PubliCE, (PubliCE) 2000

Revision of Literature

Los Carbohidratos en las Dietas y la Performance de Ejercicios Intensos de Corta Duración

Janet W Rankin[1,2]

Palabras Clave: depleción glucogénica, rendimiento, dieta hiperhidrocarbonada, normohidrocarbonada, performance

PUNTOS CLAVES

- Una serie de ejercicios de alta intensidad, usa carbohidratos a un ritmo muy acelerado, pero el uso total es limitado por la corta duración en que el ejercicio puede ser mantenido. La reducción del glucógeno muscular durante una típica serie de ejercicios de resistencia o de una única carera de velocidad de 30-s, es probable que este en el rango de 25-35% del total de glucógeno almacenado en los músculos activos, mientras que en series repetidas de carreras de velocidad el agotamiento del glucógeno seria mayor.
- El glucógeno muscular se agota mas rápidamente de las fibras de Tipo II (rápidas) que de las del Tipo I (lentas), durante ejercicios de alta intensidad. Por ende, aún cuando la muestra de agotamiento total de glucógeno tomada de una mezcla de fibras musculares pueda ser bastante modesta, el uso extensivo de glucógeno en algunas fibras musculares, como el agotamiento selectivo de glucógeno de compartimentos celulares específicos, puede precipitar la fatiga, cuando el almacenamiento de carbohidratos del cuerpo es bajo.
- La performance de una única carrera de velocidad o de carreras repetidas es normalmente superior, después de haber consumido una dieta de alto contenido de carbohidratos comparada con una de bajo contenido de carbohidratos.
- El beneficio de las dietas de alto contenido de carbohidratos versus las de contenido moderado de carbohidratos, para la performance de ejercicios de alta intensidad, no ha sido demostrado claramente.

INTRODUCCIÓN

La mayoría de los científicos y de los atletas, están de acuerdo en que la ingesta de carbohidratos ayuda a la performance de ejercicios aeróbicos prolongados. Sin embargo, muchos deportes dependen de repetidas explosiones cortas de esfuerzo a una elevada potencia. Hay alguna evidencia de que el carbohidrato en las dietas de crítico para la performance de este tipo de deportes. Existen solo investigaciones limitadas publicadas que prueban el valor del carbohidrato en las dietas para atletas que performen ejercicios breves de alta intensidad, como los luchadores; carreras de velocidad de pista, ciclismo o natación; fútbol; baseball o levantamiento de pesas. Este suplemento estará enfocado en investigaciones concernientes a los efectos de los carbohidratos en las dietas sobre ejercicios de resistencia o en carreras breves (<5min) de velocidad a una alta intensidad (>90% VO2max), únicas o repetidas. Investigaciones concernientes a la performance de careras combinadas con ejercicios aeróbicos prolongados, como es el caso de fútbol, no serán discutidas porque el metabolismo y

otros factores que pueden llegar a limitar la performance, probablemente sean diferentes en estos dos tipos de ejercicios.

RESEÑA DE LA INVESTIGACIÓN

El rol de los carbohidratos como combustible durante ejercicios de alta intensidad.

Ejercicios de resistencia. Los ejercicios de resistencia, dependen en gran medida de la fosfocreatina como combustible. Sin embargo, existe una dependencia significativa en el glucógeno muscular cuando el ejercicio es múltiple. Varios estudios que utilizaron sets de múltiples ejercicios de resistencia hasta llegar a la fatiga, han descripto una caída de alrededor de 25-40% en el glucógeno muscular total (MacDougall et al. , 1988; Robergs et al. , 1991; Tesch et al. , 1999). La magnitud del agotamiento de glucógeno fue relacionada a la intensidad de la carga y a la cantidad de trabajo realizado, i. e., el glucógeno fue utilizado a un ritmo mas alto con cargas más intensas, pero el agotamiento total de glucógeno era todavía más dependiente en la cantidad de trabajo realizado durante la serie de ejercicios de resistencia.

Ejercicios de carreras de velocidad. Las carreras de velocidad causan un agotamiento rápido de glucógeno en el muscular. Por ejemplo, las concentraciones de glucógeno en el músculo vastus lateralis del muslo cayeron un 14% después de una serie de ejercicios de 6-5, en ciclismo de todo terreno (Gaitanos et al., 1993), y una carrera de ciclismo de 30-s puede reducir el glucógeno muscular en hasta un 27% (Esbjornsson-Liljedahl et al., Aunque la fuente primaria de glucógeno sea de Tipo I, la contracción lenta de las fibras musculares para series de ciclismo de baja intensidad, las contracciones rápidas de las fibras están reducidas de glucógeno más rápidamente en carreras de alta intensidad (Greenhaff et al., 1994). Esto sugiere, que la deducción de glucógeno en fibras musculares especificas podría tener algo que ver con la fatiga, en ejercicios de carreras de alta intensidad.

Carreras de velocidad repetidas. Carreras repetidas de ciclismo de velocidad pueden causar una reducción dramática del glucógeno muscular. Por ejemplo, Hargreaves et al. (1997) midió una caída del 47% en el total de glucógeno muscular después de tan solo dos carreras de 30-s. Sin embargo, la contribución del glucógeno muscular a la producción total de energía, cambia hacia otros combustibles a medida que las carreras se repiten. Por ejemplo, Spriet et al. (1989) hizo que sujetos completaran tres carreras intensas de ciclismo de 30-s y encontró que el ritmo de utilización de glucógeno era alto durante la primer carrera, pero caía a casi nada en la tercer carrera. Entonces, aunque la magnitud total de agotamiento de glucógeno es más dramática después de series repetidas de carreras que después de una única carera, el rítmo de utilización de glucógeno declina con cada repetición.

Los carbohidratos en las dietas y la performance de ejercicios de resistencia.

Carga de carbohidratos. Pocos estudios que probaron el efecto del status de carbohidratos en el cuerpo, midieron un esfuerzo único, o el desarrollo máximo de fuerza, o la resistencia muscular (la habilidad de grupos específicos de músculos de persistir la producción de contracciones intensas) (Tabla 1). Los datos de nuestro laboratorio, mostraron que los carbohidratos pueden ser críticos para la resistencia muscular durante el balance de energía negativo, i.e., cuando la ingesta de energía dietaria es menor a la energía expendida (Walberg et al., 1988). Los entrenados en ejercicios de resistencia que consumían una dieta baja en energía, conteniendo una cantidad moderada (50%) de esa energía como carbohidratos habían reducido la resistencia muscular, después de 7-d de esa dieta; mientras que aquellos que consumían.

CARGA DE GLICÓGENO	SUJETOS	PROTOCOLO DE RESISTENCIA	TRATAMIENTOS DIETARIOS	PERFORMANCE
Mitchell et. Al. 1997	11 hombres ER	5 sets de 3 ejercicios hasta fatigarse @ 15RM	Ejercicio + AC (80%) o BC (4%) por 48hs	No hubo diferencia en el volumen levantado
Wallberg et al. 1998	19 hombres ER	10 contracciones isométricas de máximo esfuerzo	7d de dieta hipoenergetica (18 kcal/kg.) ya sea AC (70% o MC (50%)	Resistencia muscular reducida para MC; no hay cambios para AC
INGESTA AGUDA				
Dalton et al. 1999	22 hombres ER	5 sets de 10 de 4 ejercicios @ 80% 80%, 70%, 60%, 60% 60% IRM	Energía restringida por 3-d, 1g CHO o de placebo/kg. 30 min. Antes del ejercicio	La dieta no afecto el numero de repeticiones para el set final de banco o de extensiones de piernas
Lambert et al 1999	7 hombres ER	2 pruebas de sets repetidos de 10 extensiones de piernas @ de 10RM	Polímero de glucosa o placebo antes y durante sets	El numero de sets tendió a ser > en CHO. El numero de repeticiones tendió a ser > en CHO
ER=entrenados en resistencia; **AC**=alto carbohidrato; **MC**=moderado carbohidrato; **CHO**=carbohidrato.				

Tabla 1. *El efecto de los carbohidratos de las dietas en la performance de ejercicios de resistencia.*

la misma cantidad de energía - pero con un 70% de la energía derivada de carbohidratos - mantenían sus ritmos de fatiga isométrica en niveles básicos (Walberg et al., 1988)

Un intento de incrementar el volumen total levantado durante series de entrenamientos de resistencia, al tener a los atletas consumiendo una dieta de alto contenido de carbohidratos, no fue afortunado. Mitchell et al. (1997) tuvo a 11 hombres entrenados en ejercicios de resistencia, pasar por el típico procedimiento de carga de glucógeno previo a un entrenamiento de resistencia y una dieta de contenido moderado de carbohidratos antes de otro entrenamiento. No hubo diferencia en al volumen total levantado durante los dos distintos entrenamientos, tal vez porque el almacenamiento de glucógeno no limitaba este tipo de ejercicios. Como alternativa, puede ser que la variabilidad introducida por este escenario de tipo real, halla reducido la chance de determinar alguna diferencia en la performance, causada por la dieta.

Consumición aguda de carbohidratos. Un estudio probó el efecto de la consumición de carbohidratos en un corto termino, justo antes y durante una serie de ejercicios de resistencia. Lambert et al. (1991) tuvo a hombres entrenados en ejercicios de resistencia, performar dos pistas de series repetidas de extensiones de piernas, consumiendo ya sea placebo o un polímero de glucosa, inmediatamente antes y entre las series. La resistencia muscular, como reflejo del número de repeticiones (149 vs. 129 para carbohidratos vs. Placebo) y series (17.1 vs. 14.4 para carbohidratos vs. Placebo), tendió a ser más alta para el grupo de los carbohidratos, pero no se logró una estadística significativa. Esto sugiere que los almacenamientos de carbohidratos del cuerpo en la condición de placebo, pueden no haber sido óptimos para los ejercicios repetidos de resistencia.

Un estudio de nuestro laboratorio, realizado en un cuarto de pesas, no pudo sostener el valor de una única alimentación de alto contenido de carbohidratos para la performance de sets múltiples de ejercicio de resistencia, cuando los sujetos estaban en un balance negativo de energía (Dalton et al., Los sujetos entrenados en ejercicios de resistencia consumieron durante 3-d, una dieta de moderado contenido de carbohidratos de 18kcal/kg. Fue probada su performance en ejercicios de

resistencia, antes y después de al perdida de peso corporal inducida teniendo a los sujetos performar repeticiones hasta el agotamiento en el último set de ejercicios de extensiones de piernas y banco, de un entrenamiento de cuatro ejercicios de resistencia. La mitad de los sujetos consumieron bebidas de alto contenido de carbohidratos, mientras que los otros consumieron una bebida de placebo, antes de la ultima prueba de performance. La ingesta de carbohidratos no influyó significativamente la performance de las pruebas de ejercicios de resistencia.

En resumen, aunque varios estudios de laboratorio encontraron una resistencia muscular superior en aquellos músculos con un almacenamiento de glucógeno alto comparado a uno bajo, este resultado no ha recibido mucho apoyo científico. Los estudios realizados en un cuarto de pesas, no han demostrado consistentemente el beneficio de un nivel inicial alto de glucógeno muscular, ni el del consumo agudo de carbohidratos sobre la performance.

Los carbohidratos en las dietas y la performance de un único ejercicio de alta intensidad.

Carga de carbohidratos. Maughan et al. (1997), revisó una serie de estudios realizados en los 80´s demostrando que el consumo de una dieta de bajo contenido de carbohidratos, por varios días, reducía el tiempo hasta llegar al agotamiento de un 18-50%, para en ejercicio único de ciclismo de alta intensidad (100% VO2max). Uno de estos estudios mostraba una performance superior, con la consumición de una dieta de alto contenido de carbohidratos en comparación a una dieta de contenido moderado de carbohidratos, mientras que otro no observaba ninguna diferencia en una dieta de contenido moderado de carbohidratos y ya sea una dieta de alto o bajo contenido de carbohidratos.

El beneficio de consumir una dieta de alto contenido de carbohidratos vs. una dieta de bajo contenido de carbohidratos, por varios días, antes de la performance de una carrera de alta intensidad, fue aun más apoyada en estudios posteriores (Langfort et al., 1997; Pizza et al., 1995). Sólo un estudio no encontró diferencia en la performance de una única carrera de 75-s en sujetos que había consumido ya sea una dieta de alto o bajo contenido de carbohidratos (Hargreaves et al.,1997). (Ver Tabla 2).

La mayoría de los estudios no observan un beneficio en una dieta de alto contenido de carbohidratos vs. una dieta de contenido moderado de carbohidratos, en la performance de carreras de velocidad. Por ejemplo, dos estudios que usaron pruebas de ejercicios intensas (90% VO2max.; Pitsiladas & Maughan, 1999) o altamente intensas (125%VO2max.; Vandenberghe et al., 1995), no encontraron ninguna diferencia en el tiempo de ciclismo hasta llegar al agotamiento para una dieta de contenido moderado de carbohidratos, comparada a una de contenido alto.

ESTUDIO	SUJETOS	PROTOCOLO DEL EJERCICIO	PROTOCOLO DIETARIO	EFECTOS EN LA PERFORMANCE
Ball et al. 1996	6 hombres activos	Bicicletear 4 veces @95% VO2max hasta el agotamiento	3-d de dieta MC (48% o BC (2%) Suplemento: CaCO3 o NaHCO3	26-31% Menor tiempo de ejercicio para Bc; no tuvo efecto el suplemento
Hargreaves et al. 1997	9 ciclistas entrenados	75-s ciclismo al máximo	Ejercicio + AC (80%) o BC (25%) por 24hs	No hubo diferencia en el mayor o menor pico de potencia
Langfort et al 1997	8 hombres	30-s Wingate test	3-d de MC (50%) o BC (5%)	8% menor potencia para BC
Pitsiladis & Maughan 1999	13 ciclistas o triatletas entrenados	Ciclismo hasta el agotamiento de 90% de VO2 máx.	7-d de ya sea AC (70% o MC (40%)	No hubo diferencia en el tiempo de agotamiento

Pizza et al. 1995	8 corredores hombres entrenados	Correr 15 min. A 75%VO2max + correr hasta agotarse 100% VO2max	MC (4g/kg) o AC (8.2g/kg) por 3-d	8% menos tiempo de ejercicio para BC
Vandenberghe et al. 1995	17 mujeres estudiantes y 15 hombres estudiantes, en forma	Ciclismo @ 125% de VO2max hasta el agotamiento	Dieta de MC (50%) por 5-d con actividad normal o MC por 2-d con ejercicio para agotar el glucógeno, después 3-d de una dieta AC (70%)	No hubo diferencia en la performance
AC=alto carbohidrato; **BC**=bajo carbohidrato; **MC**=moderado carbohidrato				

Tabla 2. *El efecto de los regímenes de carga de carbohidratos en la performance de carreras de velocidad.*

En resumen, case todos los estudios dieron cuenta de una performance superior en un único ejercicio de alta intensidad, durando entre 30s y 5 min., en aquellos sujetos que consumían una dieta de alto contenido de carbohidratos versus una dieta de bajo contenido de carbohidratos, pero en realidad son escasos los atletas que consumen una dieta de bajo contenido de carbohidratos. Existe poca evidencia del valor de un incremento de los carbohidratos de una dieta a niveles mayores que lo moderados (~50% de energía).

Los carbohidratos en las dietas y la performance de series repetidas de careras de velocidad.

Carga de carbohidratos. Numerosos estudios han demostrado un beneficio en las dietas de alto contenido de carbohidratos, comparadas con dietas de bajo contenido carbohidratos, para la performance de intervalos repetidos de carreras de alta intensidad (Tabla 3). Por, ej., en pruebas hasta llegar a la fatiga, los sujetos que habían consumido una dieta de alto contenido de carbohidratos, pudieron realizar 265% mas intervalos de 6-s (a una intensidad de ~200% VO2 max), que durante el consumo de una dieta de bajo contenido de carbohidratos (Balsom et al., 1999). Otros grupos de investigación encontraron un efecto de detrimento similar en las dietas de bajo contenido de carbohidratos en la performance de carreras de 30-s (Casey et al., 1996) y en carreras de 60-s (Jenkins et al., 1993 Smith et al., 2000).

Nosotros observamos que los sujetos que comenzaban una prueba de ejercicios con un 43% menos de glucógeno, no experimentan una caída en la potencia inicial, durante una serie de careras repetidas, pero los sujetos bicicleteaban por mas tiempo antes de llegar a un 30% de fatiga, en la condición de alto contenido de carbohidratos, comparándola con una condición de bajo contenido de carbohidratos (57.5 vs. 42.0 min.) (Smith et al., 2000). Dado que el glucógeno muscular, la fosfocreatina, y la función del retículo sarcoplasmico (toma y liberación de calcio). Tomados en el nivel inicial y a un 15% y un 30% de fatiga, cayeron de manera similar, y que el lactato sérico se incrementó de manera idéntica para ambas condiciones, de alto y bajo contenido de carbohidratos, estos factores no parecen explicar la fatiga diferencial con los distintos tratamientos dietarios. Por ende, el mecanismo metabólico para la performance de carreras repetidas y los tratamientos dietarios de alto contenido de carbohidratos, no fueron tan obvios, dada la información recolectada.

ESTUDIO	SUJETOS	PROTOCOLO DEL EJERCICIO	TRATAMIENTO DIETARIO	PERFORMANCE
CARGA DE GLUCOGENO				
Balson et al. 1999	7 estudiantes masculinos, en forma	Duración fija: 15 6-s carreras de ciclismo con 30-s de descanso, ~300% VO2max; hasta el agotamiento: carreras de 6-s @~200% Vo2 máx.	Ejercicios para el agotamiento de glucógeno + BC (4%) o AC (67%) por 2-d	Duración fija menos trabajo realizado por BC hasta el agotamiento; 265% mas intervalos preformados por AC
Casey et al. 1996	11 hombres	4 series de ciclismo isokinetico de 30-s con intervalos de descanso de 4-min (Antes y después de la manipulación de la dieta).	Ejercicios para el agotamiento de glucógeno + BC (7.8%) o AC (82%) por 3-d	No hubo cambios en el trabajo realizado pre vs. post dieta para AC; el trabajo durante las primeras 3 carreras decayó 8% después de BC
Jenkins et al. 1993	14 hombres moderadamente entrenados	5 carreras de ciclismo de 60-s @ 0.736 N/kg. Con intervalos de descanso de 5 min. (Antes y después de cada manipulación de la dieta)	Dieta de 3-d: AC 80% MC 55% BC 12%	Cambio en trabajo realizado durante las carreras: AC: +5.6% MC: +2.3% BC: -5.4%
Lamb et al 1990	14 colegiales masculinos, nadadores	50 m x 20. 100 m x 20. 200 m x 15	9-d de AC (80%), o MC (43%)	No hay deferencia en el promedio de tiempo por carrera para AC vs. MC
Smith et al. 2000	8 ciclistas entrenados	Carreras repetidas de 60-s @ 125-135% VO2max hasta un 30% de fatiga	Reducción de Glucógeno; después 36hs de AC (80-85%) o BC (5-10%)	37% mas de ejercicios hasta un 30% de fatiga en AC; 87% mas entre un 15% y 20% de fatiga en AC
INGESTA AGUDA				
Davis et al. 1997	9 hombres y 7 mujeres, no entrenados	Carreras de ciclismo de 1-min @ 120-130% VO2max con intervalos de descanso de 3 min., hasta que la potencia obtenida decline 12.5%	4ml/kg de 6% CHO solución antes y cada 20 min. Durante el ejercicio	50% más intervalos realizados con CHO que con placebo

AC= alto carbohidrato; **MC**=moderado carbohidrato; **CHO**=carbohidrato

Tabla 3. *El efecto de los carbohidratos en la performance de carreras repetidas*

La literatura apoya la superioridad de las dietas de alto contenido de carbohidratos, cuando la energía es reducida, como en el caso de una perdida de peso, intencional. Los luchadores que consumían una dieta para bajar de peso, que contenía un 41% de energía proveniente de carbohidratos, experimentaron un empeoramiento en la performance de ejercicios de alta intensidad, mientras que aquellos que consumían un 66% de energía proveniente de carbohidratos, pudieron mantener su performance (Horswill et al 1990).

Como en el caso de las carreras únicas, no se ha demostrado un claro beneficio de las dietas de alto contenido de carbohidratos, comparadas con el bajo contenido de carbohidratos, en el caso de las carreras repetidas. En un estudio, nadadores colegiales fueron provistos con una dieta de contenido moderado o alto de carbohidratos, por un periodo de 9-d, y los tiempos para nadar varios eventos cortos en intensos de 40-150s de duración no se vieron afectados por las dietas (Lamb et al., 1990).

Consumo agudo de carbohidratos. El consumo de carbohidratos antes y durante en ejercicio, permitió a sujetos continuar un 45% mas, durante carreras repetidas de ciclismo de 1-min, separadas por intervalos de descanso de 3-min (Davis et al., 1997). El glucógeno muscular no fue medido, pero los autores especulan que el nivel mayor de glucosa en las pruebas de ingesta de carbohidratos, permitieron ya sea, una descomposición reducida de glucógeno o incrementaron la síntesis de glucógeno durante los períodos de recuperación

El consenso de investigación que examinaba la performance de series repetidas de carreras cortas, es que hay un beneficio sustancial para la performance si se consume una dieta de alto contenido de ejercicio de alta intensidad, para asegurar que el almacenamiento de glucógeno muscular sea elevado. Similarmente, la alimentación de alto contenido de carbohidratos inmediatamente antes y durante el ejercicio, comparados con ingestas de bajo contenido de carbohidratos, también probablemente mejoren la performance de ejercicios de alta intensidad. Sin embargo, no hay evidencia de que a una dieta de alto contenido de carbohidratos es superior a una de contenido moderado de carbohidratos, para la performance de carreras repetidas.

Mecanismos metabólicos para los efectos de los carbohidratos en la performance.

Dado que existe solo una reducción modesta del glucógeno muscular después de una carrera, no se piensa que que un bajo total de glucógeno muscular sea un factor limitante para la performance de carreras de velocidad, hasta después de una dieta de bajo contenido de carbohidratos. Sin embargo, el agotamiento selectivo de glucógeno de las fibras de Tipo II, puede contribuir a una reducción de la producción total de poder durante las carreras (Greenhaff et al.,1994). Además, aunque halla escasa evidencia que avale esta hipótesis es posible que halla agotamiento de glucógeno en distintos compartimentos, ej., el retículo sarcoplasmico, de cada fibra muscular (Friden et al., 1989). Si hubiera un agotamiento sustancial de glucógeno de retículo sarcoplasmico (aunque el total de glucógeno muscular no se reduzca dramáticamente), podría influenciar el flujo de calcio y por ende el proceso contráctil. La hipótesis de que una dieta de alto contenido de carbohidratos causa un mantenimiento superior de glucógeno en las fibras de contracción rápida o en compartimentos específicos de cada fibra muscular y que este mejor mantenimiento de glucógeno, explica la mejorada performance en ejercicios de alta intensidad, merece un mayor estudio.

Otro contribuyente para una fatiga prematura después de consumir una dieta de bajo contenido de carbohidratos es una reducción de la capacidad de amortiguación del cuerpo. Se ha observado, en un número de estudios, evidencia de que las dietas de bajo contenido de carbohidratos causan acidosis metabólica y una capacidad reducida de amortizar ácidos (Horswill et al.,1990; Maughan et al.,197). Aunque la evidencia parezca prometedora, Ball et al.(1996) descubrió que la corrección en la condición acidotica, no mejoraba la performance. En ese estudio, el consumo de bicarbonato de sodio (0.3 g/kg. De peso corporal), en sujetos que habían consumido una dieta de bajo contenido de carbohidratos, normalizaba la acidemia de la sangre pero no la performance de una carrera de ciclismo a 100% VO2max.

Los carbohidratos en las dietas y la recuperación entre series de ejercicios de alta intensidad.

Algunos atletas performan eventos o juegos repetidos durante un mismo día, entonces necesitan recuperarse lo más rápido posible. El consumo de carbohidratos después del ejercicio acelerara el reemplazo de glucógeno. Por ejemplo, Pascoe et al. (1993) demostró que el glucógeno muscular caía a alrededor del 70% de los valores de descanso después de una serie de ejercicios de resistencia, pero el consumo de una bebida de alto contenido de carbohidratos después del ejercicio, incrementada el glucógeno muscular a un 75% del valor básico después de 2 hs. Y al 91% del valor básico después de 6hs, cuando se ingería agua con placebo después del ejercicio. Por ende, cualquier atleta que desee realizar entrenamientos o competencias de resistencia múltiples en un mismo día, debiera realizar el esfuerzo de consumir carbohidratos después del

ejercicio de resistencia para ayudar a una recuperación metabólica óptima.

Nuestro laboratorio se fijo en la habilidad de una dieta de alto contenido de carbohidratos, en reforzar la recuperación de la performance de carreras múltiples, en luchadores que hallan perdido un promedio de 3.3% de peso corporal en un lapso de 3-d con una formula dietaria especial (Walberg-Rankin et al.,1996). El trabajo realizado durante ocho carreras repetidas de ergómetro de 15-s que involucraban a la parte superior del cuerpo, se redujo debido a la perdida de peso; la performance tendía a ser básica para aquellos luchadores que habían consumido una dieta de alto contenido energético (22kal/kg) y de alto contenido de carbohidratos, pero no para aquellos que habían consumido una dieta isoenergética moderada en el contenido de carbohidratos (P=0.07).

En resumen, el reemplazo de glucógeno es probablemente más rápido cuando se consume carbohidratos después del ejercicio. La consumición de comidas de alto contenido de carbohidratos entre ejercicios cortos y muy intensos, acelerará la síntesis de glucógeno y pueden mejorar la performance de ejercicios repetidos de alta intensidad.

RESUMEN

Aunque halla un uso sustancial de glucógeno muscular durante ejercicios de resistencia, sólo hay evidencia tentativa que avale el valor de los carbohidratos de las dietas en las performance de ejercicios de resistencia. La literatura disponible sugiere que los carbohidratos pueden ser de valor para ejercicios de gran volumen y moderada intensidad y resistencia, especialmente para aquellos que hallan estado consumiendo una dieta de bajo contenido energético para perder peso. Sería de utilidad tener más investigaciones acerca de si el consumo oral de carbohidratos, justo antes y durante un entrenamiento de resistencia, evita el uso del glucógeno muscular, como ha sido demostrada para el caso de carreras intermitentes en una bicicleta ergométrica. La utilización del glucógeno muscular durante ejercicios de carreras de velocidad, es más rápida que durante ejercicios de resistencia, ej., Una carrera de 30-s puede utilizar tanto glucógeno muscular, como 5-6 sets de ejercicios de resistencia de repetición múltiple. Típicamente, la carga de glucógeno durante varios días es beneficiosa comparada a una dieta de bajo contenido de carbohidratos, para series de >100% VO2max (ej., 30 s a 5 min.) y para series de carreras repetidas, cada una de 6-60s, pero estas dietas de alto contenido de carbohidratos probablemente no sean superiores a las de contenido moderado de carbohidratos. Hay evidencia limitada que demuestre que el consumo de carbohidratos justo antes y entre ciclismo de alta intensidad y de carreras de velocidad, puedan retrasar la fatiga y ahorrar el glucógeno muscular.

IMPLICANCIAS PRÁCTICAS

Muchos atletas involucrados en deportes de alta intensidad no enfocan a consumir una dieta de entrenamiento con un alto contenido de carbohidratos, ni tampoco utilizan suplementos de carbohidratos antes de sus eventos, ya que t4radicionalmente no se la veía como crítico para la performance. Aunque la investigación sea menor que la que existe para ejercicios aeróbicos prolongados, una dieta de bajo contenido de carbohidratos (3-15% de carbohidratos) ha sido uniformemente demostrada que impide la performance en carreras de alta intensidad únicas o repetidas, comparándola con una ingesta moderada o alta de carbohidratos. Varios estudios han mostrado una performance superior en carreras únicas o repetidas cuando los atletas habían consumido dietas de alto contenido de carbohidratos (66-84% de carbohidratos) comparada con una dieta de contenido moderado de carbohidratos (40-50% de carbohidratos), pero este dato no es consistente entre los estudios. Ya que no existe ninguna contraindicación conocida para el consumo de dietas de alto contenido de carbohidratos (salvo la de aumento de peso corporal debido a la retención de líquidos) y algunas investigaciones muestran un beneficio, se recomienda a todos los atletas el consumo de una dieta de alto contenido de carbohidratos, i.e., por lo menos 60-70% de energía en forma de carbohidrato (7-10g/kg), e incrementar esto a 65-85% en los días previos a la competencia. El uso de un suplemento de carbohidratos antes y durante la ejercitación probablemente mejore la performance de carreras intermitentes de alta intensidad.

REFERENCIAS

1. Ball, D.,P.L. Greenhaff, and R.J. Maughan (1996). The acute reversal of a diet-induced metabolic acidosis does not restore endurance capacity during high intensity exercise in man. *Eur. J. Physiol. 66: 49-54*
2. Balsom P.D., G.C. Gaitanos, K. Soderlund and B. Ekblom (1999). High-intensity exercise and muscle glycogen availability in humans. *Acta Physiol. Scand. 168: 357-345*
3. Casey A., A.H. Short, S. Curtis, P.L. and Greenhaff (1996). The effect of glycogen availability on power output and the metabolic response to repeated bouts of maximal, isokinetic exercise in man. *Eur. J. Appl. Physiol. 72: 249-255*
4. Dalton r.A.,J. Walberg Rankin, D. Sbolt, and F. Gwazdauskas (1999). Acute carbohidrate consumption does not influence resistance exercise performance during energy restriction. *Int. J. Sport Nutr. 9: 319-332*
5. Davis J.M., Jackson, M.S.Broadwell, J.L. Queary, and C. L. Lambert (1997). Carbohidrate drenks delay fatigue during intermittent, high-intensity cycling in active men and women. *Int. J. Sport Nutr. 7: 261-273*
6. Esbjornsson-Liljedahl, M., C.J. Sundberg, B. Norman, and E. Jansson (1999). Metabolic response in type I and II muscle fibers during a 30-s cycle sprint in men and women. *J Appl. Physiol. 87: 1326-1332*
7. Friden J., J. Seger, and B. Ekblom (1989). Topographical localization of muscle glycogen: An ultrahistochemical study vastus lateralis. *Acta Physiol. Scand. 135: 381-391*
8. Gaitanos G.C., C. Willians, L.H. Boobis, and S. Broks (1993). Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise. *J. Appl. Physiol. 75: 712-719*
9. Greenhaff P.L., M.E. Nevill, K. Soderlund, K. Bodin, C. Willians, and E. Hultman (1994). The metabolic response of human type I and II muscle fibers during maximal treadmill sprinting. *J. Physiol. 478: 149-155*
10. Hargreaves M., J.P. Finn, Withers, J.A. Halbert, G.C. Scropp, M. Mackay, R.J. Snow, and M.F. Carey (1997). Effect of muscle glycogen availability on maximal exercise performance. *Eur. J. Appl. Physiol. 75:188-192*
11. Horswill C. A., R.C. Hickner, J.R. Scott, D.L. Costill, and D, Gould (1993). Weight loss, dietary carbohydrate modifications, and high intensity, physical performance. *Med. Sci. Sports Exerc. 22: 470-476*
12. Lamb D.R., K. Rinehardt, R.L. Barlets, W. M. Sherman, and J.T. Snook (1990). Dietary carbohydrate and intensity of interval swim training. *Am. J. Clin. Nutr. 52: 1058-1063*
13. Lambert C.P., M.G. Flynn, J.B. Boone, T. Michaud, and J. Rodriguez-Zayas (1991). Effects of carbohydrate feeding on multiple-bout resistance exercise. *J. Appl. Sport Sci. Res. 5: 192-197*
14. Langfort ., J., R. Zarzeczny, W. Pilis, and K. Nazar (1997). The effect of a low-cabohydrate diet on performance, hormonal and metabolic response to a 30-s bout of supramaximal exercise. *Eur. J. Appl. Physiol. 76: 128-133*
15. Maughan R.J., P.L. Greenhaf, J.B. Leiper, D. Ball, C.P. Lambert, and M. Gleeson (1997). Dietcomposition and the performance of high-intensity exercise. *J. Sport Sci 15: 265-275*
16. MacDougall D., S. Ray, N. McCartney, D. Sale, P. Lee, and S. Garner (1988). Substrate utilization during weightlifting. *Med. Sci. Sports Exerc. 20:S66*
17. Mitchell J.B., p.C. DiLauro, F.X. Pizza, and D.L. Cavender (1997). The effect of preexercise carbohydrate status on resistance exercise performance. *Int. J. Sport Nutr. 7: 185-196*
18. Pascoe D.D.,D.L. Codtill, W.J. Fink, R.A. Roberts, and J.J. Zachwieja (1993). Glycogen resynthesis in skeletal muscle following resistance exercise. *Med Sci. Sports Exerc. 25:349-354*
19. Pitsiladis Y.P., and R.J. Maughan (1999). The effect of alterations in dietary carbohydrate intake on the performance of high intensity exercise in trained individuals. *Eur. J. Appl Physiol. 79: 433-442*
20. Pizza F.X., M.G. Flynn, B.D. Duscha, J. Holden, and E.R. Kubitz (1995). A carbohydrate loading regimen improves high intensity, short duration exercise performance. *Int. J. Spots Nutr. 5:110-116*
21. Robergs R.A., D.R. Pearson, D.L. Costill, W.J. Fink D.D. Pascoe; M.A. Benedict, C.P. Lambert, and J.J. Zachweija (1991). Muscle glycogenolysis during differing intensities of weight-resistanse exercise. *J. Appl. Physiol. 70:1700-1706*
22. Smith M.R., J. Walberg Raskin, H. Stenens, J. Williams (2000). Effects of muscle glycogen status on sarcoplasmic reticulum function and performance of intermittent high intensity exercise. *Med. Sci. Sports Exerc. S363*
23. Spriet L.L., M.I. Lindinger, R.S. McKelvie, G.J. Heigenhauser, and N.L. Jones (1989). Muscle glycogenolysis and H+ concentration during intermittent cycling. *J. Appl. Physiol. 66:8-13*
24. Tesch P.A., L.L. Ploutz-Snyder, L. Ystrom, M.J. Castro, and G.A.Dudley (1998). Skeletal muscle glycogen loss evoked by resistance exercise. *J. Strength Cond. Res. 12: 67:73*
25. Vandenberghe K., P. Hespel, B.V. Eynde, R. Lysens, and E.A. Richter (1995). No effect of glycogen level on glycogen metabolism during high intensity exercise. *Med. Sci. Sports. Exerc. 27: 1278-1283*
26. Walberg J., M. Leidy, D. Sturgill, D. Hinkle, S. Ritchey, and D. Sbolt (1988). Macronutrient content of a hypoenergy diet affects nitrogen retention and muscle function in weight lifters. *Int. J. Sports Med. 4; 261-266*

Cita Original

Rankin, Janet W. Los Carbohidratos en las Dietas y la Performance de Ejercicios Intensos de Corta Duración. G.S.S.I. Sports Science Exchange.