

Research

Efectos de la Ribosa como Ayuda Ergogénica

Philip Bishop¹, W. Peveler¹ y E. Whitehorn¹¹Department of Kinesiology, University of Alabama, Tuscaloosa, Alabama 35487

RESUMEN

La cantidad de trifosfato de adenosina (ATP) almacenada en los músculos esqueléticos y disponibles para su uso inmediato es limitada, y una vez utilizado, debe ser resintetizada en el mismo músculo. La ribosa, en una pentosa natural que ayuda a resintetizar el ATP para su utilización en los músculos esqueléticos. Se ha realizado afirmaciones acerca de que los suplementos de ribosa incrementan los niveles de ATP e incrementan el rendimiento. Otros estudios han provisto resultados variados respecto de la efectividad de la ribosa como ayuda ergogénica en dosis altas. Ninguno de estos estudios ha comparado el impacto de las dosis recomendadas de ribosa, en deportistas y no deportistas bajo condiciones de ejercicio, que sean propicias para maximizar la efectividad de estas dosis. El propósito de este estudio fue evaluar la efectividad de la ribosa como ayuda ergogénica con las dosis recomendadas en los suplementos actualmente comercializados durante una prueba de ejercicio que maximice su eficacia. Sujetos de sexo masculino (n=11) realizaron dos pruebas separadas por una semana. Cada prueba consistió de tres test de Wingate de 30 segundos con una recuperación de 2 minutos entre cada test. Las pruebas fueron contrabalanceadas, comenzando una de las pruebas administrando 650 mg de ribosa y la otra administrando placebo. Durante cada test de Wingate se registró el pico de potencia, la potencia media y el porcentaje de reducción en la potencia. El análisis de varianza ANOVA para mediciones repetidas no indicó diferencias significativas ($p>0.05$) entre los grupos suplementados con ribosa y con placebo. Estos resultados sugieren que la ribosa no tiene efectos sobre el rendimiento cuando es ingerida por vía oral y en la dosis sugerida por el distribuidor.

Palabras Clave: ciclistas, wingate, potencia anaeróbica, mejora del rendimiento, hombres

INTRODUCCION

El fosfato de adenosina (ATP) es utilizado durante todos los trabajos musculares y en todo el cuerpo. Sin embargo, la cantidad de ATP almacenada en los músculos es muy limitada. El ATP en los músculos no puede ser suministrado por otras vías y debe ser continuamente resintetizado. La ribosa es una pentosa natural (de 5 carbonos) que ayuda a resintetizar el ATP (10). Existen dos vías metabólicas para la recuperación de energía en el cuerpo y ambas requieren de la ribosa. La primera es la vía de salvataje o *salvage pathway*. La reacción de la mioquinasa, la cual se produce durante la realización de ejercicios de alta intensidad, y provoca la degradación del ATP. El ATP es resintetizado por la recombinación de 2 moléculas de difosfato de adenosina para formar una de ATP y una molécula de monofosfato de adenosina (AMP) (3). Esto deriva en un aumento de los niveles de AMP, el cual es degradado y removido de la célula. Una vez que este es removido, no puede ser reemplazado, lo cual deriva en una reducción en los niveles de adenosina y de fosfato. La ribosa ayuda a salvar los productos finales de la degradación de AMP interrumpiendo este proceso y manteniendo estos productos en la célula. Estos pueden ser reconvertidos en AMP y de allí en ATP. La segunda ruta para la recuperación de energía es la vía de nova (3). Una vez que el AMP abandona la célula, la ribosa debe ser utilizada para comenzar a resintetizar el ATP. Sin

considerar de que vía se trate, cuanto más ribosa haya presente, mayor es el potencial de producción de ATP. La cantidad de ribosa disponible en el cuerpo también es limitada y esto por lo tanto puede afectar la resíntesis del ATP. Si no hay suficiente ribosa disponible, la glucosa debe ser convertida en ribosa, para lo cual se requiere de un largo proceso. Hallsten-Westing et al (7) hallaron que luego de la realización de ejercicios de alta intensidad se requieren al menos 72 horas para la recuperación total de los niveles totales de nucleótidos de adenina en los músculos esqueléticos. Los distribuidores de suplementos de ribosa afirman que estos estimulan el incremento en los niveles de ATP, mejoran el rendimiento y evitan la instalación de la fatiga.

Si se pudieran incrementar las reservas de ATP o la velocidad de resíntesis, entonces teóricamente, se podría incrementar la producción de energía disponible para su utilización inmediata, lo cual a su vez podría incrementar el rendimiento físico. Se han llevado muchas investigaciones utilizando infusiones de ribosa para incrementar las reservas de ATP en animales con isquemia de miocardio inducida (reducción del flujo sanguíneo hacia el corazón) y en humanos con diferentes enfermedades que derivan en isquemia de miocardio. Estos estudios han mostrado un incremento en las concentraciones de ATP luego de la suplementación con ribosa. Zimmer et al (15, 16) hallaron que los niveles de ATP eran repletados parcial o completamente en un período de tiempo más corto en ratas suplementadas con ribosa que en ratas a las cuales no se les administró suplementación. Pliml et al. (11) determinaron que la ribosa ingerida oralmente en un período de 3 días mejoró la tolerancia cardíaca a la isquemia en humanos con enfermedad de las arterias coronarias.

Se han llevado a cabo muy pocos estudios de suplementación con ribosa como ayuda ergogénica en hombres saludables, y estos estudios produjeron resultados variados. En un estudio, se observó un incremento en el rendimiento en el ejercicio de press de banca cuando se compararon a físicoculturistas que fueron suplementados con ribosa con aquellos a los que no se le administraron suplementos (1). En un estudio llevado a cabo por Berardi y Ziegenfuss (2) con sujetos con una extensa historia de entrenamiento de ciclismo, se observó que la ribosa pudo haber incrementado marginalmente el pico de potencia en solo 1 de los 6 test de Wingate modificados. No se halló un incremento significativo en el rendimiento de los sujetos desentrenados. Estos dos estudios utilizaron dosis de ribosa muy grandes, mayores a las indicadas por los distribuidores de ribosa, las cuales son probablemente muy costosas para que sean utilizadas por la mayoría de los atletas (una botella de 18.75 g de ribosa cuesta aproximadamente 20 dólares).

Hellsten et al (6) examinaron a individuos físicamente activos y descubrieron que estos tuvieron un incremento en las reservas de ATP luego de 72 hs de la última sesión de entrenamiento cuando estos utilizaron suplementos de ribosa. Sin embargo, estos investigadores no observaron un incremento en el rendimiento en series repetidas de esprints en cicloergómetro de 10 segundos de duración. Estas series de 10 segundos, también utilizadas por Berardi y Ziegenfuss (2), pueden ser consideradas ideales para agotar las reservas de ATP; sin embargo, cualquier incremento en la concentración de ATP o en la restauración del mismo puede verse eclipsada por los breves ciclos de trabajo-pausa, lo que pudo permitir que transcurriera el tiempo suficiente como para que se produjera una adecuada restauración del ATP sin la necesidad de la ribosa. En un estudio llevado a cabo por Eijende et al (4), no se halló un incremento significativo en las reservas de ATP luego de transcurridas 24 hs de la última sesión de ejercicio en atletas entrenados en velocidad y fuerza. Kreider et al. (9) no hallaron ningún incremento en el rendimiento cuando examinaron la potencia anaeróbica en individuos entrenados en la fuerza. Todos estos estudios utilizaron dosis de ribosa muy elevadas. Parece improbable, por cuestiones prácticas, que dichas dosis puedan ser utilizadas por los atletas. Del mismo modo, solo el estudio de Kreider et al., utilizó un protocolo diseñado para evaluar el impacto del incremento en el *turnover* de ATP. Kreider et al., evaluaron a sujetos entrenados en la fuerza utilizando un protocolo en cicloergómetro, lo cual pudo no haber permitido la completa utilización de las reservas de ATP debido a que el modo de ejercicio utilizado era diferente del utilizado comúnmente por los sujetos.

Por lo tanto, el propósito de este estudio fue evaluar la suplementación de ribosa bajo condiciones que permitan producir un incremento en el rendimiento utilizando las dosis recomendadas por el distribuidor. La evaluación de atletas acostumbrados al ejercicio de ciclismo (similarmente a lo realizado por Berardi y Ziegenfuss [2]) y algunos de los mismos atletas evaluados por otros (1, 9) nos permitió comparar nuestros resultados con los obtenidos en investigaciones previas. Nuestra hipótesis fue que la ribosa utilizada en las dosis y con la frecuencia recomendadas, cuando se evalúa con un protocolo de ejercicio apropiado, resultaría en una reducción en la fatiga (pérdida de potencia) para los ciclistas, pero no para los sujetos entrenados en la fuerza o para los sujetos desentrenados.

METODOS

Aproximación Experimental al Problema

El test de Wingate de 30 segundos es una medición ampliamente aceptada de la producción de potencia y de la capacidad aeróbica (8). Se ha determinado que el ejercicio de alta intensidad provoca una depleción total de los niveles de nucleótidos de adenina en los músculos esqueléticos (7, 14). En el presente estudio se utilizaron tres tests de Wingate

debido a que un único test de Wingate no sería suficiente como para depletar las reservas de ATP, y se cree que la ribosa actúa para recuperar las reservas más rápidamente que de otro modo. La energía necesaria durante un test de Wingate de 30 segundos puede obtenerse de los sistemas energéticos en los siguientes porcentajes; 16% aeróbico, 56% glucolítico y 28% ATP-PC (12). La realización de 3 test de Wingate ayuda a asegurar que los niveles musculares de los nucleótidos de adenina sean suficientemente repletados (7, 14). Teóricamente, este protocolo permitiría determinar si los niveles de ATP fueron incrementados por la suplementación con ribosa. Si de hecho la suplementación con ribosa provoca el incremento en la potencia y ayuda a evitar la fatiga, esto se haría evidente a través de la utilización de múltiples test de Wingate, midiendo el pico de potencia (PP), la potencia media (MP) y el porcentaje de reducción en la potencia (%D).

Berardi y Ziegenfuss (2) hallaron un incremento significativo en la potencia en el segundo de seis test de Wingate de 10 segundos; por lo tanto, nosotros creemos que 3 pruebas serían suficientes como para permitir observar cualquier efecto potencial. Kreider et al (9) utilizaron dos test de Wingate de 30 segundos y no observaron ningún efecto de la suplementación con ribosa; por lo tanto, en este estudio utilizamos 3 test de Wingate de 30 segundos en un esfuerzo para asegurar la instalación de la fatiga. Un mayor número de tests de Wingate consecutivos con una pausa de 2 minutos ha probado ser demasiado exigente para algunos sujetos.

Sujetos

Once sujetos de sexo masculino (ciclistas, n=4; entrenados en la fuerza, n=5; desentrenados, n=2) participaron en el presente estudio. Todos los ciclistas fueron reclutados del equipo de ciclismo local y tenían como mínimo un año de entrenamiento. Los sujetos entrenados en la fuerza también tenían como mínimo un año de experiencia en entrenamientos de sobrecarga. Los sujetos entrenados en la fuerza, si bien eran sujetos que entrenaban de forma activa, no eran fisiculturistas o levantadores de pesas competitivos. Los sujetos desentrenados no realizaban entrenamientos en el momento del estudio. Para este estudio se reclutaron siete sujetos desentrenados pero 5 abandonaron luego de la primer prueba debido al gran estrés provocado por el protocolo. Solo 2 de los sujetos desentrenados completaron la segunda prueba. A todos los sujetos se les pidió que completaran el Cuestionario de Aptitud para la Realización de Actividades Físicas (PAR-Q) y el Cuestionario para la Evaluación del Estatus de Salud (HSQ) para determinar cualquier riesgo para la salud de los participantes. Una respuesta afirmativa en el PAR-Q era motivo de que el sujeto quedara excluido de la muestra. Cada sujeto también completó una forma de consentimiento escrito. Asimismo se registraron todas las medidas descriptivas (talla, peso y edad). Además, se les pidió a los sujetos que no realizaran ningún tipo de entrenamiento en las 48 hs previas a cada prueba. Los sujetos entrenados comprendieron la mayor porción de la muestra debido a que es razonable esperar que los sujetos desentrenados no fueran capaces de agotar naturalmente sus reservas de energía. Del mismo modo, los ciclistas podrían responder más fácilmente a un test de ciclismo debido a la especificidad del modo de evaluación, por lo tanto para el grupo de sujetos entrenados se seleccionaron tanto ciclistas como sujetos entrenados anaeróbicamente (entrenados en la fuerza)

Procedimientos

El presente estudio en el cual se realizaron repetidas mediciones de los mismos parámetros se llevó a cabo utilizando un diseño doble ciego y contrabalanceado (diseño cruzado) controlado con placebo. El placebo (harina de trigo [cápsulas de gelatina; Eli Lilly and Company, Indianapolis, IN] y el suplemento de ribosa, 625 mg por tableta [2D-ribosa ATP; GNC Pro Performance Laboratories, Pittsburgh, PA] fueron colocadas en envases por un individuo que no pertenecía al estudio. Los sujetos fueron aleatoriamente asignados al grupo 1 o al grupo 2. Los sujetos ingirieron el suplemento o el placebo por vía oral, 30 min antes del test, como lo prescribe las indicaciones del suplemento.

Para examinar el PP, MP y %D se realizaron tres tests consecutivos de Wingate. Los tests de Wingate fueron llevados a cabo en un cicloergómetro (Monarch 868; Monarch, Varberg, Sweden) con una carga de 0.075 kp/kg de masa corporal (9, 10). Los sujetos realizaron las dos pruebas separadas por una semana de recuperación. Las pruebas consistieron en tres tests de Wingate de 30 segundos con una pausa de 2 minutos entre cada test para permitir la recuperación.

El comienzo de cada test se realizó con los sujetos pedaleando. En cada test se registraron el PP, la MP y el %D. Todos los sujetos fueron estimulados verbalmente para que pedalearan lo más rápido posible en toda la duración de cada uno de los 3 test. Los sujetos realizaron una sesión de familiarización con el test de Wingate antes de realizar la evaluación real. Entre las pruebas se permitió un período de una semana que sirvió como período de lavado.

Análisis Estadísticos

Para evaluar las medias del tratamiento se utilizó el análisis de varianza ANOVA para medidas repetidas, con una significancia establecida a $p \leq 0.05$. Se compararon las medias de PP, MP y %D de todos los sujetos (n=11). También se compararon los valores medios de PP, MP y %D para los dos subgrupos: ciclistas (n=4) y entrenados en la fuerza (n=5). El grupo de sujetos desentrenados (n=2) no fue analizado como subgrupo debido al pequeño tamaño del mismo. Para evaluar la confiabilidad se calculó el coeficiente de correlación intraclase (ICC R). Las comparaciones entre los grupos fueron

realizadas utilizando los valores absolutos en Watts.

RESULTADOS

La Tabla 1 muestra los resultados respecto del PP, MP y %D para todos los sujetos. La Tabla 2 muestra los valores medios para los ciclistas, y la Tabla 3 muestra los valores medios para los sujetos entrenados en la fuerza en cada condición. La Tabla 4 muestra los valores del ICC R de los tests de confiabilidad. La simple inspección de las medias sugiere que el tratamiento no tuvo efectos en relación a la prueba de control (placebo). No se hallaron diferencias significativas entre el placebo y la ribosa en ninguna de las mediciones en ninguno de los grupos. Tomando todos los sujetos en conjunto (n = 11), no se hallaron diferencias significativas entre la ribosa y el placebo respecto del PP, MP y %D a través de las pruebas repetidas con un mismo tratamiento. Del mismo modo, no se hallaron diferencias significativas entre la ribosa y el placebo para los 5 sujetos entrenados en la fuerza entre el PP, la MP y el %D a través de las pruebas repetidas con un mismo tratamiento. Tampoco se hallaron diferencias significativas para los 4 ciclistas entre la ribosa y el placebo entre el PP, la MP y el %D a través de las pruebas repetidas con un mismo tratamiento. No se hallaron diferencias entre la reducción en la potencia que ocurrió con los 3 tests de Wingate entre el placebo y la ribosa. Se determinó que la potencia estadística fue de 0.88, lo que nos permitió identificar una diferencia del 13% o mayor entre la ribosa y el placebo en este estudio.

	PP		MP		%D	
	Ribosa (W)	Placebo (W)	Ribosa (W)	Placebo (W)	Ribosa (W)	Placebo (W)
Wingate 1	835 ± 108	851 ± 115	685 ± 79	688 ± 71	37.2 ± 9	41.7 ± 14.7
Wingate 2	760 ± 97	778 ± 144	569 ± 74	585 ± 61	47.9 ± 11.7	46.8 ± 12.4
Wingate 3	693 ± 92	702 ± 149	517 ± 136	523 ± 80	53.9 ± 18.3	53.8 ± 26.2

Tabla 1. Todos los sujetos (n=11). PP=pico de potencia; MP=potencia media; %D=porcentaje de reducción en la potencia.

	PP		MP		%D	
	Ribosa (W)	Placebo (W)	Ribosa (W)	Placebo (W)	Ribosa (W)	Placebo (W)
Wingate 1	768 ± 123	756 ± 123	663 ± 116	644 ± 105	31 ± 6.3	30.3 ± 6.2
Wingate 2	727 ± 138	734 ± 154	591 ± 76	592 ± 101	35 ± 8.8	37.3 ± 6.8
Wingate 3	665 ± 125	700 ± 135	533 ± 58	612 ± 184	34 ± 15.1	39 ± 7.8

Tabla 2. Ciclistas (n=4). PP=pico de potencia; MP = potencia media; %D = porcentaje de reducción en la potencia.

	PP		MP		%D	
	Ribosa (W)	Placebo (W)	Ribosa (W)	Placebo (W)	Ribosa (W)	Placebo (W)
Wingate 1	887 ± 80	925 ± 83	717 ± 59	706 ± 40	40 ± 9.4	51.8 ± 15.1
Wingate 2	792 ± 55	851 ± 157	586 ± 33	600 ± 59	50.8 ± 8.9	54 ± 10.3
Wingate 3	725 ± 24	778 ± 167	482 ± 68	512 ± 100	64 ± 20.8	62.2 ± 23.1

Tabla 3. Sujetos entrenados en la fuerza (n=5). PP=pico de potencia; MP=potencia media; %D = porcentaje de reducción en la potencia.

	PP ribosa	MP ribosa	%D ribosa
PP placebo	0.72		
MP placebo		0.92	
%D placebo			0.75

DISCUSION

El presente estudio evaluó los efectos de la administración de la dosis de ribosa recomendada por los distribuidores como ayuda ergogénica sobre el rendimiento durante 3 tests de Wingate consecutivos con 2 minutos de pausa entre cada test. El PP, la MP y el %D fueron utilizados para medir el rendimiento en cada test de Wingate. No se hallaron diferencias estadística o fisiológicamente significativas entre la ribosa y el placebo para ninguna de las mediciones ni en ninguno de los grupos que participó en el estudio.

Creemos que la utilización de sujetos entrenados (los ciclistas y los sujetos entrenados en la fuerza) combinados con pruebas repetidas del test de Wingate utilizando un diseño doble ciego es una buena forma de evaluar las potenciales propiedades ergogénicas de la ribosa. No podemos imaginar ninguna manipulación adicional que pudiera colocar a la ribosa ingerida por vía oral en la dosis recomendada en una situación más favorable.

Zimmer e Ibel (16) determinaron que, luego de 15 minutos de isquemia de miocardio inducida, las ratas a las cuales se les practico una infusión con ribosa se recuperaron dentro de las 12 horas, mientras que las ratas de control tardaron 72 horas en recuperarse. St. Cry et al (13) hallaron que los niveles de ATP en caninos tratados con ribosa se recuperaron en un 85% dentro de las 24 hs posteriores a la inducción de la isquemia en comparación con el grupo control, al cual no se lo suplementó con ribosa durante la inducción de la isquemia. Sus niveles de ATP cayeron al menos un 50% durante la isquemia (13). En estos dos estudios, la isquemia fue inducida, y la ribosa fue administrada a través de infusión. En estos animales, se ha mostrado que la suplementación con ribosa como precursor, provocó una más rápida recuperación de los niveles de ATP en comparación con la condición en la cual no se administró el suplemento. También existen estudios que han investigado los efectos de la suplementación con ribosa en humanos con enfermedades cardiovasculares. Pliml et al (11) hallaron que la suplementación con ribosa por vía oral en un período de 3 días mejoraba la tolerancia cardíaca a la isquemia medida en pacientes con enfermedad coronaria. En todos estos estudios, los niveles de ATP se redujeron debido a la isquemia ya sea causada naturalmente o en forma inducida. Sin embargo podría no estar justificado extrapolar estos resultados a atletas saludables y entrenados.

Estudios previos que han examinado las propiedades ergogénicas de la ribosa durante el ejercicio han mostrado resultados variados. Berardi y Ziegenfuss (2) hallaron resultados marginales con la suplementación con ribosa y solo se hallaron diferencias significativas en la prueba 2 de los 6 tests de Wingate modificados. En el estudio de Berardi y Ziegenfuss se examinaron a 8 ciclistas entrenados, todos los cuales eran de sexo masculino. Sin embargo, incluso en la prueba en donde se hallaron diferencias solo se observó un ligero incremento en la potencia. Hellsten et al (6) establecieron que los niveles de ATP eran mayores transcurridas 72 horas de la última sesión de ejercicio en los sujetos suplementados con ribosa y en comparación con el placebo. Si bien hubo un incremento en las reservas de ATP luego de las 72 horas de recuperación, esto no se tradujo en una mejora en el rendimiento, debido a que los investigadores no hallaron diferencias entre los grupos ribosa y placebo cuando compararon los valores de MP y PP. En un estudio llevado a cabo por Antonio et al (1), se observó una mejora en el rendimiento durante el ejercicio de press de banca en el cual se realizaron 10 series de repeticiones hasta el agotamiento. Nuestra investigación respalda los hallazgos de Eijende et al (4) quienes compararon la producción de potencia utilizando extensiones de rodilla máximas entre los grupos suplementados con ribosa y con placebo y no hallaron ningún incremento en las reservas de ATP luego de transcurridas 24 horas de la última sesión de ejercicio en atletas entrenados en velocidad y fuerza. Nuestros hallazgos fueron similares a los de Kreider et al (9) quienes no observaron un incremento en el rendimiento entre los grupos suplementados con ribosa y placebo en dos test de Wingate de 30 segundos separados por 3 minutos de recuperación en individuos entrenados en la fuerza.

Una diferencia clave con los estudios que se realizaron con animales, los cuales son característicamente exitosos, y los estudios realizados con humanos, es el modo de administración de la ribosa. La suplementación en los estudios realizados con animales fue llevada a cabo a través de infusión intravenosa, mientras que los productos de ribosa que son comercializados por las compañías de suplementos se administran por vía oral. Sin embargo, en un estudio llevado a cabo por Gross et al (5), no se hallaron diferencias entre la infusión y la suplementación por vía oral en individuos saludables o en pacientes con deficiencia de mioadenilato desaminasa. En este estudio se administraron dosis de 83, 167 y 222 mg/kg/h tanto por vía oral como por infusión. La única diferencia fue que las dosis orales de más de 200 mg/kg/h causaron diarrea.

Una de las principales diferencias entre todos estos estudios se relaciona con la cantidad de ribosa suplementada. En el estudio de Berardi y Ziegenfuss (2), los participantes recibieron 4 dosis de 8,000 mg en un período de 3 días. Hellsten et al (9) utilizaron un protocolo de 9 dosis de 200 mg/kg de peso corporal, Eijnde et al (4) utilizaron un protocolo de una dosis

de 16,000 mg/día., Kreider et al (9) utilizaron una dosis de 20,000 mg/día y Antonio et al (1) utilizaron una dosis de 10,000 mg/día. La suplementación con ribosa con estas dosis puede no tener significancia práctica para el atleta promedio. En el presente estudio, los sujetos recibieron solo 625 mg de ribosa 30 min antes del ejercicio, como lo describen las instrucciones del suplemento. Por lo tanto se podría asumir que la mayoría de los consumidores podrían estar siguiendo las instrucciones. La practicidad y los efectos secundarios la utilización rutinaria de ribosa en grandes dosis son desconocidos.

Aplicaciones prácticas

Las investigaciones previas han examinado la suplementación con ribosa sobre el rendimiento anaeróbico utilizando altas dosis de ribosa y han obtenido resultados variados. El presente estudio fue diseñado para evaluar la suplementación con ribosa en las dosis recomendadas actualmente por los distribuidores. Sería seguro asumir que la mayoría de los atletas podrían comenzar con la dosis recomendadas y que la suplementación con dosis superiores no sería rentable. Los resultados de este estudio sugieren que la suplementación con ribosa administrada por vía oral utilizando las directivas recomendadas por los distribuidores no tiene efecto sobre el rendimiento anaeróbico repetido. La suplementación con ribosa por vía oral no parece incrementar o prolongar la producción de potencia en ciclistas entrenados, en sujetos entrenados en fuerza o en sujetos desentrenados. Las afirmaciones de que este producto incrementará el rendimiento durante el ejercicio y evitará la instalación de la fatiga parecen ser infundadas, al menos en las condiciones del presente estudio.

Dirección para el envío de correspondencia: Dr. Will Peveler, E-mail: wpeveler@muw.edu

REFERENCIAS

1. Antonio, J., D. Falk, and D. Gammeren (2001). Ribose administration in recreational body builders (Abstract). *Med. Sci. Sports Exerc.* 33(Suppl. 1):S166
2. Berardi, J.M., and T.N. Ziengenfuss (2000). Effects of ribose supplementation on repeated sprint performance in men. *J. Strength Cond. Res.* 17:47-52
3. Burke, E.R (1999). D-Ribose: What You Need to Know. *New York: Avery Publishing Group*
4. Eijnde, B., M. Van Leemputte, F. Brouns, G.J. Van Der Vusse, V. Labarque, M. Ramaekers, R. Van Schuylenberg, P. Verbessem, H. Wijnen, and P. Hespel (2001). No effect of oral ribose supplementation on repeated maximal exercise and de nova ATP resynthesis. *J. Appl. Physiol.* 91:2275-2281
5. Gross, M., S. Reiter, and N. Zollner (1998). Metabolism of D-ribose administered continuously to healthy persons and to patients with myoadenylate deaminase deficiency. *Klin. Wochenschr.* 67:1205-13
6. Hellsten, Y., L. Skadhaug, and J. Bangsbo (2004). Effects of ribose supplementation on resynthesis of adenine nucleotides after intense intermittent training in humans. *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.* 286:R182-R188
7. Hellsten-Westing, Y., B. Norman, P.D. Balsom, and B. Sjodin (1993). Decreased resting levels of adenine nucleotides in human skeletal muscle after high-intensity training. *J. Appl. Physiol.* 74:2523-2528
8. Inbar, O., O. Bar-or, and J.S. Skinner (1996). The Wingate Anaerobic Test. *Champaign, IL: Human Kinetics*
9. Krieger, R.B., C. Melton, M. Greenwood, C. Rasmussen, J. Lundberg, C. Earnest, and A. Almada (2003). Effects of oral d-ribose supplementation on anaerobic capacity and selected metabolic markers in healthy males. *Int. J. Nutr. Exerc. Metab.* 13:76-86
10. McArdle, W.D., F.I. Katch, and V.L. Katch (1996). Exercise Physiology. *Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins*
11. Pliml, W., T. Von Arnim, A. Stablein, H. Hofmann, H.G. Zimmer, and E. Erdmann (1992). Effects of ribose on exercise-induced ischemia in stable coronary artery disease. *Lancet.* 340:507-510
12. Smith, J.C., and D.W. Hill (1991). Contribution of energy systems during a Wingate power test. *Br. J. Sports Med.* 25:(4) 196-199
13. St. Cyr, J.A., R.W. Bianco, J.R. Schneider, J.R. Mahoney, K. Tveter, S. Einzig, and J.E. Foker (1989). Enhanced high energy phosphate recovery with ribose infusion after global myocardial ischemia in a canine model. *J. Surg. Res.* 46:157-162
14. Stathis, C.G., M.A. Febbraio, M.F. Carey, and R.J. Snow (1994). Influence of sprint training on human skeletal muscle purine nucleotide metabolism. *J. Appl. Physiol.* 76:1802-1809
15. Zimmer, H.G (1980). Restitution of myocardial adenine nucleotides: Acceleration by administration of ribose. *J. Physiol. (Paris).* 76:769-775
16. Zimmer, H.G., and H. Ibel (1984). Ribose accelerates the repletion of the ATP pool during recovery from reversible ischemia of the rat myocardium. *J. Mol. Cell Cardiol.* 16:863-866

Cita Original

Peveler, W.W., P.A. Bishop, and E.J. Whitehorn. Effects of Ribose as an Ergogenic Aid. *J. Strength Cond. Res.*, 20 (3): 519-522, 2006