PubliCE, (PubliCE) 2000

Research

Las Bebidas con Carbohidratos y Proteínas incrementan el Tiempo hasta la Fatiga después de la Recuperación de un Ejercicio de Resistencia

Eric S Niles[1], Tony Lacowetz[1], John Garfi[1], William Sullivan[1], John C Smith[1], Brian P Leyn[1] y Samuel A Headly[1]

[1]*Allied Health Sciences Center, Springfield College, Springfield, MA.*

RESUMEN

Diez hombres entrenados en resistencia fueron evaluados para investigar los efectos ergogénicos de dos bebidas isocalóricas, una compuesta solo por carbohidratos (CHO, 152.7 g) y otra con carbohidratos y proteínas (CHO-PRO, 112 gr. CHO, 40.7 g PRO), luego de consumir una dieta para bajar las concentraciones de glucógeno y de realizar ejercicio. El tratamiento fue realizado a través de un diseño doble ciego y con entrecruzamiento. Luego de una dieta para bajar la concentración de glucógeno y una carrera en cinta ergométrica, se administraron dos dosis de bebida, con un intervalo de 60 minutos entre cada ingesta. La bebida de CHO-PRO resultó en niveles séricos de insulina más altos (60.84 vs. 30.1 µU/ml) que el la bebida que contenía solo CHO ($p<0.05$) dentro de los 90 minutos de recuperación. Además, el tiempo de carrera hasta el agotamiento fue mayor durante el consumo de CHO-PRO (540.7 ± 91.56 seg.) que solo con el consumo de CHO (446.1 ± 97.09 seg., $p<0.05$). En conclusión, la suplementación con una bebida que contenga CHO y PRO, después de un ejercicio que deplete las reservas de glucógeno, puede facilitar una mayor tasa de resíntesis de glucógeno que una bebida que contenga solo carbohidratos, así como acelerar los procesos de recuperación y mejorar el rendimiento en los ejercicios de resistencia durante un segundo período de ejercicio realizado durante un mismo día.

Palabras Clave: insulina sérica, umbral anaeróbico, ergogenia

INTRODUCCIÓN

Los niveles de glucógeno intramuscular previos al ejercicio determinan el tiempo hasta la fatiga en eventos de resistencia de moderada intensidad (1,2). Si se requiere que atletas de resistencia completen varios eventos en el mismo día, para ventaja de los mismos seria bueno adoptar prácticas diseñadas para incrementar la tasa de resíntesis de glucógeno intramuscular. Fallowfield y Williams (3) demostraron que mediante el incremento del consumo diario de carbohidratos a 8.8 gramos/kg de peso corporal, la restitución de los depósitos intramusculares de glucógeno ocurrió dentro de las 22.5 horas siguientes, luego de un período de ejercicios de resistencia que depletaron las reservas de carbohidratos. Ivy y cols.

(4) encontraron que luego del ejercicio de resistencia los sujetos alcanzaban una rápida replección de glucógeno consumiendo carbohidratos inmediatamente después de la finalización del ejercicio, en vez que esperando varias horas pos-ejercicio. Blom y col. (5) estudiaron los efectos de diferentes dosis y tipos de azúcares simples sobre la síntesis de glucógeno pos-ejercicio, y no encontraron diferencias significativas en la síntesis de glucógeno, después de administrar cualquiera de las dos dosis de glucosa de 0.7 o 1.4 gr/Kg de peso.

Aunque los carbohidratos son de primordial importancia para los atletas de resistencia, las proteínas (PRO) son actualmente consideradas de mayor importancia con respecto a lo que se pensaba anteriormente. Por ejemplo Nuttall y col (6) reportaron que una dosis de PRO en combinación con glucosa provocó una mayor liberación de insulina, que la obtenida con glucosa o PRO sin combinación, y esto resultó en la disminución de los niveles de glucosa en plasma en un grupo de diabéticos tipo II. Además, Zawadzki y cols (7) estudiaron nueve ciclistas varones para determinar si la ingesta de ambos, CHO y PRO, después del ejercicio prolongado, podría resultar en una mayor respuesta de la insulina comparada a la ingesta de CHO solos. Se realizaron biopsias musculares para cuantificar la tasa de resíntesis de glucógeno muscular. Se encontró que la tasa de resíntesis de glucógeno durante el tratamiento con CHO- PRO, fue un 38% mayor que durante el tratamiento con ingesta solamente de CHO. Sin embargo los resultados de este estudio fueron cuestionados debido a que la combinación CHO y PRO proveyó a los atletas un 43% más de energía que la ingesta de CHO (8). Además, no se realizo una evaluación del rendimiento subsiguiente luego de la ingestión de las dos bebidas diferentes.

El presente estudio fue diseñado para comparar los efectos de una bebida de CHO-PRO vs. una bebida con sólo CHO de igual concentración calórica, durante el proceso de recuperación siguiente al ejercicio de deplección de CHO. Se hipotetizó que en el tratamiento CHO-PRO, habría una mayor liberación de insulina y un mayor tiempo de carrera hasta el agotamiento, que en el tratamiento con CHO.

MÉTODOS

Sujetos

Diez corredores con un rango de edad de 21 a 34 años, con un mínimo de pico de consumo de oxígeno (VO_2 pico) de 50 ml/kg/min y un porcentaje de grasa corporal menor al 15% participaron voluntariamente en este estudio. Todos los sujetos dieron consentimiento escrito para participar en esta investigación, lo cual fue aprobado por el consejo de revisión institucional de la universidad.

Diseño de Investigación

El diseño de investigación del estudio fue de mediciones repetidas, doble ciego y entrecruzado. Para evitar efectos de orden sistemático los sujetos fueron distribuidos a los dos tipos de tratamientos al azar (CHO vs. CHO-PRO).

PROCEDIMIENTOS

Evaluaciones Preliminares

De todos los sujetos se obtuvo el VO_2 pico, determinado a través de un circuito espirométrcio abierto utilizando un analizador automático de gases Sensor Medics (Model 2900 Yorba Linda, CA.). Se utilizó un protocolo de carrera estándar (9). Las evaluaciones fueron terminadas cuando eran encontrados uno de los siguientes criterios: una meseta en el consumo de oxígeno con un incremento en la carga de trabajo, un pico de frecuencia cardíaca dentro de los 10 latidos del máximo predecido para la edad, y un RER >1.15 (10).

Durante la evaluación del VO_2 pico se tomaron muestras de sangre (vía punción capilar de un dedo) antes de comenzar y durante los 30 segundos de cada carga. Todas las muestras fueron analizadas a través de un analizador de lactato 1500 YSI (Yellow Springs Instrument, Yellow Springs, OH), de acuerdo con la guía del fabricante. El umbral anaeróbico individual fue determinado utilizando la transformación log-log como fue descripta por Beaver, Wasserman y Wipp (11).

Practica de Carrera

En la semana posterior a la evaluación de VO_2 pico se realizó una práctica de carrera. Esta fue realizada para familiarizar a

los sujetos con el protocolo que utilizarían durante la evaluación de rendimiento en carrera, una vez que el umbral anaeróbico individual (IAT) fuese conseguido, el correspondiente consumo de oxígeno producido en la zona del umbral anaeróbico individual (IAT- VO2) fue determinado y una valoración del 10% mayor al IAT- VO2 fue calculada y sirvió como la medida del VO_2 a la cual los sujetos correrían durante las evaluaciones. Esta intensidad fue seleccionada para incrementar el uso predominante de glucógeno como combustible.

Manipulación Dietética

Para facilitar una reducción de glucógeno muscular, se les ordenó a los sujetos seguir una dieta prescripta durante un periodo de 48 horas previas a las evaluaciones. Este sistema de cambio fue utilizado para todos los planes de alimentación. Se entregaron copias a todos los sujetos con la dieta a realizar. En todas las dietas se analizó el contenido de calorías totales, grasa carbohidratos y proteínas utilizando un programa Nutritionist III (N-Squared Computing, Salem, Or). Lo más importante durante este periodo fue mantener a los sujetos consumiendo 40% de CHO, 40% PRO y 20% grasas durante las 48 horas previas a la evaluación. Veinticuatro horas previas al estudio los sujetos consumieron una dieta conteniendo 35% CHO, 45% PRO, y 20% de grasas.

Registro del Ejercicio previo a las Evaluaciones

Se les pidió a los sujetos que anoten la duración y la intensidad de las sesiones de ejercicio durante las 48 hs. previas al tratamiento. Siete sujetos corrieron los días previos a las evaluaciones, se les ordenó mantener sus frecuencias cardíacas bajo el 70% de sus máximos valores predecidos a partir de su edad. Tres sujetos no realizaron ejercicios los días previos a la evaluación. Todos los sujetos replicaron el mismo ejercicio o descanso previo a la segunda evaluación.

Evaluación

Cada sujeto llegó al laboratorio la noche previa al estudio (12 hs antes), se procedió a medir la talla, el peso y los pliegues cutáneos. Los sitios para la toma de pliegues cutáneos fueron, abdominal, cresta ilíaca, tríceps y muslo (12). Posteriormente se inició la prueba de deplección de glucógeno. Durante la carrera de depleción se les dio a los sujetos 1 L de agua administrada en volúmenes de 200 mL con la primer ingesta realizada inmediatamente antes de comenzar el ejercicio y el resto consumida a intervalos de 12 minutos. La temperatura de la habitación fue de 24° C durante todas las sesiones.

La intensidad del ejercicio fue seleccionada en concordancia con Muoio y cols. (13), al 80% del VO_2 pico para los primeros 30 minutos de la carrera. Posteriormente la intensidad cayó al 70-75% del VO_2 pico para el resto de la carrera. Se tomaron análisis de gases en los primeros 10-12 minutos hasta obtener un estado estable en el VO_2, después del cual la mascara fue removida para comodidad del sujeto. A los 30 minutos la misma fue colocada nuevamente para bajar la intensidad. La mascara fue mantenida durante 5-7 minutos hasta que el VO_2 fue nivelado, después del cual fue quitada para el resto de la carrera.

Se obtuvo una muestra de sangre del dedo, para determinar los niveles plasmáticos de glucosa a los 40 minutos de la carrera, la cual fue inmediatamente analizada. Un analizador de glucosa Reflotron (Boehringer Mannheim, Germany) fue utilizado para la valoración inmediata de la glucosa. Durante la primera evaluación, la carrera de depleción duró 45 minutos para todos los sujetos. Durante la segunda evaluación, la carrera fue terminada cuando los niveles plasmáticos de glucosa estuvieron dentro de los 5 mg/100 mL de la primer sesión. Aproximadamente una semana después, durante la segunda carrera de deplección, el promedio de la carrera fue 50.35 ± 0.23 min. A aquellos sujetos que corrieron más de 45 minutos durante la segunda evaluación, se les extrajo muestras de sangre a intervalos de 2.5 minutos durante los 5-10 minutos siguientes, hasta que los niveles de glucosa estuvieron dentro del rango deseado, tiempo en el cual la carrera fue terminada.

Periodo de Suplementación

Luego la carrera de deplección, se les administró a los sujetos la bebida correspondiente. Cada bebida contenía los siguientes nutrientes: la bebida CHO-PRO contenía 112.0 gr de dextrosa y maltodextrina, y 40.7 gr. de proteínas que consistía en una mezcla de proteínas aisladas de leche y suero. La bebida CHO contenía 152.7 gr. de CHO con la misma concentración de dextrosa y maltodextrina.

Sesenta minutos después la dosis inicial, se administró nuevamente la misma bebida. Para evitar cualquier error en la contribución energética de la lactosa, todos los suplementos se ingirieron con agua. El volumen de cada dosis totalizó 600 mL. Dos sujetos tuvieron dificultad en ingerir la segunda dosis en ambos tratamientos. Por esta razón se eliminó una muestra de 31.0 mL de la bebida para estos sujetos. La evaluación durante el tratamiento fue un test de rendimiento durante la carrera.

Análisis y Recolección Sanguínea

Durante el periodo de recuperación después de la carrera de deplección, la sangre fue obtenida a través de una punción venosa, en los dos periodos siguientes, inmediatamente después de la carrera de depleción (0 min), antes de recibir la primer bebida, y a los 90 minutos, tiempo que fue 30 minutos posterior a la segunda ingesta de la bebida. Estos periodos de tiempo fueron seleccionados a partid de los hallazgos de Zawadzki y colaboradores (7), quienes demostraron que con suplementos similares a los utilizados en este estudio, la insulina realizaba un pico alrededor de los 30 minutos después de la segunda dosis.

Se recolectaron muestras de sangre de 8.3 mL, se dejaron a la temperatura de la habitación por 5' y después fueron refrigeradas durante 30 minutos antes de la centrifugación a 1500 rev/min por 10 minutos. El suero fue removido y transferido a tubos separados y frizados a -20° C para realizar posteriores análisis de glucosa e insulina. Los ensayos de insulina sérica se realizaron utilizando un método automático de inmunoensayo enzimático (Boehringer, Roche/Boehringer-Mannheim, Indianápolis, IN). Los coeficientes de variación intra e interanálisis fueron 4.8 y 5.8% respectivamente a 10 ng/L, y 4.4% a 60 ng/L. La glucosa sérica fue medida utilizando un método automático estándar (glucosa oxidasa) del laboratorio (Hitach 911, Roche/Roche/Boehringer-Mannheim, Indianápolis, IN).

Evaluación de Rendimiento en Carrera (post-evaluación)

El propósito de la evaluación de carrera fue determinar si la bebida con CHO-PRO permitía a los sujetos correr por más tiempo a un VO_2 del 10% por encima del IAT. El trabajo en la zona IAT es sugerido como un buen indicador del potencial de carrera para un corredor de larga distancia (14).

Se permitió un período de calentamiento de 5 minutos, como en el caso de la evaluación del VO_2 pico, después del cual, la velocidad y la elevación de la cinta fueron incrementadas para acercar los valores del consumo de oxígeno dentro de los rangos deseados. El tiempo de rendimiento comenzó a correr cuando se alcanzó el VO_2 correspondiente al 10% mayor al IAT. Aparte de los 5 minutos de calentamiento, se permitieron 2 minutos para que este proceso ocurra. Se permitió un rango de ± 3 %, debido a la dificultad de mantener un estado estable en el consumo de oxígeno. El criterio para terminar la duración (min) de la prueba fue la detención voluntaria de los sujetos. Todos los sujetos recibieron estimulación verbal en ambas evaluaciones. Una vez terminadas las evaluaciones se iniciaba un período de vuelta a la calma durante algunos minutos.

Análisis Estadístico

Para determinar si existieron diferencias significativas de las medias entre grupos, a través del tiempo en el minuto 0, y 90 minutos post-ejercicio para las mediciones sanguíneas (insulina y glucosa), se computaron dos mediciones repetidas factoriales ANOVA 2x2 (bebida vs. tiempo). Cualquier interacción significativa, fue posteriormente seguida por un test-t para mostrar donde se hallaba localizada la diferencia. Para determinar si existió alguna diferencia significativa en el promedio del tiempo de carrera hasta la fatiga, se computó un test-t para muestras apareadas. Todos los datos fueron analizados utilizando el Paquete Estadístico para Ciencias Sociales (SPSS) (15). El nivel alfa fue 0.05 y los datos son presentados como medias ± desvíos estándar.

RESULTADOS

Diez sujetos entrenados en resistencia completaron este estudio. Sus características físicas se presentan en la Tabla 1. Los sujetos que participaron en este estudio eran jóvenes (edad, 27 ± 2.5 años), aeróbicamente entrenados (VO_2 pico, 59 ± 5.5 ml/kg/min) y magros (porcentaje de grasa, 10.2 ± 4.4%). Como se muestra en la Tabla 2, su consumo dietario fue similar en las 48 hs previas a cada evaluación.

Insulina

Se halló una interacción significativa (p= 0.007) entre bebidas y el tiempo, respecto a los niveles de insulina sérica. Utilizando medidas repetidas del test-t, no se encontraron diferencias significativas (p=0.955) en las mediciones de insulina en reposo. Sin embargo, a los 90 minutos los niveles de insulina fueron mayores en el grupo CHO-PRO que en el grupo CHO (p=0.015) (Figura 1).

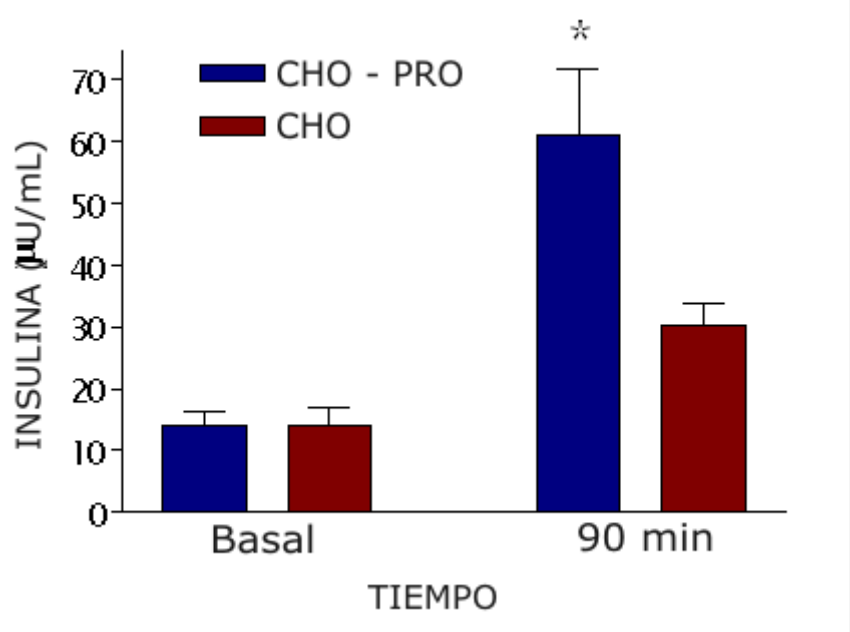


Figura 1. *Niveles de insulina sérica en reposo (min 0) y 90 min luego de la recuperación. *=p<0.05 comparado con el grupo CHO.*

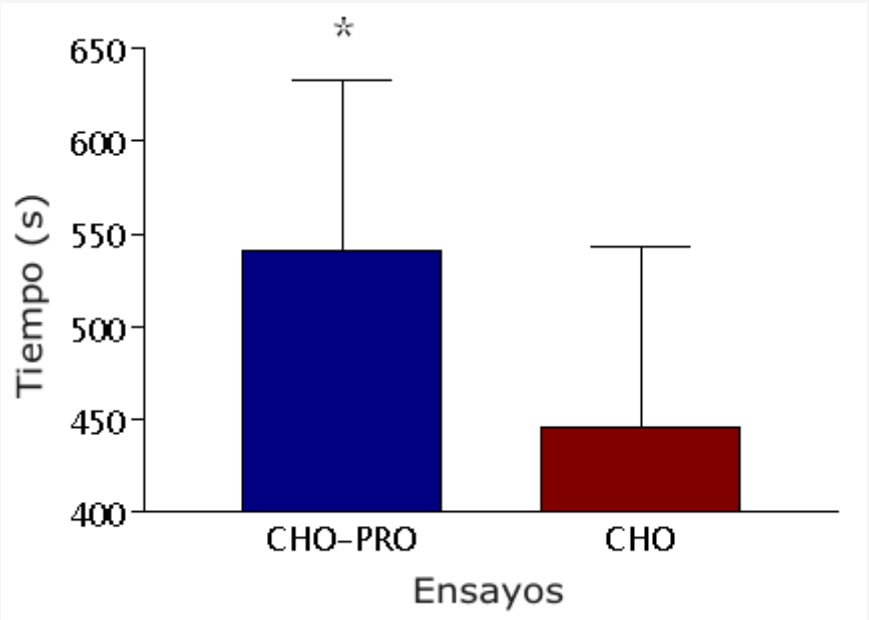


Figura 2. *Promedio del tiempo hasta la fatiga durante el tratamiento de CHO y CHO-PRO. *p<0.05 para CHO.*

Parámetro	Media ± DS	Rango
Edad (años)	27.4±2.5	24-34.0
Altura (cm)	172.3±5.2	168-180.3
Peso (kg)	72.8±3.5	66-85.5
Porcentaje graso (%)	10.2±4.4	8.4-14.8
VO2pico (mL/kg/min)	59.4±5.5	51-66.5
IAT (% VO2peak)	78.1±6.7	73-83.2
Max FC al IAT (%)	87.7±3.3	83-91.2

Tabla 1. *Características Físicas de los sujetos.*

Nutriente	Tiempo	CHO-PRO	CHO
GRASAS	48 hrs	26.7±1.3	26.6±1.1
	24 hrs	30.5±1.7	28.5±1.9
CHO	48 hrs	41.2±1.2	40.2±1.8
	24 hrs	34.3±1.1	35.6±1.0
PRO	48 hrs	32.1±1.1	33.2±1.9
	24 hrs	35.2±1.5	35.9±1.5
TOTAL Kcals	48 hrs	2994.3±33.8	2945.2±29.8
	24 hrs	2745.4±20.6	2755.0±27.0

Tabla 2. *Porcentaje de ingesta calórica diaria de los nutrientes otorgados las 24 y 48hs previas a la evaluación para ambos tratamientos (Media ± DS).*

Glucosa

La concentración media de glucosa sanguínea en los dos períodos (0 y 90 minutos) fue de 95.1 ± 17.3 y 114.9 ± 21.95 mg/dl para el grupo CHO, y 89.6 ± 15.2 y 98.8 ± 39.2 mg/dl para el grupo CHO y PRO, respectivamente. Estos valores no fueron significativamente diferentes entre ambos tratamientos (p=0.152). Además, no hubo ni un efecto en el tiempo, o una interacción entre bebida y tiempo.

Rendimiento en las Evaluaciones de Carrera

El tiempo de carrera hasta el agotamiento fue mayor durante la Suplementación con CHO-PRO que con CHO (Figura 2) y representó un aumento del 21.2% del tiempo hasta el agotamiento.

Estudio	CHO*	CHO:PRO:FAT*	↑ Insulina
Tarnopolsky et al. (1997)	1	0.75:0.1:0.02	No
Roy & Tarnopolsky (1998)	1	0.66:0.2:0.05	No
Niles et al.	2.09	1.54: 0.56	Si
Zawadski et al. (1992)	1.53	1.53 :0.56	Si

Tabla 3. *Comparación de las dosis de Suplementación entre los estudios.*

DISCUSIÓN

El presente estudio fue designado para comparar los efectos de una bebida con CHO-PRO vs. una bebida isocalórica que solo contenía solo CHO, sobre parámetros sanguíneos y de resistencia durante el período de recuperación luego de un ejercicio de deplección de CHO. Nosotros encontramos que la administración de una bebida de CHO-PRO resultó en una mayor concentración de insulina y en un mayor tiempo de carrera hasta el agotamiento, comparada con la ingesta de una bebida isocalórica que solo poseía CHO. Bajo ambas condiciones, los niveles plasmáticos de glucosa fueron bien mantenidos y no difirieron entre tratamientos, sin embargo, hubo una tendencia a una menor concentración en el tratamiento con CHO-PRO.

La adición de PRO a los CHO parece incrementar la secreción de insulina. Es sabido que la insulina facilita el consumo de glucosa en el interior de la célula muscular a través del desplazamiento de los transportadores GLUT-4 desde los sitios intracelulares hasta el sarcolema de la célula muscular (16,8). La insulina puede también activar la glucógeno sintetasa y por esta razón producir un mayor incremento en la tasa de resíntesis de glucógeno (7) mas allá de la que puede ser explicada por una provisión de glucosa sola o por una deplección de glucógeno muscular inducida por el ejercicio. (17).

Se han realizado recientemente reportes en la literatura acerca de cómo la ingesta de PRO puede incrementar la respuesta de la insulina a una carga de carbohidratos, y también incrementar la tasa de resíntesis de glucógeno post-ejercicio (7, 8, 18). Nuestros hallazgos están de acuerdo a encontrados por Zawadzki y cols. (7), sin embargo, difiere de otros resultados (8, 18). Estas diferencias pueden ser atribuidas a las diferentes concentraciones y composición de los suplementos utilizados en diferentes estudios.

Los estudios en los cuales no se encontraron incrementos en la respuesta a la insulina cuando se agregó PRO a un suplemento basado en CHO, usaron dosis relativas de PRO y CHO más bajas(Tabla 3). La dosis usada en este estudio fue muy similar a la usada por Zawadzki y cols. (7). Sin embargo en este estudio, la energía total consumida fue similar en ambos tratamientos. Los hallazgos de Zawadzki y cols. (7) fueron criticados, debido a que el suplemento CHO-PRO contenía un 43% más de calorías que el suplemento que solo contenía CHO (8). Aún así, cuando fue realizada esta crítica, como fue el caso de este estudio, la adición de PRO seguía incrementando la respuesta a la insulina.

Se ha demostrado previamente, que la concentración de proteína utilizada en este estudio (40.7 gr) inducía una liberación de insulina cuando se combinaba con carbohidratos o cuando se administraba separadamente (6). Algunos investigadores han encontrado que el umbral mínimo de ingestión de PRO para incrementar la liberación de insulina es de 8 gramos (19). Por lo cual, algunos estudios en los cuales no se encontraron elevaciones en la secreción de insulina con la adición de PRO, pudieron haber utilizado una dosis debajo del umbral requerido para elevar la insulina. Por ejemplo, basados en el peso corporal de los sujetos, en un estudio conducido por Tarnopolsky y cols. (8), el consumo promedio de PRO para hombres fue 7.3 gr y 6.5 gr para las mujeres. Sin embargo, el umbral de 8 gr no explica totalmente las discrepancias entre estudios ya que otros grupos de investigación dieron a los sujetos 20 gr de PRO con 57 gr de CHO y no observaron un incremento en la secreción de insulina (18).

Otra posible explicación para la diferencia entre investigaciones sobre este tema, se relaciona a la adición de una pequeña cantidad de grasa a la mezcla CHO-PRO. Es sabido que la grasa inhibe el vaciado gástrico y lleva a una reducción de los niveles plasmáticos de glucosa (17). Sin embargo, no existe evidencia que la co-ingestión de grasa con CHO disminuya la secreción de insulina. Por lo tanto, la presencia de grasa en la mezcla CHO-PRO no explica las diferencias entre nuestros hallazgos y los resultados de otros grupos que no han visto incrementos en la secreción de insulina con adición de PRO.

Habiendo discutido un número de posibles razones para los diferentes hallazgos en los estudios citados, la mayor causa de estas diferencias puede relacionarse con la cantidad de la dosis utilizada. Como puede verse en la Tabla 3, aquellos estudios que han observado mayores niveles de insulina con la adición de PRO a un suplemento de CHO, utilizaron niveles substancialmente más altos de CHO y de PRO. En el presente estudio, el pico de insulina en plasma llegó a 60.84 µU/ml y fue encontrado 30 minutos después de la segunda dosis de la bebida CHO-PRO. Como ha sido previamente establecido, esta mayor concentración de insulina probablemente incremente la actividad de la glucógeno sintetasa. Aunque no se realizaron mediciones directas de glucógeno muscular, otros grupos han demostrado un incremento en la tasa de resíntesis de glucógeno después de la administración de una bebida similar bajo condiciones similares. Por este motivo, nosotros creemos que, posterior a la administración de la bebida CHO-PRO, la concentración intramuscular de glucógeno pudo haber sido superior en comparación a la ingesta de la bebida que solo contenía carbohidratos.

Se sabe que el ejercicio hasta la fatiga, esta directamente relacionado al contenido intramuscular de glucógeno (1,2). Después de la ingesta de la bebida CHO-PRO se observó un mayor tiempo de carrera hasta el agotamiento (21%) en comparación con la ingesta de CHO solos. La intensidad utilizada para la carrera de rendimiento fue seleccionada a un nivel del VO_2 de 10 ±3.0 % superior al IAT. Se asume que dentro de este rango de intensidad, el glucógeno intramuscular es el principal combustible para la actividad muscular (20). Por este motivo, ya que los niveles de glucosa sanguínea fueron similares entre tratamientos y que el tiempo de carrera hasta la fatiga fue mayor en el tratamiento CHO-PRO, se asume que la mayor hiperinsulinemia en el tratamiento CHO-PRO debió haber estimulado una mas rápida síntesis de glucógeno muscular pos-ejercicio y una mayor reserva de glucógeno antes de realizar la carrera de rendimiento.

En conclusión, el proceso de recuperación de glucógeno muscular aparentemente puede ser acelerado cuando una bebida contiene las concentraciones adecuadas de CHO-PRO en comparación con una bebida isocalórica que contenga solo CHO. Esta estrategia nutricional puede ser crítica para atletas que necesiten participar de varios eventos o sesiones de entrenamiento durante el curso de un día. Se necesitan más estudios para determinar el umbral (mínimo) de las dosis de combinación de PRO-CHO requeridas para optimizar la síntesis de glucógeno muscular pos-esfuerzo.

Agradecimientos: Los autores agradecen al Massachusetts Governor’s Committee on Physical Fitness and Sports por su ayuda financiera. Además, quisiéramos agradecer a la Corporación Shackely por donar los productos que fueron utilizados en este estudio. Quisiéramos agradecer también al Dr. John Ivy por su contribución a este estudio.

Dirección para Correspondencia: Samuel A. Headley, Allied Health Sciences Center, 460 Alden Street, Springfield College, Springfield, MA 01109; E-mail Sheadley@spfldcol.edu ; Tel # 413-748-3340

REFERENCIAS

1. Fallowfield JL, Williams C (1993). Carbohydrate intake and recovery from prolonged exercise. *Int J Sports Nutr 3:150-64*
2. Ivy JL, Katz AL, Cutler CL, Sherman WM, Coyle EF (1988). Muscle glycogen synthesis after exercise: Effect of time of carbohydrate ingestion. *J Appl Physiol 64:1480-85*
3. Nuttall FQ, Mooradian AD, Gannon MC, Billington C, Krezowski P (1984). Effect of protein ingestion on the glucose insulin response to a standardized oral glucose load. *Diabetes Care 7(5):465-70*
4. Zawadzki KM, Yaspelkis BB, Ivy JL (1992). Carbohydrate-protein complex increases the rate of muscle glycogen storage after exercise. *J Appl Physiol 72:1854-59*
5. Tarnopolsky MA, Bosman M, MacDonald JR, Vandeputte D, Martin J, Roy BD (1997). Postexercise protein carbohydrate and carbohydrate supplements increase muscle glycogen in men and women. *J Appl Physiol 83(6):1877-83*
6. McConnell TR (1988). Practical Considerations in the testing of VO2max in runners. *Sports Med 5:57-68*
7. BA Franklin, MH Whaley, ET Howley, editors (2000). ACSM□s Guidelines for Exercise Testing and Prescription, 6th Edition. *Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia*
8. Beaver WL, Wasserman K, Whipp BJ (1985). Improved detection of lactate threshold during exercise using a log-log transformation. *J Appl Physiol 59:1936-40*
9. Jackson AS, Pollock ML (1985). Practical assessment of body composition. *Physician and Sports Med 13: 76-90*
10. Muoio DM, Leddy JJ, Horvath PJ, Awad AB, Pendergast DR (1994). Effect of dietary fat on metabolic adjustments to maximal VO2 and endurance in runners. *Med Sci Sports and Exerc 26(1):81-8*
11. Robinson DM, Robinson SW, Hume PA, Hopkins WG (1991). Training intensity of elite distance runners. *Med Sci Sports Exerc 23(9):1078-82*
12. Norusis MJ (1993). SPSS for windows base system users guide: Release 6.0. *Chicago, IL: SPSS. Kuo CH*
13. Browning KS, Ivy JL (1999). Regulation of GLUT4 protein expression and glycogen storage after prolonged exercise. *Acta Physiol Scand 165:193-201*
14. Burke LM, Collier GR, Beasley SK, Davis PG, Fricker PA, Heeley P et al (1995). Effect of coingestion of fat and protein with carbohydrate feedings on muscle glycogen storage. *J Appl Physiol 78(6):2187-92*
15. Roy BD, Tarnopolsky MA (1998). Influence of differing macronutrient intakes on muscle glycogen resynthesis after resistance exercise. *J Appl Physiol 84(3):890-6*
16. Hoffman Z, Kuipers H, Keizer H, Fransen EJ, Servais RCJ (1995). Glucose and insulin responses after commonly used sport feedings before and after a 1-hr training session. *Int J Sports Nutr 5:194-205*
17. Brooks GA, Mercier J (1994). Balance of carbohydrate and lipid utilization during exercise: the crossover concept. *J Appl Physiol 76(6):2253-61*

Cita Original

Eric S. Niles, Tony Lacowetz, John Garfi, William Sullivan, John C. Smith, Brian P Leyn, and Samuel A Headly. Carbohydrate-Protein Drink Improves Tieme to exhaustion After Recovery from endurance Exercise. JEPonline, 2000, 4 (1): 45-52, 2.1.