

Original/Deporte y ejercicio

Efectos de la suplementación con β -alanina en tests de Wingate en jugadoras universitarias de fútbol femenino

Fernando Rodríguez Rodríguez¹, Alex Delgado Ormeño², Patricio Rivera Lobos², Víctor Tapia Aranda² y Carlos Cristi-Montero³

¹Laboratorio de Motricidad Humana, Escuela de Educación Física, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. ²GICEFYD, Grupo de Investigación en Ciencias de Ejercicio Físico y del Deporte, Carrera Pedagogía en Educación Física, Universidad Viña del Mar. ³Facultad de Educación, Universidad Autónoma. Chile.

Resumen

Introducción: El fútbol es un deporte intermitente que desarrolla acciones de alta intensidad usando la vía anaeróbica, por tal razón, la fatiga muscular se produciría principalmente por el aumento de la acidosis. La carnosina, la cual se forma a partir de L-histidina y β -alanina, ha demostrado producir un efecto “Tampón” sobre la acidosis muscular.

Objetivo: Determinar el efecto de la suplementación con β -alanina, en tres pruebas de Wingate sucesivas, y comparar la potencia media, máxima y el lactato sanguíneo en seleccionadas universitarias de fútbol femenino.

Métodos: Se evaluaron 10 jugadoras de fútbol, quienes realizaron tres Wingate, descansando 5 min entre cada sprint, determinando la potencia media, máxima y el lactato al final de cada prueba, posteriormente consumieron 2,4 gr/día de β -alanina por 30 días y se repitieron las pruebas. El grupo control (n=8) realizó las mismas pruebas, pero sin consumir el suplemento. Se usó el cicloergómetro Monark (Ergomedic 874E) y para medir lactato el Lactate Pro 2.

Resultados: El grupo con suplementación, mejoró significativamente ($p<0,001$) la potencia media a diferencia del grupo control. La potencia máxima mejoró solo en el primer sprint a diferencia del grupo control ($p<0,05$); y no se obtuvieron diferencias en el lactato.

Discusión: la evidencia demuestra que la β -alanina mejora el rendimiento en pruebas de más de 30 segundos de duración, pero en nuestro estudio mejora la potencia media y la potencia máxima incluso al realizar sprint consecutivos, pudiendo emular la realidad de juego en el fútbol.

(Nutr Hosp. 2015;31:430-435)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.7479

Palabras clave: β -alanina. Fútbol femenino. Test Wingate, Suplementación.

Correspondencia: Prof. David Leonardo Ulloa Dfáz.
Universidad Católica de la Santísima Concepción.
Caupolicán 497, Concepción (Chile).
E-mail: dulloa@ucsc.cl

Recibido: 4-IV-2014.

1.ª Revisión: 2-VI-2014.

2.ª Revisión: 1-VIII-2014.

Aceptado: 6-VIII-2014.

EFFECTS OF SS-ALANINE SUPPLEMENTATION ON WINGATE TESTS IN UNIVERSITY FEMALE FOOTBALLERS

Abstract

Introduction: Football is a sport that develops actions intermittent high-intensity exercise using the anaerobic pathway, for that reason, the muscle fatigue would produce primarily by increasing acidosis. Carnosine, which is formed from L-histidine, β -alanine, has proven to produce an effect “buffer” of acidosis.

Objective: To determine the effect of β -alanine supplementation, on three successive Wingate tests and compare the average power, maximum power and lactate blood in selected female college soccer.

Methods: We evaluated 10 football players who were three Wingate, 5 min rest between each sprint, determining the average power, maximum and lactate at the end of each test, then consumed 2,4 gr/day of β -alanine for 30 days and repeated the tests. The control group (n=8) performed the same tests, but without consuming the supplement. Monark cycle ergometer was used (Ergomedic 874E) and to measure lactate the Lactate Pro 2.

Results: The group with supplementation significantly improved mean power difference from the control group. The maximum power improved only in the first sprint unlike the control group and Lactate did not differ.

Discussion: The evidence shows that the β -alanine improves performance on tests of more than 30 second long, but in our study improves average power and peak power even when performing consecutive sprint, being able to emulate the reality of the football game.

(Nutr Hosp. 2015;31:430-435)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.7479

Keywords: β -alanine. Women's football. Wingate test. Supplementation.

Abreviaturas

n: Número de integrantes del grupo.
GC: Grupo control.
GE: Grupo experimental.
W1: Wingate 1.
W2: Wingate 2.
W3: Wingate 3.
IR2: Recuperación Intermitente de nivel 2.
gr: Gramos.
mg: Miligramos.
TE: Tamaño del efecto.
X: Media.
DE: Desvío Estándar.
Valor *p*: Valor de significancia a través de la prueba *t* de Student.
mmol/L⁻¹: Nivel de concentración de lactato en sangre.
ppm: Pulsaciones por minuto.
Tiempo: Tiempo de pedaleo en minutos y segundos.
rpm: Pedaleadas por minuto.
Distancia: Distancia recorrida en kilómetros.
Velocidad: Velocidad en km/hr.
Cal: Consumo de calorías.
W: Potencia en vatios.

Introducción

La energía durante un partido de fútbol, se suministra predominantemente por el metabolismo aeróbico, pero este es un deporte intermitente que desarrolla acciones de alta intensidad, por lo tanto la vía anaeróbica láctica y aláctica son componentes esenciales del rendimiento en esta especialidad deportiva^{1,2}. La acidosis intramuscular se ha atribuido como una de las principales causas de la fatiga durante el ejercicio intenso. Se ha demostrado que inhibición de la acidosis, a través de un efecto “tampón”, ocurre con la Carnosina, que es sintetizada en el músculo esquelético a partir de los aminoácidos L-histidina y β-alanina. El factor limitante de la velocidad de síntesis de Carnosina, es la baja disponibilidad de β-alanina³, lo que ha motivado una serie de estudios en los últimos 10 años⁴. La suplementación durante 5-6 semanas con 4,8 gr/día de β-alanina aumenta significativamente el contenido de Carnosina en el músculo sóleo (39%), en el tibial anterior (27%), y en el gastrocnemio (23%); esta concentración fue disminuyendo a un nivel de 2 a 4% por semana⁵. Otro estudio señala que una suplementación de 2 a 4 gr/día con β-alanina, incrementa los niveles de Carnosina en el músculo esquelético entre un 20 a 80%⁶. Además se señala que la suplementación de 4,8 gr/día durante cuatro semanas, produce un aumento en un 50% en el umbral ventilatorio en estudiantes de educación física⁷. En futbolistas amateurs que se suplementaron con 3,2 gr/día de β-alanina por 12 semanas, tuvieron una mejora en el test yoyo IR2 (Resistencia Intermitente Nivel 2) de un 34,3%

en la distancia recorrida⁸. Además se ha estudiado que el contenido de Carnosina muscular es menor en las mujeres que en hombres⁹. Un estudio realizado en mujeres, indicó que la suplementación con β-alanina durante 28 días (7 días con 3,2 gr/día y 21 días con 6,4 gr/día) retrasa el inicio de la fatiga neuromuscular en un 12,6% y mejora el umbral ventilatorio en un 13,9% en cargas submáximas en un cicloergómetro, pero no muestra mejoras en el consumo de oxígeno máximo y en la potencia aeróbica¹⁰.

El principal objetivo por el cual se usa este suplemento, surge por la necesidad de conseguir mejorar el rendimiento durante los esfuerzos intermitentes de alta intensidad durante el desarrollo de juego del fútbol.

La suplementación con β-alanina podría ser una importante estrategia nutricional, ya que se ha demostrado que la Carnosina, produce un efecto “Tampón” (Buffer) sobre los hidrogeniones, mejorando el rango de pH del músculo activo, evitando o bien reduciendo la fatiga¹¹. Sin embargo, existe poca evidencia del efecto de la suplementación con β-alanina en el rendimiento en pruebas de potencia anaeróbicas sucesivas.

El objetivo del presente estudio es determinar el efecto sobre la potencia media, máxima y el lactato, a través de la suplementación con β-alanina en tres pruebas de Wingate sucesivas, en seleccionadas universitarias de fútbol femenino.

Sujetos y método

Este estudio es de tipo cuasi experimental, con una muestra de sujetos no probabilística, fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad Viña del Mar y todas las participantes firmaron una carta de consentimiento informado.

La muestra está conformada por 18 futbolistas femeninas, seleccionadas de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Se dividieron en dos grupos, grupo control (GC, n=8) con una edad de 23,5 ± 2,0 años, tienen un peso de 60,3 ± 5,7 kg, una estatura de 160 ± 6,0 cm. El otro grupo, denominado experimental (GE, n=10) con una edad de 23,2 ± 3,1 años, un peso de 59,0 ± 6,8 kg, una estatura de 160 ± 5,2 cm. Ambos grupos entrenan entre 4 a 5 veces por semana, equivalente a 8-10 horas semanales.

El protocolo de evaluación considera tres momentos, un “pre test”, un período de suplementación con β-alanina y un post test. Inicialmente se realizó una anamnesis y se evaluó el peso corporal y la estatura. Antes de realizar el pre test se determinó la carga para ejecutar las 3 pruebas de Wingate, la cual corresponde al 7% del peso corporal de cada sujeto. Luego se realizó la medición del lactato en reposo, para luego comenzar a realizar el protocolo de calentamiento, el cual consistió en realizar 3 sprints de 5 segundos a máxima intensidad. Entre cada sprint, se realizó un descanso activo sobre el cicloergómetro de 3 minutos,

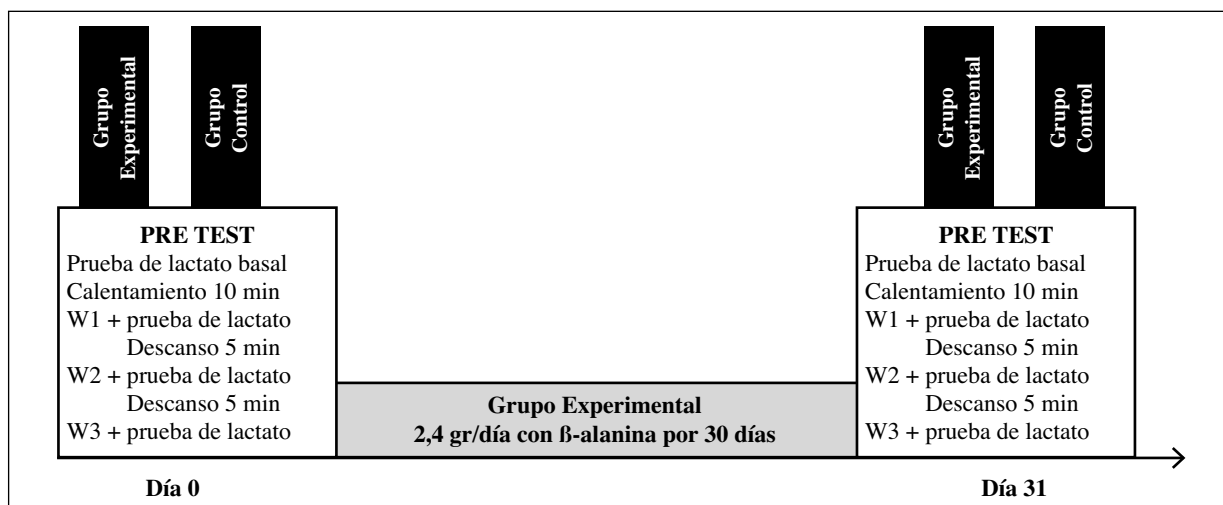


Fig. 1.—Proceso de evaluación para los grupos Experimental y Control.

pedaleando a 100 watts. Posteriormente, se realizaron los 3 Wingate de 30 segundos (W1, W2, W3), donde pedalearon a la máxima velocidad posible sin parar y hasta completar el tiempo. Una vez terminado cada Wingate se midió el lactato inmediatamente finalizado el test. Posteriormente, se realizó un período de suplementación crónica del aminoácido β -alanina, por un período de 30 días consecutivos y con una dosificación de 2,4 gr/día, donde se consumieron 3 “grageas” de 800 mg durante el día. Una vez finalizado el proceso de suplementación de 30 días, se realizó el post test donde se repitió el procedimiento del pre test, realizando las pruebas de Wingate W1, W2 y W3 y, mediciones de lactato sanguíneo posterior a cada prueba de 30 segundos (Fig. 1).

Para la evaluación de peso se utilizó una pesa electrónica marca Tanita (HD-313) y un tallimetro de madera portátil con precisión de 0,1 centímetros. La evaluación del test de Wingate se realiza con el cicloergómetro Monark (Ergomedic 874E), el cual posee un medidor electrónico que entrega la información de pedaleadas por minuto (rpm), frecuencia cardiaca en pulsaciones por minuto (ppm), tiempo de pedaleo en minutos y segundos (Tiempo), velocidad en km/hr (Velocidad), distancia recorrida en kilómetros (Distancia), y además se puede ajustar la potencia de frenado, dando una lectura de consumo de calorías (Cal) y la potencia en vatios (W).

El sistema de medición de lactato fue realizado a través del instrumento Lactate Pro 2 el cual entrega de la concentración de lactato en solo 15 segundos en mmol/L^{-1} . El suplemento de β -alanina se suministró a través de grageas de 800 mg de una conocida empresa de suplementos dietario que se adquiere de manera abierta en farmacias. Cada gragea contiene otros ingredientes que favorecen la absorción de la β -alanina como celulosa, acetoglicéridos vegetales y dióxido de titanio. Además, no contiene azúcar ni colorantes, saborizantes ni preservantes artificiales, está libre de

sodio, gluten, o cualquier otro derivado del maíz o la soya.

Análisis de los datos

Para la tabulación y análisis de datos se usa el software Excel 2010 y el software estadístico SPSS versión 18. La estadística descriptiva fue utilizada para expresar los valores como medias \pm desviación estándar, varianza y coeficientes de correlación. La distribución normal de los resultados fue determinada con la prueba de Shapiro-Wilks. La comparación de medias entre la prueba control versus experimental se realizó mediante la prueba de significación estadística t de Student, y además, cálculo del tamaño del efecto (TE). Los resultados se consideraron significativos a un valor de $p \leq 0,05$ para los valores peak de potencia y lactato y $p \leq 0,001$ para los valores de medía de potencia.

Resultados

En la tabla I se presentan las características antropométricas de las futbolistas divididas en grupo experimental y grupo control.

Tabla I		
Características generales de la muestra, divididas en GE y GC		
Características de la muestra	Grupo Experimental Media \pm DE (n = 10)	Grupo control Media \pm DE (n = 8)
Edad (años)	23,2 \pm 3,1	23,5 \pm 2,0
Peso (kg)	59 \pm 6,8	60,3 \pm 5,7
Talla (cm)	160 \pm 5,2	160 \pm 6,0

En la tabla II, se muestra el comportamiento de la potencia media generada en las pruebas de Wingate sucesivas expresada en Watts absolutos, comparando el desempeño del grupo control versus el grupo con experimental en W1, W2 y W3, donde solo en GE, logró valores significativamente mayores en el post test. Se presenta además el valor de *p*, obtenido por la prueba *t* de Student y se compara el TE entre ambos grupos.

La tabla III describe los valores peak alcanzados en cada uno de los 3 Wingate sucesivos (media \pm DE), tanto en GE como en GC. Se presenta además el valor

de *p* y TE, siendo este último más alto en GE que en GC.

El grupo con suplementación tuvo mejoras significativas en los W1 y W3, mientras que el grupo control tuvo una mejora sólo en la potencia máxima en el W3.

La tabla IV describe el comportamiento de las concentraciones de lactato sanguíneo (mmol/L⁻¹) entre GE y GC (media \pm DE). Se aprecia que no existen diferencias significativas en el lactato entre el pre y el post test de ambos grupos, ni en reposo ni en ninguna de las pruebas Wingate.

Tabla II

Potencia media (watts) entre el pre y post test comparando los grupos GE y GC. Medias (X), desviación estándar (DE), valor de p y TE

Pruebas	Grupo Experimental				Grupo Control			
	PRE	POST	P valor	TE	PRE	POST	P valor	TE
	(n=10) X \pm DE	(n=10) X \pm DE			(n=8) X \pm DE	(n=8) X \pm DE		
W1	490,0 \pm 48,1	584,8 \pm 27,8	0,0010*	2,31	520,7 \pm 62,8	566,9 \pm 52,0	0,0245	0,76
W2	491,5 \pm 24,7	565,5 \pm 30,1	0,0005*	2,57	508,2 \pm 49,6	562,5 \pm 36,2	0,0137	1,18
W3	459,1 \pm 43,2	547,8 \pm 41,8	0,0003*	2	473,9 \pm 46,4	537,9 \pm 42,6	0,0072	1,36

(*) Valor significativo de *p*<0,001 para una prueba *t*.

Tabla III

Potencia máxima (watts) entre el Pre y Post test comparando GE y GC. Medias (X), desvíos estándar (DE), valor p y TE

Pruebas	Grupo Experimental				Grupo Control			
	PRE	POST	P valor	TE	PRE	POST	P valor	TE
	(n=10) X \pm DE	(n=10) X \pm DE			(n=8) X \pm DE	(n=8) X \pm DE		
W1	599,1 \pm 66,9	711,5 \pm 51,5	0,003*	1,8	649,6 \pm 70,2	664,0 \pm 47,1	0,519	0,23
W2	622,9 \pm 46,9	633,7 \pm 34,7	0,526	0,25	637,5 \pm 68,2	628,9 \pm 62,3	0,804	0,12
W3	596,9 \pm 53,9	649,1 \pm 28,2	0,015*	1,16	592,9 \pm 29,7	656,5 \pm 50,2	0,035*	1,46

(*) Valor significativo de *p*<0,05 para una prueba *t*.

Tabla IV

Medias (X), desvíos estándar (DE) de lactato, valor de p y TE, de GE y GC en las medidas basal y las 3 pruebas Wingate

	Grupo Experimental				Grupo control			
	Pre	Post	P valor	TE	Pre	Post	P valor	TE
	(n=10) X \pm DE	(n=10) X \pm DE			(n=8) X \pm DE	(n=8) X \pm DE		
Reposo	1,4 \pm 0,3	1,5 \pm 0,2	0,453	0,33	1,6 \pm 0,3	1,3 \pm 0,3	0,169	0,85
Post W1	5,3 \pm 1,4	5,5 \pm 1,0	0,756	0,14	5,2 \pm 0,9	4,8 \pm 1,7	0,465	0,27
Post W2	11,3 \pm 2,8	10,2 \pm 2,1	0,262	0,42	9 \pm 2	10,4 \pm 2,9	0,318	0,5
Post W3	12,8 \pm 2,7	13,6 \pm 2,0	0,401	0,29	12,4 \pm 3,3	13,4 \pm 2,5	0,190	0,31

Discusión

En relación a la mejora del rendimiento en los esfuerzos intermitentes de alta intensidad que se producen durante el desarrollo del juego del fútbol, al suplementar a un grupo de futbolistas femeninas con β -alanina, se ha demostrado que se incrementa el rendimiento en un test de 3 pruebas sucesivas de Wingate, en la potencia media generada, obteniendo en este estudio un valor $p \leq 0,001$ y un TE ≥ 2 , que indica que al menos el 98% del GE tiene un valor más alto en el post test que la media del pre test.

En relación a los peak obtenidos en las 3 pruebas, en W1 y W3, se observa un valor $p \leq 0,05$ y TE $\geq 1,16$, que indica que al menos el 88% del GE tiene un valor más alto en el post test que la media del pre test. En W2 no se observan diferencias significativas obteniendo un valor de $p = 0,53$ y un TE = 0,25, que indica que sólo un 60% del GE tiene un valor más alto en el post test que la media del pre test. El grupo control presenta diferencias significativas sólo en W3 con un valor de $p \leq 0,05$ y del TE = 1,46, que indica que sólo un 93% de GC tiene un valor más alto en el post test que la media del pre test. Este alto valor pudo haber sido afectado por el tiempo de descanso entre cada serie; en la Tabla 3 se aprecia que el máximo de watts alcanzado fue en el W1, por lo que pudo afectar en el menor rendimiento en el W2, y a su vez esta baja expresión de energía pudo favorecer un peak más alto en W3 que en W2.

Un estudio de Van Thienen¹² encontró en su grupo de aplicación con β -alanina, que el 95% de los sujetos mejoraron significativamente la potencia máxima en una prueba de sprint de 30 segundos, a pesar de que algunos estudios definen que el efecto “tampón” de la Carnosina, no es tan importante cuando se realiza solo una repetición de Wingate^{13,14}. Hoffman et al.¹⁵ demostraron una mejora en una prueba de potencia de Wingate de 60 segundos después de 30 días de suplementación con β -alanina en jugadores de fútbol. La mayoría de los estudios suplementan en un rango de 3,2 gr/día a 6,4 gr/día, y entre 4 a 12 semanas de aplicación con β -alanina^{16,17,18,19}. En este estudio se comprobó que es posible obtener buenos resultados con una suplementación de 4 semanas con sólo 2,4 gr/día en mujeres.

La producción de lactato durante la ejecución de las pruebas, en ambos grupos de este estudio fue similar y exponencial. Esto se atribuye al efecto tampón de la Carnosina que genera la suplementación con β -alanina dentro de célula muscular, ya que a pesar de mantenerse altos los niveles de lactato en sangre, el rendimiento en las pruebas fue superior en el post test, tanto en la potencia media, como en el peak de potencia generada en el grupo experimental. En un estudio en donde se analizó el efecto de la suplementación con β -alanina durante 5 semanas, no se observaron diferencias en la producción de lactato entre los grupos de aplicación y placebo, por lo tanto el nivel de lactato en el grupo suplementado, parece no perjudicar el rendimiento²⁰.

Otro estudio señala que la suplementación con β -alanina reduce las concentraciones de lactato durante el ejercicio y por lo tanto, mejora el rendimiento en atletas de resistencia²¹. En estudios anteriores se ha definido que la ingesta de bicarbonato de Sodio²² puede actuar también como “buffer” que evita la acidosis metabólica, regulando la acumulación de iones H^+ en sangre, además de mejorar el gradiente de membrana, favoreciendo el transporte de éstos iones. Pero la suplementación conjunta entre Bicarbonato de Sodio y β -alanina, no parece tener mayor efecto²³.

Finalmente el uso de β -alanina como suplemento nutricional ha sido fuertemente comprobado y apoyado por la evidencia como un elemento ergogénico importante^{24,25,26}.

Conclusiones

Los resultados de este estudio comprueban que la suplementación con β -alanina de 2,4 gr/día, pueden mejorar el rendimiento de 3 pruebas Wingate sucesivas tanto en la potencia media como en la potencia máxima generada, independientemente de la producción de lactato, la cual no es diferente entre los grupos experimental y control y pone en relevancia que la suplementación nutricional realiza un gran aporte al rendimiento deportivo.

Agradecimientos

A las integrantes de la selección de fútbol femenino de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile y a su entrenador José Alvarado por su gentileza y disposición.

Referencias

1. Krstrup P, Mohr M, Ellingsgaard H, Bangsbo J. Physical demands during an elite female soccer game: importance of training status. *Med Sci Sports Exerc* 2005; 37:1242–8.
2. Stolen T, Chamari K, Castagna C, Wisloff U. Physiology of soccer: an update. *Sports Med* 2005; 35:501–36.
3. Artioli GG, Gualano B, Smith A, Stout J, Lancha AH. Role of β -alanine supplementation on muscle carnosine and exercise performance. *Med Sci Sports Exerc* 2010; 42 (6):1162–1173.
4. Hobson RM, Saunders B, Ball G, Harris RC, Sale C. Effects of β -alanine supplementation on exercise performance: a meta-analysis. *Amino Acids* 2012; 43(1): 25–37.
5. Baguet A, Koppo K, Pottier A, Derave W. β -alanine supplementation reduces acidosis but not oxygen uptake responses during high-intensity cycling exercise. *Eur J Appl Physiol* 2010; 108:495–503.
6. Culbertson JY, Kreider RB, Greenwood M, Cooke M. Effects of beta-alanine on muscle carnosine and exercise performance: a review of the current literature. *Nutrients* 2010; 2(1):75-98.
7. Baguet A, Reyngoudt H, Pottier A, Everaert I, Callens S, Achten E, Derave W. Carnosine loading and washout in human skeletal muscles. *J Appl Physiol* 2009; 106:837–842.
8. Saunders B, Sunderland C, Harris RC, Sale C. β -alanine supplementation improves YoYo intermittent recovery test per-

- formance. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* 2012;(9)39.
9. Derave W, Everaert I, Beeckman S, Baguet A. Muscle carnosine metabolism and β -alanine supplementation in relation to exercise and training. *Sports Med* 2010; 40:247–263.
 10. Stout JR, Cramer JT, Zoeller RT, Torok D, Costa P, Hoffman JR, Harris RC., Kroy JO. Effects of b-alanine supplementation on the onset of neuromuscular fatigue and ventilatory threshold in women. *Amino Acids* 2007; 32: 381–386
 11. Harris RC, Tallon MJ, Dunnett M, Boobis L, Coakley J, Kim HJ, Fallowfield JL, Hill CA, Sale C, Wise JA: The absorption of orally supplied beta-alanine and its effect on muscle carnosine synthesis in human vastus lateralis. *Amino acids* 2006; 30(3):279-289.
 12. Van Thienen, R. V., et al. b-Alanine improves sprint performance in endurance cycling. *Med Sci Sports Exerc* 2009; 41(4): 898-903.
 13. Hoffman JR, Ratamess NA, Ross R, Kang J, Magrelli J, Neese K, Faigenbaum AD, Wise JA. b-Alanine and the hormonal response to exercise. *Int J Sports Med* 2008; 29:952–958.
 14. Kern BD, Robinson TL. Effects of b-alanine supplementation on performance and body composition in collegiate wrestlers and football players. *J Strength Cond Res* 2011; 25:1804–1815.
 15. Hoffman JR, Ratamess NA, Faigenbaum AD, Ross R, Kang J, Stout JR, Wise JA. Short-duration b-alanine supplementation increases training volume and reduces subjective feelings of fatigue in college football players. *Nut Res* 2008; 28:31–35.
 16. Sweeney KM, Wright GA, Brice AG, Doberstein ST. The effects of b-alanine supplementation on power performance during repeated sprint activity. *J Strength Cond Res* 2010; 24:79–87.
 17. Stout JR, Graves BS, Smith AE, Hartman MJ, Cramer JT, Beck TW, Harris RC. The effect of beta-alanine supplementation on neuromuscular fatigue in elderly (55–92 years): a double-blind randomized study. *J Int Soc Sports Nutr* 2008; 5:21.
 18. Smith AE, Walter AA, Graef JL, Kendall KL, Moon JR, Lockwood CM, Fukuda DH, Beck TW, Cramer JT, Stout JR. Effects of b-alanine supplementation and high intensity interval training on endurance performance and body composition in men; a double blind trial. *J Int Soc Sports Nutr* 2009; 6:5.
 19. Stout JR, Cramer JT, Zoeller RF, Torok DJ, Costa P, Hoffman JR, Harris RC, O’Kroy J. Effects of b-alanine supplementation on the onset of neuromuscular fatigue and ventilator threshold in women. *Amino Acids* 2007; 32:381–386.
 20. Walter AA, Smith AE, Kendall KL, Stout JR, Cramer JT. Six weeks of high-intensity interval training with and without beta-alanine supplementation for improving cardiovascular fitness in women. *J Strength Cond Res* 2010; 24(5):1199-207.
 21. Sale, Craig, et al. Carnosine: from exercise performance to health. *Amino Acids* 2013; 44(6), 1477-1491.
 22. McNaughton L, Siegler J, Midgley A. Ergogenic effects of sodium bicarbonate. *Curr Sports Med Rep* 2008;7(4):230–6.
 23. Sale, Craig; Saunders, Bryan; Hudson, Sean; Wise, John A.; Harris, Roger C.; Sunderland, Caroline D. *Effect of β -Alanine Plus Sodium Bicarbonate on High-Intensity Cycling Capacity Medicine & Science in Sports & Exercise* 2011; 43(10):1972-1978.
 24. Lily E., & Papandreou, D. *The role and effects of carnosine and β -alanine on exercise: an updated mini review. Nutrition & Food Science* 2014; 44(2), 127-133.
 25. Stellingwerff, T., Decombaz, J., Harris, R. C., & Boesch, C. Optimizing human in vivo dosing and delivery of β -alanine supplements for muscle carnosine synthesis. *Amino acids* 2012; 43(1), 57-65.
 26. Caruso, J., Charles, J., Unruh, K., Giebel, R., Learmonth, L., & Potter, W. (2012). Ergogenic effects of β -alanine and carnosine: Proposed future research to quantify their efficacy. *Nutrients* 2012; 4(7), 585-601.