

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COSTA RICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA CIENCIAS DEL MOVIMIENTO HUMANO Y CALIDAD DE VIDA**

**EFFECTO DEL CONSUMO DE NITRATOS DERIVADOS DEL JUGO
DE REMOLACHA SOBRE LA RESISTENCIA A LA FATIGA
DURANTE SPRINT REPETIDOS: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA**

Artículo científico sometido a consideración del Tribunal Examinador de Trabajos de Graduación para optar por el grado y título de Licenciatura en Ciencias del Deporte con énfasis en Rendimiento Deportivo.

Jacqueline Andrea Montoya Rodríguez

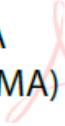
Campus Presbítero Benjamín Núñez, Heredia, Costa Rica
2020

EFFECTO DEL CONSUMO DE NITRATOS DERIVADOS DEL JUGO DE REMOLACHA SOBRE LA RESISTENCIA A LA FATIGA DURANTE SPRINT REPETIDOS: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA

JACQUELINE ANDREA MONTOYA RODRÍGUEZ

Artículo científico sometido a consideración del Tribunal Examinador de Trabajos de Graduación para optar por el grado y título de Licenciatura en Ciencias del Deporte con énfasis en Rendimiento Deportivo. Cumple con los requisitos de la Universidad Nacional de Costa Rica. Heredia, Costa Rica.

Miembros de Tribunal Examinador

FELIPE ARAYA
RAMIREZ (FIRMA)  Firmado digitalmente por
FELIPE ARAYA RAMIREZ (FIRMA)
Fecha: 2020.07.30 17:09:59
-06'00'

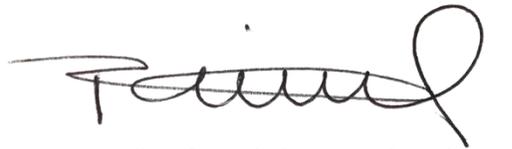
Dr. Felipe Araya Ramírez

Representante de la Facultad de Ciencias de la Salud

JUAN CARLOS GUTIERREZ
VARGAS (FIRMA)  Firmado digitalmente por JUAN
CARLOS GUTIERREZ VARGAS (FIRMA)
Fecha: 2020.07.22 14:39:29 -06'00'

MSc. Juan Carlos Gutiérrez Vargas

Sub Director Escuela de Ciencias del Movimiento Humano y Calidad de Vida



MSc. Daniel Rojas Valverde

Tutor



Dr. Braulio Sánchez Ureña

Lector



MSc. Christian Azofeifa Mora

Lector



Jacqueline Andrea Montoya Rodríguez

Sustentante

Artículo científico sometido a consideración del Tribunal Examinador de Trabajos de Graduación para optar por el grado y título de Licenciatura en Ciencias del Deporte con énfasis en Rendimiento Deportivo. Cumple con los requisitos de la Universidad Nacional de Costa Rica. Heredia, Costa Rica.

Agradecimientos

A Dios por guiarme en el camino de aprendizaje de toda mi carrera hasta llegar a mi licenciatura y por darme siempre entendimiento, salud y amor por esta carrera tan bonita.

A mi familia que son mi pilar fundamental, mi apoyo constante en todos los momentos buenos y malos, por apoyarme a salir adelante siempre y a ir siempre más allá cumpliendo todos mis objetivos en la vida y por ser mi apoyo en este proceso educativo.

A MSc. Daniel Rojas Valverde, al Dr. Braulio Sánchez Ureña y al MSc. Christian Azofeifa Mora, quienes fueron pilares fundamentales de análisis y guía durante este proceso en el desarrollo de esta investigación, gracias por la confianza y el apoyo en todo momento y por contribuir en el conocimiento científico del área y colaborar en mí proceso de graduación.

Agradezco también a la Universidad Nacional que me brindó la oportunidad de poder formarme en sus aulas y a todos mis compañeros, amigos, administrativos y profesores que siempre tendieron su mano para ayudarme en este proceso de ser una profesional en esta área que tanto me apasiona.

Jacqueline Montoya Rodríguez

Dedicatoria

Este presente trabajo está dedicado primeramente a Dios y luego a mi familia que son mi pilar fundamental y los que hacen que todos mis sueños se puedan ver culminados, también se lo dedico a todas las personas que me han apoyado y han hecho de esta meta una realidad

Tabla de Contenido

Resumen/ Abstract.....	1
Introducción.....	2
Objetivos.....	4
Metodología.....	4
Fuentes de Información.....	4
Selección de Información.....	4
Extracción de datos.....	4
Recolección de datos.....	4
Figura 1.....	5
Resultados.....	6
Tabla 1.....	6
Características de la muestra.....	16
Diseños.....	16
Condiciones Situacionales.....	16
Variables de medición.....	16
Mejora del rendimiento.....	16
Discusión.....	17
Principales hallazgos.....	17
Beneficios del nitrato.....	17
Beneficios de la betaína.....	18
Limitaciones.....	18
Aplicaciones prácticas.....	18
Conclusiones.....	19
Futuras investigaciones.....	20
Referencias bibliográficas.....	20

Efecto del consumo de nitratos derivados del jugo de remolacha sobre la resistencia a la fatiga durante sprint repetidos: una revisión sistemática

Jacqueline Montoya Rodríguez

*Escuela Ciencias del Movimiento Humano y Calidad de Vida, Universidad Nacional,
Heredia, Costa Rica*

Resumen: En las últimas décadas ha aumentado la búsqueda de sustancias que generen mejoras en el rendimiento, y que no sean consideradas dopaje. En este caso las ayudas ergogénicas como el jugo de remolacha son muy utilizadas para generar beneficios fisiológicos y mejoras físicas. Entonces, el objetivo de la presente revisión sistemática fue explorar el conocimiento reportado hasta la actualidad sobre el efecto del consumo de nitratos derivados del jugo de remolacha para obtener una mejora en la resistencia a la fatiga durante la ejecución de sprints repetidos. Se realizó una búsqueda en el idioma inglés y de un total de 179 artículos se seleccionaron 12 estudios. En esta revisión sistemática se encontró como principal hallazgo que el consumo de jugo de remolacha rico en NO₃⁻ colabora en aumento de nitritos en plasma, retrasa el tiempo de aparición del lactato, la disminución del tiempo en los sprints, mejora el tiempo de ejecución de los sprints, mayor potencia de salida, media y máxima y mayor reacción, esto si se realiza una de las dosis que proponen los estudios de en 6.4mmol de NO₃⁻ en 70ml de BJ en doble sesión al día, con un mínimo de 4 semanas y de 2.5h a 3h antes de realizar el esfuerzo físico, o una dosis de 250ml/d a 800ml/d de BJ que se ingiere sin nitrato añadido así lo mencionan los estudios del análisis para pruebas de sprints repetidos, esto ayudara a que los deportistas sin importar el nivel recreativos, competitivos o elites puedan mejorar su rendimiento.

Palabra clave: Deportes, Ejercicio, Medicina Deportiva, Nutrientes, Potencia.

Abstract: In recent decades, the search for substances that generate improvements in performance and that are not considered doping has increased. In this case, ergogenic aids such as beet juice are widely used to generate physiological benefits and physical improvements. Therefore, the objective of this systematic review was to explore the knowledge reported to date on the effect of the consumption of nitrates derived from beet juice to obtain an improvement in resistance to fatigue during the execution of repeated sprints. A search was conducted in the English language and 12 studies were selected from a total of 179 articles. In this systematic review it was found as the main finding that the consumption of beet juice rich in NO₃⁻ contributes to an increase in nitrites in plasma, delays the time of lactate onset, decreases the time in sprints, improves the execution time of sprints, greater power output, average and maximum and greater reaction, this if one of the doses proposed by the studies of 6.4mmol of NO₃⁻ in 70ml of BJ is carried out in double session per day, with a minimum of 4 weeks and 2.5h to 3h before physical exertion, or a dose of 250ml / d to 800ml / d of BJ that is ingested without added nitrate, as mentioned in the analysis studies for repeated sprint tests, this will help athletes without import level recreational, competitive or elite can improve their performance.

Keywords: Sports, Exercise, Sport Medicine, Nutrients, Power.

Introducción

En el deporte de élite actual, dados los avances científicos en materia de entrenamiento, el nivel entre rivales es cada vez más similar, por lo que los márgenes de un triunfo se vuelven cada vez más estrechos. Este problema genera que los atletas busquen ayudas necesarias para ganar, una de las opciones a las cuales se recurre con mayor frecuencia son las ayudas ergogénicas, estas son buscadas por los atletas para disminuir los segundos que los separan de la victoria. Una forma de ayuda ergogénica son los suplementos alimenticios, que proporcionan la ventaja necesaria para generar un beneficio deportivo, así es como nace la tendencia del consumo de los productos alimenticios orgánicos que contienen ingredientes que colaboran en los procesos fisiológicos. Una de las tendencias más influyentes es el uso de la remolacha que entre sus ingredientes contiene potasio, betaína, sodio, magnesio, vitamina C y nitrato (NO_3^-), este último destaca por su ayuda en los procesos cardiovasculares con la potencialidad de mejorar el rendimiento (Ormsbee, Lox & Arciero, 2013).

Alberto y Casamayor (2013), reportan un antecedente en el cual Chris Carver maratonista estadounidense comentó tras ganar una competencia y mejorar su marca personal, que no había sido ocasionado por ningún cambio en sus entrenamientos sino que la única modificación que había realizado, es el consumo de jugo de remolacha todos los días durante una semana antes de su competencia, llamando la atención en el mundo del deporte y los investigadores.

Los NO_3^- son compuestos naturales por consecuencia del ciclo de nitrógeno, estos están presentes en suelos, alimentos y aguas donde sus modificaciones ambientales generan la variabilidad en la concentración de NO_3^- . Estos comúnmente son utilizados para mejorar las alteraciones metabólicas a través de óxido nítrico y se cree que son partícipes de la vasodilatación y la regulación del consumo de oxígeno (Moreno, Soto, & Gonzales, 2015).

Además, los NO_3^- se han utilizado como ayudas fisiológicas en el campo deportivo, en la actualidad su utilización se ha incrementado, utilizándose de manera más frecuente en productos inorgánicos como los vegetales de hojas verdes o la remolacha (Rubio & Galán, 2016).

Cuando se consume el jugo de remolacha, el organismo lo convierte en un nitrito (NO_2^-) al entrar en contacto con bacterias anaeróbicas de la cavidad oral (Duncan et al., 1995), estos NO_2^- son recolectados y distribuidos por la sangre, cuando pasa por este proceso de recolección y distribución, el NO_2^- carece de oxígeno y este mismo se convierte en óxido nítrico (NO) también denominado monóxido de nitrógeno al entrar en contacto con los ácidos estomacales, para posteriormente ser absorbido en el intestino y entrar al torrente sanguíneo (Lundberg & Govoni, 2004) generando beneficios vasculares y metabólicos como, regular el flujo en la sangre, la contractilidad del músculo, la homeostasis en glucosa, calcio, biogénesis y también colaborar en la respiración mitocondrial (Muggeridge, et al., 2013; Rubio & Galán, 2016).

Adicionalmente, el NO_3^- suministrado dietéticamente colabora en el aumento de NO_2^- en plasma y reduce la presión arterial y también reduce el costo de oxígeno en ejercicios submáximos y ocasionalmente puede ayudar en la tolerancia a los ejercicios produciendo un mejor rendimiento deportivo (Alberto & Casamayor, 2013).

Según Jones (2013), el NO_3^- suministrado en una fuente natural como lo es el jugo de remolacha, puede ser igual de efectiva que si se suministra en nitrato de sodio (NaNO_3) aislado, utilizando una dosis adecuada, la cual es de 0.1 mmol por kilogramo de masa muscular si es como suplemento y si se suministra en jugo de remolacha es un 0.5 litros por día para provocar la reducción del costo de oxígeno en ejercicios submáximos en bicicleta (Rubio & Galán, 2016). Y con el mismo consumo de 500ml (Cercadillo-Rubio, 2016) encontró que hay un aumento de hasta un 15% en el tiempo, en el que se produce la fatiga u agotamiento. Se destaca que la dosis idónea para mejorar el desempeño en deportes de resistencia que permita estimular funciones cardiorrespiratorias por medio de la suplementación ronda los 6-9 mmol aplicado 150 min previos a la actividad. Asimismo, se ha reportado que se debe realizar un consumo durante al menos seis días previos a la realización de un esfuerzo físico para la mejora cardiovascular (Boorsma, Whittfield & Spriet, 2014; Ormsbee, Lox, & Arciero, 2013; Wylie et al., 2016). Cabe desatacar que 24 horas posteriores a la suspensión de la ingesta de NO_3^- , los efectos de la suplementación desaparecen (Wylie et al., 2016).

Al analizar el efecto biológico de los NO_3^- es importante resaltar estas consecuencias dependen de la aptitud física en los atletas, siendo su efecto menor en atletas altamente entrenados (Pospieszna, Wochna, Jerszyński, Gościńska & Czapski, 2016), quienes necesitarían una dosis mayor para provocar mejoras (Domínguez et al., 2017).

Con base en la evidencia anterior, se ha sugerido que podría existir una mejora en actividades que se realicen a intensidades cercanas al umbral anaeróbico (Domínguez et al. 2017) debido a la capacidad de retrasar la fatiga con la ingesta de NO_3^- (Boorsma, Whittfield & Spriet, 2014; Ormsbee, Lox, & Arciero, 2013).

Evidencia de la efectividad del NO_3^- en esfuerzos intermitentes máximos, asociados a esta suplementación, tiene efectos en la mejora del rendimiento, aunque el efecto es relativamente tardío comparado con actividades continuas (Bond, Morton & Braakhuis, 2012). Por el contrario, existe evidencia de la ineffectividad del consumo de NO_3^- en el desempeño de sprint repetidos (Martín, Smee, Thomson & Rattray, 2014). Esto nos sugiere que podrían existir diferencias en el protocolo de suplementación entre ambos tipos de actividades para generar posibles mejoras en el desempeño deportivo.

Debido a las diferentes opiniones en cuanto a la efectividad, efectos positivos y negativos del consumo de NO_3^- y la poca claridad en cuanto a la dosificación adecuada para que logre provocar un efecto en el rendimiento físico en esfuerzos máximos repetidos, se realiza la presente revisión sistemática, la cual tiene como principal objetivo explorar sobre el efecto del consumo de NO_3^- derivados del jugo de remolacha, para lograr una mejora en la resistencia de la fatiga en sprint repetidos con el propósito de brindar una nueva herramienta accesible y funcional para la mejora de las capacidades fisiológicas de los atletas en el área del rendimiento deportivo.

Objetivo general:

Explorar el conocimiento reportado sobre el efecto del consumo de nitratos derivados del jugo de remolacha para obtener una mejora en la resistencia a la fatiga durante la ejecución de sprints repetidos.

Objetivos específicos:

Comprobar la efectividad del jugo de remolacha como una ayuda ergogénicas en la resistencia de la fatiga en pruebas de sprints repetidos.

Determinar el nivel de dosificación que genera un mayor beneficio en la resistencia a la fatiga durante los sprints.

Metodología

Se realizó una revisión sistemática siguiendo las Pautas de Informes Preferidos para Revisiones Sistemáticas y Meta-análisis (PRISMA, siglas en inglés) (Moher et al., 2015; Moher et al., 2009).

Fuente de información

Se realizó una búsqueda de literatura en las bases de datos electrónicas: MedLine Plus, PubMed, Academic Search, Science Direct, Scopus, Web of Science, SportDiscus y Dialnet en los idiomas inglés y español. Las frases booleana producto de estos descriptores de búsqueda fueron: "beetroot AND sprint", "nitritos AND sprint" y "nitratos AND sprint". Todas las referencias fueron extraídas e importadas a una herramienta de investigación de código abierto (5.0.64, Zotero, EE. UU.).

Selección de la información

Entre los criterios de inclusión fueron los siguientes: palabras claves en título o resumen, diseños experimentales en humanos, artículos del año 2010 al 2020, que se haya aplicado la prueba RSA o similar relacionada a resistencia a esfuerzos máximos repetidos.

Para la selección de los estudios se analizó los títulos en una primera instancia de las bases de datos anteriormente mencionadas, de los elegidos se eliminó los duplicados para posteriormente revisar el resumen de cada uno, de esta selección se analizó aquellos artículos que cumplan con los criterios de inclusión para la revisión del respectivo texto completo. Posteriormente se revisó los resúmenes para continuar con examinación de textos completos (ver figura 1).

Extracción de datos

Se analizaron los artículos finales seleccionados y se extrajeron los siguientes datos mediante una tabla descriptiva: autor, año de publicación, tamaño y características de la muestra, diseño del estudio, experimental, variable o prueba utilizada y resultados del estudio. Figura 1. muestra los procedimientos de selección realizados.

Recolección de Datos

Se analizaron los artículos finales seleccionados y se extrajeron los siguientes datos mediante una tabla descriptiva: autor, año de publicación, tamaño y características de la

muestra, diseño del estudio, condiciones situacionales relevantes para el análisis, variables y resultados. Figura 1. Muestra los procedimientos de selección realizados

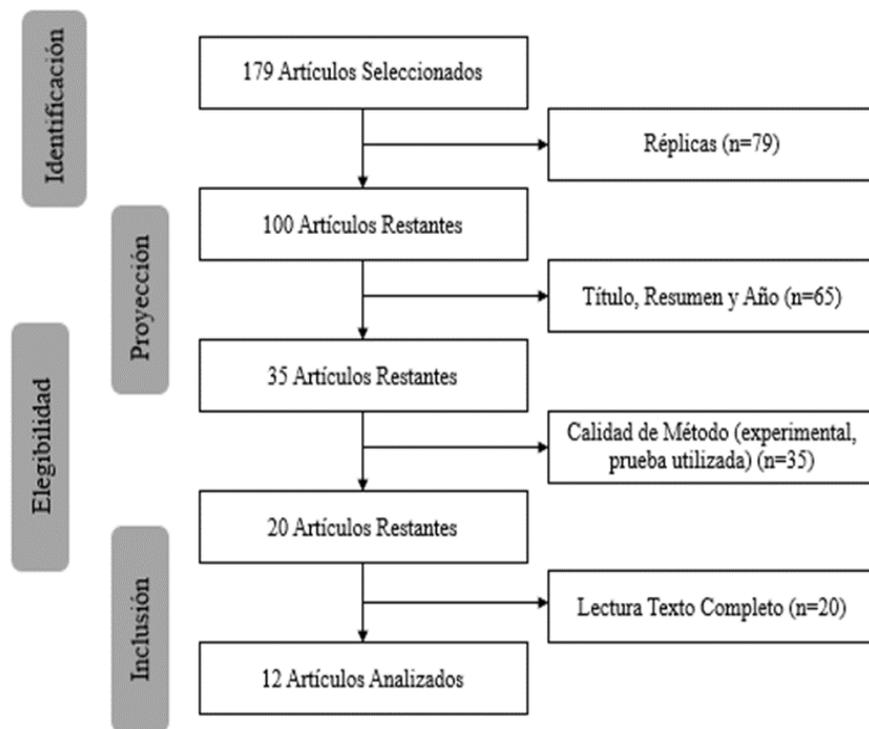


Figura 1. Flujograma de PRISMA para la búsqueda y selección de artículos

Tabla 1. Escala de PEDro para evaluación de riesgo de sesgo.

ESCALA PEDro	Christens2012	Kokkinoplitis, et2014	Martin, 2014	Wylie 2015	Buck 2015	Thomпсо2015	Thomпсо2016	Thompson, Wylie. 2016	Clifford 2016	Thomпсо 2018	Cuenca 2018	Jonvik 2018
1.Los criterios de elección fueron especificados	Si	Si	No	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si
2.Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos (en un estudio cruzado, los sujetos fueron distribuidos aleatoriamente a medida que recibían los tratamientos)	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si	No	Si	Si
3.La asignación fue oculta	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	Si	No	Si	Si
4.Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronostico más importantes	Si	No	Si	No	No	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si
5.Todos los sujetos fueron cegados	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	No	No	Si	Si
6.Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados	No	Si	Si	Si	Si	No	No	No	No	No	Si	No

Resultados

Tabla 2. Descripción del número de participante y sus características, tipo y diseño del estudio, condiciones o pruebas, variables a evaluar con sus resultados.

Autor	Año	Participantes	Tipo / diseño del estudio	Condiciones	Variables	Resultados
Christense et al.	2013	n= 10 ♀ Ciclistas Elites	Diseño Cruzado G1: 500mL BR 0.5g de NO ₃ - G2: 500mL Juego de grosella negra Se consumía en 3 intervalos diarios	RST 6X20seg	Potencia Pico	= Pico y Potencia de salida en los 6 spints Tiempo Potencia pico en el 3er sprint ↑Consentración Nitrato en BR.
Martin, et al.	2014	n=16 sujetos (♀= 9; ♂=7) Deportes Colectivos	Doble Ciego, Aleatorio, Cruzado Grupo 1: BR 70ml con 0,3g de NO ₃ - Grupo 2: PL 70ml (remolacha agotada) 2hras antes de la prueba	RSA 8seg de ejercicio con 30seg de recuperación	Rendimiento en HIITS Trabajo Total Potencia Máxima, Media y de Salida Lactato Plasmático	↓ Sprints con NT que con PLA ↓ Trabajo total con NT que con PLA = Potencia media, máxima y potencia de salida con NT que con PLA = Concentración de lactato =Esfuerzo Percibido

Kokkinoplitis, et al.	2014	n=7 ♀ Saludables	Doble Cruzado	Ciego,	RSA 5X6seg con 30seg recuperación	Esfuerzo Percibido Tiempo sprint	en	=Rendimiento en sprint =Tiempo medio en sprint
			G1= BR 70ml con 0.4g de NO3-			Índice Esfuerzo		↓ Índice de esfuerzo percibido después de consumir BR
			G2= PL 70ml jugo de grosella					
			Control= No consumió 3horas antes					
Thompson, el at.	2015	n=16 ♀ Deportes Colectivos	Cruzado Doble Ciego	Aleatorio,	Prueba Intermitente de Sprint (IST)	Plasma sangre	en	↑ Plasma con BR en tres puntos de muestra (343%)
			G1= BR 140ml/d 12.8mmol de NO3-		Prueba de Stroop	Tasa Trabajo	de	↓ Plasma en la mitad y la segunda mitad del sprint con BR.
			G2= PL 140ml/d- 0.08mmol de NO3-			Evaluación cognitiva		= Plasma de BR en 15min de reposo
			7 días 2 tomas de 70ml al día			Rendimiento Cognitivo		↑ NO3- aumento después del calentamiento
								↑ Trabajo total con BR

							<p>↑ Trabajo total en los primeros 5 sprints</p> <p>↓ Tiempo en la reacción de la respuesta con a la mitad de los sprints con BR</p> <p>=Tiempo de reacción en la primera mitad de los sprints</p> <p>=Precisión de la respuesta</p>
Buck et al.	2015	n= 13 ♂ Deportes Colectivos	Doble Aleatorio, Cuadrado Latino.	Ciego, RSA 6X20m 25seg de pausa	Tiempo Sprint	en	<p>↓ Tiempo del total de sprint en G1 con respecto a los demás grupos.</p> <p>Mejor Sprint</p> <p>↓ Tiempo del total de sprint en SP que en placebo, BJ, SP+BJ</p> <p>↓ Tiempo del total de sprint en SP+BJ en comparación al PL</p> <p>= Mejor sprint</p> <p>↓ Tiempo del mejor sprint en G1 con respecto a los demás grupos</p> <p>↑ Lactato en sangre conforme aumenta el tiempo</p>
			<p>G1= SP+ BJ</p> <p>G2= SP+PL</p> <p>G3= BJ+PL</p> <p>G4= SP+BJ (PL)</p> <p>4 dosis por 6 días</p> <p>SP:50mg/kg -1</p> <p>PL: 70ml</p> <p>BJ: 6mmol NO3-</p>		Lactato Sangre	en	

Clifford et al.	2016	n=20 ♀ Deportes Colectivos	Doble ciego de Grupos Independientes G1: BJ 250ml/d G2: PL 250ml/d Consumen 2 botellas al día (desayuno y cena), por 3 días. RST1 24 y 48hrs después RST2 30min después	de RST 20x30mts con 30seg de recuperación Muestra de Sangre	Tiempo duración Umbral presión de dolor Suero Sangre	de = Esfuerzo percibido entre RST1 y RST2 de =Tiempos de =% Fatiga en ↑ Umbral de presión de dolor 10.4% con BTJ en comparación con PL 24h después del RST2 ↑Suero Creatina quinasa en 2.5h y 24h en ambas condiciones.
Thompson, Wylie, et al.	2017	n=36 (♀= 18; ♂=18) Recreativos en Deportes de Resistencia	Doble ciego de grupos independiente G1: SIT+ PL 0.04mmol NO3- en 70ml G2: SIT+BR 6.4mmol de NO3- en 70ml	de Wingate 4-5x30seg con 4min de pausa entre cada sprint (3-4 veces/s)	Presión Arterial Plasma Sangre Prueba ejercicio incremental Lactato	= PA entre grupos = Plasma entre grupos en =Tasa de trabajo entre grupos de ↑Tasa de trabajo del pre al post =Lactato en sangre ↓Reducción de lactato al 1min y al 3min con BJ+SIT

			G3: NT+BR 6.4mmol de NO ₃ - en 70ml				
			4 semanas de consume 2 tomas al día 2.5h antes de las pruebas				
Jonvik et al.	2018	n=52 (♀= 29; ♂=23) Deportes Individuales	Cruzado Aleatorio Doble Ciego G1: 800mg/d BRT	Wingate 3x30seg	Plasma Potencia máxima media	↑ Plasma con BRJ comparado con PLA en todos los grupos y =Plasma entre recreativo y competitivo	
		10 Elite 22 Competivos 20 Recreativas	G2: 0.5mg/d placebo 6 días 140ml/d 3h antes de la prueba			↑ Plasma en Mujeres que en hombres ↑Potencia media en atletas masculinos que femeninos ↑Potencia en atletas elites que en competitivos y recreativos =Potencias entre BR y PLA en potencia máxima según los niveles de entrenamiento	

							=Potencia Media entre BR y PLA
							↑Potencia máxima 2,8% de BR en comparación con PLA los 3 wingate
Cuenca et al.	2018	n=15 Recreativos	♀ Aleatorio Cruzados Doble Ciego Con Placebo	Wingate	Lactato	Potencia de Salida (media y máxima)	↑ Potencia máxima en la salida 3.8% después de consumir BJ ↑ Potencia media en la salida 4.0% después de consumir BJ =Potencia por minuto en ambas condiciones ↑ Potencia media entre los primero 10-15seg ↑Lactato en sangre después de la prueba de wingate (post 1)
			G1: 70ml BJ 6.4mmol de NO3-				
			G2: 70ml 0.04mmol de NO3- Placebo				
			3horas antes de la prueba consumen las bebidas				
Thompson et al.	2018	n= 36 (♀= 12; ♂=18)	Doble Grupos Independientes	Ciego, Wingate 30s con 4min de pausa	Plasma, glucosa	y	↓Reducción de lactato a los 3 min en BR en comparación con KNO3

Deportes colectivos o de resistencia recreativos	G1: 6.4mmol NO ₃ / 70ml Beet it.	Semana 1-2= 4 y 3-4=5 sprints	lactato sangre	en	=Plasma en reposo entre SIT BR y SIT KNO ₃ (P 0,05)
	G2: 6.4mmol KNO ₃ / 70ml agua mineral		Presión Arterial		=Lactato en sangre entre BR y KNO ₃
	G3: 70ml de agua mineral		Glucógeno muscular y PH		= ATP, PCr, Glucógeno y PH entre los grupos
	4 semanas, 2 tomas por día cada una de 70ml y máximo 2.5h antes.				

Nota: RSA: prueba de resistencia a los sprints repetidos, PL: placebo, NT: nitritos, BR: remolacha, SP: fosfato de sodio.

Características de la muestra

Se estudiaron un total del 179 casos, únicamente 12 estudios lograron cumplir los criterios de inclusión en torno al consumo de los nitratos mediante el jugo de remolacha y la aplicación de una prueba de sprint repetido, de estos 12 estudios participaron n=79 mujeres (30.27%), n=182 hombres (69,73%), para un total de n=261 sujetos (100%). Los sujetos de los estudios son físicamente activos u atletas, 7 (60%) estudios analizados se realizaron en deportes colectivos mientras que 5 (40%) restante consistían en atletas recreativos o de deportes individuales.

Diseños

De las doce investigaciones 11 (91.66%) utilizaron diseño doble ciego, 8 (66.66%) utilizaron diseño cruzado, 6 (50%) diseño aleatorio, 1 (8,3%) placebo, 1 (8,3%) cuadrado latino y 3 (25%) utilizaron grupos independientes.

Condiciones situacionales

De los 12 estudios, 4 estudios (33.33%) utilizaron la prueba de Wingate (que consiste en 5x 30seg de sprints repetidos (Oded, 1993), 4 (33.33%) la prueba de RSA en metros que consiste en realizar repetidos sprints de la distancia colocada (20-30mts) (Sáenz, 2014), esta misma prueba (RSA) pero en tiempo la realizaron 2 estudios (16.66%) esta prueba consiste en repetir sprints de 6 a 30seg, por ultimo 2 estudios (16.66%) aplicaron una prueba intermitente de sprint (IST) esta consiste en 5 sprints de 4 a 60seg (Thompson, 2015).

Variables de medición

Seis (50%) investigaciones aplicaron prueba de lactato en sangre y plasma en sangre, cuatro (33.33%) evaluaron el tiempo que dura el sprint, la potencia máxima y media, dos (16.66%) investigaciones realizaron evaluaciones de potencia de salida y presión arterial. Otras variables que se analizaron una sola (8.33%) vez fueron glucosa en sangre, glucógeno muscular, PH, tiempo de reacción, umbral de dolor, suero en sangre, mejor sprint, tasa de trabajo cognitivo, rendimiento cognitivo, índice de esfuerzo, rendimiento en HIITS, trabajo total y esfuerzo percibido.

Mejora rendimiento

Dos estudios (16,66%) mencionan que el consumo de jugo de remolacha retrasa y reduce la aparición del lactato a los minutos 1min y 3min. Dos (16,66%) de los estudios hace referencia a que el consumo ayuda a disminuir el tiempo en los sprints y el tiempo de duración en distancias de 5m (2,3%), 10m (1,6%), 20m (1,2%).

En tres de los estudios (25%) se aumenta los no₂- plasma en sangre y se menciona en un estudio que existe mayor NO₂- en plasma en mujeres (8,33%), en un estudio mayor no₂- en plasma en deportistas de elite (16,66%), y dos mencionan en tres puntos de la muestra existe mayor NO₂- en plasma (16,66%) aunque contradictorio a esto un estudio (8,33%) comenta que hay menor NO₂- en plasma al consumir BJ.

En tres (25%) de los estudios analizados, el consumo del BJ genera un aumento en potencia media (3,8%), uno (8,33%) de salida (4%), y uno (8,33%) de potencia máxima (2,8%). En un estudio (8,33%) expresan que al consumir BJ hay menor tiempo de reacción e

igual en un estudio (8,33%) menciona que hay menor índice de esfuerzo percibido al consumir BJ.

Discusión

Este estudio tuvo como objetivo explorar el conocimiento reportado sobre el efecto del consumo de nitratos derivados del jugo de remolacha y así observar las mejoras en la resistencia a la fatiga durante la ejecución de sprint repetido.

Principales hallazgos

La suplementación de nitratos en el jugo de remolacha genera beneficios fisiológicos, colaborando en el aumento de NO₂⁻ en el plasma, el tiempo de la aparición del lactato, el tiempo en los sprints, mayor rendimiento, mayor potencia de salida, mayor potencia media y máxima y mayor reacción, estos beneficios se ven respaldados con investigaciones como la de Cuenca (2018), en la que menciona que dicha suplementación genera beneficios en el tiempo en el que se ejecutan los sprints repetidos, sin embargo no en la fatiga, ya que al comparar la fatiga neuromuscular al consumir BJ con placebo no hay diferencias.

En el estudio de Rimer, et al. (2016) también se evidenció mejora de la potencia evaluada en la prueba Wingate, dicha potencia mejora entre un 4-6% al consumir BJ, dando a conocer que dicha suplementación puede potenciar transitoriamente la potencia máxima, esto en los primeros sprints. Además, en el mismo estudio se menciona como el suplemento BJ, mejora tareas como la extensión de la pierna, colaborando en pruebas en el cicloergometro, ya que genera un aumento en la velocidad angular (Martin, et al 2000; Beelen, et al, 1993).

Beneficios del nitrato

El NO₃⁻ al consumirse en BJ genera en el cuerpo humano un efecto en la producción de fuerza (Wylie et al., 2016), esto se debe a que dicha sustancia despolariza las fibras musculares de tipo II (Bailey et al., 2015) y aumenta las concentraciones de mioplasma CA₂⁺, generando un aumento en los puentes de actina-miosina para colaborar en la contracción muscular.

La reducción del NO₃⁻ a NO ocurre de dos formas, al consumir nitratos y realizar ejercicio externuante en condiciones hipoxicas u ocurre de igual forma en la enzima NO sintasa que esta requiere argina y oxígeno (Lundberg et al., 2008).

El proceso que lleva el NO₃⁻ al oxidarse y convertirse en NO es capaz de aumentar la fuerza y la potencia durante la contracción muscular, esto sucede porque se disminuye el costo del ATP y el oxígeno que se requiere para sintetizar ATP. El NO en él, genera un beneficio ergogénico mejorando la producción de energía y disminuyendo la fatiga inducida por el ejercicio. (Cuenca, 2018; Bailey et al. 2009, 2010; Lansley et al. 2011; Buck, 2015)

Al consumir BJ que es rico en NO₃⁻, se da como respuesta una mayor tasa de potencia de salida y máxima, además que el tiempo de reacción disminuye, dichas son claves en el desempeño en disciplinas en la cuales la aceleración determina el éxito.

El PH muscular, la degradación de fosfato de creatina y el lactato sanguíneo no se elevaron en comparación al control. Esto da como evidencia que el consumo de nitrato a través del BJ baja la absorción de oxígeno y no es compensada por una mayor energía anaeróbica. (Larsen et al., 2007; Bailey et al., 2009; Lansley et al., 2011; Bailey et al., 2010; Chirstenses, 2013)

Beneficios de la betaina

Recientemente se ha demostrado en el estudio de Clifford (2016) que el consumo de jugo de remolacha es atenuante de componentes del daño muscular, esto debido a la cantidad de antioxidantes que posee la remolacha en comparación a otros vegetales, esta alta cantidad de antioxidante se debe a compuestos de fitonutrientes que eliminan la producción de especies reactivas de oxígeno (ROS) in vitro (El Gamal, 2014; Vulic, 2013), y posterior a esto limitan la lesión celular, esto se cree que se debe a los pigmentos betalatinos que le dan el color violeta a la remolacha (Wootton-Beard, 2011).

El BJ además es rico en nitratos y contiene una gran cantidad de antioxidantes, este al ser transformado en óxido nítrico generar efectos antioxidantes indirectos, suprimiendo las acumulaciones de leocitos (Jadert, 2012) que son los principales productores de ROS, después del ejercicio y que producen daño muscular (Nikolaidis, 2008).

Las betalainas que contiene la remolacha son posiblemente las causantes de generar un efecto analgésico y antiinflamatorio, mismo mecanismo que puede atenuar la intensidad del dolor muscular y colaborar en el proceso de la recuperación (Pietrzkowski, 2010; Reyes-Izquierdo, 2014), esto es una idea de por qué la cual el jugo de remolacha puede generar disminución en la fatiga muscular, aunque en el análisis no se logró concluir. Un estudio previo mostro que existe una reducción en los puntos de dolor al tomar BJ por 5 días, en comparación con 1 día (Pietrzkowski, 2010), esto da como sugerencia que el consumo de BJ a largo plazo genera efectos analgésicos (Clifford. 2016).

Limitaciones

Las dosificaciones presentes no contemplan resultados de mejoría en todos los sujetos sin importar el nivel de entrenamiento presente en ellos, esto sugiere probar diferentes dosis que puedan incluir a todos los sujetos.

La utilización de enjuagues bucales u otros objetos de limpieza bucal son excluidos de los hábitos de higiene de las personas que consumen jugo de remolacha ya que al consumir nitratos y en su proceso de utilización en el cuerpo es necesario el contacto con las bacterias anaeróbicas ubicadas en la saliva.

Las pruebas que se realizaron no están estandarizadas, ya que hay mucha heterogeneidad tomando en cuenta que hay distintas distancias, o tiempo de ejecución de los sprints esto hace que la comparación de los resultados sea más difícil.

Las dosis utilizadas tienen grandes diferencias, esto puede generar que no aplique para todos los sujetos y que por esto no se generen los mismos resultados, se debe de valorar la posibilidad de poder estandarizar una dosis efectiva.

El consumo de jugo de remolacha tiene repercusiones directas en el organismo y una de ellas es el cambio del color en la orina, esto es un aspecto que genera complejidad en la aplicación de estudios doble ciego y es importante considerarlo y mencionarlo cuando se le brinda a un deportista como suplemento.

Aplicaciones prácticas

Al consumir BJ es importante considerar que dicho efecto se presenta en el cuerpo aproximadamente de 2.5 horas a 3 horas después del consumo de 500ml de BJ, se debe de tomar en cuenta que se debe realizar ejercicio después de este tiempo, para que el proceso fisiológico se complete. (Thompson, 2018; Chirstenses, 2013).

Según Jonvik (2018) se debe de realizar un consumo de al menos seis días de BJ rico en nitrato, para ayudar a que haya un aumento sustancial de plasma y las concentraciones de nitrato y nitritos sin importar el nivel deportivo de los sujetos ya sean recreativos, competitivos o elite.

Los estudios analizados varían su suplementación sin embargo se utilizó en mayor medida una dosis de entre 6.4mmol de NO₃⁻ en 70ml de BJ en doble sesión al día, con un mínimo de 4 semanas y de 2.5h a 3h antes de realizar el esfuerzo físico. Otra suplementación utilizada fue una dosis de 250ml/d a 800ml/d de BJ al día que se ingiere sin nitrato añadido, estas dosificaciones fueron aplicadas en los estudios del análisis para pruebas de sprints repetidos.

Conclusiones

Al consumir jugo de remolacha (BJ) rico en NO₃⁻ se genera una serie de beneficios fisiológicos, que a su vez se ven reflejados sobre los sprints repetidos, la clave de que se generen dichos resultados es la dosificación correcta, en su tiempos y horas establecida en los estudios analizados, para que se pueda generar un beneficio en el tiempo de sprint, la reacción, la potencia, el plasma y el lactato, sin embargo, se sugiere estudiar una dosificación más prolongada y una dosis mayor para observar efectos en rendimiento para deportistas elites.

EL consumo de BJ genera mayor potencia esto puede colaborar en la capacidad de aceleración junto con la mejora de la reacción colaborando en los sprints a todos los sujetos sin importar su nivel de entrenamiento.

La mejora del tiempo en el que se ejecutan los sprints con una dosis 140ml/d con 6.4mmol de NO₃⁻ en, pero esta dosis no disminuye la fatiga que presente en los sprints repetidos

El BJ es una ayuda ergogénica, que va a generar cambios en el aumento del plasma durante el ejercicio, sin importar el nivel de los deportistas, hay estudios que mencionan que hay efectos positivos al consumir BJ sobre el tiempo en que se ejecutan los sprints, dicho efecto si se ve influenciado por el nivel de entrenamiento. Una de las razones a las que se les atribuye la ausencia de cambios en los sprints repetidos es la condición de los sujetos ya que a mayor sea la intensidad y la adaptación del ejercicio el nitrato no colabora en gran medida

Futuras investigaciones

1. Identificar la dosis como medio para reducir la fatiga durante los sprints repetidos
2. Explorar cuál es la dosis de BJ óptima para sujetos altamente entrenados
3. Efectos de una dosis mayor o más prolongadas sobre los sprints repetidos
4. Comparar cuál dosis es mejor para diferentes tipos de distancia en sprints

Referencias bibliográficas:

- Alberto, L. y Casamayor, B. (2013). Zumo de remolacha: suplemento natural para deportistas. *Medicina Naturalista*, 7(2). Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4297906.pdf>
- Bailey, S. J., Fulford, J., Vanhatalo, A., Winyard, P. G., Blackwell, J. R., DiMenna, F. J., Wilkerson, D. P., Benjamin, N., & Jones, A. M. (2010). Dietary nitrate supplementation enhances muscle contractile efficiency during knee-extensor exercise in humans. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 109(1), 135-148. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00046.2010>
- Bailey, S. J., Varnham, R. L., DiMenna, F. J., Breese, B. C., Wylie, L. J., & Jones, A. M. (2015). Inorganic nitrate supplementation improves muscle oxygenation, O₂ uptake kinetics, and exercise tolerance at high but not low pedal rates. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 118(11), 1396-1405. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01141.2014>
- Bailey, S. J., Winyard, P., Vanhatalo, A., Blackwell, J. R., DiMenna, F. J., Wilkerson, D. P., Tarr, J., Benjamin, N., & Jones, A. M. (2009). Dietary nitrate supplementation reduces the O₂ cost of low-intensity exercise and enhances tolerance to high-intensity exercise in humans. *Journal of Applied Physiology*, 107(4), 1144-1155. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00722.2009>
- Beelen, A.; Sargeant, A.J. (1993). Effect of prior exercise at different pedalling frequencies on maximal power in humans. *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.* 66, 102–107. DOI: 10.1007/bf01427049
- Bond, H., Morton, L. & Braakhuis, J. (2012). Dietary nitrate supplementation improves rowing performance in well-trained rowers. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 22(4): 251-256. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22710356>
- Boorsma, R., Whiffield, J. & Spriet, L. (2014). Beetroot Juice Supplementation Does Not Improve Performance in Elite 1500-m Runners. *Medicine & Science in Sport & Exercise*. Doi: 10.1249/MSS.0000000000000364
- Buck, C. L., Henry, T., Guelfi, K., Dawson, B., McNaughton, L. R., & Wallman, K. (2015). Effects of sodium phosphate and beetroot juice supplementation on repeated-sprint ability in females. *European Journal of Applied Physiology*, 115(10), 2205-2213. <https://doi.org/10.1007/s00421-015-3201-1>
- Cercadillo-Rubio, Á. (2016). *Efectividad de las ayudas ergogénicas en el ciclismo: Una revisión bibliográfica*. 1-43.
- Christensen, P. M., Nyberg, M., & Bangsbo, J. (2013). Influence of nitrate supplementation on VO₂ kinetics and endurance of elite cyclists. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 23(1), e21-31. <https://doi.org/10.1111/sms.12005>
- Clifford, T., Berntzen, B., Davison, G. W., West, D. J., Howatson, G., & Stevenson, E. J. (2016). Effects of Beetroot Juice on Recovery of Muscle Function and Performance

- between Bouts of Repeated Sprint Exercise. *Nutrients*, 8(8).
<https://doi.org/10.3390/nu8080506>
- Cuenca, E., Jodra, P., Pérez-López, A., González-Rodríguez, L. G., Fernandes da Silva, S., Veiga-Herreros, P., & Domínguez, R. (2018). Effects of Beetroot Juice Supplementation on Performance and Fatigue in a 30-s All-Out Sprint Exercise: A Randomized, Double-Blind Cross-Over Study. *Nutrients*, 10(9).
<https://doi.org/10.3390/nu10091222>
- Domínguez, R., Cuenca, E., Maté-Muñoz, J.L., García-Fernández, P., Serra-Paya, N., Lozano Estevan, M.C., Veiga Herreros, P. & Garnacho-Castaño, M.V. (2017). Effects of Beetroot Juice Supplementation on Cardiorespiratory Endurance in Athletes. A Systematic Review. *Nutrients*, 9 (43): 1-18. Doi: 10.3390/nu9010043
- Duncan, H., Dougall, P., Johnston, P., Green, S., Brogan, R., Leifert, C., Smith, L., Golden, M. & Benjamin, N. (1995). Chemical generation of nitric oxide in the mouth from the enterosalivary circulation of dietary nitrate. *Nat. Med*, 1, 546–551.
- El Gamal, A.A.; AlSaid, M.S.; Raish, M.; Al-Sohaibani, M.; Al-Massarani, S.M.; Ahmad, A.; Hefnawy, M.; Al-Yahya, M.; Basoudan, O.A.; Rafatullah, S. (2014). Beetroot (Beta vulgaris L.) extract ameliorates Gentamicin-induced nephrotoxicity associated oxidative stress, inflammation, and apoptosis in rodent model. *Mediat. Inflamm.* 2014 -983952. <https://doi.org/10.1155/2014/983952>
- Jadert, C.; Petersson, J.; Massena, S.; Ahl, D.; Grapensparr, L.; Holm, L.; Lundberg, J.O.; Phillipson, M. (2012). Decreased leukocyte recruitment by inorganic nitrate and nitrite in microvascular inflammation and nsaid-induced intestinal injury. *Free Radic. Biol. Med.* 52, 683–692. DOI: 10.1016/j.freeradbiomed.2011.11.018
- Jones, A. (2013). Dietary nitrate: The new magic bullet. *Sports Science Exchange*. 26 (110), 1-5. Recuperado de https://secure.footprint.net/gatorade/stg/gssiweb/pdf/110_Jones_SSE.pdf
- Jonvik, K. L., Nyakayiru, J., Dijk, J. W. V., Maase, K., Ballak, S. B., Senden, J. M. G., Loon, L. J. C. V., & Verdijk, L. B. (2018). Repeated-sprint performance and plasma responses following beetroot juice supplementation do not differ between recreational, competitive and elite sprint athletes. *European Journal of Sport Science*, 18(4), 524-533. <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1433722>
- Kokkinoplitis, K., & Chester, N. (2014). The Effect of Beetroot Juice on Repeated Sprint Performance and Muscle Force Production. *Journal of Physical Education and Sport*, 14(2), 242.
- Lansley, K. E., Winyard, P. G., Bailey, S. J., Vanhatalo, A., Wilkerson, D. P., Blackwell, J. R., Gilchrist, M., Benjamin, N., & Jones, A. M. (2011). Acute Dietary Nitrate Supplementation Improves Cycling Time Trial Performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43(6), 1125–1131.
<https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31821597b4>
- Larsen, F. J., Weitzberg, E., Lundberg, J. O., & Ekblom, B. (2007). Effects of dietary nitrate on oxygen cost during exercise. *Acta Physiologica (Oxford, England)*, 191(1), 59-66.
<https://doi.org/10.1111/j.1748-1716.2007.01713.x>
- Lundberg, J.O. & Govoni, M. (2004). Inorganic nitrate is a possible source for systemic generation of nitric oxide. *Free Radic. Biol. Med.* 37: 395–400.
- Lundberg, J. O., Weitzberg, E., & Gladwin, M. T. (2008). The nitrate-nitrite-nitric oxide pathway in physiology and therapeutics. *Nature Reviews. Drug Discovery*, 7(2), 156-167. <https://doi.org/10.1038/nrd2466>

- Martin, K., Smee, D. J., Thompson, K. G., & Rattray, B. (2014). No improvement of repeated-sprint performance with dietary nitrate. *International journal of sports physiology and performance*. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2013-0384>
- Martin, J.C.; Brown, N.A.; Anderson, F.C.; Spirduso, W.W. (2000). A governing relationship for repetitive muscular contraction. *J. Biomech.* 33, 969–974. [https://doi.org/10.1016/S0021-9290\(00\)00048-8](https://doi.org/10.1016/S0021-9290(00)00048-8)
- Moreno, B., Soto, K. y Gonzales, D. (2015). El consumo de nitrato y su potencial efecto benéfico sobre la salud cardiovascular. *SCielo*. 42(2). <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182015000200013>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & PRISMA Group. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *PLoS Medicine*, 6(7), e1000097. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>
- Moher, D, Shamseer, L, Clarke, M, Ghersi, D, Alessandro Liberati, Petticrew, M, Shekelle, P, Stewart, L, & PRISMA-P Group. (2015). *Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement | Systematic Reviews / Full Text*. <https://systematicreviewsjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/2046-4053-4-1>
- Muggeridge, D., Howe, C., Spendiff, O., Pedla, C., James, P. y Easton, C. (2013). A Single Dose of Beetroot Juice Enhances Cycling Performance in Simulated Altitude. *Medicine & science in sports & exercise*. DOI: 10.1249/MSS.0b013e3182a1dc51
- Nikolaidis, M.G.; Jamurtas, A.Z.; Paschalis, V.; Fatouros, I.G.; Koutedakis, Y.; Kouretas, D. (2008). The effect of muscle-damaging exercise on blood and skeletal muscle oxidative stress: Magnitude and time-course considerations. *Sports Med.* 38, 579–606. DOI: 10.2165/00007256-200838070-00005
- Oded, B (1993). Test Anaeróbico Wingate. *PubliCE*. 1(3). Recuperado de <https://g-se.com/test-anaerobico-wingate-259-sa-h57cfb2711fd82>
- Ormsbee, M. J., Lox, J. & Arciero, P. J. (2013). Beetroot juice and exercise performance. *Nutrition and Dietary Supplements*, 5, 27-35. <http://dx.doi.org/10.2147/NDS.S52664>
- Pietrzkowski, Z.; Nemzer, B.; Spórna, A.; Stalica, P.; Tresher, W.; Keller, R.; Jimenez, R.; Michałowski, T.; Wybraniec, S. (2010). Influence of betalain-rich extract on reduction of discomfort associated with osteoarthritis. *New Med.* 1, 12–17. Recuperado de <http://www.czytelniamedyczna.pl/3333,influence-of-betalainrich-extract-on-reduction-of-discomfort-associated-with-ost.html>
- Pospieszna, B., Wochna, K., Jerszyński, D., Gościnną, K. & Czapski, J. (2016). Ergogenic effects of dietary nitrates in female swimmers. *Trends in Sport Sciences*. 1(23), 13-20. Recuperado de http://www.wbc.poznan.pl/Content/383206/4_Pospieszna_13.pdf
- Rubio, C. y Galán, A. (2016). Efectividad de las ayudas ergogénicas en el ciclismo: una revisión bibliográfica. *Trabajos académicos de la universidad de Jaén*. Recuperado de <http://tauja.ujaen.es/handle/10953.1/3064>
- Reyes-Izquierdo, T.; Pietrzkowski, Z.; Argumedo, R.; Shu, C.; Nemzer, B.; Wybraniec, S. (2014). Betalain-rich red beet concentrate improves reduced knee discomfort and joint function: A double blind, placebo-controlled pilot clinical study. *Nutr. Diet. Suppl.* 2014, 9–10. DOI <https://doi.org/10.2147/NDS.S59042>
- Rimer, E.G.; Peterson, L.R.; Coggan, A.R.; Martin, J.C. (2016). Increase in Maximal Cycling Power with Acute Dietary Nitrate Supplementation. *Int. J. Sports Physiol. Perform.* 11, 715–720. DOI: 10.1123/ijsp.2015-0533

- Sáenz, J. (2014). Revisión sobre la Capacidad de Repetir Esprines o RSA en jugadores de fútbol. Universidad del País Vasco. <https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/13492/TFG%20jsessionid=F1B89D194BDB7F828C868AD66C4552B8?sequence=3>
- Thompson, C., Vanhatalo, A., Jell, H., Fulford, J., Carter, J., Nyman, L., Bailey, S. J., & Jones, A. M. (2016). Dietary nitrate supplementation improves sprint and high-intensity intermittent running performance. *Nitric Oxide: Biology and Chemistry*, *61*, 55-61. <https://doi.org/10.1016/j.niox.2016.10.006>
- Thompson, C., Vanhatalo, A., Kadach, S., Wylie, L. J., Fulford, J., Ferguson, S. K., Blackwell, J. R., Bailey, S. J., & Jones, A. M. (2018). Discrete physiological effects of beetroot juice and potassium nitrate supplementation following 4-wk sprint interval training. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, *124*(6), 1519-1528. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00047.2018>
- Thompson, C., Wylie, L. J., Blackwell, J. R., Fulford, J., Black, M. I., Kelly, J., McDonagh, S. T. J., Carter, J., Bailey, S. J., Vanhatalo, A., & Jones, A. M. (2017). Influence of dietary nitrate supplementation on physiological and muscle metabolic adaptations to sprint interval training. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, *122*(3), 642-652. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00909.2016>
- Thompson, C., Wylie, L. J., Fulford, J., Kelly, J., Black, M. I., McDonagh, S. T. J., Jeukendrup, A. E., Vanhatalo, A., & Jones, A. M. (2015). Dietary nitrate improves sprint performance and cognitive function during prolonged intermittent exercise. *European Journal of Applied Physiology*, *115*(9), 1825-1834. <https://doi.org/10.1007/s00421-015-3166-0>
- Verhagen AP et al (1998). The Delphi list: a criteria list for quality assessment of randomised clinical trials for conducting systematic reviews developed by Delphi consensus. *Journal of Clinical Epidemiology*, *51*(12):1235-41 Recuperado de <https://www.pedro.org.au/spanish/downloads/pedro-scale/>
- Vulic, J.J.; Cebovic, T.N.; Canadanovic, V.M.; Cetkovic, G.S.; Djilas, S.M.; Canadanovic-Brunet, J.M.; Velicanski, A.S.; Cvetkovic, D.D.; Tumbas, V.T. (2013). Antiradical, antimicrobial and cytotoxic activities of commercial beetroot pomace. *Food Funct.* *4*, 713–721. doi: 10.1039/c3fo30315b.
- Wylie, L. J., Bailey, S. J., Kelly, J., Blackwell, J. R., Vanhatalo, A., & Jones, A. M. (2016). Influence of beetroot juice supplementation on intermittent exercise performance. *European Journal of Applied Physiology*, *116*, 415-425. <https://doi.org/10.1007/s00421-015-3296-4>
- Wylie, L. J., Ortiz de Zevallos, J., Isidore, T., Nyman, L., Vanhatalo, A., Bailey, S. J., & Jones, A. M. (2016). Dose-dependent effects of dietary nitrate on the oxygen cost of moderate-intensity exercise: Acute vs. chronic supplementation. *Nitric Oxide*, *57*, 30-39. <https://doi.org/10.1016/j.niox.2016.04.004>
- Wootton-Beard, P.C.; Ryan, L. (2011). A beetroot juice shot is a significant and convenient source of bioaccessible antioxidants. *J. Funct. Foods.* *3*, 329–334. DOI: 10.1016/j.jff.2011.05.007