



Revista de
**Medicina e
Investigación**

www.elsevier.es



ARTÍCULO ORIGINAL

Proteinuria inducida por ejercicio físico

H. M. Tlatoa Ramírez*, J. C. López López, H. G. Luna Blas, J. A. Aguilar Becerril y H. L. Ocaña Servín

Centro de Medicina de la Actividad Física y el Deporte (CEMAFyD), Universidad Autónoma del Estado de México

PALABRAS CLAVE

Proteinuria inducida por ejercicio.

Resumen

Introducción: Leube en 1878 observa que de 119 soldados cuya orina de la mañana estaba libre de proteínas, 14 desarrollaban proteinuria después de una larga marcha de instrucción, por lo que con el objetivo de determinar si existe proteinuria inducida por ejercicio físico en pacientes sometidos a esfuerzo del Hospital Regional Tenancingo del ISSEMYM se realizó el presente estudio.

Materiales y métodos: Se realizó un estudio de tipo transversal, observacional y descriptivo en una población de 29 individuos; 11 hombres y 18 mujeres de 42 a 76 años de edad, con diagnósticos de obesidad, diabetes mellitus tipo 2 e hipertensión arterial sistémica, que acuden al programa de ejercicio físico medico controlado en el hospital regional Tenancingo del ISSEMYM. Se realizó una determinación de proteínas en orina previo a la sesión de ejercicio en una muestra de la primer orina de la mañana. Posteriormente, se sometió al grupo de estudio a una sesión de ejercicio físico predeterminada de acuerdo al programa de ejercicio físico medico controlado del instituto. Dentro de los primeros 30 minutos posteriores a la sesión de ejercicio físico se realizó una segunda determinación de proteínas en orina. Se pidió al grupo de estudio que no realizara ejercicio físico en las 48 horas posteriores a la sesión de ejercicio y se convocó a acudir a las 48 horas de la segunda muestra, para la recolección de una tercer muestra de orina. El estudio se realizó de junio a noviembre del año 2011.

Resultados: Del análisis de resultados se encuentra al 21% del grupo de estudio con proteinuria inducida por ejercicio físico.

Conclusión: Del análisis de los resultados obtenidos, se muestra que en el 21% de los pacientes integrantes del grupo de estudio presentan proteinuria inducida por ejercicio físico. Indicando así probablemente una mala tolerabilidad a la intensidad de la carga aplicada en su sesión de ejercicio físico.

*Autor para correspondencia: Centro de Medicina de la Actividad Física y el Deporte (CEMAFyD), Facultad de Medicina, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México, México Eduardo Monroy Cardenas s/n Col. San Buenaventura, Toluca Estado de México, México CP 5011. Teléfono 722 2780802. Correo electrónico: medicinadeldeporteuaemex@gmail.com

KEYWORDS

Exercise-induced proteinuria.

Physical exercise induced proteinuria**Abstract**

Introduction: Leube in 1878 showed that 14 out of 119 soldiers whose morning urine was free of protein, developed proteinuria after a long march of instruction. This study was conducted in order to determine whether physical exercise induced proteinuria in patients of the Regional Hospital ISSEMyM Tenancingo,

Materials and methods: A cross, observational, descriptive study was conducted in 29 individuals: 11 men and 18 women of 42 to 76 years old with diagnoses of obesity, type 2 diabetes mellitus and systemic hypertension, who came to the program of medical exercise controlled in the Regional Hospital of ISSEMyM Tenancingo. A determination of proteins was performed prior to exercise with a first morning urine sample. After that, the study group performed a predetermined physical exercise session. Within the first 30 minutes of physical exercise, we obtained a 2nd determination of urinary protein. The study group was instructed to not perform exercise within 48 hours after the exercise session and at 48 hrs, we collected a third simple. The study was conducted from June to November 2011.

Results: We found that 21% of the study group had proteinuria induced by physical exercise.

Conclusion: This study shows exercise-induced proteinuria is due to a poor tolerability to the intensity of the applied exercise load.

Introducción

A partir del siglo XIX comienzan a realizarse las primeras observaciones relacionadas a los efectos de la actividad física sobre la función renal. Leube¹ en 1878 observa que de 119 soldados cuya orina de la mañana estaba libre de proteínas, 14 desarrollaban proteinuria después de una larga marcha de instrucción. Collier¹ en 1907, ratifica este hallazgo en remeros y los considera una alteración funcional. Unos años después se atribuye la albuminuria, que aparece tras una prueba de maratón, al trauma mecánico producido por la propia carrera; en tanto que otros consideraron a la acidosis responsable de la proteinuria o a posibles cambios en la circulación renal.

De la lectura de la mayoría de los trabajos publicados hasta la fecha, se pone en evidencia que la proteinuria del ejercicio se relaciona más con la intensidad del ejercicio que con la duración. Se trataría de un evento transitorio que, presentándose dentro de los 30 minutos pos ejercicio, deja de ser evidente a las 24-48Hs de finalizado el mismo².

La proteinuria es la presencia de proteínas en la orina. Clínicamente, en adultos, una excreción urinaria de proteínas superior a 150 mg en 24 horas, define la proteinuria. La principal proteína plasmática es la albúmina, la cual tiene una concentración de 4.0 g/dL en suero (representa cerca del 50-60% de las proteínas plasmáticas). Tiene un peso de 66kD, está compuesta por 585 AA y es de forma elíptica. Se producen de 9 a 12g por día y es muy soluble³. Es predominantemente extravascular, con un total de 160g en el intersticio y 140g en el volumen circulatorio. Alrededor del 5% se filtra por los capilares cada hora, y se recicla cada 18 horas, por medio del sistema linfático. Hay datos que indican que la proteinuria puede ocasionar un daño directo al glomérulo y a las células tubulares proximales, que favorecerían una fibrosis glomerular y túbulo-intersticial.

El mantenimiento continuado de la proteinuria impediría la resolución de este proceso, que evolucionaría hacia la

fibrosis⁴. Numerosos autores indican la posibilidad de que la microalbuminuria puede predecir qué individuos tienen riesgo de sufrir nefroesclerosis y fallo renal; por lo que actualmente está siendo utilizada como una guía de nefropatía incipiente en diabetes y en la hipertensión arterial sistémica. Existe evidencia de que la microalbuminuria predice la mortalidad en personas no diabéticas, como factor independiente en los análisis multivariantes⁵. Los mecanismos fisiopatológicos de la proteinuria pueden ser clasificados como glomerulares, tubulares o de desbordamiento. La enfermedad glomerular es la causa más común de la proteinuria patológica. Varias anomalías pueden alterar la permeabilidad de la membrana basal glomerular, lo que resulta en la pérdida urinaria de albúmina y, inmunoglobulinas⁶.

En ciertas situaciones, como el ejercicio intenso, gestación no complicada, fiebre, convulsiones, infecciones e insuficiencia cardíaca puede aparecer proteinuria que no expresa patología glomérulo-tubular, sino unas condiciones especiales de filtración glomerular por lo general mediadas por la angiotensina II y la noradrenalina⁷. De las proteinurias persistentes o patológicas, y según sus características y cuantía podemos ejemplificar: microalbuminuria. La eliminación urinaria normal de albúmina es de 5 a 30 mg/día. Albuminurias persistentes entre 30 y 300 mg/día se consideran patológicas y se denominan microalbuminuria. Este grado de albuminuria no es detectable por las tiras reactivas convencionales para orina. Lo ideal es efectuar la medición en orina de 24 h mediante radioinmunoanálisis, técnica de radioinmunoanálisis (ELISA)⁸. Por simplificar, se ha sugerido que se podría determinar en orina de períodos más cortos o en muestras de primera hora de la mañana; La relación con la concentración de creatinina en la misma orina. Esta relación depende de la excreción diaria habitual de creatinina.

Los casos positivos se deberían confirmar en orina de 24 horas. La fiebre, el ejercicio, el mal control de la glucemia y la insuficiencia cardíaca pueden causar microalbuminuria transitoria. Su detección tiene importancia en la diabetes e

hipertensión arterial por implicar afectación glomerular incipiente. Se puede considerar como un factor de predicción de riesgo cardiovascular. Proteinuria patológica o clínica: Se caracteriza por una proteinuria persistente mayor de 300mg/dl. Las cifras de la proteinuria patológica tienen valor pronóstico y condicionan la pauta de diagnóstico y tratamiento. Se consideran leves las proteinurias menores de 2 g/día, medias entre 2 y 3,5 g/día; valores superiores definen el síndrome nefrótico. El aumento de la concentración de proteínas en orina, luego de la actividad física intensa, es clasificada dentro de las proteinurias transitorias, dado a que desaparecen luego de 24-48hs de finalizada la misma no tendría implicancia clínica y estaría relacionada con la intensidad del mismo y no tanto con la duración o el tipo de ejercicio. Algunos autores explican la proteinuria inducida por ejercicio por un aumento de la permeabilidad de la membrana glomerular y una saturación de la reabsorción tubular de las proteínas filtradas. En los ejercicios submáximos predomina la proteinuria de tipo glomerular; y cuando los ejercicios son máximos la proteinuria es de tipo mixto, glomerular y tubular. Asimismo, el tipo de ejercicio, también parece influir en las características de la proteinuria; siendo ésta mayor en corredores que en nadadores. La proteinuria de origen glomerular está constituida preferentemente por albúmina y se debe a un aumento anormal de la permeabilidad de la membrana basal para las proteínas plasmáticas. La proteinuria por causa tubular está constituida por proteínas de bajo peso molecular (<40.000): B2 microglobulina, proteína fijadora de retinol, lisozima, o las cadenas ligeras; estas proteínas son filtradas fácilmente por los glomérulos, pero son absorbidas en el túbulo, salvo cuando existe lesión tubular⁹. Durante el ejercicio, el flujo plasmático renal está disminuido, debido a una vasoconstricción en las arterias renales, pasando del 20-25% del gasto cardíaco en reposo, al 1-3% en el ejercicio. Esto puede tener consecuencias patológicas, como hematuria, proteinuria y anuria, entre otras. Al parecer el ejercicio suave incrementa la filtración glomerular, mientras que el ejercicio intenso la disminuye. El descenso de la circulación renal durante el ejercicio es proporcional a su intensidad y duración; y es más importante en los ejercicios prolongados que en los cortos. En ejercicios ligeros (alrededor del 50% del VO₂ máx.) apenas se modifica el filtrado glomerular. A partir de esta intensidad el filtrado glomerular disminuye progresivamente, hasta llegar al 60% de los valores basales. En ejercicios extenuantes el filtrado glomerular disminuye más del 80% de los valores de reposo¹⁰. El descenso marcado del flujo plasmático renal y el descenso menor del filtrado glomerular implican un aumento de la fracción de filtración, de forma progresiva con la intensidad del esfuerzo. Pasando del 20% del valor basal a más del 30% en ejercicios intensos. Esto ocurre por mecanismos de autorregulación local, con la puesta en marcha del sistema renina angiotensina y una posible influencia adicional del sistema vegetativo simpático (la disminución del flujo tubular a nivel del túbulo distal de la nefrona debida al descenso del filtrado glomerular, estimula la mácula densa del aparato yuxtglomerular, produciendo una vasoconstricción a nivel de la arteriola eferente, manteniéndose constante el calibre de la arteriola aferente; esto hace que se mantenga la presión hidrostática capilar en el glomérulo y la filtración, a pesar del descenso del flujo plasmático renal¹¹.

Debido a la isquemia relativa se produce un incremento en la permeabilidad de la membrana de filtración. Esto ocasiona el paso a la orina primitiva de componentes plasmáticos que habitualmente no se encuentran en ella (proteínas de tamaño medio y grande o con carga negativa); además de disminuir la barrera mecánica a la filtración glomerular, facilitando el proceso. Este es uno de los mecanismos principales que explica la proteinuria transitoria (albúmina) que aparece tras el ejercicio físico. Los efectos del ejercicio físico sobre la reabsorción tubular son menos conocidos que los cambios en el filtrado glomerular. En nadadores los cambios iónicos en la orina son menos manifiestos que en otros deportes; posiblemente por la entrada de líquido intersticial al espacio vascular durante la fase inicial de inmersión. Las proteinurias de esfuerzo pueden ser interpretadas en parte por una disminución de la reabsorción tubular de las existentes en el filtrado glomerular. La mioglobina en orina después de ejercicios violentos se relaciona estrechamente con los incrementos en sus valores plasmáticos; no existiendo disminución en su reabsorción tubular sino más bien un aumento de filtración glomerular por estar aumentada en plasma. Las proteinurias de esfuerzo se explican por un aumento de la permeabilidad de la membrana de filtración glomerular; permitiendo el paso de proteínas de mayor peso molecular. Además parece que pueden intervenir otros mecanismos, como factores coadyuvantes, como la disminución de la capacidad de reabsorción de las proteínas durante el ejercicio, por existir cierto grado de lesión a nivel de los túbulos de la nefrona. Durante la realización de un ejercicio físico intenso, además de pequeñas lesiones a nivel muscular, pueden producirse lesiones en las nefronas. Estas lesiones explicarían el mecanismo de algunas proteinurias de gran peso molecular y la secreción de algunas proteínas características de las células tubulares, como la N-Acetil-glucosaminidasa que aparece en la orina tras los ejercicios intensos¹².

Con el propósito de determinar si existe proteinuria inducida por ejercicio físico en un grupo de pacientes del Hospital Regional Tenancingo del ISSEMYM se llevó a cabo este estudio.

Materiales y métodos

Se realizó un estudio de tipo transversal, observacional y descriptivo. La muestra obtenida en forma aleatorizada fue de 29 individuos; 11 hombres y 18 mujeres de entre 42 y 76 años, de ellos. Cinco tenían diagnóstico de diabetes mellitus tipo 2; 14 de hipertensión arterial sistémica; 3 de diabetes mellitus tipo 2 e hipertensión arterial sistémica; 3 con obesidad grado 2 y 4 individuos aparentemente sanos. Todos eran pacientes que acudían al programa de ejercicio físico médico controlado en el hospital regional de Tenancingo del ISSEMYM. El estudio se realizó de junio a noviembre del año 2011. Se excluyeron a pacientes con cifras de glicemia capilar pre-ejercicio de más de 250 mg/dl, a pacientes con cifras de presión arterial sistólica pre-ejercicio de más de 150 mm/Hg o diastólica de más de 100 mm/Hg, así como a pacientes con algún padecimiento o lesión aguda que le impidiera realizar la sesión de ejercicio físico. El día del estudio se realizó una determinación de proteínas en orina previo a la sesión de ejercicio, posteriormente, se sometió al grupo

de estudio a una sesión de ejercicio físico predeterminada de acuerdo al programa de ejercicio físico medico controlado del instituto.

Sesión de ejercicio

El ejercicio se realizó a las 8:00 de la mañana en las áreas verdes del Hospital Regional Tenancingo del ISSEMYM. Consta de una superficie con pasto de aproximadamente 600 metros cuadrados con una leve inclinación. Previo al inicio del ejercicio físico se realizó de manera rutinaria la determinación de las cifras de la presión arterial y la frecuencia cardiaca y respiratoria por método auscultatorio. Posterior a ello, se colocó el grupo en un círculo alrededor del instructor, (médico y enfermera). Se inicia con movimientos circulares de hombros, codos y cintura de aproximadamente 10 a 15 repeticiones en una serie. Posteriormente, comenzaron caminando sobre el eje del círculo 4 vueltas; continuaron con marcha sobre puntas y talones, a esto siguió con una dinámica que consta de participación de cada uno de los miembros del grupo al pasar al centro del círculo a realizar un ejercicio para que todo el grupo lo. Enseguida, se hizo una dinámica de juegos con pelota que consta de lanzar en parejas la pelota por el aire y de manera rodada. A esto se continúa una fase de estiramientos de articulaciones proximales y distales para la vuelta a la calma y terminan la sesión con una canción y aplausos del grupo. La sesión de ejercicio tuvo un tiempo total de 55 minutos. Dentro de los primeros 30 minutos posteriores al término de la sesión de ejercicio físico se realizó una segunda determinación de proteínas en orina. Se pidió al grupo de estudio que no realizara ejercicio físico en las 48 horas posteriores al término de la sesión de ejercicio y se les pidió acudir a las 48 horas de la segunda muestra para la recolección de una tercer muestra de orina para determinar la presencia de proteinuria persistente. El análisis de las muestras fue llevado a cabo por laboratorista clínico certificado. La muestras de orina fueron analizadas con tiras reactivas Combur 10 Test UX de Roche. La aplicación del estudio se llevó a cabo previa autorización y firma del consentimiento informado de cada uno de los pacientes.

Resultados

De los 29 individuos analizados, se encontraron sólo 3 con proteinuria que correspondía al 10% de la población estudiada (tabla 1). En los 3 pacientes la determinación fue el equivalente a +.

De acuerdo al género fueron solo 2 hombres y 1 mujer (tabla 2). En la tabla 2 se puede observar que el 18% y 6% de los pacientes del género masculino y femenino, respectivamente, presentan proteinuria previa a la realización de la sesión de ejercicio físico.

La existencia de proteinuria en la determinación posterior a la sesión de ejercicio en el grupo de estudio. Se puede observar en la tabla 3 que el 31% de los pacientes incluidos en el estudio presentaron proteinuria posterior a la realización de la sesión de ejercicio. De ellos 4 tuvieron una determinación cuantitativa de ++, 2 de ellos con proteinuria previa al ejercicio. Los resultados se muestran en la tabla 4.

Tabla 1 Proteinuria pre-ejercicio

Resultado	Número	Porcentaje
Positivos	3	10%
Negativos	26	90%

Tabla 2 Proteinuria pre-ejercicio por género

Resultado	Número	Porcentaje
Positivos hombres	2 de (11)	18%
Positivos mujeres	1 de (18)	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

Resultado	Número	Porcentaje
Positivos hombres	3 de (11)	27%
Positivos mujeres	6 de (18)	33%

En la tabla 5 se observa que en el 21% de los pacientes incluidos en el estudio, la determinación de proteinuria a las 48 horas de la realización de la sesión de ejercicio físico se torna negativa. Presumiendo así que la proteinuria fue inducida por la intensidad del ejercicio físico. Los pacientes con proteinuria previa al ejercicio continuaron con proteinuria persistente.

Discusión

En la investigación realizada, se muestra al 21% de la población con proteinuria inducida por ejercicio físico, por lo tanto, consideramos que el estudio se encuentra dentro de un rango razonable comparado con los hallazgos de la bibliografía consultada. Encontramos también una mayor

Tabla 5 Proteinuria inducida por ejercicio físico

Resultado	Número	Porcentaje
Positivos	6	21%
Negativos	23	79%

presencia de proteinuria previa al ejercicio en la población masculina. Sin embargo, se observa un porcentaje ligeramente mayor de proteinuria posterior a la sesión de ejercicio en la población femenina del grupo de estudio. Teóricamente, éste hallazgo es de esperarse por la mayor cantidad de tejido metabólicamente activo que se encuentra en los hombres con respecto a las mujeres. En cuanto a la determinación cuantitativa el porcentaje de individuos con (++) de proteinuria es mayor en la población masculina que la femenina, probablemente por particularidades de la muestra.

De los hallazgos de proteinuria inducida por ejercicio físico por género, claramente se observa un porcentaje mayor en la población femenina, así también, los individuos en los que se observa mayor concentración de proteinuria fueron mujeres. Apoyando a la teoría de la menor tolerabilidad al volumen de la carga de ejercicio físico en las mujeres en general con respecto a los hombres. Es preciso agregar que los pacientes con proteinuria previa al ejercicio físico continúan con proteinuria persistente, aumentando la concentración de proteínas en orina posterior al esfuerzo.

Financiamiento

No existió financiamiento para la realización del proyecto.

Conflicto de interés

Los autores declaran que no existe conflicto de interés.

Bibliografía

1. Pérez Redondo R, Bustamante J, De Paz JA. La actividad física como modificador de la función renal. Revisión histórica ICAFD de Castilla y León. Servicio de Nefrología del HCU de Valladolid. *Nefrología* 2002;22:1-50.
2. López -Jimeno C. Hemodinámica renal durante el Ejercicio, *Arch Med Dep* 1990;7(25):79-80.
3. Parra G, Rodríguez-Iturbe D, Sellares VL, et al. Estudio de las alteraciones en el examen de orina: hematuria y proteinuria. *Manual de Nefrología Clínica Diálisis y Tratamiento renal*. Madrid Harcourt Brace de España 1998;1-52.
4. Brenner BM, Hostetter TH, Hebert SC. Trastornos De La Función Renal. En: Harrison: Principios de Medicina Interna, 20a ed. México: Interamericana, 2010:1315-1322
5. Carroll M, Jonathan L. La Proteinuria En Adultos: Un Enfoque De Diagnostico. *Escuela de Medicina de Madison, Wisconsin Septiembre* 2002:31-36.
6. Borrás M, Romero R. Fisiología Renal. *Medicine: Tratado de Medicina Interna* 1990;55:24-40.
7. García Vallejo O, Campo C, Rodicio JL, et al. Microalbuminuria en la practica clinica. *Enfermedad Vascular Hipertensiva* 1996;4:15-22.
8. Álvarez LA, Dieguez A Saint Remy A, et al. Determinación de proteínas en orina por inmunodifusión radial: preparación de la muestra. *Rev Diag Biol* 1984;33:248-250.
9. Guyton. *Tratado de Fisiología Médica* 12ª edición, Elsevier 2011;27,28,31:323-409
10. Durán López MD, Mendoza Espinosa J, Freire Macías J. Microalbuminuria, repercusiones renales del ejercicio físico intenso. Control metabólico y retinopatía. Estudio de 44 pacientes con diabetes mellitus tipo I. *Med Clin (Barc)* 1986;87:407-409.
11. Pérez Ruiz M, López Chicharro J, Legido Arce JC, et al. Alteraciones urinarias en corredores de larga distancia: origen mixto glomérulo-tubular. *Arch Med Dep* 1993;10(40):421-426.
12. Xanuy-Bescos X, Peirau-Teres X. Hematuria de Esfuerzo: análisis de su incidencia en un grupo de fondistas. *Arch Med Dep* 1995;12(45):9-12.