



UNIVERSIDAD FINIS TERRAE
FACULTAD DE MEDICINA
ESCUELA DE KINESIOLOGÍA

**EFFECTOS DEL JUGO DE BETARRAGA Y LA CAFEINA SOBRE EL
RENDIMIENTO DE LA CAPACIDAD PARA REALIZAR SPRINT
REPETIDOS (RSA)**

IGNACIO MEDINA MARCHANT
IVÁN PAVEZ ULLOA

Tesis para ser presentada en la Escuela de Kinesiología de la Universidad Finis
Terrae para optar al título de Kinesiólogo

Profesor guía: Klgo. Marco Kokaly Farah.

Santiago, Chile

2014

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar queremos dar las gracias a nuestras familias principalmente padres y hermanos(as) por el apoyo incondicional durante este arduo trabajo de investigación.

Agradecer en forma especial a:

A nuestro profesor guía Marco Kokaly Farah, por su dedicación, esfuerzo, compromiso y disponibilidad, a la hora de llevar a cabo la investigación, resolver nuestras dudas y orientarnos en un mejor trabajo.

Al profesor Francisco Espíldora por facilitarnos la máquina de foto célula y así poder llevar a cabo de mejor manera nuestro trabajo. Al profesor Hermann Zbinden por su colaboración en la entrega de información.

A cada uno de nuestros amigos que participaron en el estudio, por su colaboración y compromiso con nuestro trabajo, sin ustedes esto no hubiera sido posible.

A la Universidad Finis Terrae por facilitarnos los materiales para poder llevar a cabo nuestra investigación y a sus profesores por los innumerables enseñanzas y conocimientos entregados durante todo este período académico.

INDICE

AGRADECIMIENTOS.....	ii
RESUMEN.....	v
ABSTRACT.....	vi
GLOSARIO Y ABREVIATURAS.....	vii
INTRODUCCIÓN.....	1
MARCO TEORICO.....	3
Suplementación deportiva.....	3
Nitrito Inorgánico.....	5
Óxido Nítrico.....	8
Cafeína.....	10
Habilidad de realizar sprint repetitivos (RSA).....	12
Objetivo General.....	15
Objetivos específicos.....	15
Pregunta de investigación e Hipótesis.....	16
MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
Tipo de estudio.....	17
Universo y tipo de muestreo.....	17
Criterios inclusión y exclusión.....	17
Instrumentos y materiales utilizados.....	18

Metodología.....	18
VARIABLES DE ESTUDIO.....	21
VARIABLES DESCONCERTANTES.....	20
Análisis estadístico.....	21
RESULTADOS.....	22
DISCUSIÓN.....	27
CONCLUSIÓN.....	31
BIBLIOGRAFÍA.....	32
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES Y TABLAS.....	40
ANEXOS.....	41
Anexo 1: Ficha de participantes.....	41
Anexo 2: Consentimiento informado.....	42

RESUMEN

La presente investigación utilizó una combinación de Cafeína y concentrado de jugo de betarraga como suplemento alimenticio para mejorar el rendimiento en la habilidad para realizar sprint repetidos (RSA).

Objetivo: Observar los efectos de una combinación de Cafeína-Concentrado de jugo de betarraga como suplemento alimenticio para mejorar el rendimiento en un test RSA.

Materiales y método: 12 Jóvenes sanos (20-28 años), que realizan deporte recreacional, que no usan medicamentos habitualmente, no fumadores. Se dividió a los sujetos en 2 grupos, uno conformado por 6 sujetos que consumieron cafeína y concentrado de jugo de Betarraga y otro compuesto de 6 sujetos a los que solamente cafeína como suplemento. Los participantes fueron sometidos a un test de RSA antes y después de ser suplementados.

Resultados: Se demostró que el grupo que no consumió betarraga tuvo un peor desempeño que el grupo que si lo hizo reflejado en un aumento significativo en sus tiempos de carrera. Además el grupo que consumió betarraga tuvo una mejoría de un 8% de tolerancia a la fatiga. Esta diferencia es significativa con un $p=0.0156$.

Palabras Clave:

Cafeína, Nitratos, Óxido nítrico, RSA, Jugo de betarraga.

ABSTRACT

The present investigation compared the use of a combination of caffeine and a concentrated version of beetroot juice against just the use of caffeine by itself as a dietary supplement to improve the results of performing a repeated sprint ability test.

Goal: Use the combination of caffeine and beetroot juice as a supplement to improve the results on a RSA test.

Methods: 12 young healthy recreational sports boys between 20 and 28 years without the constant use of any medication and non smokers. We divided all the participants in two random groups. One group made of 6 participants were selected to take caffeine and beetroot juice and the control group made of 6 participants too were supplemented just with caffeine. We performed a RSA test before and after being supplemented.

Results: We demonstrate that the group that wasn't supplemented with beetroot had a worse performance than the group that did. Also there was an improvement of 8% in the RSA test showed in the average obtained between the first test and the test performed one week later. That was a significant difference with a $p=0,0156$.

Key words:

Caffeine, Nitrates, Nitrite, Nitric Oxide, RSA, Photocel

GLOSARIO Y ABREVIATURAS

RSA: Repeated sprint ability, habilidad de realizar sprints repetidos

SA: Suplemento alimenticio

NO: Óxido Nítrico

NO₃: Nitrato Inorgánico

NO₂: Nitrito

Photo Cell Beams: Rayos de foto célula

nNOS o NOS₁: Óxido Nítrico Neuronal

iNOS o NOS₂: Óxido Nítrico Inducible

eNOS o NOS₃: Óxido Nítrico Endotelial o Constitucional

BH₄: Tetrahidrobiopterina I

NADH: Nicotinamonodinucleótido

FAD: Flavinadenindinucleótido.

INTRODUCCIÓN

El presente estudio midió los efectos de la suplementación de cafeína y concentrado de jugo de betarraga versus la suplementación de cafeína en la habilidad para realizar sprint repetidos. La suplementación deportiva es una parte importante de la preparación de deportistas tanto amateurs como de alto rendimiento. Este tipo de suplementación generalmente se realiza a través de micronutrientes y uno de estos micronutrientes son los nitratos inorgánicos o precursores del óxido nítrico (NO)¹ sustancia que utilizamos como suplemento en nuestra intervención.

Para medir esta habilidad se tomó un test de RSA a un grupo de sujetos antes y después de ser suplementados con el fin de mejorar el rendimiento en dicha evaluación con esta intervención. RSA es una habilidad en la que los deportistas deben correr una corta distancia determinada repetidas veces con una pausa de 20 a 30 segundos de descanso activo^{2, 3, 4}. Es una habilidad muy usada en los deportes colectivos como el fútbol, hockey, handball o rugby^{5, 6}.

Diversos estudios sugieren que el jugo de betarraga como suplemento alimenticio en comparación con un placebo ha mostrado resultados poco significativos, sin embargo estas pequeñas diferencias a nivel competitivo pueden ser muy significativas ya que hay deportes como la natación en que una mejoría de un 0,4 % sería suficiente para aumentar sustancialmente la posibilidad de obtener una medalla⁷ y el jugo de betarraga ha llegado a demostrar una mejoría de aproximadamente 0,9% en el rendimiento posterior a la suplementación con

nitratos⁸, esto quiere decir que a nivel de competencias un bajo porcentaje de mejoría puede ser muy significativo.

La presente investigación busca aumentar la disponibilidad de NO a través del consumo de nitratos con el fin de producir un aumento del rendimiento⁹ en un test de RSA.

MARCO TEORICO

Suplementación deportiva

Hoy en día la industria de la venta de suplementos alimenticios (SA) para mejorar el rendimiento deportivo ha tenido un incremento exponencial desde que salieron al mercado los primeros productos, debido a la demanda, la globalización, la publicidad, y las ganas de obtener resultados más rápidos principalmente. Al momento de definir que es un suplemento alimenticio o nutricional, muchas son las postulaciones que intentan darle alguna definición, sin embargo todas llegan a la consigna de que básicamente los SA son elementos que no son parte de una dieta habitual que sirven para ayudar a mejorar el rendimiento durante algún tipo de actividad física. Un estudio en la universidad de Nebraska hizo una encuesta a un grupo de atletas para saber que eran los SA para ellos y un 34% coincidió que los SA eran productos que ayudaban a mejorar el rendimiento, aumentar la fuerza, mejorar la calidad muscular y disminuir la fatiga¹⁰.

Por otro lado, en Chile, según el reglamento sanitario de alimentos, un SA está definido como un producto que ha sido elaborado para suplementar la dieta habitual de los sujetos sanos, con adición de uno o varios componentes¹¹. Hoy en día, al momento de saber qué tipo de dieta lleva un sujeto, ya no basta con saber el tipo de alimentación que dicho sujeto consume (tipo, cantidad, veces al día, etc.), sino que además hay que consignar si además es consumidor de algún tipo de SA dado que el porcentaje de personas que consumen estos productos ha crecido exponencialmente. Muchos de estos productos logran su popularidad y

éxitos en venta debido a diversas imágenes publicitarias en los que se les adjudican beneficios extraordinarios a los productos, muchos de los cuales carecen de evidencia científica de importancia¹¹. Para tener una idea de lo grande y creciente que es esta industria basta con nombrar que las ventas de suplementos alimenticios solo en Estados Unidos exceden los 20 billones de dólares anualmente y cerca de un millón de adolescentes americanos han probado algún tipo de suplemento¹².

En Chile por dar un ejemplo en los últimos años ha habido un incremento en el número de gimnasios y eso ha generado un aumento en el número de personas que acuden a estos centros para realizar deporte y muchas veces es ahí donde son asesorados por profesionales del área que les recomiendan algún tipo de producto para mejorar su rendimiento. Cabe destacar que además de los profesores de educación física, monitores o profesionales del área muchos de estos productos también son recomendados por familiares y amigos basando su recomendación en las experiencias personales que tuvieron con este tipo de productos¹³. Un estudio acerca del consumo de SA en los gimnasios de la ciudad de Viña del Mar publicado por la revista chilena de nutrición el año 2011 mostro que en un universo de 314 sujetos entre 15 y 65 años, el 54,5% era usuario de algún tipo de SA, reflejando el aumento que han tenido este tipo de productos en Chile¹¹. Dentro de esta industria hay una amplia gama de suplementos para ayudar a mejorar el rendimiento deportivo, disminuir la fatiga, incrementar la masa muscular, reducir el porcentaje de grasa, etc. siendo los más comunes las proteínas, los aminoácidos, multivitamínicos, sustitutivos de las comidas, cafeína, creatina y L carnitina^{11,13}. En general, la mayoría de las personas le atribuye un efecto positivo al uso de estos productos, siendo muy bajo el porcentaje que dice haber tenido alguna mala experiencia, dentro de los productos que son legales¹³.

Por otro lado, hay una gama de suplementos que se usan hoy en día en que su finalidad es la de otorgar una mayor energía y/o concentración a los usuarios momentos antes de realizar alguna actividad física. Este tipo de suplementos son utilizados exclusivamente momentos previos a la realización de actividad física. Este tipo de productos son muy requeridos por deportistas tanto amateurs como profesionales ya que muchos atletas aseguran que estos productos les proveerán mayor energía, concentración, mayor tiempo de reacción y mayor potencia si estos productos se consumen previos al entrenamiento o competencia^{14, 15}.

Muchos de estos productos son procesados y contienen muchas sustancias tales como creatina, vitaminas y aminoácidos^{16, 17}. Algunos de los componentes principales de estos productos pueden ser adquiridos con facilidad y no es necesaria la compra de algún este tipo de suplementos. Esto debido a que sus principales componentes pueden encontrarse de forma natural en algunos alimentos y están al alcance de la mayoría de las personas. Es el caso de la cafeína y los nitratos inorgánicos NO_3 , componentes principales de algunos productos de pre entrenamiento. Ambos componentes han sido fuente de diversos estudios para comprobar su eficacia como ayuda ergogénica, teniendo ambos resultados satisfactorios. Además, tanto cafeína como el NO_3 se encuentran presentes en muchos alimentos tales como vegetales, te, café, etc^{18, 19, 20, 21}.

Nitrato Inorgánico

Una dieta completa que contenga una alta cantidad de frutas y verduras es muy beneficiosa para la salud ya que posee muchos componentes que ayudan al bienestar general tales como, antioxidantes, fibra dietética, beta caroteno y

vitaminas, tales como A, D, E^{22, 23}. En los últimos años se ha cuestionado y estudiado sobre los reales beneficios que estos alimentos tienen en la salud y sus posibles efectos beneficiosos en el sistema cardiovascular como también fuente de ayuda ergogénica⁸. Esto porque la mayoría de estos alimentos contienen nitrato inorgánico, sustancia con el potencial de bajar la presión arterial, reducir riesgos de enfermedades cardiovasculares y últimamente para ser usado como ayuda ergogénica y de esa forma contribuir a mejorar el rendimiento durante alguna actividad física o deporte en particular. Los nitratos inorgánicos (NO₃) están presentes en muchos vegetales como el rábano, la lechuga y la betarraga por nombrar algunos. La razón por la cual se usa la betarraga como fuente de NO₃ para estudio o como ayuda ergogénica, siendo que fuentes que contienen más cantidad de nitrato que la betarraga tales como la lechuga, el rábano o la espinaca es simplemente lo conveniente y fácil que es su consumo y comercialización debido a que puede ser consumida en forma de jugo²⁴, como la mayoría de los estudios la ocupan para verificar su efectividad. Sin embargo eso no quiere decir que solo haya que consumirla en forma de jugo, ya que a pesar de que la mayoría de los estudios que se han hecho para comprobar la efectividad de los nitratos como ayuda ergogénica usaron jugo de betarraga, otros utilizaron betarraga trozada para comprobar sus beneficios, obteniendo buenos resultados sobre todo en pruebas de endurance²⁵. Esto quiere decir que para obtener beneficios a través del consumo de nitratos y así mejorar el rendimiento deportivo y tener efectos positivos en la salud la betarraga es una muy buena fuente para obtenerlos.

Muchas son las postulaciones sobre los potenciales beneficios de este compuesto inorgánico^{8, 9, 26, 27, 28}. El primero de ellos es que produce vasodilatación aumentando el diámetro del calibre de los vasos sanguíneos, ayudando a reducir la presión arterial y permitiendo un mayor flujo sanguíneo. Este efecto vasodilatador puede ser tanto agudo como crónico si se mantiene el consumo de nitrato en el tiempo (mayor a 3 días) ya que se ha demostrado que

una sola dosis de 500ml de jugo de betarraga produce disminución de la presión arterial tanto sistólica como diastólica^{22, 25, 28, 29}.

El otro efecto que produce el consumo de NO_3 a través de jugo de betarraga tiene que ver con el sistema musculo esquelético ya que según algunos estudios recientes, el consumo regular de aproximadamente medio litro de jugo de betarraga diario, aporta aproximadamente 500mg de nitrato inorgánico, capaz de aumentar la disponibilidad de oxígeno de los tejidos^{1, 13, 29}.

La betarraga posee un alto contenido de NO_3 ³⁰ y tiene la característica de poder ser consumida de variadas formas. En una dieta occidental normal una persona consume aproximadamente entre 1 y 2 milimoles de NO_3 al día y un 60 – 80% de estos son extraídos de los vegetales²⁸, lo que no es suficiente para aprovechar al máximo los beneficios que estos pueden generar ya que según los últimos estudios que avalan el consumo de jugo de betarraga como fuente de NO_3 sugieren que hay que consumir aproximadamente 5,5 a 6,5 milimoles o una cantidad de entre 300 y 800 mg de NO_3 ^{1, 8, 13, 26, 31} y así se estaría consumiendo la cantidad necesaria para obtener beneficios. Sin embargo a pesar de que es más fácil consumir la betarraga en forma de jugo, resulta no ser tan apetitoso el consumir medio litro de jugo de betarraga dado la preparación y tiempo que tomaría para fabricarlo todos los días. Además hoy en día el jugo de betarraga es comercializado por lo que puede adquirirse fácilmente mediante la compra de diversas formas dependiendo la cantidad y la concentración de NO_3 que se requiera. Es por esa razón que ahora dado los recientes descubrimientos sobre los beneficios del jugo de betarraga es que este ha empezado a comercializarse y a ser vendido en distintas formas alrededor del mundo. El jugo de betarraga es vendido y comercializado en diversas formas variando en volumen y cantidad de nitratos. Por ejemplo hay ejemplares que vienen en botellas de medio litro y otras versiones más concentradas que vienen en 70 ml, pero sin disminuir en demasía

la cantidad de nitratos, dando distintas opciones a los usuarios o investigadores que lo consumen o realizan estudios para obtener beneficios.

En el momento en que uno ingiere NO_3 a través de jugo de betarraga, este es absorbido rápidamente en el intestino delgado y tiene una vida media de 5 a 6 horas en el plasma. De todo el nitrato consumido, aproximadamente un 60% se excreta por el tracto urinario en menos de 48 horas^{22, 31}. Cuando ya fue absorbido en el intestino delgado y pasa al plasma, un 25% pasa a la circulación entero-salival, en palabras más simples, el nitrato va por el plasma y llega nuevamente a la boca a través de las glándulas salivales²². La forma por la cual el nitrato logra llegar nuevamente a la boca a través de las glándulas salivales no está muy clara, pero se cree que probablemente hay una proteína de membrana encargada de este proceso. Esta proteína de membrana llamada sialina podría estar implicada en procesos de transporte, específicamente actuando como un transportador electrogénico de nitrato inorgánico e hidrogeno (NO_3/H^+) en las células acinares salivales¹⁷. Por lo tanto esta proteína se une al NO_3 transportándolo hacia las glándulas salivales para hacerlo formar parte de la circulación entero salival.

Óxido Nítrico

Como se mencionó en el primer capítulo de este estudio, hoy en día son muchas las personas sean deportistas o no que consumen algún tipo de suplemento alimenticio para mejorar su rendimiento en algún tipo de actividad deportiva. Muchos de estos deportistas y personas creen que consumiendo algún tipo de suplemento minutos antes de realizar actividad física les ayudara a mejorar su rendimiento deportivo¹⁴. Estos suplementos que se usan específicamente antes

de entrenar y que en estos días son muy utilizados son los llamados suplementos precursores de NO. Los precursores de NO son suplementos los cuales su eficacia en el rendimiento deportivo está más que comprobada tanto en deportes de endurance como de resistencia muscular. Muchos de ellos contienen ya sea cafeína y/o fuentes de NO_3 ^{16, 17}. Su principal función es usar los beneficios de la cafeína por un lado y además aumentar los niveles de NO a través precursores tales como los NO_3 la arginina y citrulina³² y así ayudar a optimizar el rendimiento de las personas al momento de realizar alguna actividad física.

El NO, es un gas que fue descubierto a mediados de los años 80³¹ cuya vida media muy reducida que se genera en el endotelio a través de varios precursores^{31, 33} y cumple varias funciones para mantener el equilibrio y bienestar del organismo, este gas se sintetiza en el cuerpo principalmente gracias al aminoácido arginina.

La importancia de la arginina radica en que es el sustrato básico de las tres isoformas NO sintetizada conocidas también como la “familia” de los NOS^{33, 34}. Las tres isoformas de NO que se conocen en la actualidad son NO neuronal (nNOS o NOS 1), NO endotelial o constitucional (eNOS o NOS 3) y el NO inducible “iNOS” o “NOS 2”^{31, 34, 35}. Para que se produzca la síntesis de NO a través de estas tres isoformas se necesitan algunas sustancias y enzimas que actúan como cofactores de función de NO, muy importantes para este proceso. Algunas de estas enzimas son la tetrahidrobiopterina (BH4), la nicotinamonoducleótido reducido (NADH) y la flavinadenindinucleótido (FAD). La calmodulina y el calcio también son muy importantes para este proceso, ya que activan a eNOS y a nNOS presentes en muchos tejidos^{31, 34}. Una vez ya activo y formado el NO, se difunde a través del endotelio y se une principalmente al grupo Hemo de la guanilatoclasa, favoreciendo la conversión de guanosintrifosfato (GTP) a guanosinmonofosfato cíclico (GMPc) produciendo vasodilatación^{31, 34, 35}.

A mediados de los 90 se comenzó a estudiar la posibilidad de aumentar los niveles de NO de alguna forma alternativa e independiente de la familia de los “NOS” a través de la ingesta de algún precursor³¹.

Este gas cumple un sinnúmero de funciones benefactoras en casi todos los órganos tejidos y sistemas del cuerpo tales como el cardiovascular, urogenital, respiratorio, inmunológico y nervioso³⁵. Sin embargo se reconocen tres funciones principales en las cuales el NO tiene sus mayores implicancias. Estos tres principales roles del NO son: Regulación del flujo sanguíneo del endotelio vascular a través de la vasodilatación, neurotransmisión e inmunidad³⁵.

El efecto vasodilatador del NO es el que se postula para ser beneficioso al momento de realizar algún tipo de actividad física ya que produce un mayor suministro de sangre a los distintos tejidos y por ende una mayor disponibilidad de oxígeno.

Cafeína

La cafeína se ha convertido hoy en la actualidad en uno de los productos más consumidos a nivel mundial por la mayoría de las personas llegando a ser consumida por más del 30% de la población ya sea solo en forma de una taza de café u otras modalidades³⁶. Esta se encuentra en muchos alimentos de una dieta occidental común tales como el chocolate, bebidas tipo cola, bebidas energéticas, distintos tipos de hierbas o simplemente en una taza de café^{19, 20}.

Este elemento químico, después de ser administrado oralmente es absorbido rápidamente en el estómago y es metabolizado en el hígado a través de metilxantinas afectando muchos tejidos en el cuerpo tanto periféricos como centrales^{20, 21}.

Los beneficios que se le atribuyen a la cafeína tienen que ver con aumentar el estado de alerta de las personas, disminuir la sensación de fatiga y generar mayor resistencia tanto física como intelectual y disminuir la sensación de sueño¹⁹.

Cuando se empezó a estudiar los efectos de la cafeína como fuente de ayuda ergogénica, se pensó que esta podría tener un efecto en la liberación y oxidación de ácidos grasos libres para así obtener energía a través de la liberación de adrenalina²¹. Sin embargo esa teoría con el paso de los años fue perdiendo sustento ya que nunca se comprobó realmente si el aumento de cafeína de forma oral podría generar un aumento de oxidación de ácidos grasos. Hoy en día se cree que la cafeína podría tener algún efecto sobre el sistema nervioso central y que a través de él podría producir algún efecto beneficioso sobre el organismo al momento de realizar ejercicio^{20, 21, 37, 38}. La cafeína tiene un efecto antagonista en los receptores de adenosina produciendo una inhibición de los efectos negativos de la adenosina en la neurotransmisión tales como la excitación y la percepción del dolor llegando a tener un efecto beneficioso en el proceso de contracción muscular ya que podría aumentar la tasa de disparo de unidades motoras y así producir una contracción muscular más eficaz²¹. Además la cafeína podría funcionar como un posible psicoestimulante ya que produce una activación generalizada del SNC, posiblemente al aumentar la liberación de noradrenalina^{19, 21}. Las dosis que comúnmente se usa para realizar estudios sobre la cafeína y comprobar sus efectos benéficos son entre 3 y 9 mg por kilo de peso, pero generalmente se usan capsulas de 200mg al momento de suplementar. Sin

embargo a pesar de todos los estudios realizados, no se ha podido descubrir aun cual es el verdadero efecto que tiene la cafeína para ser usado como ayuda ergogénica^{20, 21, 38}.

La cafeína sin embargo ha tenido ciertas controversias a lo largo de su historia con respecto a los efectos adversos que esta podría provocar y su utilización en el deporte, tanto así que el comité de la agencia mundial de antidopaje la saco recién de su lista de alimentos prohibidos el 1 de enero del 2004³⁸, debido al posible aumento de la frecuencia cardiaca, provocando un aumento de la presión arterial. Además tiene un efecto diurético produciendo perdida de líquido y podría también tener efectos negativos durante el embarazo. Por último, cabe destacar que no está muy claro su mecanismo de acción y a pesar de todos los estudios que se han realizado siempre ha habido controversia tanto sobre sus beneficios como sus efectos adversos ya que hay algunos en los que se le atribuye efectos benéficos pero otros en los que no se han encontrado beneficios he incluso han provocado efectos negativos en algunos sujetos^{18, 21}.

Habilidad de realizar sprints repetitivos (RSA).

En muchos deportes colectivos e individuales, la preparación física es fundamental para poder rendir de la mejor manera y evitar cualquier riesgo de lesión. Para tener una buena preparación física, hay que enfocarse en las distintas habilidades o capacidades del cuerpo humano³⁹.

Estas habilidades comprenden tanto la fuerza, velocidad, potencia, salto, coordinación, flexibilidad, etc. Teniendo un entrenamiento adecuado se

puede lograr un equilibrio entre todas estas cualidades y obtener un buen rendimiento deportivo. En los deportes colectivos como fútbol, handball y rugby por nombrar algunos se generan momentos en que los jugadores deben estar sin mayor participación en el juego, pero en fracción de segundos deben correr alguna distancia a máxima velocidad para atender las distintas demandas del juego. Esto se repite varias veces dentro de un partido y obliga al jugador a tener una buena capacidad tanto aeróbica como anaeróbica². Esta habilidad en la que un jugador debe correr cierta distancia a máxima velocidad varias veces con pausas incompletas de descanso entre un sprint y otro es conocida como la habilidad de realizar sprints repetidos.

El RSA siendo que es una habilidad utilizada en la mayoría de los deportes colectivos, solo se comenzó a estudiar hace algunos años quizás por el impredecible movimiento de los jugadores durante los partidos, la falta de conocimientos acerca de la fisiología deportiva, etc. pero hoy en día dado los avances en la tecnología y el casi total profesionalismo en gran parte de las áreas deportivas es que se comenzó a poner mayor énfasis en esta habilidad³.

Esta habilidad es muy importante entrenarla y evaluarla porque además de ser muy utilizada en los distintos deportes colectivos, genera gastos energéticos muy altos en los deportistas y podría perjudicar el rendimiento de aquellos si es que no están adecuadamente entrenados para correr a máxima velocidad varias veces con tiempos reducidos de descanso incompleto durante algún compromiso competitivo pudiendo llegar a producir lesiones^{4,3}.

Al igual que el consumo máximo de oxígeno, existen muchos test para evaluar un RSA. A pesar de que hay muchos test para evaluar un RSA aún no

existe un test estandarizado para evaluarlo. Sin embargo hay ciertos patrones que se cumplen en los distintos tipos de test que han realizado diversos estudios los cuales han evaluado esta habilidad en distintos deportistas. El patrón que más se repite es la distancia que tienen que correr los sujetos al momento de ser evaluados sobre todo cuando los deportistas a evaluar son futbolistas ya que en un partido de futbol 30 metros es la distancia promedio que corren a máxima velocidad². Sin embargo, esta distancia puede variar entre 10 y 40 metros dependiendo el deporte que se practique^{2, 3, 4}, pero a pesar de que hay deportes en que los deportistas deben correr a máxima velocidad por distancias más cortas, de todas formas se recomienda utilizar la distancia de 30 metros ya que se ha demostrado que es la longitud ideal para inducir fatiga si es que los tiempos de recuperación son muy cortos (25 - 30 segundos) y que además distancias superiores a esta hacen que los deportistas utilicen algún estrategia que afectaría el rendimiento en el test. Por lo tanto 30 metros podría ser la distancia ideal para ser usada como protocolo para evaluar la habilidad de realizar sprints repetidos^{2, 40}.

En el RSA como se mencionó anteriormente no está estandarizado una distancia ni tiempo de recuperación entre las carreras y si bien hay muchos rangos de diferencia y hay muchos estudios al respecto con distintos parámetros de evaluación³. Sin embargo, este puede ser definido o estandarizado como carreras a máxima velocidad entre 10 y 30 metros con 20 a 30 segundos de descanso activo entre cada una^{4, 3, 41}. Con respecto al descanso, este es preferible realizarlo de forma activa a un nivel de intensidad bajo ya que está relacionado con un menor declive entre cada corrida, o sea que si los sujetos descansan esos 20 a 30 segundos de manera activa como por ejemplo un trote lento no aumentarían tanto sus tiempos entre una corrida y la otra y tendrían un mejor rendimiento en el test³. Con respecto al tiempo de recuperación en este caso activa, si bien descansar entre 60 y 120 segundos ayuda a una mejor recuperación ya que contribuye con la

re síntesis de fosfocreatina³, se recomiendan tiempos entre 20- a 30 segundos ya que recrean la realidad de los distintos deportes colectivos.

Otro factor importante para evaluar RSA es el número de veces que el sujeto deberá correr la distancia determinada. Los diversos estudios varían mucho acerca este aspecto ya que hay estudios en los que se realizan 2 repeticiones y otros hasta 40 repeticiones³. Muchos estudios sin embargo sugieren alrededor de entre 6 y 7 repeticiones ya que bajo la misma premisa del tiempo de recuperación, este número de repeticiones recrea la realidad de juego de los deportistas y además números inferiores a estas no generarían mucha disminución en el rendimiento por lo que los resultados no serían significativos^{4, 2, 3, 41}.

Objetivo general

- Determinar los efectos que tiene la suplementación de cafeína y concentrado de jugo de betarraga sobre el rendimiento de la habilidad de RSA en sujetos jóvenes, sanos y deportistas recreacionales de entre 20 y 28 años.

Objetivos específicos

- Determinar las características antropométricas de la muestra.
- Medir el rendimiento del total de los sujetos en el test de RSA para obtener los datos iniciales.
- Entregar como suplemento alimenticio una combinación de cafeína más concentrado de jugo de betarraga y cafeína sola según grupos de estudio.
- Cuantificar la variación de rendimiento en el test RSA secundario a la suplementación cafeína y concentrado de jugo de betarraga.

Pregunta de investigación

¿Podrá la suplementación de cafeína más concentrado de jugo de betarraga mejora el rendimiento en un test RSA disminuyendo los tiempos y la fatiga?

Hipótesis

-H0: La cafeína en combinación con un concentrado de jugo de betarraga no mejora el rendimiento de un test de RSA en jóvenes sanos deportistas recreacionales entre 20 y 28 años.

-H1: La cafeína en combinación con un concentrado de jugo de betarraga mejora el rendimiento de un test de RSA en jóvenes sanos deportistas recreacionales entre 20 y 28 años.

MATERIAL Y MÉTODO

Tipo de estudio

Estudio cuantitativo, analítico, longitudinal y prospectivo.

Universo y tipo de muestreo

El universo esta compuesto de estudiantes universitarios cursando 4° año de sus respectivas carreras. De este universo se escogieron 12 jóvenes sanos de género masculino que realizan deporte recreacional, que no son usuarios de medicamentos y no fumadores. Se dividió a los sujetos en 2 grupos de igual cantidad de sujetos, un grupo consumió una combinación de cafeína y concentrado de jugo de betarraga y otro grupo consumió solo cafeína como suplemento.

Criterios de inclusión:

- Entre 20 y 28 años de edad.
- Estudiante universitario.
- Sanos.
- Género masculino.

Criterios de exclusión:

- Realizar deporte de alto rendimiento o más de 3 veces por semana.
- Presentar alguna patología músculo esquelética en los últimos 3 meses.
- Fumador.
- Usuario de medicamentos en forma habitual.

Instrumentos y materiales utilizados

Para la realización de la investigación utilizamos:

- Instrumentos de medición y demarcación de terreno (huincha y conos)
- Fichas de datos de los participantes y materiales registrar los datos.
- Concentrado de Jugo de Betarraga (Beet it Sport Stamina Shot). Producido en Inglaterra.
- Suplemento de cafeína (All max nutrition).
- Brower Timing System (equipo de medición de tiempo). Fabricado en Estados Unidos.

Metodología

La muestra la componen 14 jóvenes de entre 20 y 28 años, sanos, universitarios, que realizan deporte recreacional. 2 sujetos debieron ser excluidos por presentar molestias de origen muscular durante las evaluaciones.

Se entregaron 200 mg de cafeína a cada sujeto una hora antes de la realización del test^{20,21,38}, luego se realizó una medición inicial de la habilidad para realizar sprint repetidos que consistió en realizar 7 corridas a máxima velocidad, una distancia de 30 metros con una pausa activa e incompleta de 25 segundos^{1, 2, 3, 41}.

Luego se suplemento al grupo experimental (n=6) entregando durante 6 días⁴¹ 140 ml de concentrado de betarraga que equivalen a 800 mg de nitratos inorgánicos^{25, 26}. Esto corresponde a dos botellas Beet it sport stamina shot de 70 ml cada una al día que debían tomar la primera entre las 7 y 10 am y la segunda entre las 6 y 9 pm durante los 6 días. A los participantes restantes (n=6) no se les dio suplementación.

Luego de los 6 días de suplementación se reevaluó a toda la muestra de la misma forma que la evaluación inicial para ver si existieron diferencias significativas con respecto a los tiempos obtenidos inicialmente.

Variables del estudio

Edad

- Definición conceptual: Tiempo que ha vivido una persona o ciertos animales o vegetales⁴².
- Definición operacional: Medición del tiempo de vida en años entregado al momento de llenar la ficha.
- Variable Dependiente.
- Indicador: años, meses, días.

Tiempo

- Definición conceptual: Duración de las cosas sujetas a cambios⁴².
- Definición operacional: Cantidad de tiempo que el sujeto se demora en finalizar la evaluación.
- Variable dependiente.
- Indicador: Segundos.

Dosis de jugo

- Definición conceptual: Cantidad o porción de algo, material o inmaterial⁴².

- Definición operacional: Cantidad de jugo que se dará a los sujetos (140 ml diarios, durante 6 días).
- Variable dependiente.
- Indicador: Milímetros cúbicos.

Actividad física

- Definición conceptual: Se considera actividad física cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos que exija gasto de energía⁴³.
- Definición operacional: Actividad física realizada por los participantes sin interés ni necesariamente pertenecer al deporte de alto rendimiento.
- Variable independiente.
- Indicador: Tipo de deporte recreacional.

Consumo habitual de cafeína

- Definición conceptual: Auto administración de una sustancia psicoactiva⁴³.
- Definición operacional: Cantidad de cafeína que toman los participantes.
- Variable Independiente.
- Indicador: Veces al día.

Variables desconcertantes

Entrenamiento previo

- Definición conceptual: Acción y efecto de haber entrenado.
- Definición operacional: Características de actividad física en la vida del sujeto.
- Variable dependiente.
- Indicador: Tipos de entrenamiento.

Velocidad de reacción

- Definición conceptual: Forma en que alguien o algo se comportan ante un determinado estímulo⁴².
- Definición operacional: Tiempo que demora en reaccionar al estímulo de partida.
- Variable independiente.
- Indicador: Segundos.

Motivación

- Definición conceptual: Acción y efecto de motivar⁴².
- Definición operacional: Estímulo requerido para realizar la prueba a la máxima intensidad.
- Variable independiente.

Análisis estadístico

Se realizó una comparación entre las evaluaciones antes y después de ser suplementados buscando diferencias significativas entre los tiempos obtenidos. Para comprobar la distribución de la muestra se utilizó el test de Kolmogorov-Smirnov, luego se utilizó test para comparar antes y después de ser suplementados (T- Student paramétrico, pareado) y para comparación entre grupos control e intervenido (T-student no paramétrico, no pareado) y ANOVA para comprobar la desigualdad de varianzas entre grupos cuando se compararon los tiempos entre si. Se utilizó el software GraphPadPrism 5.0 y se consideró significativo un valor $p < 0,05$.

RESULTADOS

Dos sujetos de 14 iniciales debieron abandonar el estudio por molestias físicas mientras corrían y no pudieron terminar el test.

Los sujetos presentan características iniciales similares en relación al rendimiento en los tiempos de carrera en el test RSA, con esto descartamos que las mejorías entre grupos se deban a diferencias de rendimiento de los grupos antes de ser evaluados. En la tabla número 1 se muestran los resultados que indican que los grupos poseen características de iniciales similares ya que no existe diferencia significativa entre los promedios de los tiempos obtenidos de ambos grupos.

Tabla N° 1, Tiempos (segundos) iniciales del grupo Cafeína (C) y grupo Cafeína más betarraga (C+B), no existen diferencias significativas. ($p=0,066$)

	Promedio	Desviación estándar
Grupo C	4,8	0,32
Grupo C+B	5,3	0,73

A realizar la comparación entre los promedios de los tiempos del grupo que fue suplementado con concentrado de jugo de betarraga y el grupo que solo fue suplementado con cafeína tanto para la evaluación inicial y evaluación final (Fig. 1). Se observaron diferencias significativas ($p=0,0164$) entre la evaluación

inicial y final del grupo que consumió solo cafeína, quienes en la segunda evaluación tuvieron un aumento significativo en sus tiempos en comparación al grupo que consumió jugo de betarraga.

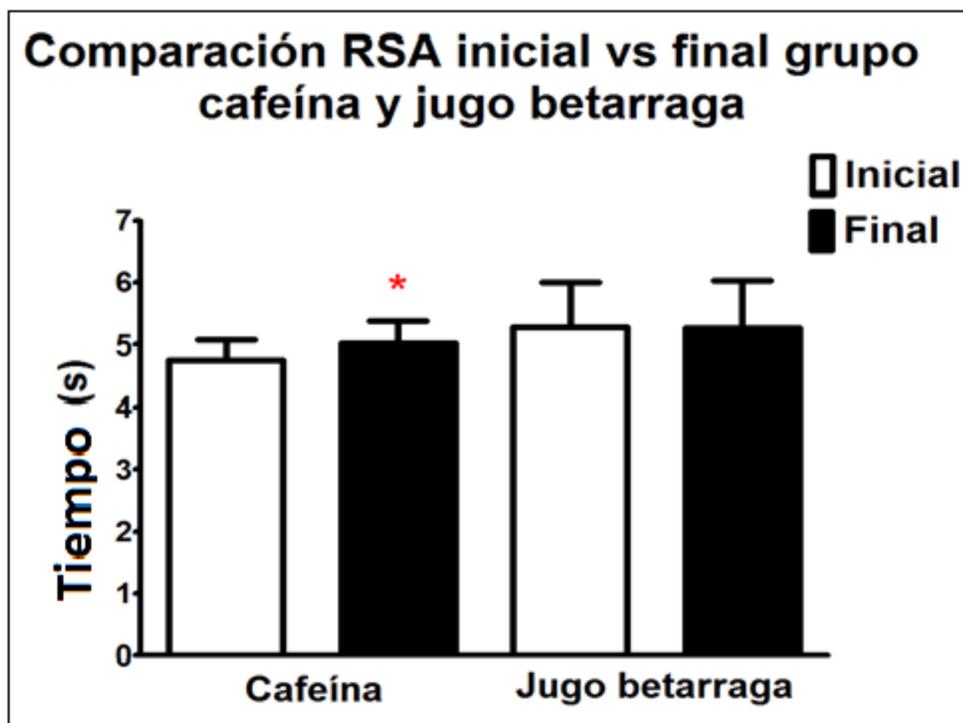


Fig. 1: Comparación del promedio de los tiempos entre los resultados iniciales y finales para el grupo que consumió solo cafeína y para el grupo que consumió cafeína y betarraga. Hubo diferencias significativas ($p=0,0164$) entre los resultados iniciales y finales del grupo que consumió solo cafeína.

En el siguiente gráfico se entregan los resultados obtenidos de los tiempos y rendimientos de cada corrida en la evaluación final e inicial solo del grupo que consumió cafeína (Fig. 2). Al analizar estos resultados se puede observar que hubo diferencias significativas en los tiempos de corrida 3, 4, 5, 6 en los cuales los participantes aumentaron significativamente sus tiempos en la

evaluación final. Si bien en los tiempos 1, 2, 7 no hubo diferencias significativas los participantes experimentaron un aumento en sus tiempos. Se puede concluir que los participantes solo consumieron cafeína experimentaron un peor rendimiento en todos sus tiempos.

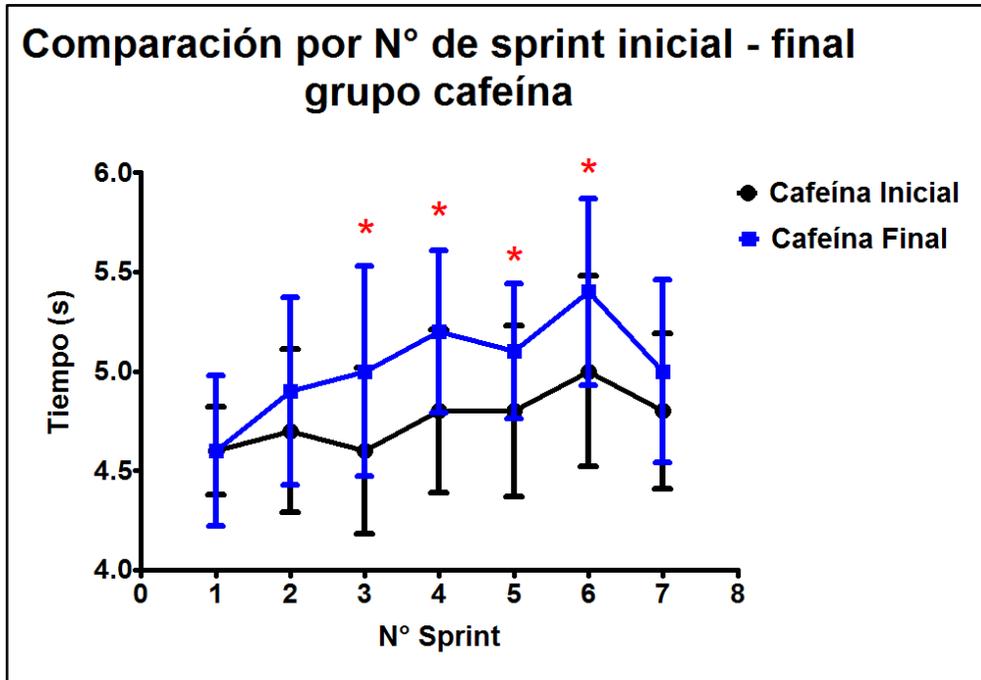


Fig. 2: Comparación entre los resultados iniciales y finales del grupo que solo fue suplementado con cafeína. Se encontraron diferencias significativas entre los sprints 3, 4, 5, 6. ($p= 0,034$; $0,0494$; $0,0342$; $0,0249$) respectivamente.

En el siguiente gráfico se entregan los resultados obtenidos de los tiempos y rendimientos de cada corrida en la evaluación final e inicial del grupo que consumió cafeína y concentrado de jugo de betarraga. Al analizar este gráfico se puede ver que hubo diferencias significativas en las corridas 1 y 3 en la que los participantes tuvieron un aumento de sus tiempos. Sin embargo en las corridas 6 y 7 los participantes experimentaron una disminución de sus tiempos en

comparación con la primera evaluación. Se observa también que los participantes tuvieron un comportamiento más homogéneo con tendencia a la disminución a partir del Sprint 6.

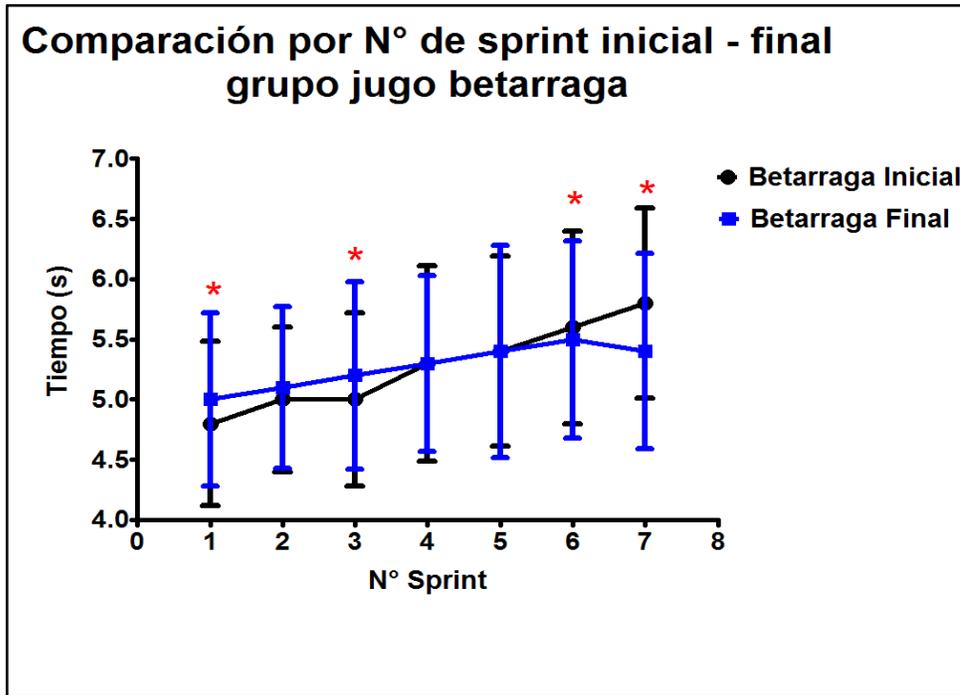


Fig. 3: Tiempos de los participantes antes y después de ser suplementados con la cafeína y concentrado de jugo de betarraga. Se observa diferencia significativa entre la evaluación inicial y final de las corridas 1 y 3 ($p=0,0313$; $0,0313$) que mostraron un aumento y en las corridas 6 y 7 ($p=0,0373$; $0,0024$) que mostraron disminución.

Finalmente se entregan los resultados del porcentaje de disminución de los tiempos, esto demuestra que los sujetos intervenidos al someterse al mismo test luego de ser suplementados soportan de mejor forma cada corrida disminuyendo la fatiga, esto es representado por el porcentaje de disminución del rendimiento entre el mejor y peor tiempo de las 7 corridas.

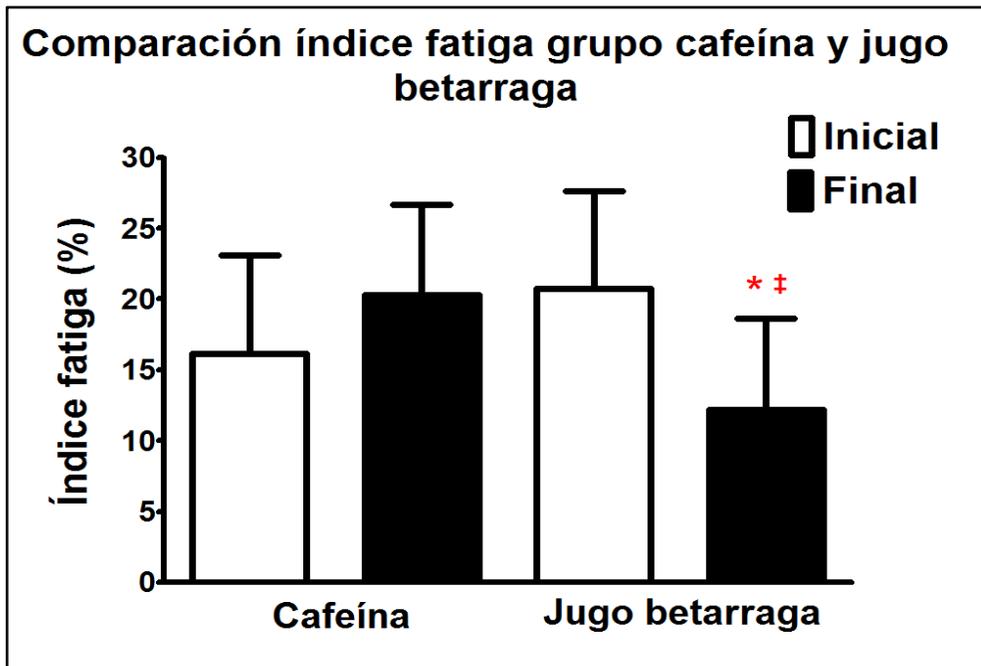


Fig. 4: Comparación del índice de fatiga entre los grupos del estudio. Hubo una mejoría significativa en la disminución de la fatiga comparando el antes y después de ser suplementados con jugo de betarraga ($p= 0,0156$). Además hubo diferencia significativa con respecto al índice de fatiga entre el grupo que consumió solo cafeína y el grupo que consumió cafeína y betarraga ($p= 0,013$).

DISCUSIÓN

En la presente investigación se demostró que la combinación de cafeína y concentrado de jugo de betarraga mejoró el rendimiento de la capacidad para realizar sprint repetidos en comparación con el uso solo de cafeína.

La habilidad para realizar sprint repetidos es importante en el rendimiento en muchos deportes colectivos desde el punto de vista de los requerimientos energéticos y también porque es una habilidad que se realiza muchas veces durante este tipo de deportes obligando a los jugadores a realizar corridas a máxima velocidad repetidas veces^{5, 6}. La medición de esta habilidad tiene mucha utilidad al obtener datos de sujetos que realizan este tipo de deportes ya que sirve para ver si los deportistas están capacitados para resistir el ritmo de alguna competencia que implique realizar varias corridas.

Las investigaciones previas han demostrado que existen formas para mejorar el rendimiento en un test de RSA. Dichas formas o estrategias son la suplementación y el entrenamiento⁴⁴.

Ha sido demostrado que la suplementación con NO_3 sirve tanto para generar mejorías en la salud como también servir de ayuda ergogénica^{23, 25, 27, 28}.

La suplementación con NO_3 podría no generar resultados significativos para este tipo de actividades en las que se requiere correr a máxima velocidad y que el rendimiento sea medido en tiempo ya que la mayoría de los estudios están relacionados con ejercicios físicos del tipo aeróbico, sin embargo a pesar de ser

poco significativos, en el deporte de alto rendimiento la más mínima mejoría puede producir un resultado favorable para el deportista. Por lo tanto a pesar de lo poco significativos que pueden llegar a ser los nitratos en este tipo de pruebas, estos pueden ser determinantes en deportistas de elite donde el más mínimo cambio puede llevar al deportista a cumplir sus metas⁸.

Existen también discrepancias con respecto a que si el jugo de betarraga por si solo es suficiente para producir mejorías en un test de RSA, a pesar de que los últimos estudios sobre los beneficios de NO₃ como ayuda ergogénica afirman que estos tienen efectos positivos en variadas especialidades deportivas. Por otro lado estudios recientes^{45, 46} afirman que los NO₃ no producen ningún efecto en la habilidad para realizar sprints repetidos ya que se afirma que actividades en las que haya que realizar un esfuerzo máximo estos no generarían beneficios significativos por lo que no servirían como ayuda ergogénica en este tipo de actividades. Sin embargo, la muestra, tipo de test, tiempo de suplementación y condiciones del estudio presentaron muchas diferencias con nuestro estudio. En uno de ellos la suplementación fue solamente previa al test⁴⁵ mientras que en nuestro estudio se realizó una suplementación mayor a 6 días. La muestra en uno de esos estudios⁴⁶ estuvo compuesta por ciclistas de elite que no presentaron cambios significativos en su rendimiento mientras que en nuestro estudio se realizó el test en sujetos que solamente realizan deporte recreacional. Por otro lado el test utilizado discrepa mucho con el de este estudio ya que en este caso se realizó un test de 7 corridas de 30 metros con 25 segundos de descanso entre cada corrida y el resultado se reflejó en el tiempo en que los participantes demoraron en terminar cada corrida, mientras que en el otro se utilizó un test de 6 corridas a máximo esfuerzo en un cicloergómetro de 20 segundos con 100 segundos de descanso activo entre cada corrida de 20 segundos y el rendimiento fue medido en potencia gracias al sistema computarizado de un cicloergómetro.

Nuestro estudio arrojó que la suplementación con jugo de betarraga y cafeína si generan beneficios relevantes en un test de RSA y ayudarían a mejorar

el rendimiento tanto al momento de competir, como al realizar la preparación física necesaria para la competencia si los nitratos son consumidos durante un periodo de suplementación mayor a 6 días. Esto debido a que la suplementación con jugo de betarraga genera mayor tolerancia a la fatiga en pruebas que incluyan la habilidad para realizar entre 6 y 7 repeticiones de sprints de forma reiterada con descanso incompleto.

Lamentablemente, es poca la información que se tiene sobre la suplementación con jugo de betarraga durante un periodo de suplementación mayor a tres días y sus efectos sobre un test RSA de 30 metros, 7 repeticiones y 25 segundos de descanso activo por lo que tuvimos que recurrir a resultados obtenidos en otro tipo de pruebas y poder sacar conclusiones. Un estudio⁴⁷ en el que usaron una muestra de 14 hombres (22 ± 2 años) encontró que la suplementación con nitratos era efectiva en ejercicios intermitentes de máxima intensidad.

Una forma de haber mejorado nuestro estudio y comprobar con mayor validez los beneficios del jugo de betarraga en este tipo de pruebas hubiese sido utilizando algún tipo de placebo^{25, 27, 28}. Sin embargo la adquisición de dicha sustancia no estaba al alcance de nosotros por lo que tuvimos que recurrir a compararlo junto a otro suplemento como la cafeína en este caso.

Por otro lado sería apropiado continuar con las investigaciones con una muestra compuesta de mayor número de participantes que asegure una cantidad más representativa del universo, tomando en cuenta tanto la deserción como las posibles lesiones que puedan padecer los sujetos durante la exigente evaluación dado que particularmente en nuestro estudio dos participantes no lograron realizar el segundo test debido a dolencias físicas. También sería importante llevar un control de la dieta de los sujetos y que los participantes estén en condiciones similares el momento de las evaluaciones.

Los suplementos seguirán siendo blanco de experimentos para progresar con el aumento de las cualidades y/o habilidades de los sujetos, se debe esperar un mayor número de estudios para tener una visión más global de la utilización de ayudas ergogénicas para la mejoría de RSA.

CONCLUSIÓN

En este estudio pudimos concluir que la suplementación con un concentrado de NO_3 , en este caso concentrado de jugo de betarraga es efectiva para mejorar el rendimiento en un test RSA y genera mayor tolerancia a la fatiga.

También podemos concluir que la suplementación de cafeína para este tipo de pruebas no necesariamente es efectiva como ayuda ergogénica ya que los participantes del estudio que solo fueron suplementados con cafeína no mostraron cambios significativos.

Por lo tanto la combinación de cafeína y concentrado de jugo de betarraga es efectiva para producir mejoras en un test de RSA ya que no podemos atribuir los cambios exclusivamente al concentrado ya que se usaron en conjunto.

BIBLIOGRAFÍA

- 1- Bailey S, Fulford J, Vanhatalo A, Winyard P, Blackwell J, Dimenna F, y col. Dietary nitrate supplementation enhances muscle contractile efficiency during knee-extensor exercise in humans. *J Appl Physiol*. 2010 [citado 13 May 2010]; 109: 135-148. Disponible en: <http://jap.physiology.org/content/109/1/135>

- 2- Chaouachi A, Manzi V, Del PW, Chaalali A, Laurencelle L, Chamari K, y col. Intermittent endurance and repeated sprint ability in soccer players. *National Strength Cond J*. 2010 [citado Oct 2010]; 24 (10): 2663-2669. Disponible en: http://journals.lww.com/nsca-jscr/Abstract/2010/10000/Intermittent_Endurance_and_Repeated_Sprint_Ability.12.aspx

- 3- Bishop D, Dawson B, Goodman C, Spencer M. Physiological and metabolic responses of repeated-sprint activities specific to field-based team sports. *Sports Med*. 2005 [citado Dic 2005]; 35 (12): 1025-1044. Disponible en: <http://link.springer.com/article/10.2165/00007256-200535120-00003>

- 4- Dawson B. Repeated-sprint ability: where are we? *Int J Sports Physiol Perform*. 2012 [citado Sep 2012]; 7 (3): 285-289. Disponible en: http://pcb27.bib.uniurb.it/Archivio/sci/DISPENSE/AA_2013-2014/scimotor/TeoriaMetodAllenamento/Repeated-Sprint%20Ability.pdf

- 5- Bishop D, Spencer M, Duffield R, Lawrence S. The validity of a repeated sprint ability test. *J Sci Med Sport*. 2001 [citado Mar 2001]; 4 (1): 19-29. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1440244001800049>

6- Ahmaidi S, Buchheit M, Spencer M. Reliability, usefulness, and validity of a repeated sprint and jump ability test. *Int J Sports Physiol Perform*. 2010 [citado Mar 2010]; 5 (1): 3-17. Disponible en: <http://connection.ebscohost.com/c/articles/48791113/reliability-usefulness-validity-repeated-sprint-jump-ability-test>

7- Bragada J, Costa M, Marqués M, Marinho D, Reis V, Silva A y col. Tracking the performance of world-ranked swimmers. *J Sports Sci Med*. 2010 [citado Sep 2010]; 9 (3): 411-417. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3761712/>

8- Burke L, Chapman P, Hoon M and Johnson N. The effect of nitrate supplementation on exercise performance in healthy individuals: a systematic review and meta-analysis. *Int J Sport Nutr Exerc Meta*. 2013 [citado 21 Mar 2013]; 23 (5): 522-532. Disponible en: http://www.researchgate.net/publication/236196894_The_Effect_of_Nitrate_Supplementation_on_Exercise_Performance_in_Healthy_Individuals_A_Systematic_Review_and_Meta-Analysis

9- Bailey S, Blackwell J, Fulford J, Jones A, Vanhatalo A and Winyard J. Dietary nitrate reduces muscle metabolic perturbation and improves exercise tolerance in hypoxia. *J Appl Physiol*. 2011 [citado 15 Nov 2011]; 589 (22): 5517–5528. Disponible en: <http://jp.physoc.org/content/589/22/5517.full>

10- Froiland K, Hingst J, Koszewski W, Kopecky L. Nutritional Supplement Use Among College Athletes and Their Sources of Information. *Int J Sport Nutr Exerc Meta*. 2004 [citado Feb 2004]; 14 (1): 104-120. Disponible en: <http://web.b.ebscohost.com/abstract?direct=true&profile=ehost&scope=site&authType=crawler&jrnl=1526484X&AN=12399401&h=VPlxycDHppQfAKSHOhrpBIY%2fbifQcqwdBFjaPa%2fruW%2bU9TfT7OnYDSorii82ZQXteYDUhUfhLVvTX%2b3hXObTow%3d%3d&cr=c>

11- Crovetto M, González A, Morant N, Rodríguez F, Santibáñez F. Consumo de suplementos nutricionales en gimnasios, perfil del consumidor y características de su uso. Rev Chil Nutr. 2011 [citado Feb 2004]; 38 (2): 157-166. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-75182011000200006&script=sci_arttext

12- Mason B, Lavalley M. Emerging supplements in sports. Sports Health. 2012 [citado Abr 2012]; 4 (2): 142-146. Disponible en: <http://sph.sagepub.com/content/4/2/142.full>

13- Guerra E, Miranda M, Sánchez J. Estudio estadístico del consumo de suplementos nutricionales y dietéticos en gimnasios. ALAN. 2008 [citado Sep 2008]; 58 (3): 221-227. Disponible en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0004-06222008000300002&script=sci_arttext

14-, Crowley K, Esposito E, Fukuda D, Kendall K, Tai C, Spradley B y col. Ingesting a pre-workout supplement containing caffeine, b vitamins, amino acids, creatine, and beta-alanine before exercise delays fatigue while improving reaction time and muscular endurance. Nutr Metab. 2012 [citado 30 Mar 2012]; 9 (28): 1-9. Disponible en: <http://www.nutritionandmetabolism.com/content/9/1/28>

15- Fukuda D, Kendall K, Smith A, Stout J. The effects of a pre-workout supplement containing caffeine, creatine, and amino acids during three weeks of high-intensity exercise on aerobic and anaerobic performance. J Int Soc Sports Nutr. 2010 [citado 15 Feb 2010]; 7(10): 1-11. Disponible en: <http://www.jissn.com/content/7/1/10>

16- Davis J, Green J. Caffeine and anaerobic performance ergogenic value and mechanisms of action. Sports Med. 2009 [citado Oct 2009]; 39 (10): 813-832. Disponible en: <http://link.springer.com/article/10.2165%2F11317770-000000000-00000>

17- Dudeck J, Joy J, Lowery R, McCleary S, Oliveira E y col. Effects of 8 weeks of xpend® 2x pre workout supplementation on skeletal muscle hypertrophy, lean body mass, and strength in resistance trained males. J Int Soc Sports Nutr. 2013 [citado Oct 2013]; 10 (44): 1-6. Disponible en: <http://www.jissn.com/content/10/1/44>

18- Dawson B, Goodman C, Pontifex H, Wallman K. Effects of caffeine on repeated sprint ability, reactive agility time, sleep and next day performance. J Sports Med Phys Fitness 2010 [citado Dic 2010]; 50(4): 455-464. Disponible en: <http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=23890652>

19- Alvarez Y, Barral D, Farré M, Lozano P. Cafeína: un nutriente, un fármaco, o una droga de abuso. Adicciones. 2007; 19 (3): 225-238. Disponible en: <http://www.adicciones.es/files/ediFarre.pdf>

20- Corinne A, Foley P, Glaister M, Goodwin J, Howatson G, Lockey R y col. Caffeine supplementation and multiple sprint running performance. J Exerc Sci Fit. 2008 [citado Oct 2008]; 40 (10): 1835-1840. Disponible en: <http://ovidsp.tx.ovid.com/sp3.12.0b/ovidweb.cgi?T=JS&PAGE=fulltext&D=ovft&AN=00005768-200810000-00017&NEWS=N&CSC=Y&CHANNEL=PubMed>

21- Davis J, Green J. Caffeine and anaerobic performance ergogenic value and mechanisms of action. Sports Med. 2009 [citado Oct 2009]; 39 (10): 813-832. Disponible en: <http://link.springer.com/article/10.2165%2F11317770-000000000-00000>

22- Aboud Z, Loukogeorgakis S, Misra S, Okorie M, Patel N, Webb A y col. Acute blood pressure lowering, vasoprotective, and antiplatelet properties of dietary nitrate via bioconversion to nitrite, Hypertension. 2008 [citado Feb 2008]; 5: 784-790. Disponible en: <https://hyper.ahajournals.org/content/51/3/784.full>

- 23- Bailey S, Blackwell J, DiMenna F, Pavey T, Vanhatalo A, Wilkerson D y col. 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*. 2010 [citado Oct 2010]; 299: 1121–1131. Disponible en: <http://ajpregu.physiology.org/content/299/4/R1121.long>
- 24- Bryan N, Hord N, Tang Y. Food sources of nitrates and nitrites: the physiologic context for potential health benefits. *Am J Clin Nutr*. 2009 [citado 13 May 2009]; 90 (1):1–10. Disponible en: <http://ajcn.nutrition.org/content/90/1/1.full>
- 25- Gilchrist M, Nigel B, Shore A. Inorganic nitrate and nitrite and control of blood pressure. *Cardiovasc Res*. 2010 [citado 29 Sep 2010]; 88 (3): 492-498. Disponible en: <http://cardiovascres.oxfordjournals.org/content/89/3/492.full>
- 26- Ham K, Johnson J, Kenjale A, Robbins J, Stabler T, Vanbruggen M y col. Dietary nitrate supplementation enhances exercise performance in peripheral arterial disease. *J Appl Physiol*. [citado Jun 2011]; 110 (6):1582–1591. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3119136/>
- 27- Bailey S, Blackwell J, Fulford J, Lansley K, Vanhatalo A, Winyard P y col. Dietary nitrate supplementation reduces the O₂ cost of walking and running: a placebo-controlled study. *J Appl Physiol*. 2010 [citado 11 Nov 2010]; 110: 591–600. Disponible en: <http://jap.physiology.org/content/early/2010/11/11/jappphysiol.01070.2010>
- 28- Bailey S, Blackwell J, Daryl P, Dimenna F, Vanhatalo A, Winyard P y col. Dietary nitrate supplementation reduces the O₂ cost of low-intensity exercise and enhances tolerance to high-intensity exercise in humans. *J Appl Physiol*. [citado 3 Oct 2009]; 107 (4): 1144-55. Disponible en: <http://jap.physiology.org/content/jap/early/2009/08/06/jappphysiol.00722.2009.full.pdf>

29- Akram F, Kapil V, Maleki-Toyserkani S, Milsom A, Okorie M, Rehman F y col. Inorganic nitrate supplementation lowers blood pressure in humans. *Hypertension*. 2010 [citado 28 Jun 2010]; 56: 274-281. Disponible en: <https://hyper.ahajournals.org/content/56/2/274.full>

30- nutritiondata.self.com/ [homepage on the Internet]. Self nutrition data, know what you eat. [Visitado 21 Abril 2013]. Disponible en: <Http://nutritiondata.self.com/facts/vegetables-and-vegetable-products/2348/2>.

31- Hezel M, Weitzberg E. The oral microbiome and nitric oxide homeostasis. *Oral Dis*. 2013 [citado 10 Jul 2013]. Disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/odi.12157/pdf>

32- Balderas K, Castillo L, Orea A. Improvement of ventricular function in systolic heart failure patients with oral L-citrulline supplementation. *Cardiology Journal*. 2012 [citado sep 2012]; 19, (6): 612-617. Disponible en: http://www.cardiologyjournal.org/en/darmowy_pdf.phtml?id=112&indeks_art=1647

33- Frommke L, Hendgen-Cotta U, Kelm M, Knackstedt C, Rammos C, Totzeck M y col. Higher endogenous nitrite levels are associated with superior exercise capacity in highly trained athletes. *Nitric Oxide*. 2012 [citado 15 Ago 2012]; 27, (2) 75-81. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1089860312002388>

34- Espinosa R, Díaz S, Lee Eng V, Mijangos J, Mote J, Sánchez G y col. Óxido nítrico: metabolismo e implicaciones clínicas. *Med Int Mex* 2008 [citado 6 Nov 2008]; 24 (6): 397-406. Disponible en: <http://new.medigraphic.com/cgi-bin/resumenMain.cgi?IDARTICULO=25119>

35- Asad I. Mian, Mayank A, Nathan S. Nitric oxide and its metabolites in the critical phase of illness: rapid biomarkers in the making. *Open Biochem J*. 2013

[citado 8 Mar 2013]; 7: 24-32. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3606948/>

36- Valenzuela A. El café y sus efectos en la salud cardiovascular y en la salud materna. *Rev Chil Nutr.* 2010 [citado Dic 2010]; 37 (4): 514-523. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-75182010000400013&script=sci_arttext

37- Chen C, Muhamad A y Ooi F. Herbs in exercise and sports. Chen et al. *Journal of Physiological Anthropology* 2012 [citado 2012]; 31 (4): 1-7. Disponible en: <http://www.jphysiolanthropol.com/content/pdf/1880-6805-31-4.pdf>

38- Dawson B, Goodman C, Pontifex K, Wallman K. Effects of caffeine on repeated sprint ability, reactive agility time, sleep and next day performance. *J Sports Med Phys Fitness.* 2010 [citado Dic 2010]; 50 (4): 455-464. Disponible en: <http://www.minervamedica.it/en/journals/sports-med-physical-fitness/article.php?cod=R40Y2010N04A0455>

39- Fischer F, Lefaivre K, Molzan V, Parent E. Can pre-season fitness measures predict time to injury in varsity athletes?: a retrospective case control study. *Sports Med Arthrosc Rehabil Ther Technol.* 2012 [citado 23 Jul 2012]; 4 (1): 26. Disponible en: <http://link.springer.com/article/10.1186%2F1758-2555-4-26/fulltext.html>

40- Bishop D, Dawson B, Fitzsimons M, Goodman C, Spencer M. Reliability of a repeated-sprint test for field-hockey. *J Sci Med Sport.* 2006 [citado 9 May 2006]; 9 (1-2): 181-184. Disponible en: [http://www.jsams.org/article/S1440-2440\(06\)00018-1/abstract](http://www.jsams.org/article/S1440-2440(06)00018-1/abstract)

41- Bailey S, Blackwell J, Breese B, Marwood S, McNarry M and Jones A. Beetroot juice supplementation speeds O₂ uptake kinetics 2 and improves exercise tolerance during severe-intensity 3 exercise initiated from an elevated metabolic

rate. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 2013 [citado 2 Oct 2013]; 305 (12): 1441-1450. Disponible en: <http://ajpregu.physiology.org/cgi/pmidlookup?view=long&pmid=24089377>

42- rae.es [homepage on the Internet]. Real Academia Española. (Buscador). [Visitada 05 Mayo]. Disponible en: www.rae.es/rae.html

43- www.who.int/es/ [homepage on the Internet]. Organización mundial de la salud. www.who.int/es/ [visitada 05 Mayo 2013]. Disponible en: www.who.int/es/

44- Glaister M. Multiple-Sprint Work: Methodological, Physiological, and Experimental Issues. *Int J Sports Physiol Perform*. 2008 [citado 2008]; 3: 107-112. Disponible en: <http://www.fmh.utl.pt/agon/cpfmh/docs/documentos/recursos/112/GlaisterSprintRepetidos.pdf>

45- Rattray B, Smee M, Thompson K. Dietary Nitrate Does Not Improve Repeated Sprint Performance. *Int J Sports Physiol Perform*. 2014 [citado 9 Ene 2014]. Disponible en: <http://europepmc.org/abstract/MED/24436354>

46- Bangsbo J, Christensen P, Nyberg M. Influence of nitrate supplementation on VO₂ kinetics and endurance of elite cyclists. *Scand J Med Sci Sports* 2013 [citado 22 Ago 2012]; 23: 21–31. Disponible en: <http://www.ingentaconnect.com/content/mksg/sms/2013/00000023/00000001/art00005?token=005319280f52846be437a63736a6f7c47794c7e666c70452e3e6f644a467b4d616d3f4e4b349af899ae>

47- Ermudis G, Jackman S, Kelly J, Krstrup P, Mohr M, Wylie L y col. Dietary nitrate supplementation improves team sport-specific intense intermittent exercise performance. *Eur J Appl Physiol* 2013 [citado Feb 2013]; 113:1673–1684. Disponible en: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00421-013-2589-8>

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES Y TABLAS

Figura 1: Comparación del promedio de los tiempos entre los resultados iniciales y finales.....	28
Figura 2: Comparación entre los resultados iniciales y finales del grupo que solo fue suplementado con cafeína.....	29
Figura 3: Tiempos de los participantes antes y después de ser suplementados con la cafeína y concentrado de jugo de betarraga.....	30
Figura 4: Comparación del índice de fatiga entre los grupos del estudio.....	31
Tabla 1: Tiempos (segundos) iniciales del grupo Cafeína y grupo Cafeína más betarraga.....	27

ANEXOS

Ficha de participantes:

Antecedentes personales

Nombre	
Edad	
Género	
Universidad	
Carrera	
Curso	

Antecedentes mórbidos

Diabetes Mellitus	
Hipertensión arterial	
Otras patologías	

Actividad física

Tipo	
Veces por semana	
duración	

Aspectos inhabilitantes

Uso de enjuague bucal	
Consumo de bebidas alcohólicas	

Observaciones: _____

Consentimiento

Yo, _____ Rut _____, Declaro haber aceptado voluntariamente la invitación a participar en esta investigación de tesis de licenciatura en kinesiología tras haber leído todos los puntos detallados anteriormente.

Quienes acepten ser partícipes de este estudio deben considerar lo siguiente

Serán suplementados con pastillas de cafeína al momento de llegar al lugar en el que realizaremos el procedimiento. Luego los sujetos serán sometidos a realizar un test RSA. Al finalizar este test serán divididos en dos grupos: uno de estos grupos será suplementado por 6 días con jugo de betarraga “beetit” mientras que el otro grupo no.

La evaluación de RSA consiste en correr una distancia de 30 metros, 7 veces con descanso de 25 segundos entre cada carrera, luego se registraran los tiempos de cada carrera. Antes de realizar el test, los participantes realizaran 3 intentos de prueba en los que también se registraran los tiempos.

Criterio de reclutamiento: Considera jóvenes de sexo masculino, de actividad física regular, sanos, sin patologías asociadas, que tengan algún tipo de familiarización con el deporte y que no estén consumiendo ningún tipo de medicamento o droga que pueda tener algún efecto adverso en nuestro estudio.

Para medir exactamente el tiempo que los participantes demorarán en cada corrida se utilizará un equipo de rayos de foto célula que permitirá rescatar el tiempo exacto que los participantes harán en cada corrida de 30 metros.

Objetivo general: Analizar y comprobar que el consumo de nitrato inorgánico por medio del zumo de betarraga mejora los resultados en un test de RSA o habilidad de realizar sprints repetitivos.

