

## ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Acceso abierto

# Influencia de un suplemento alcalinizante en los marcadores de rendimiento de resistencia utilizando un diseño doble ciego controlado con placebo

Daniel P. Heil\*, Erik A. Jacobson y Stephanie M. Howe

## Abstracto

**Antecedentes:** investigaciones anteriores han demostrado que la ingestión de sustancias que mejoran la capacidad de amortiguación de iones de hidrógeno del cuerpo durante el ejercicio de alta intensidad puede mejorar el rendimiento del ejercicio. El presente estudio tuvo como objetivo determinar si la ingestión crónica de un suplemento alcalinizante, que pretende mejorar la capacidad de amortiguamiento tanto intracelular como extracelular, podría afectar los marcadores cardiorrespiratorios y de rendimiento en esquiadores nórdicos entrenados.

**Métodos:** Veinticuatro esquiadores (12 hombres, 12 mujeres), emparejados por la potencia de la parte superior del cuerpo (UBP), se dividieron en grupos de tratamiento y placebo. El grupo de tratamiento ingirió tabletas alcalinizantes a base de Alka-Myte® (1 tableta/22,7 kg de masa corporal/día) durante siete días consecutivos, mientras que el grupo de placebo consumió tabletas de placebo (es decir, sin Alka-Myte®) en la misma dosis. Antes de la ingestión de tabletas (es decir, la prueba previa), ambos grupos completaron una prueba UBP de potencia constante, tres pruebas UBP sucesivas de 10 segundos y luego una prueba UBP de 60 segundos. Luego, los esquiadores completaron la ingestión de 7 días de sus tabletas asignadas seguida inmediatamente por una repetición de las mismas pruebas UBP (es decir, post-prueba). Ni los esquiadores ni los investigadores sabían qué tabletas consumía cada grupo hasta que se completaron todas las pruebas. Las medidas dependientes para el análisis incluyeron la frecuencia cardíaca (HR), el consumo de oxígeno (VO<sub>2</sub>), la ventilación por minuto (VE), el lactato en sangre (LA), así como 10 segundos (W10, W) y 60 segundos (W60, W) UBP. Todos los datos se evaluaron utilizando un ANOVA multivariante de medidas repetidas de dos factores con contrastes planificados para pruebas post-hoc ( $\alpha = 0,05$ ).

**Resultados:** Las medidas cardiorrespiratorias (HR, VO<sub>2</sub>, VE) y LA posteriores a la prueba para el grupo de tratamiento tendieron a ser significativamente más bajas cuando se midieron para pruebas de potencia constante y UBP60, mientras que las medidas de 10 segundos (W10: 229 a 243 W) y 60 segundos UBP (W60: 190 a 198 W) fueron significativamente más altas ( $P < 0,05$ ). Por el contrario, no hubo cambios significativos para el grupo de placebo ( $P > 0,05$ ).

**Conclusiones:** Después de la fase de carga de 7 días de las tabletas alcalinizantes a base de Alka-Myte®, los esquiadores nórdicos entrenados experimentaron un estrés cardiorrespiratorio significativamente menor, respuestas más bajas de lactato en sangre y medidas UBP más altas. Por lo tanto, el uso de este suplemento pareció impartir un beneficio ergogénico a los esquiadores que puede ser similar a los efectos esperados del consumo de agentes amortiguadores extracelulares bien estudiados, como el bicarbonato de sodio.

**Palabras clave:** Esquí de fondo, Potencia de la parte superior del cuerpo, Consumo de oxígeno, Capacidad amortiguadora

## Antecedentes

Las ayudas ergogénicas se describen generalmente como sustancias o técnicas utilizadas para mejorar el rendimiento deportivo. Los suplementos nutricionales a menudo se evalúan por su potencial como auxiliares ergogénicos al evaluar la capacidad de trabajo fisiológico de un atleta antes y después del consumo del mismo.

suplemento. Por ejemplo, numerosos estudios han probado la eficacia de ingerir bicarbonato de sodio o citrato de sodio para mejorar la capacidad amortiguadora intracelular y extracelular durante el ejercicio de alta intensidad [1-3]. Teóricamente, la ingestión de estas sustancias puede mejorar la capacidad amortiguadora del cuerpo al absorber el <sup>super</sup>producción de iones de hidrógeno (H<sup>+</sup>) de la hidrólisis de ATP intramuscular, así como la producción de ATP a través de la glucólisis sarcoplasmática [4].

Durante el ejercicio de estado no estacionario de alta intensidad, la tasa

\* Correspondencia: dheil@montana.edu

Laboratorio de Ciencias del Movimiento/Desempeño Humano, Universidad Estatal de Montana, Complejo H&PE, Sala Hoseas 121, Bozeman, MT 59717, EE. UU.

de la producción de iones H<sup>+</sup> supera la capacidad de la fibra muscular para amortiguar y/o eliminar los iones H<sup>+</sup> del sarcoplasma. Como resultado, tanto el pH intracelular como el extracelular pueden disminuir y posteriormente contribuir a la fatiga muscular [5]. Por lo tanto, una mayor capacidad amortiguadora tiene el potencial de mejorar el impacto de una mayor producción de H<sup>+</sup> en la capacidad de trabajo muscular durante el ejercicio.

Recientemente, se ha comercializado un suplemento nutricional alcalinizante, en lo sucesivo denominado ANS (TAMER Laboratories, Inc., Shoreline, WA, EE. UU.), para atletas de resistencia como un medio para maximizar su capacidad de amortiguación intracelular y extracelular a través de un suplemento diario a base de minerales.

Según el fabricante, el consumo regular de este producto complementará la capacidad del cuerpo para amortiguar el exceso de iones de hidrógeno resultante de la acidosis metabólica durante el ejercicio de alta intensidad. Como resultado, el fabricante afirma que los usuarios pueden esperar experimentar un mayor tiempo hasta la fatiga, niveles más bajos de lactato en sangre durante el ejercicio constante, así como una recuperación más rápida de la fuerza muscular después de un esfuerzo muscular intenso. El suplemento viene en forma de tableta, se consume en una dosis relativa a la masa corporal (1 tableta por cada 22,7 kg) y contiene una mezcla patentada de ingredientes llamada Alka-Myte®. Todos los ingredientes de ANS están permitidos por las agencias antidopaje de EE. UU. y el mundo (es decir, WADA), mientras que Alka Myte® ha recibido el reconocimiento de Nuevo ingrediente dietético (NDI) por parte de la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA).

Dada la autorización de la AMA y el reconocimiento NDI de la FDA, es sorprendente que no haya estudios controlados publicados para evaluar la eficacia de las afirmaciones relacionadas con el rendimiento mencionadas anteriormente. Por lo tanto, el propósito de este estudio fue investigar la posible influencia de este suplemento nutricional alcalinizante en los correlatos previamente validados del rendimiento del esquí de fondo (es decir, la potencia de la parte superior del cuerpo) [6], así como en las respuestas cardiorrespiratorias y de lactato sanguíneo en esquiadores nórdicos competitivos bien entrenados antes y después de un período de carga de 7 días.

## Métodos

### Sujetos y diseño del estudio Se

reclutaron esquiadores nórdicos competitivos de los alrededores para visitar el Laboratorio de Ciencias del Movimiento/Desempeño Humano en el campus de la Universidad Estatal de Montana en tres ocasiones distintas. Se reclutaron esquiadores competitivos familiarizados con los protocolos de prueba utilizados para este estudio para ayudar a minimizar los cambios esperados con los atletas que realizan pruebas de rendimiento basadas en laboratorio por primera vez. Todos los sujetos fueron asignados a un grupo de tratamiento o placebo, pero ni los sujetos ni los investigadores conocían la identidad de ninguno de los grupos hasta que se completó toda la recopilación de datos (es decir, diseño doble ciego controlado con placebo).

### Procedimientos

La primera visita familiarizó a los sujetos con el protocolo de prueba que se utilizará para las visitas posteriores. Las medidas dependientes registradas durante la segunda visita (es decir, la prueba previa) sirvieron para establecer una línea de base para los grupos de tratamiento y placebo. Después de una fase de carga de suplementos de 7 días, se administraron las mismas pruebas y se recopilaron las medidas dependientes durante la tercera visita (es decir, después de la prueba) y luego se compararon directamente con las medidas previas a la prueba. Las medidas dependientes de interés incluyeron medidas de potencia de la parte superior del cuerpo (UBP), así como respuestas cardiorrespiratorias y de lactato sanguíneo a las pruebas de UBP.

Durante la primera visita, los sujetos leyeron y firmaron un documento de consentimiento informado aprobado por la Junta de Revisión Interna (IRB) de la Universidad Estatal de Montana. Luego, los sujetos practicaron con los protocolos de prueba que se utilizarán durante su segunda (pre-prueba) y tercera (post-prueba) visitas al laboratorio. Durante las últimas dos visitas, los sujetos completaron una prueba de doble polo submáxima (es decir, prueba de potencia constante), seguida de tres pruebas de potencia de la parte superior del cuerpo de 10 segundos de intensidad máxima (UBP10), y luego terminaron con una prueba de UBP de alta intensidad de 60 segundos (UBP60). En la Figura 1 se describe un resumen del protocolo de prueba administrado tanto antes como después de la prueba. La tercera visita al laboratorio (es decir, la prueba posterior) se realizó dentro de las 24 horas posteriores a la finalización de la fase de carga del suplemento y repitió todas las medidas de prueba realizadas durante la segunda visita al laboratorio (Figura 1). La primera visita duró aproximadamente 30 minutos, mientras que las otras dos visitas duraron 60 minutos cada una.

Antes de su llegada previa a la prueba, los sujetos fueron asignados aleatoriamente a uno de dos grupos, placebo y tratamiento, después de haber sido emparejados por su valor W10 único más alto de las pruebas UBP10 de la primera visita. Por ejemplo, los dos sujetos con los valores UBP10 más altos se asignaron al azar a los grupos de tratamiento y placebo, mientras que los pares clasificados posteriormente se asignaron de manera similar. Esta estrategia de asignación de grupos fue diseñada para colocar esquiadores con un calibre similar de UBP dentro de cada grupo de prueba. El grupo de tratamiento consumiría las tabletas de ANS mientras que el grupo de placebo consumiría tabletas de placebo durante la fase de carga de 7 días. El fabricante de tabletas de ANS pudo proporcionar tabletas de ANS y de placebo (consulte la descripción a continuación) en paquetes sellados correspondientes a los dos grupos, de modo que ni los sujetos ni los investigadores conocían la identidad de ninguno de los grupos.

### Prueba de potencia

constante Después de una entrada en calor de 5 minutos en el ergómetro de doble polo con una potencia de salida seleccionada por ellos mismos, los sujetos se adaptaron al equipo de medición metabólica y comenzaron a hacer doble polo a una potencia de salida equivalente al 50 % del valor derivado de la prueba UBP10 (W10, W; desde la primera visita). Usando una cadencia de polea constante, el objetivo era

Constant-Power Test + RI (8 mins)	Trial #1 UBP10+RI (3 mins)	Trial #2 UBP10+RI (3 mins)	Trial #3 UBP10+RI (3 mins)	UBP60 + RI (6 mins)
↓ L1 L2	↓ L3	↓ L4	↓ L5	↓ L6 L7 L8
(3:00 RI)	(2:30 RI)	(2:30 RI)	(2:30 RI)	(5 min RI)

Figura 1 Diagrama de línea de tiempo para el protocolo de prueba. La fila superior muestra el orden de las pruebas de potencia de la parte superior del cuerpo (UBP) y los intervalos de descanso (RI), así como el tiempo total acumulado (entre paréntesis) dentro de cada período de medición. La segunda fila muestra los tiempos aproximados en los que se recolectaron ocho muestras separadas de lactato en sangre de la yema del dedo (indicadas secuencialmente como L1-L8). Las flechas dentro de esta misma fila apuntan hacia el período de tiempo en el que realmente ocurrió la prueba (que se muestra como cuadros oscuros dentro de la tercera fila). Los tiempos entre paréntesis en la tercera fila indican el tiempo real de RI después de cada prueba.

alcanzar una meseta en la frecuencia cardíaca (FC) y el consumo de oxígeno ( $\text{VO}_2$ ) en tres minutos. La prueba de potencia constante continuó durante 5 minutos, momento en el que se detuvo la sonda para extraer una muestra de sangre de la yema del dedo para la determinación del lactato en sangre. Se tomaron dos muestras de lactato en sangre aproximadamente 30 y 120 segundos después del ejercicio (L1 y L2, respectivamente; Figura 1). Antes de la prueba, la prueba de potencia constante pretendía ser una evaluación de estado estacionario de la economía de doble polo, pero la carga del ergómetro (50 % de W10) era demasiado alta para que todos los sujetos mantuvieran un estado estacionario durante cinco minutos. Por lo tanto, la prueba se conoce como una prueba de potencia constante en lugar de una prueba de economía de doble polo.

#### Prueba UBP

Inmediatamente después de la prueba de potencia constante, los sujetos descansaron durante tres minutos antes de realizar tres pruebas consecutivas de la prueba UBP10. El protocolo de prueba de 10 segundos está incrustado dentro de un período de tiempo de 30 segundos en el que el esquiador pasa los primeros 20 segundos aumentando la potencia y la cadencia del bastón antes de ejercer un esfuerzo máximo de doble bastón en los últimos 10 segundos. La producción de potencia promedio medida por el ergómetro durante los últimos 10 segundos se registra como UBP de 10 segundos (W10, W).

Cada período de prueba de 30 segundos fue seguido por 2,5 minutos de descanso antes de comenzar el siguiente período de prueba UBP10 de 30 segundos. Los sujetos usaron la primera prueba como un calentamiento adicional, utilizando aproximadamente el 80 % del esfuerzo máximo durante los últimos 10 segundos, antes de esforzarse al 100 % en las dos pruebas finales. A continuación, los sujetos volvieron a descansar durante 2,5 minutos adicionales antes de realizar una sola prueba de 60 segundos durante la cual el objetivo era lograr la producción de potencia promedio más alta durante los 60 segundos completos (W60, W) al comenzar desde un punto muerto. Por lo tanto, las medidas dependientes de UBP de estas pruebas incluyeron tanto W10 (el mejor de los dos últimos de tres ensayos) como W60 (solo un ensayo). Durante la prueba de UBP, el sistema de medición metabólica midió continuamente tanto la FC como el  $\text{VO}_2$ , mientras que las medidas de recuperación del lactato sanguíneo en la punta de los dedos se midieron a los 30 y 120 segundos inmediatamente después del ejercicio en cada intervalo de descanso.

Investigaciones previas en nuestro laboratorio han determinado que las medidas tanto de W10 como de W60 se correlacionan altamente ( $r \geq 0.92$ ) con el rendimiento en carreras de esquí nórdico clásico de 10 km [6]. A los 10 segundos de esfuerzo máximo, la prueba UBP10 fue diseñada para enfatizar la utilización del sistema de energía ATP-PCr, mientras que la prueba UBP60 fue diseñada para enfatizar el uso del sistema glucolítico. Por lo tanto, la base para usar las medidas W10 y W60 dentro del presente estudio es la suposición de que cualquier factor, como un suplemento nutricional, que pueda influir en las medidas de W10 y/o W60 podría influir también en el rendimiento real de las carreras de esquí nórdico.

Investigaciones adicionales en nuestro laboratorio han establecido características de confiabilidad para las medidas W10 y W60 (es decir, repetibilidad día a día). Un grupo local de esquiadores nórdicos competitivos, cada uno con más de 3 años de experiencia en carreras de esquí, participó en dos visitas de prueba de UBP en nuestro laboratorio con una diferencia de 24 horas a dos semanas. Durante cada visita de prueba, las pruebas UBP10 y UBP60 se administraron exactamente como se describe para el presente estudio. Específicamente, tres pruebas UBP10 fueron seguidas por una sola prueba UBP60 con una cantidad fija de descanso entre las pruebas.

Los sujetos que nunca habían realizado estas pruebas antes del estudio de confiabilidad regresaron para una tercera visita (es decir, los datos de la primera visita no se usaron para el análisis de datos). Los valores medios de W10 y W60 en la primera (media  $\pm$  SE:  $208 \pm 21$  W y  $164 \pm 16$  W, respectivamente) y la segunda prueba ( $210 \pm 22$  W y  $162 \pm 16$  W, respectivamente) no difirieron significativamente ( $P = 0,55$  y  $0,39$ , respectivamente). Además, las correlaciones intraclass, ya sea calculadas a lo largo de dos días de prueba ( $\text{ICC} > 0,99$ ) o extrapoladas para una sola medición ( $\text{ICC} > 0,98$ ), fueron altas, mientras que los errores estándar de medición para W10 ( $\pm 2,7$  W) y W60 ( $\pm 2,0$  W) fueron bajos. En conjunto, estos datos indican que las variables de prueba UBP10 y UBP60 fueron confiables cuando se usaron esquiadores nórdicos entrenados que estaban familiarizados con los protocolos de prueba.

#### Suplemento nutricional EI

grupo de tratamiento consumió tabletas de ANS en la dosis prescrita de 1 tableta por 22,7 kg (es decir, 50 libras) de

masa corporal por día, con la mitad a dos tercios de la dosis consumida por la mañana y el resto por la noche antes de acostarse. Las tabletas de ANS se consideran un suplemento mineral y cada tableta contiene calcio (225 mg), magnesio (1 mg), potasio (36 mg), en una mezcla patentada de ingredientes llamada Alka-Myte® (1000 mg). Según el fabricante, no se han informado eventos adversos significativos por el consumo agudo o crónico de este suplemento. El fabricante de ANS formuló las tabletas de placebo para que tuvieran un tamaño, color, forma y textura similares a las de las tabletas de ANS, pero carecían del ingrediente activo Alka-Myte®.

Los sujetos asignados al grupo de placebo consumieron una tableta de placebo (a base de maltodextrina) en la misma dosis (1 tableta/ 22,7 kg de masa corporal/día), frecuencia (dividida en la mañana y la tarde) y duración (período de ingestión de 7 días) como se prescribe para el consumo de tabletas de ANS en los grupos de tratamiento.

## Instrumentación

### Ergómetro UBP

Un ergómetro de remo Concept 2 modificado (Concept 2 Modelo D; Morrisville, VT, EE. UU.), similar al descrito por Nilsson et al. [7], se utilizó para todas las pruebas de UBP en este estudio. En lugar del asiento deslizante en un ergómetro Concept 2 típico, un carro con carga de resistencia está conectado a la cadena que hace girar el volante con frenos de aire. Dos bastones de esquí de fondo están sujetos al carro de manera que al empujar los bastones, el carro se desliza hacia atrás a lo largo del riel. La cadena, a su vez, hace girar el volante del ergómetro, lo que proporciona resistencia cada vez que los bastones son empujados hacia atrás. A medida que los postes vuelven a avanzar durante la fase de recuperación, las puntas de los postes tiran del carro hacia adelante a lo largo del riel con muy poca resistencia. Las modificaciones adicionales del ergómetro incluyeron un riel de acero más largo que el de un ergómetro de remo típico (2,8 m en lugar de 1,4 m), así como una plataforma montada encima y al frente del riel sobre el cual se para el esquiador durante la prueba. Idéntico al ergómetro Concept 2, el ergómetro modificado proporciona una visualización digital continua de la potencia de salida en vatios (usando el monitor digital Concept 2 PM3), así como un registro de la potencia de salida promedio durante los períodos de trabajo definidos por el usuario.

Investigaciones anteriores han informado que el test-retest de las mediciones de potencia utilizando el ergómetro Concept 2 ha sido confiable en pruebas que duran de 90 a 420 segundos [8]. Los bastones de esquí utilizados para la prueba del ergómetro (bastones Toko P232; Mammut Sports Group AG, Seon, Suiza; empuñaduras de corcho sintético Swix y correas Swix Pro Fit; Swix Sport USA Inc., Boston, MA), disponibles en incrementos de 5 centímetros entre 135 cm y 170 cm, se ajustaron a 2,5 cm de la longitud del bastón de carrera clásico de cada sujeto.

La longitud de los postes utilizados por cada sujeto durante la primera

La visita se registró y se usó para realizar pruebas durante cada visita subsiguiente.

### Calorimetría indirecta

Con base en pruebas piloto no informadas antes de este estudio, especulamos que uno o más parámetros cardiorrespiratorios podrían verse influenciados por ANS si hubiera una influencia posterior en las medidas de UBP. Por lo tanto, se incorporaron al protocolo medidas de consumo de oxígeno (VO<sub>2</sub>, L/min), ventilación por minuto (VE, L/min) y frecuencia cardíaca (BPM). Usando procedimientos estándar de calorimetría indirecta, cada sujeto usó un sistema metabólico portátil (Oxycon Mobile, Viasys Healthcare, Yorba Linda, CA) usando una mochila de hidratación modificada (Slipstream; Camelbak Products, LLC; Petaluma, CA). Los analizadores de oxígeno y dióxido de carbono se calibraron antes de cada prueba utilizando una mezcla de gases certificada. Ambos analizadores, así como el medidor de ventilación, se calibraron antes de cada prueba de acuerdo con las pautas del fabricante. El sistema metabólico recolectó datos respiración por respiración que luego se informaron como intervalos de muestra de 60 segundos (para la prueba de potencia constante) y de 5 segundos (pruebas UBP10 y UBP60) para VO<sub>2</sub> y VE. Usando una correa de monitor de frecuencia cardíaca Polar Accurex Plus (Polar Electro, Inc., Lake Success, NY), el sistema metabólico también recopiló e informó datos de frecuencia cardíaca (BPM) en los mismos intervalos de 60 y 5 segundos. Durante las pruebas, las señales de datos sin procesar del sistema metabólico, incluida la de FC, se transmitieron mediante telemetría a una estación base de computadora a 20 metros del ergómetro UBP (el rango de telemetría es < 1000 metros).

### Analizador de lactato en

sangre Con el analizador portátil Lactate Pro (Arkray, Inc., Kioto, Japón), se analiza el lactato en sangre total de una sola gota de sangre en la punta de un dedo en 60 segundos. La tira de prueba reactiva para el medidor requiere 5 µl de sangre completa, muestrada por acción capilar, para iniciar una reacción química interna y la subsiguiente corriente eléctrica proporcional a la concentración de lactato. Investigaciones anteriores han demostrado que, si bien las correlaciones entre los valores de lactato en sangre de diferentes analizadores que utilizan la misma muestra de sangre pueden ser altas ( $r \geq 0,97$ ), la diferencia absoluta entre monitores puede ser prácticamente significativa ( $\pm 2-3$  mM) en el rango fisiológico de 1-18 mM). Para ayudar a controlar los factores de confusión conocidos en la medición del lactato en sangre para este estudio, se tomaron varias precauciones. En primer lugar, antes de cada sesión de prueba se utilizó la tira de verificación del monitor (permite una autocomprobación del monitor) y la tira de calibración (viene con cada caja de tiras reactivas). En segundo lugar, se sabe que las concentraciones de lactato pueden variar entre cajas de tiras reactivas para la misma muestra de sangre. Para ayudar a controlar esta variabilidad, se asignó una sola caja de tiras reactivas a cada sujeto para las medidas de lactato antes y después de la prueba. Tercero,

El muestreo de la yema del dedo para el lactato en sangre puede ser muy variable debido a procedimientos inconsistentes de limpieza de la piel y muestreo. Por último, es posible que los medidores Lactate Pro individuales proporcionen medidas de lactato ligeramente variables para la misma muestra de sangre. Estos dos últimos factores se mitigaron con protocolos de medición estándar, usando el mismo investigador para todas las pruebas de lactato y usando el mismo medidor para cada sujeto tanto antes como después de la prueba. Teniendo en cuenta los controles mencionados anteriormente, Pyne et al. [9] concluyó que "el Lactate Pro es preciso, confiable y exhibe un alto grado de concordancia con otros analizadores de lactato".

#### Registro de dieta y ejercicio

Tanto la dieta como los hábitos de ejercicio recientes podrían confundir las medidas de UBP, así como las respuestas cardiorrespiratorias y de lactato en sangre al influir en la capacidad de amortiguamiento intracelular y/o extracelular. Para abordar este problema, intentamos controlar estos factores dentro de cada sujeto en lugar de en todos los sujetos. Usando un simple registro de dieta y ejercicio de 2 páginas, los sujetos registraron los tipos generales y las cantidades de alimentos consumidos durante las 48 horas anteriores a la prueba. Los sujetos también usaron el registro para registrar los tipos de ejercicio (modo, intensidad, duración) en los que participaron durante el mismo período de tiempo. Se pidió a los sujetos que se abstuvieran de realizar actividades de alta intensidad y larga duración durante las 24 horas anteriores a la prueba previa y posterior. Después de una evaluación del registro por parte de los investigadores al final de la visita previa a la prueba, los sujetos guardaron los registros como referencia durante las 48 horas anteriores a la visita posterior a la prueba. Idealmente, los sujetos usarían el registro de 2 páginas como referencia para que sus hábitos de dieta y actividad fueran relativamente similares antes de las visitas al laboratorio antes y después de las pruebas. Se mantuvo un registro adicional de 2 páginas tanto para la dieta como para el ejercicio durante las 48 horas previas a la prueba posterior. Al final de la visita posterior a la prueba, los investigadores revisaron nuevamente el registro para verificar lo que se registró. No se realizaron análisis de los datos de registro de nutrición y ejercicio, sino que se utilizaron como un método para ayudar a los sujetos a cumplir con los requisitos del estudio.

Por último, se les pidió a los sujetos que usaran los registros de 2 días como un medio para registrar cualquier efecto secundario percibido de la ingestión

las tabletas de placebo o ANS. Se instruyó a los sujetos para que consideraran molestias gastrointestinales (GI) inusuales o inesperadas (p. ej., dolor o calambres estomacales, exceso de gases) o cualquier otra sensación fisiológica inusual, como posibles efectos secundarios.

#### Análisis estadísticos

Medidas resumidas de potencia de salida (W10, W60), medidas espiratorias cardior de la prueba de potencia constante (60-segundos de hr, VO<sub>2</sub>, VE), pico de cardiorrespiración cardiorrespiratoria de las medidas UBP10 y UBP60 (5-SEC HR, VO<sub>2</sub>, VE), así como las medidas de lactato de recuperación de recuperación después de cada prueba (L1-L8) se evaluaron (L1-L8). ED mide el análisis de varianza (ANOVA).

Se realizaron pruebas post-hoc utilizando contrastes planificados para comparar los valores previos y posteriores a la prueba dentro de los grupos de tratamiento y placebo ( $\alpha = 0.05$ ). Usando los procedimientos descritos por Cohen [10] y la confiabilidad de UBP reportada previamente [6], se necesitó un tamaño de muestra de 10-12 sujetos por grupo para detectar una diferencia media de 10-15 W (Potencia = 0.80 y  $\alpha = 0.05$ ).

#### Resultados

Se reclutó un total de 26 sujetos, pero solo 24 pudieron completar las tres visitas al laboratorio. Los datos demográficos de los 24 sujetos restantes (12 por grupo), resumidos en la Tabla 1, muestran una representación equitativa de hombres y mujeres.

Esta última característica de los dos grupos no fue planificada a priori, sino el resultado de la estrategia de emparejamiento y división W10. Todos los sujetos habían participado en carreras de esquí nórdico entre cinco y 20 años y todos excepto uno entrenaron y compitieron en carreras de esquí nórdico durante la temporada de esquí recientemente finalizada. Los registros de dieta y ejercicio de 2 días para las pruebas previas y posteriores se recopilaron de todos los sujetos. Según los sujetos, el acto de registrar los hábitos de dieta y ejercicio antes de la prueba previa fue útil para monitorear y controlar estos comportamientos antes de la visita posterior a la prueba. Por último, los informes de efectos secundarios percibidos fueron relativamente mínimos.

Cuatro sujetos dentro del grupo de placebo informaron trastornos gastrointestinales habituales (malestar estomacal durante 7 días; gases inusuales durante 2 días) o eventos (mal sabor de boca).

**Tabla 1** Estadísticos descriptivos de las variables demográficas correspondientes a los grupos de tratamiento y placebo

Grupo	Género	Muestra Tamaño	Años de edad)	Altura del cuerpo (cm)	Masa corporal (kg)
Placebo (n = 12)	Hombres	7	29 ± 9 (20-47)	178,5 ± 7,8 (167,1-188,5)	76,9 ± 8,8 (66,1-90,5)
	Mujer		29 ± 11 (18-44)	167,6 ± 4,6 (162,4-171,5)	61,3 ± 8,5 (52,4-75,0)
Tratamiento (n = 12)	Hombres	7	27 ± 12 (19-52)	180,6 ± 9,1 (169,2-195,0)	72,7 ± 3,4 (68,5-78,2)
	Mujer		21 ± 3 (18-26)	167,8 ± 4,7 (163,3-175,1)	63,7 ± 5,3 (57,6-70,7)

NOTA: Todos los valores expresados como Media ± SD (Rango)

cápsulas; se notó un color inusual en la orina y las heces), mientras que solo un sujeto en el grupo de tratamiento notó una actividad inusual de evacuación intestinal al ingerir las tabletas de ANS.

Sin embargo, no se informó que ninguno de estos efectos secundarios percibidos haya limitado o cambiado algo sobre la dieta habitual o los hábitos de ejercicio de los sujetos afectados.

#### Las medidas de los

valores medios de UBP para W10 y W60 en los grupos de prueba y las pruebas de UBP (Tablas 2 y 3, respectivamente) muestran que los valores de W60 fueron aproximadamente el 75-85 % de los valores de W10, una observación consistente con las pruebas previas de W10 y W60 en esquiadores nórdicos universitarios [6]. Los valores medios de W10 para el grupo de placebo fueron estadísticamente similares en los ensayos de familiarización, antes y después de la prueba (241-250 W; Tabla 2). De manera similar, W60 para el grupo de placebo no difirió significativamente entre las tres visitas de laboratorio (186-188 W; Tabla 3). Por el contrario, los valores posteriores a la prueba tanto para W10 (Tabla 2) como para W60 (Tabla 3) fueron significativamente más altos para el grupo de tratamiento en relación con los valores de familiarización y antes de la prueba. Los valores de W10 posteriores a la prueba fueron +14 W más altos que los valores previos a la prueba para el grupo de tratamiento en comparación con solo +4 W más altos para el grupo de placebo. De manera similar, los valores de W60 posteriores a la prueba fueron +8 W más altos que los valores previos a la prueba para el grupo de tratamiento en comparación con solo +2 W para el grupo de placebo. Las Figuras 2 y 3 ilustran el rango de cambios individuales en W10 y W60, respectivamente, desde la prueba previa a la posterior para los grupos de tratamiento y placebo.

#### Medidas cardiorrespiratorias Las

estadísticas resumidas para las medidas de HR, VO2 y VE se presentan en las Tablas 4, 5, 6, respectivamente. Los valores medios de HR, VO2 y VE antes y después de la prueba para el grupo de placebo fueron estadísticamente similares en todas las pruebas de UBP. La única excepción fue el VO2 medio posterior a la prueba para la prueba UBP60, que fue significativamente mayor que el valor previo a la prueba del grupo placebo. De manera similar, las medidas cardiorrespiratorias para el grupo de tratamiento no difirieron significativamente entre las condiciones previas y posteriores a la prueba para los tres ensayos de la prueba UBP10. Sin embargo, la FC y el VO2 posteriores a la prueba fueron significativamente más bajos que los valores previos a la prueba para la prueba de potencia constante del grupo de tratamiento. Además, todas las ~~temporadas~~ y UBP60, mientras que la capacidad de

Tabla 3 Resumen de los resultados de la potencia de la parte superior del cuerpo (W60) de 60 segundos para las visitas de familiarización, pre-test y post-test

Grupo	W60 para el Familiarización Prueba (W)	W60 para Prueba previa Prueba (W)	W60 para Prueba posterior Prueba (W)
Placebo (n = 12)	187 ± 24	186 ± 23	188 ± 22
Tratamiento (n = 12)	188 ± 22	190 ± 24	†198 ± 25

NOTA: Todos los valores expresados como Media ±

SE †La prueba W60 media posterior para el grupo de tratamiento fue significativamente mayor que los valores medios de los grupos de tratamiento para la familiarización y la prueba previa

Las variables cardiorrespiratorias evaluadas (HR, VO2 y VE) para la prueba UBP60 fueron significativamente más bajas que los valores previos a la prueba del grupo.

#### Medidas de lactato en sangre

Las estadísticas resumidas para el lactato en sangre medido en ocho puntos de tiempo separados (L1-L8) se muestran en la Tabla 7. Los valores de lactato antes y después de la prueba fueron estadísticamente similares para los primeros siete puntos de tiempo para el grupo de placebo. El valor posterior a la prueba del grupo placebo para el octavo punto de tiempo (L8) fue significativamente mayor que el valor previo a la prueba (10,3 ± 0,6 frente a 9,7 ± 0,6 mmol/L). Los valores previos y posteriores a la prueba para el grupo de tratamiento también fueron estadísticamente similares para L2-L6, pero los valores posteriores a la prueba para L1, L7 y L8 fueron todos estadísticamente más bajos que sus valores previos a la prueba correspondientes.

#### Discusión El

presente estudio fue diseñado para evaluar la influencia potencial de un suplemento nutricional alcalino (ANS) basado en Alka-Myte® en las medidas cardiorrespiratorias, de lactato en sangre y de potencia de la parte superior del cuerpo (UBP) en esquiadores nórdicos entrenados. En conjunto, los resultados de las pruebas de potencia constante y UBP60 sugieren que, en comparación con la ingestión del placebo, un período de carga del suplemento de 7 días impartió lo que podría interpretarse como un efecto ergogénico en varias variables dependientes para dos de las tres pruebas administradas. Por ejemplo, los valores cardiorrespiratorios (HR, VO2, VE) y de lactato en sangre posteriores a la prueba tendieron a ser más bajos para las pruebas de

Tabla 2 Resumen de los resultados de potencia de la parte superior del cuerpo (W10) de 10 segundos para las visitas de familiarización, pre-test y post-test

Grupo	Mejor W10 para la familiarización Prueba (W)	Mejor W10 para el Prueba previa Pruebas (W)	Mejor W10 para el Prueba posterior Pruebas (W)
Placebo (n = 12)	241 ± 30	246 ± 31	250 ± 31
Tratamiento (n = 12)	225 ± 28	229 ± 29	†243 ± 29

NOTA: Todos los valores expresados como Media ±

SE. †La media de W10 posterior a la prueba para el grupo de tratamiento fue significativamente mayor que los valores medios de los grupos de tratamiento para la familiarización y la prueba previa.

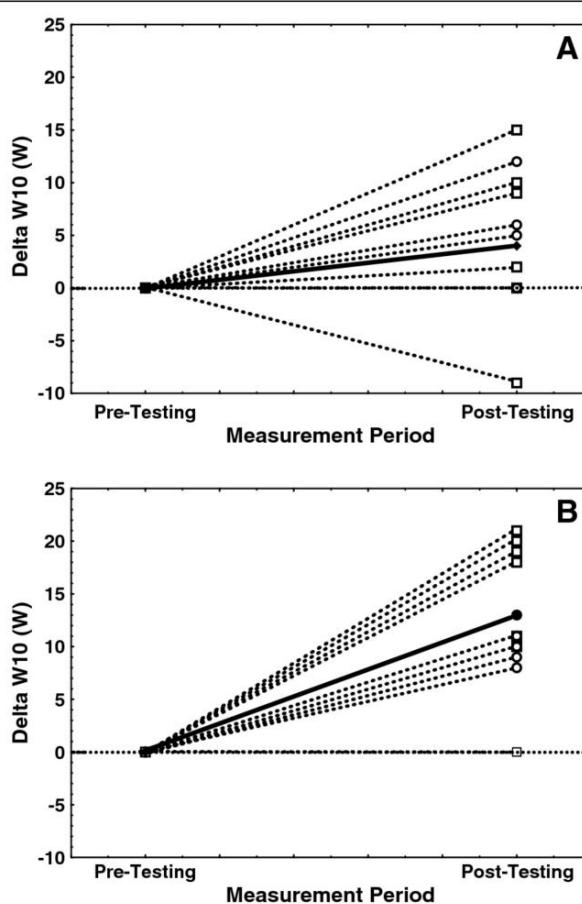


Figura 2 Cambios individuales en la potencia de la parte superior del cuerpo durante 10 segundos (Delta W10, W). Estos datos representan los cambios medidos después de un período de 7 días. período de carga del suplemento nutricional (antes de la prueba versus después de la prueba) para los grupos de placebo (A) y de tratamiento (B). Tenga en cuenta que los valores para los hombres son se indica con líneas discontinuas y cuadrados abiertos (□), las mujeres con líneas discontinuas y círculos abiertos (\*), y se indica el cambio en la media del grupo con trazo continuo y rombo cerrado (◆). La línea punteada horizontal indica que no hubo cambios entre las pruebas previas y posteriores.

generar energía durante 60 segundos (es decir, valores W60) fue significativamente mayor después de la suplementación con ANS. En el contrario, los resultados de las pruebas UBP10 proporcionaron una menor efecto ergogénico definitivo para el grupo de tratamiento a pesar de el hecho de que el grupo de tratamiento experimentó un aumento significativo en W10 sobre la falta de cambio significativo del grupo de placebo.

#### Prueba de potencia constante

La prueba de potencia constante involucró doble polarización en el ergómetro durante cinco minutos a un UBP equivalente al 50% de W10. Esta prueba originalmente estaba destinada a obtener respuestas cardiorrespiratorias y de lactato en sangre en estado estacionario y por lo tanto, proporciona medidas de economía de polos dobles de intensidad moderada-alta. De hecho, más de la mitad de los sujetos mostró aumentos pequeños pero constantes en cardiorrespiratorio parámetros durante los últimos 2-3 minutos de la prueba (es decir, respuestas de estado no estacionario). Los sujetos más propensos a experimentar respuestas de estado no estacionario al protocolo, que se dividieron en partes iguales entre el placebo y el tratamiento

grupos, fueron los que presentaron los valores más altos de W10. Independientemente, el cambio del grupo de tratamiento de pre-test a post-test de FC (164 a 159 BPM), VO2 (2,84 a 2,77 L/min), el lactato en sangre (7,0 a 5,5 mmol/L) fueron significativamente más bajos para la prueba de potencia constante, mientras que no se observaron cambios significativos para el grupo de placebo.

Esto sugiere que el grupo de tratamiento experimentó menos estrés cardiorrespiratorio y/o muscular mientras se realiza doble polarización a la misma producción de potencia media después de siete días de la suplementación con ANS.

Curiosamente, las observaciones anteriores son similares a evaluaciones previas de la influencia de la alcalinización metabólica previa al ejercicio sobre la cinética del VO2 [11-13]. Por ejemplo, Kolkhorst et al. [12], usando la ingestión de bicarbonato de sodio (NaHCO3) antes del ejercicio para inducir la alcalosis metabólica antes del ejercicio de alta intensidad, encontró que el componente rápido de la cinética del VO2 se ralentizaba en comparación con el condición de control. Berger et al. [11] también encontró pre-ejercicio Ingesta de NaHCO3 para influir en la cinética del VO2 durante la alta ejercicio de intensidad, pero también encontraron que el ejercicio final

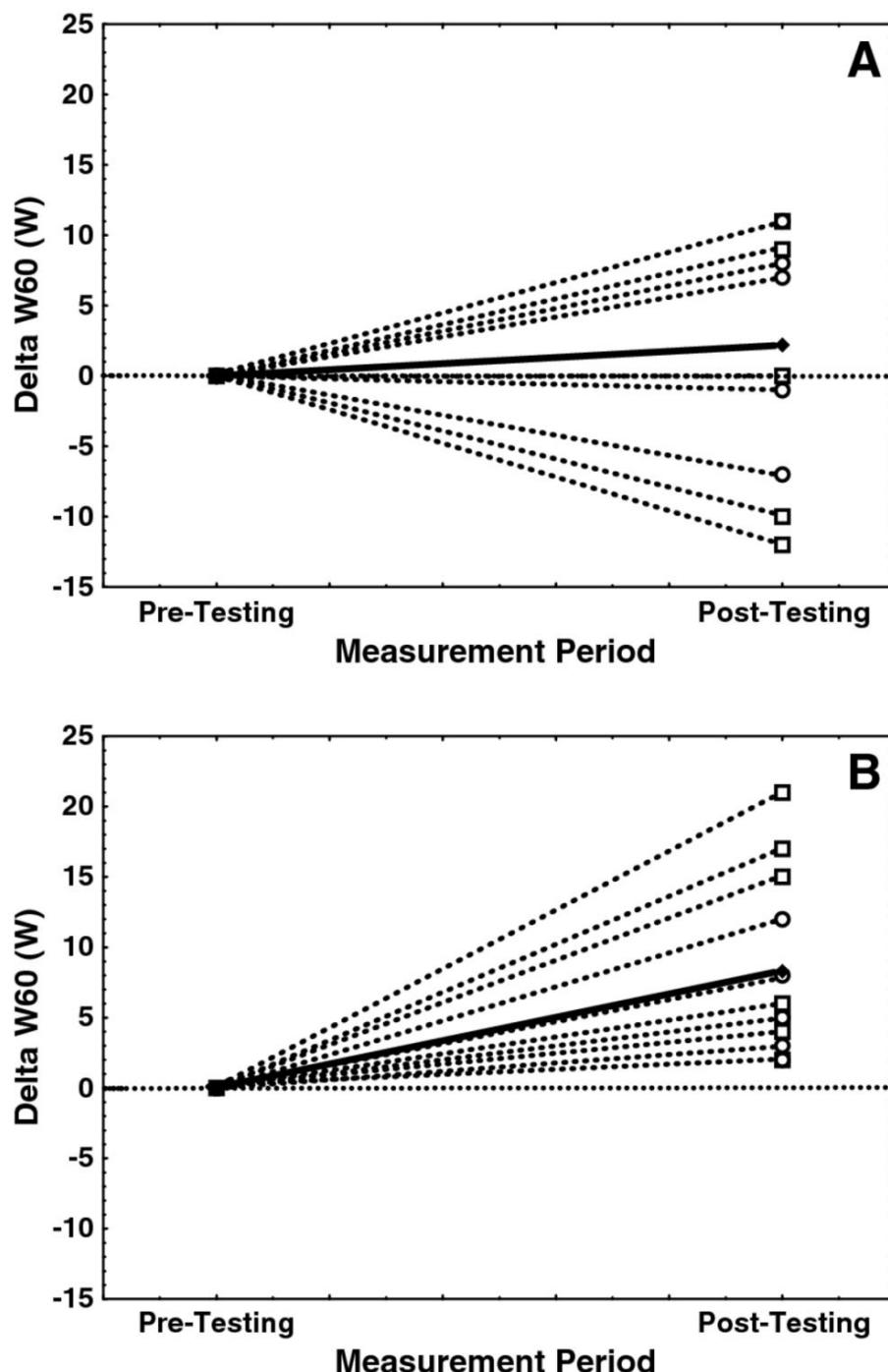


Figura 3 Cambios individuales en la potencia de la parte superior del cuerpo durante 60 segundos (Delta W60, W). Estos datos representan los cambios medidos después de un período de carga de suplementos nutricionales de 7 días (antes de la prueba versus después de la prueba) para los grupos de placebo (A) y tratamiento (B). Tenga en cuenta que los valores para los hombres se indican con líneas discontinuas y cuadrados abiertos ( $\square$ ), las mujeres con líneas discontinuas y círculos abiertos ( $\circ$ ), y el cambio en la media del grupo se indica con una línea sólida y un rombo cerrado ( $\blacklozenge$ ). La línea punteada horizontal indica que no hubo cambios entre las pruebas previas y posteriores.

El VO<sub>2</sub> fue significativamente más bajo (2,79 frente a 2,88 l/min) al final de los seis minutos de ejercicio de alta intensidad en comparación con la condición de control. El presente estudio observó una disminución similar en el VO<sub>2</sub> (2,84 a 2,77 L/min;

Tabla 5) con disminuciones concomitantes en la FC (164 a 159 BPM; Tabla 4) y el lactato en sangre (7,0 a 5,5 mmol/L para L1; Tabla 7). Por lo tanto, mientras que los cambios de pH sanguíneo no fueron monitoreados directamente durante el presente estudio, el sistema cardiorrespiratorio

Tabla 4 Medidas resumidas de frecuencia cardíaca (BPM) resultantes de cinco pruebas de potencia de la parte superior del cuerpo

Grupo	Prueba Período	Constante Fuerza Prueba	UBP10 Prueba Prueba #1	UBP10 Prueba Prueba #2	UBP10 Prueba Prueba #3	UBP60 Prueba
Placebo (n = 12)	Prueba previa	161 ± 4	156 ± 2	167 ± 2	169 ± 2	182 ± 2
	Prueba posterior	160 ± 4	157 ± 3	167 ± 3	169 ± 3	183 ± 2
Tratamiento (n = 12)	Prueba previa	164 ± 6	158 ± 5	165 ± 4	166 ± 4	184 ± 4
	Prueba posterior	†159 ± 6	160 ± 6	169 ± 6	167 ± 4	†177 ± 3

NOTA: Todos los valores expresados como Media ± SE; UBP10 = prueba de potencia de la parte superior del cuerpo de 10 segundos; UBP60 = prueba de potencia de la parte superior del cuerpo de 60 segundos

†La medida posterior a la prueba de la frecuencia cardíaca para las pruebas de potencia constante y UBP60 fue significativamente más baja que la medida previa a la prueba dentro del grupo de tratamiento ( $P < 0.05$ )

los cambios observados con la suplementación con ANS fueron consistentes con investigaciones previas de la suplementación con NaHCO<sub>3</sub> sobre la cinética del VO<sub>2</sub>. Esta observación parece apoyar la afirmación del fabricante de ANS de que el uso regular de este suplemento puede mejorar la capacidad de amortiguamiento metabólico y menores respuestas de lactato en sangre durante el ejercicio submáximo de alta intensidad. Por supuesto, se deben realizar más pruebas para evaluar directamente esta afirmación.

#### Prueba UBP10

La prueba UBP10 se administró en tres ensayos sucesivos sirviendo el primero como práctica y los dos últimos funcionando al máximo. Después de la fase de carga de 7 días, ambos grupos aumentaron los valores medios de W10, pero solo el tratamiento los valores posteriores a la prueba del grupo aumentaron significativamente en relación a los valores previos a la prueba (229 a 243 W; Tabla 2). Sin embargo, ni las medidas cardiorrespiratorias ni de lactato en sangre cambiaron significativamente para ninguno de los grupos. Además, antes de el cambio posterior en los valores de W10 (Figura 2) mostró que la mayoría los sujetos dentro de ambos grupos en realidad aumentaron W10 de antes y después de la prueba (9 de 12 para el grupo placebo y 11 o 12 para el grupo de tratamiento).

Hay varios factores que pueden haber contribuido a las pruebas UBP10 carecen de consistencia completa con aquellas de las pruebas de potencia constante y UBP60. Dado primero que cada una de estas pruebas requirió solo 10 segundos de máxima esfuerzo seguido de 2,5 min de descanso completo entre cada prueba, cambios significativos previos y posteriores relacionados con el UBP10

las pruebas no se esperaban necesariamente. Sin embargo, por el bien de consistencia, optamos por administrar la UBP10 y Pruebas UBP60 de la misma manera que la descrita para el desarrollo original y validación de estas pruebas [6]. En además, pruebas piloto (previas a este estudio) con un protocolo que requirió ocho pruebas UBP10 sucesivas con 30 segundos de descanso intervalos sugirieron que tanto la FC pico como la W10 eran responde a una fase de carga de ANS de 7 días. Así, la elección para ser coherente con los protocolos de prueba anteriores, además de la brevedad del tiempo de prueba real (10 segundos) y duración del descanso total (2,5 minutos), probablemente contribuyó a la falta de lactato cardiorrespiratorio o sanguíneo significativo cambios en el grupo de tratamiento. Un segundo aporte factor se destaca por los gráficos de antes y después del cambio en W10 (Figura 2). Una evaluación cercana de estos gráficos indica que la mayoría de los sujetos aumentaron el W10 independientemente de asignación grupal. Así, a pesar de la evaluación anterior de la confiabilidad UBP10 descrita en la sección de Métodos, parece probable que la prueba UBP10 dependiera más de la habilidad que la prueba UBP60. Esto también sugiere que el único visita de familiarización no fue suficiente para que todos los sujetos lograr valores W10 repetibles con visitas sucesivas.

#### Prueba UBP60

La prueba UBP60, la última de las tres pruebas UBP administradas, exigía a los esquiadores mantener la media más alta UBP en el transcurso de 60 segundos de doble polo. Curiosamente, no solo los valores máximos de HR (177 versus

Tabla 5 Resumen de las medidas de consumo de oxígeno (VO<sub>2</sub>, L/min) resultantes de cinco pruebas de potencia de la parte superior del cuerpo

Grupo	Prueba Período	Constante Fuerza Prueba	UBP10 Prueba Prueba #1	UBP10 Prueba Prueba #2	UBP10 Prueba Prueba #3	UBP60 Prueba
Placebo (n = 12)	Prueba previa	2,68 ± 0,28	2,29 ± 0,22	2,55 ± 0,20	2,63 ± 0,19	3,14 ± 0,24
	Prueba posterior	2,72 ± 0,30	2,47 ± 0,23	2,88 ± 0,23	2,74 ± 0,21	‡3,38 ± 0,26
Tratamiento (n = 12)	Prueba previa	2,84 ± 0,29	2,34 ± 0,18	2,61 ± 0,17	2,65 ± 0,19	3,43 ± 0,25
	Prueba posterior	†2,77 ± 0,28	2,33 ± 0,21	2,67 ± 0,23	2,68 ± 0,20	‡3,26 ± 0,26

NOTA: Todos los valores expresados como Media ± SE; UBP10 = prueba de potencia de la parte superior del cuerpo de 10 segundos; UBP60 = prueba de potencia de la parte superior del cuerpo de 60 segundos

†La medida posterior a la prueba de VO<sub>2</sub> para la prueba de potencia constante fue casi significativamente más baja que la medida previa a la prueba dentro del grupo de tratamiento ( $P < 0.10$ )‡La medida posterior a la prueba de VO<sub>2</sub> para la prueba UBP60 fue significativamente diferente a la medida previa a la prueba dentro del grupo de prueba correspondiente ( $P < 0.05$ )

Tabla 6 Resumen de medidas de ventilación por minuto (VE, L/min) resultantes de cinco pruebas de potencia de la parte superior del cuerpo

Grupo	Prueba	Constante	UBP10	UBP10	UBP10	UBP60
	Período	Prueba de potencia	Prueba	Prueba	Prueba	Prueba
			Prueba #1	Prueba #2	Prueba #3	
Placebo (n = 12)	Prueba previa	100,6 ± 11,5	87,9 ± 10,0	99,4 ± 10,2	110,4 ± 9,4	147,2 ± 12,1
	Prueba posterior	100,7 ± 13,2	92,3 ± 9,9	109,8 ± 9,9	113,9 ± 10,1	148,6 ± 13,2
Tratamiento (n = 12)	Prueba previa	104,6 ± 11,7	102,9 ± 7,7	126,0 ± 12,8	129,7 ± 10,3	163,5 ± 12,0
	Prueba posterior	101,7 ± 10,6	97,3 ± 9,8	122,4 ± 11,8	132,1 ± 12,9	†153,3 ± 11,1

NOTA: Todos los valores expresados como Media ± SE; UBP10 = prueba de potencia de la parte superior del cuerpo de 10 segundos; UBP60 = prueba de potencia de la parte superior del cuerpo de 60 segundos

†La medida posterior a la prueba de VE para la prueba UBP60 fue casi significativamente más baja que las medidas previas a la prueba dentro del grupo de tratamiento ( $P < 0.10$ )

184 BPM; Tabla 4), VO2 (3,26 versus 3,43 L/min; Tabla 5), y ventilación por minuto (VE - 153,3 versus 163,5 L/min; Tabla 6) todos disminuyeron significativamente para la prueba posterior en el grupo de tratamiento, pero el mismo grupo también generó más UBP después de la fase de carga de 7 días (190 a 198 W para W60; Tabla 3). Además, las dos últimas medidas de recuperación de lactato en sangre posteriores a la prueba (L7 y L8) para el UBP60 las pruebas fueron significativamente más bajas para el grupo de tratamiento. En Por el contrario, el grupo de placebo no mostró cambios en W60, HR pico, o VE pico mientras que también muestra significativa incrementos en el VO2 pico (Tabla 5) y la recuperación final lactato en sangre (L8; Tabla 7) después del grupo de placebo Período de carga de 7 días. En conjunto, estas observaciones sugieren que el grupo de tratamiento experimentó menos estrés cardiorrespiratorio y valores más bajos de recuperación de lactato en sangre. mientras genera más energía promedio durante la prueba posterior.

En contraste con los cambios individuales en W10 entre antes y después de la prueba (Figura 2), los cambios individuales en W60 (Figura 3) mostró que todos los sujetos del grupo de tratamiento aumentó el W60 de la prueba previa a la posterior, mientras que el placebo Las respuestas de los grupos fueron muy variables. Una vez más, en combinación con los cambios significativos en cardiorrespiratorio y medidas de recuperación de lactato en sangre, los grupos de tratamiento Las respuestas posteriores a la prueba a la carga del ANS sugieren posibles beneficios ergogénicos.

Dado que la prueba UBP60 fue la última de tres pruebas administrado, así como el tiempo de prueba de 60 segundos para la prueba,

se pensó a priori que la prueba UBP60 era la más sensible a la creación de lactato en sangre y cardiorrespiratorio significativo cambia después de la carga de ANS. Numerosos estudios investigando la influencia de la suplementación con NaHCO3 en los indicadores de desempeño han usado 30-120 segundos de tiempo intervalos de prueba, así como repetir los intervalos de prueba después de los intervalos de descanso fijos, para enfatizar el uso de la producción de ATP no mitocondrial y la acidosis intracelular subsiguiente (para una revisión ver Williams [14]). De este modo, si la acidosis fue inducida de forma aguda por el tiempo de 60 segundos marco de la prueba UBP60, o por la acumulación de tres pruebas administradas sucesivamente, o por una combinación de estos factores, la influencia de la carga de ANS en el grupo de tratamiento fue similar a lo que se ha descrito para suplementación con NaHCO3 . En concreto, el tratamiento grupo fue capaz de generar valores más altos de W60 mientras experimentando menor estrés cardiorrespiratorio y menor recuperación de los valores de lactato en sangre. Estas observaciones pueden apoyar las afirmaciones del fabricante de ANS de una mayor recuperación rápida de la función muscular después de una intensa esfuerzos musculares.

#### ¿Posible mecanismo para los efectos observados?

El suplemento a base de Alka-Myte® evaluado por este Se pretende que el estudio sea un estudio intracelular a base de minerales. y agente alcalinizante extracelular que ayuda a minimizar la influencia de la acidosis metabólica y la fatiga muscular durante

Tabla 7 Resumen de medidas para ocho (L1-L8) análisis de lactato en sangre en la yema del dedo (mmol/L) de pruebas de la parte superior del cuerpo fuerza

Grupo	Prueba de potencia constante		Pruebas UBP10			Prueba UBP60		
	†L1	L2	Prueba #1 L3	Prueba #2 L4	Prueba #3 L5	L6	L7	L8
Placebo	5,3 ± 0,6	5,0 ± 0,6	5,1 ± 0,6	5,6 ± 0,5	6,4 ± 0,6	9,2 ± 0,5	9,8 ± 0,6	9,7 ± 0,6
Prueba previa	4,9 ± 0,6	5,0 ± 0,7	4,9 ± 0,6	5,6 ± 0,5	6,6 ± 0,5	9,4 ± 0,5	10,3 ± 0,6	†10,3 ± 0,6
Prueba posterior								
Tratamiento	7,0 ± 0,6	5,8 ± 0,8	6,1 ± 0,7	6,6 ± 0,6	7,2 ± 0,6	9,8 ± 0,8	10,9 ± 0,7	10,4 ± 0,7
Prueba previa	‡5,5 ± 0,6	5,7 ± 0,7	5,6 ± 0,7	6,3 ± 0,6	7,2 ± 0,7	9,4 ± 0,7	‡9,8 ± 0,7	‡9,4 ± 0,6
Prueba posterior								

NOTA: Todos los valores expresados como Media ± SE; UBP10 = prueba de potencia de la parte superior del cuerpo de 10 segundos; UBP60 = prueba de potencia de la parte superior del cuerpo de 60 segundos. Los tamaños de muestra se mantuvieron en 12 sujetos. por grupo para las pruebas previas y posteriores

†Las ocho muestras de lactato en sangre (L1-L8) están etiquetadas igual que las que se muestran en la Figura 1

‡El valor medio de lactato en sangre posterior a la prueba difirió significativamente ( $P < 0.05$ ) del valor correspondiente previo a la prueba dentro del mismo grupo de prueba

ejercicio de alta intensidad. Clásicamente, este tipo de agente amortiguador se refiere a mitigar el impacto del exceso de ácido láctico intramuscular en la disminución del pH intracelular y la consiguiente disminución del rendimiento del ciclo de puentes cruzados y la generación de fuerza muscular [4,5]. Sin embargo, la hipótesis del ácido láctico como fuerza impulsora detrás de la acidosis metabólica y la fatiga muscular no está respaldada por el cuerpo de investigación actual [4,5]. Se ha demostrado que la creación de acidosis metabólica durante el ejercicio de alta intensidad ocurre cuando la tasa de hidrólisis de ATP (es decir, un indicador de la demanda de ATP) excede la tasa de producción de ATP por parte de las mitocondrias [4]. Como tal, la formación de ácido láctico citosólico a partir de piruroto en realidad es causada por un aumento de las concentraciones de H<sup>+</sup> citosólico en lugar de que el ácido láctico sea la causa del aumento de las concentraciones de H<sup>+</sup>.

Por lo tanto, a pesar de la frecuente confusión en la investigación y la literatura no especializada con respecto a la causa principal de la acidosis metabólica, las medidas de lactato en sangre durante e inmediatamente después del ejercicio todavía se consideran correlatos razonables de los cambios intracelulares en el pH para el ejercicio de todo el cuerpo [4].

A pesar de la falta de apoyo a la hipótesis del ácido láctico, existe un acuerdo general de que la acidosis metabólica puede influir negativamente en la función muscular [5]. Por lo tanto, cualquier suplemento nutricional que pueda amortiguar potencialmente el inicio o la gravedad de la acidosis metabólica durante el ejercicio de alta intensidad también puede influir potencialmente en la función muscular y, por lo tanto, en el rendimiento de todo el cuerpo. Por ejemplo, se ha demostrado que la dosificación con NaHCO<sub>3</sub> [15,16], citrato de sodio [1,16] o lactato de sodio [16] influye positivamente en el rendimiento físico. Un mecanismo probable por el cual estos suplementos influyen en la acidosis metabólica es por una mejor amortiguación intracelular y/o extracelular de H<sup>+</sup>. Sin embargo, dado que la acidosis extracelular (es decir, plasmática) no ocurrirá hasta minutos después de una sesión de ejercicio de alta intensidad, es posible que la mejora de la amortiguación extracelular actúe para aumentar el gradiente de H<sup>+</sup> intracelular a extracelular durante el ejercicio [17].

En el presente estudio, no se recolectaron muestras de sangre arterial ni muestras de biopsia muscular para medir el pH o la capacidad amortiguadora, por lo que no podemos estar seguros de hasta qué punto el suplemento a base de Alka-Myte® estaba actuando como un agente alcalinizante intra o extracelular.

La experimentación futura con este suplemento debe incorporar estas medidas para abordar esta limitación.

Un mecanismo hipotético que relaciona la influencia de la acidosis metabólica intracelular sobre la fatiga muscular es una influencia postulada sobre la capacidad del sistema nervioso central para reclutar las fibras musculares afectadas [5]. Por ejemplo, Calle et al. [17] ha demostrado que la alcalosis extracelular inducida por la ingestión de citrato de sodio influirá en la acumulación de H<sup>+</sup> intersticial, que, a su vez, se asoció con un aumento de los iones de potasio (K<sup>+</sup>). Dado que se ha demostrado que la acumulación de K<sup>+</sup> intersticial reduce la excitabilidad muscular [18], también se ha postulado que la disminución de K<sup>+</sup> intersticial

mejorar el rendimiento del músculo afectado [19]. También se ha sugerido que el pH local y las concentraciones de K<sup>+</sup> están relacionados con mecanismos vasodilatadores locales [20]. En resumen, la alcalosis extracelular inducida puede influir indirectamente en el flujo sanguíneo a través de una influencia en las concentraciones intersticiales de K<sup>+</sup>.

#### Limitaciones del

estudio Como evaluación piloto de este suplemento basado en Alka-Myte®, este estudio fue diseñado simplemente para describir los efectos de una rutina de suplementación proscripta en lugar de descifrar los posibles mecanismos. Por lo tanto, los estudios futuros deberían verificar los efectos ergogénicos potenciales de este suplemento con medidas más invasivas de cambios en el pH de la sangre. Además, no se sabe si fue necesaria una fase de carga de 7 días para los efectos del tratamiento observados o si una fase de carga más larga, o incluso una dosis diaria más alta, arrojaría resultados diferentes. Por lo tanto, los problemas relacionados con un paradigma dosis-respuesta deben abordarse con estudios futuros.

#### Conclusiones

En respuesta a siete días de ingestión de un suplemento nutricional alcalino basado en Alka-Myte®, los esquiadores nórdicos entrenados experimentaron cambios significativos en las medidas de producción de potencia cardiorrespiratoria, de lactato sanguíneo y de la parte superior del cuerpo. Todos los cambios observados fueron consistentes con los de una ayuda ergogénica para esquiadores nórdicos entrenados. Por el contrario, un grupo similar de esquiadores nórdicos que consumieron un placebo no experimentó cambios similares. Por lo tanto, el uso de este suplemento pareció impartir un beneficio ergogénico a los esquiadores que puede ser similar a los efectos esperados del consumo de agentes amortiguadores extracelulares bien estudiados, como el bicarbonato de sodio.

#### Agradecimientos Los

autores desean agradecer la participación entusiasta del Equipo Nórdico de la Universidad Estatal de Montana como participantes en este estudio.

#### Contribuciones de los autores

El autor principal de este estudio fue responsable del diseño del estudio, el reclutamiento de sujetos, el análisis de datos y la preparación del manuscrito, mientras que los demás autores fueron responsables del examen de salud y la recopilación de datos. Todos los autores leyeron y aprobaron el manuscrito final.

#### Conflictos de intereses Los

autores reconocen que el costo del procesamiento del artículo para este manuscrito fue pagado por Rocktape (Los Gatos, CA, EE. UU.). Además, las tabletas utilizadas para los grupos de tratamiento y placebo fueron proporcionadas sin cargo por TAMER Laboratories, Inc. (Shorline, WA, EE. UU.).

Recibido: 30 de noviembre de 2011 Aceptado: 20 de marzo de 2012  
Publicado: 20 de marzo de 2012

#### Referencias

- Linossier MT, Dormois D, Bregere P, Geyssant A, Denis C: Efecto del 1. citrato de sodio sobre el rendimiento y el metabolismo del músculo esquelético humano durante el ejercicio de ciclismo supramáximo. Eur J Appl Physiol 1997, 76:48-54.

2. Potteiger JA, Nickel GL, Webster MJ, Haub MD, Palmer RJ : La ingesta de citrato de sodio mejora el rendimiento en ciclismo de 30 km. *Int J Sports Med* 1996, 17(1):7-11.
3. Raymer GH, Marsh GD, Kowalchuk JM, Thompson RT: Efectos metabólicos de la alcalosis inducida durante el ejercicio progresivo del antebrazo hasta la fatiga. *J Appl Physiol* 2004, 96:2050-2056.
4. Roberts RA, Ghiasvand F, Parker D: Bioquímica de la acidosis metabólica inducida por el ejercicio . *Soy J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2004, 287: R502-R516.
5. Cairns SP: Ácido láctico y rendimiento del ejercicio: ¿culpable o amigo? *Deportes Med* 2006, 36(4):279-291.
6. Alsobrook NG, Heil DP: La potencia de la parte superior del cuerpo como determinante del rendimiento del esquí de fondo clásico. *Eur J Appl Physiol* 2009, 105(4):633-641.
7. Nilsson JE, Holmberg HC, Tveit P, Hallen J: Efectos del entrenamiento de intervalos de doble barra de 20 s y 180 s en esquiadores de fondo. *Eur J Appl Physiol* 2004, 92:121-127.
8. Soper C, Hume PA: Fiabilidad de la producción de potencia durante los cambios de remo con tipo de ergómetro y distancia de carrera. *Sports Biomech* 2004, 3(2):237-248.
9. Pyne DB, Boston T, Martin DT, Logan A: Evaluación del analizador de lactato en sangre Lactate Pro. *Eur J Appl Physiol* 2000, 82:112-116.
10. Cohen J: Análisis de poder estadístico para las ciencias del comportamiento. 2 edición. Hillsdale, Nueva Jersey: Lawrence Erlbaum Associates; 1988.
11. Berger NJA, McNaughton LR, Keatley S, Wilkerson DP, Jones AM : La ingesta de bicarbonato de sodio altera la fase lenta pero no la rápida del VO<sub>2</sub> cinética. *Med Sci Sports Exerc* 2006, 38(11):1909-1917.
12. Kolkhorst FW, Rezende RS, Levy SS, Buono MJ: Efectos del sodio bicarbonato en la cinética del VO<sub>2</sub> durante el ejercicio pesado. *Med Sci Sports Med* 2004, 36(11):1895-1899.
13. Zoladz JA, Szkutnik Z, Duda K, Majerczak J, Korzeniewski B: Preejercicio La alcalosis metabólica inducida por la ingestión de bicarbonato acelera el VO<sub>2</sub> cinética al inicio de un ejercicio de alta potencia en humanos. *J Appl Physiol* 2005, 98:895-904.
14. Williams MH: carga de bicarbonato. *Sports Sci Exchange* 1992, 36(4):1-4.
15. Matson LG, Tran ZV: Efectos de la ingestión de bicarbonato de sodio en rendimiento anaeróbico: una revisión metaanalítica. *Int J Sport Nutr* 1993, 3:2-28.
16. Van Montfoort MCE, Van Dieren L, Hopkins WG, Shearman JP: Efectos de ingestión de bicarbonato, citrato, lactato y cloruro en carreras de velocidad. *Med Sci Sports Exerc* 2004, 36(7):1239-1243.
17. Street D, Nielsen JJ, Bangsbo J, Juel C: La alcalosis metabólica reduce la acidosis inducida por el ejercicio y la acumulación de potasio en el intersticio del músculo esquelético humano. *J Physiol* 2005, 566(2):481-489.
18. Clausen T: regulación de la bomba de Na<sup>+</sup>-K<sup>+</sup> en la contractilidad del músculo esquelético. fisiológico Rev. 2003, 83:1269-1324.
19. Nielsen OB, Ortenblad N, Lamb GD, Stephenson DG: excitabilidad de la T sistema tubular en el músculo esquelético de rata: funciones de los gradientes de K<sup>+</sup> y Na<sup>+</sup> y la actividad de la bomba de Na<sup>+</sup>-K<sup>+</sup>. *J Physiol* 2004, 557:133-146.
20. Juel C: Cambios en el K<sup>+</sup> intersticial y el pH durante el ejercicio: implicaciones para la regulación del flujo sanguíneo. *Aplicación Physiol Nutr Metab* 2007, 32:846-851.

doi:10.1186/1550-2783-9-8

Citar este artículo como: Heil et al.: Influencia de un suplemento alcalinizante en los marcadores del rendimiento de resistencia usando un diseño doble ciego controlado con placebo. *Revista de la Sociedad Internacional de Nutrición Deportiva* 2012 9:8.

Envíe su próximo manuscrito a BioMed Central y aproveche al máximo:

- Práctico envío en línea
- Revisión minuciosa por pares
- Sin limitaciones de espacio ni cargos por figura de color
- Publicación inmediata al aceptar • Inclusión en PubMed, CAS, Scopus y Google Scholar
- Investigación que está disponible gratuitamente para su redistribución

Envíe su manuscrito a  
www.biomedcentral.com/submit

