

Evolución de los niveles de urea con la implementación de un programa de ejercicio físico intradiálisis

Alejandro Aguiar-Chávez, Isidora Gallardo-García, Binniza Martínez-López

Centro Médico Naval. Ciudad de México. México

Como citar este artículo:

Aguiar-Chávez A, Gallardo-García I, Martínez-López B. Evolución de los niveles de urea con la implementación de un programa de ejercicio físico intradiálisis. *Enferm Nefrol.* 2025;28(1):18-22

Correspondencia:

Alejandro Aguiar Chávez
alejandroaguiar390@gmail.com

Recepción: 04-04-24

Aceptación: 15-02-25

Publicación: 30-03-25

RESUMEN

Introducción: Los riñones de pacientes con enfermedad renal crónica no pueden filtrar y eliminar adecuadamente la urea. Niveles altos de esta molécula son perjudiciales para su salud. Existe evidencia de que el ejercicio ayuda a eliminar la urea durante la hemodiálisis.

Objetivo: Describir la evolución de los niveles de urea en el tiempo al realizar un programa de ejercicio físico aeróbico de baja intensidad en pacientes en hemodiálisis.

Material y Método: Estudio cuasi experimental longitudinal con 10 pacientes, en quienes se aplicó un programa de ejercicio aeróbico durante 14 semanas. Se registraron los niveles de urea antes y después de la hemodiálisis con análisis de nitrógeno ureico en sangre.

Resultados: Se observó una disminución en los niveles de urea de 107,58 a 79,34 mg/dL (hombres) y de 82,09 a 56,40 mg/dL (mujeres) en los análisis de nitrógeno ureico en sangre pre ejercicio entre las semanas 0 y 14 del programa de ejercicio ($p=0,022$).

Conclusiones: Realizar un programa de ejercicio físico aeróbico durante la sesión de hemodiálisis se relaciona con una disminución de los niveles de urea pre y post hemodiálisis a lo largo del tiempo. Por tanto, la implementación de ejercicio físico aeróbico podría estar relacionado con un aumento en la depuración de urea en pacientes con enfermedad renal crónica.

Palabras clave: enfermedad renal crónica; hemodiálisis; ejercicio aeróbico; urea.

ABSTRACT

Evolution of urea levels with the implementation of an intradialytic physical exercise program

Introduction: The kidneys of patients with chronic kidney disease cannot adequately filter and eliminate urea. High levels of this molecule are harmful to their health. There is evidence that exercise helps eliminate urea during hemodialysis.

Objective: To describe the evolution of urea levels over time when performing a low-intensity aerobic physical exercise program in hemodialysis patients.

Material and Method: We conducted a longitudinal quasi-experimental study with 10 patients, in whom an aerobic exercise program was applied for 14 weeks. Urea levels were recorded before and after hemodialysis with blood urea nitrogen analysis.

Results: A decrease in urea levels from 107.58 down to 79.34 mg/dL (men) and from 82.09 to 56.40 mg/dL (women) was observed in pre-exercise blood urea nitrogen analyses between weeks 0 and 14 of the exercise program ($p=0.022$).

Conclusions: Performing an aerobic physical exercise program while on hemodialysis is related to a decrease in pre and post-hemodialysis urea levels over time. Therefore, the implementation of aerobic physical exercise could be related to an increase in urea clearance in patients with chronic kidney disease.

Keywords: chronic kidney disease; hemodialysis; aerobic exercise; urea.

INTRODUCCIÓN

La enfermedad renal crónica (ERC) representa un grave problema de salud en todo el mundo. En México, tiene una prevalencia de 9.184,9 casos por cada 100.000 habitantes, de acuerdo con los datos más recientes del año 2021^{1,2}. Esta enfermedad plantea desafíos para la salud pública y genera repercusiones económicas considerables debido a los elevados costos asociados a los tratamientos para los pacientes que la padecen³.

Se ha demostrado que niveles altos de urea en pacientes con ERC, se asocian con una mayor mortalidad, problemas cardíacos y complicaciones como debilidad, anorexia, vómito, hipotermia o síndrome urémico⁴⁻⁶. La medición de los niveles de urea puede hacerse a través de distintas pruebas. Una es la prueba de nitrógeno ureico en sangre (BUN, por sus siglas en inglés), empleada para evaluar la función renal al medir la cantidad de urea en la sangre⁷. Las pruebas BUN pre son tomadas antes de la sesión de hemodiálisis, mientras que las BUN post se obtienen después de este procedimiento con la intención de examinar su eficacia.

De acuerdo con evidencia actual, ejercitarse durante la sesión de hemodiálisis contribuye en la reducción de los niveles de urea. Esto podría deberse a que el aumento del flujo sanguíneo a los tejidos de baja perfusión, como el músculo, puede incrementar el aclaramiento de urea⁸. Incluso, la combinación de entrenamiento aeróbico y de resistencia muscular en el curso de la hemodiálisis ha demostrado aumentar el flujo sanguíneo a nivel muscular. Esto puede facilitar el transporte de urea y toxinas desde los tejidos hacia el compartimento vascular, mejorando la eficacia del proceso de hemodiálisis⁹.

La actividad física también conduce a un mayor flujo difusivo en la urea del tejido al plasma y, en consecuencia, intensifica su eficacia para mejorar la hemodiálisis. Asimismo, se ha planteado que mantener un flujo sanguíneo elevado a los tejidos de baja perfusión al final de la diálisis elimina la urea durante el periodo de recuperación postdiálisis⁸.

Aunque la hemodiálisis por sí sola es clave en la eliminación de urea, la inclusión de ejercicio intradialítico se presenta como un complemento integral, tal como sugiere la evidencia presentada. No obstante, hay estudios en los que no se pudo comprobar que el ejercicio ayuda a eliminar la urea¹⁰.

Dado que las altas concentraciones de urea son perjudiciales en pacientes con ERC, sumado a que no hay un consenso sobre los beneficios del ejercicio, es importante investigar el impacto que tiene el ejercicio en la evolución de los niveles de urea en pacientes con dicha enfermedad.

El presente estudio tiene como objetivo describir la evolución de los niveles de urea en el tiempo al realizar un programa de ejercicio físico aeróbico de baja intensidad en pacientes en hemodiálisis.

MATERIAL Y MÉTODO

Diseño de estudio

Se diseñó un estudio de tipo cuasi experimental longitudinal, que fue llevado a cabo en la Unidad de Terapia de Reemplazo Renal del Centro Médico Naval (CEMENAV). Consistió en la implementación de un programa de ejercicio en pacientes con ERC durante la sesión de hemodiálisis en los meses de mayo, junio y julio de 2023.

Población y muestra

La población de estudio fueron pacientes con ERC que recibieron tratamiento de hemodiálisis en la Unidad de Terapia de Reemplazo Renal del CEMENAV. Se realizó un muestreo no probabilístico por conveniencia, ya que se incluyó el total de la población que cumplió con los criterios de inclusión, los cuales fueron: **a)** pacientes de ambos sexos; **b)** mayores de 20 años; **c)** sometidos a tratamiento de hemodiálisis (mínimo de tres meses); **d)** que cumplan el tratamiento de hemodiálisis tres veces por semana; **e)** que cuenten con un acceso vascular funcionante y **f)** que hayan firmado previamente el consentimiento informado.

Por su parte, fueron considerados como criterios de exclusión: **a)** pacientes con historial recurrente de complicaciones durante el tratamiento de hemodiálisis (hipotensión, taquicardia) en los últimos dos meses; **b)** diagnóstico de infarto de miocardio en los últimos seis meses; **c)** diagnóstico de accidente vascular cerebral; **d)** diagnóstico de arritmia; **e)** amputación de miembros inferiores; **f)** afectaciones musculoesqueléticas o respiratorias que empeoren con el ejercicio; **g)** pacientes con deserción voluntaria del programa; **h)** tres inasistencias al cumplimiento de los ejercicios físicos; **i)** complicaciones físicas en las sesiones de hemodiálisis, y **j)** hospitalizaciones recurrentes.

VARIABLES DE ESTUDIO

Para caracterizar a la muestra de estudio, se recogieron las variables sociodemográficas de edad (años cumplidos), sexo (hombre o mujer) y ocupación (militar activo, militar retirado y derechohabiente). La variable independiente fue el ejercicio físico aeróbico medida en tres fases: calentamiento, intensa y enfriamiento (minutos), y la variable dependiente fue la evolución de los niveles de urea (mg/dL).

Instrumento de recogida de datos

Se diseñó un instrumento para recoger los datos compuesto por dos secciones: la primera para las variables sociodemográficas y la segunda, para las variables ejercicio físico aeróbico y evolución de los niveles de urea. En esta última variable se consideraron para su registro las semanas (0, 6, 10, 14 y 16) y el momento en que se tomaron las muestras BUN pre y post ejercicio (inicio y final de la sesión de hemodiálisis, respectivamente).

Procedimiento

Al ingreso de los participantes en el servicio de hemodiálisis, se recolectaron los siguientes datos: peso corporal actual (verificando su peso seco) y signos vitales, como parte del

procedimiento rutinario del servicio, pero estos datos no se tomaron como variables de interés en el presente estudio. Se programó la máquina de hemodiálisis y después el paciente fue conectado. A los diez minutos de haber iniciado el tratamiento, se tomó una muestra de laboratorio BUN pre sin ejercicio.

A partir de la primera hora de tratamiento de hemodiálisis, los pacientes empezaron a realizar ejercicio aeróbico, sentados y sólo con los pies, utilizando la máquina de pedales estáticos elaborada con acero y caucho, que mide 37x49,5x23,5 cm y pesa 2,2 kg. La máquina tiene un display digital con cinco funciones: tiempo, contador, revoluciones, calorías y scan.

El programa de ejercicio se dividió en tres fases: fase de calentamiento (10 minutos), fase intensa (30 minutos) y fase de enfriamiento (10 minutos). Al terminar la sesión de hemodiálisis, se tomó una muestra de laboratorio BUN post.

El programa de ejercicio se llevó a cabo tres veces por semana, dentro de la sesión de hemodiálisis, con una duración de 50 minutos. Los participantes fueron organizados en dos grupos con días específicos para realizar el ejercicio: el primer grupo ingresó los lunes, miércoles y viernes, y el segundo grupo ingresó los martes, jueves y sábados.

En total, el programa tuvo una duración de tres meses consecutivos (mayo, junio y julio de 2023). Por su parte, el análisis de los niveles de urea en sangre mediante BUN se realizó en 5 etapas (semanas 0, 6, 10, 14 y 16). El programa de ejercicios comenzó en la semana 1 y finalizó en la semana 15. Tanto en las semanas 0 como 16 se aplicaron pruebas BUN pre y post sin ejercicio.

El investigador principal y el asesor clínico se encargaron de llevar a cabo el procedimiento de capacitación del paciente. De igual manera, ambos fueron responsables de supervisar y ejecutar el programa de ejercicio.

Análisis estadístico

El análisis de datos se realizó con el programa Excel. Las variables cuantitativas se expresaron mediante la media y desviación estándar (DE), en tanto que las variables cualitativas, mediante porcentajes y frecuencias. Se compararon los valores obtenidos mediante BUN pre y post ejercicio en las diferentes semanas del programa con la prueba de los rangos con signo de Wilcoxon, considerando $p \leq 0,05$ para determinar la significancia estadística.

Aspectos éticos

En toda la investigación se respetaron las normas del Comité de Ética de Investigación del CEMENAV y de la Declaración de Helsinki, con el objetivo de salvaguardar la integridad y los derechos de los participantes, así como su privacidad. Aunado a ello, la población de estudio dio su consentimiento informado previo a la investigación a través de la firma de un documento destinado para tal fin. Por su parte, el Comité de Investigación y el Comité de Ética en Investigación del CEMENAV aprobaron el proyecto de investigación.

RESULTADOS

A pesar de que este estudio tenía una población inicial de 50 pacientes adultos del servicio de hemodiálisis del CEMENAV, solo 13 (26%) cumplieron con los criterios de inclusión, firmaron el consentimiento informado e iniciaron el ejercicio físico. Sin embargo, tres pacientes decidieron abandonar el programa en la semana cuatro, por lo que únicamente continuaron 10 (20%).

De los 10 participantes, 50% (n=5) pertenecía al sexo masculino y el otro 50% (n=5) al sexo femenino. La distribución por edades mostró que el 10% (n=1) tenía entre 21 y 30 años; 40% (n=4), entre 41 y 50 años; 20% (n=2), entre 51 y 60 años y el 30% (n=3) restante tenía más de 60 años. En cuanto a la ocupación, 10% (n=1) era militar activo; 20% (n=2), militar retirado y 70% (n=7) era derechohabiente.

El valor promedio más alto del BUN pre ejercicio en hombres se registró en la semana 0 con una cifra de 107,58 mg/dL (DE=10,87 mg/dL); el promedio BUN post ejercicio fue de 37,62 mg/dL (DE=9,10 mg/dL) en esa misma semana. En las mujeres, el valor promedio del BUN pre ejercicio también fue más alto en la semana 0, pues se obtuvo 82,09 mg/dL (DE=12,17 mg/dL), mientras que el BUN post ejercicio arrojó un valor de 28,93 mg/dL (DE=6,91 mg/dL).

Los valores promedio más bajos del BUN pre y post ejercicio en hombres y mujeres se registraron en la semana 14. El BUN pre en hombres fue de 79,34 mg/dL (DE=13,46 mg/dL) y en mujeres de 56,40 mg/dL (DE=7,78 mg/dL). El BUN post en hombres tuvo un valor de 32,33 mg/dL (DE=8,69 mg/dL) y en mujeres fue de 16,71 mg/dL (DE=5,47 mg/dL).

Durante la semana 16 en la que se suspendió el ejercicio físico, las medias del BUN pre y post aumentaron respecto a la semana 14, pero fueron más bajas en comparación con la semana 0. Los datos completos de los valores BUN pre y post ejercicio en hombres y mujeres se pueden consultar en la **tabla 1**.

Se compararon los valores obtenidos mediante BUN pre y post ejercicio con la prueba de los rangos con signo de Wilcoxon. En primer lugar, los resultados revelan una diferencia significativa en las concentraciones de urea de la semana 0 (semana inicial en la que los pacientes no realizaron ejercicio físico) a la semana 16 (semana en la que tampoco se realizó ejercicio físico), registradas en la BUN pre. Específicamente, el índice arrojado por la prueba de Wilcoxon durante este periodo fue igual a 0,017.

Al contrastar los resultados de los análisis BUN pre de la semana 0 con los de la semana 14, la prueba arrojó un valor de 0,005; cuando se contrastaron los análisis del BUN post de la semana 0 y 14, se obtuvo un valor de 0,022. Finalmente, al comparar los resultados de los análisis BUN pre y post de la semana 14 con los de la semana 16, la prueba de Wilcoxon mostró un valor de 0,007 en las pruebas BUN pre y 0,005 en las BUN post. Estos datos muestran una diferencia significativa en los niveles de urea pre y post de las semanas compa-

Tabla 1. Media y desviación estándar del BUN con y sin ejercicio físico aeróbico (semanas 0-16) expresado en miligramos por decilitro (mg/dL).

Semana		Hombres		Mujeres	
		Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar
Semana 0 (S/E)	BUN pre	107,58	10,87	82,09	12,17
	BUN post	37,62	9,10	28,93	6,91
Semana 6 (C/E)	BUN pre	102,29	26,71	76,80	6,83
	BUN post	40,00	14,99	27,23	7,23
Semana 10 (C/E)	BUN pre	90,30	15,64	79,92	18,43
	BUN post	33,48	16,25	25,32	5,32
Semana 14 (C/E)	BUN pre	79,34	13,46	56,40	7,78
	BUN post	32,33	8,69	16,71	5,47
Semana 16 (S/E)	BUN pre	92,56	12,66	72,77	9,49
	BUN post	41,71	10,98	26,79	7,38

Nota: S/E: sin ejercicio. C/E: con ejercicio.

radas. Es importante considerar que en la semana 16 ya no se realizaba el programa de ejercicio (tablas 2 y 3).

Tabla 2. Diferencias en el BUN pre (comparación entre semanas).

Semanas	BUN promedio	p
0	94,83	0,017
16	82,67	
0	94,83	0,333
6	89,54	
0	94,83	0,005
14	67,87	
10	85,11	0,017
14	67,87	
14	67,87	0,007
16	82,67	

Tabla 3. Diferencias en el BUN post (comparación entre semanas).

Semanas	BUN promedio	p
0	33,27	0,799
6	33,61	
0	33,27	0,022
14	24,52	
10	29,40	0,047
14	24,52	
14	24,52	0,005
16	34,25	

DISCUSIÓN

En el presente estudio se implementó un programa de ejercicio intradialítico en pacientes con enfermedad renal crónica sometidos a hemodiálisis durante tres meses. Los resultados del seguimiento de la evolución de los niveles de urea parecen mostrar una disminución significativa de la urea en la sangre, mientras se realizaba el programa de ejercicios.

Estos hallazgos se comparan con estudios previos, como el de Alonso et al.⁹ y Paluchamy et al.¹¹, quienes exploraron el impacto del ejercicio en las sesiones de diálisis. En el caso de Alonso et al.⁹, realizaron una intervención con un diseño antes-después en el que participaron 29 pacientes. A diferencia del presente estudio, en aquél se siguió un plan de ejercicio aeróbico y de resistencia muscular en conjunto.

Para el primero se empleó una pedalera, tal como se hizo en este estudio. Igualmente, utilizaron una banda elástica para cuádriceps, dorsiflexores del pie y glúteos como parte del programa de resistencia muscular. La duración total de la sesión osciló entre 30 y 60 minutos.

Los resultados de Alonso et al.⁹ indican que la incorporación de ejercicio durante la diálisis evidenció mejoras en la eficiencia dialítica, con un aumento en la depuración de solutos, incluyendo la urea. Este resultado coincide con la evolución de los niveles de urea observada en este estudio, puesto que por medio de los análisis BUN pre y post se observó que los valores de urea se redujeron en los pacientes con el paso del tiempo cuando se implementó el programa de ejercicios. Resalta que los niveles de urea mostraron un aumento al dejar de implementarse el programa de ejercicios (82,67 mg/dL en la semana 16), aunque no llegaron a ser tan altos como antes de comenzar el programa (94,83 mg/dL en la semana 0).

Resultados similares se obtuvieron en la investigación de tipo experimental de Paluchamy et al.¹¹. La mencionada mostró mejoras en parámetros como Kt/V, urea en sangre, creatinina sérica, potasio sérico, fósforo y calidad de vida de 20 pacientes después de haber sido sometidos a un programa de ejercicio intradialítico a lo largo de las primeras dos horas de la diálisis. Este hallazgo, específicamente el de la disminución de urea en sangre, es compatible con el de la presente investigación. Se infirió que el programa llevado es complementario, conclusión a la que también se llega en el presente estudio.

Los estudios previos refuerzan la idea de que el ejercicio físico aeróbico contribuye a eliminar la urea durante la hemodiálisis, una conclusión a la que se llegó en el presente estudio, ya que la evolución de los niveles de urea sugiere una reducción de la urea en sangre, al menos durante el periodo en que se implementó el programa de ejercicios.

En contraste con los estudios anteriores, es evidente que son pocos los que han examinado un perfil de actividad física similar al presentado en este estudio. Los aspectos que se evaluaron en esos estudios y que se asemejan al presente incluyen la duración del programa (12 semanas), el momento de ejercicio durante la sesión de hemodiálisis (después de la primera hora de tratamiento) y la duración del ejercicio aeróbico utilizando pedales estáticos de baja intensidad (50 minutos).

Las limitaciones del presente estudio fueron que los resultados no se pueden extrapolar a otras poblaciones, dado que la población estudiada es mexicana; no fue posible conformar un grupo de control para contrastar el impacto del programa de ejercicios con los resultados obtenidos aquí; finalmente, el tamaño muestral es reducido y por eso tampoco pueden extrapolarse los resultados.

De acuerdo con los resultados obtenidos, es posible concluir que realizar un programa de ejercicio físico aeróbico durante la sesión de hemodiálisis se relaciona con una disminución de los niveles de urea pre y post hemodiálisis a lo largo del tiempo. Con base en los datos obtenidos, se puede afirmar que la aplicación del programa de ejercicio aeróbico podría aumentar la eliminación de urea durante el periodo en el que se ejecutó en complemento con el tratamiento de hemodiálisis, aunque no es posible afirmar que, de continuar su implementación, se mantenga una disminución constante de la urea.

Como recomendación se plantea la posibilidad de implementar el programa en las sesiones de hemodiálisis de los centros hospitalarios, con el fin de mantener el control de los niveles de urea en sangre y prevenir complicaciones futuras en pacientes con ERC. No obstante, es necesario el seguimiento de estos estudios con mayor población para evaluar la viabilidad, aceptabilidad y eficacia del programa.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Financiación

Los autores declaran no haber recibido financiación alguna.

BIBLIOGRAFÍA

- Lorenzo V, Luis D. Enfermedad Renal Crónica. Nefrología al día [Internet]. 2023 [consultado 11 Nov 2024]; Disponible en: <https://www.nefrologiaaldia.org/es-articulo-enfermedad-renal-cronica-136>
- Argaiz ER, Morales-Juárez L, Razo C, Ong L, Rafferty Q, Rincón-Pedrero R, et al. La carga de enfermedad renal crónica en México. Análisis de datos basado en el estudio Global Burden of Disease 2021. GMM [Internet]. 2023 [consultado 11 Nov 2024]; 159(6):12575. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/gmm/v159n6/2696-1288-gmm-159-6-501.pdf>
- García G, Chavez J. The Tragedy of Having ESRD in Mexico. *Kidney International Reports*. 2018;3(5):1027–9.
- Cruz Llanos LE, Cieza Zevallos JA. Relación entre el índice urémico y la función renal en pacientes con enfermedad renal crónica y en personas sanas. *Rev Med Hered*. 2022;32(4):216–23.
- Fundación Mayo para la Educación y la Investigación Médicas. Análisis de nitrógeno ureico en sangre [Internet]. 2024 [consultado 13 Nov 2024]; Disponible en: <https://www.mayoclinic.org/es/tests-procedures/blood-urea-nitrogen/about/pac-20384821>
- Mas S, Gracia Iguacel C, González-Parra E. Toxinas Urémicas. Nefrología al día [Internet]. 2023 [consultado 11 Nov 2024]; Disponible en: <https://www.nefrologiaaldia.org/es-articulo-toxinas-uremicas-603>
- American Kidney Fund. Prueba de nitrógeno ureico en sangre (BUN) [Internet]. 2023 [consultado 8 Nov 2024]; Disponible en: <https://www.kidneyfund.org/es/todo-sobre-los-rinones/las-pruebas-de-deteccion-de-la-enfermedad-renal/prueba-de-nitrogeno-ureico-en-sangre-bun>
- Fernández M, Ibarra J, Aguas E, González C, Quidequeo D. Revisión: Beneficios del ejercicio físico en pacientes con enfermedad renal crónica en hemodiálisis. *Enferm Nefrol*. 2018;21(2):167–81.
- Alonso M, Midley A, Crucelegui M, Patiño O, Galarza M, Phillipi R, et al. Evaluación de un programa de actividad física intradialítica en pacientes con hemodiálisis. *Nefrología Latinoamericana*. 2017;14(1):4–11.
- Brown PDS, Rowed K, Shearer J, MacRae JM, Parker K. Impact of intradialytic exercise intensity on urea clearance in hemodialysis patients. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2018;43(1):101–4.
- Paluchamy T, Vaidyanathan R. Effectiveness of intradialytic exercise on dialysis adequacy, physiological parameters, biochemical markers and quality of life - A pilot study. *Saudi Journal of Kidney Diseases and Transplantation*. 2018;29(4):902–10.



Artículo en **Acceso Abierto**, se distribuye bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>