

Volumen 3 - Número 6 - Noviembre/Diciembre 2017



REVISTA OBSERVATORIO DEL DEPORTE

REVISTA DE HUMANIDADES Y CIENCIAS SOCIALES

ISSN 0719-5729

Portada: Felipe Maximiliano Estay Guerrero

orandum est ut sit mens sana in corpore sano

221 B

WEB SCIENCES

UNIVERSIDAD DE LOS LAGOS
SEDE SANTIAGO

CUERPO DIRECTIVO

Director

Juan Luis Carter Beltrán

Universidad de Los Lagos, Chile

Editor

Juan Guillermo Estay Sepúlveda

Universidad de Los Lagos, Chile

Cuerpo Asistente

Traductora: Inglés

Pauline Corthorn Escudero

Asesorías 221 B, Chile

Traductora: Portugués

Elaine Cristina Pereira Menegón

Asesorías 221 B, Chile

Diagramación / Documentación

Carolina Cabezas Cáceres

Asesorías 221 B, Chile

Portada

Felipe Maximiliano Estay Guerrero

Asesorías 221 B, Chile

COMITÉ EDITORIAL

Mg. Adriana Angarita Fonseca

Universidad de Santander, Colombia

Lic. Marcelo Bittencourt Jardim

CENSUPEG y CMRPD, Brasil

Mg. Yamileth Chacón Araya

Universidad de Costa Rica, Costa Rica

Dr. Óscar Chiva Bartoll

Universidad Jaume I de Castellón, España

Dr. Miguel Ángel Delgado Noguera

Universidad de Granada, España

Dr. Jesús Gil Gómez

Universidad Jaume I de Castellón, España

Ph. D. José Moncada Jiménez

Universidad de Costa Rica, Costa Rica

Mg. Aysel Rivera Villafuerte

Secretaría de Educación Pública SEP, México

Mg. Jorge Saravi

Universidad Nacional La Plata, Argentina

Comité Científico Internacional

Ph. D. Víctor Arufe Giraldez

Universidad de La Coruña, España

Ph. D. Juan Ramón Barbany Cairo

Universidad de Barcelona, España

Ph. D. Daniel Berdejo-Del-Fresno

England Futsal National Team, Reino Unido

The International Futsal Academy, Reino Unido

Dr. Antonio Bettine de Almeida

Universidad de Sao Paulo, Brasil

Dr. Oswaldo Ceballos Gurrola
Universidad Autónoma de Nuevo León, México

Ph. D. Paulo Coêlho
Universidad de Coimbra, Portugal

Dr. Paul De Knop
Rector Vrije Universiteit Brussel, Bélgica

Dr. Eric de Léséleuc
INS HEA, Francia

Mg. Pablo Del Val Martín
*Pontificia Universidad Católica del Ecuador,
Ecuador*

Dr. Christopher Gaffney
Universität Zürich, Suiza

Dr. Marcos García Neira
Universidad de Sao Paulo, Brasil

Dr. Misael González Rodríguez
Universidad de Ciencias Informáticas, Cuba

Dra. Carmen González y González de Mesa
Universidad de Oviedo, España

Dr. Rogério de Melo Grillo
Universidade Estadual de Campinas, Brasil

Dra. Ana Rosa Jaqueira
Universidad de Coimbra, Portugal

Mg. Nelson Kautzner Marques Junior
Universidad de Rio de Janeiro, Brasil

Ph. D. Marjeta Kovač
University of Ljubljana, Slovenia

Dr. Amador Lara Sánchez
Universidad de Jaén, España

Dr. Ramón Llopis-Goic
Universidad de Valencia, España

Dr. Osvaldo Javier Martín Agüero
Universidad de Camagüey, Cuba

Mg. Leonardo Panucia Villafañe
Universidad de Oriente, Cuba
Editor Revista Arranca

Ph. D. Sakis Pappous
Universidad de Kent, Reino Unido

Dr. Nicola Porro
*Universidad de Cassino e del Lazio
Meridionale, Italia*

Ph. D. Prof. Emeritus Darwin M. Semotiuk
Western University Canada, Canadá

Dr. Juan Torres Guerrero
Universidad de Nueva Granada, España

Dra. Verónica Tutte
Universidad Católica del Uruguay, Uruguay

Dr. Carlos Velázquez Callado
Universidad de Valladolid, España

Dra. Tânia Mara Vieira Sampaio
Universidad Católica de Brasilia, Brasil
*Editora da Revista Brasileira de Ciência e
Movimento – RBCM*

Dra. María Luisa Zagalaz Sánchez
Universidad de Jaén, España

Dr. Rolando Zamora Castro
Universidad de Oriente, Cuba
Director Revista Arrancada

Asesoría Ciencia Aplicada y Tecnológica:
221 B Web Sciences

Representante Legal
Juan Guillermo Estay Sepúlveda Editorial
Santiago – Chile



221 B
WEB SCIENCES



Indización

Revista ODEP, indizada en:



MIAR 2015
Live



EFFECTOS DE LA SUPLEMENTACIÓN CON JUGO DE BETARRAGA SOBRE LA RESISTENCIA FÍSICA Y EL RENDIMIENTO DE ATLETAS EN CHILE. ANÁLISIS CRÍTICO LITERARIO¹

EFFECTS OF SUPPLEMENTATION WITH JUICE OF BEETROOT ON THE PHYSICAL RESISTANCE AND THE PERFORMANCE OF ATHLETES IN CHILE. CRITICAL LITERARY ANALYSIS

Lic. Héctor Arturo Fuentes Barria
Universidad Santo Tomás, Chile
h3ct0r.fuentes.b@gmail.com

Fecha de Recepción: 06 de septiembre de 2017 – **Fecha de Aceptación:** 30 de octubre de 2017

Resumen

El objetivo de este trabajo fue comprobar la validez y aplicabilidad de los resultados, con respecto a la efectividad de la administración de nitrato en forma de jugo de remolacha en sujetos sanos, a partir de esto surge la siguiente interrogante ¿Existe la posibilidad que la suplementación con NO₃, pueda ser usada como ayuda ergogénica en actividades de resistencia? Se analizó la revisión sistemática "The effect of nitrate supplementation Exercise performance in healthy individuals" de Nicholas F y col. (2016)¹. La cual muestra que dosis entre 4,1 mmol a 19,5 mmol por día en periodos de intervención entre 30 minutos a 15 días en sujetos sanos, podría mejorar de forma moderada pero significativa el rendimiento hasta el tiempo de extenuación 0,33 (95% IC 0,15 a 0,50), hubo efectos pequeños pero significativos en la prueba rendimiento gradual 0,25 (95% IC -0,06 a 0,56) y en cuanto al tiempo de prueba -0,10 (95% IC -0,27 a 0,06). En general, los resultados sugieren que la suplementación con nitrato es asociada a mejoras moderadas en la capacidad aeróbica hasta el agotamiento, aunque no existe significancia estadística, en cuanto a la potencia aeróbica se observa un pequeño efecto de mejora, el cual en el contexto de rendimiento deportivo puede ser significativo. Hacen falta más estudios para establecer lineamientos concretos en cuanto a protocolos de aplicación, dosificación y duración para una recomendación fidedigna de la suplementación con nitrato.

Palabras Claves

Suplementos dietéticos – Nitratos – Rendimiento atlético – Atletas – Atletismo

Abstract

the objective of this work was to verify the validity and applicability of the results, regarding the effectiveness of the delivery of nitrate in the form of beet juice in healthy subjects, from this arises the following question Is it possible that supplementation with NO₃ can be used as ergogenic aid in resistance activities? We analyzed the systematic review "The effect of nitrate supplementation Exercise performance in healthy individuals" by Nicholas F et al. (2016). Which showed that doses between 4.1 mmol to 19.5 mmol per day in periods of intervention between 30 minutes to 15 days in healthy subjects, could improve in a moderate but significant way the yield until the time of extenuation 0.33 (95 % CI 0.15 to 0.50), there were small but significant effects on the graded yield test 0.25 (95% CI -0.06 to 0.56) and on the test time -0.10 (95 % IC -0.27 to 0.06). In general, the results suggest that nitrate supplementation is associated with moderate improvements in aerobic capacity until exhaustion, although there is no statistical significance, as for aerobic power, a small improvement effect is observed, which in the context of Sports performance can be significant. More studies are needed to establish concrete guidelines for protocols of application, dosage and duration for a reliable recommendation of nitrate supplementation.

Keywords

Dietary supplements – Nitrates – Athletic Performance – Athletes – Athletics

¹ Este artículo es resultado de un análisis crítico a la literatura en base a los planteamientos sugeridos por la investigación de Nicholas F. McMahon, Michael D. Leveritt, Toby G. Pavey. The Effect of Dietary Nitrate Supplementation on Endurance Exercise Performance in Healthy Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. Sports Med CrossMark 2016 doi 10.1007/s40279-016-0617-7.

Introducción

El Nitrato (NO_3) a nivel endógeno es el resultado de la unión de la L Arginina y la enzima NOS sintetasa, inicialmente es un subproducto inerte del metabolismo del óxido nítrico². A pesar de que el óxido nítrico (NO) tiene diversas funciones vitales; Tales como; La regulación de la neurotransmisión³, control vascular⁴, respiración mitocondrial⁵, contracción músculo esquelética⁶, disminución estrés oxidativo⁷. El NO_3 se utiliza comúnmente como agente farmacológico en patologías cardiovasculares⁸.

Recientemente se han estudiado los beneficios y potencial del nitrato como mejorador del rendimiento deportivo; En esta línea de investigación Larsen⁹ registro disminuciones significativas en cuanto al costo de O_2 por unidad de tiempo, lo que se interpreta como una mejora de la eficiencia y economía de O_2 , gracias a este estudio, se ha podido determinar el rol del NO_3 en ejercicios de carácter aeróbico o de resistencia¹⁰, por lo que la obtención del nitrato mediante la dieta se ha vuelto fundamental como elemento mejorador del rendimiento físico; Esta permite a los deportistas aumentar sus capacidades y obtener una mejora en el rendimiento deportivo, investigaciones recientes en NO_3 y sus funciones han colaborado para que este se vuelva popular entre los deportistas que buscan rendimiento.

A nivel deportivo los beneficios de la ingesta de nitrato van orientados a los procesos fisiológicos, los cuales pueden ser modificados, entre estos efectos se encuentran: la contractilidad del músculo esquelético, eficacia mitocondrial, homeostasis de la glucosa y respiración¹¹, el nitrato se obtiene de forma natural mediante el consumo de hortalizas de hoja verde, las cuales constituyen una gran fuente dietética de nitrato, entre las verduras destacan por su concentración de nitrato (250 mg / 100 g): espinacas, zanahoria, lechuga, apio, rábano, acelga y la betarraga¹².

² J. O. Lundberg; E. Weitzberg y M. T. Gladwin, The nitrate-nitrite-nitric oxide pathway in physiology and therapeutics. *Nat Rev Drug Discov.* 7(2) (2008):156–167. doi:10.1038/nrd2466.

³ S. R. Vincent, Nitric oxide neurons and neurotransmission. *Progress in Neurobiology*, 90(2), (2010) 246–255. doi: 10.1016/pneurobio.2009.10.007

⁴ M. Kelm & J. Schrader, Control of coronary vascular tone by nitric oxide. *Circulation Research* 66(6) (1990) 1561– 1575. doi: 10.1161/01-RES.66.6.1561

⁵ G. C. Brown, Nitric oxide and mitochondrial respiration. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1411(2-3), (1999) 351–369. doi: 10.1016/S0005-2728(99)00025-0

⁶ M. B. Reid, Nitric oxide, reactive oxygen species, and skeletal muscle contraction. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(3) (2001) 371–376. doi: 10.1097/00005768-200103000-00006

⁷ M. Carlström; A. E. G. Persson; E. Larsson; M. Hezel; P. G. Schef-fer; T. Teerlink y J. O. Lundberg, Dietary nitrate attenuates oxidative stress, prevents cardiac and renal injuries, and reduces blood pressure in salt-induced hypertension. *Cardiovascular Research*, 89(3) (2011) 574–585. Doi 10.1093/cvr/cvq366

⁸ A. R. Butler & M. Feelisch, Therapeutic Uses of Inorganic Nitrite and Nitrate. *Circulation*, 117(16) (2008) 2151–2159. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.107.753814

⁹ F. J. Larsen; E. Weitzberg; J. O. Lundberg & B. Ekblom, Effects of dietary nitrate on oxygen cost during exercise. *Acta Physiologica (Oxford: England)*, 191(1), 59–66. doi: 10.1111/J.1748-1716.20007.01713.x

¹⁰ M. J. Joyner & E. F. Coyle, Endurance exercise performance: the physiology of champions. *The Journal of Physiology*, 586(1), (2008) 35–44. doi: 10.1113/jphysiol.2007.143834

¹¹ J. S. Stamler y G. Meissner, Physiology of nitric oxide in skeletal muscle. *Physiol Rev.* 81(1) (2001) 209–37.

¹² P. Santamaria, Nitrate in vegetables: toxicity, content, intake and EC regulation. *J Sci Food Agric.* 86(1) (2006)10–7. doi:10.1002/jsfa.2351.

La suplementación con betarraga y sus derivados abrió una arista en torno a los posibles efectos ergogénicos sobre el ejercicio, se han reportado efectos en cuanto a la presión arterial¹³ mejoras de la cinética de desoxiemoglobina muscular¹⁴ eficiencia en la utilización del adenosin trifosfato (ATP) y la fosfocreatina (PCr), lo que trae por consecuencia un aumento en la eficiencia contráctil¹⁵ y una reducción del costo de O₂ en ejercicios submáximos¹⁶, todos estos beneficios se traducen en una mejora del rendimiento físico¹⁷.

Sin embargo, una serie de estudios no han reportado ningún efecto sobre el rendimiento¹⁸. Estas discrepancias entre estudios es atribuible a errores metodológicos entre los diseños de los diversos estudios en cuanto a sus protocolos y características de los participantes.

En este contexto esta investigación se enfocará en determinar si la suplementación de jugo de betarraga puede mejorar el rendimiento aeróbico en atletas, para lo cual se realizó una búsqueda acabada de información.

Para dar respuesta a esta interrogante se procedió a analizar el trabajo "The effect of nitrate supplementation Exercise performance in healthy individuals". Nicholas F y col. (2016)¹⁹ el cual trata de una revisión sistemática (RS) con meta – análisis de estudios clínicos aleatorizados (ECAs). La cual trata sobre la eficacia de los suplementos con NO₃ sobre el rendimiento en ejercicios de resistencia en población sana.

¹³ S. J. Bailey; J. Fulford; A. Vanhatalo et al., Dietary nitrate supplementation enhances muscle contractile efficiency during knee extensor exercise in humans. *J Appl Physiol.* 109(1) (2010) 135–48. doi:10.1152/jappphysiol.00046.2010 y A. Vanhatalo; S. J. Bailey; J. R. Blackwell et al. Acute and chronic effects of dietary nitrate supplementation on blood pressure and the physiological responses to moderate-intensity and incremental exercise. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 299(4):R (2010) 1121–31.

¹⁴ A. Vanhatalo; J. Fulford; S. J. Bailey et al., Dietary nitrate reduces muscle metabolic perturbation and improves exercise tolerance in hypoxia. *J Physiol.* 589(Pt 22) (2011) 5517–5528. doi:10.1113/jphysiol.2011.216341.

¹⁵ P. Santamaria, Nitrate in vegetables: toxicity, content, intake...

¹⁶ S. J. Bailey; P. Winyard, A. Vanhatalo et al. Dietary nitrate supplementation reduces the O₂ cost of low-intensity exercise and enhances tolerance to high-intensity exercise in humans. *J Appl Physiol.* 107(4) (2009) 1144–1155 y K. E. Lansley; P. G. Winyard; J. Fulford et al. Dietary nitrate supplementation reduces the O₂ cost of walking and running: a placebo-controlled study. *J Appl Physiol.* 110(3) (2011) 591–600. doi:10.1152/jappphysiol.01070.2010

¹⁷ A. Vanhatalo; J. Fulford; S. J. Bailey et al., Dietary nitrate reduces muscle...; S. J. Bailey; P. Winyard; A. Vanhatalo et al., Dietary nitrate supplementation...; F. J. Larsen; E. Weitzberg; J. O. Lundberg et al., Dietary nitrate reduces maximal oxygen consumption while maintaining work performance in maximal exercise. *Free Radic Biol Med.* 48(2) (2010) 342–347 y K. E. Lansley; P. G. Winyard; S. J. Bailey et al., Acute dietary nitrate supplementation improves cycling time trial performance. *MedSci Sports Exerc.* 43(6) (2011) 1125–1131.

¹⁸ W. G. Hopkins & A. M. Batterham, Making Meaning-ful Inferences About Magnitudes. *Sportscience*, 9, (2005) 6–13 y C. B. Trewin; W. G. Hopkins & D. B. Pyne, Relationship between world-ranking and Olympic performance of swimmers. *Journal of Sports Sciences*, 22(4) (2004), 339–345. doi: 10.1080/02640410310001641610

¹⁹ N. F. McMahon; M. D. Leveritt and T. G. Pavey, The Effect of Dietary Nitrate Supplementation on Endurance Exercise Performance in Healthy Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med CrossMark* 2016 doi 10.1007/s40279-016-0617-7.

La búsqueda de la bibliografía de la RS analizada, se realizó en las siguientes bases de datos: Cochrane Library, Embase, PubMed, Ovid, Scopus y Web of Science, desde el inicio de estas hasta el mes de octubre de 2015, existió una restricción de idioma (inglés), se lograron identificar 1787 artículos potenciales, de los cuales finalmente quedaron seleccionados 47 estudios, los cuales cumplían los criterios de elegibilidad impuestos por los autores de la RS analizada, estos criterios de inclusión fueron:

- 1 - Participantes: Adolescentes o Adultos Sanos.
- 2 – Intervención: Suplementación con Nitrato (NO₃), suplementos vegetales ricos en NO₃ o jugo de remolacha.
- 3 – Comparación: Suplementación nitrato versus placebo.
- 4 – Outcome: Capacidad de ejercicio o rendimiento de ejercicio.
- 5 – Tipo de diseño: Estudios controlados aleatorizados (ECAs).

Respecto a la reproductibilidad de la búsqueda, selección, y evaluación de los estudios, estos fueron realizados por dos revisores independientes (NM y ML), los cuales evaluaron el título de los artículos y resúmenes según criterios de elegibilidad, el nivel de acuerdo entre los dos revisores independientes expresado en el valor Kappa fue de 0.94, por lo que de existir alguna discrepancia esta fue resuelta mediante la consulta a un tercer investigador (TP). La calidad metodológica de los estudios fue evaluada mediante el riesgo de sesgo propuesto por la escala PEDro, utilizada debido a su capacidad para evaluación objetiva y fiable de la validez interna de un ensayo controlado aleatorio (ECAs); Se evaluó la variabilidad de los estudios mediante las pruebas de Chi – cuadrado (x²) en conjunto con el test de inconsistencia para efecto aleatorio (I²).

Validez

La RS presenta un nivel de sesgo bajo según la escala de PEDro²⁰ la cual valoro el nivel de sesgo utilizando una lista de 11 ítems para obtener una puntuación máxima de 10, los 47 estudios seleccionados lograron una puntuación media de 8,8 ± 1,1 en escala de PEDro, la RS analizada responde a una pregunta específica y concreta, realiza una amplia búsqueda en base de datos electrónicas y búsqueda manual; existió una restricción de idioma al inglés, con criterios de inclusión y exclusión claros y apropiados, los 47 estudios seleccionados fueron ensayos clínicos aleatorizados (Cuadro 1):

Pregunta específica y focalizada	SI
Búsqueda Amplia y Completa	SI
Criterios de Inclusión y Exclusión Claros y Pertinentes a la Pregunta	SI
Evaluación de la Validez de los estudios Incluida	SI
Dos revisores independientes	SI
Evaluación de la Heterogeneidad	SI

¿Es valida la evidencia obtenida de este estudio?

Cuadro 1

Resumen análisis CasPe de validez de los resultados para Revisiones sistemáticas

²⁰ C. G. Maher; C. Sherrington; R. D. Herbert et al. Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. Phys Ther. 2003;83(8):713 y Cohen J. A power primer. Psychol Bull. 112(1) (1992) 155–9. doi 10.1037/0033-2909.112.1.155.

Según la evaluación realizada por los autores de la RS, el significado de las variaciones en el riesgo de sesgo es catalogado como “bueno o excelente”, por lo que los resultados tienen un bajo nivel de cuestionamiento en su conjunto.

Los 47 estudios incluidos en la revisión, obtuvieron una puntuación moderada a alta de 7 puntos, treinta y nueve de los cuarenta y siete estudios informaron cegamiento de tanto a los evaluadores como a los participantes por lo que recibieron una puntuación de 10 puntos, cuatro estudios obtuvieron 8 de 10 puntos, ya que no lograron ejecutar terapias ciegas, por lo que optaron por un ciego simple de diseño de estudio cruzado.

En cuanto a los resultados de los estudios contenidos en la RS, se observa que la administración de dosis entre 4,1 mmol a 19,5 mmol por día en periodos de intervención entre 30 minutos a 15 días en sujetos sanos, podría mejorar significativamente el rendimiento en ejercicios de resistencia; En cuanto al tiempo de la prueba, esta mostro una DMS de -0,10 (95% CI -0,27 a 0,06), lo que se interpreta como un efecto no significativo a favor de la dieta con NO₃, en cuanto a la prueba de rendimiento gradual, este mostro una DMS 0,25 (95% CI -0,06 a 0,56) lo que se traduce en una pequeña proporción, pero no significativa en favor a la dieta de NO₃, el tiempo de extenuación mostro una diferencia de medias estandarizada DMS de 0,33 (95% CI 0,15 a 0,50), lo que indica un pequeño a moderado efecto estadístico en favor de la dieta NO₃. (Cuadro 2):

Outcome	DMS	Heterogeniedad
Tiempo de prueba (Time trial)	-0,10 (95% IC -0,27 a 0,06)	I ² = 0 %; Q = 7.46, df = 27, p = 1.00
Tiempo de extenuación (TTE)	0,33 (95% IC 0,15 a 0,50)	I ² = 0%; Q = 9.82, df = 21, p = 0.98
Prueba de rendimiento de ejercicio graduado (GXT)	0.25 (95 % CI -0.06 a 0.56),	I ² = 0%; Q = 0.90, df = 7, p = 1.00

DMP: Diferencia medias, IC: intervalo de confianza X²: Test estadístico Chi 2 I²: Test de inconsistencia.

Cuadro 2

Resultados de la Revisión sistemática The Effect of Dietary Nitrate Supplementation on Endurance Exercise Performance in Healthy Adults. Nicholas F y col (2016)

En cuanto a los efectos adversos, Se informó información sobre eventos adversos en seis de los 47 estudios. Cuatro estudios²¹ informaron orina y heces rojas como efectos adversos, un estudio²² informo de la retirada de un participante debido a una intolerancia al jugo de betarraga, otro estudio²³ reportó ligeros síntomas gastrointestinales inmediatamente después de la ingestión de jugo de betarraga a través de los ensayos de ejercicio, mientras que otro informó de molestias menores antes de un ensayo. Ambas

²¹ S. J. Bailey; J. Fulford; A. Vanhatalo, et al, Dietary nitrate supplementation...; A. Vanhatalo; S. J. Bailey; J. R. Blackwell et al. Acute and chronic effects of dietary...; S. J. Bailey; P. Winyard; A. Vanhatalo et al. Dietary nitrate supplementation reduces... y Nicholas F. McMahon; Michael D. Leveritt, Toby G. Pavey. The Effect of Dietary...

²² M. W. Hoon; W. G. Hopkins; A. M. Jones et al. Nitrate supplementation and high-intensity performance in competitive cyclists. Appl Physiol Nutr Metab. 39(9) (2014) 1043–9. doi: 10.1139/apnm-2013-0574

²³ M. W. Hoon; A. M. Jones; N. A. Johnson et al. The effect of variable doses of inorganic nitrate-rich beetroot juice on simulated 2000-m rowing performance in trained athletes. Int J Sports Physiol Perform. 9(4) (2014) 615–20.

ocurrencias fueron resueltas antes de las pruebas de rendimiento. Un estudio²⁴ reportó en cuanto a la ingestión de NO₃ y sensación intestinal un menor nivel de sensación intestinal después de una dosis de jugo de remolacha (9,6 mmol de NO₃) en comparación con el protocolo placebo. No se reportaron efectos mayores en los 47 estudios.

Comentarios Aplicabilidad

La ingesta de nitrato como ayuda ergogénica, parece mejorar el rendimiento en ejercicios de resistencia, aunque los estudios en cuanto a NO₃ están en sus primeras etapas de investigación, la mayoría de los estudios y evidencia sugiere resultados prometedores a favor de la ingesta de NO₃; Sin embargo se debe trabajar mucho aun en un protocolo estandarizado, ya que los que existen actualmente son deficientes en cuanto a la dosificación, aplicación, tiempo y calidad de la fuente de NO₃, por lo que los efectos de la administración de NO₃ se pueden ver afectada por estos factores.

Entre los distintos efectos de la suplementación de nitrato, la RS analizada incluyó 47 estudios clínicos aleatorizados (ECAs): El ciclismo fue el método más común de ejercicio, utilizado en 44 de los 76 ensayos. Catorce optaron por pruebas en treadmill²⁵, seis optaron por carrera a campo traviesa²⁶, tres por kayak²⁷ tres por el remo²⁸, tres aplicaron

²⁴ P. Peeling; G. R. Cox; N. Bullock et al. Beetroot juice improves onwater 500 m time-trial performance, and laboratory-based paddling economy in national and international-level kayak athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2014; doi: 10.1123/ijsnem.2014-0110

²⁵ K. E. Lansley; P. G. Winyard; J. Fulford et al. Dietary nitrate supplementation...; P. Peeling; G. R. Cox; N. Bullock et al. Beetroot juice improves onwater 500...; S. Porcelli; M. Ramaglia, G. Bellistri et al. Aerobic fitness affects the exercise performance responses to nitrate supplementation. *Med Sci Sports Exerc.* 2014; doi:10.1249/MSS.0000000000000577; R. K. Boorsma, J. Whitfield and L. L. Spriet, Beetroot juice supplementation does not improve performance of elite 1500-m runners. *Med Sci Sports Exerc.* 2014;46(12):2326–34. doi:10.1249/MSS.0000000000000364; M. Murphy; K. Eliot; R. M. Heuertz E. & Weiss, Whole Beetroot Consumption Acutely Improves Running Performance. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 112(4) (2012) 548–552. doi: 10.1016/j.jand.2011.12.002; O. Peacock; A. E. Tjonna, P. James et al. Dietary nitrate does not enhance running performance in elite cross-country skiers. *Med Sci Sports Exerc.* 44(11) (2012) 2213–9. doi:10.1249/MSS.0b013e3182640f48; E. T. Trexler; A. E. Smith-Ryan; M. N. Melvin et al., Effects of pomegranate extract on blood flow and running time to exhaustion. *Appl Physiol Nutr Metab.* 39(9) (2014)1038–42. doi:10.1139/apnm-2014-0137; J. T. Arnold; S. J. Oliver; T. M. Lewis-Jones et al. Beetroot juice does not enhance altitude running performance in well-trained athletes. *Appl Physiol Nutr Metab.* 40(6) (2015) 590–5. doi:10.1139/apnm-2014-0470 y C. Thompson; L. J. Wylie; J. Fulford et al. Dietary nitrate improves sprint performance and cognitive function during prolonged intermittent exercise. *Eur J Appl Physiol.* 115 (2015) 1825–34. doi:10.1007/s00421-015-3166-0.

²⁶ S. Porcelli; M. Ramaglia; G. Bellistri et al. Aerobic fitness affects the exercise...; C. L. Buck; T. Henry; K. Guelfi et al. Effects of sodium phosphate and beetroot juice supplementation on repeated-sprint ability in females. *Eur J Appl Physiol.* 115(10) (2015) 2205–13. doi:10.1007/s00421-015-3201-1 y L. J. Wylie; M. Mohr; P. Krstrup et al. Dietary nitrate supplementation improves team sport-specific intense intermittent exercise performance. *Eur J Appl Physiol.* 113(7) (2013) 1673–84. doi:10.1007/s00421-013-2589-8.

²⁷ P. Peeling; G. R. Cox; N. Bullock et al. Beetroot juice improves onwater 500... y D. J. Muggerridge; C. C. Howe; O. Spendiff et al. The effects of a single dose of concentrated beetroot juice on performance in trained flatwater kayakers. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* (5) (2013) 498–506.

²⁸ M. W. Hoon; A. M. Jones; N. A. Johnson et al. The effect of variable doses... y H. Bond; L. Morton & A. J. Braakhuis Dietary nitrate supplementation improves rowing performance in well-

entrenamiento de resistencia mediante extensiones de rodilla²⁹, uno utilizo buceo submarino³⁰, uno caminata³¹, uno uso manivela de brazo / pierna³². Ocho ensayos investigaron el rendimiento en condiciones hipóxicas³³. La duración de ejercicio entre todos los estudios varió de 1,5 a 137 min.

Limitaciones contenidas en los estudios primarios

La heterogeneidad en cuanto a todos los estudios incluidos de la RS muestra diferencias en cuanto a las características de los sujetos participantes en los estudios y por consecuencia en los requerimientos para la suplementación con nitrato. Todos los estudios contenidos en la RS analizada se caracterizan por el bajo tamaño de muestras, por lo que es necesario agrupar los datos, para aumentar el potencial estadístico de los resultados, existen limitaciones en cuanto al análisis basado en cálculos de tamaño de efecto, ya que existen efectos pequeños pero significativos, los cuales quizás no fueron detectados por los métodos estadísticos tradicionales ya que estos pueden no ser lo suficientemente sensibles para detectar los pequeños cambios en el rendimiento.

Conclusión

Los diferentes estudios contenidos en la RS analizada sugieren un pequeño beneficio en el rendimiento en cuanto a capacidad y potencia aeróbica producto de la suplementación con nitratos. Estas diferencias si bien son pequeñas, si se llevan a un contexto de rendimiento deportivo pueden ser significantes, entre los estudios incluidos en la RS se muestran mejoras, en cuanto a la potencia aeróbica de 0,3% , 0,6% y cercanas al 1%³⁴. En un contexto de rendimiento en Chile por ejemplo en atletismo³⁵ en la prueba de

trained rowers. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 22(4) (2012) 251–256.

²⁹ S. J. Bailey; J. Fulford; A. Vanhatalo et al. Dietary nitrate supplementation...; A. Vanhatalo; J. Fulford; S. J. Bailey et al. Dietary nitrate reduces muscle metabolic... y K. E. Lansley; P. G. Winyard; J. Fulford et al. Dietary nitrate supplementation reduces...

³⁰ H. K. Engan; A. M. Jones; F. Ehrenberg et al. Acute dietary nitrate supplementation improves dry static apnea performance. *Respir Physiol Neurobiol.* 182(2–3) (2012) 53–9. doi:10.1016/j.resp.2012.05.007.

³¹ J. Kelly; J. Fulford; A. Vanhatalo et al. Effects of short-term dietary nitrate supplementation on blood pressure, O₂ uptake kinetics, and muscle and cognitive function in older adults. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 304(2):R (2013) 73–83.

³² F. J. Larsen; E. Weitzberg; J. O. Lundberg et al. Dietary nitrate reduces...

³³ A. Vanhatalo; J. Fulford; S. J. Bailey et al. Dietary nitrate reduces muscle...; F. J. Larsen; E. Weitzberg; J. O. Lundberg et al. Dietary nitrate reduces maximal...; J. T. Arnold; S. J. Oliver; T. M. Lewis-Jones et al. Beetroot juice does not enhance altitude...; E. Masschelein; R. Van Thienen; X. Wang et al. Dietary nitrate improves muscle but not cerebral oxygenation status during exercise in hypoxia. *J Appl Physiol.* 113(5) (2011)736–45; K. E. MacLeod; S. F. Nugent; S. I. Barr et al. Acute beetroot juice supplementation does not improve cycling performance in normoxia or moderate hypoxia. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* ;25(4) (2015) 359–66. doi:10.1123/ijsnem.2014-0129 y D. J. Muggeridge; C. C. Howe; O. Spendiff et al. A single dose of beetroot juice enhances cycling performance in simulated altitude. *Med Sci Sports Exerc.* 46(1) (2014) 143–50. doi:10.1249/MSS.0b013e3182a1dc51.

³⁴ W. G. Hopkins & A. M. Batterham, Making Meaning-ful Inferences... y C. B. Trewin; W. G Hopkins & D. B. Pyne, Relation-ship between...

3000 metros planos categoría Adulto, el campeonato Nacional del año 2016 fue ganado con un tiempo de 8.02.9 es decir que si se extrapola a al haber consumido NO₃ el atleta pudo haber corrido en 8.00.0. considerando una mejora de un 0,6% en la potencia aeróbica lo que es bastante para el alto rendimiento deportivo.

Junto con esto también se consideran positivos todos los beneficios nutricionales (vitaminas, minerales) asociados al consumo de vegetales ricos en nitratos, siendo los de mayor contenido por kg espinaca, zanahoria, berro, lechuga, apio, rábano, acelga y la betarraga o remolacha.³⁶

En cuanto a los posibles efectos adversos como mostro la RS no se han registrado efectos graves producto de la ingesta de NO₃, solo se registraron efectos menores en la coloración de orina y heces fecales por lo que el consumo de NO₃ en forma de jugo de betarraga es válido y aceptable como método de ayuda ergogénica. para quien desee probarlo.

Referencias

Arnold, J. T.; Oliver, S. J; Lewis-Jones, T. M. et al. Beetroot juice does not enhance altitude running performance in well-trained athletes. *Appl Physiol Nutr Metab.* 40(6) (2015) 590–5. doi:10.1139/apnm-2014-0470

Bailey, S. J.; Fulford, J.; Vanhatalo, A. et al. Dietary nitrate supplementation enhances muscle contractile efficiency during knee extensor exercise in humans. *J Appl Physiol.* 109(1) (2010) 135–48. doi:10.1152/jappphysiol.00046.2010.

Bailey, S. J.; Winyard, P.; Vanhatalo, A. et al. Dietary nitrate supplementation reduces the O₂ cost of low-intensity exercise and enhances tolerance to high-intensity exercise in humans. *J Appl Physiol.* 107(4) (2009) 1144–1155.

Bond, H.; Morton, L. & Braakhuis, A. J. Dietary nitrate supplementation improves rowing performance in well-trained rowers. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 22(4) (2012) 251–256.

Boorsma, R. K.; Whitfield, J. y Spriet, L. L. Beetroot juice supplementation does not improve performance of elite 1500-m runners. *Med Sci Sports Exerc.* 46(12) (2014) 2326–34. doi:10.1249/MSS.0000000000000364.

Brown, G. C. Nitric oxide and mitochondrial respiration. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1411(2-3) (1999) 351–369. doi: 10.1016/S0005-2728(99)00025-0

³⁵ Federación Atlética de Chile [Internet] FEDACHI [24 diciembre 2016]. Recuperado de <http://www.atleticachilena.cl/web3/index.php/com-phocagallery-controlpanel/calendario-mensual/icalrepeat.detail/2016/04/22/242/-/campeonato-nacional-de-atletismo-adulto-y-juvenil>

³⁶ P. Santamaria Nitrate in vegetables: toxicity, content, intake and... y S. Lidder & A. J. Webb, Vascular effects of dietary nitrate (as found in green leafy vegetables & beetroot) via the Nitrate-Nitrite-Nitric Oxide pathway. *British Journal of Clinical Pharmacology*, 75(3) (2013) 677–696.

Buck, C. L.; Henry, T.; Guelfi, K. et al. Effects of sodium phosphate and beetroot juice supplementation on repeated-sprint ability in females. *Eur J Appl Physiol.* 115(10) (2015) 2205–13. doi:10.1007/s00421-015-3201-1.

Butler, A. R. & Feelisch, M. Therapeutic Uses of Inorganic Nitrite and Nitrate. *Circulation*, 117(16) (2008) 2151–2159. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.107.753814

Carlström, M.; Persson, A. E. G.; Larsson, E.; Hezel, M.; Scheffer, P. G.; Teerlink, T.; Lundberg, J. O. Dietary nitrate attenuates oxidative stress, prevents cardiac and renal injuries, and reduces blood pressure in salt-induced hypertension. *Cardiovascular Research*: 89(3) (2011), 574–585. Doi 10.1093/cvr/cvq366

Cohen, J. A power primer. *Psychol Bull.* 112(1) (1992) 155–9. doi 10.1037/0033-2909.112.1.155.

Engan, H. K.; Jones, A. M.; Ehrenberg, F. et al. Acute dietary nitrate supplementation improves dry static apnea performance. *Respir Physiol Neurobiol.* 182(2–3) (2012) 53–9. doi:10.1016/j.resp.2012.05.007.

Federación Atlética de Chile [Internet] FEDACHI [24 diciembre 2016]. Recuperado de <http://www.atleticachilena.cl/web3/index.php/com-phocagallery-controlpanel/calendario-mensual/icalrepeat.detail/2016/04/22/242/-/campeonato-nacional-de-atletismo-adulto-y-juvenil>

Hoon, M. W.; Hopkins, W. G.; Jones, A. M, et al. Nitrate supplementation and high-intensity performance in competitive cyclists. *Appl Physiol Nutr Metab.* 39(9) (2014) 1043–9. doi: 10.1139/apnm-2013-0574

Hoon, M. W.; Jones, A. M.; Johnson, N. A. et al. The effect of variable doses of inorganic nitrate-rich beetroot juice on simulated 2000-m rowing performance in trained athletes. *Int J Sports Physiol Perform.* 9(4) (2014) 615–20.

Hopkins, W. G. & Batterham, A. M. Making Meaningful Inferences About Magnitudes. *Sportscience*, 9, (2015) 6–13.

Joyner, M. J. & Coyle, E. F. Endurance exercise performance: the physiology of champions. *The Journal of Physiology*, 586(1), (2008) 35–44. doi: 10.1113/jphysiol.2007.143834

Kelly, J.; Fulford, J.; Vanhatalo, A. et al. Effects of short-term dietary nitrate supplementation on blood pressure, O₂ uptake kinetics, and muscle and cognitive function in older adults. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 304(2):R (2013) 73–83

Kelm, M. & Schrader, J. Control of coronary vascular tone by nitric oxide. *Circulation Research* 66(6) (1990) 1561– 1575. doi: 10.1161/01-RES.66.6.1561

Lansley, K. E.; Winyard, P. G.; Fulford, J. et al. Dietary nitrate supplementation reduces the O₂ cost of walking and running: a placebo-controlled study. *J Appl Physiol.* 110(3) (2011) 591–600. doi:10.1152/jappphysiol.01070.2010

Lansley, K. E.; Winyard, P. G, Bailey, S. J. et al. Acute dietary nitrate supplementation improves cycling time trial performance. *MedSci Sports Exerc.* 43(6) (2011) 1125–1131.

Larsen, F.J.; Weitzberg, E.; Lundberg, J. O. & Ekblom, B. Effects of dietary nitrate on oxygen cost during exercise. *Acta Physiologica. Oxford, England*191(1) (2007) 59–66. doi:10.1111/J.1748-1716.20007.01713.x

Larsen, F. J.; Weitzberg, E.; Lundberg, J. O. et al. Dietary nitrate reduces maximal oxygen consumption while maintaining work performance in maximal exercise. *Free Radic Biol Med.* 48(2) (2010) 342–347.

Lidder, S. & Webb, A. J. Vascular effects of dietary nitrate (as found in green leafy vegetables & beetroot) via the Nitrate-Nitrite-Nitric Oxide pathway. *British Journal of Clinical Pharmacology*, 75(3) (2013), 677–696.

Lundberg, J. O.; Weitzberg, E. y Gladwin, M. T. The nitrate-nitrite-nitric oxide pathway in physiology and therapeutics. *Nat Rev Drug Discov.* 7(2) (2008) 156–167. doi:10.1038/nrd2466.

MacLeod, K. E.; Nugent, S. F.; Barr, S. I. et al. Acute beetroot juice supplementation does not improve cycling performance in normoxia or moderate hypoxia. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 25(4) (2015) 359–66. doi:10.1123/ijsnem.2014-0129.

Maher, C. G.; Sherrington, C.; Herbert, R. D. et al. Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Phys Ther.* 83(8) (2003) 713.

Masschelein, E.; Van Thienen, R.; Wang, X. et al. Dietary nitrate improves muscle but not cerebral oxygenation status during exercise in hypoxia. *J Appl Physiol.* 113(5) (2012) 736–45.

Muggeridge, D. J.; Howe, C. C.; Spendiff, O. et al. A single dose of beetroot juice enhances cycling performance in simulated altitude. *Med Sci Sports Exerc.* 46(1) (2014)143–50. doi:10.1249/MSS.0b013e3182a1dc51.

Muggeridge, D. J.; Howe, C. C.; Spendiff, O. et al. The effects of a single dose of concentrated beetroot juice on performance in trained flatwater kayakers. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 23(5) (2013) 498–506.

Murphy, M.; Eliot, K.; Heuertz, R. M. & Weiss, E. Whole Beetroot Consumption Acutely Improves Running Performance. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 112(4) (2012) 548–552. doi: 10.1016/jand.2011.12.002

McMahon, Nicholas F.; Leveritt, Michael D. and Pavey, Toby G. The Effect of Dietary Nitrate Supplementation on Endurance Exercise Performance in Healthy Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med CrossMark* 2016 doi 10.1007/s40279-016-0617-7.

Peacock, O.; Tjonna, A. E.; James, P. et al. Dietary nitrate does not enhance running performance in elite cross-country skiers. *Med Sci Sports Exerc.* 44(11) (2012) 2213–9. doi:10.1249/MSS.0b013e3182640f48.

Peeling, P.; Cox, G. R.; Bullock, N. et al. Beetroot juice improves onwater 500 m time-trial performance, and laboratory-based paddling economy in national and international-level kayak athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2014; doi: 10.1123/ijsnem.2014-0110

Porcelli, S.; Ramaglia, M.; Bellistri, G. et al. Aerobic fitness affects the exercise performance responses to nitrate supplementation. *Med Sci Sports Exerc.* 2014;. doi:10.1249/MSS.0000000000000577.

Reid, M. B. Nitric oxide, reactive oxygen species, and skeletal muscle contraction. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(3) (2001) 371–376. doi: 10.1097/00005768-200103000-00006

Santamaria, P. Nitrate in vegetables: toxicity, content, intake and EC regulation. *J Sci Food Agric.* 86(1) (2006)10–7. doi:10.1002/jsfa.2351.

Stamler, J. S. and Meissner, G. Physiology of nitric oxide in skeletal muscle. *Physiol Rev.* 81(1) (2001) 209–37.

Thompson, C.; Wylie, L. J.; Fulford, J. et al. Dietary nitrate improves sprint performance and cognitive function during prolonged intermittent exercise. *Eur J Appl Physiol.* 115 (2015) 1825–34. doi:10.1007/s00421-015-3166-0.

Trewin, C. B.; Hopkins, W. G. & Pyne, D. B. Relation-ship between world-ranking and Olympic performance of swimmers. *Journal of Sports Sciences*, 22(4) (2004) 339–345. doi: 10.1080/02640410310001641610

Trexler, E. T.; Smith-Ryan, A. E.; Melvin, M. N. et al. Effects of pomegranate extract on blood flow and running time to exhaustion. *Appl Physiol Nutr Metab.* 39(9) (2014) 1038–42. doi:10.1139/apnm-2014-0137.

Vanhatalo, A.; Bailey, S. J.; Blackwell, J. R. et al. Acute and chronic effects of dietary nitrate supplementation on blood pressure and the physiological responses to moderate-intensity and incremental exercise. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 299(4):R (2010) 1121–31.

Vanhatalo, A.; Fulford, J.; Bailey, S. J. et al. Dietary nitrate reduces muscle metabolic perturbation and improves exercise tolerance in hypoxia. *J Physiol.* 589(Pt 22) 82011) 5517–5528. doi:10.1113/jphysiol.2011.216341.

Vincent, S. R. Nitric oxide neurons and neurotransmission. *Progress in Neurobiology*, 90(2) (2010) 246–255. doi: 10.1016/pneurobio.2009.10.007

Wylie, L. J.; Kelly, J.; Bailey, S. J. et al. Beetroot juice and exercise: pharmacodynamic and dose-response relationships. *J Appl Physiol.* 115(3) (2013) 325–36. doi: 10.1152/jappphysiol.00372.2013

Efectos de la suplementación con jugo de betarraga sobre la resistencia física y el rendimiento de atletas en Chile... pág. 71

Wylie, L. J.; Mohr, M.; Krstrup, P. et al. Dietary nitrate supplementation improves team sport-specific intense intermittent exercise performance. *Eur J Appl Physiol.* 113(7) (2013) 1673–84. doi:10.1007/s00421-013-2589-8.

Para Citar este Artículo:

Fuentes Barria, Héctor Arturo. Efectos de la suplementación con jugo de betarraga sobre la resistencia física y el rendimiento de atletas en Chile. Análisis crítico literario. *Rev. ODEP.* Vol. 3. Num. 6. Noviembre-Diciembre (2017), ISSN 0719-5729, pp. 60-71.

221 B
WEB SCIENCES

Las opiniones, análisis y conclusiones del autor son de su responsabilidad y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Observatorio del Deporte ODEP.**

La reproducción parcial y/o total de este artículo debe hacerse con permiso de **Revista Observatorio del Deporte ODEP.**