



Article: Revisión

Prevalence and characteristics of post-exercise proteinuria in a sex-differentiated clinical sample

Prevalencia y características de la proteinuria post-ejercicio en una muestra clínica diferenciada por sexo

Rosa Cobeña Tallado^{1*}  

¹ Universidad del Pacifico, Ecuador

*Corresponding author: Rosa Cobeña Tallado 

Revised: 04-january-2025 Accepted: 24-january-2025 Published: 31-january-2025

Cite as:

Cobeña Tallado, R. (2025). Prevalencia y características de la proteinuria post-ejercicio en una muestra clínica diferenciada por sexo. Sapiens in Health Sciences International Journal, 3(1), 1-9.

<https://doi.org/10.71068/hs000050>

ABSTRACT

In 1878, Leube documented that, of a group of 119 soldiers whose first urine of the day was protein-free, 14 developed proteinuria after a prolonged training march, which motivated the present study, aimed at identifying the presence of exercise-induced proteinuria in patients of the Tenancingo Regional Hospital of the ISSEMYM who were subjected to physical exertion. To this end, a cross-sectional, observational, and descriptive study was conducted in a sample of 29 individuals (11 men and 18 women) aged between 42 and 76 years, diagnosed with obesity, type 2 diabetes mellitus, and systemic arterial hypertension, who participated in the controlled medical physical exercise program of said institution. An initial assessment of protein in morning urine was performed before exercise, followed by a second sample within 30 minutes after the stipulated physical activity, and a third sample collected 48 hours later, during which time they were asked not to engage in physical activity. The study was conducted between June and November 2011 and revealed that 21% of participants presented exercise-induced proteinuria, suggesting a possible low tolerance to the intensity of the effort applied in the session (Leube, 1878).

Keywords: Exercise-induced proteinuria; Gender differences; Renal function; Physical exertion.

RESUMEN

En 1878, Leube documentó que, de un grupo de 119 soldados cuya primera orina del día no presentaba proteínas, 14 desarrollaron proteinuria tras una prolongada marcha de instrucción, lo que motivó el presente estudio orientado a identificar la presencia de proteinuria inducida por ejercicio físico en pacientes del Hospital Regional Tenancingo del ISSEMYM sometidos a esfuerzo físico. Para ello, se desarrolló una investigación transversal, observacional y descriptiva en una muestra de 29 personas (11 hombres y 18 mujeres) de entre 42 y 76 años, diagnosticadas con obesidad, diabetes mellitus tipo 2 e hipertensión arterial sistémica, quienes participan en el programa de ejercicio físico médico controlado de dicha institución. Se realizó una primera evaluación de proteínas en la orina matutina antes del ejercicio, seguida por una segunda toma dentro de los 30 minutos posteriores a la actividad física estipulada, y una tercera muestra recolectada 48 horas después, durante las cuales se les pidió no realizar actividad física. El estudio se llevó a cabo entre junio y noviembre de 2011 y reveló que el 21% de los participantes presentó proteinuria inducida por el ejercicio, lo cual sugiere una posible baja tolerancia a la intensidad del esfuerzo aplicado en la sesión (Leube, 1878).

Palabras clave: Proteinuria inducida por ejercicio; Diferencias por género; Función renal; Esfuerzo físico.

INTRODUCTION

Durante el siglo XIX se iniciaron las primeras indagaciones sobre cómo la actividad física influye en el funcionamiento renal. En 1878, Leube fue uno de los pioneros en detectar este fenómeno al encontrar que 14 de 119 soldados, cuyos análisis matutinos de orina no mostraban presencia proteica, desarrollaban proteinuria luego de una extensa jornada de marcha¹. Más adelante, Collier confirmó en 1907 este fenómeno en remeros, interpretándolo como una respuesta funcional del organismo¹. Posteriormente, se consideró que la aparición de albuminuria tras una competencia de maratón se debía al trauma físico generado por la carrera, mientras que otras teorías la atribuían a una acidosis metabólica o a modificaciones hemodinámicas en la perfusión renal.

Relación entre ejercicio y aparición de proteinuria

Los estudios disponibles hasta la actualidad evidencian que la aparición de proteinuria inducida por el ejercicio está más vinculada con la intensidad del esfuerzo que con su duración. Se trata de una condición transitoria que puede observarse hasta 30 minutos después de culminada la actividad física, y tiende a resolverse completamente dentro de las siguientes 24 a 48 horas².

Definición clínica de proteinuria

La proteinuria se define como la presencia anormal de proteínas en la orina. En adultos, se considera clínicamente significativa cuando la excreción proteica excede los 150 mg en 24 horas. La albúmina, como principal proteína plasmática, posee una concentración aproximada de 4.0 g/dL en el suero, representando entre el 50% y 60% del total proteico plasmático. Con un peso molecular de 66 kDa, formada por 585 aminoácidos y con una estructura elíptica, se sintetizan diariamente entre 9 y 12 gramos de esta proteína altamente soluble³. Aunque la mayor parte de la albúmina se encuentra en el espacio extravascular (160 g en el intersticio y 140 g en el compartimento circulatorio), alrededor del 5% se filtra por los capilares cada hora y es reciclada cada 18 horas por el sistema linfático. Evidencias recientes señalan que la proteinuria puede provocar daño directo en el glomérulo y las células tubulares proximales, contribuyendo a la fibrosis glomerular y túbulo-intersticial.

Consecuencias de la persistencia de proteinuria

Cuando la proteinuria se mantiene en el tiempo, puede interferir en la resolución del daño renal, lo que propiciaría la progresión hacia fibrosis⁴. La microalbuminuria, considerada una forma incipiente de proteinuria patológica, se ha asociado con un mayor riesgo de nefroesclerosis y fallo renal, siendo actualmente un marcador temprano en enfermedades como la diabetes mellitus y la hipertensión arterial. También se ha observado que constituye un predictor de mortalidad independiente en individuos no diabéticos, de acuerdo con análisis multivariantes⁵.

Clasificación fisiopatológica de la proteinuria

Desde el punto de vista fisiopatológico, la proteinuria puede clasificarse en glomerular, tubular o de desbordamiento. La forma glomerular es la más común en los casos patológicos, producida por alteraciones en la permeabilidad de la membrana basal glomerular que permiten el paso de albúmina e inmunoglobulinas⁶.

Proteinuria en condiciones no patológicas

Existen situaciones en las que la proteinuria no refleja una enfermedad renal subyacente, como ocurre durante el ejercicio intenso, el embarazo sin complicaciones, episodios febriles, convulsiones, infecciones o insuficiencia cardíaca. En estos casos, la alteración se asocia a condiciones hemodinámicas transitorias mediadas principalmente por angiotensina II y noradrenalina⁷.

Microalbuminuria y métodos de detección

La microalbuminuria se define como una excreción persistente de albúmina urinaria entre 30 y 300 mg al día. Aunque no es detectable mediante tiras reactivas comunes, se puede medir con precisión a través de métodos como el radioinmunoanálisis (ELISA)⁸. Para simplificar su estudio, algunos autores recomiendan su evaluación en muestras de orina matutina o mediante la relación albúmina/creatinina, la cual depende del patrón habitual de excreción de creatinina. No obstante, cualquier resultado positivo debe confirmarse mediante análisis de orina de 24 horas. Factores como la fiebre, el ejercicio físico, el mal control glucémico o la insuficiencia cardíaca pueden causar elevaciones transitorias.

Implicaciones clínicas de la proteinuria patológica

La proteinuria clínica se diagnostica cuando la excreción urinaria supera los 300 mg/dL, y sus niveles permiten clasificarla en leve (<2 g/día), moderada (2–3,5 g/día) o severa (>3,5 g/día, característica del síndrome nefrótico). La elevación de proteínas en la orina inducida por el ejercicio se categoriza como una proteinuria transitoria, dado que desaparece entre las 24 y 48 horas posteriores a la actividad. Esta situación no tiene consecuencias clínicas importantes, ya que está más relacionada con la intensidad que con la duración o el tipo de ejercicio realizado.

Algunos estudios indican que esta proteinuria transitoria se debe a un aumento en la permeabilidad de la membrana glomerular, así como a una saturación de la reabsorción tubular de las proteínas filtradas. En ejercicios submáximos predomina la proteinuria glomerular, mientras que en actividades de máxima intensidad se observa una combinación de proteinuria glomerular y tubular. Además, la modalidad del ejercicio influye: los corredores tienden a presentar niveles mayores de proteinuria comparados con los nadadores.

Tipos de proteinuria y mecanismos subyacentes

La proteinuria glomerular se caracteriza por la eliminación predominante de albúmina, como consecuencia de un aumento en la permeabilidad de la membrana basal glomerular. Por su parte, la proteinuria tubular está compuesta por proteínas de bajo peso molecular (<40 kDa) como la β 2-microglobulina, proteína fijadora de retinol, lisozima y cadenas ligeras, las cuales son filtradas fácilmente pero reabsorbidas por el túbulo renal, a menos que exista lesión tubular⁹.

Efectos del ejercicio sobre la hemodinámica renal

Durante la actividad física, el flujo plasmático renal disminuye significativamente, pasando del 20–25% del gasto cardíaco en reposo a tan solo 1–3% durante el ejercicio. Esta disminución puede derivar

en hematuria, proteinuria o incluso anuria. Mientras que el ejercicio leve puede incrementar la filtración glomerular, el ejercicio intenso tiende a reducirla. Esta reducción es proporcional tanto a la intensidad como a la duración del esfuerzo físico, siendo más pronunciada en actividades prolongadas. Por ejemplo, en ejercicios que alcanzan el 50% del VO_2 máx., el filtrado glomerular apenas se modifica, pero a partir de ese punto, se reduce progresivamente hasta llegar al 60% de su valor basal. En actividades extenuantes, el descenso puede superar el 80%¹⁰.

A medida que disminuye el flujo plasmático renal, se incrementa la fracción de filtración, pasando de un 20% en reposo a más del 30% en ejercicios intensos. Esto es producto de mecanismos de autorregulación renal, que incluyen la activación del sistema renina-angiotensina y la influencia del sistema simpático. La reducción del flujo tubular distal estimula la mácula densa, que induce una vasoconstricción de la arteriola eferente para preservar la presión hidrostática glomerular y mantener la tasa de filtración¹¹.

Cambios en la permeabilidad y efectos sobre la orina

La isquemia relativa inducida por el ejercicio contribuye a un incremento en la permeabilidad de la barrera de filtración glomerular, permitiendo el paso de proteínas de tamaño mediano o grande y con carga negativa a la orina primaria, lo que facilita el desarrollo de proteinuria transitoria (especialmente de tipo albúmina). Mientras que los efectos sobre el filtrado glomerular están bien descritos, los impactos del ejercicio en la reabsorción tubular aún no están completamente esclarecidos. En nadadores, las alteraciones en los niveles iónicos urinarios son menos marcadas, posiblemente debido al desplazamiento de líquido intersticial hacia el espacio intravascular durante el ejercicio.

METHOD

Se desarrolló una investigación de tipo transversal, observacional y con enfoque descriptivo. La muestra, seleccionada de manera aleatoria, incluyó a 29 personas, compuesta por 11 varones y 18 mujeres, cuyas edades oscilaban entre los 42 y 76 años. Dentro de este grupo, cinco participantes fueron diagnosticados con diabetes mellitus tipo 2, catorce presentaban hipertensión arterial sistémica, tres padecían simultáneamente diabetes mellitus tipo 2 e hipertensión arterial sistémica, otros tres fueron identificados con obesidad grado 2 y cuatro no manifestaban patologías aparentes. Todos los individuos formaban parte del programa de ejercicio físico médico controlado ofrecido en el Hospital Regional de Tenancingo del ISSEMYM. La investigación se llevó a cabo entre los meses de junio y noviembre del año 2011.

Se excluyó a los sujetos que presentaban niveles de glucosa capilar superiores a 250 mg/dl antes de iniciar la actividad física, así como a quienes registraban cifras de presión arterial sistólica por encima de los 150 mm/Hg o diastólica mayor a 100 mm/Hg. También se descartaron aquellos con enfermedades agudas o lesiones que impidieran la ejecución del ejercicio. En el día asignado para la intervención, se tomó una muestra de orina para determinar la presencia de proteínas, previa a la sesión física. Posteriormente, los participantes realizaron una rutina de ejercicio estandarizada conforme a los lineamientos del programa médico del instituto.

Sesión de ejercicio

La actividad física se efectuó a las 08:00 horas en un área verde del Hospital Regional Tenancingo del ISSEMYM, en un espacio cubierto de césped con una extensión de aproximadamente 600 metros cuadrados y una ligera inclinación. Antes de comenzar, se midieron de forma rutinaria los valores de presión arterial, así como las frecuencias cardíaca y respiratoria, mediante el método auscultatorio.

A continuación, los integrantes del grupo formaron un círculo alrededor del equipo encargado (conformado por un médico y una enfermera), y se dio inicio a la rutina con movimientos articulares circulares en hombros, codos y cintura, realizados en una serie de 10 a 15 repeticiones. Luego, se llevaron a cabo cuatro vueltas caminando alrededor del círculo, seguidas de desplazamientos sobre puntas y talones. Posteriormente, cada miembro participó pasando al centro del círculo para proponer un ejercicio que el grupo replicaba.

La sesión incluyó una dinámica con pelota, en la cual se trabajó por parejas lanzando el objeto tanto por el aire como rodándolo. Finalmente, se efectuaron ejercicios de estiramiento para relajar articulaciones proximales y distales, con el propósito de facilitar el retorno a la calma. La actividad culminó con una canción grupal acompañada de aplausos. En total, la sesión tuvo una duración de 55 minutos.

En los primeros 30 minutos posteriores a la actividad, se realizó una segunda medición de proteínas en orina. Además, se solicitó a los participantes abstenerse de realizar actividad física durante las siguientes 48 horas. Al cabo de este periodo, se recolectó una tercera muestra de orina para evaluar la posible presencia de proteinuria persistente. El procesamiento de las muestras fue realizado por un laboratorista clínico certificado, utilizando tiras reactivas Combur 10 Test UX de la marca Roche. La implementación del estudio fue autorizada por cada participante mediante la firma del consentimiento informado.

RESULTS

En una muestra compuesta por 29 sujetos, se identificó la presencia de proteinuria en únicamente 3 casos, lo cual representa el 10% del total de participantes evaluados (ver Tabla 1). En estos tres pacientes, el análisis cualitativo arrojó resultados equivalentes a un valor de "+".

En cuanto a la distribución por género, se halló que dos pacientes masculinos y una paciente femenina presentaron esta alteración (ver Tabla 2). Específicamente, el 18% de los hombres y el 6% de las mujeres mostraron signos de proteinuria antes de llevar a cabo la sesión de actividad física.

Proteinuria después de la sesión de ejercicio físico

En el análisis realizado posterior a la actividad física, se evidenció un aumento en la frecuencia de proteinuria dentro del grupo estudiado. Como se detalla en la Tabla 3, el 31% de los participantes manifestaron presencia de proteinuria luego del ejercicio. De este subgrupo, cuatro individuos presentaron niveles cuantitativos equivalentes a "++", de los cuales dos ya presentaban proteinuria antes del ejercicio físico (ver Tabla 4).

Proteinuria por género después del ejercicio físico

La distribución de casos positivos por sexo, una vez concluida la actividad física, se encuentra reflejada en la Tabla 4. En ella se observa que el 27% de los hombres (3 de 11) y el 33% de las mujeres (6 de 18) presentaron proteinuria posterior a la sesión de ejercicio físico.

Proteinuria a las 48 horas del ejercicio físico

Según se expone en la Tabla 5, en un 21% de los participantes, la proteinuria ya no era detectable 48 horas después de la actividad física, lo cual sugiere que la alteración fue provocada por el esfuerzo físico intenso. En contraste, aquellos individuos que ya presentaban proteinuria previa a la sesión continuaron mostrando una proteinuria persistente, lo que podría indicar una condición subyacente no relacionada directamente con el ejercicio físico.

Tabla 1. Proteinuria pre-ejercicio

Resultado	Número	Porcentaje
Positivos	3	10%
Negativos	26	90%
Total	29	100%

Tabla 2. Proteinuria pre-ejercicio por género

Género	Casos positivos	Porcentaje
Hombres (n=11)	2	18%
Mujeres (n=18)	1	6%

Tabla 3. Proteinuria posterior al ejercicio físico

Resultado	Número	Porcentaje
Positivos	9	31%
Negativos	20	69%
Total	29	100%

Tabla 4. Proteinuria posterior al ejercicio físico por género

Género	Casos positivos	Porcentaje
Hombres (n=11)	3	27%
Mujeres (n=18)	6	33%

Tabla 5. Proteinuria a las 48 horas del ejercicio físico

Resultado posterior	Número de pacientes	Porcentaje
Proteinuria negativa	6	21%
Proteinuria persistente	3	10%

DISCUSSION

En el presente estudio, se identificó que el 21% de los participantes presentó proteinuria posterior a la actividad física, lo cual sitúa este hallazgo dentro de un rango aceptable y comparable con los datos reportados en la literatura científica revisada. Asimismo, se evidenció una mayor incidencia de proteinuria previa al ejercicio en individuos del sexo masculino.

Tabla 5. Proteinuria inducida por el ejercicio físico

Resultado	Número	Porcentaje
Positivos	6	21%
Negativos	23	79%

Por otro lado, tras la actividad física se registró un porcentaje ligeramente superior de proteinuria en la cohorte femenina. Este hallazgo resulta coherente desde un punto de vista fisiológico, considerando que los varones poseen mayor proporción de tejido metabólicamente activo en comparación con las mujeres. En cuanto a la cuantificación de la proteinuria, se observó una mayor frecuencia de casos con valores (++) en el grupo masculino, posiblemente debido a características específicas de la muestra analizada.

Respecto a la distribución de la proteinuria inducida por ejercicio según el sexo, se evidencia un porcentaje más elevado en mujeres. Además, aquellas con concentraciones más altas de proteínas urinarias posteriores al ejercicio también pertenecen al grupo femenino, lo que respalda la hipótesis de que las mujeres presentan una menor capacidad de adaptación al volumen de carga del ejercicio en comparación con los hombres.

Es importante subrayar que los participantes que ya presentaban proteinuria antes de la actividad física mostraron una persistencia de esta condición, incrementando la concentración proteica en orina tras el esfuerzo físico.

CONCLUSIONS

La evidencia recopilada demuestra que la proteinuria inducida por ejercicio físico representa un fenómeno fisiológico relevante, presente en una proporción significativa de la muestra estudiada (21%). Este hallazgo se encuentra dentro de los parámetros reportados en estudios previos sobre función renal y esfuerzo físico (1,2,3). Se observó una mayor prevalencia de proteinuria previa al ejercicio en varones, probablemente asociada a diferencias en la masa muscular y el tejido metabólicamente activo (4,6,9). Sin embargo, tras la actividad física, las mujeres mostraron una mayor frecuencia y concentración de proteinuria, lo que puede reflejar una menor tolerancia renal al estrés físico en comparación con los hombres (5,10,11). Este patrón también apoya la hipótesis de una respuesta glomérulo-tubular diferencial según el sexo, ya observada en investigaciones previas (7,11,12).

Por otro lado, la persistencia de proteinuria en quienes la presentaban antes del ejercicio sugiere la necesidad de evaluar posibles condiciones subyacentes o predisposición individual (3,8). En conjunto, estos resultados subrayan la importancia de considerar el género y el estado renal basal al analizar la proteinuria en contextos de esfuerzo físico, lo cual puede optimizar tanto el diagnóstico diferencial como la toma de decisiones clínicas (5,9).

Este estudio contribuye al cuerpo de conocimiento sobre fisiología renal en condiciones de ejercicio y plantea la necesidad de investigaciones adicionales que profundicen en las respuestas adaptativas del sistema renal ante diferentes intensidades de carga física.

BIBLIOGRAPHIC REFERENCES

Borrás, M., & Romero, R. (1990). Fisiología renal. En *Medicine: Tratado de medicina interna*, 55, 24–40.

- Brenner, B. M., Hostetter, T. H., & Hebert, S. C. (2010). Trastornos de la función renal. En E. Braunwald et al. (Eds.), *Harrison: Principios de medicina interna* (20.^a ed., pp. 1315–1322). México: Interamericana.
- Carroll, M., & Jonathan, L. (2002). La proteinuria en adultos: un enfoque de diagnóstico. *Escuela de Medicina de Madison, Wisconsin*, septiembre, 31–36.
- Durán López, M. D., Mendoza Espinosa, J., & Freire Macías, J. (1986). Microalbuminuria, repercusiones renales del ejercicio físico intenso. *Control metabólico y retinopatía. Estudio de 44 pacientes con diabetes mellitus tipo I. Medicina Clínica (Barcelona)*, 87, 407–409.
- García Vallejo, O., Campo, C., Rodicio, J. L., et al. (1996). Microalbuminuria en la práctica clínica. *Enfermedad Vascular Hipertensiva*, 4, 15–22.
- Guyton, A. C. (2011). *Tratado de fisiología médica* (12.^a ed., pp. 323–409). Elsevier.
- López-Jimeno, C. (1990). Hemodinámica renal durante el ejercicio. *Archivo de Medicina del Deporte*, 7(25), 79–80.
- Parra, G., Rodríguez-Iturbe, D., & Sellares, V. L., et al. (1998). Estudio de las alteraciones en el examen de orina: hematuria y proteinuria. En *Manual de nefrología clínica, diálisis y tratamiento renal* (pp. 1–52). Madrid: Harcourt Brace de España.
- Pérez Redondo, R., Bustamante, J., & De Paz, J. A. (2002). La actividad física como modificador de la función renal. *Revisión histórica ICAFD de Castilla y León. Servicio de Nefrología del HCU de Valladolid. Nefrología*, 22, 1–50.
- Pérez Ruiz, M., López Chicharro, J., Legido Arce, J. C., et al. (1993). Alteraciones urinarias en corredores de larga distancia: origen mixto glomérulo-tubular. *Archivo de Medicina del Deporte*, 10(40), 421–426.
- Xanuy-Bescós, X., & Peirau-Terés, X. (1995). Hematuria de esfuerzo: análisis de su incidencia en un grupo de fondistas. *Archivo de Medicina del Deporte*, 12(45), 9–12.
- Álvarez, L. A., Dieguez, A., Saint Remy, A., et al. (1984). Determinación de proteínas en orina por inmunodifusión radial: preparación de la muestra. *Revista de Diagnóstico Biológico*, 33, 248–250.

FUNDING:

Los autores declaran que este estudio no recibió ningún tipo de financiación externa por parte de agencias públicas, privadas, ni de organizaciones sin ánimo de lucro. Todas las actividades de investigación, análisis y desarrollo fueron realizadas con recursos propios.

CONFLICT OF INTEREST:

Los autores declaran que no tienen conflictos de intereses relacionados con este estudio y que todos los procedimientos seguidos cumplen con los estándares éticos establecidos por la revista. Asimismo, confirman que este trabajo es inédito y no ha sido publicado, ni parcial ni totalmente, en ninguna otra publicación.

AUTHOR CONTRIBUTION

Nombres de autores e iniciales: Rosa Cobeña Tallado (RCT)

1. Conceptualización: (RCT)

2. Curación de datos: (RCT)
3. Análisis formal: (RCT)
4. Adquisición de fondos: (RCT)
5. Investigación: (RCT)
6. Metodología: (RCT)
7. Administración del proyecto: (RCT)
8. Recursos: (RCT)
9. Software: (RCT)
10. Supervisión: (RCT)
11. Validación: (RCT)
12. Visualización: (RCT)
13. Redacción – borrador original: (RCT)
14. Redacción – revisión y edición: (RCT)