

Original

EL EFECTO DEL BICARBONATO SÓDICO EN EL RENDIMIENTO EN EL TEST DE WINGATE

EFFECT OF SODIUM BICARBONATE IN PERFORMANCE AT THE WINGATE TEST

Amieba Escribano, C. ¹

Bellido Hernández, E. J. ²

¹CEIP La Constitución, Illescas (Toledo)

²CEIP Condes de Fuensalida, Fuensalida (Toledo)

Correspondence to:

Carlos Amieba Escribano

CEIP La Constitución

C/ Teresa Panza, 23, Illescas (Toledo), 45200

E-mail: carlosamieba@hotmail.com

Amieba Escribano, C.; Bellido Hernández, E. J. (2012). Effect of sodium bicarbonate in performance at the Wingate test. *AGON International Journal of Sport Sciences*, 2(2), 77-84.

Received: 12-05-2012

Accepted: 24-07-2012

RESUMEN

En este estudio se pretende comprobar el efecto que produce la ingesta de Bicarbonato de sodio en el rendimiento en una prueba de potencia anaeróbica como es el test de Wingate en 40 segundos. Siete participantes, estudiantes de Ciencias de la Actividad Física y Deporte realizaron en un diseño doble ciego de medidas repetidas el test de Wingate en 40 segundos. Los sujetos fueron aleatoriamente divididos en dos grupos y se les administró bien bicarbonato de sodio (300mg/kg corporal) en dilución en una bebida azucarada o una bebida azucarada con la misma cantidad de glucosa, de manera que uno de los días realizaron el test con el bicarbonato y el otro no. Posteriormente realizaron en dos ocasiones separadas entre sí por 15 días la misma prueba. Los resultados evidenciaron que con esta dosis no había diferencias significativas en el pico de potencia, potencia media e índice de fatiga obtenidos en el test. Podemos concluir por tanto, que una dosis de 300mg/kg de bicarbonato no mejora el rendimiento en pruebas de corta duración como el test de Wingate en 40 segundos.

Palabras clave: rendimiento, bicarbonato de sodio, test de Wingate, alcalosis, ph.

ABSTRACT

This study seeks to prove the effect of the intake of sodium bicarbonate on performance in a test of anaerobic power (the Wingate test) in 40 seconds. Seven participants, students of Sciences of Physical Activity and Sport, carried out the Wingate test in 40 seconds, in a double-blind repeated measures research design. Subjects were randomly divided into two groups and received either sodium bicarbonate (300mg/kg bw/day) on dilution in a beverage or a sweetened beverage with the same amount of glucose. So subjects carried out the test one day with bicarbonate and the other one with glucose. Subsequently they performed twice separated by 15 days the same test. The results showed no significant differences in peak power, average power and fatigue index with the given dose. We conclude therefore that a dose of 300mg/kg of sodium bicarbonate does not improve performance in short duration tests, such as the Wingate test in 40 seconds.

Keywords: performance, sodium bicarbonate, Wingate test, alkalosis, ph.

INTRODUCCIÓN

En aquellas pruebas que son de una elevada intensidad y de corta duración los sistemas energéticos que actúan son el sistema ATP-PC y el glucolítico. (Willmore y Costill, 2007)

Estas actividades de una intensidad elevada duran un corto periodo de tiempo debido a la aparición de la fatiga. Cuando se llega al agotamiento, el ATP y la PC pueden haberse agotado. Parece que el Pi, que aumenta durante el ejercicio intenso de corta duración debido a la degradación de PC, es una causa potencial de fatiga (Westerblad, Allen, y Lannergren, 2002).

Tal y como mencionan Martin, González y Llop (2007), tradicionalmente se ha tenido en cuenta que en el sistema glucolítico el ácido láctico era un producto de desecho: en esfuerzos musculares breves y de alta intensidad se acumulan dentro de las fibras musculares y también era responsable de la sensación de fatiga. Cuando no era eliminado, se disociaba y se convertía en lactato, produciendo acumulación de iones hidrógeno, que a la postre eran los causantes de una acidificación muscular y por lo tanto la conocida acidosis. No obstante, a través de otros muchos estudios, se ha observado que lo que provocaba esos protones de H⁺, no era el ácido láctico, sino más bien una hidrólisis de ATP en las situaciones en las que ésta no podía ser soportada en su 100% por la respiración mitocondrial (Robergs, Ghiasvand, y Parker, 2004).

Nuestro cuerpo está preparado para minimizar el efecto de los H⁺ con distintos mecanismos. El objetivo es impedir que el pH baje a valores muy por debajo de las condiciones normales. Estos valores irían entre 7.0-7.7 en reposo y 6.4-6.6 durante ejercicios agotadores (López y Fernández, 1998).

Los cambios del pH afectan de modo adverso en la producción de energía y en las contracciones musculares. La troponina es inhibida con la disminución del pH, por lo que dificulta el deslizamiento de la tropomiosina, dificultando la contracción muscular (Linderman y Gosselink, 1994). Además un pH intracelular inferior a 6,9 inhibe la acción de la enzima glucolítica fosfofructocinasa (PFK), que supone una disminución en el ritmo de la

glucólisis y de la producción de ATP. Si el pH continúa disminuyendo y se llegase a 6,4 se produciría la detención de la descomposición del glucógeno, lo que supone el agotamiento.

La fatiga muscular está originada entre otros factores por la producción de ácidos metabólicos que supondrán un aumento del pH y por lo tanto una acidosis. El organismo tiene un sistema de tamponamiento o buffer que son dos líneas de defensa frente a los cambios de pH. Existen dos tipos: intracelulares (músculo) y los extracelulares (sangre).

En nuestro cuerpo, por tanto, se dará un balance entre la formación de estos iones de H⁺ y su eliminación para que así la homeostasis pueda ser mantenida. Los mecanismos extracelulares existentes para su eliminación serán la respiración, que eliminará los H⁺ a través de la reacción ($H^+ + HCO_3 \leftrightarrow H_2CO_3 \leftrightarrow H_2O + CO_2$), los riñones, o a través de sustancias buffer como el bicarbonato que, en la medida en que puede combinarse con un ión H⁺, produciendo así H₂CO₃ (ácido carbónico). La ventaja de este ácido es que al ser inestable y poderse volver a separar de nuevo, el bicarbonato puede unirse a ácidos mucho más fuertes como el ácido láctico, formando otras uniones no perjudiciales para el pH, ya que terminarían transformándose en CO₂ y agua (McNaughton, Siegler, y Midgley, 2008).

El bicarbonato, además, forma parte de los dos sistemas como buffer y es el más importante buffer extracelular y quizá el más importante del organismo (López y Fernández, 1998).

En este sentido, la acción del bicarbonato a través de la ingesta, provoca un proceso de alcalinización del medio extracelular, ayudando a disminuir el pH y, al mismo tiempo, posibilitando la generación de más ácido láctico y H⁺ como resultado de la producción de energía a través de la glucólisis.

Muchas investigaciones han intentado examinar el efecto que dicho bicarbonato tiene en la prolongación del esfuerzo y la tardía aparición de la fatiga, administrando dosis de bicarbonato como agente alcalótico. Así, han sido muchos autores los que encuentran beneficiosa la presencia de

bicarbonato para aumentar el rendimiento (Alonso Alfonso, 2006; Costill, Verstappen, Kuipers, Janssen, y Fink, 1984; Gaitanos, Nevill, Brooks, y Williams, 1991; Gao, Costill, Horswill, y Park, 1988; Requena, Zabala, Padial, y Feriche, 2005).

No obstante, es interesante estudiar la dosis adecuada a suministrar, así como el tiempo de antelación en hacerlo, ya que puede ser determinante para los resultados de la investigación, ya no solo desde el punto de vista de los resultados en cuanto a rendimiento, sino además, desde el bienestar de los sujetos, ya que cantidades inadecuadas podrían traer vómitos, mareos, náuseas, etc. como consecuencia. McNaughton et al. (2008), en su estudio de revisión, concluye que la cantidad idónea para administrar es de 0,3 g/Kg de peso corporal, no sentando bien su ingesta a un 10% de sujetos que lo toman.

Otros autores como Requena et al. (2005), concluyen que el éxito o no de la ingesta de bicarbonato como ayuda ergogénica puede estar en distintos factores como pueden ser la forma de administración de la dosis, del momento de la ingesta y de las características del propio sujeto (no produciendo los mismos efectos en un deportista de alto nivel que en un sedentario). Además, plantea también el tipo de ejercicio a realizar como determinante en el aumento de rendimiento tras la ingesta, determinando poco o nulo efecto en pruebas de poca duración (30-40 segundos), entendiéndose que no da tiempo al bicarbonato a desempeñar esa función amortiguadora. En este sentido, hay autores que a través de sus investigaciones concluyen que el bicarbonato tiene poco o ningún efecto en pruebas de 30 segundos sobre cicloergómetro (Ibanez et al., 1995; Mc Naughton y Thompson, 2001; Parry-Billings y MacLaren, 1986).

Sin embargo en otros estudios se han encontrado mejoras en el trabajo total y en el pico de potencia realizado en un cicloergómetro por medio de un esfuerzo máximo con una duración entre 60 y 90 segundos (Mc Naughton y Thompson, 2001).

El objetivo de nuestra investigación será comprobar la capacidad que tiene la ingesta de Bicarbonato de sodio en el aumento de rendimiento en una prueba

de potencia anaeróbica como es el test de Wingate en 40 segundos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Muestra

Un total de 7 sujetos hombres tomaron parte en este estudio, todos eran estudiantes de una Facultad española de Ciencias de la Actividad Física y Deporte, con una media de edad, peso y altura de 22.9±2 años, 75.4±17.3 kg y 177.4±8.3 cm.

Los participantes fueron informados de los riesgos e inconvenientes asociados al experimento antes de su realización y dieron su consentimiento por escrito para participar. Se respetaron en todo momento los principios éticos en los estudios con humanos de acuerdo con la última versión de la Declaración de Helsinki.

Procedimiento

Los participantes realizaron el test de Wingate en dos ocasiones con una separación de quince días. El test consistía en realizar un esfuerzo con una carga del 7,5% del peso corporal durante 40 segundos, tras un calentamiento estandarizado de 5 minutos de pedaleo con dos sprints de 5 segundos, uno a los 100 segundos y otro a los 200 segundos. Tras la realización de la prueba se realiza 2 minutos de pedaleo para recuperarse. En una de las ocasiones, de forma aleatorizada y por el método de doble ciego, se suministró una dosis de 300 mg/kg corporal de bicarbonato sódico, en dilución en una bebida azucarada, o una bebida placebo, con la misma cantidad de glucosa para aportar el mismo aporte energético. Todos los sujetos comenzaron la prueba habiendo tomado la dosis con dos horas de antelación y sin haber ingerido ningún alimento en las tres horas anteriores.

Después de realizar la prueba se les pasó un cuestionario diseñado para tal efecto para que señalaran qué molestias habían tenido entre la toma de la bebida y la finalización de la prueba.

El test de Wingate nos permite cuantificar la potencia media desarrollada; la potencia anaeróbica máxima (pico de potencia), y el estudio de la

disminución de la potencia desarrollada durante la prueba (índice de fatiga).

Instrumentos

Para obtener el peso de los sujetos se empleó una báscula Tanita BC-418 (Tanita, Japón). Para la realización del test de Wingate se ha utilizado un cicloergómetro Cardgirus Bike Training y su software asociado (Cardgirus Pro, España).

Análisis de datos

Se realizó un estudio estadístico descriptivo y para ello se utilizó el software SPSS versión 19.0 para Windows.

La normalidad de las variables fue confirmada con el test de Kolmogorov-Smirnov. Las diferencias en las tres variables fueron calculadas con la prueba T para muestras relacionadas. Se estableció el nivel de significación en $P < 0.05$.

RESULTADOS

En la tabla 1 se muestran los resultados obtenidos en las variables de rendimiento del test de Wingate.

Los resultados obtenidos en estas tres variables en el rendimiento con ingesta de bicarbonato no han sido significativamente diferentes a los obtenidos con la ingesta de placebo ($P > 0,05$).

Tabla 1. Resultados de las variables de potencia e índice de fatiga.

	Media	Desviación Típica	P
Pico potencia placebo	698,1	152,3	0,226
Pico potencia bicarbonato	680,1	128,2	
Potencia media placebo	473,7	90,5	0,9924
Potencia media Bicarbonato	474	87,8	
Índice de Fatiga Placebo	55,9	3,1	0,872
índice de fatiga Bicarbonato	56,2	4,2	

Los resultados del cuestionario sobre los efectos secundarios indican que tres de los sujetos experimentaron alguna molestia, entre las que señalaron principalmente diarrea, dolor de estómago y mareo tras el desarrollo de la prueba.

DISCUSIÓN

A través de este estudio hay evidencias de que los efectos del bicarbonato de sodio ante el ejercicio intenso de corta duración no son significativos. No obstante, hay bastantes variables que se manejaron en este estudio que podían predecir unos resultados diferentes.

Por un lado se valoró la cantidad de bicarbonato de sodio a ingerir tras comprobar, a través de diferentes estudios, que la dosis correcta era la de 300 mg/kg corporal. De hecho, autores como

McNaughton (1992) ya comprobaban que no se veían diferencias significativas hasta que no llegaba a esa cantidad, de la misma manera que tampoco observaba diferencias ante un aumento de la misma (se probó desde 100 hasta 500 mg/kg corporal).

Pero existen otras variables como es el tiempo de actividad que puede llegar a ser determinante. En nuestro caso se trataba de un esfuerzo de 40 segundos.

En un intento similar al nuestro, Parry-Billings y MacLaren, en 1986 trataban de descubrir ese efecto en la ingesta de sustancias alcalinas en un test de Wingate de 30 segundos de duración. Tras su estudio evidenciaron que aunque sí se vio algún cambio en el equilibrio ácido-base de la sangre tras la ingesta, no hubo diferencias significativas en cuanto al rendimiento.

Se sugiere que es necesario realizar investigaciones aumentando el tiempo de actividad por entender que en tiempos inferiores al minuto de duración los agentes alcalinos tenían efectos menores (Ibanez et al., 1995) al comprobar que ni aumentando la dosis hasta 500 mg/kg corporal podía aumentar el rendimiento en pruebas de carreras de 300m. En diversos estudios (Mc Naughton y Thompson, 2001; McNaughton, 1990; McNaughton, Ford, y Newbold, 1997), mantienen la existencia de mejoras encontradas en el trabajo total y en el pico de potencia realizado en un cicloergómetro por medio de un esfuerzo máximo con una duración entre 60 y 90 segundos.

Horswill et al. (1988), estudiaron el efecto del bicarbonato de sodio en pruebas de mayor duración, en sprints repetidos de 2 minutos de duración en un cicloergómetro, aunque con dosis inferiores a la nuestra. En este estudio tampoco se pudo evidenciar un aumento en el rendimiento tras la ingesta de bicarbonato.

Otros estudios realizados con la misma dosis que el nuestro y con una duración mayor de actividad (90 segundos), como en el caso de Marx et al. (2002), donde tampoco evidenciaron mejoras significativas en su rendimiento.

Son otros estudios los que empiezan a descubrir beneficios tras la ingesta de bicarbonato (Douroudos et al., 2006), aunque sí es cierto que la forma es diferente a la usada en nuestro estudio. En este caso se utilizó una ingesta crónica durante 5 días previos a la realización de un ejercicio anaeróbico de alta intensidad con dosis de 500 mg/kg corporal, concluyendo con una posible prevención en la alteración del equilibrio ácido-base y su posterior efecto positivo sobre el rendimiento.

En este sentido valoramos también como variable la forma en la que los sujetos ingieren el bicarbonato de sodio, ya que se demuestra que con ingestas crónicas los valores de rendimiento mejoran (Mc Naughton y Thompson, 2001).

Otra variable como el tiempo de antelación a la prueba en que se ingiere la dosis, puede ser relevante para los resultados de nuestro estudio. Nuestro estudio consistió en ingerir la dosis de

bicarbonato de sodio 120 minutos antes de la realización de la prueba. En este sentido, estudios confirman que tras el minuto 90 empiezan a disminuir las diferencias con respecto al H⁺ extracelular y, por tanto, disminuyen las diferencias de rendimiento (Price y Singh, 2008; Renfree, 2007).

La última de las variables que se han controlado han sido los efectos secundarios que se han podido dar tras la ingesta de bicarbonato, pues diferentes estudios (Burke y Pyne, 2007) comprueban que hay efectos secundarios que pueden perjudicar a los sujetos en su rendimiento. En nuestro caso han sido tres los sujetos que han sufrido efectos secundarios, con mareos, diarreas y dolor de cabeza de forma intensa, y con dolor y ardor de estómago en menor intensidad.

Ya por último mencionar alguna variable extraña que no hemos controlado como puede ser la dieta de los días previos a la prueba, resultando interesante haberla tenido en cuenta para que los sujetos partieran de situaciones parecidas o iguales. Tampoco hemos valorado el perfil de los sujetos, si eran deportistas de alto rendimiento o no, ni de qué especialidad era cada uno, algo interesante a tener en cuenta porque sus sistemas energéticos pueden no estar entrenados de la misma manera. De hecho, hay investigaciones como la de Requena et al. (2005) en la que confirma que los efectos del bicarbonato nunca serán iguales en deportistas de alto rendimiento que en sedentarios.

CONCLUSIONES

A través del presente estudio concluimos que no se han obtenido mejoras en el rendimiento en la prueba de wingate durante un tiempo de 40 segundos tras la ingesta de una dosis equivalente a 300 mg/kg corporal de bicarbonato sódico con dos horas de antelación al test.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alonso Alfonseca, J. (2006). *Ayudas ergogénicas: sustancias que pueden mejorar el rendimiento deportivo*. Sevilla: Junta de Andalucía. Consejería de Turismo, Comercio y Deporte.

2. Burke, L. M., y Pyne, D. B. (2007). Bicarbonate loading to enhance training and competitive performance. *Int J Sports Physiol Perform*, 2(1), 93-97.
3. Costill, D. L., Verstappen, F., Kuipers, H., Janssen, E., y Fink, W. (1984). Acid-base balance during repeated bouts of exercise: influence of HCO₃. *Int J Sports Med*, 5(5), 228-231. doi: 10.1055/s-2008-1025910.
4. Douroudos, I., Fatouros, I. G., Gourgoulis, V., Jamurtas, A. Z., Tsitsios, T., Hatzinikolaou, A., . . . Taxildaris, K. (2006). Dose-related effects of prolonged NaHCO₃ ingestion during high-intensity exercise. [Clinical Trial Randomized Controlled Trial]. *Med Sci Sports Exerc*, 38(10), 1746-1753. doi: 10.1249/01.mss.0000230210.60957.67.
5. Gaitanos, G. C., Nevill, M. E., Brooks, S., y Williams, C. (1991). Repeated bouts of sprint running after induced alkalosis. *J Sports Sci*, 9(4), 355-370. doi: 10.1080/02640419108729896.
6. Gao, J. P., Costill, D. L., Horwill, C. A., y Park, S. H. (1988). Sodium bicarbonate ingestion improves performance in interval swimming. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 58(1-2), 171-174.
7. Horwill, C. A., Costill, D. L., Fink, W. J., Flynn, M. G., Kirwan, J. P., Mitchell, J. B., y Houmard, J. A. (1988). Influence of sodium bicarbonate on sprint performance: relationship to dosage. *Med Sci Sports Exerc*, 20(6), 566-569.
8. Ibanez, J., Pullinen, T., Gorostiaga, E., Postigo, A., y Mero, A. (1995). Blood lactate and ammonia in short-term anaerobic work following induced alkalosis. *J Sports Med Phys Fitness*, 35(3), 187-193.
9. Linderman, J. K., y Gosselink, K. L. (1994). The effects of sodium bicarbonate ingestion on exercise performance. *Sports Med*, 18(2), 75-80.
10. López, J., y Fernández, A. (1998). *Fisiología del ejercicio*. Madrid: Editorial Médica Panamericana.
11. Martín, A., González, C., y Llop, F. (2007). Presente y futuro del ácido láctico. *Archivos de medicina del deporte: revista de la Federación Española de Medicina del Deporte y de la Confederación Iberoamericana de Medicina del Deporte*, Nº. 120, págs. 270-284.
12. Marx, J. O., Gordon, S. E., Vos, N. H., Nindl, B. C., Gómez, A. L., Volek, J. S., . . . Kraemer, W. J. (2002). Effect of alkalosis on plasma epinephrine responses to high intensity cycle exercise in humans. *European Journal of Applied Physiology*, 87(1), 72-77.
13. Mc Naughton, L., y Thompson, D. (2001). Acute versus chronic sodium bicarbonate ingestion and anaerobic work and power output. *J Sports Med Phys Fitness*, 41(4), 456-462.
14. McNaughton, L. R. (1990). Sodium citrate and anaerobic performance: implications of dosage. [Clinical Trial Randomized Controlled Trial]. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 61(5-6), 392-397.
15. McNaughton, L. R. (1992). Bicarbonate ingestion: effects of dosage on 60 s cycle ergometry. *J Sports Sci*, 10(5), 415-423. doi: 10.1080/02640419208729940
16. McNaughton, L. R., Ford, S., y Newbold, C. (1997). Effect of sodium bicarbonate ingestion on high intensity exercise in moderately trained women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 11(2), 98-102.
17. McNaughton, L. R., Siegler, J., y Midgley, A. (2008). Ergogenic effects of sodium bicarbonate. *Curr Sports Med Rep*, 7(4), 230-236. doi: 10.1249/JSR.0b013e31817ef53000149619-200807000-00013 [pii].
18. Parry-Billings, M., y MacLaren, D. P. (1986). The effect of sodium bicarbonate and sodium citrate ingestion on anaerobic power during intermittent exercise. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 55(5), 524-529.
19. Price, M. J., y Singh, M. (2008). Time course of blood bicarbonate and pH three hours after sodium bicarbonate ingestion. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 3(2), 240-242.

20. Renfree, A. (2007). The time course for changes in plasma [h+] after sodium bicarbonate ingestion. [Clinical Trial Randomized Controlled Trial]. *Int J Sports Physiol Perform*, 2(3), 323-326.
21. Requena, B., Zabala, M., Padial, P., y Feriche, B. (2005). Sodium bicarbonate and sodium citrate: ergogenic aids? *J Strength Cond Res*, 19(1), 213-224. doi: 13733 [pii] 10.1519/13733.1.
22. Robergs, R. A., Ghiasvand, F., y Parker, D. (2004). Biochemistry of exercise-induced metabolic acidosis. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, 287(3), R502-516. doi: 10.1152/ajpregu.00114.2004.287/3/R502 [pii]
23. Westerblad, H., Allen, D. G., y Lannergren, J. (2002). Muscle fatigue: lactic acid or inorganic phosphate the major cause? *News Physiol Sci*, 17, 17-21.
24. Willmore, J., y Costill, D. (2007). *Fisiología del esfuerzo y del deporte*. Badalona: Editorial Paidotribo.