

## Toma de posición

# Posición sobre los efectos cardiovasculares de las sustancias de dopaje, medicamentos y suplementos ergogénicos en relación con el deporte

## Cardiovascular effects of doping substances, medicines and ergogenic supplements in relation to sports

Alejandro Vilchez, Pablo Senatra, Paola Courtade

Comité de Cardiología del Ejercicio, Federación Argentina de Cardiología.

### INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Recibido el 10 de Diciembre de 2024

Aceptado después de revisión

el 11 de Diciembre de 2024

[www.revistafac.org.ar](http://www.revistafac.org.ar)

Los autores declaran no tener conflicto de intereses

### Palabras clave:

Efectos secundarios cardiovasculares, dopaje, ayudas ergogénicas, bebidas energéticas, medicamentos.

### Keywords:

Cardiovascular side effects, doping, ergogenic aids, energy drinks, medications.

### RESUMEN

Son indudables e indiscutibles los beneficios de la actividad física sobre la salud. Sin embargo, ciertos deportes en particular se han cubierto por un manto de sospecha debido al uso de sustancias ergogénicas, poniendo en duda el mérito y talento deportivo. La facilidad en su obtención y el marketing industrial han hecho de esto un negocio de magnitud intangible para el común popular. Con el objetivo de mejorar el rendimiento, incrementar la masa muscular o bajar de peso, se recurre a estas sustancias cuyo efecto no está siempre probado y puede ser perjudicial para la salud. Deportistas de elite, amateurs y más aún jóvenes no deportistas hacen un mal uso, por desconocimiento, falta de apoyo profesional y la fácil obtención en el mercado.

Esta toma de posición resumirá los efectos de las sustancias más utilizadas en la práctica deportiva, haciendo énfasis en la repercusión a nivel cardiovascular.

### Cardiovascular effects of doping substances, medicines and ergogenic supplements in relation to sports

### ABSTRACT

The benefits of physical activity on health are undoubted and indisputable. However, certain sports have been covered by a blanket of suspicion due to the use of ergogenic substances that overshadow and call into question sporting merits and talent. The ease to obtain them and industrial marketing have made this a business of intangible magnitude for the common people. With the aim of improving performance, increasing muscle mass or losing weight, these substances are used, the effects of which are not always proven and can be harmful to health. Elite athletes, amateurs and even more young non-athletes misuse them, due to lack of knowledge, lack of professional support and being easily obtained in the market.

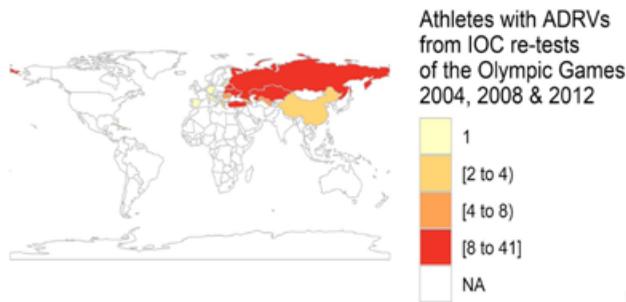
In this review, the effects of the most used substances in sports practice will be summarized, emphasizing the impact at cardiovascular level.

## INTRODUCCIÓN

Se puede definir doping según la Ley 26.912, como el uso de sustancias o método para mejorar el rendimiento deportivo con un riesgo potencial para la salud<sup>1</sup>. Para promover una actividad libre de dopaje se creó la WADA (*World Antidoping Agency*) en 1991. Con un código establecido en 2004 y actualizado en 2021, incluye alrededor de 700 organizaciones deportivas. La WADA actualiza anualmente los listados de sustancias prohibidas<sup>2</sup>. Desde el 2004, y debido a que existe un gap entre el momento en que los atletas comienzan a experimentar nuevas sustancias y el momento en que se identifica el uso, el reglamento permite que las

sanciones sean retroactivas. Las muestras se guardan por al menos por 10 años, por lo que en 2020 se confirmaron las preseas obtenidas en Londres 2012.

La prevalencia del dopaje en el deporte competitivo oscila entre el 0% y el 73%, la mayoría cae por debajo del 5%, afecta a todos los niveles y más en amateurs que tienen menos vigilancia<sup>3,4,5</sup>. Demanda un gasto importante la identificación de dopaje, pero el problema real no es solo quitar un premio si no la salud del deportista<sup>3</sup>. Un análisis retrospectivo de violaciones de las reglas antidopaje en las muestras recogidas en los Juegos Olímpicos entre 1968 y 2012, reveló que las muestras positivas para sustancias prohibidas que



**FIGURA 1.** Casos detectados a posterior, y que han tenido impacto en el resultado de las medallas obtenidas en los juegos Olímpicos de 2004-2008-2012<sup>6</sup>.

se volvieron a analizar contenían anabólicos exógenos esteroideos o sus metabolitos en un 90% (Figura 1)<sup>6</sup>. El objetivo de esta toma de posición es crear conciencia e informar a cardiólogos, médicos y entusiastas del deporte, sobre las posibles complicaciones cardiovasculares asociadas al mal uso de estas sustancias.

**AGENTES ANABÓLICOS ESTEROIDEOS (AAS)**

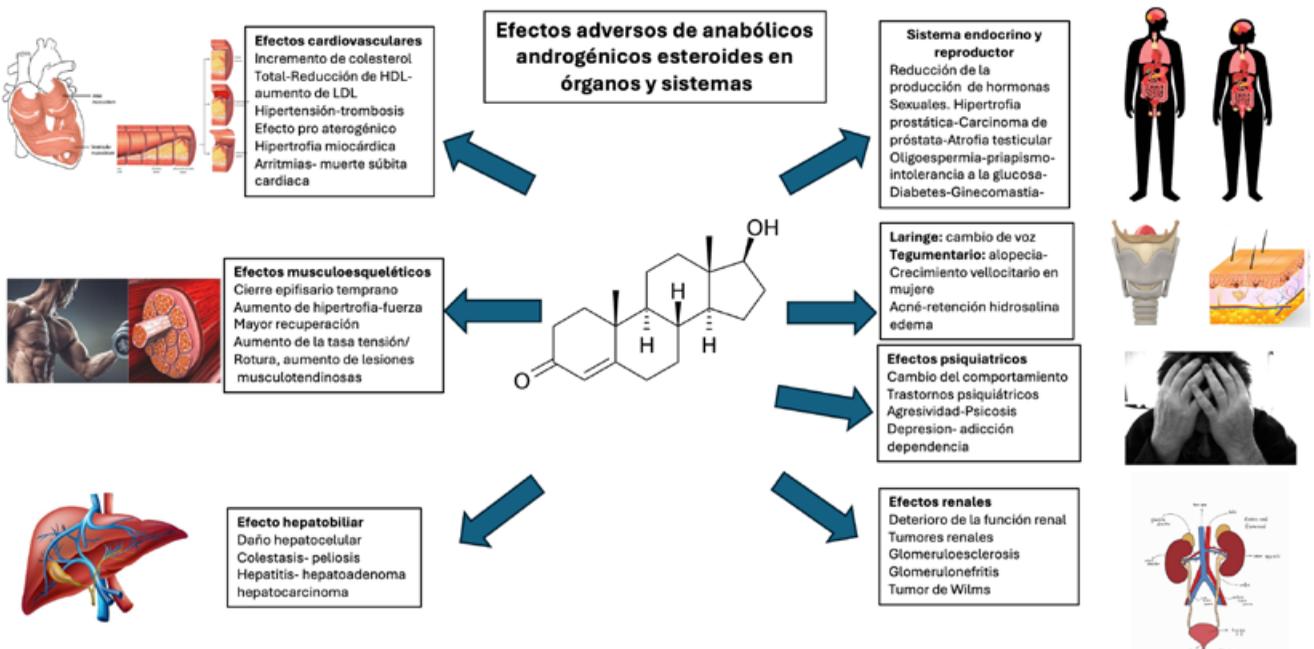
Son las drogas ilegales más utilizadas, no solo por los atletas que compiten en deportes de fuerza, sino también en deportes de resistencia, ya que aceleran la recuperación post ejercicio, aumentan la fuerza, y se tolera más carga de entrenamiento. Así mismo, en el ambiente del fitness también son muy populares para obtener rápidos logros en la imagen física<sup>3,7</sup>. El uso con eritropoyetina es la combinación más eficaz y accesible para mejorar resultados en deportes

de resistencia, de hecho, es la combinación más utilizada en estas disciplinas<sup>7,8</sup>. Como las consideraciones éticas y legales prohíben su administración en deportistas, incluso con fines de investigación, todos los trabajos publicados al respecto se basan en los autoinformes de los mismos atletas, lo cual puede tener cierto margen de no validez. Muchos atletas no revelarían su uso al médico ni lo hablarían, debido a que la percepción es que tienen muy poco conocimiento sobre el tema<sup>9</sup>.

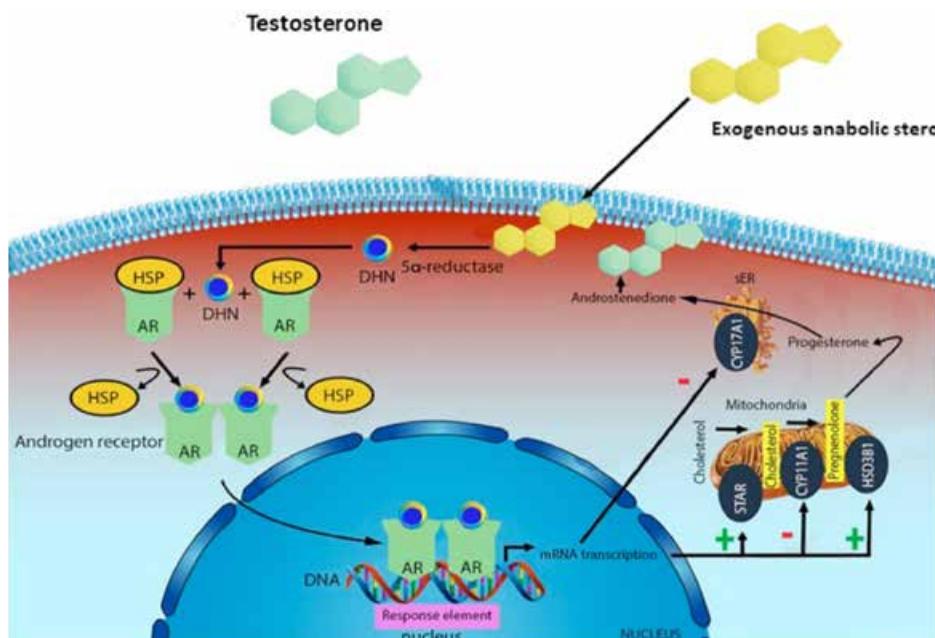
La mayoría de los estudios son pequeños y en atletas de elite, quienes no son los principales usuarios. Los deportistas amateurs y no deportistas son los que encabezan las estadísticas, con objetivo de imagen. Usan una combinación de diferentes sustancias, de tal manera que los resultados no pueden atribuirse únicamente a AAS. A pesar de estas limitaciones, los resultados de 49 estudios en los últimos 10 años en 1467 atletas muestran que la mayoría de los trastornos atribuibles incluyen: inicio temprano de enfermedad coronaria, hipertensión arterial, infarto de miocardio y arritmias, más otros efectos no cardiovasculares resumidos en la figura 2<sup>10</sup>.

Los AAS activan la señalización del receptor de andrógenos (AR), provocando modificaciones a nivel nuclear vía ADN, como así también efectos directos en otros tejidos a distancia dependientes o no del AR (Figura 3).

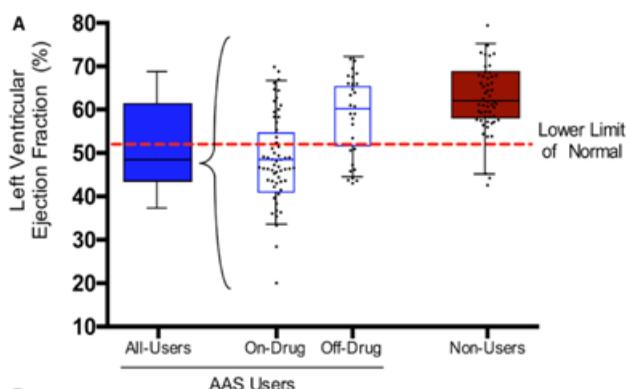
Estos mecanismos, en combinación con la estimulación de la hormona del crecimiento y el eje del factor de crecimiento similar a la insulina-1 (IGF-1), causan la formación de proteínas musculares<sup>11</sup>. Estos efectos se potencian al combinarse con entrenamiento, lo que conduce a un aumento de la masa muscular y fuerza. El mal uso y abuso prolongado pueden conducir a efectos adversos cardiovasculares, algunos de



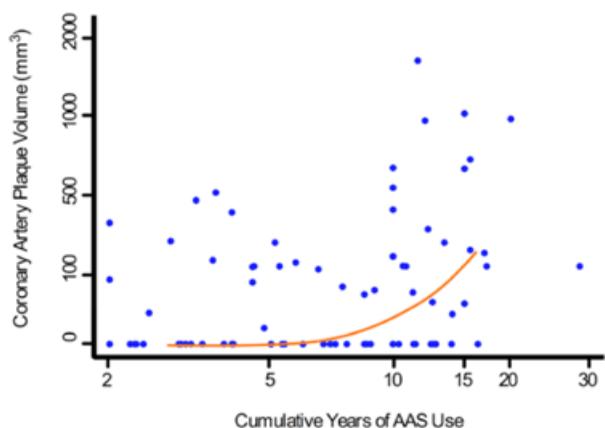
**FIGURA 2.** Efectos adversos debido a AAS, pueden afectar numerosos órganos y sistemas.



**FIGURA 3.** Los anabólicos esteroides exógenos, son transportados al interior de las células afines, se unen al receptor de andrógenos, o pueden ser reducidos por la 5-alfa reductasa. El complejo N-receptor luego de cambios estructurales es trasportado al interior del núcleo, donde se une a secuencias de nucleótidos del ADN cromosómico. El ADN producido interfiere en la biosíntesis fisiológica de testosterona<sup>11</sup>.



**FIGURA 4.** Función ventricular sistólica en usuarios vs. no usuarios de AAS.



**FIGURA 5.** Relación entre el volumen de placa y la exposición en el tiempo a AAS.

ellos graves como muerte súbita y enfermedad arterial<sup>11,12</sup>. Las muestras de autopsias describieron que la enfermedad cardiovascular es muy extensa en estos casos. Otras series han demostrado los mismos hallazgos: deterioro de la función sistólica, enfermedad coronaria aterosclerótica, tromboembolismo pulmonar, trombos coronarios y endocavitarios e infiltrados inflamatorios. También se ha encontrado hipertrofia de miocitos, daño celular focal, pérdida miofibrilar y fibrosis intersticial, preferentemente localizada en zona subepicárdica y daño de pequeños vasos (Figuras 4 y 5)<sup>13</sup>.

Se estima que la mortalidad entre los atletas que utilizan AAS es de 6 a 20 mayor, y alrededor del 30% de las muertes pueden atribuirse a causas cardiovasculares<sup>10</sup>.

Existe una miocardiopatía por AAS confirmada por datos de autopsias, ecocardiografía y resonancia magnética cardíaca, más aún, el remodelado cardíaco típico de los atletas cambia por otro de características patológicas que predispone a arritmias graves, que comparte características con la miocardiopatía hipertrófica<sup>10,14,15</sup>. Las complicaciones tienen relación con las dosis y el tiempo de uso.

Los AAS más utilizados en nuestro medio son: testosterona (testovirón-sustanon) 250-1000mg. Rápidamente es metabolizada, pero su esterificación en grupo 17-hydroxyl por enentato o cypionato hace que su liberación sea más lenta por su base lipofílica. Su característica principal es el bajo precio y fácil obtención. El uso terapéutico es el reemplazo hormonal a la dosis para normalizar el valor de testosterona, promedio 250-500 mg cada 3-4 semanas. Como dopaje se debe superar con creces este rango, llegando a dosis de al menos 250-500mg semanales.

Al eliminar el grupo 19-methyl de la testosterona se obtiene 19-nortestosterona (nandrolona), con mucho mayor efecto anabólico (decadurabolin 50-100 mg), también de

fácil obtención, bajo costo y buenos resultados. Es el más encontrado en los controles antidopaje<sup>16</sup>.

Los AAS 17 $\beta$ -alquilados hacen que la molécula de testosterona sea resistente a la degradación y permiten ser administrados oralmente o inyectable. Es el caso del estanozolol (Winstrol). Oralmente administrado, es hepatotóxico, pero el más consumido. También muy accesible de conseguir. Este fármaco es no aromatizable, lo cual significa que no es metabolizado por la aromatasa a estrógenos. Este es un detalle no menor, ya que en su gran mayoría los AAS aromatizables generan una elevada cantidad de estrógenos produciendo ginecomastia, lo que hace que se combinen con inhibidores de la aromatasa como el anastrozol.

### **HORMONA DEL CRECIMIENTO HUMANO (HGH)**

Tiene además de los efectos conocidos de crecimiento de los huesos largos previo al cierre de sus epífisis, efectos metabólicos que son de vital importancia en adultos. Su déficit siempre debe ser investigado, ya que provoca un aumento de la masa grasa con obesidad abdominal, pérdida de densidad mineral ósea, disminución de la fuerza muscular y la capacidad aeróbica, reducción del rendimiento físico y la calidad de vida. Estos casos pueden ser revertidos mediante la administración de hGH recombinante. En los deportistas su uso se basa en el incremento de masa muscular, pérdida de masa grasa y aceleración de los tiempos de recuperación. De la misma manera que los AAS puede generar efectos adversos graves. La mayoría de los estudios, son consecuencia del seguimiento de pacientes con acromegalia y no por la realización de estudios en deportistas. Debido a esto, las conclusiones son relativas. Se ha descrito la mayor probabilidad de desarrollar hipertrofia miocárdica, aumentos del colágeno miocárdico, fibrosis, inflamación celular y necrosis. Estas alteraciones predisponen a arritmias y riesgo de insuficiencia cardíaca<sup>7,10</sup>.

### **NUEVAS TENDENCIAS DE DOPAJE**

Péptidos sintéticos y los moduladores de los RA, son drogas modernas para mejorar el rendimiento. Desencadenan la estimulación de la secreción natural de hormonas anabólicas o estimulan su receptor. Si bien existe un riesgo potencial mayor que el uso de AAS u otras drogas prohibidas, también son utilizadas a pesar de que no han demostrado ser seguras en humanos<sup>17</sup>.

Los moduladores selectivos de los receptores de andrógenos (SARM) son una nueva clase de sustancias diseñadas para estimular en forma directa el receptor androgénico, con efectos anabólicos similares a AAS, pero con una potencia muy superior y menor efecto androgénico. Se consideran experimentales en humanos, con posibles efectos secundarios, incluyendo carcinogenicidad y potenciales problemas cardiovasculares<sup>18</sup>. Los más conocidos son ostarine, ligandrol, andarine, y cardarine, también se consiguen por internet y tiendas de suplementación deportiva como producto no esteroideo y sin efectos adversos. Su administración es mediante comprimidos.

De la misma forma que los moduladores, los péptidos, son diseñados para generar un aumento en la producción natural de hormonas anabólicas AAS y hGH. Estos productos novedosos obviamente no tienen información sobre sus resultados a largo plazo, y son promovidos como productos naturales, ya que muchos de estos son derivados de plantas. En este aspecto, formulaciones en base a Arginina han sido estudiados como moduladores de la liberación de GH con resultados favorables<sup>19</sup>.

### **INSULINA**

La insulina juega un papel clave en la síntesis de proteínas musculares, específicamente después de una sesión de entrenamiento de fuerza. La insulina es fundamental para la incorporación de aminoácidos en el músculo, así como para minimizar la degradación proteica durante y posterior al ejercicio. La ingestión de carbohidratos durante y posterior a la sesión estimula su liberación, y asociada a proteína previene la degradación muscular y asegura un anabolismo que favorece la recuperación y el crecimiento muscular<sup>20</sup>.

### **ESTIMULANTES**

Anfetaminas y metilfenidato se recetan para el tratamiento del déficit de atención y trastorno por hiperactividad (TDAH). Están contraindicados en personas con antecedentes de arritmias, en particular aquellas que tienen una base genética<sup>21</sup>. Tienen efectos profundos sobre el sistema cardiovascular, lo que conduce a insuficiencia cardíaca congestiva, infarto agudo de miocardio, dilatación de cámaras cardíacas, fibrosis valvular, hipertensión pulmonar e infarto cerebral<sup>10</sup>.

### **LOS AGONISTAS BETA-2**

El salbutamol y el clenbuterol son recetados para el tratamiento del asma. Si bien no hay estudios que respalden su uso como mejoradores del rendimiento, a altas dosis hay reportes que afirman lo contrario<sup>22</sup>.

El clenbuterol ha surgido recientemente como un fármaco útil por efecto sobre receptores beta3 (lipolítico), como también por efecto anabólico en la élite como en círculos deportivos recreativos. Usado en el fisicoculturismo para lograr definición muscular. Las dosis son mucho más altas que las terapéuticas. Está prohibido por la WADA.

### **GLUCOCORTICOIDES**

Los glucocorticoides se clasifican como sustancias dopantes. Se ha sugerido que pueden aumentar la disponibilidad de sustratos metabólicos y mejorar el uso de las fuentes de energía durante el ejercicio de resistencia. Ya son conocidos todos los efectos cardiovasculares por lo cual no se entrará en detalles.

### **AUMENTO DEL SUMINISTRO DE OXÍGENO MUSCULAR DOPAJE SANGUÍNEO**

Por lo general, implica la transfusión de sangre autóloga recolectada tiempo antes para aumentar la masa de glóbu-

los rojos. Este método fue utilizado por muchos años, pero debido a la poca practicidad ha caído en desuso, además de requerir cierta infraestructura para su implementación.

### **ERITROPOYETINA HUMANA RECOMBINANTE RHEPO**

Provoca un aumento de la masa de glóbulos rojos y de la concentración de hemoglobina (Hb) similar al dopaje sanguíneo, así como una mejora en el consumo máximo de oxígeno. Ha demostrado aumento del hematocrito como el  $VO_2$  máx tras la administración de rHbEPO durante 4 semanas en una pequeña cohorte de ciclistas entrenados<sup>23</sup>. En la práctica es utilizado en deportes de resistencia como el ciclismo o carreras a pie, sobre todo en nivel competitivo. Se consigue con facilidad y su costo es elevado, pero no inaccesible.

### **SUPLEMENTOS ERGOGÉNICOS LEGALES**

En contraste con los resultados encontrados con los efectos negativos a nivel salud de los AAS, hay muchas respuestas favorables para algunas sustancias de uso legal como la cafeína, la creatina y los ácidos grasos omega-3, Ginkgo biloba y aminoácidos. Algunos de estos efectos incluyen una mayor excitación, una mejor memoria y cognición, protección cerebral y una reducción de la depresión. Desafortunadamente, es difícil sacar conclusiones definitivas debido a los estudios de pequeña escala como el posible sesgo de publicación<sup>20</sup>.

El uso de ayudas ergogénicas legales está muy extendido entre atletas y deportistas de placer, con estadísticas que varían entre el 40% y el 100%. Estos suplementos están destinados a mejorar el rendimiento o perder masa grasa en muchos casos.

### **CAFEÍNA**

La cafeína por sí sola es eficaz para la mejora de la capacidad aeróbica en atletas de resistencia. Los beneficios en el rendimiento físico se logran con ingestas de 3 a 6 mg/kg (2 a 4 tazas de café, 200-400mg). Los efectos secundarios se vuelven más comunes con dosis superiores a 9 mg/kg de masa corporal. La sobredosis puede provocar cardiotoxicidad y trastornos digestivos con efectos secundarios cardiovasculares significativos, como taquicardia, hipertensión arterial y vasoconstricción coronaria. Puede provocar diarrea, cólicos y aumento de diuresis. El estímulo en el sistema hipotalámico-hipofisario-adrenal situación, similar al estrés físico o mental intenso, puede generar una carga adicional y complicaciones cardiovasculares<sup>20</sup>. Se vende libremente en comprimidos de 200mg.

### **CREATINA (CR)**

Ácido  $\alpha$ -metilguanido-acético, es un ácido orgánico nitrogenado presente en músculos y células nerviosas de algunos organismos vivos. Se puede obtener de manera natural, artificial, como suplemento. Es una molécula compuesta por los aminoácidos arginina, metionina y glicina.

Se sintetiza de forma natural en el hígado, el páncreas y en los riñones. Actúa como un intermediario en la transferencia de energía. La fosfocreatina (PCr) entrega en el citosol el fosfato de alta energía al ADP para regenerar ATP. La reacción es catalizada por la fosfocreatinkinasa (CPK) citosólica o mitocondrial en el proceso inverso, donde el ATP generado en la mitocondria entrega el fosfato a la creatina para regenerar PCr. que saldrá de la mitocondria al citosol para regenerar ATP a partir de ADP. Este llamado "shuttle" de la PCr es un proceso muy importante en la regeneración de energía, ya que el ADP es de mayor tamaño, depende en la membrana mitocondrial un transportador saturable, siendo la dinámica de la Cr-PCr mucho más rápida<sup>24</sup>. De esta forma se mantienen los niveles del ATP/ADP (necesarios para desarrollar energía muscular). Ante una demanda intensa y persistente la adenilatoquinasa formará a partir de dos ADP, un ATP y un AMP, este último estimulará las enzimas llaves de la glucólisis.

La cantidad de Cr en el cuerpo disminuye con el avance de la edad. En cuanto al uso deportivo se ha convertido en el ergogénico legal no estimulante más popular, desde principios de la década de 1990 después de los Juegos Olímpicos de Barcelona en 1992, donde los ganadores de medallas en disciplinas de sprint y potencia anunciaron públicamente que creían que su rendimiento se había beneficiado por su uso.

Los efectos adversos son pocos y dependiente de la dosis, incluido el aumento de peso (1,6-2,4 kg), calambres, molestias gastrointestinales y deshidratación. Ha habido dos reportes de casos de compromiso transitorio de la función renal por afección glomerular y nefritis, respectivamente, por dicho motivo se debe monitorear de cerca en caso de uso. No existen efectos cardiovasculares adversos ni toxicidades importantes. Sin embargo, los informes de casos la han asociado con la presentación de trombosis venosas profundas, arritmias cardíacas, dolor torácico e incluso muerte súbita<sup>25</sup>. Los estudios fueron en su mayoría a corto plazo y se referían a individuos sanos.

### **CARBOHIDRATOS(CH)**

La intensidad y duración del ejercicio justifican el uso adecuado de suplementos de carbohidratos para reponer energía, en esfuerzos que tengan una duración mayor a 1hora. No hay efectos cardiovasculares salvo exceso cuando vienen combinados con cafeína<sup>26</sup>.

### **PROTEÍNAS**

Uno de los objetivos más buscados en el rendimiento deportivo es alcanzar y mantener masa muscular. Todos los suplementos que se ingieren tienen a este como uno de los objetivos principales. El ejercicio de fuerza proporciona un estímulo para el crecimiento muscular a través de genes específicos. Junto con la transcripción de estos genes en el ARNm, deben existir otros factores para convertir este ARNm en proteína de músculo esquelético. El papel de los aminoácidos, la insulina, CH y proteínas en la promoción

de la síntesis de proteínas del músculo esquelético con el ejercicio es crucial para dilucidar los mecanismos que regulan la hipertrofia muscular<sup>20</sup>.

La suplementación con proteína de suero de leche de alta calidad (20-30gr, una medida), aumenta la masa muscular y la fuerza durante el entrenamiento de ejercicios de fuerza cuando se ingiere antes, y sobre todo después del ejercicio dentro de un periodo ventana de unos 30min.

No se han reportado efectos secundarios cardiovasculares en deportistas, por lo que pueden ser consumidos sin inconvenientes incluso en niños y ancianos. En algunos casos solo efectos digestivos pueden presentarse.

### BEBIDAS ENERGÉTICAS

La Organización Mundial de la Salud ha denominado el uso de bebidas energéticas como un problema de salud pública. Contienen predominantemente cafeína en combinación con otros presuntos ingredientes potenciadores de la energía, consumidas particularmente por adolescentes y adultos jóvenes<sup>27</sup>. Los ingredientes son cafeína, guaraná, taurina y ginseng. El contenido de cafeína por lata de 250ml es de unos 80 mg. Su consumo en exceso puede aumentar la presión arterial, producir agregación plaquetaria y disfunción endotelial<sup>28</sup>. Además, se ha reportado que in vitro, la taurina actúa como un factor desencadenante para mejorar los resultados hemodinámicos, presentando tanto un efecto inotrópico positivo como una contracción del músculo cardíaco potenciada inducida por la cafeína<sup>29</sup>. La combinación con alcohol es común, incrementando el riesgo de complicaciones, principalmente arritmias como fibrilación auricular paroxística. Dependiendo del producto y la cantidad ingerida, la dosis de cafeína puede superar fácilmente los 1000 mg. Las bebidas energéticas ponen en riesgo a las personas con una afección cardíaca genética. Hay evidencia que beber dos latas de una bebida energética aumenta el riesgo de paro cardíaco en un 20% en personas con una afección cardíaca subyacente, como pacientes con síndrome de QT largo.

### DOPAJE GENÉTICO

El dopaje genético (método prohibido por la AMA) incluye el uso de células normales o modificadas genéticamente, así como tecnologías de transferencia de genes, silenciamiento de genes y edición de genes. Más de 200 genes están asociados al rendimiento humano y desempeñan un papel en el desarrollo muscular, el suministro de oxígeno a los tejidos, la coordinación neuromuscular o incluso el control del dolor<sup>30</sup>. Los efectos secundarios graves esperados para la salud incluyen inmunodeficiencia letal y leucemias. Los riesgos para la salud también pueden resultar de la sobreexpresión de genes, un problema común en la terapia génica.

### PUNTOS CLAVE PARA EL ATLETA

Un suplemento natural no es necesariamente un suplemento seguro. Se deben utilizar suplementos si es necesario

para deficiencias conocidas y recomendados por especialistas en el tema, y productos de fabricantes con un buen estándar de calidad. Los atletas son personalmente responsables de cualquier sustancia que consuman. La ignorancia no se acepta como excusa para una prueba de dopaje positiva. Los atletas con enfermedades cardíacas establecidas deben estar aún más atentos y consultar con su médico antes de usar cualquier suplemento o ayuda ergogénica.

El dopaje en la búsqueda del éxito es una cuestión multidimensional, y la lucha contra el uso arbitrario en el deporte profesional y recreativo debe involucrar a todas las partes interesadas del sistema: atletas, clubes, científicos, espectadores, patrocinadores, medios de comunicación, familia y autoridades oficiales.

### BIBLIOGRAFIA

1. Régimen Jurídico para la Prevención y el Control del Dopaje en el Deporte, 2013. Disponible en <https://www.sajj.gov.ar/26912-nacional-regimen-juridico-para-prevencion-control-dopaje-deporte-Ins0005896-2013-11-13/123456789-0abc-defg-g69-85000scanyel?&o=2&f=Total%7CTipo%20de%20Documento/Legislaci%F3n/Ley%7CFecha%7COrganismo%7CPublicaci%F3n%7CTema/Derecho%20penal/violencia%20en%20espect%Elculos%20deportivos%7CEstado%20de%20Vigencia%7CAutor%5B50%2C1%5D%7CJurisdicci%F3n&t=19> Acceso 11 de Marzo de 2025.
2. WORLD ANTI-DOPING CODE INTERNATIONAL STANDARD PROHIBITED LIST, 2021. Disponible en [https://www.wada-ama.org/sites/default/files/resources/files/2021list\\_en.pdf](https://www.wada-ama.org/sites/default/files/resources/files/2021list_en.pdf) Acceso 11 de Marzo de 2025.
3. Bojsen-Møller J, Christiansen AV. Use of performance- and image-enhancing substances among recreational athletes: a quantitative analysis of inquiries submitted to the Danish anti-doping authorities. *Scand J Med Sci Sports* 2010; 20: 861 - 867.
4. La Gerche A, Brosnan MJ. Cardiovascular Effects of Performance-Enhancing Drugs. *Circulation* 2017; 135: 89 - 99.
5. Gleaves J, Petróczy A, Folkerts D, et al. Doping Prevalence in Competitive Sport: Evidence Synthesis with "Best Practice" Recommendations and Reporting Guidelines from the WADA Working Group on Doping Prevalence. *Sports Med* 2021; 51: 1909 - 1934.
6. Kolliari-Turner A, Lima G, Hamilton B, et al. Analysis of Anti-Doping Rule Violations That Have Impacted Medal Results at the Summer Olympic Games 1968-2012. *Sports Med* 2021; 51: 2221 - 2229.
7. Pope HG, Jr., Wood RI, Rogol A, et al. Adverse health consequences of performance-enhancing drugs: an Endocrine Society scientific statement. *Endocr Rev* 2014; 35: 341 - 375.
8. Elliott S. Erythropoiesis-stimulating agents and other methods to enhance oxygen transport. *Br J Pharmacol* 2008; 154: 529 - 541.
9. Pope HG, Kanayama G, Ionescu-Pioggia M, et al. Anabolic steroid users' attitudes towards physicians. *Addiction* 2004; 99: 1189 - 1194.
10. Adami PE, Koutlianos N, Baggish A, et al. Cardiovascular effects of doping substances, commonly prescribed medications and ergogenic aids in relation to sports: a position statement of the sport cardiology and exercise nucleus of the European Association of Preventive Cardiology. *Eur J Prev Cardiol* 2022; 29: 559 - 475.
11. Albano GD, Amico F, Cocimano G, et al. Adverse Effects of Anabolic-Androgenic Steroids: A Literature Review. *Healthcare* 2021; 9: 97.
12. Frati P, Busardo F, Cipolloni L, et al. Anabolic Androgenic Steroid (AAS) Related Deaths: Autoptical, Histopathological and Toxicological Findings. *Cur Neuropharm* 2015; 13: 146 - 159.
13. Baggish AL, Weiner RB, Kanayama G, et al. Cardiovascular Toxicity of Illlicit Anabolic-Androgenic Steroid Use. *Circulation* 2017; 135: 1991 - 2002.
14. Far HR, Agren G, Thiblin I. Cardiac hypertrophy in deceased users of anabolic androgenic steroids: an investigation of autopsy findings. *Cardiovasc Pathol* 2012; 21: 312 - 316.

15. Montisci M, El Mazloum R, Cecchetto G, et al. Anabolic androgenic steroids abuse and cardiac death in athletes: morphological and toxicological findings in four fatal cases. *Forensic Sci Int* **2012**; 217: e13 – e18.
16. Hoffman JR, Kraemer WJ, Bhasin S, et al. Position stand on androgen and human growth hormone use. *J Strength Cond Res* **2009**; 23 (Suppl 5): S1 - S59.
17. La Gerche A, Brosnan MJ. Drugs in Sport - A Change is Needed, but What? *Heart Lung Circ* **2018**; 27: 1099 - 1104.
18. Wen J, Syed B, Leapart J, et al. Selective Androgen Receptor Modulators (SARMs) Effects on Physical Performance: A Systematic Review of Randomized Control Trials. *Clin Endocrinol (Oxf)* **2025**; 102: 3 - 27.
19. Goli P, Yazdi M, Heidari-Beni M, et al. Growth Hormone Response to L-Arginine Alone and Combined with Different Doses of Growth Hormone-Releasing Hormone: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Endocrinol* **2022**; 2022: 8739289.
20. Greenwood M, Cooke MB, Ziegenfuss T, et al. *Nutritional Supplements in Sports and Exercise. Second Edition* **2015**. Disponible en <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-18230-8> Acceso 11 de Marzo de 2025.
21. Polanczyk GV, Willcutt EG, Salum GA, et al. ADHD prevalence estimates across three decades: an updated systematic review and meta-regression analysis. *Int J Epidemiol* **2014**; 43: 434 - 442.
22. Pluim BM, de Hon O, Staal JB, et al. beta(2)-Agonists and physical performance: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Sports Med* **2011**; 41: 39 - 57.
23. Birkeland KI, Stray-Gundersen J, Hemmersbach P, et al. Effect of rhEPO administration on serum levels of sTfR and cycling performance. *Med Sci Sports Exerc* **2000**; 32: 1238 - 1243.
24. Kay L, Nicolay K, Wieringa B, et al. Direct Evidence for the Control of Mitochondrial Respiration by Mitochondrial Creatine Kinase in Oxidative Muscle Cells in Situ. *J Biol Chem* **2000**; 275: 6937 - 6944.
25. Antonio J, Candow DG, Forbes SC, et al. Common questions and misconceptions about creatine supplementation: what does the scientific evidence really show? *J Int Soc Sports Nut* **2021**; 18: 13.
26. Cermak NM, van Loon LJ. The use of carbohydrates during exercise as an ergogenic aid. *Sports Med* **2013**; 43: 1139 - 1155.
27. Granda D, Surala O, Malczewska-Lenczowska J, et al. Energy Drink Consumption Among Physically Active Polish Adolescents: Gender and Age-Specific Public Health Issue. *Int J Public Health* **2024**; 69: 1606906.
28. Gutiérrez-Hellín J, Varillas-Delgado D. Energy Drinks and Sports Performance, Cardiovascular Risk, and Genetic Associations; Future Prospects. *Nutrients* **2021**; 13: 715.
29. Chaban R, Kornberger A, Branski N, et al. In-vitro examination of the positive inotropic effect of caffeine and taurine, the two most frequent active ingredients of energy drinks. *BMC Cardiovascular Disorders* **2017**; 17: 220.
30. Roth SM, Rankinen T, Hagberg JM, et al. Advances in exercise, fitness, and performance genomics in 2011. *Med Sci Sports Exerc* **2012**; 44: 809 - 817.