

## Revisión

# Interacción entre ejercicio, dieta hiperproteica, suplementos y AINEs: efectos en la función renal

## *Interaction between exercise, high-protein diet, supplements, and NSAIDs: effects on renal function*

Paula Barrantes-Silman<sup>1a</sup>, Alexis Castillo-Cordero<sup>1a</sup>, María Céspedes-Valverde<sup>1a</sup>,  
Diego Delgado-Gómez<sup>1a</sup>, Ariel Jimenez-Rivera<sup>1a</sup>, Juan Santillan-Zúñiga<sup>1a</sup>

### Resumen

En la actualidad, se ha observado un incremento notable en la utilización de suplementos dietéticos, como los derivados de creatina, esteroides anabólicos, hormona de crecimiento y AINEs, acompañado de la adopción de dietas hiperproteicas y programas de ejercicio intenso. Sin embargo, prevalece una amplia desinformación en este ámbito. El empleo no terapéutico de suplementos o su combinación con fármacos nefrotóxicos puede inducir o agravar patologías renales preexistentes, destacando la glomerulosclerosis focal y segmentaria como la lesión más comúnmente identificada. En relación con el uso excesivo de AINEs, la inhibición de la síntesis de prostaglandinas conlleva principalmente a nefritis intersticial. En la mayoría de los pacientes sin patología renal subyacente, la adopción de dietas ricas en proteínas y la utilización moderada de suplementos para el desarrollo muscular no suscitan problemas renales, siempre y cuando se sigan las pautas de dosificación recomendadas.

### Palabras clave:

riñón, ejercicio, proteína, suplementos, AINES (Fuente: DECS-BIREME)

### Abstract

Currently, a significant rise in the utilization of dietary supplements, such as creatine derivatives, anabolic steroids, growth hormone, and NSAIDs, has been observed, accompanied by the adoption of high-protein diets and intense exercise regimens. However, substantial misinformation prevails in this domain. Non-therapeutic utilization of supplements or their combination with nephrotoxic drugs may induce or exacerbate pre-existing renal pathologies, with focal and segmental glomerulosclerosis being the most commonly identified lesion. Regarding excessive NSAID usage, inhibition of prostaglandin synthesis primarily leads to interstitial nephritis. In the majority of patients without underlying renal pathology, the adoption of protein-rich diets and moderate utilization of supplements for muscle development do not elicit renal issues, as long as recommended dosing guidelines are followed.

### Keywords:

kidney, exercise, protein, supplements, NSAID (Source: NLM-MeSH)

1. Escuela de Medicina y Cirugía, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.
  - a. Médico Cirujano

Recibido: 26/02/2023

Aprobado: 10/5/2023

### Correspondencia:

Diego Delgado Gómez

Email:

[ddgdielogdelgado@gmail.com](mailto:ddgdielogdelgado@gmail.com)

ORCID: [0000-0002-2230-1643](https://orcid.org/0000-0002-2230-1643)

### Citar como:

Barrantes-Silman P, Castillo-Cordero A, Céspedes-Valverde M, Delgado-Gómez D, Jiménez-Rivera A, Santillán-Zúñiga J. Interacción entre ejercicio, dieta hiperproteica, suplementos y AINEs: efectos en la función renal. Rev Hisp CiencSalud. 2023; 9(2): 113-123. DOI [10.56239/rhcs.2023.92.642](https://doi.org/10.56239/rhcs.2023.92.642)

1. Escuela de Medicina y Cirugía, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.
- a. Médico Cirujano

**Recibido:** 26/02/2023

**Aprobado:** 10/5/2023

**Correspondencia:**

Diego Delgado Gómez

Email:

[ddgdielogdelgado@gmail.com](mailto:ddgdielogdelgado@gmail.com)

ORCID: [0000-0002-2230-1643](https://orcid.org/0000-0002-2230-1643)

**Citar como:**

Barrantes-Silman P, Castillo-Cordero A, Céspedes-Valverde M, Delgado-Gómez D, Jiménez-Rivera A, Santillán-Zúñiga J. Interacción entre ejercicio, dieta hiperproteica, suplementos y AINEs: efectos en la función renal. *Rev Hisp CiencSalud.* 2023; 9(2): 113-123. DOI [10.56239/rhcs.2023.92.642](https://doi.org/10.56239/rhcs.2023.92.642)

## Introducción

A lo largo del tiempo, se ha evidenciado en múltiples ocasiones la importancia de la actividad física en la prevención y el tratamiento de enfermedades metabólicas, cardiovasculares, osteoporosis, reumatológicas, cáncer, entre muchas otras<sup>1-3</sup>. Asimismo, ha demostrado un papel beneficioso en trastornos psiquiátricos como la depresión y la ansiedad<sup>1,2,4</sup>. No obstante, la inactividad física y el sedentarismo son altamente prevalentes en el mundo, lo que genera gran preocupación en la comunidad médica debido a su impacto en la salud de la población y sus consecuencias futuras<sup>1,2</sup>.

Sin embargo, se deben considerar los posibles riesgos del ejercicio, especialmente cuando es excesivo o en presencia de trastornos como la dismorfia muscular (vigorexia). Su prevalencia actual es incierta, pero se ha asociado con el consumo de suplementos y fármacos antiinflamatorios no esteroides (AINEs) en atletas, lo que está en aumento<sup>5-8</sup>.

Durante el ejercicio, el cuerpo humano experimenta estrés, lo que lleva al organismo a adaptar sus sistemas fisiológicos según las nuevas demandas metabólicas y energéticas del momento. Estos cambios pueden ocurrir de forma aguda durante la actividad física o de manera gradual con exposiciones repetidas, permitiendo que el cuerpo responda de manera más eficiente al estrés<sup>9-11</sup>.

En el caso del riñón, se producen una serie de adaptaciones fisiológicas que se manifiestan desde cambios en la hemodinámica renal, tanto a corto como a largo plazo, hasta modificaciones en su metabolismo bioquímico<sup>9,11</sup>. Esto nos lleva a comprender que el riñón puede responder adecuadamente a estas adaptaciones, principalmente cuando son agudas y moderadas. Sin embargo, al igual que cualquier sistema fisiológico, tiene umbrales que, si se superan, pueden verse seriamente afectados<sup>11</sup>.

Este artículo realiza una revisión de la fisiología renal y su adaptación al ejercicio, con el propósito de identificar el comportamiento de la función renal ante diferentes estímulos, como dietas ricas en proteínas, uso de esteroides anabólicos, suplementos de creatina, hormona de crecimiento y consumo de AINEs. El objetivo de este artículo es lograr una mayor comprensión del comportamiento y adaptación renal durante el ejercicio, considerando las influencias concurrentes, para proporcionar una atención clínica sólida y promover una práctica de ejercicio segura.

## Fisiología del riñón

El sistema renal comprende el riñón, los uréteres y la uretra. En el interior de los riñones, la unidad funcional es la nefrona y cada riñón contiene alrededor de 1 millón de ellas. Los riñones desempeñan un papel crucial en la regulación de la homeostasis del agua, la composición de electrolitos, el volumen extracelular (y por ende, la presión arterial) y el equilibrio ácido-base<sup>12,13</sup>.

1. Escuela de Medicina y Cirugía, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.
- a. Médico Cirujano

**Recibido:** 26/02/2023

**Aprobado:** 10/5/2023

**Correspondencia:**

Diego Delgado Gómez

Email:

[ddgdiegodelgado@gmail.com](mailto:ddgdiegodelgado@gmail.com)

ORCID: [0000-0002-2230-1643](https://orcid.org/0000-0002-2230-1643)

**Citar como:**

Barrantes-Silman P, Castillo-Cordero A, Céspedes-Valverde M, Delgado-Gómez D, Jiménez-Rivera A, Santillán-Zúñiga J. Interacción entre ejercicio, dieta hiperproteica, suplementos y AINEs: efectos en la función renal. *Rev Hisp CiencSalud.* 2023; 9(2): 113-123. DOI [10.56239/rhcs.2023.92.642](https://doi.org/10.56239/rhcs.2023.92.642)

Los riñones filtran el plasma y producen orina, lo que les permite eliminar los productos de desecho metabólicos (urea, amoníaco, químicos exógenos) del cuerpo. Otras funciones incluyen la reabsorción de glucosa y aminoácidos del filtrado plasmático, así como la regulación de la entrada de calcio y fosfato. Los riñones también participan en la gluconeogénesis, sintetizan y liberan glucosa en el torrente sanguíneo durante el ayuno, contribuyendo aproximadamente en un 20% a la capacidad glucogénica del hígado. Además, los riñones funcionan como órganos endocrinos, participando en la síntesis de sustancias como cininas, 1,25-dihidroxicolecalciferol, eritropoyetina y produciendo y liberando renina<sup>12,13</sup>.

En resumen, los riñones cumplen tres funciones fundamentales:

- 1) actúan como filtros, eliminando productos metabólicos y toxinas de la sangre, excretándolos en la orina;
- 2) regulan el equilibrio hidroelectrolítico y ácido-base; y
- 3) producen o activan hormonas involucradas en la eritropoyesis, el metabolismo del calcio, la regulación de la presión arterial y el flujo sanguíneo<sup>13,14</sup>.

En conjunto, representan aproximadamente el 0,5% del peso corporal total; cada riñón pesa entre 125-170 gramos en hombres y 115-155 gramos en mujeres, recibiendo alrededor del 20% del gasto cardíaco, lo que proporciona el flujo sanguíneo necesario para formar un ultrafiltrado en los glomérulos<sup>13,14</sup>.

En condiciones normales, la tasa de filtración glomerular (TFG) es de 125 mL/min o 180 L/día. Esta alta tasa de filtración es necesaria para exponer con frecuencia la totalidad del líquido extracelular. Sin esta alta renovación del LEC, solo se eliminarían volúmenes pequeños de sangre por unidad de tiempo, lo que tendría consecuencias perjudiciales para la excreción renal. Un flujo sanguíneo alto y una TFG elevada permiten a los riñones eliminar rápidamente materiales nocivos mediante la filtración. Con un aclaramiento menor, los valores plasmáticos en estado estacionario serían muy altos, especialmente para los productos de desecho que dependen de la filtración para su excreción<sup>13,14</sup>.

Debido a su fisiología compleja, las patologías del sistema renal presentan una amplia gama de manifestaciones clínicas<sup>12</sup>. Comprender esta fisiología es esencial para identificar alteraciones en la función renal en diferentes escenarios, como el ejercicio, el consumo de medicamentos o el uso de suplementos nutricionales.

### **Adaptación renal durante el ejercicio físico**

La práctica de ejercicio físico conlleva alteraciones en la distribución del gasto cardíaco. Se incrementa el flujo sanguíneo en los músculos estriados activos, el corazón y la piel, mientras que se reduce de manera significativa en órganos como los riñones y el tracto digestivo. Este decremento en el flujo sanguíneo renal se atribuye a la vasoconstricción mediada por el sistema

1. Escuela de Medicina y Cirugía, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.
- a. Médico Cirujano

**Recibido:** 26/02/2023

**Aprobado:** 10/5/2023

#### Correspondencia:

Diego Delgado Gómez

Email:

[ddgdielogdelgado@gmail.com](mailto:ddgdielogdelgado@gmail.com)

ORCID: [0000-0002-2230-1643](https://orcid.org/0000-0002-2230-1643)

#### Citar como:

Barrantes-Silman P, Castillo-Cordero A, Céspedes-Valverde M, Delgado-Gómez D, Jiménez-Rivera A, Santillán-Zúñiga J. Interacción entre ejercicio, dieta hiperproteica, suplementos y AINEs: efectos en la función renal. *Rev Hisp CiencSalud.* 2023; 9(2): 113-123. DOI [10.56239/rhcs.2023.92.642](https://doi.org/10.56239/rhcs.2023.92.642)

nervioso simpático<sup>11,15</sup>. Además, el ejercicio incrementa la generación de calor, lo que provoca un aumento en la sudoración y, por ende, en la deshidratación<sup>11</sup>.

En situaciones de ejercicio prolongado con deshidratación, se estimula la liberación de vasopresina, se potencia la actividad del sistema nervioso simpático y se activa el sistema renina-angiotensina-aldosterona (SRAA). Estos factores impulsan la reabsorción renal de agua y cloruro de sodio; el aumento en la energía requerida para la reabsorción de sodio, junto con una perfusión reducida, pueden resultar en daño isquémico en los riñones.

En un estudio realizado en hombres sanos de edades comprendidas entre 18 y 30 años, se compararon los efectos del ejercicio agudo y prolongado. Se observó que, durante el ejercicio agudo, la tasa de filtración glomerular (TFG) se mantenía constante, mientras que en el ejercicio prolongado se observaba una disminución temporal. Sin embargo, esta disminución retornaba a niveles normales 24 horas después del ejercicio. Se ha evidenciado que estas alteraciones en la TFG son causadas tanto por la deshidratación como por la inflamación inducida por el ejercicio y el estrés oxidativo<sup>11,16</sup>.

Después de la práctica del ejercicio, se ha constatado un incremento en los niveles de biomarcadores de daño renal en la orina, tales como la proteína "kidney injury molecule 1" (KIM-1) y la lipocalina asociada a gelatinasa de

neutrófilos (NGAL). La KIM-1 es una glicoproteína transmembrana que se expresa después de la lesión celular en las células epiteliales del túbulo proximal, mientras que la NGAL es filtrada libremente por el glomérulo y se reabsorbe en el túbulo proximal. El aumento en los niveles de estas biomoléculas, detectado entre 1 y 2 horas después de la lesión, sugiere que el ejercicio puede ocasionar daño a nivel del túbulo proximal<sup>16,17</sup>.

## Riñón y uso de suplementos

### Dieta Rica en Proteínas

De acuerdo con directrices internacionales, el consumo recomendado de proteínas oscila entre 0,6-0,8 g/kg por día. Una ingesta superior a 1,5 g/kg/día se considera una dieta alta en proteínas<sup>18,19</sup>. Asimismo, se establece que, para el desarrollo muscular, el consumo no debe exceder los 2,4 g/kg/día, ya que cantidades mayores podrían generar una carga excesiva de proteínas<sup>20</sup>. La Sociedad Internacional de Nutrición Deportiva sugiere un rango de 1,4 a 2,0 g/kg/día, y se ha comprobado que, en atletas con entrenamientos adecuados, un consumo inferior a 2,8 g/kg/día no está vinculado a daño renal<sup>21</sup>.

En individuos sin enfermedades renales preexistentes, una dieta rica en proteínas no parece generar daño renal, evidenciado por la estabilidad en los niveles de creatinina, nitrógeno ureico y la tasa de filtración glomerular (TFG), incluso tras un seguimiento de dos años<sup>21,22</sup>. Sin embargo, se ha detectado una asociación entre una dieta elevada

1. Escuela de Medicina y Cirugía, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.
  - a. Médico Cirujano

**Recibido:** 26/02/2023

**Aprobado:** 10/5/2023

#### **Correspondencia:**

Diego Delgado Gómez

Email:

[ddgdiegodelgado@gmail.com](mailto:ddgdiegodelgado@gmail.com)

ORCID: [0000-0002-2230-1643](https://orcid.org/0000-0002-2230-1643)

#### **Citar como:**

Barrantes-Silman P, Castillo-Cordero A, Céspedes-Valverde M, Delgado-Gómez D, Jiménez-Rivera A, Santillán-Zúñiga J. Interacción entre ejercicio, dieta hiperproteica, suplementos y AINEs: efectos en la función renal. *Rev Hisp CiencSalud.* 2023; 9(2): 113-123. DOI [10.56239/rhcs.2023.92.642](https://doi.org/10.56239/rhcs.2023.92.642)

en proteínas y el deterioro de la función renal en personas con nefropatías previas<sup>19</sup>.

Estudios en laboratorios, basados en modelos animales, han sugerido que la ingesta excesiva de proteínas en personas que también consumen esteroides anabólicos u hormonas de crecimiento externas podría inducir glomeruloesclerosis focal y segmentaria debido a un fenómeno de hiperfiltración, similar a la nefropatía diabética. Esto se debe a que los suplementos mencionados podrían predisponer al daño glomerular<sup>20,23</sup>.

Actualmente, se han reportado casos de lesiones renales agudas en individuos con un consumo proteico superior a 2,8 g/kg/día. Modelos animales sugieren que esta ingesta excesiva puede generar una respuesta inflamatoria en el intestino, aumentando su permeabilidad y ocasionando la translocación de endotoxinas al torrente sanguíneo, lo que finalmente resulta en daño renal<sup>24</sup>.

#### **Uso de Suplementos de Creatina**

La creatina es un compuesto natural presente en alimentos como pescado, lácteos y carne roja, pero su suplementación ha crecido en popularidad entre atletas<sup>18</sup>. Se ha demostrado que el uso de suplementos de creatina no afecta a la función renal en individuos sin enfermedades renales preexistentes. Sin embargo, en aquellos con daño renal previo, se han reportado casos de nefritis intersticial reversible, nefritis intersticial aguda y necrosis tubular aguda<sup>18,25</sup>.

Esta relación no siempre es dependiente de la dosis, ya que incluso dosis bajas de creatina pueden tener un efecto perjudicial<sup>18</sup>.

Dado el riesgo de empeoramiento en pacientes con enfermedad renal crónica o en quienes consumen medicamentos nefrotóxicos, la suplementación con creatina no es aconsejable<sup>26-28</sup>. La dosis de carga recomendada para ganancia muscular es de 20-25 g diarios durante 5-7 días, seguida de una dosis de mantenimiento de 1-5 g diarios durante 6 semanas<sup>18,22,23</sup>.

Se ha observado que los suplementos de creatina pueden aumentar temporalmente los niveles de creatinina en sangre, simulando una enfermedad renal. Si esto se combina con una dieta alta en proteínas, los niveles de nitrógeno ureico también aumentarán, lo que incrementa el riesgo de diagnósticos erróneos de enfermedad renal, con sus correspondientes impactos en la salud personal y pública<sup>27</sup>.

Un meta-análisis realizado por Souza e Silva et al, examinando la relación entre función renal y suplementación con creatina, concluyó que actualmente no hay evidencia concluyente de que la creatina cause daño renal en individuos sanos<sup>27,29</sup>. Estos hallazgos persistieron incluso después de una suplementación de 21 meses. No obstante, se menciona que estos suplementos podrían ser seguros en pacientes con enfermedad renal crónica, aunque existe una falta de estudios y directrices específicas para el

1. Escuela de Medicina y Cirugía, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.
- a. Médico Cirujano

**Recibido:** 26/02/2023

**Aprobado:** 10/5/2023

#### **Correspondencia:**

Diego Delgado Gómez

Email:

[ddgdielogdelgado@gmail.com](mailto:ddgdielogdelgado@gmail.com)

ORCID: [0000-0002-2230-1643](https://orcid.org/0000-0002-2230-1643)

#### **Citar como:**

Barrantes-Silman P, Castillo-Cordero A, Céspedes-Valverde M, Delgado-Gómez D, Jiménez-Rivera A, Santillán-Zúñiga J. Interacción entre ejercicio, dieta hiperproteica, suplementos y AINEs: efectos en la función renal. *Rev Hisp CiencSalud.* 2023; 9(2): 113-123. DOI [10.56239/rhcs.2023.92.642](https://doi.org/10.56239/rhcs.2023.92.642)

uso seguro en adultos mayores con enfermedad renal crónica u otras comorbilidades<sup>27</sup>.

#### **Uso de Hormona de Crecimiento**

Algunos atletas recurren al consumo exógeno de hormona de crecimiento con el propósito de incrementar su masa muscular, no obstante, este enfoque no está exento de consecuencias adversas. Estudios han identificado una correlación entre el empleo de hormona de crecimiento exógena y el desarrollo de glomeruloesclerosis focal y segmentaria, inducida por afectación de los podocitos<sup>18,20</sup>. Este hallazgo también se ha observado en pacientes con acromegalia, caracterizados por niveles elevados de hormona de crecimiento<sup>20</sup>.

#### **Uso de Esteroides Anabólicos**

Los esteroides anabólicos, usados para fomentar el crecimiento muscular y reducir el porcentaje de grasa corporal, conllevan una serie de riesgos significativos. Es importante resaltar que su consumo puede dar lugar a efectos adversos, incluyendo lesiones renales, hipertensión arterial, aceleración en el desarrollo de aterosclerosis, disminución de la fertilidad, toxicidad hepática y supresión del sistema inmunológico<sup>20,22</sup>.

En relación con el uso de esteroides anabólicos, la lesión renal surge de una estimulación del sistema renina-angiotensina-aldosterona (SRAA), resultando en incremento de la producción de endotelina, especies reactivas de oxígeno, sobreexpresión de mediadores pro-fibróticos y pro-apoptóticos, así como citoquinas

proinflamatorias. Estos factores ejercen un efecto tóxico directo sobre los podocitos, culminando en apoptosis y, posteriormente, en esclerosis focal y segmentaria<sup>18,22,23</sup>.

Se han registrado casos de personas que practican fisiculturismo y consumen esteroides anabólicos durante 10-20 años, presentando proteinuria e insuficiencia renal, y desarrollando glomeruloesclerosis focal y segmentaria, atrofia tubular y fibrosis intersticial en más del 40% del tejido renal. Un seguimiento a lo largo de 2 años demostró que uno de los pacientes llegó a enfermedad renal terminal, mientras que otros requirieron tratamiento con bloqueadores del SRAA<sup>22</sup>. Además, se describe otro informe de caso que revela el desarrollo de azotemia, elevación de creatinina sérica, proteinuria y hematuria, junto con hallazgos de nefroesclerosis y glomeruloesclerosis global, además de daño túbulo-intersticial crónico difuso en una biopsia renal<sup>22</sup>.

Otra complicación asociada al uso de esteroides anabólicos es la nefropatía inducida por ácidos biliares. Hay casos documentados donde la ingestión de estos suplementos provoca colestasis hepática, conduciendo a hiperbilirrubinemia y a la formación de cilindros de ácidos biliares. Estos cilindros pueden obstruir el sistema tubular y ejercer un efecto tóxico directo sobre el epitelio tubular. Se reporta el caso de un hombre de 41 años, practicante de fisiculturismo, que desarrolló una nefropatía por ácidos biliares tras una enfermedad hepática

1. Escuela de Medicina y Cirugía, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.
- a. Médico Cirujano

**Recibido:** 26/02/2023

**Aprobado:** 10/5/2023

#### Correspondencia:

Diego Delgado Gómez

Email:

[ddgdiegodelgado@gmail.com](mailto:ddgdiegodelgado@gmail.com)

ORCID: [0000-0002-2230-1643](https://orcid.org/0000-0002-2230-1643)

#### Citar como:

Barrantes-Silman P, Castillo-Cordero A, Céspedes-Valverde M, Delgado-Gómez D, Jiménez-Rivera A, Santillán-Zúñiga J. Interacción entre ejercicio, dieta hiperproteica, suplementos y AINEs: efectos en la función renal. *Rev Hisp CiencSalud.* 2023; 9(2): 113-123. DOI [10.56239/rhcs.2023.92.642](https://doi.org/10.56239/rhcs.2023.92.642)

colestásica relacionada con el uso de esteroides anabólicos. Además, un hombre de 56 años con un exceso en la administración de esteroides anabólicos, que resultó en una hiperbilirrubinemia, fue diagnosticado con nefropatía biliar y experimentó una lesión renal aguda que requirió hemodiálisis durante 4 semanas<sup>22</sup>.

Es fundamental tener en cuenta que, aunque el uso de esteroides anabólicos ha sido vinculado a diversas formas de nefropatía, como lesión renal aguda, necrosis intersticial aguda y glomeruloesclerosis focal y segmentaria, es común que los usuarios combinen varios tipos de suplementos simultáneamente. Por lo tanto, se necesita ampliar la investigación para comprender mejor la relación específica entre estas variables<sup>18,23</sup>.

### Uso de Antiinflamatorios No Esteroides (AINEs)

Los Antiinflamatorios No Esteroides (AINEs) son medicamentos comúnmente empleados para mitigar el dolor muscular asociado al ejercicio, gracias a sus propiedades antiinflamatorias y analgésicas. Su aplicación se extiende tanto a deportistas como a personas no deportistas, siendo particularmente útiles en casos de dolor muscular tardío (DMT). Este dolor emerge después de realizar un ejercicio no habitual, generando una sensación de molestia o dolor muscular<sup>30-32</sup>. Además, los AINEs son usados con el propósito de prevenir el dolor e inflamación durante el ejercicio, y controlar los aumentos de temperatura

corporal que se producen durante el esfuerzo, para prevenir hipertermia y golpes de calor por esfuerzo<sup>33</sup>.

Históricamente, se ha diferenciado entre dos tipos de dolor muscular post ejercicio:

- 1) dolor agudo o temprano, presente durante y tras la actividad física, relacionado con la acumulación de metabolitos.
- 2) dolor tardío, que emerge aproximadamente ocho horas después del ejercicio debido a la ruptura de fibras musculares.

Este último presenta su punto máximo de intensidad entre 24 y 48 horas, pero puede extenderse por 7 a 10 días en ejercicios con acciones excéntricas<sup>30</sup>. Estudios de Byrnes y colegas compararon el dolor percibido tras ejercicios excéntricos, isométricos y concéntricos, concluyendo que el dolor es más intenso después de ejercicios excéntricos e isométricos<sup>30</sup>.

Debido a su fácil acceso sin receta médica, alivio rápido del dolor y, en ocasiones, a la falta de conciencia de sus efectos adversos, tanto atletas como individuos recreativos tienden a usar AINEs antes y después del ejercicio. A modo de ejemplo, más del 50 % de los participantes en la Copa Mundial de Fútbol utilizaron AINEs al menos una vez entre 2002 y 2014<sup>34</sup>.

En cuanto a los efectos adversos de los AINEs, tanto los selectivos como los no selectivos, pueden contribuir a la nefrotoxicidad en dosis dependiente. Se ha sugerido que podrían estar

1. Escuela de Medicina y Cirugía, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.
- a. Médico Cirujano

**Recibido:** 26/02/2023

**Aprobado:** 10/5/2023

**Correspondencia:**

Diego Delgado Gómez

Email:

[ddgdielogdelgado@gmail.com](mailto:ddgdielogdelgado@gmail.com)

ORCID: [0000-0002-2230-1643](https://orcid.org/0000-0002-2230-1643)

**Citar como:**

Barrantes-Silman P, Castillo-Cordero A, Céspedes-Valverde M, Delgado-Gómez D, Jiménez-Rivera A, Santillán-Zúñiga J. Interacción entre ejercicio, dieta hiperproteica, suplementos y AINEs: efectos en la función renal. *Rev Hisp CiencSalud.* 2023; 9(2): 113-123. DOI [10.56239/rhcs.2023.92.642](https://doi.org/10.56239/rhcs.2023.92.642)

relacionados con la lesión renal aguda observada en contextos deportivos, como maratones, aunque hasta ahora no hay pruebas sólidas para respaldar esta hipótesis<sup>34,36</sup>.

Mecanismos hemodinámicos o nefritis intersticial pueden causar esta lesión, especialmente con el uso de altas dosis o en un consumo prolongado. Sin embargo, en individuos jóvenes y sanos, la probabilidad de daños renales a partir del uso adecuado de AINEs es menor al 1 %<sup>24,37-39</sup>.

La nefrotoxicidad crónica por AINEs suele estar vinculada con nefritis intersticial, mientras que la nefrotoxicidad aguda a menudo se deriva de la inhibición de la ciclooxigenasa, disminuyendo la producción de prostaglandinas como PGE2, PGD2 y prostaciclina<sup>35,39</sup>.

Estas prostaglandinas son vasodilatadoras en la arteria aferente, por lo que su ausencia resulta en vasoconstricción e isquemia de la médula renal. Además, se retiene sodio y agua debido a la ausencia de PGE2, que normalmente antagoniza la hormona antidiurética y la reabsorción de sodio y cloruro en el asa de Henle<sup>38</sup>.

La función renal puede verse alterada por los AINEs incluso en individuos que no han realizado ejercicio previo, al promover la retención de sal y agua intravascular, aumentando así la presión arterial y potencialmente conduciendo a fallo renal agudo o crónico<sup>30</sup>.

En relación con los efectos musculares de los analgésicos, no hay un consenso claro sobre los riesgos y beneficios potenciales. Aunque la inhibición aguda de los macrófagos podría ser beneficiosa para la recuperación del daño muscular, la inhibición crónica de las células satelitales, responsables de la reparación muscular, podría ser perjudicial a largo plazo. Esto podría resultar en una disminución en la síntesis de actina y miosina, así como una menor respuesta de fibras musculares tipo IIa ante el ejercicio<sup>40</sup>.

Por lo tanto, se recomienda un enfoque individualizado de análisis de riesgo-beneficio en relación con el uso de AINEs en atletas. A pesar de las campañas para reducir el uso indiscriminado de analgésicos en esta población, los resultados hasta la fecha han sido limitados<sup>34</sup>.

En resumen, a pesar de los beneficios del ejercicio para la salud, es esencial considerar los riesgos potenciales para evitar complicaciones renales. Se recomienda educar a la población en general, a los profesionales de la salud y especialmente a los atletas, que a menudo consumen diversos suplementos y medicamentos, acerca de las posibles complicaciones. Además, es importante tener en cuenta que la presencia de daño renal previo es un factor de riesgo constante para el desarrollo de lesiones renales debido al uso de estos productos.



1. Escuela de Medicina y Cirugía, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.
- a. Médico Cirujano

**Recibido:** 26/02/2023

**Aprobado:** 10/5/2023

#### Correspondencia:

Diego Delgado Gómez

Email:

[ddgdiegodelgado@gmail.com](mailto:ddgdiegodelgado@gmail.com)

ORCID: [0000-0002-2230-1643](https://orcid.org/0000-0002-2230-1643)

#### Citar como:

Barrantes-Silman P, Castillo-Cordero A, Céspedes-Valverde M, Delgado-Gómez D, Jiménez-Rivera A, Santillán-Zúñiga J. Interacción entre ejercicio, dieta hiperproteica, suplementos y AINEs: efectos en la función renal. *Rev Hisp CiencSalud*. 2023; 9(2): 113-123. DOI [10.56239/rhcs.2023.92.642](https://doi.org/10.56239/rhcs.2023.92.642)

Finalmente, es necesario llevar a cabo más investigaciones en nuestro entorno para evaluar la prevalencia de las lesiones renales relacionadas con el ejercicio, así como los mecanismos y desencadenantes más comunes en nuestro contexto.

#### Financiamiento

Autofinanciado

#### Conflictos de interés

Los autores niegan tener conflictos de interés.

#### Referencias Bibliográficas

1. Pedersen BK, Saltin B. Exercise as medicine - evidence for prescribing exercise as therapy in 26 different chronic diseases. *Scand J Med Sci Sports* [Internet]. 2015 Dec;25:1–72. Doi: [10.1111/sms.12581](https://doi.org/10.1111/sms.12581)
2. González K, Fuentes J, Márquez JL. Physical Inactivity, Sedentary Behavior and Chronic Diseases. *Korean J Fam Med* [Internet]. 2017;38(3):111. Doi: [10.4082/kjfm.2017.38.3.111](https://doi.org/10.4082/kjfm.2017.38.3.111)
3. Garrahy E, Davison K, Hardcastle S, O'Brien J, Pederson S, Williams A, et al. Exercise as cardiovascular medicine. *Aust J Gen Pract* [Internet]. 2020 Aug 1;49(8):483–7. Disponible en: <https://www1.racgp.org.au/ajgp/2020/august/exercise-as-cardiovascular-medicine>
4. López-Torres Hidalgo J. Effectiveness of physical exercise in the treatment of depression in older adults as an alternative to antidepressant drugs in primary care. *BMC Psychiatry* [Internet]. 2019 Dec 14;19(1):21. Doi: [10.1186/s12888-018-1982-6](https://doi.org/10.1186/s12888-018-1982-6)
5. González-Martí I. El exceso de ejercicio físico como consecuencia del trastorno dismórfico muscular (vigorexia). *TÁNDEM Didáctica la Educ Física*. 2015 Apr 1;48.
6. Mitchison D, Mond J. Epidemiology of eating disorders, eating disordered behaviour, and body image disturbance in males: a narrative review. *J Eat Disord* [Internet]. 2015 Dec 23;3(1):20. Doi: [10.1186/s40337-015-0058-y](https://doi.org/10.1186/s40337-015-0058-y)
7. Piacentino D, Kotzalidis G, Casale A, Aromatario M, Pomara C, Girardi P, et al. Anabolic-androgenic Steroid use and Psychopathology in Athletes. A Systematic Review. *Curr Neuropharmacol* [Internet]. 2015 Apr 13;13(1):101–21. Disponible en: <http://www.eurekaselect.com/openurl/content.php?genre=article&issn=1570-159X&volume=13&issue=1&spage=101>
8. Gorrell S, Murray SB. Eating Disorders in Males. *Child Adolesc Psychiatr Clin N Am* [Internet]. 2019 Oct;28(4):641–51. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1056499319300641>
9. Drew RC. Baroreflex and neurovascular responses to skeletal muscle mechanoreflex activation in humans: an exercise in integrative physiology. *Am J Physiol Integr Comp Physiol* [Internet]. 2017 Dec 1;313(6):R654–9. Doi: [10.1152/ajpregu.00242.2017](https://doi.org/10.1152/ajpregu.00242.2017)
10. Momen A, Thomas K, Blaha C, Gahremanpour A, Mansoor A, Leuenberger UA, et al. Renal vasoconstrictor responses to static exercise during orthostatic stress in humans: effects of the muscle mechano- and the baroreflexes. *J Physiol* [Internet]. 2006 Jun 15;573(3):819–25. Doi: [10.1113/jphysiol.2005.104612](https://doi.org/10.1113/jphysiol.2005.104612)
11. Bongers CCWG, Alsady M, Nijenhuis T, Tulp ADM, Eijvogels TMH, Deen PMT, et al. Impact of acute versus prolonged exercise and dehydration on kidney function and injury. *Physiol Rep* [Internet]. 2018 Jun;6(11):e13734. Doi: [10.14814/phy2.13734](https://doi.org/10.14814/phy2.13734)
12. Ogobuiro I, Tuma F. Physiology, Renal [Internet]. *StatPearls*. Treasure Island

1. Escuela de Medicina y Cirugía, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.  
a. Médico Cirujano

**Recibido:** 26/02/2023

**Aprobado:** 10/5/2023

**Correspondencia:**

Diego Delgado Gómez

Email:

[ddgdielogdelgado@gmail.com](mailto:ddgdielogdelgado@gmail.com)

ORCID: [0000-0002-2230-1643](https://orcid.org/0000-0002-2230-1643)

**Citar como:**

Barrantes-Silman P, Castillo-Cordero A, Céspedes-Valverde M, Delgado-Gómez D, Jiménez-Rivera A, Santillán-Zúñiga J. Interacción entre ejercicio, dieta hiperproteica, suplementos y AINEs: efectos en la función renal. *Rev Hisp CiencSalud.* 2023; 9(2): 113-123. DOI [10.56239/rhcs.2023.92.642](https://doi.org/10.56239/rhcs.2023.92.642)

- (FL); 2022. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK538339/%0A>
13. Giebisch G, Aronson P. Fisiología Médica. In: Walter Boron EB, editor. Editorial. p. 1304.
14. Barret K, Barman S, Brooks H, Yuan J. Ganong Fisiología médica [Internet]. 26th ed. McGraw Hill, editor. 2020.
15. Levitzky M, McDonough KH. Ejercicio. In: Raff H, Levitzky M, editors. Fisiología médica Un enfoque por aparatos y sistemas [Internet]. New York, NY: McGraw-Hill Education; 2015.
16. Ravanelli N, Barry H, Schlader Z, Gagnon D. Impact of passive heat acclimation on markers of kidney function during heat stress. *Exp Physiol.* 2020 Jun 3;106.
17. Manuel Díaz, Jesús Briones, Raúl Carrillo, Armando Moreno, Ángel Pérez. Insuficiencia renal aguda (IRA) clasificación, fisiopatología, histopatología, cuadro clínico diagnóstico y tratamiento una versión lógica. *Rev Mex Anestesiología* [Internet]. 2017;40(4):280–7. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/rma/cma-2017/cma174e.pdf>
18. Tidmas V, Brazier J, Hawkins J, Forbes SC, Bottoms L, Farrington K. Nutritional and Non-Nutritional Strategies in Bodybuilding: Impact on Kidney Function. *Int J Environ Res Public Health.* 2022;19(7).
19. Ko GJ, Rhee CM, Kalantar-Zadeh K, Joshi S. The effects of high-protein diets on kidney health and longevity. *J Am Soc Nephrol.* 2020;31(8):1667–79.
20. El-Reshaid W, El-Reshaid K, Al-Bader S, Ramadan A, Madda J. Complementary bodybuilding: A potential risk for permanent kidney disease. *Saudi J Kidney Dis Transplant* [Internet]. 2018;29(2):326. Disponible en: <http://www.sjkdt.org/text.asp?2018/29/2/326/229269>
21. Antonio J, Ellerbroek A. Case reports on well-trained bodybuilders: Two years on a high protein diet. *J Exerc Physiol Online.* 2018 Jan 1;21:14–24.
22. Abdel Gawad M, Kalawy H. Gym nephropathy “bodybuilding versus kidney damaging.” 2019 Nov 25;
23. Almukhtar S, Ali A, Muhealdeen D, Hughson M. Acute kidney injury associated with androgenic steroids and nutritional supplements in bodybuilders. *Clin Kidney J.* 2015 May 26;8.
24. Snelson M, Clarke RE, Nguyen T, Penfold SA, Forbes JM, Tan SM, et al. Long Term High Protein Diet Feeding Alters the Microbiome and Increases Intestinal Permeability, Systemic Inflammation and Kidney Injury in Mice. *Mol Nutr Food Res* [Internet]. 2021 Apr 25;65(8):2000851. Doi: [10.1002/mnfr.202000851](https://doi.org/10.1002/mnfr.202000851)
25. Taner B, Aysim O, Abdulkadir U. The effects of the recommended dose of creatine monohydrate on kidney function. *Clin Kidney J* [Internet]. 2011 Feb 1;4(1):23–4. Doi: [10.1093/ndtplus/sfq177](https://doi.org/10.1093/ndtplus/sfq177)
26. Williamson L, New D. How the use of creatine supplements can elevate serum creatinine in the absence of underlying kidney pathology. *BMJ Case Rep.* 2014 Sep 19;2014.
27. de Souza e Silva A, Pertille A, Reis Barbosa CG, Aparecida de Oliveira Silva J, de Jesus DV, Ribeiro AGSV, et al. Effects of Creatine Supplementation on Renal Function: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Ren Nutr* [Internet]. 2019 Nov;29(6):480–9. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1051227619302286>
28. Davani-Davari D, Karimzadeh I, Ezzatzadegan-Jahromi S, Sagheb M. Potential Adverse Effects of Creatine Supplement on the Kidney in Athletes and Bodybuilders. *Iran J Kidney Dis.* 2018 Sep 3;12:253–60.
29. Antonio J, Candow DG, Forbes SC,

1. Escuela de Medicina y Cirugía, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.
- a. Médico Cirujano

**Recibido:** 26/02/2023

**Aprobado:** 10/5/2023

#### Correspondencia:

Diego Delgado Gómez

Email:

[ddgdiegodelgado@gmail.com](mailto:ddgdiegodelgado@gmail.com)

ORCID: 0000-0002-2230-1643

#### Citar como:

Barrantes-Silman P, Castillo-Cordero A, Céspedes-Valverde M, Delgado-Gómez D, Jiménez-Rivera A, Santillán-Zúñiga J. Interacción entre ejercicio, dieta hiperproteica, suplementos y AINEs: efectos en la función renal. *Rev Hisp CiencSalud*. 2023; 9(2): 113-123. DOI [10.56239/rhcs.2023.92.642](https://doi.org/10.56239/rhcs.2023.92.642)

- Gualano B, Jagim AR, Kreider RB, et al. Common questions and misconceptions about creatine supplementation: what does the scientific evidence really show? *J Int Soc Sports Nutr* [Internet]. 2021 Jan 2;18(1). Doi: [10.1186/s12970-021-00412-w](https://doi.org/10.1186/s12970-021-00412-w)
30. Candia-Luján R, Antonio De-Paz-Fernández J. Are Nonsteroidal Anti-Inflammatories Effective in the Treatment of Delayed Onset Muscle Soreness? *Issn*. 2014;9(1):76–83.
  31. Morelli KM, Brown LB, Warren GL. Effect of NSAIDs on Recovery From Acute Skeletal Muscle Injury: A Systematic Review and Meta-analysis. *Am J Sports Med* [Internet]. 2018 Jan 29;46(1):224–33. Doi: [10.1177/0363546517697957](https://doi.org/10.1177/0363546517697957)
  32. Bindu S, Mazumder S, Bandyopadhyay U. Non-steroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs) and organ damage: A current perspective. *Biochem Pharmacol* [Internet]. 2020 Oct;180:114147. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S000629522030383X>
  33. Emerson DM, Chen SC, Kelly MR, Parnell B, Torres-McGehee TM. Non-steroidal anti-inflammatory drugs on core body temperature during exercise: A systematic review. *J Exerc Sci Fit* [Internet]. 2021 Apr;19(2):127–33. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1728869X20303257>
  34. Lundberg T, Howatson G. Analgesic and anti-inflammatory drugs in sports: Implications for exercise performance and training adaptations. *Scand J Med Sci Sports*. 2018 Aug 13;28.
  35. Tscholl P, Gard S, Schindler M. A sensible approach to the use of NSAIDs in sports medicine. *Swiss Sport Exerc Med*. 2017 Jan 1;65:15–20.
  36. Cornu C, Grange C, Regalin A, Munier J, Ounissi S, Reynaud N, et al. Effect of Non-Steroidal Anti-Inflammatory Drugs on Sport Performance Indices in Healthy People: a Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Sport Med - Open* [Internet]. 2020 Dec 28;6(1):20. Doi: [10.1186/s40798-020-00247-w](https://doi.org/10.1186/s40798-020-00247-w)
  37. Brennan R, Wazaify M, Shawabkeh H, Boardley I, McVeigh J, Van Hout MC. A Scoping Review of Non-Medical and Extra-Medical Use of Non-Steroidal Anti-Inflammatory Drugs (NSAIDs). *Drug Saf* [Internet]. 2021 Sep 30;44(9):917–28. Doi: [10.1007/s40264-021-01085-9](https://doi.org/10.1007/s40264-021-01085-9)
  38. Lucas GNC, Leitão ACC, Alencar RL, Xavier RMF, Daher EDF, Silva Junior GB da. Pathophysiological aspects of nephropathy caused by non-steroidal anti-inflammatory drugs. *Brazilian J Nephrol* [Internet]. 2019 Mar;41(1):124–30. Disponible en: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-28002019000100124&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-28002019000100124&tlng=en)
  39. Musu M, Finco G, Antonucci R, Polati E, Sanna D, Evangelista M, et al. Acute nephrotoxicity of NSAID from the foetus to the adult. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2011 Dec;15(12):1461–72.
  40. Fowler C. Do nonsteroidal anti-inflammatory drugs impair tissue healing? *J Am Acad Physician Assist* [Internet]. 2018 Aug;31(8):1–5. Disponible en: <https://journals.lww.com/01720610-201808000-00015>

