PubliCE, (PubliCE) 1999

Monograph

La Suplementación con Carbohidratos no Mejora el Rendimiento en Sprint en Mujeres Ciclistas

Anthony T Jarvis[1], Scott D Felix[1], Stacy Sims[1], Margaret T Jones[1], Mary A Coughlin[1] y Samuel A Headley[1]

[1]*Department of Exercise & Sports Studies, Springfield College, 263 Alden Street, Springfield, MA 01109.*

RESUMEN

Este estudio fue diseñado para examinar los efectos de la ingesta una bebida con 7% de electrolitos y carbohidratos (CE) sobre el rendimiento del sprint en ciclistas mujeres entrenadas inmediatamente después de 50 minutos de pedaleo en un cicloergómetro al 80% del VO_2 máx. Para medir la potencia pico, la potencia media y el índice de fatiga se utilizo el test de Wingate (WAT). No se hallaron diferencias significativas ($p>0.05$) entre los tratamientos con CE y con placebo (PL) para ninguno de los índices del WAT. Hacia el final de la prueba se halló que la concentración sanguínea de glucosa fue significativamente mayor ($p<0.05$) en el grupo CE que para el grupo PL. El RPE se incremento más dramáticamente, en relación a los valores iniciales, para el grupo PL que para el grupo CE ($p<0.05$). Los resultados sugieren que el rendimiento en ejercicios de alta intensidad en mujeres ciclistas no es mejorado con el consumo de una bebida CE durante el ejercicio, a pesar de la reducción en la percepción del esfuerzo.

Palabras Clave: wingate, anaeróbico, carbohidratos-electrolitos, mujeres

INTRODUCCION

Cuando se realiza ejercicio a cargas de trabajo relativamente altas, la depleción de glucógeno intramuscular limita la capacidad de realizar ejercicios prolongados (1). El aumento de las reservas musculares y hepáticas de glucógeno hasta niveles dos veces mayores al normal ha demostrado mejorar el rendimiento de resistencia (2). Cuando se han incrementado las reservas musculares y hepáticas de glucógeno, la ingesta de carbohidratos provoca una pequeña mejora en el rendimiento (3). Asimismo, cuando se han depletado las reservas musculares y hepáticas de glucógeno, como en el caso de la realización de un ayuno nocturno (4), el rendimiento se ve afectado de forma negativa. La declinación resultante en la concentración plasmática de glucosa contribuye a la producción de fatiga durante la realización de ejercicios prolongados, limitando la oxidación de carbohidratos (5).

En condiciones de ayuno, cuando los niveles de glucosa son muy bajos o han sido depletados, la utilización de una fuente exógena de carbohidratos se vuelve progresivamente más importante. Durante las últimas etapas de un ejercicio prolongado e intenso, la administración de una fuente exógena de carbohidratos permite la oxidación de carbohidratos de

fuentes distintas a las del glucógeno muscular (6).

Mientras la mayor parte de la evidencia disponible indica que la ingesta de carbohidratos en forma exógena es beneficiosa durante ejercicios aeróbicos de intensidad moderada, evidencia reciente ha sugerido que el uso de una fuente exógena de carbohidratos también puede ser beneficiosa durante la realización de ejercicios de alta intensidad (7-10). Mediante alteraciones favorables en la concentración de glucosa sanguínea, es posible reducir la depleción de glucógeno muscular durante ejercicios de corta duración (i.e., <60 min.) y alta intensidad (i.e., >80 % VO_2 máx). Como resultado de este ahorro de glucógeno, se puede observar un incremento en el rendimiento en sprints (aceleraciones) hacia el final de la actividad (10).

Hargreaves et al. (10) sometieron a un protocolo de ejercicio a 10 hombres (VO_2 máx. promedio, 4.43±0.13 L/min.) por un tiempo total de 4 horas en un cicloergómetro con etapas intermitentes de intensidad moderada y alta. El rendimiento en los sprints hacia el final de cada etapa fue un 45% mayor cuando los sujetos fueron suplementados con carbohidratos.

Below et al. (8) estudiaron a 8 hombres entrenados en resistencia (VO_2 máx. promedio, 4.44±0.08 L/min.). Estos sujetos pedalearon durante 50 minutos al 80% del VO_2 máx. Durante las pruebas en las cuales recibieron suplementos con carbohidratos, los sujetos recibieron 79±4 g de una bebida a base de electrolitos y carbohidratos. A continuación se realizó un test de rendimiento en ciclismo durante el cual se requirió que los sujetos completaran cantidades predeterminadas de trabajo en el menor tiempo posible. Se les pidió a los sujetos que pedalearan durante 10 minutos a una tasa de trabajo 10% mayor que su umbral de lactato individual. En este estudio se halló que tanto la ingesta de fluidos como la de carbohidratos mejoraban el rendimiento en ciclismo, siendo estos efectos aditivos. Estos investigadores hallaron que la ingesta de carbohidratos mejoraba el rendimiento en ciclismo luego de la realización de ejercicios de alta intensidad.

Ball et al. (7) también examinaron los efectos de la ingesta de carbohidratos sobre el rendimiento en sprints realizados en un cicloergómetro en 8 ciclistas entrenados de sexo masculino. La intensidad del ejercicio antes de la medición del rendimiento en sprint también correspondió al 80% del VO_2 máx. la cual se mantuvo durante 50 minutos. El rendimiento en los sprints se incrementó con la ingesta de un suplemento a base de carbohidratos el cual proveía de aproximadamente 53 g CHO/h.

La mayoría de los estudios previos acerca de la suplementación con carbohidratos se ha concentrado en atletas de sexo masculino. La realización del presente estudio se propuso a partir de que existen pocos estudios que hayan investigado el impacto de la suplementación con carbohidratos sobre el rendimiento en ejercicios de alta intensidad en mujeres y debido a que nuestro laboratorio previamente demostró que los ciclistas de sexo masculino mejoran su rendimiento en sprints con la suplementación con CHO (7). Se planteó la hipótesis de que la capacidad de sprint en mujeres ciclistas podría ser mejorada con la ingesta de carbohidratos exógenos, la cual se llevó a cabo durante la realización de 50 minutos de ciclismo de alta intensidad.

METODOS

Sujetos

Diez mujeres ciclistas entrenadas eumenorreicas con un VO_2 máx. de al menos 40 $ml.kg^{-1}.min^{-1}$ dieron su consentimiento informado para participar en este estudio. Todas las ciclistas de sexo femenino fueron seleccionadas del área de New England y New York.

Instrumentos de Evaluación

La talla (cm) y el peso (kg) de los sujetos fueron determinados utilizando una balanza Detecto. La composición corporal fue determinada usando calibres de pliegues cutáneos Lange. La frecuencia cardiaca fue medida utilizando un monitor de frecuencia cardíaca Polar Vantage XL (Stamford, CT Model #45900).

Para realizaron los tests de VO_2 máx. y los protocolos de ciclismo, se utilizó un cicloergómetro Monark frenado mecánicamente (Modelo #864). El asiento del cicloergómetro Monark fue reemplazado por un asiento Turbo Saddle de la marca Vetta (Vicenza, Italia). Los pedales de plataforma fueron reemplazados por pedales con trabas y correas y el manubrio del cicloergómetro fue reemplazado por manubrio modelo Extreme de la marca Scott (Sun Valley, ID). Para medir las revoluciones de los pedales se utilizó un sensor óptico que se colocó en interfase con una computadora IBM utilizando un programa de SportMedicine Industries (SMI, St. Cloud, MN).

Para medir los volúmenes espirados de oxígeno y dióxido de carbono, se utilizó una unidad de medición del Gasto Energético SensorMedics (2900 System, Yorba Linda, CA). Las concentraciones plasmáticas de glucosa y de lactato sanguíneo fueron medidas utilizando un analizador Reflotron (Boehringer Mannheim Corp., Indianapolis, IN) y un analizador de lactato (Model 1500-L, Yellow Springs, OH) respectivamente.

Test para la Medición del VO_2 máx.

Para el tests de VO_2 máx. en ciclismo se utilizó un protocolo continuo que consistió de etapas de 3 min comenzando con una carga de 1 kilopondio (Kp) (1 Kp=9,81 N), que fue incrementada en 0.5 Kp en cada etapa subsiguiente de 3 min. A lo largo de todo el test los sujetos pedalearon a una cadencia de 90 rev./min. El VO_2 máx. fue establecido cuando se observaban al menos dos de los siguientes criterios: (a) una estabilización o reducción del consumo de oxígeno asociado con un incremento de la carga; (b) un valor de R mayor de 1.15; (c) una frecuencia cardíaca dentro de los 10 latidos de la máxima estimada a partir de la edad (11); o (d) una concentración sanguínea de lactato de al menos 8 mmol/L.

Procedimientos

Antes de realizar cualquier evaluación, los sujetos completaron y firmaron una ficha de consentimiento y un cuestionario de historia médica. Se le requirió a cada sujeto que antes de cada prueba experimental complete un diario de entrenamiento y de alimentación (de tres días). Los diarios de alimentación fueron analizados utilizando el programa Nutritionist III Versión 7.0 (N-squared computing, Salem, OR). Esto fue llevado a cabo para determinar la ingesta calórica y los porcentajes de carbohidratos, grasas y proteínas que estaban ingiriendo los sujetos antes de los tratamientos. Para asegurar que las evaluaciones fueran llevadas a cabo durante la fase folicular del ciclo menstrual, los sujetos completaron un formulario de historia menstrual. Los sujetos arribaron al laboratorio para completar la primera sesión experimental durante los primeros 2 días de su ciclo menstrual. La siguiente sesión fue llevada a cabo 7 días después.

Los sujetos realizaron un total de tres tests en el cicloergómetro Monark. El primero fue llevado a cabo para medir el VO_2 máx. de los sujetos. Los sujetos ayunaron por un mínimo de 12 horas antes de realizar las dos pruebas de tratamiento que estuvieron separadas por un período de una semana pero que fueron llevadas a cabo a la misma hora del día. Durante los tratamientos a los sujetos se le proporcionó, en forma compensada y doble ciego, con una solución al 7 % de un polímero de glucosa que contenía maltodextrina (Exceed) o con una solución placebo (PL) que contenía un endulzante y un saborizante artificial (Crystal Light). El volumen de solución ingerido durante los tratamientos fue de 2 mL/kg de peso corporal. Esto totalizaba un volumen consumido durante el ejercicio de 440 a 604 mL. Las soluciones CE o PL fueron administradas a los 10, 20, 30 y 40 minutos durante la realización de 50 min de ejercicio al 80% del VO_2 máx (en base a la carga). Todos los fluidos fueron mantenidos en el refrigerador hasta el momento de su consumo.

Las muestras de glucosa y lactato sanguíneo fueron recolectadas al comienzo, y a los 23 y 46 min de ejercicio por medio de la técnica de punción capilar (12). Tanto los valores del índice de intercambio respiratorio (RER) (13) como el RPE (14) fueron obtenidos a intervalos de 2 minutos durante todo el ejercicio, los cuales fueron promediados en intervalos de 15 min, y fueron analizados a los minutos 15, 30 y 45 del ejercicio.

Inmediatamente después de la realización de los dos tests de 50 min al 80% del VO_2 máx. en el cicloergómetro, se llevaron a cabo los test de Wingate de potencia anaeróbica (WAT) (15). Utilizando un sensor óptico en interfase con una computadora IBM compatible y un programa de SportsMedicine Industries™ (SMI, St. Cloud, MN), se contabilizaron las revoluciones de la rueda del cicloergómetro, las cuales fueron registradas mediante la lectura de 16 reflectores igualmente espaciados colocados sobre la rueda del cicloergómetro Monark. Como resultado, se obtuvieron cuatro índices del WAT que fueron utilizados posteriormente para los análisis: (a) el pico de potencia, la mayor potencia mecánica observada durante el test; (b) la potencia media, la potencia promedio sostenida durante los 30 s del test; (c) la potencia mínima, la menor potencia mecánica observada durante el test, y (d) el índice de fatiga, el porcentaje de la diferencia entre el pico de potencia y la potencia mínima.

Análisis Estadísticos

Para analizar las ingestas dietarias de los 3 días previos a cada una de las sesiones experimentales que implicaban la ingesta de CE o de placebo saborizado y endulzado con aspartamo, se utilizaron una serie de pruebas t para muestras dependientes. Para analizar los datos de la glucosa sanguínea, lactato sanguíneo, RER, y RPE obtenidos con los tratamientos CE y PL se utilizó el análisis de varianza ANOVA para mediciones repetidas 2x3 (tratamiento x tiempo). Para analizar los datos del pico de potencia, de la potencia media, de la potencia mínima y del índice de fatiga obtenidos con el test de Wingate con los tratamientos CE y PL, se utilizó la prueba t para mediciones dependientes. Se utilizó la prueba post hoc LSD de Fisher de comparaciones múltiples para determinar cuales eran los valores medios que difirieron para las variables y que tuvieron una interacción significativa tratamiento x tiempo. Para todas las comparaciones estadísticas se utilizó un nivel alfa de 0.05.

RESULTADOS

Todos los datos están expresados como valor medio±DE. Los datos descriptivos de los sujetos se presentan en la Tabla 1. Los sujetos que participaron en el estudio estaban moderadamente entrenados en resistencia con un VO_2 máx por encima del promedio y con valores de grasa corporal por debajo del promedio. Los resultados de las pruebas t para datos apareados no mostró diferencias significativas ($p>0.05$) entre las dos condiciones de tratamiento respecto del total de calorías, gramos de carbohidratos, grasas y proteínas; ni en el porcentaje de carbohidratos, grasas y proteínas.

Variable	Valor Medio±DS	Mínimo	Máximo
Edad (años)	30.40 ± 7.90	20.00	42.00
Altura (cm)	168.15 ± 4.29	160.02	175.26
Peso (kg)	63.38 ± 7.28	55.00	75.50
Grasa corporal (%)	17.42 ± 2.69	14.00	22.90
VO_2 máx. ($ml.kg^{-1}.min^{-1}$)	47.13 ± 3.75	40.34	52.89

Tabla 1. *Estadísticas descriptivas de mujeres ciclistas (n=10)*

Glucosa Sanguínea

Se halló una interacción significativa para la condición de tratamiento por tiempo fue para los niveles de glucosa sanguínea [F=5.93, Tabla F (2, 16)=3.63, p=0.012]. No se observaron diferencias significativas ($p>0.05$) entre la ingesta de la bebida a base de carbohidratos y electrolitos (CE) y la ingesta de placebo (PL) al inicio de la prueba ni al minuto 23. Sin embargo, se halló que los valores medios de glucosa sanguínea fueron significativamente mayores ($p<0.05$) para la condición CE en comparación con la condición PL a los 46 min de la prueba (ver Figura 1).

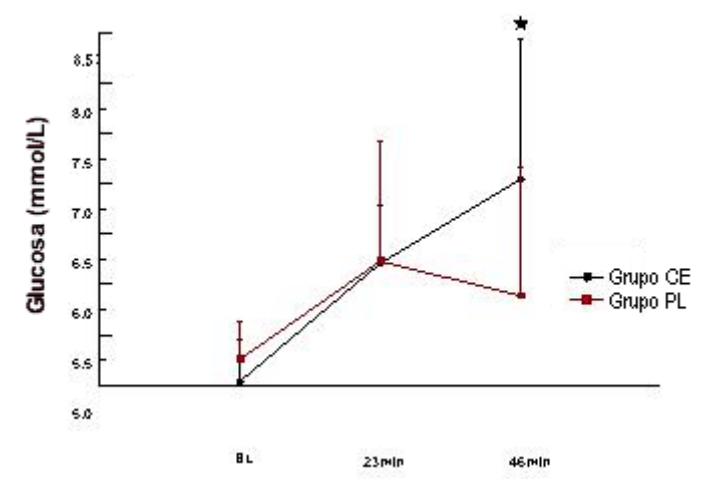


Figura 1. *Niveles de glucosa sanguínea (mmol/L) a través del tiempo para los tratamientos con bebida a base de carbohidratos y electrolitos y con placebo. * Diferencia significativa entre PL y CE ($p<0.05$).*

Lactato Sanguíneo

No se observó ni una interacción tratamiento x tiempo ni un efecto del tratamiento (CE vs PL) para el lactato sanguíneo, por lo tanto los datos fueron agrupados. De esta manera se observó un efecto significativo. Los niveles de lactato no fueron diferentes entre los minutos 23 y 46 de la prueba, sin embargo en estos minutos los niveles de lactato fueron mayores que los observados al inicio de la prueba (ver Figura 2).

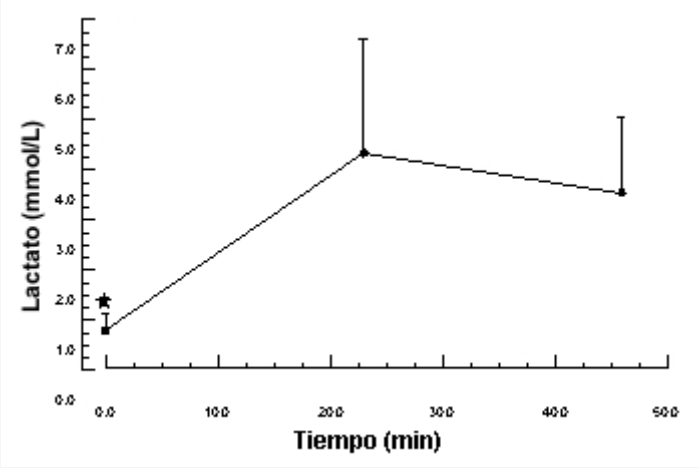


Figura 2. *Concentración plasmática de lactato (mmol/L) a través del tiempo (p<0.05).*

RER

No se observó interacción tratamiento x tiempo o efecto del tratamiento para el RER. Se observó un efecto significativo del tiempo (p<0.05) para la media de RER a través de los tres intervalos promediados de 15 minutos. Se hallaron diferencias significativas (p<0.05) entre todas las comparaciones. Los valores de RER fueron significativamente mayores (p<0.05) en los minutos 30 y 45 que en el minuto 15. Asimismo se observó que el valor de RER al minuto 45 fue significativamente mayor (p<0.05) que el observado al minuto 30 (ver Tabla 2).

Variable	15 Min	30 Min	45 Min
RER	0.95±0.06 *	0.96 ± .07	0.99 ± .07 **
RPE (PL)	3.9 ± 1.1 §	5.1 ± 1.5	5.5 ± 1.9
(CE)	4.2 ± 1.4	4.7 ± 1.6	5.1 ± 2.1

Tabla 2. *Valores de RER agrupados a través de los tratamientos y datos del RPE durante las pruebas CE y PL. * Valor en el min 15 menor con respecto a los valores de los min 30 o 45 (p<0.05), ** Valor en el min 45 mayor con respecto al valor del min 30 (p<0.05), § Valor en el min 15 significativamente menor con respecto al valor en el min 30 o 45 (p<0.05).*

RPE

Se halló una interacción significativa tratamiento x tiempo para el RPE [F=6.07, Tabla F (2, 18)=3.55, p=0.010]. Los análisis post hoc indicaron que no hubo diferencias significativas en los valores de RPE a lo largo del tiempo para la condición de tratamiento con CE [F=2.62, Tabla F (2, 18)=3.55, p=0.10]. Sin embargo, para la condición de tratamiento con PL, se hallaron diferencias significativas (p<0.05) para los valores de RPE a través de los intervalos de tiempo [F=8.73, Tabla F (2, 18)=3.55, p=0.00]. No se hallaron diferencias significativas en los valores medios del RPE entre los minutos 30 y 45. Sin embargo, se observó que los valores para los minutos 30 y 45 fueron significativamente mayores (p<0.05) que para el minuto 15 en el grupo PL (ver Tabla 2).

Rendimiento en el Sprint

Con la realización del WAT se obtuvieron y evaluaron cuatro índices de rendimiento. No se hallaron diferencias significativas entre las condiciones de tratamiento con CE y PL. Los datos se presentan en la Tabla 3.

Variable	PL	CE
Potencia pico (watts)	491.5 ± 101.9	508.2 ± 99.4
Potencia media (watts)	425.7 ± 72.7	431.7 ± 63.3
Potencia mínima (watts)	356.6 ± 47.5	361.9 ± 36.0
Índice de fatiga (%)	26.0 ± 9.2	27.2 ± 10.7

Tabla 3. *Datos del test de Wingate.*

DISCUSION

Luego de la realización de un ayuno de 12 horas, el glucógeno hepático se reduce dramáticamente (4). Por lo tanto, durante la realización de ejercicios prolongados habrá una tendencia de la glucosa plasmática a reducirse si es que no se ingiere una fuente de glucosa exógena. En este estudio, como se esperaba, los niveles de glucosa sanguínea fueron mayores en el grupo CE que en el grupo PL. Esto no resultó en mejores rendimientos durante el WAT, aunque pudo haber afectado el esfuerzo percibido (i.e., RPE) de los sujetos. Además, el índice de fatiga no fue significativamente diferente entre las dos pruebas.

El RPE es una variable que proporciona un indicador de la dificultad percibida del trabajo realizado por los sujetos (14). La interacción significativa tratamiento x tiempo indicó que el RPE se incrementó más durante la prueba con PL que durante la prueba con CE. Por lo tanto, los sujetos no sintieron como que estaban trabajando tan duró durante las últimas etapas de la prueba de 50 min como resultado del consumo periódico de la bebida CE durante el ejercicio. El consumo de una bebida a base de carbohidratos parece reducir la percepción de fatiga.

Durante la prueba de 50 min, se observó un incremento en le RER. Esto podría sugerir que, a través del tiempo, hubo un incremento relativo en la tasa de producción de dióxido de carbono en comparación con el oxígeno consumido. El dióxido de carbono es un subproducto de la respiración, produciéndose mayor cantidad debido al catabolismo de los carbohidratos que de las grasas, o como resultado del amortiguamiento de los protones libres por el bicarbonato. A partir de los resultados de este estudio, es muy difícil determinar cual de estos parámetros es el responsable del incremento observado en los valores de RER.

Las diferencias sexuales pueden explicar las discrepancias entre los resultados de la presente investigación, en la cual se utilizaron mujeres ciclistas como sujetos, y los resultados de estudios previos de naturaleza similar, pero que utilizaron ciclistas varones (7, 8). En el presente estudio así como también en el estudio de Ball et al (7) y de Below et al (8), los sujetos ingirieron de forma intermitente una bebida a base de carbohidratos y electrolitos y realizaron una cicloergometría de 50 min al 80% del VO_2 máx seguido de un test de “sprint” de alta intensidad. A diferencia del presente estudio, la ingesta de carbohidratos produjo un incremento en el rendimiento de los ciclistas de los estudios previamente mencionados (7, 8).

También es importante señalar que en este estudio, así como también en el caso del estudio de Ball et al. (7), a los sujetos se les proporcionó la misma dosis relativa (i.e., 2 mL/kg) de una bebida idéntica a base de carbohidratos y electrolitos. Para los hombres, esto fue equivalente a consumir carbohidratos a una tasa aproximada de 53 g/h en comparación con la tasa de ingesta de carbohidratos de las mujeres que fue de 36 g/h. Por lo tanto, es posible que las mujeres ciclistas hayan recibido el suplemento de carbohidratos a una tasa menor al umbral mínimo necesario para observar un efecto ergogénico (16).

Tarnopolsky et al (17, 18) han mostrado que las mujeres entrenadas oxidan lípidos a una tasa mayor durante la realización de ejercicios submáximos que los hombres con igual nivel de entrenamiento. Este mismo grupo de investigadores también ha demostrado que las mujeres entrenadas en resistencia muestran un brusco incremento en la concentración intramuscular de glucógeno, pero virtualmente no muestran mejoras en el rendimiento luego de un período de carga de carbohidratos en comparación con los hombres (17). Estos hallazgos son consistentes con las observaciones realizadas en el presente estudio.

Se cree que las hormonas femeninas (estrógenos y progesterona) tienen efectos significativos sobre la utilización de sustratos durante el ejercicio (19). Se ha mostrado que los estrógenos incrementan la oxidación de lípidos lo cual tiene un efecto ahorrador de carbohidratos (20). Los niveles de estas hormonas esteroides varían de una forma relativamente predecible durante un ciclo de 28-34 días. Por lo tanto, la utilización de sustratos es influenciada por la fase del ciclo

menstrual en la cual se realizan los ejercicios (21). En el presente estudio, todos los sujetos fueron evaluados durante la fase folicular de su ciclo menstrual, tiempo en el cual se piensa que los niveles de estrógenos son bajos y los efectos de confusión de la progesterona son mínimos (21, 22). Durante la fase lutea del ciclo menstrual, tanto los estrógenos como la progesterona son altos, y el efecto ahorrador de glucógeno se incrementa (23). Sin embargo, aun durante la fase folicular (cuando los niveles de estrógenos son generalmente bajos), las mujeres derivan la mayor proporción de energía a partir de las grasas y utilizan menos carbohidratos que los hombres (18). Esta mayor dependencia en las grasas puede estar directamente relacionada con el efecto de los estrógenos sobre el metabolismo de las grasas o indirectamente relacionada a través de su acción sobre la hormona del crecimiento (22).

La utilización de anticonceptivos orales (OC) por las deportistas puede tener efectos sobre la utilización de sustratos durante el ejercicio. Se ha mostrado que la utilización de OC influencia los niveles plasmáticos de la hormona del crecimiento y de la glucosa (24). Debido a que cinco de los diez sujetos en el presente estudio estaban utilizando alguna forma de OC es posible que esto haya tenido un efecto sobre el metabolismo de los sustratos y haya influenciado el rendimiento durante el WAT.

También es posible que la inclusión de más sujetos pudiera haber producido diferentes resultados. El análisis de la potencia estadística del estudio indicó que se hubieran necesitado aproximadamente entre 15 (potencia=70%) a 23 (potencia=90%) mujeres para detectar una diferencia provocada por el tratamiento. En contraste, con hombres, los efectos del tratamiento se hubieran detectado con la utilización de tan solo 8 sujetos (7).

En conclusión, la ingesta de una solución al 7% de CE (en la misma dosis relativa que la utilizada por hombres) no incrementa significativamente el rendimiento en ejercicios de corta duración (i.e., <60 min) y alta intensidad (i.e., >80% del VO_2 máx.) en mujeres entrenadas. Esto puede estar causado por diferencias sexuales en la utilización de sustratos durante el ejercicio. En mujeres podría requerirse de una mayor dosis relativa de carbohidratos para provocar un efecto ergogénico durante la realización de ejercicios de alta intensidad.

REFERENCIAS

1. Hermansen L, Hultman E, Saltin B (1967). Muscle glycogen during prolonged severe exercise. *Acta Physiol Scand; 71:129-139*
2. Karlsson J.Saltin B (1971). Diet, muscle glycogen, and endurance performance. *J Appl Physiol; 31(2):203-206*
3. Flynn MG, Costill DL, Hawley JA, Fink WJ, Neufer PD, Fielding RA et al (1987). Influence of selected carbohydrate drinks on cycling performance and glycogen use. *Med Sci Sport Exerc; 19(1):37-40*
4. Nilsson LH, Hultman E (1973). Liver glycogen in man - the effect of total starvation or a carbohydrate-poor diet followed by carbohydrate refeeding. *Scand. J. Clin. Lab Invest; 32:325-330*
5. Coggan AR, Coyle EF (1987). Reversal of fatigue during prolonged exercise by carbohydrate infusion of ingestion. *J Appl Physiol; 63(6): 2388-2395*
6. Coyle EF, Coggan AR, Hemmert MK, Ivy JL (1986). Muscle glycogen utilization during prolonged strenuous exercise when fed carbohydrate. *Med Sci Sports Exerc; 61(1):165-172*
7. Ball TC Headley SA, Vanderburgh PM, Smith JC (1995). Periodic carbohydrate replacement during 50 min of high- intensity cycling improves subsequent sprint performance. *Int J Sport Nut; 5:151-158*
8. Below PR, Mora-Rodriguez R, Gonzalez-Alonso J, Coyle EF (1995). Fluid and carbohydrate ingestion independently improve performance during 1 hr of intense exercise. *Med Sci Sports Exerc; 27(2):200-210*
9. Wilber RL, Moffatt RJ (1992). Influence of carbohydrate ingestion on blood glucose and performance in runners. *Int J Sport Nut; 2(4):317-327*
10. Hargreaves M, Costill DL, Coggan A, Fink WJ, Nishibata I (1984). Effect of carbohydrate feedings on muscle glycogen utilization and exercise performance. *Med Sci Sport Exerc; 16(3):219-222*
11. Astrand, PO (1960). Aerobic work capacity in men and women, with special reference to age. *Acta Physiol Scand (Suppl.) 169:1-90*
12. Forster HV, Dempsey JA, Thomson J, Vidruk E, Dopico GA (1972). Estimation of arterial PO2, PCO2, pH, lactate from arterialized blood. *J Appl Physiol; 32(1):134-137*
13. Astrand PO, Rodahl, K (1986). Textbook of work physiology: Physiological basis of exercise (3rd ed.). *New York: McGraw-Hill*
14. Borg G (1973). Perceived exertion: A note on "history" and methods. *Med Sci Sports Exerc; 5:90-93*
15. Bar-Or O (1987). The Wingate Anaerobic Test: An update on methodology, reliability, and validity. *Sports Med; 4:381-394*
16. Coggan AR, Swanson SC (1992). Nutritional manipulations before and during endurance exercise: effects on performance. *Med Sci Sports Exerc; 24(9):S331-S335*
17. Tarnopolsky MA, Atkinson SA,Phillips SM, MacDougall JD (1995). Carbohydrate loading and metabolism during exercise in men and women. *J Appl Physiol; 78(4): 1360-1368*
18. Tarnopolsky LJ, MacDougall JD, Atkinson SA, Tarnopolsky MA, Sutton JR (1990). Gender differences in substrate for endurance exercise. *J Appl Physiol; 68(1),302-308*
19. Blatchford FK, Knowlton RG, Schneider DA (1985). Plasma FFA responses to prolonged walking in untrained men and women. *Eur*

J Appl Physiol; 53:343-347
20. Kendrick Z, Steffen CA, Rumsey WL, Goldberg DI (1987). Effect of estradiol on tissue glycogen metabolism in exercised oophorectomized rats. *J Appl Physiol; 63(2):492-496*
21. Hackney AC, McCracken-Compton MA, Ainsworth B (1994). Substrate responses to submaximal exercise in the midfollicular and midluteal phases of the menstrual cycle. *Int J Sport Nut; 4:299-308*
22. Bunt JC (1990). Metabolic actions of estradiol: Significance for acute and chronic exercise responses. *Med Sci Sport Exerc; 22(3):286-290*
23. Nicklas BJ, Hackney AC, Sharp RL (1989). The menstrual cycle and exercise: Performance, muscle glycogen, and substrate responses. *Int J Sport Med; 10(4): 264-269*
24. Bemben DA, Boileau RA, Bahr JM, Nelson RA, Misner JE (1992). Effects of oral contraceptives on hormonal and metabolic responses during exercise. *Med Sci Sports Exerc; 24(2):434-441*

Cita Original

Jarvis Anthony T., Scott D. Felix, Stacy Sims, Margaret T. Jones, Mary Anne Coughlin, and Samuel A. Headley. Carbohydrate supplementation fails to improve the sprint performance of female cyclists. JEPonline; Vol 2, No 2 1999.