



ORIGINAL

## No hay diferencias en el consumo de suplementos nutricionales deportivos entre powerlifters internacionales y nacionales

### *There are no differences in the consumption of sports nutritional supplements between international and national powerlifters*

José María Puya-Braza<sup>1</sup>, Antonio Jesús Sánchez-Oliver<sup>2</sup>, Sandro Fernandes da Silva<sup>3</sup>, Raúl Domínguez<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Alimentología, España

<sup>2</sup> Universidad de Sevilla, España. Universidad de Pablo Olavide, España

<sup>3</sup> University of Lavras, Brasil

<sup>4</sup> Universidad Isabel I, España

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [asanchez38@us.es](mailto:asanchez38@us.es) (Antonio Jesús Sánchez-Oliver).

Recibido el 15 de mayo de 2018; aceptado el 26 de mayo de 2018.

JONNPR. 2018;3(7):509-521

DOI: 10.19230/jonnpr.2511

#### Resumen

La literatura científica referente a la evaluación del consumo de suplementos nutricionales deportivos (SND) en deportes de fuerza, como el powerlifting, es escasa, y la mayoría de estudios poseen metodologías de baja calidad, habiendo creado mitos y pseudociencias en el sector. Con objeto de dar recomendaciones sobre SND en base a nivel de evidencia científica, el Australian Institute of Sport (AIS) ha creado una clasificación de SND basada en nivel de evidencia científica.

**Objetivos:** evaluar las posibles diferencias en el patrón de consumo y elección de SND en powerlifters internacionales y nacionales.

**Materiales y Métodos:** 32 powerlifter (10 de nivel internacional y 22 nacional) rellenaron un diario de consumo de SND durante 72 horas.

**Análisis Estadístico:** Se realizó un test no paramétrico de U de Mann-Witney para muestras independientes con objeto de comprobar diferencias en el número de suplementos totales consumidos, así como el número de suplementos consumidos de cada categoría establecida por el AIS. Además, se aplicó un test de  $\chi^2$  para comparar las diferencias en la frecuencia de consumo de suplementos entre los deportistas de distintas categorías. El nivel de significación estadística se fijó en  $p < 0,05$ .



Los artículos publicados en esta revista se distribuyen con la licencia:  
Articles published in this journal are licensed with a:  
Creative Commons Attribution 4.0.

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>  
La revista no cobra tasas por el envío de trabajos,  
ni tampoco cuotas por la publicación de sus artículos.

**Resultados:** No se observaron diferencias en el número de SND consumidos entre powerlifters de nivel internacional vs nivel nacional ( $3,20 \pm 2,44$  vs  $3,32 \pm 2,57$   $F=0,069$ ,  $P=0,903$ ). Tampoco se puo observar diferencias en relación al consumo de SND en ningunas de las categorías basadas en nivel de evidencia descritos por el AIS ni en la proporción de utilización de los distintos SND consumidos ( $p>0,05$ ).

**Conclusiones:** Aunque los powerlifters internacionales tendieron a consumir suplementos con un mayor nivel de evidencia científica, no se alcanzaron diferencias estadísticas significativas y, por tanto, no se cumplió nuestra hipótesis.

#### Palabras clave

*Suplementos deportivos; suplementos dietéticos; levantamiento de potencia; levantadores de peso; nutrición deportiva*

#### Abstract

The scientific literature regarding the evaluation of the consumption of sports nutritional supplements (SND) in strength sports, such as powerlifting, is scarce and most studies have poor quality methodologies, having created myths and pseudosciences in the sector. In order to provide recommendations on SND based on the level of scientific evidence, the Australian Institute of Sport (AIS) has created a SND classification based on the level of scientific evidence.

**Aims:** To know, from a quantitative and qualitative point of view, the SNDs used by powerlifters that compete at an international and national level.

**Methods and Material:** 32 powerlifter (10 international and 22 national) filled a daily SND for 72 hours.

**Statistical analysis used:** A non-parametric Mann-Witney U test was performed for independent samples in order to verify differences in the number of total supplements consumed, as well as the number of supplements consumed in each category established by the AIS. In addition, a  $\chi^2$  test was applied to compare differences in the frequency of supplement consumption among athletes of different categories. The level of statistical significance was set at  $p<0.05$ .

**Results:** No differences were observed when comparing powerlifters of international and national level in terms of the number of SND consumed. There were also no statistically significant differences in SND consumption according to the level of evidence, although it was observed that international athletes consumed more than those categorized with greater evidence ( $p>0.05$ ).

**Conclusions:** Although international powerlifters tended to consume supplements with a higher level of scientific evidence, significant statistical differences were not reached and, therefore, our hypothesis was not met.

#### Keywords

*Sports supplements; dietary supplements; powerlifting; powerlifters; sports nutrition*

## Introducción

Son pocos los estudios que recogen la prevalencia de consumo de suplementos nutricionales deportivos (SND) en deportes de fuerza como el powerlifting (PL)<sup>(1,2)</sup>, una disciplina deportiva que consiste en levantar el máximo peso en sentadilla, press banca y peso muerto, tres ejercicios multiarticulares<sup>(1,3)</sup>.

La escasa literatura existente sobre el tema, sumado a que la mayoría de los estudios realizados en SND poseen metodologías de baja calidad<sup>(4)</sup>, han ido cosechando mitos y pseudociencias en el sector de la nutrición deportiva<sup>(5)</sup>.

La Australian Institute of Sport (AIS), una institución deportiva de referencia encargada de asegurar que los deportistas australianos de alto rendimiento dispongan de fondos y prestaciones para la actividad deportiva, creó el Sistema de Clasificación ABCD, un método clasificatorio que categoriza los SND según su evidencia científica, además de otras consideraciones prácticas que determinan si son seguros, legales y eficaces para mejorar el rendimiento deportivo. Los niveles de evidencia científica se agrupan de mayor a menor: grupo A, grupo B, grupo C y grupo D<sup>(6)</sup>.

Los SND de grupo A se consideran sustancias con alto nivel de evidencia por haber demostrado mejorar el rendimiento deportivo en múltiples disciplinas deportivas. Esta categoría, a su vez, se divide en tres subcategorías: *Sports Foods* (ej: proteína de suero de leche (PS) o barritas de proteínas); *Medical Supplements* (ej: multivitamínicos/mineral o vitamina D3); y *Performance supplements*, donde se encuentran los suplementos monohidrato de creatina (MC), cafeína, beta-alanina (BA), bicarbonato de sodio y jugo de remolacha<sup>(7)</sup>.

Entre los suplementos de *Sports Foods* destaca la PS, SND muy consumido por usuarios que practican deportes de musculación<sup>(8-11)</sup>. Su función básica es proporcionar proteína dietética de calidad rica en todos los aminoácidos esenciales existentes. La ingesta de PS, junto con una dieta correcta, produce aumentos en la masa y fuerza muscular, mejora de la recuperación, aumento en la saciedad y mantenimiento del peso corporal<sup>(12,13)</sup>.

En cuanto a los *Medical Supplements*, la vitamina D es uno de los SND más utilizado, debido a los déficits nutricionales encontrados en la población<sup>(14,15)</sup>. Una alta prevalencia de deportistas posee déficit nutricional de vitamina D, y esto puede empeorar su rendimiento. Se ha demostrado en powerlifters que un suplemento de vitamina D3, en casos de déficit, optimiza el rendimiento deportivo<sup>(2)</sup>.

El MC es una de las ayudas ergogénicas deportivas más estudiadas, evidenciadas y seguras<sup>(16)</sup>. La ingesta adecuada e individualizada de MC ha demostrado mejorar la fuerza, preservar la masa muscular y mejorar la resíntesis de glucógeno muscular<sup>(16-18)</sup>. Las últimas investigaciones relacionan también su consumo con mejoras en la memoria e inteligencia a corto plazo en adultos sanos<sup>(19)</sup>. Actualmente existen en el mercado otras formas de

suplementos de creatina además de MC (ej: creatina alcalina y creatina etil-éster), sin embargo, el MC es la única forma de creatina demostrada en mejorar el rendimiento deportivo<sup>(20)</sup>.

La cafeína es la metilxantina más conocida en el mundo y su ingesta, a través de suplementos, café, té o cacao, ha demostrado tener un alto impacto en el rendimiento deportivo mediante, fundamentalmente por su actividad sobre el sistema nervioso central. De este modo, al ser una molécula similar a la adenosina, la cafeína se une a los receptores A<sub>1</sub> y A<sub>2</sub> de la adenosina<sup>(21)</sup>, inhibiendo la actividad del sistema nervioso parasimpático. Además, la suplementación con cafeína puede aumentar el reclutamiento de unidades motoras<sup>(22)</sup> y potenciar la contracción muscular<sup>(23)</sup>, habiéndose comprobado un efecto positivo sobre la relación fuerza velocidad<sup>(24,25)</sup>, así como de mejoras en una repetición máxima (1 RM) en ejercicios propios del powerlifting como es el press de banca<sup>(26)</sup>.

La suplementación con BA se utiliza porque la biodisponibilidad de ésta se considera el factor limitante en la síntesis de carnosina<sup>(27)</sup>. El aumento de los niveles de carnosina puede mejorar el rendimiento ante esfuerzos con un alto componente glucolítico (como sería el entrenamiento llevado a cabo por los powerlifter), ya que actuaría mejorando la biodisponibilidad de calcio a nivel sacoplasmático, al transportar el calcio desde el retículo sarcoplasmático al sarcoplasma, al tiempo que regula el pH intramuscular, al transportar un H<sup>+</sup> a la membrana celular<sup>(28)</sup>. De este modo, se ha comprobado que la suplementación con BA, en combinación con creatina, aumenta la carga de entrenamiento y los niveles de masa magra con respecto a la ingesta exclusiva de creatina<sup>(29)</sup>. Además, recientemente se ha informado que la suplementación con BA aumenta tanto 1 RM como los máximos niveles de potencia ante cargas de 1 RM y de máximos niveles de potencia tras un período de suplementación en combinación con entrenamiento de fuerza<sup>(30)</sup>. Del mismo modo, la suplementación con bicarbonato sódico se ha empleado por su efecto sobre la regulación del pH, solo que a nivel extracelular. De este modo, la suplementación con bicarbonato sódico, se ha comprobado que tiene un efecto positivo a la hora de realizar un mayor volumen de entrenamiento en una sesión de entrenamiento de fuerza con orientación de hipertrofia<sup>(31)</sup>, así como en una serie con el máximo número de repeticiones posibles ante una carga del 80% de 1 RM<sup>(32)</sup>.

El jugo de remolacha, debido a su alto contenido en nitratos (NO<sub>3</sub>) que, posteriormente, aumentará los niveles de óxido nítrico (NO). Debido a que el NO tiene múltiples funciones entre las que se encuentra un efecto vasodilatador, aumento del flujo sanguíneo, de la biogénesis y eficiencia mitocondrial, así como potenciador de la contracción muscular, se ha propuesto que el ésta suplementación mejora el rendimiento tanto ante modalidades de resistencia cardiorrespiratoria<sup>(33)</sup> como ante esfuerzos de alta intensidad<sup>(27)</sup>, habiéndose informado de efectos ergogénicos sobre la producción de los máximos niveles de potencias en deportistas altamente entrenados en fuerza<sup>(34)</sup>.

El objetivo de nuestro estudio es evaluar las posibles diferencias que pueden aparecer en el patrón de consumo y elección de SND en powerlifters internacionales y nacionales.

## Material y Métodos

### **Participantes:**

La muestra total está compuesta por 32 powerlifters masculinos de competición, de los cuales 10 eran de nivel internacional y 22 de nivel nacional. Los datos antropométricos se encuentran en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Valores de composición corporal de los deportistas internacionales y nacionales.

Variable	Internacional	Nacional	F	p
Edad (años)	25,40 ± 4,35	25,14 ± 4,42	0,001	0,73
Años de práctica	2,80 ± 1,93	2,45 ± 1,05	0,014	0,95
Peso (kg)	88,90 ± 27,49	83,18 ± 9,04	0,026	0,85
Talla (m)	1,74 ± 0,08	1,77 ± 0,09	0,042	0,17
Grasa corporal (%)	15,90 ± 7,69	14,55 ± 3,52	0,016	0,73

Datos presentados como M ± DS

### **Diseño experimental:**

El presente estudio es un trabajo descriptivo no experimental a partir de la técnica del autoinforme mediante cuestionario, y un diario dietético de consumo de SND durante 72 horas, en el que se busca comparar la ingesta cuantitativa y cualitativa de SND en los competidores de nivel internacional con respecto a los de nivel nacional.

El cuestionario online, previamente validado<sup>(11)</sup>, estaba compuesto de tres partes: la primera, recoge datos personales, sociales y antropométricos de los sujetos; la segunda, centrada en la práctica deportiva; y la tercera, reúne información sobre el consumo general de SND.

El diario dietético informó sobre el consumo específico de SND durante tres días diferenciados de la semana: un día de entrenamiento entre lunes y viernes; un día de descanso entre lunes y viernes; y un día del fin de semana.

### **Procedimiento:**

Los deportistas fueron monitoreados regularmente por los investigadores durante los tres días para llevar a cabo el recuento de SND a través de la tecnología móvil integradora (MyFitnessPal®), una herramienta dietética de monitoreo eficaz demostrada<sup>(35)</sup>. Cada participante del estudio dio su previo consentimiento para la elaboración del cuestionario y el diario dietético.

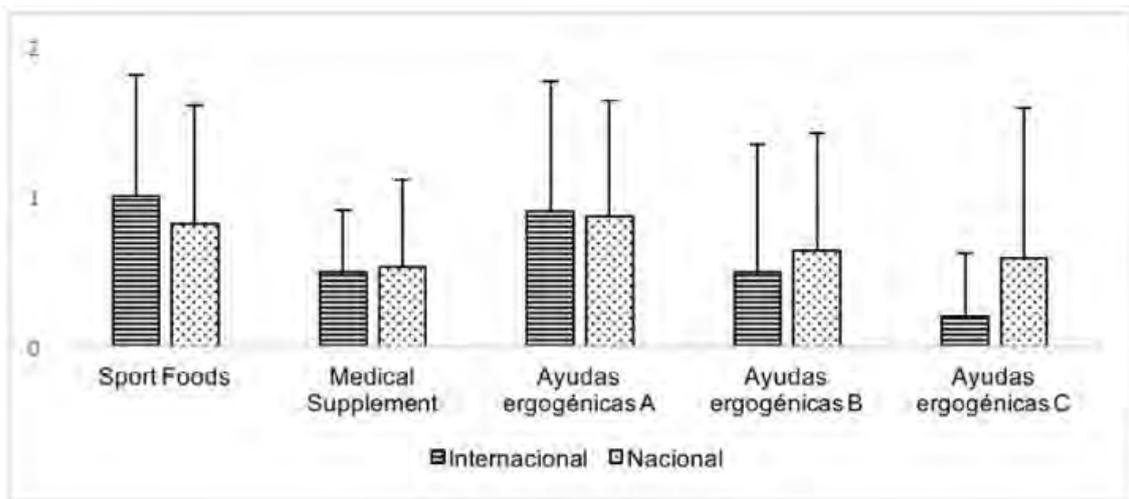
### **Análisis estadístico:**

Para el análisis de la ingesta de SND se realizó un análisis del número total de suplementos ingerido por los deportistas, aplicando un test no paramétrico de U de Mann-Witney para muestras independientes, con objeto de comprobar las diferencias entre los deportistas de nivel nacional e internacional. Además, sobre el total de SND ingeridos, se realizó una división basada en las categorías propuestas por el AIS (2018), basadas en el nivel de evidencia científica demostrado, entre las que se encuentran *Sports foods*, *Medical supplements* y *Performance supplements* del grupo A, grupo B y Grupo C.

Al igual que en el número total de SND, para comprobar las diferencias entre los deportistas de nivel internacional y nacional se aplicó un test no paramétrico de U de Mann-Witney para muestras independientes. Por su parte, para comparar las diferencias en las frecuencias de consumo de SND entre los deportistas de distinto nivel (internacional vs nacional) se empleó un test de  $\chi^2$ . El nivel de significación estadística se fijó como  $p < 0,05$ . Todo el análisis estadístico se realizó mediante el paquete estadístico SPSS (versión 18.0).

## **Resultados**

En el análisis del número de SND consumidos, no se observaron diferencias al comparar los deportistas de nivel internacional con respecto a los de nivel nacional ( $3,20 \pm 2,44$  vs  $3,32 \pm 2,57$   $F=0,069$ ,  $P=0,903$ ). En cuanto al análisis de los suplementos en los distintos grupos de suplementos, se observa un mayor consumo de los clasificados dentro del grupo de *Sports Foods*, *Medical Supplements* y *Performance supplements* de tipo A en el grupo de deportistas de nivel internacional, mientras que los de nivel nacional presentan una mayor ingesta de suplementos el grupo B y C, si bien, no existen diferencias estadísticamente significativas entre grupos ( $P > 0,05$ ) (Figura 1).



**Figura 1.** Número de suplementos consumidos en el grupo de deportistas de nivel internacional y nacional. Datos presentados como M + DE

En la Tabla 2 se muestra una comparativa de los distintos SND incluidos en los grupos anteriormente clasificados. De este modo, puede observarse cómo al analizar la proporción de la tasa de consumo de los distintos SND entre los deportistas de nivel internacional con respecto a los de nivel nacional mediante el test de  $\chi^2$ , tampoco pudo observarse ninguna diferencia estadísticamente significativa.

**Tabla 2.** Consumo de SND de deportistas de nivel internacional y nacional de suplementos de distintas categorías

Categoría	Suplemento	Internacional		Nacional		p valor
		n	%	n	%	
<b>Sports foods (Grupo A)</b>	Proteína de suero de leche	6	60	10	45,5	0,446
	Amilopectina	2	20	1	4,5	0,164
	Carbohidratos <i>gainers</i>	0	0	2	9,1	0,325
	Barritas de proteínas	0	0	1	4,5	0,493
<b>Medical supplements (Grupo A)</b>	Multivitamínico/mineral	5	50	5	22,7	0,123
	Vitamina D	0	0	3	13,6	0,220
	Vitamina B12	0	0	1	4,5	0,493
<b>Performance supplements (Grupo A)</b>	Creatina monohidrato	6	60	13	59,1	0,961
	Cafeína	3	30	4	18,2	0,454
	$\beta$ -alanina	0	0	2	9,1	0,325
<b>Ayudas ergogénicas del grupo B</b>	Ácidos grasos $\omega$ -3	1	10	5	22,7	0,393
	Aminoácidos de cadena ramificada	2	20	4	18,2	0,903
	Glutamina	2	20	2	9,1	0,572
	Vitamina C	0	0	2	9,1	0,325
	Glucosamina	0	0	1	4,5	0,493
<b>Ayudas ergogénicas del grupo C</b>	Preworkout	1	10	2	9,1	0,967
	Colágeno	0	0	2	9,1	0,325
	Condroitin sulfato	0	0	1	4,5	0,493
	Ácidos grasos $\omega$ -6	0	0	1	4,5	0,493
	Cola de caballo	0	0	1	4,5	0,493
	Taurina	0	0	1	4,5	0,493
	Jengibre	1	10	0	0,0	0,132
	Melatonina	0	0	1	4,5	0,483
	Ácido aspártico	0	0	1	4,5	0,493
	Ácido glutámico	0	0	1	4,5	0,493
	Precursores del óxido nítrico	0	0	1	4,5	0,493
	Tribulus terrestris	0	0	1	4,5	0,493

## Discusión

### **Evidencia de los SND más consumidos**

El 100% de la muestra de nuestro estudio consumió algún tipo de suplementación deportiva. Estos valores resultan ser muy altos en comparación con datos aportados en otros estudios por otros deportistas de fuerza y usuarios de gimnasio<sup>(8-10)</sup>.

El grupo A del Sistema de Clasificación ABCD se compone de tres subgrupos: *Sports foods*, *Medical supplements* y *Performance supplements*<sup>(7)</sup>. Los SND del grupo A más consumidos por los sujetos, de mayor a menor, fueron: MC, PS, multivitamínico/mineral, cafeína, vitamina D y BA.

Los resultados del alto consumo de PS, MC y multivitamínico/mineral producidos en nuestro estudio coinciden con otras investigaciones<sup>(8-10)</sup>. Los complejos multivitamínicos/minerales son uno de los SND más consumidos por usuarios de gimnasio<sup>(8-10)</sup>. En nuestro estudio, los internacionales los consumieron más (50%) que los nacionales (22,7%). Sin embargo, y a pesar de que se consideren SND básicos e incunables en preparaciones deportivas, lo cierto es que un abuso de ellos puede ocasionar graves problemas de salud, como varios tipos de hipervitaminosis<sup>(36,37)</sup>.

La ingesta alta (60%) de MC de la muestra no contradice las evidencias existentes, ya que se ha demostrado que su utilización como SND mejora la capacidad de resistencia, resíntesis de glucógeno muscular, fuerza, masa muscular, además de ser una prometedora ayuda en el terreno cognitivo<sup>(4,16-19)</sup>. Ningún sujeto consumió otras formas de creatina, las cuales no poseen evidencia científica a su favor<sup>(20)</sup>.

La suplementación con cafeína ha demostrado mejorar el rendimiento deportivo en ejercicios de alta intensidad a través de una mejora en la concentración y disminución de la fatiga muscular<sup>(26)</sup>. Llegamos a la conclusión que su notable consumo no es casualidad, puesto que es un SND que provoca efectos notorios a muy corto plazo, por lo tanto, su uso puede ser muy efectivo de cara a conseguir récords de fuerza.

Tanto el MC como la cafeína son dos sustancias ampliamente estudiadas y consideradas seguras por la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) a través de dictámenes científicos, concluyéndose en ellos que un consumo normal no representa perjuicios de salud en sujetos sanos y en la mayoría de grupos de población<sup>(16)</sup>.

Otro de los resultados más novedosos de la presente investigación ha sido comprobar como la suplementación con BA no es consumido por ninguno de los deportistas de nivel internacional y únicamente por el 9,1% de los competidores de nivel nacional, al tiempo que el bicarbonato sódico y el zumo de remolacha, suplementos que han demostrado tener un efecto ergogénico sobre el rendimiento ante esfuerzos con las demandas metabólicas y/o mecánicas del powerlifting, no han sido consumidos por ningún deportista.

### ***Las hipótesis planteadas***

Planteamos que los competidores internacionales, en comparación con los nacionales, consumirían más cantidad de SND; además, éstos tendrían un elevado aval científico, al igual que declararon los investigadores Thomas, Erdman y Burke<sup>(38)</sup>.

La primera hipótesis no se cumple, ya que no existen diferencias estadísticamente significativas entre el consumo total de SND en los internacionales ( $3,2 \pm 2,44$ ) y nacionales ( $3,32 \pm 2,57$ ).

La segunda hipótesis planteaba si a mayor nivel competitivo, los deportistas consumirían SND de mayor evidencia científica. Aunque es cierto que los internacionales consumieron más SND del grupo A y los nacionales de los grupos B y C, los resultados muestran que tampoco existieron diferencias significativas.

Una explicación a los resultados de nuestra hipótesis puede estar relacionada con la sencilla viabilidad que supone en esta disciplina clasificar en campeonatos internacionales a través de nacionales. Un competidor puede participar en un campeonato internacional si obtiene cualquier marca en un nacional, siempre que posteriormente se inscriba. Por este motivo, es probable que no existan grandes diferencias entre competidores de PL en cuanto a asesoramientos nutricionales.

## **Conclusión**

Aunque los powerlifters internacionales consumieron SND con mayor aval científico, no se produjeron diferencias estadísticamente significativas frente a los competidores nacionales, por tanto, las hipótesis planteadas inicialmente no se cumplieron.

## **Referencias**

1. Cammarata CR. Dietary Intakes of Strength Athletes. Faculty of D'Youville College. Buffalo, New York; 2016.
2. Butt ZI, Akhtar T, Rashid K, Saeed N, Adnan MAJ. Role of Vitamin D3 Supplement as an ergogenic aid for bone and muscle health of powerlifters from Punjab, Pakistan. *Sci Int (Lahore)* 2015; 27(3):2189-2193.
3. Grgic J, Mikulic P. Tapering practices of Croatian open-class powerlifting champions. *J Strength Cond Res* 2017; 31(9):2371-2378.
4. Maughan RJ, Burke LM, Dvorak J, Larson-Meyer DE, Peeling P, Phillips SM, ... Engebretsen L. IOC consensus statement: dietary supplements and the high-performance athlete. *Br J Sports Med* 2018; 52(7):439-455.

5. Spector R. Science and pseudoscience in adult nutrition research and practice. *Skeptical Inquirer* 2009; 33(3):35-41.
6. Australian Institute of Sport. ABCD Classification System. Australian Institute of Sport; 2017 [2018; 2018] Disponible en: <https://www.ausport.gov.au/ais/nutrition/supplements/classification>
7. Australian Institute of Sport. Group A. Australian Institute of Sport; 2017 [2018; 2018]. Disponible en: <https://www.ausport.gov.au/ais/nutrition/supplements/groupa>
8. Jawadi AH, Addar AM, Alazzam AS, Alrabieah FO, Al Alsheikh AS, Amer RR, ... Badri M. Prevalence of Dietary Supplements Use among Gymnasium Users. *J Nutr Metab* 2017; 9219361.
9. Attlee A, Haider A, Hassan A, Alzamil N, Hashim M, Obaid RS. Dietary Supplement Intake and Associated Factors Among Gym Users in a University Community. *J Diet Suppl* 2018; 15(1):88-97.
10. Sánchez-Oliver AJ, Miranda-León MT, Guerra-Hernández E. Estudio estadístico del consumo de suplementos nutricionales y dietéticos en gimnasios. *Arch Latinoam Nutr* 2008; 58(3):221-227.
11. Sánchez-Oliver AJ. Suplementación nutricional en la actividad físico-deportiva: análisis de la calidad del suplemento proteico consumido. Granada: Universidad de Granada; 2013.
12. West DWD, Abou Sawan S, Mazzulla M, Williamson E, Moore DR. Whey Protein Supplementation Enhances Whole Body Protein Metabolism and Performance Recovery after Resistance Exercise: A Double-Blind Crossover Study. *Nutrients* 2017; 9(7):735.
13. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). Scientific Opinion on the substantiation of health claims related to whey protein and increase in satiety leading to a reduction in energy intake, contribution to the maintenance or achievement of a normal body weight, growth or maintenance of muscle mass, increase in lean body mass during energy restriction and resistance training, reduction of body fat mass during energy restriction and resistance training, increase in muscle strength, increase in endurance capacity during the subsequent exercise bout after strenuous exercise, skeletal muscle tissue repair and faster recovery from muscle fatigue after exercise, pursuant to Article 13(1) of Regulation (EC) No 1924/2006. *EFSA J* 2010; 8(10):1818.
14. Sowah D, Fan X, Dennett L, Hagtvedt R, Straube S. Vitamin D levels and deficiency with different occupations: a systematic review. *BMC Public Health* 2017; 17:519.
15. González-Padilla E, Soria López A, González-Rodríguez E, García-Santana S, Mirallave-Pescador A, Groba Marco Mdel V, Saavedra P, Quesada Gómez JM, Sosa

- Henríquez M. High prevalence of hypovitaminosis D in medical students in Gran Canaria, Canary Islands (Spain). *Endocrinol Nutr* 2011; 58(6):267-73.
16. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). Creatine in combination with resistance training and improvement in muscle strength: evaluation of a health claim pursuant to Article 13(5) of Regulation (EC) No 1924/2006. *EFSA J* 2016; 14(2):4400.
  17. Kreider RB, Kalman DS, Antonio J, Ziegenfuss RN, Wildman R, Collins R, Lopez HL. International Society of Sports Nutrition position stand: safety and efficacy of creatine supplementation in exercise, sport, and medicine. *J Int Soc Sports Nutr* 2017; 14(1):18.
  18. Rawson ES, Miles MP, Larson-Meyer DE. Dietary supplements for health, adaptation, and recovery in athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2018; 19:1-12.
  19. Avgerinos KI, Spyrou N, Bougioukas KI, Kapogiannis D. Effects of creatine supplementation on cognitive function of healthy individuals: A systematic review of randomized controlled trials. *Exp Gerontol* 2018; 108:166-173.
  20. Jagim AR, Oliver JM, Sanchez A, Galvan E, Fluckey J, Riechman S, ... Kreider RB. A buffered form of creatine does not promote greater changes in muscle creatine content, body composition, or training adaptations than creatine monohydrate. *J Int Soc Sports Nutr* 2012; 9:43.
  21. Daly JW, Bruns RF, Snyder SH. Adenosine receptors in the central nervous system: Relationship to the central actions of methylxanthines. *Life Sci.* 1981;28:2083-97.
  22. Cornish RS, Bolam KA, Skinner TL. Effect of Caffeine on Exercise Capacity and Function in Prostate Cancer Survivors. *Med Sc Sports Exerc.* 2015;47:468-75.
  23. Simmonds MJ, Minahan CL, Sabapathy S. Caffeine improves supramaximal cycling but not the rate of anaerobic energy release. *Eur J Appl Physiol.* 2010;109:287-95.
  24. Del Coso J, Salinero JJ, González-Millán C, Abián-Vicén J, Pérez-González B. Dose response effects of a caffeine-containing energy drink on muscle performance: a repeated measures design. *J Int Soc Sports Nutr* 2012; 9:21.
  25. Pallares JG, Fernandez-Elías VE. Neuromuscular Responses to Incremental Caffeine Doses: Performance and Side Effects. *Med. Sci. Sports Exerc* 2013; 45(11): 2184–92.
  26. Goldstein E, Jacobs PL, Whiterhurst M, Penhollow T, Antonio J. Caffeine enhances upper body strength in resistance-trained women. *J Int Soc Sports Nutr* 2010; 7:18.
  27. Blancquaert L, Everaer I, Missinne M, Baguet A, Stegen S, Volkaert A, et al. Effects of histidine and  $\beta$ -alanine supplementation on human muscle carnosine storage. *Med Sci Sports Exerc.* 2017;49:602–9.
  28. Swietach P, Youm JB, Saegusa N, Leem CH, Spitzer KW, Vaughan-Jones RD. Coupled  $\text{Ca}^{2+}/\text{H}^{+}$  transport by cytoplasmic buffers regulates local  $\text{Ca}^{2+}$  and  $\text{H}^{+}$  ion signaling. *PNAS* 2013; 110(22), E2064-73.

29. Hoffman JR, Ratamess NA, Kang J, Mangine G, Faigenbaum A, Stout J. Effect of creatine and A-alanine supplementation on performance and endocrine responses in strength/power athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2006;16: 430–46.
30. Maté-Muñoz JL, Lougedo JH, Garnacho-Castaño MV, Veiga-Herreros P, del Carmen Lozano-Estevan M, García-Fernández P, ... Domínguez R. Effects of  $\beta$ -alanine supplementation during a 5-week strength training program: a randomized, controlled study. *J Int Soc Sports Nutr* 2018;15(1): 19.
31. Carr BM, Webster MJ, Boyd JC, Hudson GM, Scheett TP. Sodium bicarbonate supplementation improves hypertrophy-type resistance exercise performance. *Euro J Appl Phy* 2013;113: 743–52.
32. Duncan MJ, Weldon A, Price MJ. The effect of sodium bicarbonate ingestion on back squat and bench press exercise to failure. *J Stre Cond Res* 2014; 28(5): 1358–66.
33. Domínguez R, Cuenca E, Maté-Muñoz JL, García-Fernández P, Serra-Paya N, Estevan MC, Herreros PV, Garnacho-Castaño MV. Effects of beetroot juice supplementation on cardiorespiratory endurance in athletes. A systematic review. *Nutrients* 2017; 9: E43.
34. Domínguez R, Garnacho-Castaño MV, Cuenca E, García-Fernández P, Muñoz-González A, De Jesús F, ...Maté-Muñoz JL. Effects of Beetroot Juice Supplementation on a 30-s High-Intensity Inertial Cycle Ergometer Test. *Nutrients* 2017; 9(12): 1360
35. Turner-McGrievy GM, Beets MW, Moore JB, Kaczynski AT, Barr-Anderson DJ, Tate DF. Comparison of traditional versus mobile app self-monitoring of physical activity and dietary intake among overweight adults participating in an mHealth weight loss program. *J Am Med Inform Assoc* 2013; 20(3):513-518.
36. Diab L, Krebs NF. Vitamin Excess and Deficiency. *Pediatr Rev* 2018; 39(4):161-179.
37. Kamangar F, Emadi A. Vitamin and Mineral Supplements: Do We Really Need Them?. *Int J Prev Med* 2012; 3(3):221-226.
38. Thomas DT, Erdman KA, Burke LM. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and Athletic Performance. *J Acad Nutr Diet* 2016; 116(3):501-528.