o mantiene la capacidad funcional en pacientes con ERC en tratamiento con HD.

El objetivo del presente estudio es analizar el efecto de un programa de 12 semanas de ejercicio intradiálisis sobre la capacidad funcional en pacientes con ERC en tratamiento con HD.

Metodología

Se realizó un ensayo clínico de un solo centro, con diseño aleatorizado, controlado, prospectivo, abierto y con diseño de grupos paralelos. Los pacientes con ERC en HD se captaron durante el periodo de enero de 2025 a julio de 2025. Todos los pacientes proporcionaron su consentimiento informado por escrito. El protocolo fue aprobado por el Comité de Ética para la Investigación de la Universidad de Guanajuato (CEPIUG), otorgando el código CEPIUG-P59-2024. Este protocolo se apega a la Ley General de Salud en materia de investigación para la salud, en la cual, de acuerdo con el artículo 17, sección 2, se clasifica como investigación con riesgo mínimo. Asimismo, cumple con los lineamientos de la Declaración de Helsinki, las Pautas Éticas Internacionales para la Investigación Biomédica en Seres Humanos del CIOMS, la Norma Oficial Mexicana NOM-012-SSA3-2023 sobre la investigación en salud y la NOM-004SSA3-2012 sobre el expediente clínico. El protocolo está registrado en clinical trials: NCT06788054.

Tamaño de muestra

Para este estudio se consideró una muestra total estimada de 38 pacientes (19 en el grupo intervención y 19 en el grupo control), calculada mediante la fórmula para diferencia de medias, considerando un tamaño del efecto de 8.3 kg para la variable dependiente "masa grasa", una desviación estándar esperada de 7.39 kg en el grupo intervención, un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$, una potencia estadística de $1 - \beta = 0.8$ y una tasa esperada de abandono del 30%.

En estos resultados preliminares, se evaluó una muestra de 11 pacientes del Centro de Diálisis y Trasplante ALBA, ubicado en León, Guanajuato. Estos pacientes completaron el protocolo de intervención de 12 semanas, entre el 1 de enero de 2025 y el 18 de julio de 2025. El estudio completo terminará en mayo del 2026.

Población de estudio

Se incluyeron participantes de ambos sexos, entre 18 y 50 años de edad, en tratamiento con HD regular tres veces por semana, con al menos un año de permanencia en HD al inicio del estudio, sin estar en protocolo de trasplante renal programado durante los siguientes 12 meses, sin antecedentes de infarto agudo al miocardio o enfermedad arterial coronaria en los últimos 3 meses, sin inestabilidad miocárdica, sin hipoglucemias (<100 mg/dL) o hiperglucemias (>250 mg/dL), sin amputaciones de extremidades, sin enfermedades neurológicas, respiratorias o musculoesqueléticas que se agraven con el ejercicio, sin anemia grave ($Hb < 8$ g/dL), sin lupus eritematoso como etiología de ERC, sin consumo de anticonceptivos hormonales y sin más de 150 min semanales de actividad física.

Durante el desarrollo del protocolo se consideraron criterios de exclusión alguna enfermedad o trastorno neurológico, respiratorio o musculoesquelético que pudiera agravarse con el ejercicio, realizar entrenamiento de fuerza o aeróbico adicional, que decidieran abandonar voluntariamente el estudio, o que suspendieran el ejercicio por más de seis sesiones consecutivas.

Evaluación

Después del llenado de una historia clínica completa, se aplicó el Cuestionario Internacional de Actividad Física versión corta (IPAQ) (19). Se realizaron mediciones antropométricas de talla y peso siguiendo los lineamientos del protocolo ISAK (International Society for the Advancement of Kinanthropometry), utilizando una balanza con estadímetro integrado (Seca, 769, Alemania), con una precisión de ± 100 g para el peso y ± 1 mm para la talla.

Las pruebas de capacidad funcional incluyeron la prueba de STS 30 s, la prueba de marcha 6 minutos y la fuerza de prensión manual. Para su aplicación, se solicitó a los pacientes acudir con ropa cómoda y las evaluaciones se realizaron en el mismo horario, tanto antes como después del programa de intervención con ejercicio intradiálisis.

Una vez terminadas las evaluaciones basales, los pacientes fueron aleatoriamente asignados al grupo control o al grupo de intervención. A los participantes del grupo control se les explicó la importancia de realizar actividad física, se les otorgó una guía para la realización de actividad física en casa y se les aplicó mensualmente el IPAQ, para clasificar su nivel de actividad física. A los pacientes que mantuvieron actividad física baja (menos de 600 METS-min/semana (19), se les consideró como grupo control.

Protocolo de ejercicio físico para el grupo de intervención

El protocolo de ejercicio intradiálisis se diseñó conforme a las recomendaciones de la guía de práctica clínica de rehabilitación renal y revisiones sistemáticas sobre ejercicio en ERC. Las sesiones de ejercicio se realizaron durante la primera o segunda hora de la sesión de HD, tres veces por semana, durante 12 semanas. Durante cada sesión se monitoreó cada 10 min la frecuencia cardíaca, la presión arterial y el nivel de fatiga percibida mediante la Escala de Borg modificada (medida del 1 al 10).

Todas las sesiones comenzaron con 2 min de calentamiento, seguido por ejercicios de resistencia muscular y ejercicio aeróbico y finalizaron con 2 min de enfriamiento. La intensidad se ajustó mediante la Escala de Borg modificada (inicio en 3-4, progresando a 5-6) aumentando el peso, repeticiones y/o series a través de las semanas de entrenamiento.

Los ejercicios de resistencia incluyeron movimientos tanto de extremidades superiores como inferiores. Para las extremidades superiores se realizaron: prensa de pecho, prensa de hombros, extensión de tríceps, flexión de hombro con codo flexionado y flexión de hombro con agarre prono. Para las extremidades inferiores se incluyeron: abducción y aducción de cadera, flexión de cadera con flexión de rodilla y flexión de cadera con extensión de rodilla. El ejercicio aeróbico consistió en el uso de un cicloergómetro adaptado a la silla, comenzando con 10 min de ejercicio e incrementándose progresivamente hasta 25-30 min.

En cada sesión se registró la asistencia y cumplimiento en una bitácora. Se consideró adecuada la adherencia si el paciente cumplió al menos con el 75% de las sesiones programadas (27 de 36). Los pacientes con menor adherencia fueron excluidos.

Criterios de seguridad durante el ejercicio

El ejercicio se suspendía si la presión arterial descendía por debajo de 100/60 mmHg, o disminuía 20 mmHg o más respecto al valor basal acompañado de síntomas como mareos, náuseas o calambres; si la presión arterial superaba los 190/110 mmHg o aumentaba más de 30 mmHg durante la sesión; o si la frecuencia cardíaca era menor a 60 lpm o mayor a 130 lpm o si se presentaban signos de hipoglucemia, disnea, dolor o extravasación en el acceso vascular. La presión arterial y la frecuencia cardíaca se monitorearon mediante la máquina de HD 4008S classix (Fresenius Medical Care, Alemania) y en caso de síntomas sugestivos de hipoglucemia, se realizó medición inmediata de glucosa capilar con un glucómetro.

Análisis estadístico

La normalidad de las variables cuantitativas se evaluó con la prueba de Shapiro-Wilk. Para la comparación antes y después de la intervención se aplicaron pruebas t de Student para muestras relacionadas. Si los datos presentaron distribución normal, se expresaron como media $\pm$ desviación estándar; en caso contrario, como mediana y rangos intercuartílicos. Para comparar los cambios entre grupos, se calcularon los deltas en cada grupo y se compararon entre grupos. Si los deltas presentaron distribución normal, se utilizó la prueba t para muestras independientes; en caso contrario, se empleó la prueba U de Mann-Whitney.

Resultados

Características basales de la población de estudio

De un total de 78 pacientes elegibles, 24 no cumplían con los criterios de inclusión y 13 se negaron a participar en el estudio, resultando en 41 pacientes evaluados. De éstos, 4 abandonaron el estudio debido a causas como fatiga o ausencias a las sesiones de hemodiálisis. Actualmente, 37 pacientes continúan con el protocolo de intervención y, hasta el momento, 11 lo han finalizado y son los que se incluyen en este análisis preliminar.

El grupo control estuvo conformado en un 83% por hombres, mientras que en el grupo de intervención los hombres representaron el 40%. La edad media fue de 28.5 años en el grupo control y de 33.2 años en el grupo de intervención. El tiempo promedio desde el diagnóstico de la ERC fue de 56 meses, con un promedio de 40 meses en hemodiálisis previa. La etiología de la ERC fue variada, siendo principalmente de causa desconocida (Tabla 1).

Tabla 1. Características de la población de estudio.

Variables		Grupo control (n = 6)	Grupo de intervención (n = 5)	p
Edad (años)		29.5 ± 3.2	33.2 ± 6.3	0.835
Sexo masculino (%)		5 (83.3%)	2 (40%)	0.132
Acceso vascular	Catéter venoso central	3 (50%)	3 (60%)	0.740
	Fístula arteriovenosa	3 (50%)	2 (40%)	
Antigüedad con ERC (meses)		56.5 ± 42.8	87.4 ± 29.2	0.477
Antigüedad con HD (meses)		40.5 ± 26.2	44.4 ± 23.5	0.557
Causa ERC	Hipoplasia renal	0 (0%)	1 (20%)	0.569
	Desconocida	3 (50%)	3 (60%)	
	Vejiga neurogenica	1 (16.7%)	0 (0%)	
	Hipertensión	1 (16.7%)	1 (20%)	
	Enfermedad hipertensiva del embarazo	1 (16.7%)	0 (0%)	
Tratamiento sustitutivo previo (%)	Sin otro tratamiento sustitutivo	5 (83.3%)	4 (80%)	0.887
	Con otro tratamiento sustitutivo	1 (16.7%)	1 (20%)	
Tiempo de tratamiento sustitutivo (meses)		0 (0-0.2)	0 (0-42)	0.301
Hipertensión (%)	Sin hipertensión	1 (16.7%)	0 (0%)	0.338
	Con hipertensión	5 (83.3%)	5 (100%)	

Nota. Los datos se presentan como media ± desviación estándar, n (%), o mediana (cuartil inferior -cuartil superior). ERC, Enfermedad renal crónica; IMC, Índice de masa corporal.

Adherencia a las sesiones de ejercicio intradiálisis

La tasa de cumplimiento para las sesiones fue del 84.6 ± 5.45%. Algunas de las razones que explicaron la falta de adherencia a las sesiones de ejercicio fueron; malestar estomacal, hipotensión, y fatiga.

Resultados de las variables antropométricas y de las pruebas de capacidad funcional

Después del programa de ejercicio, en el grupo de intervención se observaron mejoras significativas en la distancia recorrida durante la prueba de marcha de 6 minutos, así como en la funcionalidad de los miembros inferiores evaluada mediante la prueba STS 30s. En el grupo control se observó un aumento significativo en la circunferencia de cadera y de cintura (Tabla 2).

En la comparación entre grupos se identificaron mejorías estadísticamente significativas en el grupo de intervención en la distancia recorrida en la prueba de marcha, en la fuerza de prensión manual y en la prueba de STS 30s. No se observaron diferencias significativas entre grupos en las variables antropométricas.

Tabla 2. Resultados de las variables antropométricas y la capacidad funcional.

Variables	Grupo control				Grupo intervención				p ^b
	Inicial	Final	Δ	p ^a	Inicial	Final	Δ	p ^a	
IMC	26±4.8	26.5±5	0.258	0.45	27.3±4	27.1± 3.8	-1.156	0.521	0.330
Circunferencia de cintura (cm)	92±12.8	93.1±12.8	1.183	0.027	89.9±13.7	93.1±12.8	-0.798	0.514	0.103
Circunferencia de cadera (cm)	94.3±13.2	96±13.2	1.166	0.004	94.3±13.2	95 ± 7.7	0.714	0.230	0.412
Fuerza de prensión manual (kg)	28.6±9.3	28±8.5	-0.666	0.586	19.2±6.6	24.2±10.4	5	0.073	0.033
Distancia recorrida en test de marcha (m)	426.2±100.5	422.2±100.4	-4.03	0.764	482.4±101.5	514.5±95	32.120	0.002	0.035
STS - 30s (No. de repeticiones)	15±4	14.5± 3.2	-0.333	0.317	15.2±1.48	14.5± 1.4	2	0.05	0.002

Los datos se presentan como media ± desviación estándar, IMC, Índice de masa corporal; Δ, delta.

^a Prueba t para muestras relacionadas.

^b Prueba t para muestras independientes

Discusión

Los resultados preliminares del presente estudio muestran que un programa de 12 semanas de ejercicio intradiálisis en pacientes con ERC y HD mejora significativamente la capacidad funcional, sin incluir cambios contraproducentes, ni eventos adversos en la población de estudio. A diferencia de nuestros resultados, Rosa *et al.* (2018) reportó que no hubo mejoras significativas en la prueba de marcha de 6 minutos (17), mientras que, en nuestro estudio, en el grupo de intervención se observó un incremento de 33.12 m en la distancia recorrida. Sin embargo, observaron ganancia significativa en la prueba de prensión manual (p=0.01), lo cual es muy parecido a la mejora que tuvieron nuestros participantes (incremento medio de 5 kg, p=0.033).

La prueba de STS 30s mostró mejoría significativa en nuestro grupo de intervención, lo que evidencia un fortalecimiento de miembros inferiores, resultados congruentes con Bogataj *et al.* (2024) (16), estos resultados respaldan la hipótesis de que la combinación de ejercicio aeróbico y de resistencia muscular durante la HD mejoran o mantienen la capacidad funcional.

A diferencia de algunos estudios previos que han documentado cambios en la composición corporal o parámetros bioquímicos, en nuestro estudio no se observaron diferencias significativas entre grupos en las variables antropométricas, incluyendo el IMC, la circunferencia de cintura y cadera. Esto podría explicarse por el reducido tamaño de la muestra (n=11), lo cual limita la capacidad de detectar variaciones en el tejido adiposo o masa muscular.

Finalmente, la alta adherencia (86.6%) y la ausencia de eventos adversos, sugiere que el ejercicio intradiálisis es factible y bien tolerado en la población de estudio. La implementación de protocolos estandarizados, basados en las guías KDIGO 2024, podría facilitar su ejecución en la práctica clínica diaria y optimizar el manejo integral de los pacientes en HD. Sin embargo, es importante hacer notar que los resultados son preliminares, por lo que deben ser tomados con cautela.

Conclusión

Un programa de ejercicio intradiálisis de 12 semanas, que combina entrenamiento aeróbico y de resistencia durante la sesión de HD, demostró mejorar la capacidad funcional de pacientes con ERC.

Bibliografía/Referencias

- Anding-Rost, K., von Gersdorff, G., von Korn, P., Ihorst, G., Josef, A., Kaufmann, M., & et al. (2023). Exercise during Hemodialysis in Patients with Chronic Kidney Failure. *NEJM Evidence* [Internet], 2(9). <https://evidence.nejm.org/doi/pdf/10.1056/EVIDoa2300057>
- Battaglia, Y., Baciga, F., Bulighin, F., Amicone, M., Mosconi, G., Storari, A., & et al. (2024). Physical activity and exercise in chronic kidney disease: consensus statements from the Physical Exercise Working Group of the Italian Society of Nephrology. *Journal of Nephrology* [Internet], 37(7), 1735–65. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39269600/>
- Bogataj, Š., Pajek, M., Kren, A., Kurnik Mesarič, K., & Pajek, J. (2024). Randomized Controlled Trial of Intradialytic Cognitive and Physical Training to Enhance Functional Capacity. *Kidney Int Rep* [Internet], 9(7), 2028–36. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39081752/>
- Chen, T. K., Knicely, D. H., & Grams, M. E. (2019). Chronic Kidney Disease Diagnosis and Management: A Review. *JAMA* [Internet], 322(13), 1294–304. <https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/2752067>
- Cunha Brandao, C. F., Nonino, C. B., de Carvalho, F. G., Nicoletti, C. F., Noronha, N. Y., San Martin, R., de Freitas, E. C., Morandi Junqueira-Franco, M. V., & Marchini, J. S. (2020). The effects of short-term combined exercise training on telomere length in obese women: a prospective, interventional study. *Sports Med Open* [Internet], 6(1), 1–7. <https://sportsmedicine-open.springeropen.com/articles/10.1186/s40798-020-0235-7>
- Ferrari, F., Andrade, F. P., Teixeira, M. S., Ziegelmann, P. K., Carvalho, G., Bittencourt, E. S. S., Barcellos, F. C., & Stein, R. (2023). Efficacy of six exercise-based interventions for individuals undergoing hemodialysis: a network meta-analysis of randomized clinical trials. *Nephrology Dialysis Transplantation* [Internet], 38(10), 2389–406. <https://dx.doi.org/10.1093/ndt/gfad083>
- Flythe, J. E., & Watnick, S. (2024). Dialysis for Chronic Kidney Failure: A Review. *JAMA* [Internet], 332(18), 1559–73. <https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/2824363>
- Hoshino, J. (2021). Renal Rehabilitation: Exercise Intervention and Nutritional Support in Dialysis Patients. *Nutrients* [Internet], 13(5), 1444. <https://www.mdpi.com/2072-6643/13/5/1444>
- Hu, H., Wu, C., Kwok, J. Y. Y., Ho, M. H., Chau, P. H., Lok, K. Y. W., & Choi, E. P. H. (2023). Effects of Different Exercises on Physical Function, Dialysis Adequacy, and Health-Related Quality of Life in Maintenance Hemodialysis Patients: A Systematic Review and Network Meta-Analysis. *American Journal of Nephrology* [Internet], 54(9–10), 379–90. <https://dx.doi.org/10.1159/000532109>
- IPAQ. [Internet]. [cited 2025 Jul 13]. <https://sites.google.com/view/ipaq/home>
- Kalantar-Zadeh, K., Jafar, T. H., Nitsch, D., Neuen, B. L., & Perkovic, V. (2021). Chronic kidney disease. *The Lancet* [Internet], 398(10302), 786–802. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34175022/>
- Kotanko, P., Kuhlmann, M. K., Chan, C., & Levin, N. W. (2023). Hemodialysis. *Comprehensive Clinical Nephrology* [Internet], 1091-1099, e1. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK563296/>
- Martin-Alemañy, G., Perez-Navarro, M., Wilund, K. R., García-Villalobos, G., Gómez-Guerrero, I., Cantú-Quintanilla, G., Reyes-Caldelas, M. A., Espinosa-Cuevas, A., Escobedo, G., Medeiros, M., Benett, P. N., & Valdez-Ortiz, R. (2022). Effect of Intradialytic Oral Nutritional Supplementation with or without Exercise Improves Muscle Mass Quality and Physical Function in Hemodialysis Patients: A Pilot Study. *Nutrients* [Internet], 14(14). <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35889902/>
- Méndez-Durán, A., & Ruíz-Mejía, R. (2024). Perspectiva epidemiológica de la insuficiencia renal crónica en el Instituto Mexicano del Seguro Social. *Revista Nefrología Mexicana*, 45(2), 51–7.
- Patel, H., Alkhawam, H., Madanieh, R., Shah, N., Kosmas, C. E., & Vittorio, T. J. (2017). Aerobic vs anaerobic exercise training effects on the cardiovascular system. *World Journal of Cardiology* [Internet], 9(2), 134. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28289526/>

- Pérez-Jiménez, A. K., Chávez-Becerril, G. B., Orozco-González, C. N., & Camacho-López, S. (2021). Efectos del ejercicio físico sobre marcadores antropométricos, fuerza muscular y presión arterial en pacientes con hemodiálisis: una revisión narrativa. *Revista de Nutrición Clínica y Metabolismo* [Internet]. 4(4), 98–115.
<https://revistanutricionclinicametabolismo.org/index.php/nutricionclinicametabolismo/article/view/297>
- Pérez Domínguez, B., & Casaña Granell, J. (2021). Niveles de adherencia en una intervención de ejercicio guiada por enfermería en pacientes en diálisis. *Revista de Nefrología, Diálisis y Trasplante*, ISSN-e 2346-8548, ISSN 0326-3428, 41(3), 166-172 [Internet].
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8079889&info=resumen&idioma=SPA>
- Rosa, C. S. da C., Nishimoto, D. Y., Souza, G. D. e., Ramirez, A. P., Carletti, C. O., Daibem, C. G. L., Sakkas, G. K., & Monteiro, H. L. (2018). Effect of continuous progressive resistance training during hemodialysis on body composition, physical function and quality of life in end-stage renal disease patients: a randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation* [Internet], 32(7), 899–908.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29504416/>
- Sovatzidis, A., Chatzinikolaou, A., Fatouros, I. G., Panagoutsos, S., Draganidis, D., Nikolaidou, E., Avloviti, A., Michailidis, Y., Mantzouridis, I., Batrakoulis, A., Pasadakis, P., & Vargemezis, V. (2020). Intradialytic cardiovascular exercise training alters redox status, reduces inflammation and improves physical performance in patients with chronic kidney disease. *Antioxidants* [Internet], 9(9), 1–15.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32942555/>