

Sport Performance

Efecto de un Programa de Entrenamiento Para Mejorar el Consumo Máximo de Oxígeno (VO2max.) De Futbolistas de un Equipo de Primera División del Fútbol de Costa Rica

Effect of a Sport Training Program to Improve Maximum Oxygen Consumption of Players belonging to a Costa Rican First Division Professional Soccer Team

Milton Rivas, Oscar.

Universidad Nacional - Escuela Ciencias del Movimiento Humano y Calidad de Vida. Heredia. Costa Rica.

Dirección de contacto: Oscar Milton Rivas milton.rivas.borbon@una.cr

Fecha de recepción: 7 de Mayo 2014

Fecha de aceptación: 6 de Febrero de 2015

RESUMEN

Propósito: determinar el efecto de un programa de entrenamiento para mejorar el consumo máximo de oxígeno, en futbolistas de un equipo primera división del fútbol de Costa Rica. **Sujetos:** 24 sujetos masculinos, con una edad promedio de $25,7 \pm 3,4$ años. **Instrumentos:** Se utilizó el Yo-Yo test en su versión de recuperación intermitente (IR2), para valorar los posibles cambios en el consumo máximo de oxígeno (VO2max.) de los futbolistas. **Procedimiento:** para la pretemporada para el torneo de invierno 2012 y verano 2013, se aplicó un pre-test para evaluar el estado actual del consumo máximo de oxígeno de los futbolistas, luego se ejecutó un programa de entrenamiento de siete semanas, y por último se aplicó el post-test para evaluar el efecto de dicho programa. **Análisis estadístico:** se aplicó estadística descriptiva, así como las técnicas no paramétricas U-test de Wilcoxon, las pruebas Kruskal-Wallis y tamaño efecto (TE), utilizando el SPSS (versión 17, con un nivel de significancia de $p \leq 0.05$). **Resultados:** se encontró una mejora significativa en el consumo máximo de oxígeno (VO2max.) de los futbolistas. **Conclusión:** el programa planteado logró mejorar el consumo máximo de oxígeno (VO2max.) de los futbolistas.

Palabras Clave: futbolistas elite, VO2máx., Yo-Yo test (IR2), programa de entrenamiento

ABSTRACT

Purpose: To determine the effect of an aerobic training program of aerobic power on Costa Rican professional soccer players. **Subjects:** 24 male subjects, with a mean age of $25.7 \pm 3, 4$ years. **Instruments:** The Yo-Yo test was used in the intermittent recovery (IR2) version to assess possible changes in the aerobic power (VO₂max.) of the players. **Procedure:** for the preseason tournament for winter 2012 and summer 2013, a pre-test was applied to assess the current state their subsequently, they were put on a seven-week aerobic program. Finally, the post-test was applied to assess the effect of the training program. **Statistical analysis:** Descriptive statistics were applied as well as the non-parametric techniques U-test the Wilcoxon, Kruskal-Wallis and Effect Size (ES), using the Statistical Package for Social Sciences SPSS (17 version), the significance level used was $p \leq 0.05$. **Results:** A statistically significant improvement of the players' maximum oxygen consumption (VO₂max.) was recorded. **Conclusion:** The proposed program improved the soccer players' maximum oxygen consumption power (VO₂max.) of the players.

Keywords: Elite soccer players, VO₂ max, Yo-Yo test (IR2), aerobic training program.

INTRODUCCIÓN

El volumen máximo de oxígeno (V_O2 máx.) es la cantidad más alta de oxígeno que el cuerpo puede utilizar durante el ejercicio exhaustivo mientras se respira aire (Astrand & Rodahl, 1986, citado en Svensson y Drust, 2004). El consumo máximo de oxígeno es uno de los indicadores normalmente usados de la potencia y del metabolismo aeróbico, como una indicación del límite funcional del sistema de transporte de oxígeno en los individuos (Howley, Bassett, & Welch, 1995, citado en Svensson y Drust, 2004).

Sobre esta cualidad específica de los futbolistas, Bosco (1994) expresa que generalmente es valorada a través del consumo máximo de oxígeno (V_O2 máx.) y que representa la más sólida expresión de la capacidad de producir trabajo muscular utilizando solamente el metabolismo aeróbico, ha sido evaluado en muchísimos jugadores pertenecientes a equipos profesionales y a equipos nacionales de diversos países. Los valores dados en ml/min/kg oscilan entre 44 como mínimo y 60 como máximo.

El consumo máximo de oxígeno también parece estar relacionado a la posición de juego, la calidad del entrenamiento, nivel de competición, así como de la cantidad total de trabajo hecho durante la competencia (Svensson y Drust, 2004).

Según Urzua, Von Oetinger y Cancino (2009), la intensidad promedio del juego es alrededor del 80 - 90% de la frecuencia cardíaca máxima. El juego, se caracteriza además por periodos de arranques explosivos y carreras a gran velocidad. Estos requerimientos, solicitan en el futbolista, un adecuado sistema energético aeróbico-anaeróbico. Es así, como variables fisiológicas como la potencia aeróbica máxima y la fuerza explosiva del miembro inferior son elementos importantes a considerar en la valoración funcional del futbolista.

A pesar de que los jugadores de fútbol no necesitan una extraordinaria capacidad en alguna de las áreas del rendimiento físico, los nuevos progresos en el entrenamiento de la resistencia, tienen importantes implicaciones para el éxito de los futbolistas (Hoff & Helgerud, 2004). Para aplicar estos métodos es necesario conocer previamente las características físico-fisiológicas del fútbol. Las demandas fisiológicas del fútbol son de naturaleza intermitente (Di Salvo et al., 2007; Ziogas, Patras, Stergiou, & Georgoulis, 2011; Campos, 2012).

Debido a la duración de un partido de competición oficial, el fútbol es un deporte dependiente principalmente del metabolismo aeróbico (Bangsbo, Mohr, & Krstrup, 2006). La intensidad de trabajo media, medida como el porcentaje de la frecuencia cardíaca máxima (FCM), está cerca del umbral anaeróbico: normalmente entre el 80-90 % FCM (Hoff, 2005), aunque con picos de frecuencia cardíaca que llegan al 98 % (Bangsbo et al., 2006).

Diversos autores se han abocado al estudio del consumo máximo de oxígeno de los futbolistas, por ejemplo Campos (2012), después de someter a un grupo de futbolistas jóvenes, a un programa de entrenamiento utilizando el método interval trainer, reportó mejorías significativas ($p < 0.05$) en el V_O2 máx. Por su parte, Slenklewicz-Dianzenza y otros (2009), indicaron haber encontrado diferencias significativas en la velocidad de ejecución de un test de resistencia anaeróbica (6 x 50m), después de 12 semanas de entrenamiento.

Pese a estos estudios, en Costa Rica se carece de evidencia científica, donde se muestren resultados de programas de

entrenamiento orientados a mejorar el consumo máximo de oxígeno de futbolistas profesionales, por lo tanto, el propósito de este estudio fue determinar el efecto de un programa de entrenamiento, para mejorar el consumo máximo oxígeno de futbolistas de un equipo de primera división del fútbol de Costa Rica.

METODOLOGÍA

Sujetos: 24 futbolistas masculinos, con una edad promedio de $25,7 \pm 3,4$ años, pertenecientes a un equipo de fútbol de la primera división del fútbol de Costa Rica, que participarían en el torneo de fútbol UNAFUT Invierno 2012 y Verano 2013.

Instrumentos: se utilizó el Yo-Yo test en su versión de recuperación intermitente nivel II (IR2), diseñado para medir la capacidad para recuperarse del ejercicio intenso (Yo-Yo Intermittent recovery test) (Bangsbo, 1994). En el Yo-Yo test nivel II (IR2), se dan períodos de recuperación de 10 segundos en cada par de carreras de "shuttle" de 20 m.

Procedimientos:

Se incluyó en el estudio a todos aquellos jugadores que participaron al menos en el 80 % de las sesiones de entrenamiento, al final la misma cantidad de participantes que iniciaron el programa lo finalizaron. Luego se aplicó un pre-test utilizando el Yo-Yo test en su versión Intermittent recovery II. Obtenidos los datos del pre-test, se realizó el programa de entrenamiento con una duración de 7 semanas, terminado el mismo se procedió a la aplicación del pos-test.

Tabla 1. Programa de entrenamiento para mejorar el consumo máximo de oxígeno (VO2max.)

Semana	Método	Intensidad	Volumen
1	Carrera continua 4 x S	50-60%	6 km/35 min. 2x 15 min/8 km
2	Intervalos extensivos 3 x S Fartlek	70-80% Cambios de velocidad en carrera de 50% y 90%	2x45 seg/1x1 min. 2x30 seg. 30 min.
3	Intervalos Extensivos 3 x S	70 - 80%	2x45 seg./1x1 seg. 2x30 seq.
4	Circuito de carrera 2 x S Intervalo intensivo	80-90% 80-90%	2x10 min. 2x45 seg./1x1 min. 2x30 seq.
5	Intervalo intensivo 2 x S Circuito de carrera	80-90% 80-90%	2x45 seg/1x1 min. 1x1:30 min. 2x8min.
6	Juegos en espacios reducidos 2 x S Intervalos intensivos	90% 90%	40 min. 2x45seg.
7	Juegos espacios reducido 2 x S	90%	2x20 min.

x S= veces por semana

Para la aplicación del Yo-Yo test en su versión Intermittent *recovery nivel II*, se realizaron los siguientes pasos:

- Se utilizó cancha sintética al aire libre, con 2 marcas a 20 metros de distancia una de la otra, se colocó una tercera marca a 5 metros de distancia detrás y hacia un costado de la marca de comienzo.
- Se aplicó el test en grupos de ocho sujetos con una distancia entre ellos de dos metros.
- Los individuos empiezan a correr hacia delante con la primera señal, la velocidad de carrera debe ser ajustada, para llegar a la segunda marca con la siguiente señal, en esta gira y corre hacia la marca de inicio, cuando llega a la marca de inicio, sigue corriendo lentamente hacia la marca colocada atrás y vuelve hacia la marca de inicio, aquí se espera la próxima señal para comenzar de nuevo, el campo es repetido hasta que el individuo sea incapaz de mantener la velocidad marcada en dos ocasiones de acuerdo al test.
- La primera vez que la marca de inicio no sea alcanzada con la señal, se le da una alarma, y la siguiente vez el test se da por terminado.

- Se inició con el nivel 2.
- La velocidad de comienzo es de 13 km/h, que son 11 segundos para 2 x 20 metros.
- La velocidad es aumentada a intervalos, ya que el tiempo entre las señales se acorta.
- Cuando el individuo para, el último nivel de velocidad y número de intervalos 2 x 20 metros debe ser grabada o anotada.
- La estimación del VO2max se realizó, a partir de la transformación del nivel de velocidad reportado a distancia recorrida en el Yo-Yo Test, y aplicando la siguiente fórmula (Bangsbo y col., 2008):
- $VO2max [ml / (min \cdot kg)] = Distancia \text{ Yo-Yo Test IR2 (m)} \times 0.0136 + 45.3$.
- El programa de entrenamiento dirigido a mejorar el consumo máximo de oxígeno, se sustentó en métodos intermitentes, integrales y continuos, iniciando en la primera semana uno con una intensidad del 50-60 %, aumentada progresivamente hasta llegar a la semana siete con una intensidad del 90%. Inversamente el volumen empezó de medio-alto hasta terminar en volumen bajo. Por otro lado, la frecuencia de sesiones semanales del entrenamiento aeróbico fue disminuyendo conforme avanzaban las semanas.

Análisis estadístico: se utilizó estadística descriptiva (promedios, desviaciones estándar y porcentaje de cambio). El contraste entre valores pre y post se realizó mediante el test de Wilcoxon, y la prueba Tamaño de Efecto (TE), y la comparación según posición de juego para los valores post se llevó a cabo mediante el Kruskal-Wallis. Todos los análisis se realizaron a través del paquete estadístico SPSS (versión 17.0), con un nivel de significancia para la toma de decisiones de $p \leq 0.05$.

RESULTADOS

Se registró diferencias significativas entre los valores promedio pre y post correspondiente al VO2max. ($Z = -4.202$; $p = 0.00$). El promedio post fue de 57.92 ± 1.73 mml/min./kg., mientras que el promedio pre fue de 55.40 ± 2.33 mml/min./kg.

La comparación de los valores promedio del VO2max. según posición de juego, evidencia diferencias significativas para los defensas (TE= 1,8) y los medios campistas (TE= 1,27). En el caso los porteros y delanteros, aunque se registraron aumentos en el VO2max. no se tiene evidencia estadística de la importancia de estos cambios.

Tabla 2. Valores promedio y desviación estándar del VO2max., obtenidos en pre-test y post-test y según posición de juego

Puesto	Pre – test	Desv. Est.	Post – test	Desv. Est.	Sig.
Arqueros (n=3)	51.93	1.88	55.48	2.51	0.10
Defensas (n=8)	55.85	1.81	58.30	1.26	0.01
Mediocampistas (n=8)	55.85	1.75	58.08	1.09	0.01
Delanteros (n=5)	56.06	2.8	58.51	2.01	0.06

El contraste entre los valores promedio pre del VO2max. según posición de juego, no evidenció diferencia significativa ($\chi^2 = 5,98$ p; 0.11), igual comportamiento se registró en la comparación entre los valores promedio post ($\chi^2 = 5,60$ p; 0.13) del VO2max., es decir, los jugadores independientemente de la posición de juego, tanto, al inicio de la intervención, como al final, mostraron una capacidad de VO2max. similar.

DISCUSIÓN

Al existir una diferencia significativa entre los promedios pre y post, se podría afirmar que el programa de intervención logró una mejoría significativa desde el punto estadístico, del VO2max. de los futbolistas participantes del estudio. Con

esto se reafirma lo que plantean Bangsbo y Krustup (2003), en el sentido que este tipo de Yo-Yo test (IR2) es susceptible a los cambios que produce un programa de mejoramiento del consumo máximo de oxígeno.

Referente, a las mejoras específicas por cada posición de juego, la tabla 2 nos indica que si hubo mejoría en el VO2max. en todas la posiciones de juego, no obstante, esta solo fue significativa en el grupo de los medio campistas y delanteros. Esto pudo deberse quizás a que el grupo de delanteros, fue el grupo de jugadores que ingresó con un mayor nivel de capacidad física aeróbica (VO2max. 56.06 mml/min./kg.) de partida, por tanto, se debe recordar que a mayor nivel de capacidad física, así mayor va ser el grado de dificultad para generar cambios importantes en la capacidad física.

Por otro lado, el grupo de jugadores de arqueros logró un mejoramiento en el consumo máximo de oxígeno, pero este no fue estadísticamente significativo, quizás esto pudo deberse a la poca cantidad de sujetos (3) que participaron en el estudio en esta posición.

Ahora bien, El grupo de delanteros fue el que obtuvo el promedio más alto (58.51 mml/min./kg.) en el post test, aspecto que generalmente corresponde más a los medios campistas (Svensson y Drust, 2004), pues generalmente existe una relación lineal entre las demandas de esfuerzo en la competencia y el VO2 máx., y como es sabido, los medios campistas son los jugadores que presentan un nivel mayor de capacidad aeróbica. No obstante, en este equipo en particular, este comportamiento no se dio de esta manera.

Por otro lado, aunque en este estudio el programa de entrenamiento de siete semanas logró mejoras en esta cualidad, algunas veces se requiere de mayor tiempo para lograr mejoras significativas (Maughan, Gleeson, y Greenhaff, 1997, citado en Svensson y Drust, 2004).

Otro aspecto importante a recalcar, es que el incremento en los resultados del VO2max. de los jugadores de campo, fueron relativamente similares u homogéneos, lo indica que el programa fue consistente desde el punto de vista del seguimiento al principio de individualidad, pues no se dan resultados que se “disparan” hacia arriba o hacia abajo, como se denota en la tabla 2.

Por último, se determinó que no hubo diferencia significativa entre los promedios pre ($p = 0.11$) y post ($p = 0.13$) en las diferentes posiciones de juego al finalizar la intervención. Esto indica que hubo homogeneidad en los resultados del VO2max. tanto al inicio, como al final de la intervención, lo que afirma con más consistencia, que los resultados obtenidos en el estudio fueron provocados directamente por el programa de intervención.

APORTES DIDÁCTICOS

El programa de intervención que se utilizó en el estudio, puede servir como modelo de referencia para mejorar el consumo máximo de oxígeno (VO2max.) de otros futbolistas profesionales.

REFERENCIAS

- Bangsbo, J. (1994). The Physiology of Soccer with Special Reference to Intense Intermittent Exercise. *Acta Physiol. Scand.* 619, 1-155.
- Bangsbo, J. (1999). Yo-Yo tests. *Buenos Aires, Argentina: Editorial Paidotribo.*
- Bangsbo, J., Marcello, F. y Krustup, P. (2008). The Yo-Yo intermittent recovery test. *Sports Medicine*, 38(1), 37-51.
- Bangsbo, J., Mohr, M., & Krustup, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *Journal of Sports Sciences*, 24(7), 665-674. doi:10.1080/02640410500482529
- Bangsbo, J. y Krustup, P. (2003). El test Yo-Yo de recuperación intermitente: respuesta fisiológica, confiabilidad y validación. *Recuperado de* <http://www.futbolrendimiento.com.ar/Download/test%20yoyo.pdf>
- Bosco, C. (1994). Aspectos fisiológicos de la preparación física del futbolista. *Barcelona, España: Editorial Paidotribo.*
- Campos, M. (2012). Consideraciones para la mejora de la resistencia en el fútbol. *Apuntes Educación Física y Deportes*, 110(4), 45-51.
- Di Salvo, V., Baron, R., Tschann, H., Calderon Montero, F. J., Bachl, N., & Pigozzi, F. (2007). Performance characteristics according to playing position in elite soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 28(3), 222-227. doi:10.1055/s-2006-924294
- Hoff, J. (2005). Training and testing physical capacities for elite soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 23(6), 573-582. doi:10.1080/02640410400021252
- Hoff, J., & Helgerud, J. (2004). Endurance and strength training for soccer players: Physiological considerations. *Sports Medicine*, 34(3), 165-180. doi:10.2165/00007256-200434030-00003
- Molnar, G. (2000). Análisis sistemático del entrenamiento del futbolista. *Recuperado de*

<http://www.chasque.apc.org/gamolnar/futbol.0/.html>.

Reilly, T. (1996). Aspectos fisiológicos del fútbol. *Actualización en Ciencias del Deporte*. 13(4).

Slenklewicz-Dianzenza, E., Rusin, M. & Stupnicki, R. (2009). Anaerobic resistance of soccer players. *Fitness performance*. 2009 mayo-junio, 8(3), 199-203.

Svensson, M., & Drust, B. (2005). Testing soccer players. *Journal of Sports Science*, 23(6), 601-618.

Urzua, R., Von Oetinger, A., Cancino, J. (2009). Potencia aeróbica máxima, fuerza explosiva del miembro inferior y peak de torque isocinético en futbolistas chilenos profesionales y universitarios. *Revista Kronos*, 14(8), 49-52.

Ziogas, G. G., Patras, K. N., Stergiou, N., & Georgoulis, A. D. (2011). Velocity at lactate threshold and running economy must also be considered along with maximal oxygen uptake when test-ing elite soccer players during preseason. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(2), 414-419. doi:10.1519/JSC.0b013e3181bac3b9