

Article

# Revisiones BJSM: A-Z de los Suplementos Nutricionales: Suplementos Dietarios, Alimentos para la Nutrición Deportiva y Ayudas Ergogénicas para la Salud y el Rendimiento: Parte 16

M. Manore<sup>1</sup>, R. Meeusen<sup>2</sup>, B. Roelands<sup>3</sup>, S. Moran<sup>4</sup>, A. D. Popple<sup>5</sup>, M. J. Naylor<sup>6</sup>, L. M. Burke<sup>4</sup>, S. J. Stear<sup>7</sup> y L. M. Castell<sup>8</sup>

<sup>1</sup>Department of Nutrition and Exercise Sciences, Oregon State University, Corvallis, Oregon, US

<sup>2</sup>Department Human Physiology and Sports Medicine, Vrije Universiteit Brussel, Brussel, Belgium

<sup>3</sup>Vrije Universiteit Brussel, Brussels, Belgium

<sup>4</sup>Australian Institute of Sport, Canberra, Australia

<sup>5</sup>English Institute of Sport, Loughborough, UK

<sup>6</sup>English Institute of Sport, Twickenham, UK

<sup>7</sup>Performance Influencers Limited, London, UK

<sup>8</sup>University of Oxford, Oxford, UK

## NOTAS INTRODUCTORIAS

En la Parte 16 nos referiremos al folato, una vitamina importante necesaria para la división celular y para la formación de las proteínas del cuerpo, y a tres ingredientes de los suplementos utilizados principalmente por fisiculturistas: ácido gamma-aminobutírico (GABA),  $\gamma$ -orizanol y  $\gamma$ -hidroxibutirato (GHB). El GABA, un importante neurotransmisor inhibitorio que se encuentra en el cerebro, se transformó en un suplemento popular entre los fisiculturistas en la década de 1980 después de que un estudio demostrara que aumentaba los niveles plasmáticos de la hormona del crecimiento (GH) en el hombre. El  $\gamma$ -orizanol, una mezcla entre un esteroide vegetal y éster de ácido ferúlico, también se comercializa entre los fisiculturistas y los atletas que realizan entrenamiento de la fuerza, y se utiliza con la esperanza de impulsar la fuerza, aumentar la potencia muscular, reducir la grasa corporal, acelerar la recuperación y reducir el dolor post-ejercicio. El GHB, un ácido graso compuesto por una corta cadena de 4 carbonos que se encuentra en el cerebro, también ha sido difundido como un suplemento nutricional con supuestos beneficios para el crecimiento muscular, mejorar la calidad del sueño y mejorar el rendimiento sexual.

### Folato

**M. M. Manore**

El consumo adecuado de folato es importante para los atletas y personas activas debido a su papel en la producción de glóbulos rojos (RBC) y en la reparación y mantenimiento de los tejidos (1). El ácido fólico juega un papel significativo en la división celular, especialmente en los tejidos con rápida rotación tales como los glóbulos rojos. La deficiencia de folato produce anemia, causada por la incapacidad de los precursores de glóbulos rojos para convertirse en glóbulos rojos funcionales. El resultado son glóbulos rojos anormalmente grandes que no pueden transportar oxígeno ni eliminar el dióxido de carbono eficientemente

Para muchos países, la cantidad diaria recomendada (RDA) de ácido fólico es de 400 mg/día para individuos > 19 años (2). El folato se encuentra en muchos alimentos, pero es especialmente alto en vegetales de hojas verdes, nueces, legumbres y en el hígado (1). La biodisponibilidad del ácido fólico en los alimentos es de ~50%, (2) pero la misma se reduce por la cocción prolongada. Muchos alimentos, como los cereales para el desayuno, están fortificados con ácido fólico sintético (~50-100% de la dosis diaria recomendada de ácido fólico), que es altamente biodisponible (~85%). Algunos países han implementado la fortificación obligatoria con ácido fólico de panes, harinas y otros productos derivados de los granos. Por lo tanto, nuestras dietas contienen una mezcla de folato presente en los alimentos y de ácido fólico sintético con diferentes niveles de biodisponibilidad. En general, las dietas de los varones activos tendrían la cantidad adecuada de ácido fólico, siempre y cuando la ingesta de energía sea adecuada (1). Por el contrario, en las mujeres activas el consumo aparente de folato en la dieta se encuentra siempre por debajo de los valores recomendados, (1, 3-6) lo que podría deberse a la restricción energética para perder de peso y/o a la información deficiente de la ingesta de alimentos en los registros de alimentos. Sin embargo, en corredoras de maratón, a pesar de que la suplementación con folato (5 g/día durante 10 semanas junto con hierro) mejoró los niveles de folato en sangre, no se evidenció ningún efecto sobre el rendimiento (7).

## **Acido gamma-aminobutírico**

### **R. Meeusen y B. Roelands**

El GABA se sintetiza a través de la descarboxilación de glutamato por medio de la enzima descarboxilasa del ácido glutámico. El glutamato es el principal neurotransmisor excitador, y el GABA es el principal neurotransmisor inhibitorio en el cerebro maduro. El GABA actúa principalmente mediante la activación de los canales de Cl<sup>-</sup> llamados receptores GABAA, y mediante la producción de respuestas metabotrópicas mediadas por proteína G por los receptores GABAB (8, 9). El GABA actúa como un tranquilizante natural y como agente antiepiléptico en el cerebro.

Los receptores GABAA son el sitio de acción de las benzodiazepinas, barbitúricos y anestésicos (10) y se sabe que intervienen en la sedación. Los agonistas de GABAB pueden ser útiles para el tratamiento del dolor y de la dependencia de drogas (8). El baclofeno, el primer agonista de los receptores GABAB sintético, se utiliza clínicamente para el tratamiento de la espasticidad y la rigidez del músculo esquelético (11). Por otra parte se ha demostrado que los antagonistas de GABAB, tienen efectos antidepresivos y potenciadores de la cognición (8, 12).

En estudios realizados con ratas se ha demostrado que el baclofeno prolonga el tiempo hasta la fatiga, posiblemente a causa de un aumento en el glucógeno debido al efecto de la liberación de interleucina 6 en el músculo (13). Recientemente se demostró que la ingesta de GABA en reposo aumenta la secreción de GH inmunorreactiva (irGH) y GH inmunofuncional (IfGH), lo que podría mejorar la respuesta del músculo esquelético al entrenamiento de la fuerza. Por otra parte, cuando la ingesta de GABA se combinó con ejercicio, la concentración de irGH y IfGH se elevó aún más (14). Aunque se han encontrado algunos efectos, específicamente para la respuesta al entrenamiento de la fuerza es necesario realizar más investigaciones sobre los efectos de las manipulaciones GABAérgicas sobre el rendimiento físico para establecer el papel del GABA.

## **Gamma-orizanol y Ácido ferúlico**

### **S. Moran**

El  $\gamma$ -orizanol, una mezcla de un esteroide vegetal y un éster de ácido ferúlico, fue aislado por primera vez a partir de aceite de salvado de arroz a comienzos de la década de 1950, y desde entonces ha sido encontrado en la fracción lipídica de muchas otras plantas y ha sido identificado en diversos aceites y productos vegetales. La base de fitoesteroides, estructuralmente similar al colesterol, ha sido asociada con la capacidad de reducir el colesterol y con la capacidad de mejorar la actividad de la testosterona, pero esto no ha sido corroborado en seres humanos. Al igual que otros esteroides vegetales el  $\gamma$ -orizanol se absorbe poco en el tracto gastrointestinal. Por otra parte, el ácido ferúlico se absorbe bien y se ha propuesto que sería el agente activo en el  $\gamma$ -orizanol, y tendría propiedades antioxidantes (15, 16). Como resultado, el ácido ferúlico ha sido aislado y comercializado como un suplemento de manera independiente.

A pesar de la falta de evidencia o explicación coherente sobre los mecanismos que sustentan los beneficios adjudicados, el  $\gamma$ -orizanol y el ácido ferúlico han sido comercializados para, y utilizados por, fisiculturistas y atletas que realizan entrenamiento de la fuerza con la esperanza de aumentar la fuerza, aumentar la potencia muscular, reducir la grasa

corporal, acelerar la recuperación y reducir el dolor post-ejercicio. También se afirma que estos suplementos promueven la liberación de endorfinas. Sólo tres estudios, de los cuales uno solo fue publicado en una publicación revisada por expertos, han evaluado estas afirmaciones de los efectos de los suplementos sobre el rendimiento deportivo.

Se realizó un estudio con doble cegamiento y controlado con placebo en el cual 22 estudiantes universitarios varones que realizaban entrenamiento recreacional para la fuerza realizaron un protocolo de entrenamiento con ejercicios para la fuerza de 9 semanas, combinado con una ingesta diaria de 500 mg de  $\gamma$ -orizanol o de un placebo. En ambos grupos se observaron mejoras en la fuerza muscular, en la potencia del salto vertical, aumento en la masa corporal y disminución de grosor de pliegues cutáneos (16). Además se observó una disminución significativa en las concentraciones en reposo de testosterona y cortisol al final del período de prueba en ambos grupos, pero no se observaron otras alteraciones en hormonas, lípidos ni en otros parámetros sanguíneos. Estos hallazgos apoyan los beneficios de un programa de entrenamiento, pero no reflejan beneficios adicionales a partir de la ingesta de  $\gamma$ -orizanol en términos de ganancias funcionales o alteraciones en la concentración de diversas hormonas.

Un resumen describe un estudio realizado con doble cegamiento de seis varones corredores de fondo altamente entrenados que consumieron un placebo o 50 mg diarios de ferulato durante 3 semanas. Aunque el entrenamiento provocó un aumento en las concentraciones sanguíneas de cortisol, testosterona y beta-endorfinas, no se observaron diferencias en la respuesta entre el grupo que consumió el ferulato y el grupo que consumió el placebo, con excepción de un aumento post-ejercicio en la concentración de  $\beta$ -endorfinas durante algunas de las sesiones realizadas en última semana de entrenamiento de alta intensidad (17). Un estudio adicional en forma de resumen describe un ensayo controlado con placebo y multicéntrico, aleatorizado en doble ciego, en el que los levantadores de pesas consumieron un placebo o un suplemento de ferulato (15 mg dos veces al día) durante 8 semanas. Con un número pequeño de participantes los autores informaron un aumento significativo en el peso corporal y fuerza en press de hombros en el grupo que consumió el suplemento ( $n = 6$ ) en comparación con el grupo que consumió el placebo ( $n = 4$ ), pero no observaron diferencias en la fuerza de piernas y de pecho (18).

En resumen, los efectos de la suplementación con  $\gamma$ -orizanol y ácido ferúlico en el rendimiento deportivo no han sido bien estudiados, y no hay evidencia actual que avale su consumo en el deporte.

## **GHB y $\gamma$ -butirolactona**

### **A. D. Popple y M. J. Naylor**

GHB es un ácido graso de cadena corta compuesto por 4 carbonos que se encuentra de forma endógena dentro del cerebro, principalmente en el hipotálamo y en los ganglios basales, en forma de ácido  $\gamma$ -hidroxibutírico. El GHB tiene varios precursores, entre los que se incluye la  $\gamma$ -butirolactona que, a través de diversas vías, es metabolizada a GHB luego de ser ingerida. Al mismo tiempo, el GHB se transforma en el neurotransmisor inhibitorio GABA, con preferencia por el receptor GABA<sub>B</sub>.

El mecanismo de acción preciso de GHB sigue sin estar claro. Sus propiedades indican que cumple un papel en el cerebro como neurotransmisor o neuromodulador (19). Otras investigaciones han demostrado que podría influenciar la actividad serotoninérgica y dopaminérgica, tanto directa como indirectamente a través de la interacción con otros sistemas (por ejemplo, receptores GABA<sub>B</sub>) (20). Los efectos principales incluyen una menor inhibición, inducción de sentimientos de euforia y aumento de la libido. GHB fue identificado y sintetizado hace más de 40 años como depresor del sistema nervioso central: ha sido utilizado como adyuvante anestésico y para mejorar los patrones de sueño.

Su relación con el rendimiento deportivo provino de un estudio que propuso que la administración de GHB aumentó la liberación de GH (21). Posteriormente este fármaco se comercializó como un suplemento nutricional que favorecía el crecimiento muscular, una mejor calidad del sueño y una mejora en el rendimiento sexual.

Al mismo tiempo, el GHB se hizo popular durante la década de 1980 entre los fisiculturistas debido a sus posibles propiedades anabólicas y de mejora del rendimiento. Estos beneficios nunca fueron demostrados en poblaciones de deportistas, pero curiosamente, un reciente estudio que examinó los efectos del GHB sobre el sueño y la liberación de GH relacionada con el sueño reveló que los suplementos en dosis baja (2,5-3,5 g/día) provocaban un aumento del doble en la secreción de GH durante el sueño (22). No se identificó el mecanismo exacto, pero se sugirió que el GHB aumenta la liberación de GH mediante la inducción de las fases más profundas del sueño.

El GHB y sus precursores no están típicamente presentes en la dieta, pero se pueden encontrar en los agentes saborizantes. Por lo general se consume en forma líquida o en polvo, y las dosis varían enormemente entre 12,5-100 mg/kg/día. Se absorbe y se metaboliza rápidamente, y los efectos se producen de forma casi instantánea. Después de una sola dosis (12,5 a 50 mg/kg), las concentraciones plasmáticas máximas se alcanzan aproximadamente a los 30 a 40 min, y su vida media de eliminación varía de 30 a 50 min (23, 24).

Los efectos secundarios incluyen somnolencia, embriaguez similar a la producida por el alcohol, aletargamiento e

inducción al sueño. Una sobredosis puede causar coma, depresión respiratoria y muerte. El uso frecuente y prolongado se ha traducido en una mayor tolerancia y dependencia (25). En la actualidad, no hay pruebas disponibles que avalen el uso GHB en la población de deportistas.

## CONCLUSIONES FINALES

---

Las atletas mujeres generalmente tienen niveles más bajos de folato que las recomendadas. Sin embargo, no se han observado efectos sobre el rendimiento en aquellas mujeres cuyos niveles han aumentado luego de la suplementación. Las sucintas mini-revisiones demuestran la escasez de investigaciones sobre la suplementación con GABA,  $\gamma$ -orizanol y ácido ferúlico y GHB en los atletas, y la ausencia de efectos creíbles sobre el rendimiento en los atletas a pesar de su popularidad entre los fisiculturistas. Para los cuatro suplementos, el mensaje general nuevamente es que, hasta el momento, no hay pruebas suficientes que garanticen el consumo de cualquiera de estos suplementos para el rendimiento, salvo en aquellos casos en que se requiera ácido fólico para corregir una deficiencia. Por otra parte, advertimos a los atletas contra el alto riesgo de contaminación inadvertida y la presencia de resultados de dopaje positivo por el uso de suplementos de GABA, GHB, gamma-orizanol y ácido ferúlico.

**Intereses de competencia:** Ninguno.

**Procedencia y revisión por pares:** Sin revisión externa por pares

## REFERENCIAS

---

1. M. Manore, R. Meeusen, B. Roelands, S. Moran, A. D. Popple, M. J. Naylor, L. M. Burke, S. J. Stear, L. M. Castell. (2011). A- Z of nutritional supplements: dietary supplements, sports nutrition foods and ergogenic aids for health and performance—Part 16. *Br. J. Sports Med.*45:73-74. doi:10.1136/bjism.2010.081505

### Cita Original

M. Manore, R. Meeusen, B. Roelands, S. Moran, A. D. Popple, M. J. Naylor, L. M. Burke, S. J. Stear, L. M. Castell. (2011). A- Z of nutritional supplements: dietary supplements, sports nutrition foods and ergogenic aids for health and performance—Part 16. *Br. J. Sports Med.*45:73-74. doi:10.1136/bjism.2010.081505