



## Editorial

# Cuando el deporte deja de ser salud: dietas, suplementos y sustancias para aumentar el rendimiento y su relación con el riñón

## When the sport stops being health: diets, supplements and substances to increase the performance and its relation with the kidney

M. Dolores Arenas Jiménez

Servicio de Nefrología, Hospital Vithas Perpetuo Internacional, Alicante, España

El culto por un «cuerpo perfecto» se ha instalado en nuestra sociedad. Entre el 6 y el 10% de los clientes de un gimnasio consumen fármacos y hormonas para elevar el rendimiento<sup>1</sup>, y en poblaciones seleccionadas, como levantadores de pesas y culturistas, la prevalencia del abuso de estas sustancias es mucho más alta, alcanzando hasta el 44%<sup>2</sup>.

El peligro deriva no tanto de las sustancias en sí mismas, sino de su forma de utilización: sin supervisión médica, haciendo diferentes combinaciones, y a dosis muy superiores a las de la práctica clínica habitual, por lo que las consecuencias reales de este consumo son desconocidas y, debido a esta polifarmacia, a menudo es difícil determinar el agente específico responsable de la lesión renal en estos pacientes.

El riñón es uno de los órganos afectados por estas prácticas, y cada vez son más frecuentes las consultas a nefrología de esta población, lo que requiere un mayor conocimiento por parte del nefrólogo acerca de esta patología emergente y un alto nivel de sospecha, pues el paciente no siempre reconoce este abuso.

Aunque resulta difícil conocer el alcance real de la patología renal asociada a estas sustancias, es relevante para el nefrólogo saber que aproximadamente el 30% de los usuarios de anabolizantes desarrollan dependencia y, por lo tanto,

estarían en mayor riesgo de desarrollar las consecuencias médicas del abuso prolongado<sup>3</sup>.

El objetivo de este editorial no es realizar una revisión sistemática de la literatura sino, simplemente, hacer una llamada de atención y aumentar el conocimiento del nefrólogo en lo que se refiere a aquellas sustancias que son utilizadas comúnmente por algunos deportistas, identificando cuáles de ellas y de qué manera pueden afectar al riñón. Esto será de utilidad tanto en la interpretación de las lesiones renales como en el asesoramiento sobre el consumo de este tipo de sustancias.

### Interpretación de las fórmulas de estimación del filtrado glomerular

Las fórmulas utilizadas para estimar el filtrado glomerular (FG) incluyen niveles de creatinina sérica y están influidas por la masa muscular y la ingesta dietética, particularmente por el aporte de creatina<sup>4</sup>. La creatina se convierte de forma espontánea e irreversible en creatinina, por lo que quienes toman creatina o tienen una importante masa muscular pueden ser falsamente diagnosticados de disminución de la función renal utilizando las fórmulas al uso<sup>5</sup>. La cistatina C también se ve influida por el sexo, la masa muscular, y la toma de esteroides, por lo que no aportaría ventajas en esta población. Aunque en estudios de investigación se ha utilizado el aclaramiento de otras sustancias exógenas como

Correo electrónico: [lola@olemiswebs.net](mailto:lola@olemiswebs.net)

<https://doi.org/10.1016/j.nefro.2018.10.004>

0211-6995/© 2019 Sociedad Española de Nefrología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

inulina o isótopos radiactivos (99TmDTPA o 51Cr-EDTA)<sup>5</sup>, la mejor alternativa en nuestro medio en este tipo de población es utilizar el aclaramiento de creatinina en 24 h.

## Dietas hiperproteicas

Aumentar la ingesta de proteínas antes y después del ejercicio, utilizando fuentes de proteínas de alta calidad, mejora la respuesta adaptativa a este<sup>6</sup>, aumenta la síntesis de glucógeno y proteínas, y reduce su degradación<sup>7</sup>. Por ello, la Sociedad Internacional de Nutrición Deportiva en 2007 y 2017 considera segura y adecuada la ingesta proteica de 1,4-2,0 g/kg/día<sup>8</sup>. Posteriormente, estudios realizados en ratas<sup>9</sup> y humanos entrenados mostraron que una ingesta proteica superior (2,51-3,32 g/kg/día), durante un año, no produjo alteraciones en los lípidos, ni en la función hepática ni en la renal<sup>10,11</sup>. Sin embargo, la realidad es que los deportistas, incluso aficionados, recurren a ingestas proteicas superiores a lo recomendado, llegando hasta 5 g/kg/día y durante periodos prolongados<sup>12</sup>.

La respuesta fisiológica adaptativa normal del riñón ante la elevada ingesta proteica es aumentar el FG<sup>13</sup>, alcanzando una función renal normal o por encima de lo normal en estados de hiperfiltración, y se denomina reserva funcional renal (RFR). Aunque estas dietas puedan ser seguras en población sana entrenada, algunos autores alertan de posibles peligros, sobre todo en pacientes con enfermedad renal previa<sup>14</sup>. Se sugiere que este desafío permanente de la RFR puede producir y/o acelerar el deterioro de la función renal<sup>15,16</sup>, y se ha demostrado asociación entre alta ingesta proteica y empeoramiento de la función renal<sup>16</sup>.

Otro de los riesgos de la dieta hiperproteica es la deshidratación, al incrementar la excreción renal de solutos —urea y otros desechos nitrogenados—, lo que requiere un mayor consumo de agua, especialmente si asocian diabetes, hipertensión o enfermedad cardiovascular, y es un factor de riesgo independiente en el desarrollo de cálculos renales en individuos predispuestos<sup>17</sup>. También se asocian a un mayor riesgo de diabetes tipo 2 por ser dietas con alto potencial ácido<sup>18</sup>.

## Suplementos nutricionales

Algunos nutrientes utilizados como suplementos nutricionales —l-carnitina, colina/fosfatidilcolina, triptófano y tirosina— pueden producir efectos potencialmente tóxicos en pacientes con enfermedad renal crónica (ERC), ya que modifican la microbiota intestinal, aumentando el número de bacterias que los procesan para producir toxinas urémicas —N-óxido de trimetilamina (TMAO), sulfato de p-cresilo, sulfato de indoilo y ácido acético indol-3—. Estas toxinas se asocian con un mayor riesgo de muerte y enfermedad cardiovascular<sup>19</sup>.

La creatina es ampliamente usada para aumentar la masa muscular y mejorar el rendimiento atlético. Tiene la capacidad de aumentar los niveles de creatinina sin que signifique daño de la función renal: la suplementación con creatinina durante 3 meses no tuvo efectos perjudiciales sobre la función renal, medida por 51Cr-EDTA, en deportistas entrenados<sup>20</sup>. El problema es que, en este contexto, la elevación sérica

de creatinina puede significar suplementación con creatina o daño renal real, y el nefrólogo deberá diferenciar ambas situaciones mediante el aclaramiento de creatinina en 24 h.

## Esteroides anabolizantes androgénicos (EAA)

Se desconoce la magnitud exacta actual del uso y efectos adversos derivados de los esteroides anabolizantes androgénicos (EAA), pero existe un importante consumo oculto por parte de atletas profesionales y aficionados en todo el mundo, incluso entre adolescentes<sup>21</sup>.

Los EAA incluyen la testosterona y los numerosos análogos sintéticos modificados para aumentar los efectos anabólicos<sup>22</sup>. Están formulados para administración oral, parenteral mediante inyecciones intramusculares, subcutánea, o transdérmica. Se suelen emplear en ciclos de 6 a 12 semanas, para después suspenderlos durante un período más o menos prolongado o seguir consumiéndolos a una dosis más baja. En ocasiones, se utilizan con un patrón piramidal, empezando con una dosis diaria baja al inicio hasta alcanzar la dosis máxima, para luego disminuirla gradualmente hasta su retirada (tabla 1). Las dosis utilizadas superan a las terapéuticas en entre 10 y 100 veces, combinando con frecuencia varios preparados, orales y parenterales.

Durante los últimos 4 años se han triplicado las complicaciones hepáticas —fallo hepático y enfermedad hepática colestática— y renales —nefropatía biliar aguda o nefrosis biliar<sup>23</sup>, glomeruloesclerosis focal y segmentaria (GEFS) y nefropatía tubulointersticial (NTI)— asociadas a EAA que precisan hospitalización e incluso diálisis<sup>24</sup>. Un estudio reciente realizado en 22 adultos sanos biopsiados que reconocieron consumo de altas dosis de proteínas y EAA durante más de 6 años reveló GEFS en 8 pacientes, nefroangiosclerosis en 4, nefritis intersticial crónica en 3, nefritis intersticial aguda en 2, nefrocalcinosis con nefritis intersticial crónica en 2 y pacientes únicos con glomerulopatía membranosa, glomerulopatía semilunar y glomerulonefritis esclerosante. Los pacientes con GEFS tuvieron una mayor duración de la exposición, presentación tardía y peor pronóstico, y aquellos con enfermedad intersticial tenían un tiempo de exposición más corto y una presentación más temprana y habían mejorado o estabilizado después de la interrupción de su práctica<sup>25</sup>. El hecho de que la GEFS afecte a culturistas tras abuso de EAA a largo plazo demuestra que los EAA son toxinas podocíticas emergentes<sup>26</sup>. Los niveles de testosterona, creatinina, urea y urato aumentaron con el uso de estas sustancias<sup>27</sup>, y la disminución del FG y la fibrosis y proliferación de células renales asociadas pueden deberse a la sobreexpresión de genes de nefrina y podocina mediados por estrés oxidativo<sup>28</sup>.

La alteración de perfil lipídico, la hipertrofia de ventrículo izquierdo y la elevación de la presión arterial en atletas jóvenes deben hacer sospechar el consumo de estas sustancias, por su actuación en la regulación de la función cardiovascular: liberación de óxido nítrico (NO), movilización de calcio, apoptosis vascular, hipertrofia, calcificación, senescencia y generación de especies de oxígeno reactivas<sup>29</sup>. El riesgo de muerte en usuarios crónicos de EAA es 4,6 veces mayor que en población normal ajustada por edad<sup>30</sup>.

Tabla 1 – Ejemplo de ciclo de esteroides utilizado en el deporte

Semana	Dianabol	testosterona sust-prop	Deca	Primobolan	masteron	trembolona	winstrol	T4	clenbuterol	nolvadex	proviron	clomid	HCG
	mg/día	mg/sem	mg/sem	mg/sem	mg/sem	mg/sem	mg/sem	2 días si 2 días no	2 días si 2 días no	mg/día	mg/día	mg/día	UI
1	20												
2	20	500(sust)	400								25		
3	20	500(sust)	400							10	25		
4	20	500(sust)	400							10	25		
5	20	500(sust)	400							10	25		
6		250(sust)	400							10	25		
7		250 (sust)		200	200	75	50			10	25		
8		225 (prop)		200	200	75	50	20	20	10	25		
9		225 (prop)		200	200	75	100	20	40	10	25		
10		225 (prop)		200	200	75	100	40	60	10	25		
11		225 (prop)		200	200	75	100	60	80	10	25		
12		100 (prop)				75	100	40	40	10	25		
13								20	20	10	25		
14										30	25	100	
15										20	25	50	
16									20	10	25	50	1500
17									20	10	25	50	1500
18									20	10	25	50	1500

Dianabol: metandrostenolona (comprimidos orales de 10 mg).

Testosterona: 1) Sustanon: 400 mg/ml (contiene una mezcla de testosteronas: 60 mg de propionato de testosterona, 110 mg de testosterona phenylpropionate, 110 mg de testosterona isocaproate y 120 mg de testosterona decanoate); inyección intramuscular; 2) propionato: propionato de testosterona (inyección intramuscular de 100 mg/ml).

Deca: decanoato de nandrolona (solución inyectable de 200 mg/ml).

Primobolan: enantato de metenolona (solución inyectable intramuscular 10 ampollas de 1 ml).

Masterón: propionato de drostanolona (solución inyectable de 100 mg/ml).

Trembolona: acetato de trembolona (solución inyectable de 100 mg/ml).

Winstrol: estanozolol (comprimidos orales de 10 mg).

T4: levotiroxina sódica (comprimidos orales de 100 µg).

Clenbuterol: clenbuterol (comprimidos orales de 0,02 µg).

Nolvadex: tamoxifeno (comprimidos orales de 20 mg).

Proviron: comprimidos de 25 mg.

Clomid: clomifeno; comprimidos de 50 mg.

HCG: gonadotropina coriónica humana; solución inyectable en dosis de 1.500 UI.

Fuente: información extraída de la historia clínica de un paciente culturista con glomerulonefritis focal y segmentaria en consulta de nefrología.

## Clenbuterol

El clenbuterol, un broncodilatador que se utiliza para el tratamiento de las crisis asmáticas, también se utiliza por sus propiedades anabolizantes, y se han descrito arritmias y alteraciones de los electrólitos (hipopotasemia, hipomagnesemia e hipofosfatemia) que pueden producir muerte súbita<sup>31</sup>.

## Rabdomiólisis de esfuerzo

El entrenamiento disminuye el riesgo de desarrollar rabdomiólisis, pero en presencia de sudoración profusa, falta de reposición hidroelectrolítica adecuada y elevada temperatura ambiental puede afectar incluso a deportistas entrenados, incrementándose el riesgo de fallo renal. Cualquier persona sana sometida a un ejercicio extremo y extenuante puede

presentar un episodio de rabdomiólisis con fracaso renal agudo y requerimientos de diálisis, que se han descrito incluso después de la primera clase de spinning<sup>32</sup>.

## Conclusiones

Una reciente búsqueda sistemática de bases de datos electrónicas concluye que la literatura que describe las prácticas de ingesta dietética de culturistas competitivos es anticuada y, a menudo, de mala calidad<sup>33</sup>; y por todo ello, algunos autores alertan del riesgo, y recomiendan analizar la creatinina sérica y la proteinuria antes de iniciarse en el consumo de este tipo de dietas y suplementos, puesto que la ERC es a menudo silenciosa y los pacientes pueden desconocer esa condición<sup>34</sup>.

Los médicos y los pacientes deben ser conscientes de que, en pacientes con ERC, e incluso en personas sanas, determinadas prácticas asociadas al deporte pueden ir en contra de la salud.

## BIBLIOGRAFÍA

- Guthrie SK, Erickson SR. Masters Swimmers use more dietary supplements than a large national comparison population in the United States. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2016;26:123-7.
- Pope HG Jr, Kanayama G, Hudson JI. Risk factors for illicit anabolic-androgenic steroid use in male weightlifters: a cross-sectional cohort study. *Biol Psychiatry.* 2012;71:254-61.
- Kanayama G, Brower KJ, Wood RI, Hudson JI, Pope HG Jr. Anabolic-androgenic steroid dependence: an emerging disorder. *Addiction.* 2009;104:1966-78.
- Gualano B, Ugrinowitsch C, Novaes RB, Artioli GG, Shimizu MH, Seguro AC, et al. Effects of creatine supplementation on renal function: a randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial. *Eur J Appl Physiol.* 2008;103:33-40.
- Refaie R, Moochhala SH, Kanagasundaram NS. How we estimate GFR—a pitfall of using a serum creatinine-based formula. *Clin Nephrol.* 2007;68:235-7.
- Jäger R, Kerksick CM, Campbell BI, Cribb PJ, Wells SD, Skwiat TM, et al. International Society of Sports Nutrition position stand: protein and exercise. *J Int Soc Sports Nutr.* 2017;20:20, <http://dx.doi.org/10.1186/s12970-017-0177-8>.
- Lambert CP, Frank LL, Evans WJ. Macronutrient considerations for the sport of bodybuilding. *Sports Med.* 2004;34:317-27.
- Campbell B, Kreider RB, Ziegenfuss T, La Bounty P, Roberts M, Burke D, et al. International Society of Sports Nutrition position stand: protein and exercise. *J Int Soc Sports Nutr.* 2007;4:8.
- Toedebusch RG, Childs TE, Hamilton SR, Crowley JR, Booth FW, Roberts MD. Postprandial leucine and insulin responses and toxicological effects of a novel whey protein hydrolysate-based supplement in rats. *J Int Soc Sports Nutr.* 2012;9:24, <http://dx.doi.org/10.1186/1550-2783-9-24>.
- Antonio J, Ellerbroek A, Silver T, Vargas L, Tamayo A, Buehn R, et al. A high protein diet has no harmful effects: a one-year crossover study in resistance-trained males. *J Nutr Metab.* 2016;2016:9104792, <http://dx.doi.org/10.1155/2016/9104792>.
- Antonio J, Ellerbroek A, Silver T, Orris S, Scheiner M, Gonzalez A, Peacock CA. A high protein diet (3.4 g/kg/d) combined with a heavy resistance training program improves body composition in healthy trained men and women—a follow-up investigation. *J Int Soc Sports Nutr.* 2015;12:39.
- Tipton KD. Efficacy and consequences of very-high-protein diets for athletes and exercisers. *Proc Nutr Soc.* 2011;70:205-14.
- Friedman AN. High-protein diets: potential effects on the kidney in renal health and disease. *Am J Kidney Dis.* 2004;44:950-62.
- Huang MC, Chen ME, Hung HC, Chen HC, Chang WT, Lee CH, et al. Inadequate energy and excess protein intakes may be associated with worsening renal function in chronic kidney disease. *J Ren Nutr.* 2008;18:187-94.
- Gabbai FB. The role of renal response to amino acid infusion and oral protein load in normal kidneys and kidney with acute and chronic disease. *Curr Opin Nephrol Hypertens.* 2018;27:23-9.
- Marckmann P, Osther P, Pedersen AN, Jespersen B. High-protein diets and renal health. *J Ren Nutr.* 2015;25:1-5.
- Fink HA, Akornor JW, Garimella PS, MacDonald R, Cutting A, Rutks IR, et al. Diet, fluid, or supplements for secondary prevention of nephrolithiasis: a systematic review and meta-analysis of randomized trials. *Eur Urol.* 2009;56:72-80.
- Jayed A, Shab-Bidar S. Dietary acid load and risk of type 2 diabetes: a systematic review and dose-response meta-analysis of prospective observational studies. *Clin Nutr ESPEN.* 2018;23:10-8.
- Fernandez-Prado R, Esteras R, Perez-Gomez MV, Gracia-Iguacel C, Gonzalez-Parra E, Sanz AB, et al. Nutrients turned into toxins: microbiota modulation of nutrient properties in chronic kidney disease. *Nutrients.* 2017;9:E489, <http://dx.doi.org/10.3390/nu9050489>.
- Lugaresi R, Leme M, de Salles Painelli V, Murai IH, Roschel H, Sapienza MT, et al. Does long-term creatine supplementation impair kidney function in resistance-trained individuals consuming a high-protein diet? *J Int Soc Sports Nutr.* 2013;10:26, <http://dx.doi.org/10.1186/1550-2783-10-26>.
- Piacentino D, Kotzalidis GD, del Casale A, Aromataro MR, Pomara C, Girardi P, et al. Anabolic-androgenic steroid use and psychopathology in athletes. A systematic review. *Curr Neuropharmacol.* 2015;13:101-21.
- Laudo C, Puigdevall V, del Río MJ. Sustancias hormonales utilizadas como agentes ergogénicos. *Med Clin (Barc).* 1999;112:67-73.
- Alkhunaizi AM, ElTigani MA, Rabah RS, Nasr SH. Acute bile nephropathy secondary to anabolic steroids. *Clin Nephrol.* 2016;85:121-6.
- Nanavati A, Herlitz LC. Tubulointerstitial injury and drugs of abuse. *Adv Chronic Kidney Dis.* 2017;24:80-5.
- El-Reshaid W, El-Reshaid K, Al-Bader S, Ramadan A, Madda JP. Complementary bodybuilding: a potential risk for permanent kidney disease. *Saudi J Kidney Dis Transpl.* 2018;29:326-31.
- Pendergraft WF 3rd, Herlitz LC, Thornley-Brown D, Rosner M, Niles JL. Nephrotoxic effects of common and emerging drugs of abuse. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2014;7:1996-2005.
- Bordin DM, Bettim BB, Perdoni GC, de Campos EG, de Martinis BS. Understanding alterations on blood and biochemical parameters in athletes that use dietary supplements, steroids and illicit drugs. *Toxicology.* 2017;376:75-82.
- Tofghi A, Ahmadi S, Seyyedi SM, Shirpoor A, Kheradmand F, Gharalari FH. Nandrolone administration with or without strenuous exercise promotes overexpression of nephrin and podocin genes and induces structural and functional alterations in the kidneys of rats. *Toxicol Lett.* 2018;282:147-53.
- Lucas-Herald AK, Alves-Lopes R, Montezano AC, Ahmed SF, Touyz RM. Genomic and non-genomic effects of androgens in the cardiovascular system: clinical implications. *Clin Sci (Lond).* 2017;131:1405-18.
- Herman CW, Conlon AS, Rubenfire M, Burghardt AR, McGregor SJ. The very high premature mortality rate among active professional wrestlers is primarily due to cardiovascular disease. *PLoS One.* 2014;9:e109945, <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0109945>.
- Daubert GP, Mabasa VH, Leung VW, Aaron C. Acute clenbuterol overdose resulting in supraventricular tachycardia and atrial fibrillation. *J Med Toxicol.* 2007;3:56-60.
- Brogan M, Ledesma R, Coffino A, Chander P. Freebie rhabdomyolysis: a public health concern. Spin class-induced rhabdomyolysis. *Am J Med.* 2017;130:484-7.
- Spendlove J, Mitchell L, Gifford J, Hackett D, Slater G, Cobley S, et al. Dietary intake of competitive bodybuilders. *Sports Med.* 2015;45:1041-63.
- Aparicio VA, Nebot E, Heredia JM, Aranda P. Efectos metabólicos, renales y óseos de las dietas hiperproteicas. Papel regulador del ejercicio. *Rev Andal Med Deporte [en línea].* 2010;3:153-8 [consultado 21 Feb 2018]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/3233/323327664005.pdf>