

Los Suplementos nutricionales en el deporte de alto rendimiento y proyectos de su desarrollo futuro en Cuba

Nutritional supplements in high-performance sports and projects for their future development in Cuba

Pablo Castillo Díaz¹

<https://orcid.org/0000-0001-9724-6290>

Víctor M Cabrera Oliva¹,

<https://orcid.org/0000-0002-0503-3157>

Luis Ramírez Reyes¹

<https://orcid.org/0000-0002-4612-3941>

Luis Ramírez Reyes¹

¹Instituto de Medicina de Medicina Deportiva, La Habana, Cuba.

RESUMEN

Objetivo: Describir la necesidad de la utilización de los suplementos nutricionales para alcanzar los mejores resultados deportivos en el deporte de alto rendimiento. Analizar los peligros que implica el consumo de suplementos nutricionales sin el análisis previo de su verdadero contenido bajo la inspección de un especialista en nutrición deportiva y el análisis en un laboratorio certificado para el control antidopaje.

Métodos: Se realizó una revisión bibliográfica narrativa, en la cual se contrastan las necesidades de la utilización de los suplementos nutricionales y las posibilidades de producir algunos de ellos en Cuba debido a su encarecimiento en el mercado internacional y las necesidades de suministrar los

mismos a las deportistas élites de Cuba.

Conclusiones: Mediante una revisión bibliográfica se logró actualizar el estado de los suplementos nutricionales a nivel mundial. Se ha logrado la producción nacional de una bebida electrolítica denominada Ergoplus que de acuerdo con los estudios clínicos realizados con una muestra representativa de atletas cubanos es similar a otras bebidas producidas por firmas internacionalmente reconocidas.

Palabras clave: Nutrición deportiva, deporte élite, suplementos nutricionales.

REVISIÓN



RPCAFD

Recibido: 05-06-2021

Aceptado: 15-12-2022

Autor correspondiente:

Pablo Castillo Díaz.

E:mail:

pablocastillo@infomed.sld.cu



ABSTRACT

Objective: Describe the need for the use of nutritional supplements to achieve the best sports results in high performance sports. Analyze the dangers involved in the consumption of nutritional supplements without prior analysis of their true content under the inspection of a sports nutrition specialist and analysis in a certified anti-doping control laboratory.

Methods: A narrative bibliographical review was carried out, in which the needs for the use of nutritional supplements and the possibilities of producing some of them in Cuba are contrasted due to their higher prices in the international market and the need to supply them to the elite athletes from Cuba.

Conclusions: Through a bibliographic review, it was possible to update the status of nutritional supplements worldwide. The national production of an electrolyte drink called Ergoplus has been achieved which, according to clinical studies carried out with a representative sample of Cuban athletes, is similar to other drinks produced by internationally recognized firms.

Keywords: Sports nutrition, elite sport, nutritional supplements

Introducción

La nutrición deportiva es una ciencia relativamente nueva, y es un área de investigación científica en rápida expansión impulsada por un gran interés tanto de la comunidad académica y las autoridades deportivas como por el público que hace ejercicio¹. Actualmente las investigaciones relacionadas con la nutrición deportiva se han convertido en un desafío para productores, distribuidores, especialistas en control de calidad y analistas en general de los suplementos nutricionales y ayudas ergogénicas.

Los programas diseñados para la administración de suplementos nutricionales a los atletas de alto rendimiento e incluso a las personas interesadas en utilizar suplementos nutricionales y ayudas ergogénicas con otros fines ajenos al deporte, resultan complejos debido a la gran variabilidad, composición y características de estos productos. Desafortunadamente la promoción de estos productos, generalmente se basa más en conjeturas, especulación sacada de anécdotas y cuestiones de “marketing”, que en estudios científicos y experimentales. Muchos productos de nutrición deportiva contienen mezclas de macro y micronutrientes y fitoquímicos que cuentan con respaldo clínico para algunos de los ingredientes individuales, pero no para la mezcla completa. Pocos productos de nutrición deportiva han sido

probados en cuanto a estabilidad, absorción, disposición, metabolismo y excreción.

La interacción del ejercicio y la nutrición es compleja y significativamente necesaria, por lo cual, se ha generado una variedad infinita de hipótesis que hasta el presente no han sido confirmadas. Generalmente los productos certificados diseñados para la nutrición deportiva y que reciben una amplia promoción, tienen las propiedades reales especificadas por sus fabricantes, y se basan en estudios experimentales contra grupos de control, mientras que otros no cumplen con las exigencias mínimas de control de calidad.

Frecuentemente se expenden compuestos bajo la denominación de “suplementos nutricionales” que declaran propiedades que se alejan de manera significativa de lo que realmente se podría esperar, y generalmente son potenciadas por los mismos fabricantes los cuales los califican erróneamente como suplementos nutricionales o ayudas ergogénicas².

Algunos productos promocionados como suplementos para los practicantes de deportes resultan mezclas complejas de componentes sintéticos y de origen natural o una combinación de ambos, como es el caso de la Creatina. Algunos fabricantes desconocen los efectos que pueden

producir tales suplementos nutricionales sobre el organismo, sin embargo, no cuentan con el respaldo de estudios clínicos.

Muchas sustancias una vez combinadas, muestran efectos que son diferentes a los que exhiben en sus formas individuales, lo cual se asocia, posiblemente, a cambios en sus propias estructuras conformacionales y moleculares o a contaminación con sustancias ajenas.

Durante la síntesis de algunos suplementos nutricionales se forman productos secundarios (como son los derivados de cianuros), que no se eliminan del componente básico y los mismos pueden producir efectos tóxicos y nocivos. Por otra parte, muchos productos no presentan datos relacionados con su estabilidad, fecha de vencimiento, absorción, disposición y metabolismo de excreción.

Históricamente, las investigaciones sobre nutrición deportiva fueron iniciadas principalmente por fisiólogos del ejercicio y se basaban en creencias no demostradas y empíricas^{3,4}. Las metodologías aplicadas en las investigaciones podían verse afectadas por intervenciones nutricionales (p. ej., oxidación de carbohidratos/grasas mediante calorimetría corporal total y glucógeno muscular mediante biopsias musculares). Generalmente muchos estudios experimentales publicados presentan problemas relacionados con la selección de las muestras y la utilización de una gran variedad de modelos experimentales que no permiten contrastar resultados o generalizar los mismos.

Las técnicas basadas en la genética moderna y en la biología molecular también han venido a nutrir el campo de las investigaciones relacionadas con la nutrición en el deporte. La aplicación de estos métodos de estudios ha ayudado a desarrollar las normas actuales de nutrición deportiva compiladas en varias declaraciones de consenso de expertos^{5,6}. A pesar de esta riqueza de conocimientos, una limitación de la evidencia actual es la falta de estudios de intervención apropiados (p. ej., ensayos clínicos controlados aleatorios) en poblaciones de deportistas de élite que sean ecológicamente válidos (p. ej., en entornos de entrenamiento y competición de la vida real).

Durante la última década, ha habido una explosión de tecnologías, metodologías e innovaciones en las ciencias del deporte. Algunos de estos avances recientes se basan en estudios de terreno, lo que brinda la oportunidad de acelerar la aplicación de intervenciones de nutrición deportiva personalizada y ecológicamente válidas^{7,8}. Por otra parte, la aceleración de nuevas tecnologías y soluciones comerciales, especialmente en el campo de la biotecnología y el desarrollo de software/aplicaciones, ha superado con creces la capacidad de las comunidades científicas para validar la eficacia y la utilidad de la gran mayoría de estas nuevas tecnologías comerciales.

Los diseños de investigación para estudios basados en la nutrición deportiva deben cumplir con los más altos estándares de calidad para determinar la eficacia^{9,10}.

La mayoría de los profesionales de la nutrición deportiva recomiendan el criterio de que una buena nutrición es suficiente para asegurar buenos resultados deportivos. Sin embargo, el problema para algunos atletas es que se resisten a adoptar patrones dietéticos que sean consistentes con las normativas publicadas. De esta manera, algunos atletas no consumen vegetales o prefieren comidas chatarra a cambio de proteínas, o son selectivo para uno u otro tipo de proteína de origen animal. En nuestra experiencia hemos observado que muchos atletas, sobre todo aquellos de deportes de iniciación temprana, no aceptan las carnes de res y cerdo, y prefieren carnes de aves y huevos.

Para muchas personas que realizan ejercicios y actividad física en general, un patrón dietético saludable es suficiente para suministrar los nutrientes necesarios para respaldar una respuesta saludable al aumento de los niveles de ejercicio¹¹. Sin embargo, los atletas de alto rendimiento pueden necesitar ayuda adicional más allá del suministro de alimentos para satisfacer las demandas de nutrientes demandadas asociadas a las cargas de trabajo estresantes del deporte, pero esto aún se debate¹².

Los atletas tienen diferentes necesidades nutricionales en comparación con la población general. Los deportistas necesitan más calorías y macronutrientes para mantener la fuerza y la energía para competir y entrenar en su nivel óptimo.

El criterio actual que fundamenta la utilización de suplementación nutricional de los atletas de alto nivel de competencia se basa en la necesidad de establecer una correcta correlación entre el gasto energético que implica la práctica de una disciplina deportiva, los programas de competencia y entrenamiento, la composición corporal y el mantenimiento de un correcto estado de salud de los atletas.

La práctica deportiva ha demostrado que estos factores resultan mutuamente excluyentes, no es posible alcanzar los máximos resultados deportivos sin una alimentación correcta, incluso, en presencia de un programa de entrenamiento exigente. Por otra parte, un desbalance entre los factores nutricionales y el entrenamiento pueden conducir a un deterioro significativo del estado de salud del deportista.

Algunos autores han sugerido, de manera subjetiva y científicamente no fundamentada, que cuando un deportista se alimenta bajo condiciones que los mismo consideran como “normales” y bajo programas de entrenamiento bien controlados, no es necesario someterlo a programas de nutrición especializados.

Para la correcta nutrición de los deportistas, se deben considerar los siguientes aspectos:

- Sus necesidades y requerimientos calóricos
- Cantidades y proporciones de macronutrientes
- Horarios de comidas y meriendas
- Vitaminas y minerales para la recuperación y el rendimiento
- Hidratación para asegurar una homeostasis correcta de acuerdo a la cantidad y calidad de actividad física desplegada
- Cantidad y calidad de los periodos de sueño y descanso programado

En Cuba la nutrición de los atletas y deportistas de alto rendimiento se ha convertido en una responsabilidad de las autoridades deportivas y gubernamentales, y está asociado directamente a la preservación de la salud y calidad de vida durante

y posteriormente a las etapas de la vida deportiva y competitiva activa.

Actualmente la nutrición deportiva se ha desarrollado a su máximo nivel, utilizando los progresos alcanzados en algunas ciencias como son los procesos biosintéticos derivados de compuestos aminoacídicos, proteicos, vitamínicos y elementos trazas. Sin embargo, es necesario tomar en cuenta y poder identificar que en forma paralelas a la producción de sustancias nutricionales y bioenergéticas basadas en los conocimientos y descubrimientos científicos, han surgido infinidad de productos elaborados sin criterios de pureza, control de calidad y estudios basados en ensayos clínicos certificados. Muchos de estos compuestos se elaboran de forma empírica violando normas técnicas y de higiene.

En reiteradas ocasiones los fabricantes de esta variedad de productos han sido interrogados sobre los principios ergogénicos o nutricionales que avalan sus productos, sin embargo, las respuestas han resultado evasivas e imposibles de demostrar.

Un fenómeno frecuentemente encontrado, ha sido el hallazgo de sustancias prohibidas o dopantes, como es el caso de esteroides anabólicos y derivados hormonales, que no aparecen debidamente informados en las etiquetas de los francos contenedores.

Generalmente muchos de estos productos reciben una amplia promoción en la televisión, prensa y otras formas de propaganda y son comprados y consumidos por los deportistas de manera directa sin la consulta previa a un especialista en nutrición deportivas y mucho menos sin el análisis o tamizaje realizado en un laboratorio certificado para el control antidopaje.

Con el desarrollo de la presente investigación se pretende dar respuesta a las posibilidades de Cuba de producir suplementos nutricionales nacionales con la calidad certificada para ser suministrados a los deportistas de la alta competencia y sustituir por tanto, aquellos que se obtienen a altos precios en el mercado internacional.

Metodología

Tipo de estudio

Se realizó una revisión bibliográfica con el objetivo de actualizar algunos criterios relacionados con la utilización de suplementos nutricionales en el deporte, las exigencias actuales para la fabricación y formulación de suplementos nutricionales. Se analiza la posibilidad de introducir la fabricación de suplementos nutricionales para los deportistas cubanos de alto rendimiento y los resultados obtenidos hasta la actualidad. La revisión consistió en analizar las publicaciones que aparecen con mayor frecuencia en las revistas relacionadas con aspectos de la nutrición en el deporte de alto rendimiento (**Tabla 1**). Se aplicaron los siguientes descriptores, nutrición, deporte, alto rendimiento, producción, importación, costos. Se utilizaron las siguientes bases de datos: Pubmed, Scielo, Hinari, EBESCO y Google Scholar, las que fueron consideradas por los autores como las más representativas.

Criterios de inclusión

En la presente revisión bibliográfica se incluyeron todos los artículos que cumplieron los siguientes criterios:

- a) Estudios experimentales y longitudinales
- b) Estudios donde se describen las características de los suplementos nutricionales
- c) Estudios donde se describen los procesos de producción y la calidad de los suplementos nutricionales
- d) Estudios donde se describen las ventajas y desventajas de la utilización de suplementos nutricionales en el deporte de salto rendimiento
- e) Se incluyeron las publicaciones de metanálisis sobre los temas relacionados.

Criterios de exclusión

- a) Se excluyeron los artículos con información redundante
- b) Se excluyeron los artículos sobre nutrición pero no relacionados con el deporte

Tabla 1. Principales estudios sistematizados para realizar la revisión bibliográfica

n	Autores	Año	Título
1	Baltazar-Martins G et al ¹	2019;	Prevalence and patterns of dietary supplement use in elite Spanish athletes.(Artículo original)
2	VVicente-Salar N et al. ²	2022	Ergogenic Aids in Combat Sports: A Systematic Review and Meta-Analysis. (Revisión sistemática)
3	Kiss A et al ³ .	2021	Structure and trends of international sport nutrition research between 2000 and 2018: bibliometric mapping of sport nutrition science.(Artículo original)
4	Kerksick CM et al. ⁴ ,	2018	ISSN exercise & sports nutrition review update: research & recommendations.(revisión bibliográfica)
5	Jonvik KL et al ⁵ .	2022	New Opportunities to Advance the Field of Sports Nutrition.(Mini revisión bibliográfica)
6	Nieman DC ⁶	2021	Multiomics Approach to Precision Sports. Nutrition: Limits, Challenges, and Possibilities. (Mini revisión bibliográfica)
7	Bassaganya-Riera et al.	2021	Goals in Nutrition Science 2020–2025.(Artículo de revisión)

8	Meghan R et al. ⁸	2020	Sports nutrition interventions: A systematic review of behavioural strategies used to promote dietary behaviour change in athletes. (Revisión sistemática)
9	Daigle K et al. ⁹ ,	2021	Academy of Nutrition and Dietetics: Revised 2021 Standards of Practice and Standards of Professional Performance for Registered Dietitian Nutritionists. (Revisión sistemática).
10	North M et al. ¹²	2022	Nutritional Considerations in High Performance Youth Soccer: (Revisión sistemática)

Antecedentes históricos sobre el desarrollo de los suplementos nutricionales en el deporte

La historia de los suplementos nutricionales se remonta a los inicios del origen del ser humano y la necesidad de sobrevivir a lo largo de la vida bajo diversas condiciones naturales, sociales y ambientales. Actualmente los productos clasificados como ayudas nutricionales han encontrado una amplia difusión, tanto en las poblaciones deportiva, como entre aquellas personas no relacionadas con el deporte, pero que siente la necesidad de reactivar sus capacidades físicas y energéticas.

Los mercados dedicados a la venta de suplementos nutricionales han dirigido sus promociones y líneas de producción a una multiplicidad de fines como son aumentar la energía y la vitalidad, promover la salud de la piel con ingredientes como el colágeno, acompañar rehabilitaciones y tratamientos prolongados, reforzar el sistema inmunológico, satisfacer necesidades nutricionales específicas y aportar una mayor calidad a la alimentación diaria.

Primeros registros

De acuerdo con una ley aprobada por el congreso de los Estados Unidos en el año 1994, denominada “Ley de Educación y Salud de los Suplementos Dietéticos” de 1994 (DSHEA), los suplementos dietéticos fueron colocados dentro de una categoría especial denominada “alimentos”. Esta ley fue promulgada y firmada por el presidente Clinton, bajo la justificación de que la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) estaba distorsionando las disposiciones existentes en ese momento de la Ley de Alimentos, Medicamentos y Cosméticos (FDCA) para privar indebidamente

al público de productos de suplementos dietéticos seguros y populares¹³.

De acuerdo con la definición de la ley firmada, se considera que un “complemento dietético” es un producto destinado a complementar la dieta y que contiene un “ingrediente dietético”. Por definición, los “ingredientes dietéticos” en estos productos pueden incluir vitaminas, minerales, hierbas u otros productos botánicos, aminoácidos y sustancias como enzimas, tejidos de órganos y extractos glandulares. Además, los ingredientes dietéticos también pueden incluir extractos, metabolitos o concentrados de esas sustancias. Debido a la fecha en que fue aprobada y publicada esta ley, no se conocía de la existencia de producto como los derivados hormonales, factores de crecimiento y anabolizantes no esteroideos como el Meldonium y el clenbuterol que actualmente se encuentran en las listas de sustancias prohibidas en el deporte, tanto en competencia como durante los entrenamientos.

Los suplementos dietéticos se pueden encontrar en el mercado y farmacias en muchos tipos de formulaciones, como tabletas, cápsulas, cápsulas blandas, cápsulas de gel, líquidos o polvos, pero solo pueden estar destinados a la ingestión oral. Los suplementos dietéticos no pueden comercializarse ni promocionarse para su administración sublingual, intranasal, transdérmica, inyectada o en cualquier otra vía de administración, excepto la ingestión oral. Un suplemento puede tener otras formas, como una barra, siempre que la información en su etiqueta no represente el producto como un alimento convencional o como un elemento único de una comida o dieta¹⁴.

Es frecuente encontrar resultados realizados en laboratorios para el control antidopaje que

descubren la presencia de sustancias prohibidas en los contenedores como contaminantes del supuesto suplemento nutricional, pero que no aparecen registrados en las etiquetas del producto expendido. Dentro de los principales contaminantes se han encontrado esteroides anabólicos y prohormonas entre otros.

No es sorprendente que los atletas durante las competencias deportivas de la antigüedad mostraran interés en conocer la forma óptima de nutrición si querían alcanzar los mejores resultados atléticos. Si bien existen algunas diferencias de opinión sobre qué alimentos debe preferir un atleta en entrenamiento, el consejo general en el mundo antiguo era una dieta alta en carbohidratos, muy acorde con las prácticas modernas. Las primeras dietas para atletas parecen haber contenido queso y trigo con verduras como guisantes, frijoles, cebollas, rábanos, calabaza, remolacha y ajo como parte importante. Las frutas más comunes eran los higos, a menudo secos, y las uvas junto con las manzanas, las peras y los dátiles.

La falta de proteína de origen animal parece haber sido solucionada a principios de la historia, ya que hay dos informes sobre la introducción de la carne en la dieta de los atletas. Un informe afirma que un entrenador llamado Pitágoras recomendó una dieta de carne a los atletas que entrenaba. El segundo informe es el de Pausanias, que escribe sobre Dromeus, un corredor de fondo de Stymphalos: "...obtuvo dos victorias en los dolichos en Olimpia, el mismo número en los Juegos Píticos, tres en el Ístmico y cinco en el Nemeo. Se dice que primero pensó en comer carne (como parte de su dieta de entrenamiento). Hasta entonces la comida de los deportistas era queso recién fabricado"¹⁵

La llegada de los suplementos nutricionales al deporte de alto rendimiento

De acuerdo a los datos publicados en las revistas especializadas, los suplementos nutricionales son utilizados por atletas de todas las categorías, y su prevalencia se observa en toda la población general, principalmente en los países con un nivel superior de desarrollo, como es el caso de los Estados Unidos, donde se sospecha que aproximadamente la mitad de la población adulta consume algún tipo de suplemento dietético y es posible que este fenómeno ocurra con

mayor o menor frecuencia en otras regiones del mundo. Los atletas practicantes de deportes de forma profesional o como aficionados utilizan diversos criterios para justificar la utilización de suplementos nutricionales.

En una inmensa cantidad de estos productos que actualmente se venden como suplementos nutricionales o ayudas ergogénicas, las características o propiedades de los mismos como tal no son demostradas, y contrariamente a la creencia de los usuarios, los mismos no tienen propiedades ergogénicas universales y pudieran bajo diferentes condiciones, mostrar efectos contradictorios o nocivos para la salud. Dentro de las principales razones que esgrimen los individuos para consumir suplementos nutricionales, se encuentran el incremento de la masa muscular, lo cual en realidad ocurre, pero relacionado en la mayoría de los casos, con la retención de líquidos.

Otra condición que aparece con la práctica intensiva del deporte, es la fatiga muscular, que puede verse potenciada por el consumo de determinados amino ácidos (principalmente de cadenas ramificadas), los cuales durante su degradación metabólica pueden producir amoníaco y sustancias nitrogenadas.

El rendimiento deportivo que es uno de los principales objetivos que buscaría el atleta con el consumo de suplementos nutricionales, tampoco se alcanza, generalmente con cualquier tipo de suplemento nutricional.

Los efectos generales de los suplementos nutricionales sobre la salud del deportista, recuperación después de las competencias o entrenamientos, lesiones etc, es generalmente un evento multifactorial, en el cual intervienen, además, las condiciones físicas del atleta, el gasto energético total, el volumen total o carga de ejercicio físico.

Se ha demostrado en la práctica, que en dependencia del deporte practicado y las condiciones físicas y antropométricas de los atletas, en ocasiones la nutrición considerada ingesta normal, no es suficiente, por lo cual, es necesario suplementarla con nutrientes específicos para compensar las deficiencias de micronutrientes y la provisión de las necesidades energéticas y de macronutrientes que podrían ser difíciles de

lograr solo con la ingesta de alimentos. Otros usos específicos de los suplementos informados por los atletas incluyen la mejoría directa del rendimiento o los beneficios indirectos que surgen de la provisión de apoyo para el entrenamiento, la manipulación del estado físico corporal, el alivio del dolor musculoesquelético, la recuperación rápida de una lesión y la mejoría del estado de ánimo.

Algunos organismos deportivos apoyan el uso pragmático de suplementos que han pasado un análisis de riesgo versus beneficio de ser efectivos, seguros y permitidos para su uso, mientras que también son apropiados para la edad y madurez del atleta en su deporte. El problema general relacionado con la nutrición y su relación con el rendimiento deportivo, se ha convertido en una de las tareas a la cual se enfrentan los atletas de alto rendimiento y su equipo de apoyo generalmente formado por el entrenador, nutricionista y médico deportólogo, los cuales tienen la responsabilidad de tomar las decisiones sobre cómo y cuándo considerar e indicar el uso de suplementos nutricionales^{16,17}.

Desarrollo de los suplementos nutricionales para el deporte.

Uno de los principales productos introducidos en la práctica como componente de los suplementos nutricionales, fueron las vitaminas. Con el descubrimiento y comercialización de las mismas a comienzos del siglo XX se aislaron casi todas las vitaminas que conocemos en la actualidad. Paralelamente, se llevaron a cabo numerosos estudios para comprender el su rol básico en el metabolismo. Actualmente debido al desarrollo caracterizado por los avances tecnológicos, las vitaminas concentraron gran parte de la atención científica¹⁸ y se conoce su importancia como cofactores en la regulación de la actividad enzimática.

La síntesis artificial de las vitaminas permitió que las mismas fueran suministradas para el consumo de los seres humanos, dando lugar a su comercialización y a una modificación en el concepto de “suplemento”, el cual fue potenciado y dio a los mismos un respaldo verdaderamente científico.

Principales suplementos nutricionales utilizados por los atletas

Existen listados emitidos por diferentes organizaciones en los cuales se han publicados los principales suplementos nutricionales utilizados por los deportistas élites y por personas que practican deportes de manera no profesional^{19,20}.

En muchas publicaciones se describe de manera detallada, el origen de los distintos suplementos nutricionales indicando su naturaleza y origen, posibles efectos positivos sobre el rendimiento deportivo y efectos adversos demostrados^{21, 22}.²³ Una de las principales medidas preventivas observadas para los suplementos nutricionales utilizados en los deportistas cubanos, es asegurar que los mismos no contengan sustancias incluidas en las listas de prohibiciones de la Agencia Mundial Antidopaje.

Una recomendación que resulta útil para prevenir el uso de suplementos nutricionales no certificados, debe ser la aplicación de un análisis de la composición de los mismos en un laboratorio para descartar las posibles contaminaciones con sustancias prohibidas u otras que pueden ocasionar daños a la salud de los deportistas o uso de otras categorías no relacionadas con la práctica deportiva.

Importancia de los suplementos nutricionales para garantizar los resultados deportivos en el deporte de alto rendimiento.

Después de analizar en forma detallada los aspectos positivos y negativos de la utilización de los suplementos nutricionales en el deporte, es necesario establecer que de acuerdo al consenso universal, la nutrición es esencial para el rendimiento deportivo, el acondicionamiento y la recuperación de la fatiga después del ejercicio^{24,25}. En este contexto, el uso de suplementos nutricionales es un tema de gran interés para los deportistas. Aunque se utilizan muchos suplementos nutricionales, existe un debate sobre si realmente tienen efectos sobre el rendimiento de los atletas, y varios suplementos nutricionales no están suficientemente respaldados por evidencia científica. De hecho, el uso de algunos suplementos nutricionales está prohibido en algunos países debido a los efectos secundarios demostrados o pruebas de dopaje positivas.

El Instituto Australiano del Deporte (AIS) desarrolló el programa Sports Supplement Framework²⁶. En el mismo se clasifican los complementos nutricionales en 4 grupos (A, B, C y D) (**Esquema I**) en función de la evidencia científica, la seguridad, la legalidad y la eficacia para mejorar el rendimiento deportivo. Los datos poseen evidencia científica sólida y permiten a los atletas utilizarlos de acuerdo con los protocolos de mejores prácticas.

En la revisión de nutrición deportiva y ejercicio de la Sociedad Internacional de Nutrición Deportiva (ISSN)²⁷, se informa que existe una fuerte evidencia de la eficacia y seguridad de la beta-alanina, la cafeína, la creatina y el bicarbonato, y en una declaración de consenso del Comité Olímpico Internacional (COI), se incluyeron la creatina, nitrato, bicarbonato y beta-ala-nueve como suplementos para mejorar el rendimiento con un nivel adecuado de apoyo para indicar el potencial de mejoría del rendimiento. Otros autores²⁸ clasificaron los suplementos de rendimiento con fuerte evidencia en los de resistencia (cafeína, beta-alanina, jugo de remolacha, bicarbonato) y los de fuerza/volumen (creatina). En resumen, para que los atletas utilicen suplementos de rendimiento de manera segura y efectiva en competencias y entrenamientos, es importante investigar el nivel de evidencia científica.

El propósito de esta revisión es por otra parte, permitir que los entrenadores, preparadores físicos y atletas utilicen de forma segura y eficaz algunos suplementos nutricionales como son la cafeína, la beta-alanina, el bicarbonato, el jugo de remolacha, la creatina y el glicerol, que se incluyan los suplementos de rendimiento del Grupo A en el grupo de los suplementos deportivos de AIS, proporcionando información sobre su eficacia y otras recomendaciones.

Esquema I. Grupos de suplemento nutricional basado en evidencia científica, la seguridad, la legalidad y la eficacia para mejorar el rendimiento deportivo

Grupo A:

- Bebida deportiva, gel deportivo, barrita deportiva
- Suplemento proteico aislado
- Suplementos médicos (hierro, calcio, multivitamínicos, etc.)

- Suplementos de rendimiento (cafeína, beta-alanina, bicarbonato, zumo de remolacha, creatina y glicerol).

Grupo B:

El grupo B del marco de suplementos deportivos incluye

- Polifenoles alimentarios (cerezas, bayas, quercitina, galato de epigallocatequina, etc.), otros (soporte de colágeno, carnitina, ácido β -hidroxi β -metilbutírico, aceites de pescado, etc.), paquete de enfermedad (pastillas de zinc y vitamina C), y aminoácidos (aminoácidos de cadena ramificada y leucina).

Grupo C:

El Grupo C contiene todos los demás suplementos nutricionales que no se encuentran en los Grupos A o B.

Grupo D:

Contiene sustancias prohibidas por la Agencia Mundial Antidopaje (AMA), como estimulantes (efedrina, estricnina, sibutramina, etc.) y prohormonas y potenciadores hormonales (dehidroepiandrosterona, androstenediona, 19-norandrostenediona/ol, etc.)

Efectos adversos de los suplementos nutricionales

Se ha definido como “Suplemento Nutricional” el nombre genérico para vitaminas, minerales, remedios a base de hierbas, remedios asiáticos tradicionales, aminoácidos y otras sustancias que se toman por vía oral. También pueden denominarse suplementos dietéticos, alimentarios o nutricionales o ayudas ergogénicas.

Durante 50 años, los deportes competitivos han operado bajo una estricta regulación, y se espera que todos los atletas de alto rendimiento se adhieran a la lista cada vez mayor de sustancias prohibidas en todo momento. Sin embargo, obtener una ventaja competitiva es más importante que nunca, dentro de un falso criterio que viola los principios del olimpismo mundial, y para lo cual “cuando se trata de ganar, vale todo”. La satisfacción

personal, así como el sustento de los atletas y la prosperidad de sus organizaciones dependen del éxito, y para lograrlo es frecuente que los deportistas recurran a la utilización del dopaje en cualquiera de sus formas. Los atletas naturalmente recurren a los suplementos con la esperanza de encontrar hierbas, vitaminas o minerales que proporcionen la ventaja competitiva deseada²⁹.

El uso de suplementos en todo el mundo entre los atletas, en promedio, oscila entre el 40 y el 60 por ciento. Numerosos factores pueden estar involucrados en las decisiones de los atletas de usar suplementos como aumentar la fuerza, la resistencia, la duración del entrenamiento y superar lesiones, así como evitar enfermedades y compensar una dieta deficiente.

Un tema central en la investigación del uso de suplementos es la escasez de control regulatorio de los proveedores de suplementos junto con una comprensión deficiente dentro de la comunidad de usuarios. Sin embargo, en términos generales, muchos suplementos se han asociado, correcta o incorrectamente, con la mejoría del rendimiento y/o el mantenimiento de la salud, incluidos: cafeína, efedrina, creatina, proteína de suero, antioxidantes, ginseng, multivitaminas, vitamina C, suplementos de hierro, equinácea y magnesio. Para ilustrar las complejidades de estudiar este campo, existen unos treinta mil suplementos individuales disponibles comercialmente y más de 60 suplementos se enumeraron en una encuesta reciente del Reino Unido^{30, 31}.

Perspectivas futuras para el desarrollo de los suplementos nutricionales en el deporte

Los avances tecnológicos y científicos han promovido el desarrollo de los suplementos alimenticios y propiciado su comercialización alrededor del mundo. A continuación, abordaremos dos de las innovaciones tecnológicas que aportaron un valor diferencial a la producción de suplementos dietarios:

- La biotecnología alimentaria se encarga de evaluar, diseñar y producir alimentos de alta calidad nutricional. Sus técnicas permiten intervenir sobre su composición química y sus procesos de producción a fin de satisfacer las necesidades alimentarias

de los consumidores y generar un impacto nutricional mayor.

Un gran ejemplo de los usos de la biotecnología son los probióticos: alimentos o suplementos a los cuales se han añadido microorganismos vivos para incrementar el número de bacterias “buenas” que residen en el cuerpo humano, mejor conocidas como microbiota normal.

- La nanotecnología ofrece grandes aportes para el desarrollo de alimentos y suplementos dietarios innovadores. Sus técnicas se caracterizan por la medición, moldeamiento y control de sustancias en dimensiones minúsculas, permitiendo aumentar la eficiencia de la liberación y la absorción de sus componentes activos.

Actualmente, los consumidores (cada vez más informados) buscan productos capaces de beneficiar integralmente su salud. La nanotecnología contempla estas necesidades para producir sustancias que favorezcan la ingestión, la digestión, la absorción, la biodisponibilidad y la estabilidad del cuerpo.

La publicación e Inclusión en la pirámide alimentaria por la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria de Las nuevas Guías Alimentarias (elaboradas por más de 100 expertos en alimentación y salud) incluyen, dentro de la pirámide nutricional, a los suplementos alimentarios como una opción individualizada y sujeta a necesidades específicas. A su vez, se ha añadido, en la base de la pirámide, a otros elementos que condicionan el estado de salud integral de las personas, como lo son el ejercicio físico diario y el equilibrio emocional y energético^{32, 33}.

En conclusión, los suplementos alimenticios tienen una larga historia detrás de sí. Hasta el presente, la ciencia cuenta con herramientas fundamentales para crear suplementos enteramente innovadores y eficaces que, por supuesto, deben ser administrados de acuerdo con las necesidades nutricionales de cada consumidor.

De acuerdo a los procedimientos establecidos en Cuba y basado en el control biomédico del entrenamiento deportivo, los suplementos nutricionales para el deporte se incluyen dentro de las Ayudas Ergogenicas como parte del

aseguramiento en la preparación del deportista³⁴.³⁵. Las mismas, representan un subsistema complementario de la alimentación natural y en la solución de una o más variables que pudieran estar afectada por defecto o por exceso durante su ciclo preparatorio y que se derivan del control médico sistemático que se les realiza a los atletas de cada uno de los deportes presentes en el programas olímpicos de competencias.

Desarrollo histórico e introducción de los suplementos nutricionales para los deportistas cubanos

Tradicionalmente, en Cuba los suplementos nutricionales han sido importados de países europeos debido a restricciones impuestas por otros mercados tradicionales reconocidos como líderes en la producción de los mismos.

El costo de los suplementos nutricionales ha crecido de manera significativa, de manera similar a las necesidades y requerimientos experimentados por el deporte de alto rendimiento. Como parte de la política de sustitución de importaciones de los suplementos nutricionales para el deporte, en 1988 se inició un proyecto para el desarrollo de una línea para la producción cooperada de estos productos entre el Instituto Investigaciones de la Industria Alimentaria (IIIA) y el Instituto de Medicina Deportiva (IMD). Como resultado del proyecto, se estableció una línea que se denominó SUPERNUTRIENTES AS (La Habana, Cuba) con una variedad de productos para diferentes necesidades de los atletas.

Debido a la imposibilidad de importar las materias primas, envases y otros insumos, fue imposible continuar el desarrollo de esta línea de producción, sin embargo, a partir de la década de los años 2000, se inició un proceso de alianzas estratégicas con diferentes entidades del país en la búsqueda de soluciones para garantizar la preparación de los atletas y sobre esta base se elaboró el Proyecto para el desarrollo de una bebida isotónica de producción nacional con la Empresa Mixta con Capital Extranjero (Canadá y Cuba) CORACAN S.A como parte de la política de sustitución de importaciones. Hasta el inicio del proyecto de producción la producción de suplementos nutricionales y bebidas electrolíticas, solo cubría el 10 % de la de las necesidades de la población deportiva.

Durante el año 2016 se inició el proceso de formulación, validación en las diferentes etapas entre el IMD y CORACAN obteniendo la primera bebida isotónica nacional para la hidratación de los atletas de alto rendimiento con el nombre comercial de ERGOPLUS en dos sabores. Inicialmente se optó de manera preferente por la fabricación de una bebida electrolítica, debido a que la práctica del deporte en Cuba (también en otros países con situaciones climáticas similares o durante competencias que se realizan en temporadas calurosas o de verano) se realiza bajo condiciones que producen grandes pérdidas de líquido y electrolitos. Con la producción de estas bebidas durante los años 2017-2018 se garantizó la distribución al 100 % de la población deportiva cubana, lo cual significó un ahorro de 200,000 en USD por criterios de importación, y en 2019 se generalizó la distribución del producto hacia toda la red nacional de los Centro de Medicina Deportiva (CEPROMEDE), Escuelas de Iniciación Deportiva Escolar (EIDE) y Academias Territorial representando la posibilidad de un ahorro de 500,000 USD. Esta bebida isotónica ha contribuido a la hidratación adecuada y a una cultura en los deportistas desde edades temprana.

ERGOPLUS tiene una gran demanda y aceptabilidad en la población deportiva por su efecto recuperativo.

Actualmente la propia Empresa CORACAN trabaja en la formulación teórica elaborada por el IMD de dos bebidas deportivas hidratantes una isotónica y otra energética en fase de validación físico-química por CORACAN en Monodosis tanto para la atención de los deportistas cubanos y su factibilidad comercial.

La Empresa PRODAL (La Habana, Cuba) desarrolla una línea de trabajo con modificaciones de algunos productos en funciones de particularidades de los deportistas con el grupo de Investigación y Desarrollo obteniéndose de manera experimental una línea para la fabricación de Hamburguesas de Pollo con un alto contenido de Proteínas y bajas concentraciones de grasa. Hasta el presente estos proyectos se mantienen en activo, pero desafortunadamente las limitaciones para adquirir las materias primas ha impedido estabilizar su producción.

El Centro Nacional de Biopreparados (BIOCEN, La Habana, Cuba) trabaja en el desarrollo de una línea cubana de suplementos nutricionales cuyas formulaciones fueron realizadas por especialistas del IMD que posibilitara la sustitución de importación y perspectiva de comercialización dentro y fuera del país.

Proyecciones futuras de la investigación:

La investigación relacionada con la producción de suplementos nutricionales para los atletas cubanos de alto rendimiento se continuará con la introducción de otras formulaciones basadas en el uso de proteínas, amino ácidos y microelementos y nuevas presentaciones con posibilidades de convertirlos en renglones exportables hacia otras regiones.

Conclusiones:

Se ha actualizado el estado de los suplentos nutricionales a nivelmundial. Se produjo un suplemento nacional (bebido isotónica) efectivo y seguro, con gran aceptación de los deportistas.

Se proyecta la producción de otros suplementos con una composición variable de proteínas, aminoácidos y oligoelemntos en diferentes formas de presentación.

Referencias

1. Baltazar-Martins G, de Souza DB, Aguilar-Navarro M, Muñoz-Guerra J, del Mar- Plata M, Del Coso J. Prevalence and patterns of dietary supplement use in elite Spanish athletes. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2019; 16(30): 5-9
2. Vicente-Salar N, Fuster-Muñoz E, Martínez-Rodríguez A. Nutritional Ergogenic Aids in Combat Sports: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients*. 2022; 14(13):2588.
3. Kiss A, Temesi A, Tompa O, Lakner Z, Soós S. Structure and trends of international sport nutrition research between 2000 and 2018: bibliometric mapping of sport nutrition science. *J Int Soc Sports Nutr*. 2021; 18 (issue 1). <https://doi.org/10.1186/s12970-021-00409-5>
4. Kerksick CM, Wilborn CD, Roberts MD, Smith-Ryan A, Susan M, Kleiner SM et al., Exercise & sports nutrition review update: research & recommendations. *J Int Soc Sports Nut*. 2018; 15(38). <https://doi.org/10.1186/s12970-018-0242-y>
5. Jonvik KL, King M, Rollo I, Stellingwerff T, Pitsiladis Y. New Opportunities to Advance the Field of Sports Nutrition. *Front Sports Act Living*. 2022 Feb 17;4:852230. doi: 10.3389/fspor.2022.852230.
6. Nieman DC. Multiomics Approach to Precision Sports. *Nutrition: Limits, Challenges, and Possibilities*. *Front. Nutr*. 2021; 8:796360.doi: 10.3389/fnut.2021.796360.
7. Bassaganya-Riera J, Berry EM, Blaak EE, Burlingame B, le Coutre J, van Eden W et al.. Goals in Nutrition Science 2020–2025. *Front. Nutr*. 2021;7:606378. doi: 10.3389/fnut.2020.606378.
8. Meghan R, Bentley N, Mitchell N, Backhouse S. Sports nutrition interventions: A systematic review of behavioural strategies used to promote dietary behaviour change in athletes. *Appetite*. 2020;150:104645, DOI:10.1016/j.appet.2020.104645.

9. Daigle K, Subach R, Valliant M. Academy of Nutrition and Dietetics: Revised 2021 Standards of Practice and Standards of Professional Performance for Registered Dietitian Nutritionists (Competent, Proficient, and Expert) in Sports and Human Performance Nutrition. From the Academy Standards of Practice| Volume 121, ISSUE 9, P1813-1830.e55, September 01, 2021 DOI:<https://doi.org/10.1016/j.jand.2021.04.018>
10. Academy of Nutrition and Dietetics Quality Management Committee Academy of Nutrition and Dietetics: Revised 2017 Standards of Practice in Nutrition Care and Standards of Professional Performance for Registered Dietitian Nutritionists. *J Acad Nutr Diet*. 2018; 118: 132-140
11. Potgieter S, Sport nutrition: A review of the latest guidelines for exercise and sport nutrition from the American College of Sport Nutrition, the International Olympic Committee and the International Society for Sports Nutrition. *S Afr J Clin Nutr* 2013;26(1):6-16.
12. North M, Kelly AL, Ranchordas MK, Cole M. Nutritional Considerations in High Performance Youth Soccer: A Systematic Review. *J. of sci. In sport and exercise*. 2022; 4: 195–212. <https://doi.org/10.1007/s42978-022-00171-3>.
13. Wallace TC. Twenty Years of the Dietary Supplement Health and Education Act-How Should Dietary Supplements Be Regulated?, *The Journal of Nutrition*, 145(8): 1683–1686, <https://doi.org/10.3945/jn.115.211102>.
14. Dwyer JT, Coates PM, Smith MJ. Dietary Supplements: Regulatory Challenges and Research Resources. *Nutrients*. 2018, 4;10(1):41. doi: 10.3390/nu10010041. PMID: 29300341; PMCID: PMC5793269.
15. Harrison AP, Bartels EM. A Comparison of Ancient Greek and Roman Sports Diets with Modern Day Practices. *Sports Nutr Ther*. 2016; 1:104. doi: 10.4172/2473-6449.1000104.
16. Maughan RJ, Burke LM, Dvorak J, Larson-Meyer DE, Peeling P, Phillips SM, et al. IOC consensus statement: dietary supplements and the high-performance athlete. *Br J Sports Med*. 2018;52(7):439-455. doi: 10.1136/bjsports-2018-099027.
17. Burke LM, Castell LM, Casa DJ, Close GL, Costa R, Desbrow B et al. International Association of Athletics Federations Consensus Statement 2019: Nutrition for Athletics. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab*. 2019;;29:73–84. doi: 10.1123/ijsnem.2019-0065.
18. Williams MH. Dietary supplements and sports performance: introduction and vitamins. *J Int Soc Sports Nutr*. 2004; 31;1(2):1-6. doi: 10.1186/1550-2783-1-2-1.
19. Vitale K, Getzin A. Nutrition and Supplement Update for the Endurance Athlete: Review and Recommendations. *Nutrients* 2019, 11(6), 1289; <https://doi.org/10.3390/nu11061289>
20. Costa RJS, Hoffman, MD, Stellingwerff T. Considerations for Ultra-Endurance Activities: Part 1—Nutrition. *Res. Sports Med*. 2019; 27:166–181.
21. Swann AP. The history of efforts to regulate dietary supplements in the US.. *Drug Test. Analysis* 2016;8: 271-282
22. Deldicque L, Francaux M. Potential harmful effects of dietary supplements in sports medicine. *Current opinion in clinical nutrition and metabolic care*, 2016; 19(6): 439-445.

23. Sousa M, Fernandes MJ, Carvalho P, Soares J, Moreira P, Teixeira VH. Nutritional supplements use in high-performance athletes is related with lower nutritional inadequacy from food. *J Sport Health Sci.* 2016; 5(3):368-374. doi: 10.1016/j.jshs.2015.01.006. Epub 2015 Apr 30. PMID: 30356544; PMCID: PMC6188619.
24. Rothschild JA, Kilding AE, Plews DJ. What Should I Eat before Exercise? Pre-Exercise Nutrition and the Response to Endurance Exercise: Current Prospective and Future Directions. *Nutrients.* 2020;12:3473. doi: 10.3390/nu12113473.
25. Willingham BD, Ragland TJ, Ormsbee MJ. Betaine Supplementation May Improve Heat Tolerance: Potential Mechanisms in Humans. *Nutrients.* 2020;12:2939. doi: 10.3390/nu12102939.
26. Kim J. Nutritional Supplement for Athletic Performance: Based on Australian Institute of Sport Sports Supplement Framework. *Exercise Science.* 2019; 28(3):211-220. DOI:10.15857/ksep.2019.28.3.211
27. Aguiar AF, Grala AP, da Silva RA, Soares-Caldeira LF, Pacagnelli FL, Ribeiro AS et al. Free leucine supplementation during an 8-week resistance training program does not increase muscle mass and strength in untrained young adult subjects. *Amino Acids,* 2017;49(7): 1255-1262. PubMed doi:10.1007/s00726-017-2427-0
28. Peeling P, Binnie MJ, Goods PSR, Sim M, Burke LM. Evidence-Based Supplements for the Enhancement of Athletic Performance. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism.,* 2018; 28:178-187. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2017-0343>
29. Petróczy A, Naughton DP. Supplement use in sport: is there a potentially dangerous incongruence between rationale and practice? *J Occup Med Toxicol.* 2007 May, 29(2):4. doi: 10.1186/1745-6673-2-4.
30. Ash G I, Stults-Kolehmainen M, Busa M A, Gregory R, Garber C E, Liu J, et al. Establishing a global standard for wearable devices in sport and fitness: perspectives from the New England Chapter of the American College of Sports Medicine Members. *Curr. Sports Med. Rep.* 2020;19:45–49. doi: 10.1249/JSR.0000000000000680
31. Bartlett JD, Drust B. A framework for effective knowledge translation and performance delivery of Sport Scientists in professional sport. *Eur. J. Sport Sc.* 2021;21:1579–1587. doi: 10.1080/17461391.2020.1842511
32. Collins J, Maughan RJ, Gleeson M, Bilsborough J, Jeukendrup A, Morton JP, et al. UEFA Expert Group Statement on Nutrition in Elite Football. Current Evidence to Inform Practical Recommendations and Guide Future Research. *Br. J. Sport Med.* 2021;55:416. doi: 10.1136/bjsports-2019-101961.
33. Ash GI, Stults-Kolehmainen M, Busa M A, Gaffey A E, Angeloudis K, Muniz-Pardos B, et al. Establishing a global standard for wearable devices in sport and exercise medicine: perspectives from academic and industry stakeholders. *Sports Med.* 2021; 51:2237–2250. doi: 10.1007/s40279-021-01543-5
34. Porrini M, Del Bo C. Ergogenic Aids and Supplements. *Frontiers of hormone research,* 2016;47:128–152. <https://doi.org/10.1159/000445176>

35. Broelz EK, Wolf S, Schneeweiss P, Niess AM, Enck P, Weimer K Increasing effort without noticing: A randomized controlled pilot study about the ergogenic placebo effect in endurance athletes and the role of supplement salience. PLoS ONE .2018; 13(6): e0198388. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0198388>

Declaración de conflictos de interés: Los autores declaran que no existen conflictos de intereses y que el trabajo se realizó en igualdad de responsabilidad.

Financiamiento: Este proyecto fue financiado en su totalidad por el Instituto de Medicina de Cuba y por el Instituto Nacional de Deportes, Educación Física y Recreación (INDER), República de Cuba.