

Sport Performance

Relación entre Dos Carreras Aeróbicas de Carácter Intermitentes, a la Misma Intensidad, en Futbolistas Jujeños de Primera División

Relationship between Two Intermittent Aerobic Races, at the Same Intensity in First Division Jujeños Football Players

Victoria, Ezequiel Fabricio Eduardo.¹

¹Instituto de Educación Superior Nº 9 Juana Azurduy – San Pedro de Jujuy – Jujuy, Argentina

Dirección de contacto: licfabricio victoria@gmail.com

Ezequiel Fabricio Eduardo Victoria

Fecha de recepción: 3 de junio de 2021

Fecha de aceptación: 16 de noviembre de 2021

RESUMEN

Introducción: La evaluación cardiorrespiratoria en el fútbol tiene un alto valor informativo en el entrenamiento y rendimiento.

Objetivo: Analizar la relación entre dos modalidades de carreras intermitentes (recorrido lineal y con cambios de dirección de 180°) para comparar las repeticiones conseguidas, la distancia acumulada y el tiempo sostenido en ambas.

Materiales y Métodos: Se evaluaron 30 futbolistas de sexo masculino con una prueba de velocidad aeróbica máxima y dos tipos de carrera intermitente (lineal y cambios de dirección de 180°). Las diferencias y relaciones entre las variables observadas en ambas carreras intermitentes fueron analizadas utilizando la prueba no paramétrica de Wilcoxon y el coeficiente de correlación Rho de Spearman, respectivamente.

Resultados: El tiempo sostenido, metros recorridos, repeticiones conseguidas y FCM, para la carrera intermitente lineal fueron $514,66 \pm 161,96$ s, $1252,69 \pm 388,45$ m, $25,73 \pm 8,09$ repeticiones; $193,86 \pm 10,64$ lpm; y para la carrera intermitente con cambios de dirección de 180°, $258,66 \pm 88,96$ s; $623,74 \pm 195,60$ m, $12,9 \pm 4,44$ repeticiones; FCM $190,1 \pm 12,71$ lpm, respectivamente.

Conclusiones: Los sujetos que sostienen mayor tiempo de trabajo en una carrera intermitente lineal, no son los mismos que lo hacen en una carrera intermitente con cambios de 180°.

ABSTRACT

Introduction: The cardiorespiratory evaluation in soccer has a high informative value in training and performance.

Objective: To analyze the relationship between two modalities of intermittent races (linear route and with changes of direction of 180°) to compare the repetitions achieved, the accumulated distance and the time sustained in both.

Materials and Methods: 30 male soccer players were evaluated with a maximum aerobic speed test and two types of intermittent running (linear and 180° changes of direction). The differences and relationships between the variables observed in both intermittent runs were analyzed using Wilcoxon's non-parametric test and Spearman's Rho correlation coefficient, respectively.

Results: The sustained time, meters traveled, repetitions achieved and MHR, for the linear intermittent run were 514.66 ± 161.96 s, 1252.69 ± 388.45 m, 25.73 ± 8.09 repetitions; 193.86 ± 10.64 bpm; and for the intermittent race with changes of direction of 180°, 258.66 ± 88.96 s; 623.74 ± 195.60 m, 12.9 ± 4.44 repetitions; MHR 190.1 ± 12.71 bpm, respectively.

Conclusions: The subjects who sustain longer working time in a linear intermittent race are not the same as those who do it in an intermittent race with changes of 180°.

Keywords: intermittent race with direction changes, soccer, UNCa test, final speed reached

INTRODUCCIÓN

El Fútbol es un deporte de conjunto en donde los jugadores recorren grandes distancias, alternando diferentes tipos de movimientos en cuanto a su intensidad, duración, frecuencia y características cinéticas que requieren una gran capacidad aeróbica (Bangsbo, 2002; Bangsbo, Iaia, y Krustup, 2007). Por este motivo dentro de la planificación deportiva el componente cardiorrespiratorio es tenido en cuenta, especialmente durante la pre-temporada (Billat, 2002; Bompa, y Buzzichelli, 2019).

Para fraccionar cargas de trabajo aeróbicas a través de la carrera, los preparadores físicos (PF) necesitan adquirir una velocidad de referencia, denominada Velocidad Aeróbica Máxima (VAM). Esta Velocidad es obtenida en una prueba incremental en cinta, o en el campo, utilizando un analizador de gases, que permite identificarla de manera precisa, es decir, a través de una medición directa. La VAM fue definida por Lacour, Magunacelaya, Chatard, Arsac, y Berhelemy (1991) como aquella mínima velocidad alcanzada que coincide con la obtención del Consumo Máximo de Oxígeno (VO₂max). De esta manera, posibilita a los PF utilizar cargas de entrenamiento, a través de la carrera, por encima o por debajo de esta velocidad de referencia.

Sin embargo, la utilización de un analizador de gases es dificultoso por los costos elevados, demandan demasiado tiempo para evaluar y necesitan de personal técnico capacitado para ello. Por consiguiente, se propone aplicar un test de campo para estimar la VAM a través de la denominada Velocidad Final Alcanzada (VFA) (García, y Antonio, 2008; García y Secchi, 2012). En la bibliografía la VFA ha mostrado ser una herramienta de bajo costo y de fácil aplicabilidad para medir, tabular y fraccionar cargas de trabajos (García, Secchi, Antonio, Búa, Santander y Arcuri, 2015).

Dentro de la metodología de trabajo, el entrenamiento intermitente es muy utilizado en la actualidad. Este consiste en alternar periodos de actividad de alta intensidad con periodos de recuperación (Astrand, Astrand, Christensen, y Hedman, 1960; Christensen, Hedman, y Saltin, 1960; Gaitanos, Williams, Boobis, y Brooks, 1993).

El componente cardiorrespiratorio puede ser mejorado desde diferentes propuestas (ejercicio continuo, ejercicio continuo variable, ejercicio intervalado, ejercicio intermitente, entre otros) (Billat, 2001a, b). Sin embargo, las características de exigencia aeróbica alternando tiempos de trabajo con pausas asistemáticas presentes en el fútbol, hacen que el ejercicio intermitente se amolde a las necesidades específicas de este deporte (Dupont, y Berthoin, 2004a; Dupont, Akakpo, y Berthoin, 2004b; Mohr, Krustrup, y Bangsbo, 2003).

Por lo tanto, este estudio tiene como objetivo comparar parámetros de rendimiento (repeticiones conseguidas, distancia recorrida, tiempo sostenido), y la frecuencia cardiaca máxima (FCM) en una muestra de futbolistas de categoría amateur.

MÉTODO

Sujetos

Se evaluaron 30 sujetos masculinos jugadores de fútbol amateur (Tabla 1). Fueron excluidos del estudio los jugadores que padecían algún tipo de lesión neuromuscular y/o enfermedad cardiovascular o con antecedentes familiares de padecerlos, sin cumplir un año de entrenamiento sistemático (al menos durante el último año), quienes no cumplían con un mínimo de 3 sesiones de entrenamientos por semana y los arqueros que realizan un tipo de entrenamiento específico diferente a los jugadores de campo. Antes de firmar el consentimiento informado, los sujetos fueron notificados de forma verbal y por escrito acerca de los procedimientos, los beneficios y los riesgos de participar en el presente estudio. Los sujetos menores de edad (<18 años) presentaron el consentimiento por escrito de sus padres y/o tutores. De cada uno de los sujetos participantes, se registró la edad, el peso y la estatura, obteniendo también el Índice de Masa Corporal individual (IMC= peso kg/ estatura m²).

Evaluaciones

Todas las evaluaciones fueron tomadas en horario de la tarde entre las 15.00 y 18.00 hs. Para estimar la VAM se utilizó el UNCa (Universidad Nacional de Catamarca) test, recientemente validado por Borda, Trovo y Peralta (2010) ("comunicación personal") a través de la VFA (Borda et al., 2010; Cappa, 2007). Los sujetos no realizaron ejercicio 48 horas previas a las evaluaciones, y estas se realizaron en grupos de a 6 sujetos. Las mediciones se realizaron en 3 sesiones diferentes. Todas las evaluaciones, el UNCa test y las dos carreras aeróbicas intermitentes, se realizaron en la misma superficie de pasto para evitar la influencia del terreno. En la primera sesión se midió en campo, el UNCa test. En la segunda y tercera sesión se midieron las carreras aeróbicas intermitentes de recorrido lineal y con cambios de dirección de 180° (CCD180°) de manera aleatoria e individual. Entre las 2ª y 3ª sesión hubo un descanso de 72 horas.

En ambos tipos de carreras se registró la distancia total alcanzada, las repeticiones conseguidas, el tiempo total de trabajo, y la frecuencia cardíaca máxima (FCM), de forma individual.

UNCa Test: Los sujetos corren sobre el perímetro de un hexágono. Cada lado del hexágono tiene una distancia de 20 metros (Fig. 1). La angulación de los lados es de 120°. La velocidad es impuesta por una señal sonora. En cada vértice del hexágono hay una zona de 2 metros en la cual el sujeto se deberá encontrar al momento de escuchar el pitido del test. La velocidad inicial del test es de 8,0 km·h⁻¹, y la etapa dura 3 minutos. Luego se incrementa a 10,0 km·h⁻¹, durante 2 minutos. El objetivo de estas primeras dos etapas es estandarizar una entrada en calor específica. Sin interrupción, a partir de aquí, la velocidad se incrementa a razón de 1 km·h⁻¹ cada 1 minuto, hasta la fatiga. La velocidad registrada, es aquella alcanzada en la última etapa completa. No se consideraron las etapas incompletas.

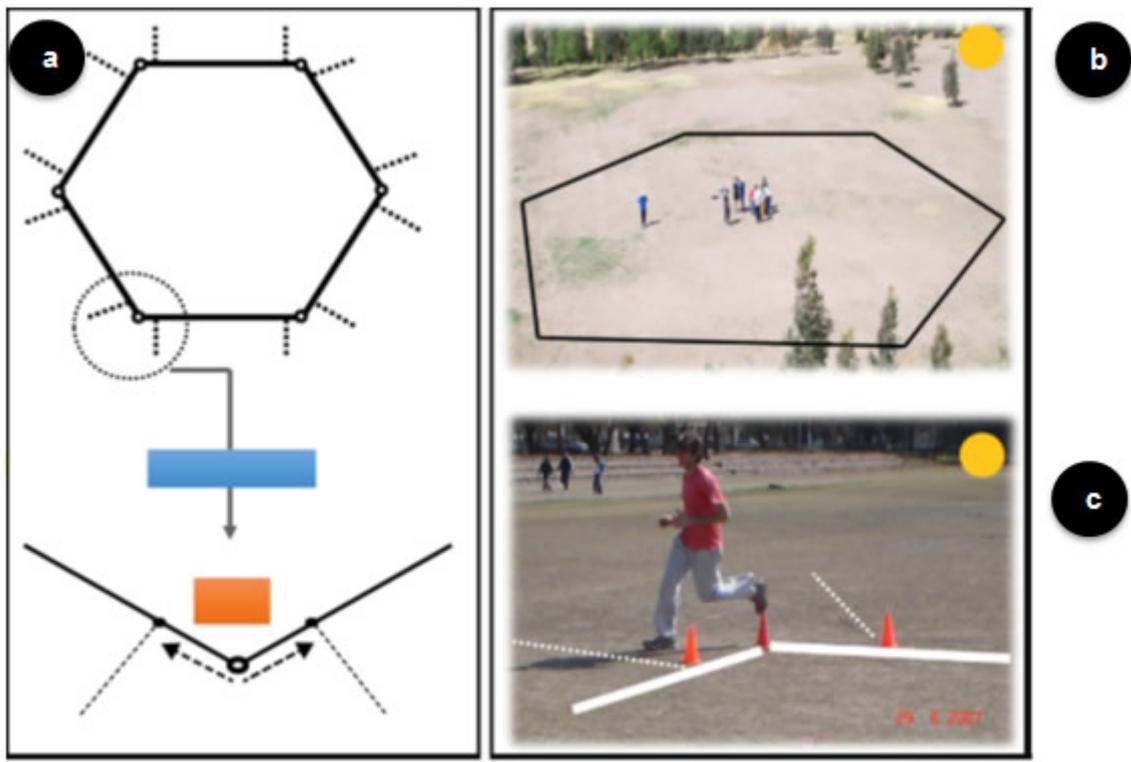


Figura 1. Espacio delimitado para la realización del UNCa test en forma de hexágono.

Nota. Figura extraída de Garcia, Secchi, y Arcuri (2016). Relación entre las velocidades finales alcanzadas en los test UMTT y UNCa en sujetos masculinos. *Apunts Med Esport*, 2016, 51(190), 48-54.

Carreras Intermitentes (lineal - cambios de dirección de 180°)

Previa evaluación de ambas carreras intermitentes, se determinó la distancia individual a recorrer al 110% de la VFA del UNCa test. Para controlar la velocidad de los sujetos, se utilizó una aplicación denominada "Interval Timer" previamente configurada con los tiempos de trabajo y de pausa (10 s x 10 s, respectivamente). La entrada en calor general consistió en 5 minutos de trote, movilidad articular y estiramientos. La entrada en calor específica consistió en 10 minutos al 60% de la VFA del UNCa test, corriendo de manera intermitente con los tiempos de trabajo y pausa propuestos. Luego el corredor, inicia la carrera al ritmo impuesto por la aplicación registrando las repeticiones alcanzadas, los metros recorridos, el tiempo total de trabajo y la FCM. La evaluación termina, cuando el sujeto, no puede mantener la velocidad impuesta por la aplicación o cuando el sujeto se detiene por alcanzar la fatiga.

Análisis Estadísticos

Para el registro de las variables analizadas, se confeccionó una planilla grupal donde se anotaban los resultados. Posteriormente, los mismos fueron cargados en una hoja de Excel para el análisis descriptivo y en el paquete estadístico SPSS versión 19.0 para el análisis inferencial.

Los datos fueron presentados en valor promedio y desviación estándar a menos que se especifique lo contrario. Se realizó la prueba de Shapiro-Wilk para comprobar la presencia de normalidad y homocedasticidad en la muestra de estudio. Se utilizó el coeficiente de correlación Rho de Spearman, para pruebas no paramétricas entre la VFA del UNCa test y todas las variables de las carreras intermitentes, utilizando el siguiente criterio: 0.1 muy baja; 0.1-0.3, baja; 0.3-0.5, moderada; 0.5-0.7, buena; 0.7-0.9, muy buena; y 0.9-1.0, perfecta. También se utilizó la prueba de significancia no paramétrica de Wilcoxon para medidas repetidas y poder determinar diferencias significativas entre las repeticiones alcanzadas, los metros recorridos, el tiempo total de trabajo y la FCM entre ambas carreras intermitentes. Por último, se analizaron las diferencias entre las distintas posiciones que ocupan los jugadores dentro del campo de juego. En todos los casos se aceptó un nivel alfa $p < 0,05$.

RESULTADOS

En la tabla 1, se reporta el perfil antropométrico de la muestra.

Tabla 1. Características y datos antropométricos de la muestra evaluada

Antropometría (n=30)	Media ± DS
Edad (años)	17,8 ± 2,7
Peso corporal (kg)	63,07 ± 7,92
Estatura (cm)	170,99 ± 5,73
IMC (kg/m²)	21,54 ± 2,32
IMC: índice de masa corporal.	

Debido a que los datos no mostraron normalidad entre ambas modalidades de carrera, se utilizó el coeficiente de correlación Rho de Spearman para pruebas no paramétricas entre la VFA del UNCa test y las variables de las carreras intermitentes lineales y con cambios de dirección de 180° encontrando una relación muy baja ($r = 0,136$) entre la VFA del UNCa test y el tiempo sostenido en la carrera intermitente lineal y una relación baja ($r = -0,445$) entre la VFA del UNCa test y el tiempo sostenido en la carrera intermitente con cambios de dirección de 180° (Tabla 2).

Tabla 2. Correlación entre la VFA y las variables observadas en campo en ambas carreras

N= 30	Repeticiones (n)	Distancia Acumulada (m)	Tiempo Acumulado (s)
Carrera lineal			
UNCa Test VFA (km/h)	0,136	0,243	0,136
Carrera CCD 180°			
UNCa Test VFA (km/h)	-0,445*	-0,331	-0,445*

* Diferencias estadísticamente significativas de las repeticiones y tiempo acumulado de ambas modalidades de ejercicio (lineal y CCD180°), con la VFA del UNCa test.

Se observaron diferencias estadísticamente significativas entre ambas carreras intermitentes y las repeticiones, distancia acumulada y tiempo acumulado de cada una de ellas ($p < 0,01$). No se observaron diferencias significativas entre ambas modalidades de carreras intermitentes en la frecuencia cardíaca máxima alcanzada ($> 0,21$) (Tabla 3).

Tabla 3. Comparación de indicadores de rendimiento entre carrera intermitente lineal e intermitente con cambios de dirección

Variables (n=30)	Carreras lineales Medias ± DS	Carreras CCD 180° Medias ± DS	Significancia
Repeticiones (n°)	25,73 ± 8,09	12,93 ± 4,44	p<0,01*
Distancia Acumulada (m)	1252,69 ± 388,45	623,74 ± 195,60	p<0,01*
Tiempo Acumulado (s)	514,66 ± 10,64	258,66 ± 88,96	p<0,01*
FCM (lat/min)	193,86 ± 10,64	190,16 ± 12,71	p>0,21

n°: numero; **m:** metros; **s:** segundos; **FCM:** frecuencia cardiaca máxima; **CCD:** carrera intermitente con cambios de dirección de 180°. * Diferencias estadísticamente significativas.

Por último, la tabla 4 indica que las carreras no se relacionan entre sí, aun cuando se aplica la misma VFA. De igual manera, no se pueden observar diferencias entre los diferentes puestos que ocupan los jugadores dentro del campo de juego.

Tabla 4. Comparación de repeticiones alcanzadas en ambas carreras y su relación con la VFA y posiciones dentro del campo de juego

Jugador (N°)	VFA (km/h)	Puesto	Repeticiones (n°)	
			Carrera Lineal	Carrera CCD 180°
11	16	Delantero	20	13
12	16	Defensor	32	7
19	16	Centrocampista	24	11
21	16	Defensor	38	9

CCD: carrera intermitente con cambios de dirección de 180°

Se puede observar, al seleccionar cuatro jugadores con idénticas VFA y distintas posiciones dentro del campo de juego, que el número total de repeticiones alcanzadas presentan una importante variabilidad que, aparentemente, no se relaciona con dicha posición.

DISCUSIÓN

El objetivo principal del presente estudio de investigación fue comparar variables de rendimiento como las repeticiones conseguidas, la distancia recorrida, el tiempo sostenido y la frecuencia cardiaca máxima entre dos modalidades de carreras intermitentes aeróbicas utilizadas habitualmente en el campo para imitar las demandas fisiológicas del fútbol.

El ejercicio intermitente efectivamente presenta algunas ventajas para este deporte, profesional y amateur, como la velocidad de trabajo que es ejecutada a alta intensidad (en un rango del 90 al 110% de la VFA), de corta duración (entre 6

a 20 segundos), con pausas similares al tiempo de trabajo, pero principalmente realizando aceleraciones y desaceleraciones en todo momento (Fransson, Nielsen, Olsson, Christensson, Bradley, Fatouros, Krustup, et al., 2018).

Para aumentar la cantidad de aceleraciones dentro de un ejercicio intermitente, se pueden realizar desde dos vías; a) acortando el tiempo de trabajo de la repetición, o b) modificando la dirección de la carrera lineal por una con cambios de dirección de 180° (CDD 180°). Esta última alternativa es muy utilizada por los preparadores físicos.

Sin embargo, en la bibliografía actual existe solamente un estudio realizado por Dellal, Keller, Carling, Chaouachi, Wong y Chamari (2010). En el estudio de Dellal et al., (2010) los sujetos ejecutaron una carrera intermitente lineal y una carrera intermitente con cambios de dirección de 180°, realizadas a la misma intensidad (110% de la VAM), pero solamente 3 series de cada una de ellas, lo que limita la investigación a ser de características meramente descriptivo.

La diferencia con nuestra investigación radica principalmente en que ambas modalidades de carreras intermitentes fueron realizadas en un bloque único hasta la fatiga.

De esta manera pudimos observar que ambas modalidades de carreras no tienen relación alguna con las variables de campo analizadas. Sin embargo, los tiempos sostenidos de trabajo en las carreras intermitentes con cambios de dirección de 180°, representan en promedio aproximadamente el 42% del tiempo total de trabajo de las carreras intermitentes lineales. Por lo tanto, conocer la diferencia entre las carreras, puede ser de gran utilidad para el preparador físico. Esta diferencia puede ser utilizada como parámetro para establecer tiempos y volúmenes a trabajar, en una sesión de entrenamiento. Del mismo modo, si el preparador físico está interesado en utilizar la propuesta de carreras CCD de 180° debe prestar atención a esta diferencia. Deberá optar por trabajar un volumen menor, o en tal caso, si quiere equiparar volúmenes de trabajo con la carrera lineal, deberá disminuir la intensidad de trabajo.

A pesar de ello, esta diferencia no se ve acentuada por la velocidad alcanzada por los sujetos. Es claro, que hay otras variables que no están relacionadas al componente aeróbico, como pueden ser, la capacidad de aceleración y desaceleración, la biomecánica de la carrera, la fuerza en los miembros inferiores, entre otras cosas.

CONCLUSIONES

Se observaron diferencias significativas entre ambas modalidades de carreras intermitentes (lineal versus CDD180°) en parámetros de rendimiento (repeticiones conseguidas, distancia recorrida y tiempo sostenido), pero no con respecto a la frecuencia cardíaca máxima.

Por lo tanto, se postula que existen variables ajenas al componente cardiorrespiratorio que influyen el rendimiento de ambas carreras (capacidad de aceleración y desaceleración, biomecánica de la carrera, fuerza de miembros inferiores, etc.).

REFERENCIAS

- Astrand, I., Astrand, P.O., Christensen, E.H., Hedman, R. (1960). Intermittent muscular work. *Acta Physiol Scand*, 48(25), 448-53.
- Bangsbo, J. (2002). Entrenamiento de la condición física en el fútbol. *Barcelona, España: Paidotribo*.
- Bangsbo, J., Iaia, F.M., Krustup, P. (2007). Metabolic response and fatigue in soccer. *Int J Sports Physiol Perform*, 2(2), 111-27.
- Billat, V. (2002). Fisiología y metodología del entrenamiento. *De la teoría a la práctica. Madrid, España: Paidotribo*.
- Billat V.L. (2001). Interval Training for Performance: A Scientific and Empirical Practice. *Special Recommendations for Middle- and Long-Distance Running. Part I: Aerobic Interval Training. Sports Med*, 31(1), 13-31.
- Billat, V.L. (2001). Interval Training for Performance: A Scientific and Empirical Practice. *Special Recommendations for Middle- and Long-Distance Running. Part II: Anaerobic Interval Training. Sports Med*, 31(2), 75-90.
- Bompa, T.O., y Buzzichelli, C.A. (2019). Periodización. *Teoría y metodología del entrenamiento. Madrid, España: Tutor*.
- Borda R., Trovo F., & Peralta J. (2011). Comparación de la velocidad aeróbica máxima medida en campo y medida en laboratorio (Tesis de Grado). *Universidad Nacional de Catamarca, Argentina*.
- Borg, G.A.V., (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Science Sports Exerc*, 14(5), 377-381.
- Cappa, D. (2007). Audio del UNCa test [CD-ROM]. *San Fernando del Valle de Catamarca: Universidad Nacional de Catamarca*.
- Christensen E.H., Hedman R., Saltin B. (1960). Intermittent and continuous running. (A further contribution to the physiology of intermittent work). *Acta Physiol Scand* (50), 269-86.
- Dellal, A., Keller, D., Carling, C., Chaouachi, A., Wong, D.P., Chamari, K. (2010). Physiologic effects of directional changes in

- intermittent exercise in soccer players. *J Strength Cond Res*, 24(12), 3219-26.
- Dupont, G., Berthoin, S. (2004). Time Spent at a High Percentage of VO₂max for Short Intermittent runs: active vs passive recovery. *Can J Appl Physiol*, 29(Suppl), S3-S16.
- Dupont, G., Akakpo, K., Berthoin S. (2004). The effect of in-season, high-intensity interval training in soccer players. *J Strength Cond Res*, 18(3), 584-589.
- Dupont, G., Blondel, N., Linsel, G., Berthoin, S. (2002). Critical velocity and time spent at a high level of VO₂ for short intermittent runs at supramaximal velocities. *Can J Appl Physiol*, 27(2), 103-115.
- Fransson, D., Nielsen, T.S., Olsson, K., et al. (2017). Skeletal muscle and performance adaptations to high-intensity training in elite male soccer players: speed endurance runs versus small-sided game training. *Eur J Appl Physiol*, 118(1), 111-121. doi 10.1007/s00421-017-3751-5.
- Gaitanos, G.C., Williams, C., Boobis, L.H., Brooks, S. (1993). Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise. *J Appl Physiol*, 75(2), 712-719.
- García, C.G., Secchi, J.D. (2012). Relación de las Velocidades Finales Alcanzadas Entre el Course-Navette y Test VAM-EVAL - Una Propuesta para predecir la Velocidad Aeróbica Máxima. *Apunts. Med l'Esport*, 48(177), 27-34.
- García, C.G., Antonio, J. (2008). Relación entre la Velocidad Aeróbica Máxima medida en laboratorio y en el campo (Tesis de Grado). *Universidad Nacional de Catamarca, Argentina*.
- García C.G., Secchi, J.D., Antonio, J.F., Bua, N., Santander, M., Arcuri, C.R. (2015). ¿Qué utiliza el preparador físico en el campo: el VO₂max, la velocidad aeróbica máxima o la velocidad final alcanzada? *EFDeportes*, 206(07).
- García, G.C., Secchi, J.D., Arcuri, C.R. (2016). Relación entre las velocidades finales alcanzadas en los test UMTT y UNCa en sujetos masculinos. *Apunts Med Esport*. 51(190),48-54.
- Helgerud, J., Engen, L.C., Wisloff, U., Hoff, J. (2001). Aerobic endurance training improves soccer performance. *Med Sci Sports Exerc*, 33(11), 1925-31.
- Lacour, J.R., Magunacelaya, S., Chatard, J.C., Arsac, L., y Berhelemy, J.C. (1991). Assessment of running velocity at maximal oxygen uptake. *Eur J Appl Physiol*, 62, 77-82.
- Mohr, M., Krstrup, P., Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *J Sports Sci*, 21(7), 519-28.