

AYUDAS ERGOGÉNICAS QUE FUNCIONAN



**GATORADE
SPORTS
SCIENCE
INSTITUTE**

El contenido de esta presentación es proporcionado por GSSI, una división de PepsiCo, Inc. Cualquier opinión o interpretación científica expresada en esta presentación son del autor y no necesariamente representan la posición o política de PepsiCo, Inc.

Ergogenic, adjetivo, ər-gə-'je-nik

“mejoría del rendimiento físico”

Merriam-Webster

Para el propósito de esta presentación, solo se incluirán los suplementos nutricionales reconocidos por el Comité Olímpico Internacional (COI). El COI, al ser un organismo regulador, es un recurso confiable en la evaluación de suplementos nutricionales para individuos y atletas.



En la revisión de la bibliografía, un equipo de científicos que trabajan con el Comité Olímpico Internacional (COI) ha identificado una breve lista de suplementos que muestran beneficios en el rendimiento deportivo:

Cafeína
Creatina
Beta-Alanina
Nitrato
Bicarbonato de sodio

El COI es un organismo regulador y un recurso confiable en la evaluación de suplementos nutricionales para individuos y atletas.



Temas

Ayuda ergogénica

Mecanismo de acción

Beneficio ergogénico

Uso recomendado y efectos secundarios potenciales

Cafeína
Creatina
Beta-Alanina
Nitrato
Bicarbonato de sodio

CAFEÍNA



Cafeína

- La cafeína (1,3,7 – trimetilxantina) es un alcaloide natural
- Presente en las hojas, frutas y semillas de una variedad de plantas tales como el café y té
- El suplemento “mejor estudiado”
- El más ampliamente utilizado



Mecanismo(s) de acción

- Metabolizado por el hígado (acción enzimática) lo que resulta en paraxantina, teofilina y teobromina.
- Después de su consumo, aparece en el torrente sanguíneo dentro de **15 a 45 minutos**, apareciendo los niveles pico alrededor de **1 hora**
- Múltiples mecanismos propuestos debido a su habilidad de cruzar la barrera hematoencefálica así como las membranas de todos los tejidos del cuerpo
- Más probable (significativo), aun a dosis bajas, es el efecto sobre el sistema nervioso central o periférico compitiendo con los sitios de receptores de adenosina

Beneficio ergogénico

- Aumento en el rendimiento de resistencia (tiempo hasta el agotamiento)
- Mejoría en la velocidad de reacción, concentración y auto percepción de niveles de energía (aun con falta de sueño)
- Incremento de la resíntesis de glucógeno
- Mejoría del rendimiento en sesiones de ejercicio repetido de alta intensidad (es decir, deportes de conjunto), pero solo en aquellos ya acondicionados
- Muy poco o no efecto en eventos basados en fuerza (es decir, prueba de una repetición máxima), aumento de velocidad y atenuación de la pérdida de velocidad durante repeticiones consecutivas



Uso recomendado y efectos secundarios potenciales

Uso recomendado

Dosis bajas de ~200 mg o ~1.5 to 3 mg/kg de masa corporal son efectivas y deben ser usadas al inicio

Dosis de ~3 a 6 mg/kg de masa corporal son seguras y efectivas

Dosis mayores (≥ 9 mg/kg de masa corporal) no proporciona beneficios adicionales y se acompaña de efectos secundarios significativos

El consumo debe ocurrir aproximadamente 1 hora antes del evento para su efecto

Consideración: El Comité Olímpico Internacional y la asociación que rige las competencias universitarias en EUA (NCAA) tienen límites de la excreción de cafeína en la orina

Efectos secundarios potenciales

Insomnio

Dolor de cabeza

Nerviosismo/ansiedad

Problemas gastrointestinales

Estos no son comunes con las dosis recomendadas, a menos de que sean sensibles a la cafeína.

Genética y cafeína

Los que responden vs. los que no responden

Algunos individuos no experimentan beneficios sobre el rendimiento asociados con el consumo de cafeína

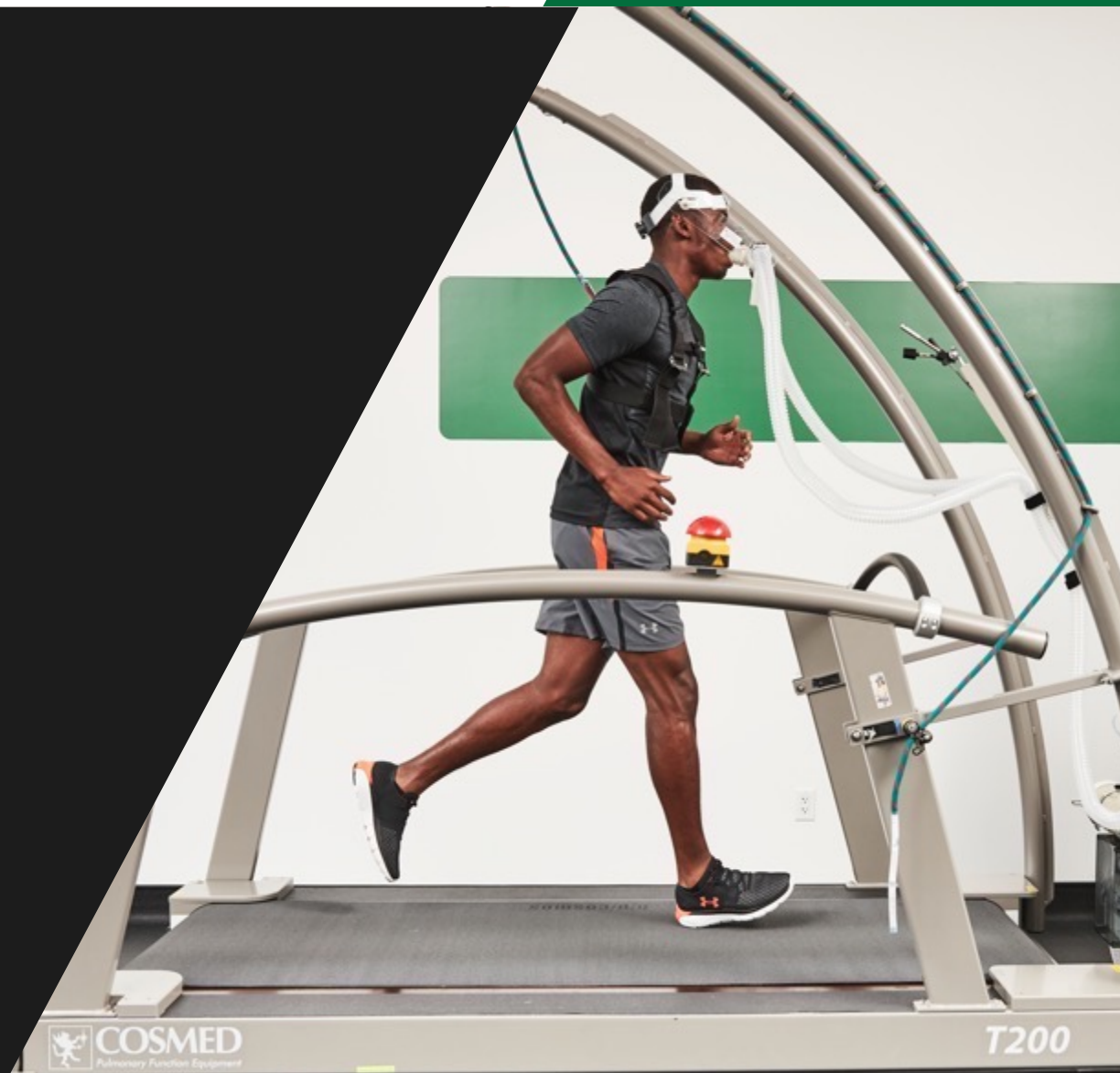
Ha surgido investigación reciente que examina los polimorfismos de ciertos genes

- CYP1A2
- ADORA2A

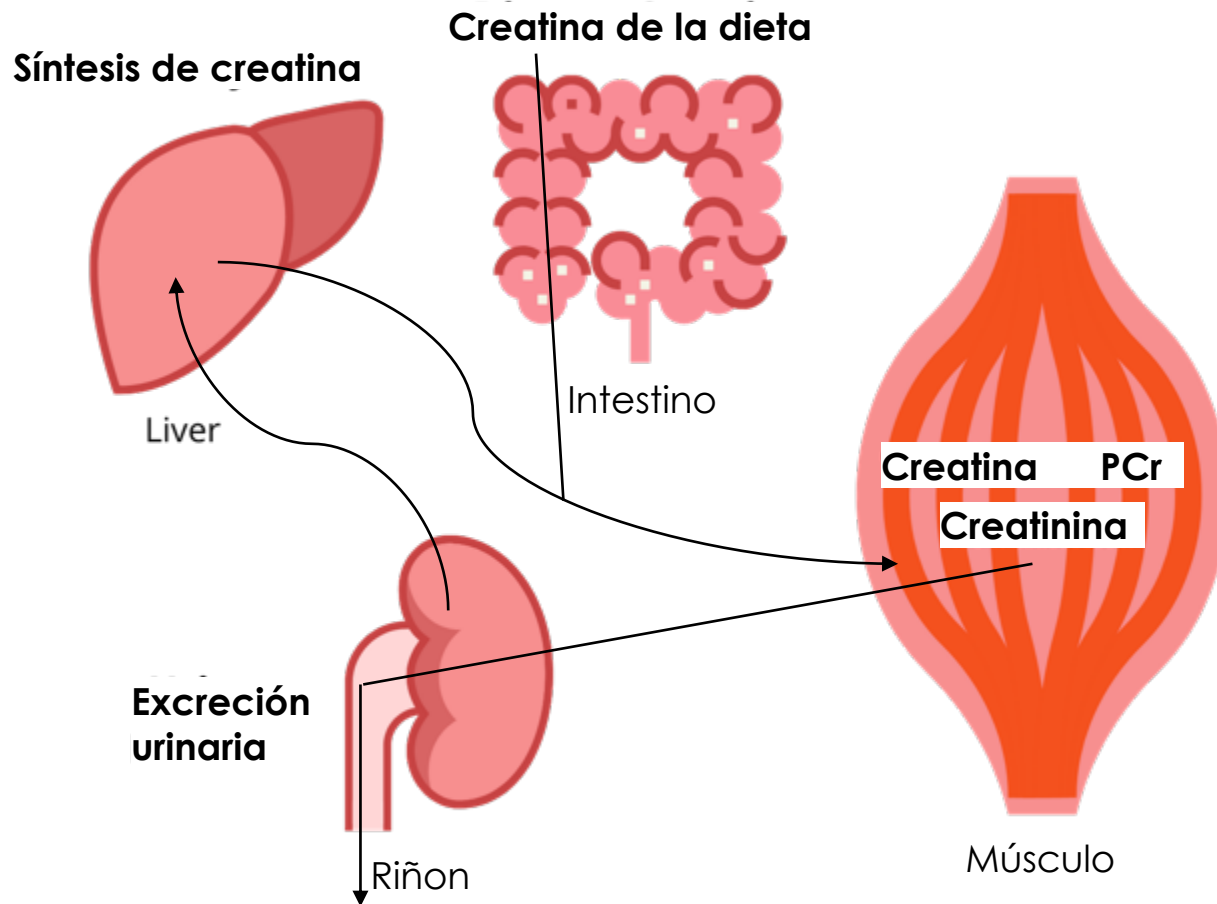
Se necesita más investigación, pero algunos individuos no responden al consumo de cafeína



CREATINA



Creatina



- La creatina se sintetiza en el riñón, hígado, páncreas y, en menor cantidad, en el cerebro
- Se sintetiza a partir de los aminoácidos glicina, arginina y metionina
- El contenido total de creatina del cuerpo incluye creatina y fosfocreatina (PCr)
- El músculo esquelético es el principal sitio de almacenamiento que constituye hasta el 90% del contenido total del cuerpo
- El contenido total de creatina del cuerpo puede aumentarse por el consumo de alimentos altos en creatina (es decir, carne y pescado) o suplementación nutricional

Mecanismo de acción en el músculo



La fosfocreatina (PCr) es una fuente de energía importante para la contracción muscular de alta intensidad y corta duración

La creatina es esencial para la regeneración de la PCr

El sistema de creatina kinasa (CK) fosfocreatina (PCr) sirve como un amortiguador de energía en las células con requerimientos de energía altos y fluctuantes

Rendimiento	Tiempo/ Naturaleza de la Actividad	Beneficio potencial	Comentarios	Investigaciones Relevantes
Ejercicios de alta intensidad- Pruebas de laboratorio	< 30 s	Incremento de potencia pico/ media, reducción de la fatiga	Muchos estudios apoyan, más efectivo en series repetidas de ejercicio	(Revisado en Branch, 2003; Gualano et al., 2012)
Ejercicios de alta intensidad- Pruebas de campo	< 30 s	Aumento de la velocidad/ reducción del tiempo para completar una distancia determinada	Pocos estudios de apoyo en general, teóricamente el incremento en la masa corporal puede reducir el efecto ergogénico en deportes donde debe trasladarse el peso (ej. carrera), pero se desconoce	
Natación		Aumento de la potencia/ disminución del tiempo para completar una distancia determinada	Los estudios respaldan el aumento del rendimiento en intervalos repetidos de sprints, probablemente no efectiva en sprints únicos	(Revisado en Hopwood et al., 2006)
Habilidades de duración media	30 s a 5 min	Aumento de la potencia, velocidad/ disminución del tiempo para completar una distancia determinada	Algunos estudios muestran un aumento del rendimiento, posiblemente debido al incremento en el glucógeno muscular posterior a la suplementación con creatina	(Revisado en Branch et al., 2003; Gualano et al., 2012)
Sprints durante o después del ejercicio de resistencia		Aumento de la potencia, velocidad; reducción de la fatiga, disminución del tiempo para completar una distancia determinada	Estudios de apoyo, pero pocos estudios en general	(Engelhardt et al., 1998; Vandebuerie et al., 1998; Tomcik et al., 2018)
Ejercicio de resistencia	> 5 min	Disminución del costo de oxígeno del ejercicio	La mayoría de los estudios no muestran mejoras en el ejercicio de resistencia	(Nelson et al., 2001; van Loon et al., 2003)
Entrenamientos de fuerza y acondicionamiento físico	Intermitente	Incremento espontáneo en el volumen total levantado, el número de repeticiones a un peso determinado, aumento de la fuerza y la masa corporal magra	Muchos estudios de apoyo	(Revisado en Rawson y Volek 2003; Lanhera et al., 2017)

Tabla 1. Efecto de la suplementación con Monohidrato de Creatina sobre el rendimiento físico

Efectos ergogénicos

Los beneficios a corto plazo después de 5-7 días de carga incluyen el aumento de

- Producción de potencia
- Rendimiento en sprint
- Trabajo realizado (es decir, múltiples series de esfuerzo máximo)

Entrenamiento crónico con niveles elevados de creatina

- Aumenta la ganancia de masa magra
- Mejoría de la fuerza
- Mejoría de la potencia

Mejorías menos frecuentes que se han notado en rendimiento de resistencia, aunque los estudios son limitados, especialmente con el entrenamiento crónico

- Disminución del lactato a la misma carga relativa de trabajo
- Disminución del costo de oxígeno

¿Es necesaria la suplementación?

- A diferencia de los otros ergogénicos discutidos, la creatina se produce en el cuerpo. ¿Es realmente necesaria la suplementación?
- Es crítico considerar la concentración de creatina en el músculo antes de su suplementación
- Sin embargo, pocos individuos conocen sus concentraciones basales de creatina (puede determinarse con una biopsia muscular)
- La genética determina la concentración basal
- La mayoría de los individuos están por debajo de los niveles de saturación y pueden beneficiarse de la suplementación



¿Cómo te gusta tu carne?

- 3 onzas de carne de res cruda equivalen aproximadamente a 0.4 g de creatina
- 3 a 6 g por 1.2 kg (2.5 lb) de carne cruda (estimado)
- La cocción afecta la creatina en la carne reduciendo su contenido total
- Consideración: Los atletas o individuos que intentan perder o mantener el peso deben considerar las calorías adicionales asociadas con el consumo de grandes cantidades de carne o pescado para obtener creatina



Suplementos de creatina

- El monohidrato de creatina, la forma más común en el mercado, en solución puede aumentar la creatina total del cuerpo en mayor proporción que la carne
- No se ha encontrado que otras formas (creatina etil ester, etc.) aumenten la creatina muscular en mayor proporción y en algunos casos se ha reportado que resultan en menor creatina muscular

Uso recomendado

Fase de carga:

~20 g/día por 5 días O 5 g/día por 4 semanas cargará de manera similar (pero en consecuencia los beneficios se retrasarán)

Mantenimiento:

5 g/día

¿Seguir ciclos o no?

No se recomienda seguir ciclos

La suplementación con creatina atenúa la producción endógena

Consideración: El consumo de carbohidratos con creatina mejora su absorción

Preocupación Potencial	Evidencia de función reducida	Evidencia de función mejorada	Evidencia de no efecto adverso	Revisiones relevantes
Estrés renal	Estudios de caso, confundidos por drogas, medicamentos, enfermedades previas, otros suplementos	Ningún ensayo muestra mejoría de la función renal	Múltiples estudios (> 20) usando varios métodos, no han mostrado efecto en la función renal	(Gualano et al., 2012)
Alteración muscular	Estudios de caso de rabdomiolisis por esfuerzo, confundidos con ejercicio extremo e inusual de alta intensidad, drogas, medicamentos, deshidratación, lesiones traumáticas u otros suplementos	Varios estudios muestran reducción de los calambres musculares, rigidez, esguínces y lesiones totales en los usuarios habituales de creatina. Varios estudios muestran reducción de la inflamación post- ejercicio, aumento de la recuperación de la fuerza y disminución de la aparición de dolores musculares de aparición tardía (DOMS, por sus siglas en inglés).	Varios estudios no evidencian aumento o reducción de la función muscular	(Rawson et al., 2017)
Estrés termorregulatorio	Ninguno	Algunos ensayos muestran una reducción en la temperatura corporal	Varias pruebas no evidencian mejoría o limitación de la función termorreguladora	(Lopez et al., 2009)
Estrés en otros órganos	Ninguno	Ninguno	Varias pruebas no muestran cambios en los marcadores de función cardíaca o hepática	

Tabla 3. Preocupaciones potenciales de seguridad con la suplementación de Monohidrato de Creatina

Efectos secundarios potenciales

Después de varias décadas de investigación, no hay evidencia persuasiva que sugiera que la suplementación oral con creatina ocasione calambres musculares o afecte adversamente la función renal o la termorregulación

El único efecto secundario potencial es la ganancia de peso



Genética y creatina

- Individuos que responden vs. los que no responden
- Como la cafeína, algunos individuos no responderán al consumo de suplemento de creatina

Por qué?

- Como se ha notado previamente, los individuos con una mayor proporción de fibras musculares tipo II es más probable que tengan altas concentraciones de creatina en músculo
- Desafortunadamente, todas las pruebas para determinar el contenido de creatina muscular son invasivas y muy costosas
- Es probable que la mayoría de los individuos se beneficien de su suplementación

BETA-ALANINA



Beta-alanina

- Aminoácido no proteogénico (no codificado naturalmente)
- Precursor que limita la tasa de producción de carnosina (la beta-alanina por sí sola tiene poco o ningún beneficio ergogénico)
- Producida endógenamente en el hígado
- La beta-alanina total del cuerpo puede aumentarse al consumir carne, incluyendo aves, o a través de la suplementación

Mecanismo de acción

- La beta-alanina es un precursor de la carnosina
- La carnosina tiene numerosas funciones fisiológicas y está formada por los aminoácidos L-histidina y beta-alanina
- Los beneficios ergogénicos se deben a la capacidad amortiguadora (buffer) del protón intracelular de la carnosina
- El consumo de carnosina no resulta en un aumento de la concentración muscular debido a la falta de una enzima específica en el músculo, lo que ocasiona que la carnosina se metabolice antes de alcanzar al músculo
- Sin embargo, siendo la beta-alanina la que limita su producción, permite que se aumente la carnosina en el músculo

SSE #124



Beneficios ergogénicos

- Mejoría de la capacidad de ejercicio en eventos de alta intensidad con duración de 60 a 240 segundos
- Permite un mayor volumen de entrenamiento en eventos cortos (es decir, levantamiento de pesas, sprints)
- Puede beneficiar, aunque modestamente, en eventos más largos (>4 min) hasta de 10 minutos
- Atenúa la fatiga neuromuscular

SSE #124



Uso recomendado y efectos secundarios

Uso recomendado

- No se producen efectos agudos
- Carga crónica de 4 a 6 g/día (~65 mg/kg masa corporal) divididas en 2 dosis o más, por un mínimo de 2 semanas produce beneficios
- Mayor beneficio después de 4 semanas
- No se recomiendan en una sola toma debido a la parestesia aguda (es decir, adormecimiento de la piel) y no hay beneficio en el rendimiento

Efectos secundarios potenciales

- Parestesia (es decir, adormecimiento) típicamente experimentado en la cara, cuello y espalda y parte trasera de las manos
- Dependiente de la dosis, con grandes dosis resultando en un mayor efecto
- Las formulaciones de liberación progresiva reducen la parestesia
- No existen datos de su seguridad a largo plazo (> 1 año)

NITRATO



Nitrato

- El nitrato (NO_3^-) es un anión que ocurre naturalmente en el cuerpo y está involucrado en la biosíntesis de óxido nítrico (NO), el cual tiene muchas funciones fisiológicas en el cuerpo
- Los vegetales de hoja verde y de raíces son ricos en nitrato
- El consumo de alimentos ricos en nitrato contribuye a la formación de óxido nítrico

SSE #110



SSE #156



Mecanismo de acción

El efecto ergogénico del nitrato no está relacionado directamente con el nitrato, sino con el **óxido nítrico**

Mejora el acoplamiento entre la hidrólisis de ATP y la producción de fuerza, resultando en una disminución del costo de energía

Los cambios en el estado redox también puede ser un mecanismo potencial por el cual se realizan los beneficios ergogénicos

Beneficios ergogénicos

Mejoría en la eficiencia del ejercicio
(consumo de oxígeno más bajo a la misma
carga de trabajo), pero depende de...

Nivel de entrenamiento

Dosis

Duración

Intensidad

Aunque aumenta la capacidad, los
resultados en pruebas contrarreloj son
menos probables (otros factores
contribuyen)

Desarrollo más rápido de la fuerza muscular

Carrera intermitente de mayor intensidad y
distancia de sprint más corta

SSE #156

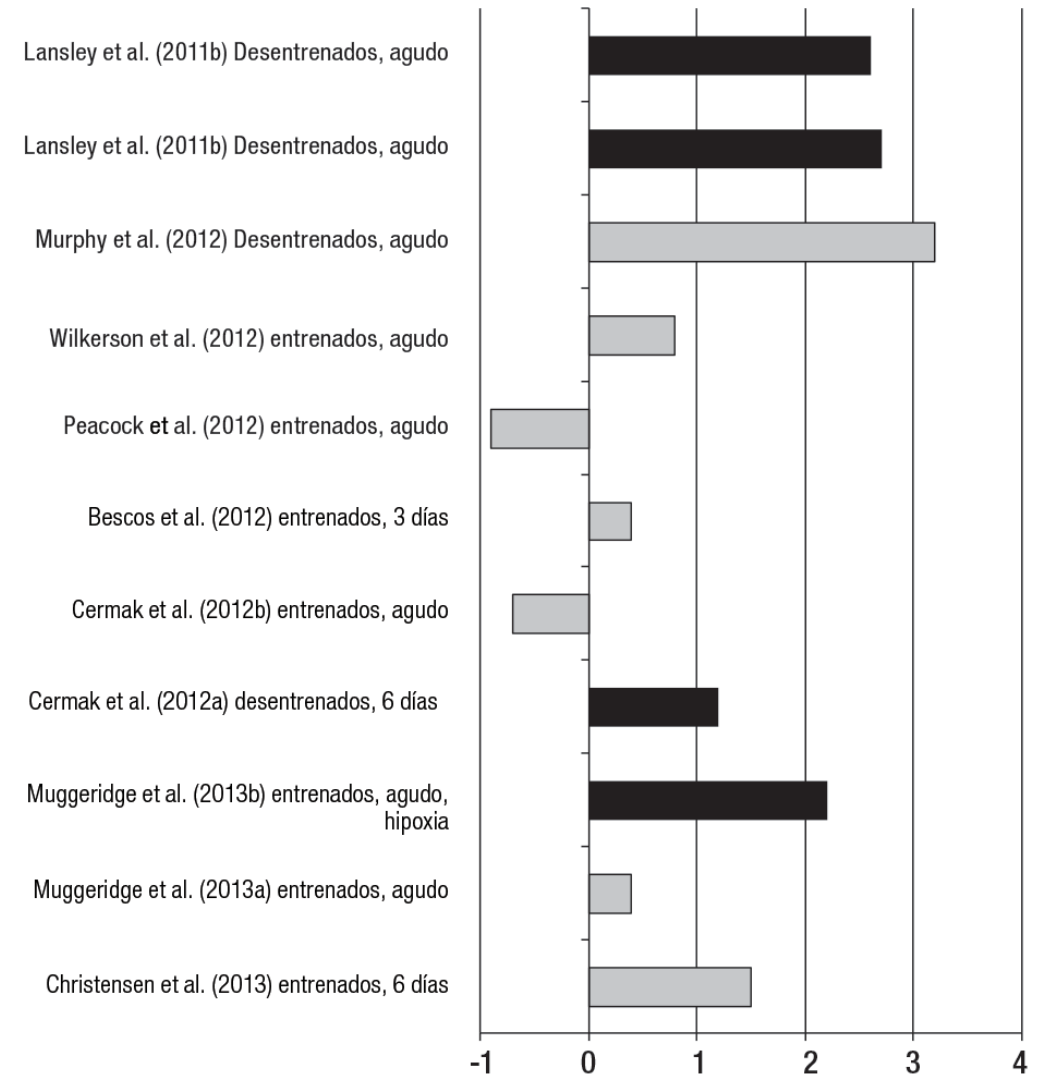


Figura 2: Efectos de la suplementación con nitrato de la dieta vs. placebo en rendimiento contrarreloj. Las barras negras representan una mejoría significativa en el rendimiento y las barras grises representan cambios no significativos en el rendimiento.

Uso recomendado & efectos secundarios potenciales

Uso recomendado

5-7 mmol nitrato (~0.1 mmol/kg masa corporal)

Generalmente alcanza su pico dentro de las 2-3 horas y permanece elevado por 6-8 horas

Se requiere una dosis diaria para mantener elevado el NO

Efectos secundarios potenciales

No se conocen efectos secundarios a dosis recomendadas

BICARBONATO DE SODIO



Bicarbonato de sodio

- El estudio de que la alcalosis aumenta el rendimiento se remonta a 1930
- Se ha pretendido que el bicarbonato de sodio (NaHCO_3) es la ayuda ergogénica más eficaz
- El consumo de bicarbonato de sodio aumenta el nivel de bicarbonato en la sangre, el cual es un buffer natural que acepta un proton del ácido carbónico



Mecanismo de acción

- El bicarbonato solo es un amortiguador y juega un papel en el mantenimiento del pH y el gradiente electrolítico entre el espacio intracelular y extracelular
- En ese rol, induciendo alcalosis e impactando el papel del balance intra y extra celular, contribuye al mantenimiento de la función muscular
- Aunque se reconoce como el mecanismo principal, evidencia reciente sugiere que se necesita una visión más integral, ya que el bicarbonato no solo afecta el metabolismo, sino también la fisiología muscular y las vías motoras

Beneficio ergogénico

- Mejoría en el rendimiento en el ejercicio o evento en el que haya una dependencia de la glucólisis anaeróbica
- Más común en eventos > 30 segundos pero menores que 120 segundos
- Sin embargo, evidencia reciente resalta que no hay diferencias en el tamaño del efecto en ejercicio medio (2 a 10 minutos) y largo (>10 minutos)
- Esto último puede deberse a un menor costo de oxígeno
- Beneficios realizados en ejercicio intermitente de alta intensidad (deportes de conjunto)
- Evidencia sugiere más beneficio para las personas desentrenadas

Uso recomendado y efectos secundarios potenciales

Uso recomendado

0.2 a 0.4 g/kg de masa corporal consumidos 60-120 minutos antes del ejercicio o competencia

Efectos secundarios potenciales

Estrés gastrointestinal que incluye....

- Dolor
- Diarrea
- Vómito
- Gas
- Nausea

Los efectos secundarios anteriores no son raros. Los individuos deben experimentar en entrenamientos antes de su uso para la competencia.

Mejoría del rendimiento de manera indirecta (Ergogénico)

El COI caracteriza algunos suplementos como los que “mejoran el rendimiento de manera indirecta” debido a su efecto en la recuperación de lesiones, dolor o capacidad de entrenamiento.



Creatina

Además de los beneficios de mejora del rendimiento, la creatina también juega un papel vital en la recuperación

- Mejoría en la respuesta adaptativa
- Disminución del dolor muscular (dolor muscular de inicio retardado)
- Mejoría del procesamiento cognitivo
- Mejoría en la recuperación de lesión cerebral traumática moderada (mTBI) (es decir, concusión)

La suplementación para la recuperación es igual que para el rendimiento



Ácidos grasos Omega-3

- Al igual que la creatina, el cuerpo puede producir los ácidos grasos Omega-3 docosahexaenoico (DHA) y ácido eicosapentahenoico (EPA); sin embargo, este proceso es limitado e ineficiente.
- Las fuentes dietéticas de DHA y EPA se limitan al pescado debido a una dieta rica en algas
- Por lo tanto, la mayoría de los individuos tienen deficiencia. De hecho, varios estudios han resaltado deficiencias en atletas universitarios



Ácidos grasos Omega-3

Los beneficios incluyen....

- Incremento de la síntesis de proteína muscular
- Mejoría en el procesamiento cognitivo
- Mejoría en la recuperación de mTBI (concusión)
- Mejoría de la recuperación del ejercicio (puede ser debido a propiedades anti-inflamatorias de EPA)
- La dosis recomendada es de 2 g/día; aunque se desconoce la relación óptima. Se recomienda 2 g/día de DHA para la mejoría en la recuperación de mTBI.



Vitamina D

- Vitamina liposoluble esencial
- Obtenida de la exposición al sol
- Es interesante que aun en muchos estados del sur, se observen niveles bajos de vitamina D
- La vitamina D está asociada con numerosas acciones biológicas importantes que son relevantes para el atleta, incluyendo la regulación de la salud ósea, función inmune, ciclo celular y homeostasis del músculo esquelético.

SSE #147





Gelatina y Vitamina C

- El colágeno es la principal proteína en el tejido conectivo (tendones y ligamentos)
- La gelatina es un alimento utilizado en jaleas y gomitas para producir la textura gelatinosa, la cual está hecha de colágeno de piel, huesos y tejidos de animales
- Se ha observado el aumento de la producción de colágeno después del consumo de gelatina + vitamina C
- Además, se ha observado disminución del dolor articular
- Dosis recomendada: 15 g de gelatina con 50 mg de vitamina C una hora antes de actividad intermitente (saltar la cuerda)

SSE #187



Anti-inflamatorios no esteroideos

- Algunos alimentos tienen propiedades anti-inflamatorias que pueden reducir los síntomas asociados con dolor muscular y aumentar la recuperación
- **Curcumina**, el ingrediente bioactivo de la especia cúrcuma, tiene propiedades anti-inflamatorias
- **Cerezas ácidas** también tienen ingredientes bioactivos que pretenden promover la recuperación
- Dosis recomendada: 250-350 mL (30 mL de concentrado) de jugo de cereza ácida dos veces al día por 4-5 días antes de un evento o 2-3 después para promover la recuperación



Resumen

Suplementos identificados por el COI que tienen un beneficio en el rendimiento:

Cafeína

Creatina

Beta-Alanina

Nitrato

Bicarbonato de sodio

Suplementos identificados por el COI que tienen un beneficio *INDIRECTO* en el rendimiento:

Ácidos grasos Omega-3

Vitamina D

Gelatina + Vitamina C

Anti-inflamatorios

(Curcumina, cereza ácida)