

DIETAS BAJAS EN CARBOHIDRATOS PARA ATLETAS



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.



Los carbohidratos son el combustible principal para el ejercicio la mayoría de las veces

Pero...



La dieta baja en carbohidratos, cetogénica y paleo, se han vuelto populares entre la población general

A menudo es confuso para los atletas entender la diferencia entre alcanzar sus demandas energéticas y la información popular/mediática

En general, **los atletas de deportes de equipo** deben consumir una dieta rica en carbohidratos durante la temporada competitiva para mantener las reservas de glucógeno y el rendimiento.

Si el atleta está interesado en un tipo de alimentación bajo en carbohidratos, el tiempo apropiado es durante la temporada baja o cuando está lastimado.

El escenario ideal es trabajar con un nutriólogo deportivo, para personalizar el consumo de carbohidratos durante el ciclo de entrenamiento con el fin de alcanzar adecuadamente las demandas y las metas.

**Si eres un atleta de resistencia
buscando mejorar tu rendimiento, ¿por
qué considerarías probar una dieta baja
en carbohidratos?**



Los atletas de resistencia se pueden beneficiar por *periodos* de bajo consumo de carbohidratos durante su entrenamiento, aún enfocándose en un alto consumo de carbohidratos para mejorar el rendimiento

A este concepto se le llama “entrenar bajo”

La alteración de las cantidades de ingesta de carbohidratos debe de ser individualizada, basándose en los ciclos de entrenamiento y metas

Enfoque tradicional: CHO & Entrenamiento de resistencia

Promover la alta disponibilidad de carbohidratos (CHO) para el rendimiento y la recuperación

- Antes, durante y después de las sesiones de entrenamiento
- Asegurar una reserva adecuada de glucógeno muscular
- Cantidad basada en actividad, intensidad y duración
- Asociado con “carga de carbohidratos”, o un periodo de mayor consumo de carbohidratos llevado a la competencia

Adaptaciones metabólicas al entrenamiento de resistencia

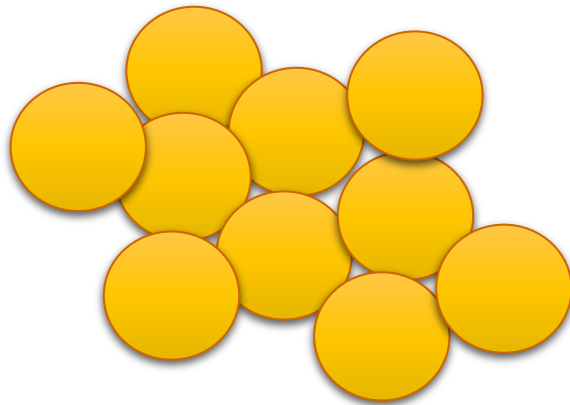
- Aumento de oxidación de grasas (menor tasa de intercambio respiratorio –RER, por sus siglas en inglés)
- Utilización más lenta de CHO como sustrato
- Menor producción de lactato
- Aumento de la reserva de glucógeno muscular
- Mayores tasas máximas de oxidación de carbohidratos

¿Cómo puedes manipular los nutrimentos para mejorar el rendimiento de resistencia?

- ‘Reponer’ los sustratos de CHO
- Mejorar las tasas de oxidación de grasas

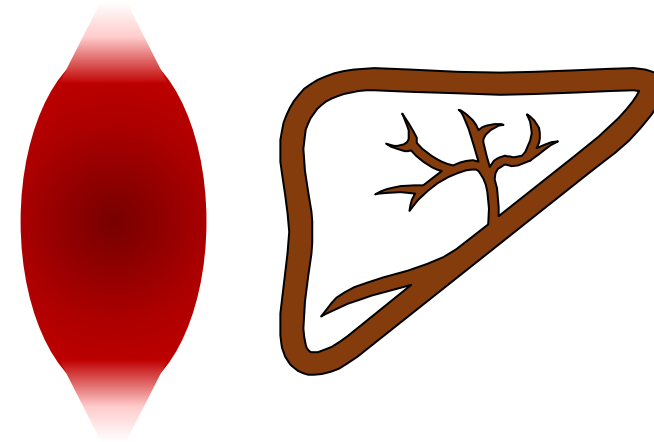
¿Hay alguna forma de alterar la disponibilidad y utilización de combustibles para mejorar el rendimiento de resistencia?

Reservas de grasa



>30,000 kcal
(Aún en un atleta muy magro)

Reservas de carbohidratos



~2 ,000 kcal

¿Qué piensas?

Entrenar con una dieta baja en carbohidratos,
¿promueve las adaptaciones para mejorar la utilización
de grasas?

“Entrenar bajo, competir alto”: Al proveer carbohidratos
para la competencia, ¿la combinación de un aumento
en la oxidación de grasas y de carbohidratos como
sustrato puede mejorar el rendimiento de resistencia?

¿Cuales serían algunos de los inconvenientes de este
enfoque?

“Entrenar bajo”

Esta área de investigación se desarrolló por la Dra. Louise Burke en el Instituto Australiano del Deporte

En colaboración con el Dr. John Hawley y muchos otros, el concepto ha sido estudiado en las últimas dos décadas

La estrategia de entrenar con baja disponibilidad de carbohidratos y proveer carbohidratos durante la competencia, no mejora el rendimiento, de hecho, en muchos casos perjudica el rendimiento

“Entrenar bajo”

Sin embargo, esta área de investigación junto con pruebas hechas por practicantes trabajando con atletas, ha evolucionado con la incorporación de **periodos de baja disponibilidad de carbohidratos durante el entrenamiento**

Las guías de nutrición deportiva no son “para todos”, ¡incluyendo el uso de las estrategias de “entrenar bajo”!

[Escucha a la Dra. Burke hablar](#)

Razonamiento

Entrenar en condiciones de baja disponibilidad de CHO promueve las adaptaciones inducidas por el ejercicio en el músculo esquelético:

- Aumento de las tasas de oxidación de grasa
- Mejora la activación de las vías de señalización celular
- Aumento de las actividades enzimáticas mitocondriales
- Aumento del contenido mitocondrial

Limitaciones

- Incapacidad de mantener la intensidad de entrenamiento deseada
- Impulso general de entrenamiento más bajo (volumen x intensidad)
- Aumento a la susceptibilidad de lesión
- Aumento a la degradación protéica
- Pérdida de la masa esquelética

Ejercitarse sin la provisión regular de CHO exógenos, perjudica la habilidad de oxidar CHO exógenos

Esto significa que los carbohidratos consumidos durante la competencia, no serán utilizados de manera efectiva y se perjudicará el rendimiento

Toward a Common Understanding of Diet–Exercise Strategies to Manipulate Fuel Availability for Training and Competition Preparation in Endurance Sport

Louise M. Burke

Australian Institute of Sport and Australian Catholic University

John A. Hawley

Australian Catholic University

Asker Jeukendrup

Loughborough University

James P. Morton

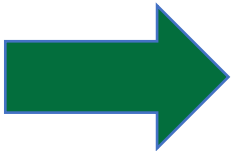
Liverpool John Moores University

Trent Stellingwerff

Canadian Sport Institute Pacific and University of Victoria British Columbia

Ronald J. Maughan

University of St Andrews



"Desde los estudios innovadores de carbohidratos de la dieta y capacidad de ejercicio en la década de 1960 hasta los estudios más recientes de señalización celular y la respuesta adaptativa al ejercicio en el músculo, se ha hecho evidente que las manipulaciones de grasas y carbohidratos de la dieta dentro de las **fases de entrenamiento**, o en la preparación inmediata para la competencia, pueden alterar significativamente la disponibilidad y utilización de estos principales combustibles y, posteriormente, el rendimiento del deporte de resistencia (eventos >30 min hasta ~24 h)."

¿Qué quiere decir alterar la disponibilidad de carbohidratos?



Tabla 1: Estrategias dietéticas relacionadas al ejercicio para modificar la disponibilidad de carbohidratos (CHO).

Estrategia dieta - ejercicio	Principales efectos
<i>Atletas que consumen crónicamente una dieta baja en CHO</i> Ingesta de CHO menor que los requerimientos energéticos para las sesiones diarias de entrenamiento.	Baja disponibilidad de CHO (fuentes endógenas y potencialmente exógenas) para todas las sesiones de entrenamiento, dependiendo del grado de desajuste de combustible. Posibles efectos negativos en el sistema inmune y en el sistema nervioso central (SNC).
<i>Sesiones múltiples de entrenamiento diariamente</i> Disponibilidad baja de glucógeno inducida por el ejercicio para la segunda/tercera sesión mediante la limitación de la ingesta de CHO durante la recuperación de la primera sesión.	Reducción de la disponibilidad de CHO endógenos y exógenos por los músculos que se contraen durante la segunda sesión de entrenamiento. Reducción aguda en la disponibilidad de CHO para el sistema inmune y para el SNC dependiendo de la duración de la restricción de CHO y de los requerimientos energéticos del músculo en la segunda sesión.
<i>Iniciar el entrenamiento después de una noche de ayuno</i>	Reducción de la disponibilidad de CHO exógeno para el músculo para la sesión específica. Reducción potencial de la disponibilidad endógena de CHO si hay una restauración inadecuada de glucógeno del entrenamiento del día anterior. Reducción aguda en la disponibilidad de CHO para el sistema inmune y el SNC dependiendo de la duración de la restricción de CHO y de los requerimientos energéticos de la sesión

SSE #134



<i>Entrenamiento prolongado con o sin una noche de ayuno y/o restringiendo/retrasando la ingesta de CHO durante la sesión</i>	Reducción en las fuentes de CHO exógenas para los músculos que se contraen para la sesión específica. Reducción aguda en la disponibilidad de CHO para el sistema inmune y para el SNC dependiendo de la duración de la restricción de CHO y de los requerimientos energéticos de la sesión
<i>Retraso de los carbohidratos durante las primeras horas de recuperación</i>	Podría proporcionar una disponibilidad adecuada de combustible para la sesión, pero restringe la disponibilidad para las actividades de señalización después del ejercicio.
<i>"Entrena fuerte" – "Duerme bajo"</i> Llevando a cabo una sesión intensa de entrenamiento para reducir el glucógeno en la noche, ir a dormir en ayuno (es decir, con baja disponibilidad de CHO exógenos).	Reducción en la disponibilidad de CHO exógenos para los músculos para la sesión de entrenamiento del siguiente día, resultando en un entrenamiento de baja intensidad. Efectos en el SNC (es decir, hipoglicemia).

Adaptado de Hawley y Burke (2010).

Aplicaciones prácticas

- 1) Entrenar en estado de ayuno o dos veces al día
 - Ayuno = 6-10 h después de la comida
 - 2^{da} sesión realizada con
 - Reducción de las reservas de glucógeno y/o
 - Restricción de la ingesta de CHO en el periodo de recuperación después del ejercicio
 - Incorporar cuando la duración e intensidad del entrenamiento no se vean excesivamente comprometidas
- 2) No llevar a cabo durante cargas de entrenamiento inusuales
 - Ejercicio supramáximo, sesiones prolongadas, o sesiones intensas
- 3) Para compensar la reducción de la intensidad de entrenamiento, los atletas pueden:
 - Ingerir cafeína
 - Enjuague de CHO

Aplicaciones prácticas

- 4) Ingerir proteína (20-25 g) antes, durante o inmediatamente después del ejercicio
 - Atenuar la descomposición de proteínas musculares y promover la síntesis
 - AAs no regulan las adaptaciones beneficiosas
- 5) Llevar a cabo junto con sesiones de entrenamiento altas en CHO
 - Calendario de competencias
 - Estimular las demandas de competencia

Preguntas pendientes

- ¿Cómo puedes mantener la intensidad del ejercicio?
- ¿Las sesiones deberían enfocarse en lograr establecer una carga de entrenamiento o completar tanta carga como sea posible?
- ¿Quién es el que más se beneficia? ¿Elite? ¿Sub-elite? ¿Recreativamente activo?
- ¿Hay un umbral de glucógeno que se debe lograr para activarse?
- ¿Esta estrategia resulta en un mejor rendimiento del ejercicio?

Un método de baja disponibilidad de carbohidratos: Dietas ricas en grasas



Recuerda

Ejercicio de resistencia prolongado (> 90 min) se basa en el metabolismo oxidativo de grasas y carbohidratos, que requieren altas tasas de oxidación de carbohidratos.

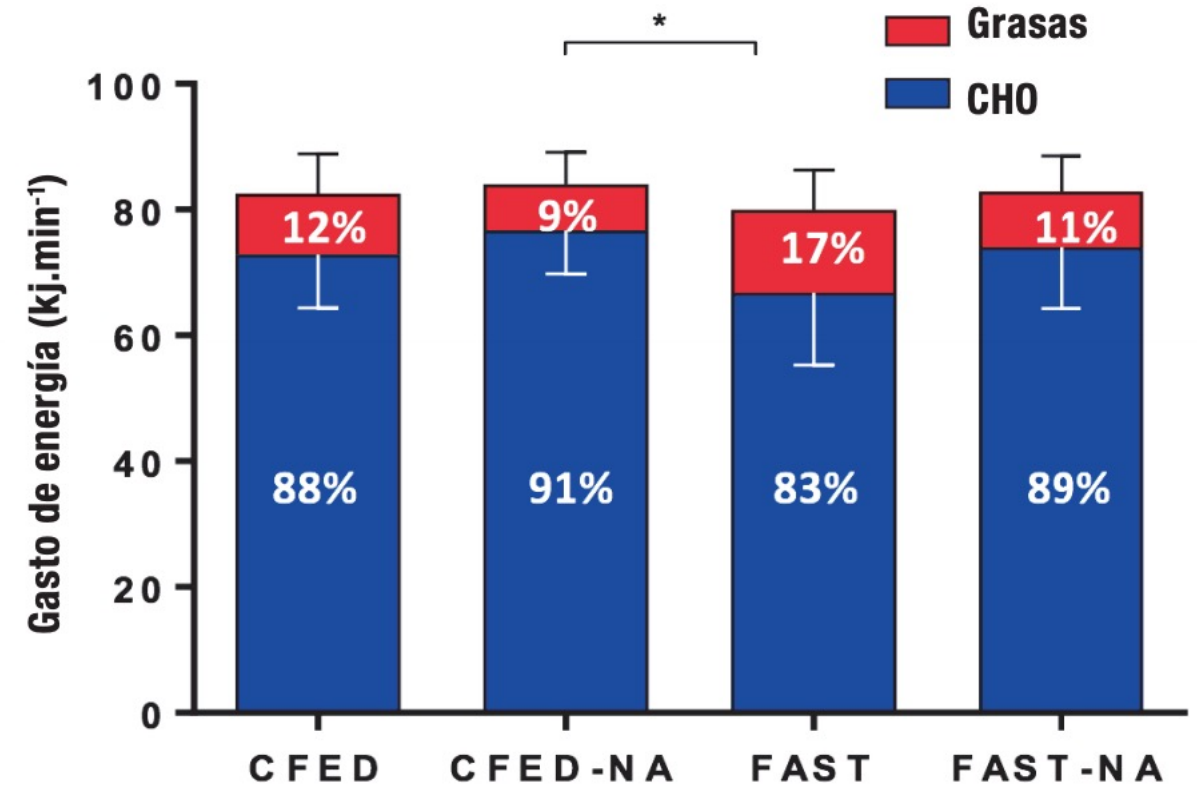


Figura 1. Gasto de energía estimado durante una carrera de medio maratón para todos los grupos de experimentación. CFED: prueba con carbohidratos, CFED-NA: prueba con carbohidratos y ácido nicotínico, FAST: prueba en ayunas, FAST-NA: prueba en ayunas con ácido nicotínico. Los valores son promedios $\pm$ DS. *CFED-NA significativamente diferente a FAST, $P < 0.05$. Adaptado de Leckey et al. (2016).

¿Podemos maximizar la contribución de la grasa como combustible para el trabajo muscular a través de la ingesta de una dieta alta en grasas?

Aumentar la utilización de reservas de grasa

“Reponer” CHO limitados

Dieta alta en grasas (HFD, por sus siglas en inglés) Ejemplos

Ejemplo 1:

65% de la ingesta de energía a partir de grasa (~4 g/kg)

<20% energía de CHO (~2.5 g/kg)

Ejemplo 2:

La dieta cetogénica crónica consiste en

<20 g CHO/d

80% ingesta de energía a partir de grasa

≈4.5-5 g/kg

SSE #184



Los estudios de HFD han demostrado que el transporte, la absorción y la oxidación de combustibles a base de grasa pueden aumentar más allá que las adaptaciones de entrenamiento por sí solas.

Dietas cetogénicas y rendimiento en el ejercicio

29

A marchistas de clase mundial, se les dio una de las siguientes dietas durante 3 semanas de entrenamiento intenso:

HCHO (alta en carbohidratos, por sus siglas en inglés)

Alta en CHO
8.6 g/d CHO
2.1 g/d PRO
1.2 g/d Grasa

Dieta periodizada

Se alteró el momento de consumo de macronutrientes alrededor de sus entrenamientos para asegurar que sesiones específicas se realizaran en un estado bajo en carbohidratos

LCHF (baja en carbohidratos y alta en grasas, por sus siglas en inglés)

Baja en CHO/alta en grasa
< 5.0 g/d CHO
2.2 g/d PRO
4.7 g/d Grasa

Medido antes y después de la intervención:

- 1) Prueba de ejercicio graduada para medir la economía al caminar
- 2) 25 km caminata estandarizada (por ej. 20 km a ritmo de carrera) para incorporar pruebas de laboratorio y campo para evaluar los cambios de utilización de sustrato
- 3) 10 km Asociación Internacional de la Federación de Atletismo sancionó la carrera para medir el rendimiento

Dietas cetogénicas y rendimiento en el ejercicio

RESULTADOS

Prueba de ejercicio calificada

LCHF: RER reducido, mayor consumo de O_2 durante las 4 etapas

Caminata estandarizada de 25 km

LCHF: Aumentaron las tasas de oxidación de grasa de todo el cuerpo de ~0.6 g/min a ~1.6 g/min al caminar al 80% $\dot{V}O_{2\text{pico}}$ ¡siendo las tasas más altas de oxidación de grasa jamás reportado en la literatura!

Tiempo de carrera de 10 km de caminata

Solo las condiciones de HCHO y PCHO mejoraron su tiempo de caminata en 10 km, sin mejora en condición de dieta LCHF.

Esta falta de mejora del rendimiento medida en la condición de LCHF se asoció en parte con el mayor consumo de O_2 requerido para mantener la misma velocidad que antes de la intervención

Restauración de carbohidratos

Meta: maximizar la capacidad de utilización de grasas mientras se optimizan las reservas de glucógeno

HFD 5-6 días c/ entrenamiento (60-70% de la ingesta energética a partir de las grasas)

Seguido por:

24-36 h de alta ingesta de CHO (70-80% energía ingerida de CHO)

Diferentes estudios han demostrado que esta estrategia:

✓ Aumenta la oxidación de grasas

✗ Deteriora el metabolismo de los carbohidratos

✗ Perjudica economía de ejercicio

✗ No mejora el rendimiento

HFD Resumen

Periodos largos de consumo de HFD seguido de una restauración rápida de carbohidratos no mejora el rendimiento

PERO, periodos cortos de consumo de HFD promueve adaptaciones metabólicas para el metabolismo de las grasas

Dada la actual investigación, los atletas deben periodizar su consumo de CHO basado en su meta, intensidad y duración de un entrenamiento en particular con el fin de maximizar las adaptaciones músculo esqueléticas

Guías

- No se recomiendan dietas altas en CHO para **todas** las sesiones y competencias
- Concentrarse en igualar la disponibilidad de CHO a las demandas energéticas del entrenamiento, considerando la duración e intensidad del ejercicio
- El consumo de CHO debe ser individualizado de acuerdo a los requerimientos de entrenamiento y competencia
- Los atletas pueden entrenar con baja disponibilidad de CHO endógenos o exógenos o retrasar la reposición de CHO después del entrenamiento para promover las adaptaciones del músculo esquelético y mejorar el rendimiento

SUPLEMENTACIÓN DE CETONAS



Mientras que las adaptaciones a una dieta alta en grasas para periodos a corto plazo o periodos crónicos han sido bien investigadas, los efectos resultantes de la ingesta baja de carbohidratos han sido menos investigados.

Los **cuerpos cetónicos** pueden ser utilizados como combustible alternativo por el músculo esquelético y el cerebro

La producción de cuerpos cetónicos se estimula después de periodos de bajo consumo de carbohidratos y alta ingesta de grasa

Cetonas

Cuerpos cetónicos:

- β -hidroxibutirato (β HB)
- Acetoacetato (AcAC)
- Acetona (mayormente perdido a través de la respiración y la orina)

β HB y AcAC

- Utilizados por el corazón, el cerebro y el músculo esquelético
- Se pueden medir en la circulación

Las cetonas circulantes suelen ser bajas, aumentan con:

- Ayuno nocturno
- Hacer ejercicio en ayuno
- Ayuno prolongado/hambre (5d)
- Dieta cetogénica

¿Suplementar con cetonas aumenta el rendimiento?

¡Tema de tendencia con los atletas de
resistencia!

¿Suplementación con cetonas?

En una investigación hecha en estado alimentado para simular las condiciones reales de la competencia

- ✓ La suplementación con monoéster de cetona *podría mejorar* el rendimiento en una prueba contrarreloj de ciclismo
- ✓ La suplementación con diéster de cetona *podría perjudicar* el rendimiento en una prueba contrarreloj y provocar malestar gastrointestinal

Se necesita más investigación para comprender el potencial beneficio de la suplementación de cetonas en el rendimiento y qué tan tolerables son los suplementos para los atletas el día de la competencia

Resumen

- Periodos prolongados de entrenamientos cambian la utilización de sustratos
 - El músculo esquelético depende del combustible basado en CHO ($\geq 65\%$ VO_2 máx)
- Dietas altas en grasa por tiempo prolongado:
 - Sin mejoras en la capacidad de ejercicio o el rendimiento
 - Perjudican la utilización de glucógeno muscular
- Bebidas de cetonas (ésteres de cetonas exógenos)
 - Aumentan las cetonas circulantes
 - Reducen la dependencia del combustible a base de CHO durante el ejercicio submáximo
 - Se requiere más investigación, datos prometedores con monoésteres de cetonas
- La periodización de la ingesta de CHO debe basarse en el objetivo, la intensidad y la duración del ejercicio para maximizar las adaptaciones músculo esqueléticas
- Los CHO deben ser ingeridos antes y durante la competencia