

Diferencias en el OBLA en jugadoras de fútbol en relación a su posición en el campo de juego

OBLA's differences in soccer players according to their field position

Jose E. del Río Valdivia, Ciria Margarita Salazar, Julio Cuevas Romo, Adriana Isabel Andrade Sánchez, Pedro Julian Flores Moreno, Lenin Tlamatini Barajas Pineda, Isela Guadalupe Ramos Carranza
Universidad de Colima (México)

Resumen. La posición en el campo de juego en el fútbol, no obedece solo a un interés personal, sino que podría depender de variables fisiológicas individuales. El presente estudio exploratorio determina el OBLA en las diferentes posiciones. La población para este estudio fue integrada por 16 jugadoras universitarias de fútbol (4 por cada posición), evaluadas en una banda sin fin, con una prueba de velocidades crecientes. En cada velocidad utilizada se midió la concentración de lactato sanguíneo con un analizador portátil Accutrend Plus. Para el análisis de los datos se propuso una fórmula matemática de interpolación entre las variables velocidad y concentración de lactato. Se encontró, una variación significativa del OBLA, en la muestra estudiada, dependiendo de la posición de juego (porteras, defensas, medio-campistas y delanteras). Utilizando la prueba de Kruskal-Wallis, con un nivel de significancia (α) del 5 %, en búsqueda de la relación entre el OBLA y la posición de las jugadoras, se obtuvo un p-valor de 0.004, por lo que no es posible aceptar la igualdad entre las poblaciones, por lo tanto, se puede afirmar que existe una diferencia estadística significativa cuando se compara el comienzo de acumulación de lactato en sangre (OBLA) con la posición en la que juegan las futbolistas. Los resultados demuestran que existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de jugadoras de acuerdo a la posición que desempeñan en el campo de juego y a la concentración de lactato en sangre.

Palabras clave: OBLA, lactato en sangre, fútbol, posición de juego y mujeres.

Abstract. Women soccer players' field position due not only to a personal interest, but could depend on individual physiological variables. The present exploratory research determines the speed of OBLA on the different field position. The study population is integrated by 16 women players (4 per position) evaluated in a treadmill with an increased speed test. Each speed used was measured the blood lactate concentrations with the portable analyzer Accutrend Plus. For data analysis between the variables speed and lactate concentration an insertion mathematical formula was proposed. In the sample studied relied on the field position (goalkeepers, defenses, midfielders and forwards) a significant variation of OBLA was found. With a significance level (α) of 5 % a p-value of 0.004 was obtained using the Kruskal-Wallis test in search of the relation between OBLA and the player's field position, consequently, it is not possible to accept equity among populations, therefore, it can be declare that exists a statistically significant difference when we compare the Onset of Blood Lactate Accumulation (OBLA) with the player's field position. The results show that there are statistically significant differences between the groups of players according on the field position that they carry out and the blood lactate concentration.

Keywords: OBLA, blood lactate, football, field position and women.

Introducción

En la *glucólisis*, la degradación parcial de la glucosa provee la energía necesaria para la re-síntesis de ATP. En presencia de cantidades suficientes de oxígeno el ácido pirúvico (producto final de la glucólisis) es oxidado a CO_2 y H_2O . Cuando la demanda de energía (ATP) supera la velocidad del proceso glucolítico y oxidativo, el ácido pirúvico se convierte transitoriamente en ácido láctico (Laguna & Piña, 2009).

El ácido láctico es un intermediario del metabolismo de la glucosa en el músculo esquelético, cardíaco y eritrocitos entre otros tejidos. Su acumulación en la sangre refleja un desequilibrio entre su producción y su eliminación, este desequilibrio, depende fundamentalmente de la demanda energética del músculo, del aporte de oxígeno y capacidad oxidativa de este tejido (Stryer, 2013).

En general, se puede decir que es un mecanismo de emergencia gracias al cual, se consigue energía en pocos segundos con un costo metabólico alto; que van desde el agotamiento de las reservas de glucógeno y grados extremos de acidosis (ya que es un ácido relativamente fuerte, que se disocia en lactato y H^+). Por lo que, cuando se acumula en sangre, requieren la utilización de los recursos compensatorios, respiratorios y metabólicos para corregir la disminución del pH (López & Fernández, 2006).

Durante la actividad leve y moderada, el ácido láctico en sangre permanece sólo ligeramente por encima del nivel de reposo; pero con esfuerzos más intensos, se acumula rápidamente (López & Fernández, 2006; López, Aznar, Fernández, López & Lucia, 2004).

En 1924 Hill señaló que el aumento en la concentración de ácido láctico sanguíneo, que se observa durante la realización de un ejercicio de intensidad creciente, se debía al aporte inadecuado de oxígeno en los músculos que se están ejercitando (López & Fernández, 2006). Actualmente se sabe que en un ejercicio de baja intensidad, la concentración de lactato no varía significativamente con respecto a su concentración de

reposo, sin embargo, cuando se incrementa la intensidad de la actividad, se presenta un aumento progresivo de concentración de lactato en la sangre. Si la carga de trabajo sigue incrementándose en intensidad, se llegará a un punto en donde las concentraciones de ácido láctico se aumenten de manera exponencial (Astand & Rodhal, 1992).

El concepto de Umbral Anaeróbico (UA) es propuesto por Wasserman (1964), para expresar la pérdida de la relación lineal entre la ventilación pulmonar y la intensidad del esfuerzo, un hecho que coincide con la acumulación de ácido láctico en sangre y la aparición de una acidosis metabólica.

Wasserman y McIlroy en Astand & Rodhal (1992), definieron el UA como

«la intensidad de ejercicio o de trabajo físico a partir del la cuál comienza a aumentar de forma progresiva la concentración de lactato en sangre, mientras que la de bicarbonato desciende, al mismo tiempo que la ventilación se incrementa de una manera desproporcionada con respecto a la captación de oxígeno» (pág.253).

Al graficar los valores de la concentración de ácido láctico en ejercicios de intensidad creciente se presenta un punto de inflexión que determina el «Umbral Anaeróbico». Sin embargo, como no siempre es fácil observar este punto de inflexión, se ha establecido un valor arbitrario: La intensidad del ejercicio a la cual el lactato se mantiene en un estado estable, antes de que comience a incrementarse desproporcionadamente y se acumule en la sangre u OBLA (del inglés: *Onset of Blood Lactate Accumulation*). Este valor se estableció en 4 mmol de ácido láctico por litro de sangre (Santos-Concejero, Granados, Bidaurreaga-Letona, Zabala-Lili, Irazutsta & Gil, 2013). En la actualidad el OBLA se sitúa como uno de los indicadores más objetivos y confiable para identificar la capacidad de ejercitación y de rendimiento en actividades prolongadas (Arjona, Martínez & Fernández, 2008).

Fútbol femenino

El fútbol, se caracteriza por ser un deporte muy exigente desde el punto de vista físico, donde las variables fisiológicas tales como la potencia aeróbica o anaeróbica, están estrechamente asociados con las variables competitivas como la calidad del juego (Hinojosa Costela & Castellano Paulis, 2017), la distancia recorrida o la capacidad de realizar

actividades de alta intensidad como sprints, aceleración o cambios de dirección (León, Ramírez, Sánchez, Salazar, Orjuela & Anzola, 2015).

Las demandas fisiológicas del juego están representadas por las intensidades a las cuales se llevan a cabo las actividades durante un partido, la intensidad del esfuerzo puede indicarse por la distancia total recorrida durante el mismo y que se reparte de la siguiente manera: el 25% caminando, 37% haciendo jogging o trote suave, 7% moviéndose hacia atrás y 31% corriendo a velocidad máxima. La proporción entre el ejercicio de baja y alta intensidad (piques o sprint) es de casi 2.2 a 1, lo que significa que la obtención de energía proviene predominantemente del sistema aeróbico. Si bien la mayor parte de la actividad durante un juego de alto nivel se realiza a una intensidad baja o sub-máxima, no se puede subestimar la importancia de los esfuerzos de alta intensidad (Reilly, 1994).

La tasa de esfuerzo está determinada, en gran parte, por la posición de juego del futbolista ya que cada puesto en el terreno de juego exige facultades físicas distintas (Galdón, Gática & Gerona, 2003; García-Pinillos, Ruiz-Ariza & Latorre-Román, 2015). En este sentido las mayores distancias son cubiertas por los mediocampistas, quienes tienen que actuar como enlace entre la defensa y el ataque, los defensores cubren su distancia, con menos sprints, mientras que la mayor distancia cubierta con piques se observó entre los atacantes, quienes además tiene que saltar más frecuentemente que los defensores o los mediocampistas (Reilly, 1994).

Existen diferencias fisiológicas entre los individuos y las respuestas al ejercicio son diferentes en cada persona (Carrasco Coca, 2013; Borbón & Sánchez, 2013). Ingebrigtsen, Dillern, & Shalfawi (2011), encontraron diferencias en el umbral anaeróbico (AT) de jugadoras de fútbol de elite, particularmente entre porteras y defensoras, por ello se considera que es posible que algunas variables fisiológicas como es el caso de OBLA sean diferentes entre las jugadoras de fútbol femenino de acuerdo a la posición en el terreno de juego.

De esta manera el objetivo del presente trabajo es determinar si el Inicio de la Acumulación de Lactato en Sangre (OBLA) es diferente en las integrantes de un equipo de fútbol femenino de nivel universitario, de acuerdo a la posición desempeñada en el campo de juego.

Método

Población

El estudio de tipo observacional exploratorio tuvo como población intencional al conjunto representativo de fútbol femenino de la Universidad de Colima, que participa en la liga universitaria regional y nacional del Consejo Nacional del Deporte de la Educación, A. C. (CONDDE, A. C.), integrado por 18 jugadoras en edades entre 17 y 23 años con asistencia regular a los entrenamientos y con más de dos años de práctica deportiva. Las jugadoras tienen 4 sesiones de entrenamiento a la semana con duración de 120 minutos y un juego cada domingo. Para la aplicación del protocolo se eligieron 16 integrantes del equipo (4 de cada posición: porteras, defensas, mediocampistas y atacantes).

Protocolo y procedimiento para la recolección de datos

Para la recogida de datos las jugadoras participaron en dos procesos:

El primero consistió en tandas o escalones de ejercicio de tres minutos de duración con 30 segundos de reposo entre cada tanda, realizados en una banda sin fin o caminadora «Tecnogym D9.3». Cada tanda de ejercicio se realizó a velocidades crecientes de: 2.5, 5.0, 7.0, 10.0, 12.5 y 15.0 km/hora. Adicionalmente se registró la frecuencia cardíaca, utilizando una correa transmisor que envía una señal telemétrica al monitor cardíaco de la caminadora para monitorear el esfuerzo de las jugadoras y evitar un trabajo excesivo (Denadai, Gomide & Greco, 2005; Figueira, Caputo, Pelarigo & Denadai, 2008).

En un segundo proceso, se utilizó un analizador portátil «Accutrend Plus». Con él se tomaron muestras del pulpejo del dedo o del lóbulo de la oreja (Arjona, et al., 2008), en los espacios de reposo y aprovechando los descansos de 30 segundos entre cada incremento de velocidad.

De las muestras de sangre se obtuvo la concentración de ácido láctico en cada velocidad y los resultados fueron graficados utilizando el programa «Excel».

Se ubicó la velocidad como eje horizontal (x) y la concentración de lactato en el eje vertical (y). Posteriormente, con cada gráfica se usó un código Visual Basic pre-diseñado para Excel adaptado a la siguiente fórmula de interpolación.

$$Y_x = Y_0 + \frac{X - X_0}{X_1 - X_0} (Y_1 - Y_0)$$

Con este procedimiento se obtuvo la velocidad de cada jugadora con la cual, la concentración de lactato en sangre llega 4 mmol/l (y=4), lo que nos indica el *Inicio de la Acumulación de Lactato en Sangre (OBLA)*.

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el paquete: *Statistical Package for the Social Sciences (SPSS 20)*, con el que se efectuó la prueba de Kruskal-Wallis (Kruskal & Wallis, 1952) especialmente recomendada para muestras no paramétricas o muy pequeñas. Dicho test es utilizado para determinar la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre más de dos grupos de una variable independiente en una variable dependiente continua u ordinal.

Las jugadoras fueron citadas a la hora de su entrenamiento, insistiendo en que no se hubiera ingerido algún alimento por lo menos dos horas antes del inicio de la prueba. Acudieron vistiendo ropa deportiva, cómoda y holgada y usando zapatos deportivos.

Las deportistas tuvieron acceso al consentimiento informado que detalló minuciosamente el protocolo de investigación que se seguiría durante cada una de las pruebas, de acuerdo a lo expresado en la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica (WMA, 2000), en el caso de las menores de edad, el tutor y entrenador también lo consintieron. De igual forma, se utilizó material para medir la concentración de lactato validado previamente por otras investigaciones en deportistas (Aduen, Bernstein, Khastgir, Miller, Kerzner, Bhatiani, Lustgarten, Bassin, Davison & Chernow, 1994).

Las tomas de sangre en el analizador portátil Accutrend Plus consideró la Norma Oficial Mexicana NOM-012-SSA3-2012, que establece los criterios para la ejecución de proyectos de investigación para la salud en seres humanos.

Resultados

En la figura 1, se muestran las curvas de concentración de lactato ([lac]), velocidad de carrera de todas las jugadoras. En el eje vertical se graficó la [lac] en milimoles de ácido láctico por litro de sangre (mM/l) y en el eje horizontal la velocidad durante las pruebas en kilómetros por hora (km/h).

A cada curva se le realizó el procedimiento descrito en la metodología para interpolar la velocidad a la cual se alcanza la concentración de 4 milimoles de ácido láctico por litro de sangre, valor que se considera como el OBLA (Wasserman, Whipp & Davis, 1981). La tabla 1, mues-

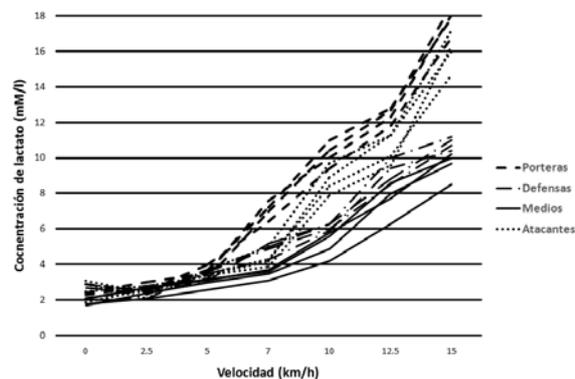


Figura 1
Curvas construidas con la concentración de ácido láctico sanguíneo y la velocidad de la carrera en las 16 jugadoras del equipo femenino de fútbol Universitario.

Tabla 1.
Velocidades del OBLA

	μ	Sujetos			
		1	2	3	4
Portera	5.16	5.24	5	5.17	5.24
Defensa	5.8	6.25	5.46	5.62	5.86
Medio-campista	8.14	7.6	8.07	7.43	9.45
Atacante	6.32	6.5	6.25	5.46	7.07

Velocidades a las cuales cada jugadora alcanzó una concentración de ácido láctico en sangre de 4 mmol/l, lo que corresponde al Inicio de la Acumulación de Lactato en Sangre (OBLA) y los promedios para cada grupo de jugadoras (μ). **P-valor=0.004 obtenido de la prueba de significancia estadística Kruskal Wallis a través de SPSS v.20.

tran los valores de velocidad a los cuales cada una de las jugadoras alcanzaron este valor y los promedios de cada grupo de jugadoras (m). Las diferencias más notables, se presentan entre el grupo de las porteras y las medio-campistas, aunque también se muestran diferencias notables entre porteras y delanteras.

En la figura 2, se muestra los promedios de la concentración de lactato ([lac]) y de velocidad, a la cual se alcanzó el OBLA en cada uno de los grupos de jugadoras, las líneas verticales, resaltan la velocidad en la que cada grupo alcanzó el OBLA.

Las diferencias más notables se observaron entre las porteras (5.16)

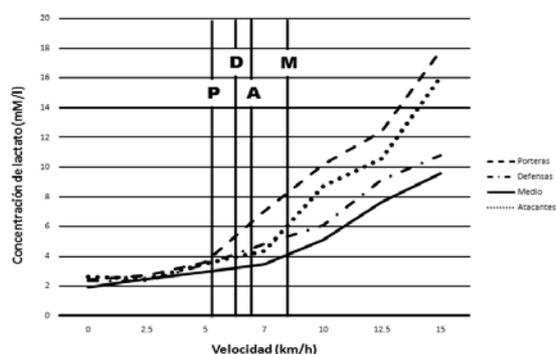


Figura 2.
Curvas de los promedios de [lac] y velocidad de cada uno de los grupos. Las líneas verticales muestran la velocidad para alcanzar el OBLA de cada grupo (P = porteras; D = defensas; M = medio-campistas y A = atacantes)

y las medio-campistas (8.14), sin embargo, también se muestran diferencias relevantes entre las atacantes (6.32) y las porteras.

En el caso de las jugadoras que se desempeñan como defensas (5.8), se muestra una diferencia que resulto ser importante.

En los diagramas de caja (boxplot), de la figura 3, es posible observar la distribución y la mediana de OBLA de los diferentes grupos de jugadoras, pertenecientes a la muestra estudiada. Como puede verse, el OBLA varía notablemente dependiendo de la posición de juego de las futbolistas y, es posible detectar la existencia de diferencias a simple vista entre sus distribuciones.

Para confirmar lo encontrado en los estadísticos descriptivos se procedió a la realización de una prueba de hipótesis utilizando el estadístico de Kruskal-Wallis, con un nivel de significancia (α) del 5 %, en búsqueda de la relación entre el OBLA y la posición de las jugadoras. Por medio del programa SPSS y realizando los cálculos correspondien-

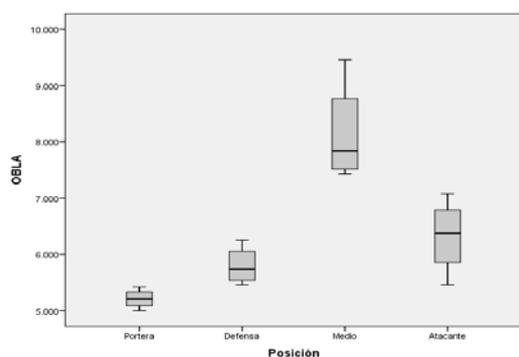


Figura 3.
Diagramas de caja donde es posible observar las diferencias del OBLA en los distintos grupos de jugadoras según la posición de juego de las integrantes del equipo de fútbol femenino Universitario.

tes se obtuvo un p-valor de 0.004 al estadístico antes mencionado, por lo que no fue posible aceptar la igualdad entre las poblaciones (posiciones de juego), por lo tanto, se puede afirmar que existe una diferencia estadística significativa cuando se compara el Inicio de Acumulación de Lactato en Sangre (OBLA) con la posición en la que juegan las futbolistas.

Discusión

La posibilidad de realizar un ejercicio por un tiempo prolongado depende de que los atletas muestren una elevada potencia máxima aeróbica (también conocido como Consumo máximo de Oxígeno o VO_2 máx). Sin embargo, tanto la intensidad como el tiempo de ejecución, se verán limitados cuando nos acercamos al Umbral Anaeróbico.

Aunque a este fenómeno metabólico se le conoce de diferentes formas (Umbral anaeróbico, umbral de lactato, OBLA), es un evento de gran importancia, por su utilización en la evaluación del ejercicio y en la prescripción individualizada de las cargas de trabajo (López & Fernández, 2006).

La intensidad de ejercicio a la que comienzan a elevarse las concentraciones de lactato en sangre por encima de los niveles de reposo, es diferente para cada persona (Ebrahim, Steve & Grant, 2012).

El consumo de oxígeno (VO_2), aumenta con la intensidad del ejercicio y cuando se realiza a baja intensidad, el sistema respiratorio y cardiovascular aportan el oxígeno necesario a los músculos. Cuando la intensidad del ejercicio se incrementa y alcanza niveles altos, los sistemas de captación y transporte son incapaces de aportar el oxígeno que requiere el metabolismo aeróbico y se produce un incremento del metabolismo anaeróbico que se detecta por el aumento en la producción de lactato en sangre, hasta alcanzar el Umbral Anaeróbico. Si el ejercicio continúa aumentando de intensidad los niveles de lactato en sangre pueden llegar a niveles que provoca suficiente malestar como para tener que interrumpir el ejercicio. Cuando esto sucede, la acidosis resultante se acompaña de una bajada del pH que reduce la capacidad para generar fuerza: ya que inhibe a la troponina y dificulta el deslizamiento de la tropomiosina y con ello la formación de los puentes acto-miosina, responsables de la contracción muscular. Parece, por tanto, que el metabolito resultante de este proceso, puede ser uno de los factores limitantes del rendimiento (García Caicoya, 2003).

Cuando nos referimos al Umbral Anaeróbico, entonces hablamos de esa zona de transición entre los metabolismos aeróbico y anaeróbico (Reilly, 1994).

Las actividades que realizan las jugadoras de fútbol durante un partido, dependen de la posición en la que se desempeñen (García-Pinillos, Ruiz-Ariza & Latorre-Román, 2015), de tal manera que las porteras, son requeridas eventualmente cuando su meta esta en peligro y deben reaccionar de manera inmediata y de forma rápida. Es por lo tanto deseable que sean atletas de naturaleza explosiva y que dependan más del metabolismo anaeróbico (con mayor proporción de fibras rápidas). Mientras que, las medio-campistas son las jugadoras que hacen más recorridos en el campo de juego durante un partido, ya que son las obligadas a contribuir a la defensa y a surtir a las atacantes de balones para la ofensiva. Por ello, se considera que son jugadoras con un metabolismo predominantemente aeróbico, lo que les permite que tanto, músculos inactivos, hígado y corazón principalmente capten lactato y lo reutilicen, además que sus sistemas amortiguadores (bicarbonato de sodio) sean mas eficientes.

Conclusión

El proceso de selección y la orientación hacia la posición específica en el campo de juego, representan un aspecto importante para la obtención de logros deportivos, aunque no pueden basarse únicamente en los resultados morfológicos o funcionales de los jugadores, es necesario saber más sobre el rendimiento de las jugadoras de fútbol femenino. A pesar de que algunos investigadores se han ocupado de la elaboración de perfiles de estos jugadores, no encontraron diferencias significativas en las características morfológicas de las jugadoras de fútbol femenino en

función de su posición en el campo de juego. Sin embargo, nuestros resultados determinaron diferencias en variables fisiológicas como es el OBLA entre las medio-campistas y las atacantes con respecto a las defensoras y a las porteras, lo cual es consistente con el trabajo que realizan en el campo de juego.

Las jugadoras del equipo en cuestión realizan un entrenamiento estandarizado (no hay entrenadores para cada grupo de jugadoras), lo cual permite inferir que estos resultados no son producto de un entrenamiento dirigido a cada grupo y, por lo tanto, es posible pensar que corresponde a las habilidades fisiológicas propias de cada jugadora.

A nivel metodológico, se considera que el acercamiento a este tipo de objetos de estudio a través de análisis estadístico descriptivo mediante la interpolación de datos, es una apuesta accesible para ser extrapolable a estudios con variables y/o planteamientos similares. Asimismo, facilita la visualización (gráfica) del proceso que puede dar elementos que sustenten de manera clara la toma de decisiones de los involucrados.

Finalmente es importante mencionar que el presente texto alude a un estudio preliminar y con posibilidades de diseños muestrales más amplios para este tipo de deportistas.

Bibliografía

Aduen, J., Bernstein, K., Khashtgir, T., Miller, J., Kerzner, R., Bhatiani, A., Lustgarten, J., Bassin, A.S., Davison, L. & Chernow, B. (1994). The use and clinical importance of a substrate-specific electrode for rapid determination of blood lactate concentrations. *JAMA*, 272 (21), 1678-85.

Arjona, C., Martínez, Y., & Fernández, M. (2008). Influencia del lugar de extracción en la determinación de los niveles de lactato durante una prueba de esfuerzo incremental. *RAMD*, 1 (2), 57-60.

Astand, P., & Rodhal, K. (1992). *Fisiología del Trabajo Físico*. 3ª ed. Argentina: Ed. Médica Panamericana.

Borbón, O., & Sánchez, F. (2013). Fútbol. Entrenamiento Actual de la Condición Física del Futbolista. *MHSalud*, 10 (2), 1-131.

Carrasco Coca, R. (2013). Análisis de los sistemas energéticos (glucolítico-oxidativo) en el rendimiento físico de los jugadores de fútbol en las diferentes posiciones del juego. Propuesta alternativa. [Tesis doctoral]. ESPE, Ecuador.

Denadai, B., Gomide, E., y Greco, C. (2005). The relationship between onset of blood lactate accumulation, critical velocity, and maximal lactate steady state in soccer players. *J Strength Cond Res*, 19 (2), 364-364.

Ebrahim, P., Steve, B., & Grant, A. (2012) Methods of monitoring the training and match load and their relationship to changes in fitness in professional youth soccer players. *JSS*, 30 (14), 1473-1480.

Figueira, T., Caputo, F., Pelarigo, J. & Denadai, B. (2008). Influence of exercise mode and maximal lactate-steady-state concentration on the validity of OBLA to predict maximal lactate-steady-state in active individuals. *J Sci Med Sport*, 11(3), 280-286.

Galdón, O., Gática, P., & Gerona, T. (2003). *Manual de educación física y deportes*. España: Editorial Océano.

García Caicoya, A. M. (2003). Efectos del bicarbonato sódico sobre la acidosis láctica y el rendimiento en pruebas sucesivas de 300 m.

Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte 3(10), 112-124

García-Pinillos, F., Ruiz-Ariza, A., & Latorre-Román, P. A. (2015). Influencia del puesto específico en la potencia y agilidad de jóvenes futbolistas. *Retos: Nuevas tendencias en Educación Física, Deportes y Recreación*, 27, 58-61.

Hinojosa Costela, A. & Castellano Paulis, J. (2017). Influencia de la distancia recorrida en diferentes rangos de velocidad en la anotación de un gol en fútbol (Influence of the distance covered at different speed ranges on scoring goals in soccer). *Retos: Nuevas tendencias en Educación Física, Deportes y Recreación*, (31), 188-192.

Ingebrigtsen, J, Dillern, T, and Shalfawi, SAI. Aerobic capacities and anthropometric characteristics of elite female soccer players. *J Strength Cond Res* 25(12): 3352-3357

Kruskal, W., & Wallis, A. (1952). Use of Ranks in One-Criterion Variance Analysis. *JASA*, (47), 583-621.

Laguna, J., & Piña, E. (2009). *Bioquímica de Laguna*. 6ª ed. México: Ed. Manual Moderno.

León, H.H., Ramírez, J.F., Sánchez, A., Salazar, J.D., Orjuela, L., & Anzola, S.V. (2015). Comparison of maximum lactate between course navette test and hoff test in soccer players at 2600 meters above sea level. *J. Hum. Sport Exerc.*, 10(1), pp.104-112.

López, J., & Fernández, A. (2006). *Fisiología del Ejercicio*. 3ª ed. España: Ed. Médica Panamericana.

López, J., Aznar, S., Fernández, A., López, L., & Lucia, A. (2004). Valoración de la capacidad aeróbica mediante análisis de lactato. Umbral láctico. En: López, J., Aznar, S., Fernández, A., López, L., Lucia, A., & Pérez, M. (Eds.) *Transición aeróbica-anaeróbica. Concepto, metodología de determinación y aplicaciones* (pp. 25-40). Madrid: Master Line & Prodigio S.L.

Norma Oficial Mexicana NOM-012-SSA3-2012. (2012). Que establece los criterios para la ejecución de proyectos de investigación para la salud en seres humanos. 2012. [consultado 20/11/2014]. Disponible en: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5284148&fecha=04/01/2013

Reilly, T. (1994). *Aspectos Fisiológicos del Fútbol*. PubliCE Standard. Ubicado en la red mundial en: <http://g-se.com/es/entrenamiento-en-futbol/articulos/aspectos-fisiologicos-del-futbol-165> [Consultado 09/02/2016].

Santos-Concejero, J., Granados, C., Bidaurrezaga-Letona, I., Zabala-Lili, J., Irazutsta, J., & Gil, S. (2013). Onset of blood lactate accumulation as a predictor of performance in top athlete. *Retos: Nuevas tendencias en Educación Física, Deportes y Recreación*, 23, 67-69.

Stryer, L. (2013). *Bioquímica*. 7ª ed. España: Ed. Revert.

Wasserman, K., Whipp, B. J., & Davis, J. A. (1981). Respiratory physiology of exercise: metabolism, gas exchange, and ventilatory control. *International Review of Physiology*, 23, 149-211.

World Medical Association. (2000). Declaración de Helsinki para la investigación con seres humanos. [Sitio Web]. Voltaire, Francia: WMA; [consultado 20/11/2014]. Disponible en: <http://www.wma.net/s/policy/b3.htm>

