

## Efecto de un programa de entrenamiento para mejorar el consumo máximo de oxígeno de futbolistas de un equipo de la primera división del fútbol de Costa Rica

Effect of a training program to improve the maximal oxygen uptake of soccer players of a team from the first division of the soccer of Costa Rica

Óscar Milton Rivas-Borbón  
Universidad Nacional  
Heredia, Costa Rica  
[miltonribo@gmail.com](mailto:miltonribo@gmail.com)

Recibido: 2/10/14 Aceptado: 15/2/16

**Resumen:** El propósito de este estudio fue determinar el efecto de un programa de entrenamiento dirigido a mejorar el consumo máximo de oxígeno en futbolistas, de un equipo de 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 (IR2) para valorar los posibles cambios en el consumo máximo de oxígeno de los futbolistas. Procedimiento: para la pretemporada del torneo de invierno 2012 y verano 2013, se aplicó un pretest 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 posttest para evaluar el efecto de dicho programa. Análisis estadístico: se aplicó estadística descriptiva, así como las técnicas no paramétricas U-test de Wilcoxon y Friedman test, utilizando el SPSS (versión 17, con un nivel de significancia de  $p \leq 0.05$ ). Resultados: se registró una mejora significativa en el consumo máximo de oxígeno de los futbolistas desde el punto de vista estadístico. Conclusión: el programa logró mejorar el consumo máximo de oxígeno de los futbolistas.



**Palabras clave:** Futbolistas élite, VO<sub>2</sub>máx., Yo-Yo test, 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 version to assess possible changes in the aerobic power 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 of the Wilcoxon and Friedman test and t-student for repeated measures 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 was recorded. Conclusion: The proposed program improved the soccer players' maximum oxygen consumption power of the players.

**Keywords:** Elite soccer players, VO<sub>2</sub> max, Yo-Yo test, aerobic training program

El volumen máximo de oxígeno ( $VO_{2\text{máx.}}$ ) 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 ( $VO_{2\text{máx.}}$ ) y que representa la más sólida expresión de la capacidad de producir trabajo muscular utilizando solamente el metabolismo aeróbico. Esto 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 con la posición de juego, la calidad del entrenamiento, el 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 períodos de arranques explosivos y carreras a gran velocidad. Estos requerimientos solicitan, del 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 por 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 ofrecen 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 (Campos, 2012; Di Salvo et al., 2007; Ziogas, Patras, Stergiou, & Georgoulis, 2011).

Debido a la duración de un partido de competición oficial, el fútbol es un deporte dependiente principalmente del metabolismo aeróbico (Bangsbo, Mohr, & Krustrup, 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 los futbolistas profesionales, por lo tanto, el propósito de este estudio fue determinar el efecto de un programa de entrenamiento, para mejorar el consumo máximo de 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 da período 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, luego se aplicó un pretest utilizando el Yo-Yo test en su versión intermittent recovery II. Obtenidos los datos del pretest, se realizó un programa de entrenamiento con una duración de 7 semanas y, una vez terminado, se procedió a la aplicación del postest.

Tabla 1

*Programa de entrenamiento para mejorar el consumo máximo de oxígeno*

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 seg.

*Continúa*

Semana	Método	Intensidad	Volumen
4	Circuito de carrera	80-90%	2x10 min.
	2 x S Intervalo intensivo	80-90%	2x45 seg./1x1 min. 2x30 seg.
5	Intervalo intensivo	80-90%	2x45 seg./1x1 min.
	2 x S Circuito de carrera	80-90%	1x1:30 min. 2x8min.
6	Juegos en espacios reducidos	90%	40 min.
	2 x S Intervalos intensivos	90%	2x45seg.
7	Juegos espacios reducido 2 x S	90%	2x20 min.

Nota: x S= veces por semana.

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

1. 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.
2. Se aplicó el test en grupos de ocho sujetos con una distancia entre ellos de dos metros.
3. 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 giran y corren hacia la marca de inicio, cuando llegan a la marca de inicio, siguen corriendo lentamente hacia la marca colocada atrás y vuelven hacia la marca de inicio. Aquí esperan 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 con el test.
4. 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.

5. Se inició con el nivel 2.
6. La velocidad de comienzo es de 13 km/h, que son 11 segundos para 2 x 20 metros.
7. La velocidad es aumentada a intervalos, ya que el tiempo entre las señales se acorta.
8. Los progresos y resultados del test pueden ser grabados en los programas provistos.
9. Después de cada intervalo de 2 x 20 metros cubiertos, el correspondiente espacio en los programas de test debe ser chequeado.
10. Cuando el individuo para, la última velocidad y número de intervalos 2 x 20 metros debe ser grabada o anotada.
11. El último intervalo 2 x 20 metros debe ser incluido. El valor promedio para futbolistas de élite es de 21:6 (1000 m) y la variación es de 21:5 – 23:6 (600 – 1320 m).
12. El programa de entrenamiento dirigido a mejorar el consumo máximo de oxígeno se sustentó en métodos intermitentes, integrales y continuos, iniciando en la primer 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 comparación según posición de juego para los valores post se llevó a cabo mediante el Friedman test. Todos los análisis se realizaron a través del paquete estadístico SPSS (versión 17.0), con nivel de significancia equivalente a  $p \leq 0.05$ . Estadística inferencial por medio de pruebas *t-student* para medidas repetidas, utilizando el paquete estadístico de ciencias sociales SPSS (versión 15), con nivel de significancia menor a  $p \leq 0.05$ .

## Resultados

En esta apartado se presentan los resultados del estudio. El orden de exposición está estrechamente relacionado con el objetivo del estudio.

En relación con los valores promedio, desviación estándar entre pretest y postest de los jugadores de primera división del fútbol de Costa Rica, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 2

*Valores promedio y desviación estándar en pre-test y post-test de la aplicación del Yo-Yo test de recuperación intermitente nivel II, en los jugadores de la primera división, y con su respectivo porcentaje de cambio*

Puesto (n=24)	Pretest	Desv. Est.	Postest	Desv. Est.	Δ
Arqueros (3)	19,03	0,64	19,96	0,58	4,9
Defensas (8)	20,05	0,42	20,61	0,29	2,8
Mediocampistas (8)	20,05	0,32	20,56	0,25	2,5
Delanteros (5)	20,1	0,64	20,66	0,46	2,8
Equipo general	19,93	0,51	20,55	0,40	3,1

Nota: \*Δ: aumento porcentual.

Como se observa en el cuadro anterior, el resultado del promedio de postest fue superior al del pretest, los futbolistas lograron mejorar en un 3.1 % los resultados del Yo-Yo test en su versión de recuperación intermitente (IR2). Lo anterior se traduce en una mejoría del consumo máximo de oxígeno de los futbolistas.

Esta tabla 2 muestra el comportamiento de los jugadores de cada posición, en comparación con los resultados promedios del equipo en general. Por ejemplo, en el promedio final (postest) los puestos, a decir: defensas, y delanteros, estuvieron por arriba del promedio del equipo, los medios campistas muy similar al promedio, mientras que los arqueros por debajo.

La comparación entre los valores pre y post arrojó diferencias estadísticamente significativas ( $Z = -4,20$ ;  $p = 0.00$ ) las cuales indican que el programa logró una mejora en el consumo máximo de oxígeno de los futbolistas.

Por otro lado, el contraste entre grupos según posición de juego no mostró diferencias significativas ( $\chi^2 = 5.06$ ;  $p = 0.16$ ).

## Discusión

La tabla 2 detalla que, en términos generales, el equipo obtuvo una mejoría en el rendimiento de Yo-Yo test de recuperación intermitente de un 3.1%

porcentual, por lo que se podría decir que el programa de entrenamiento que se desarrollo logró mejorar el consumo máximo de oxígeno de los futbolistas. Referente a las mejoras específicas por cada posición, indica que el grupo de arqueros fue el que obtuvo mayor sensibilidad al programa, pues fue el que más incrementó porcentualmente (4.9%); esto, debido, quizás, a que fue el grupo de jugadores que ingresó con un menor nivel de capacidad aeróbica, por tanto, sus posibilidades de crecimiento en esta cualidad eran mayores en relación con la de sus compañeros, pues, cuanto mayor sea el nivel de capacidad física, así, mayor va ser el grado de dificultad para generar cambios importantes. Sin embargo, este grupo de jugadores –arqueros-, a pesar de su mejoramiento en el consumo máximo de oxígeno, no logró alcanzar el límite inferior internacional, que es de 20.4 (Bangsbo, 1999), pues ellos obtuvieron 19.96.

Por otro lado, el grupo de delanteros fue el que obtuvo el promedio más alto (20.66) en el postest, 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  $VO_2$  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 no se dio de esta manera.

Por último, es importante recalcar que a excepción del departamento de arqueros, los demás departamentos (defensas, medios y delanteros) alcanzaron promedios que se ubican en el límite inferior del rango internacional (20.4), pero ninguno obtuvo el promedio internacional, según Bangsbo (1999) que es de 22.6.

También, es pertinente mencionar que ese aumento registrado entre el pretest y el postest fue significativo estadísticamente. Además, se cumplió con lo que plantean Bangsbo y Krustup (2003), en el sentido de que este tipo de Yo-Yo test (IR2) es susceptible a los cambios que produce un programa de mejoramiento del consumo máximo de oxígeno.

Por otra parte, 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 que merece recalcar es que el incremento en los resultados del test de los jugadores de campo fue relativamente similar u homogéneo, lo que indica que el programa logró consistencia desde el punto de vista



del seguimiento al principio de individualidad, pues no se dan resultados que se “disparen” hacia arriba o hacia abajo, como se denota en la tabla 2.

### **Aportaciones didácticas**

El programa de intervención que se utilizó en el estudio puede servir como modelo de referencia para mejorar el consumo máximo de oxígeno 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., Tschan, 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). Recuperado de: <http://g-se.com/es/journals/public-standard/articulos/aspectos-fisiologicos-del-futbol-165>
- Slenklewicz-Dianzenza, E., Rusin, M. & Stupnicki, R. (mayo-junio, 2009). Anaerobic resistance of soccer players. *Fitness performance*, 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 CRONOS*, 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 testing elite soccer players during preseason. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(2), 414-419. doi:10.1519/JSC.0b013e3181bac3b9