

Pruebas de velocidad aeróbica máxima con jóvenes futbolistas. Control y programación de la intensidad de los entrenamientos

Maximal Aerobic Speed Tests with Young Footballers. Monitoring and Scheduling Training Intensity

PHILIPPE CAMPILLO

ORCELLE NKUIGNIA

Facultad de Ciencias del Deporte y de la Educación Física
Université Lille 2 (Francia)

CARMEN MATÍAS LÓPEZ

Facultad Libre de Letras y Ciencias Humanas
Université Catholique de Lille (Francia)

Correspondencia con autor

Philippe Campillo

philippe.campillo@univ-lille2.fr

Resumen

Se ha realizado un estudio comparativo para analizar la importancia del entrenamiento intermitente, más precisamente la utilización de la velocidad aeróbica máxima (VAM) intermitente en la práctica del fútbol. Se ha evaluado la VAM continua con la prueba VAMEVAL (evaluación de la velocidad máxima aeróbica) y la VAM intermitente con la prueba 45-15 con ayuda de 21 jóvenes futbolistas. Teniendo en cuenta los resultados se han formado dos grupos homogéneos que realizan un ciclo de siete semanas de entrenamiento específico con el objetivo de desarrollar la PMA. La intensidad del entrenamiento del grupo 1 tiene como referencia el nivel máximo de la VAM continua y el de la VAM intermitente para el grupo 2. Para el conjunto de los jugadores, y para cada grupo, se observa una diferencia significativa inicial ($p < 0,001$) entre la VAM intermitente ($16,02 \pm 1,21$ km/h) y la VAM continua ($14,12 \pm 1,06$ km/h). Finalizado el ciclo se mantienen las mismas diferencias entre las VAM intermitentes y continuas. Sin embargo, para el grupo 1 no hay diferencias significativas entre las dos pruebas 45-15 inicial y final; por el contrario, para el grupo 2 existe una clara diferencia ($p < 0,01$) entre las dos pruebas intermitentes ($15,86 \pm 1,50$ km/h / $17,0 \pm 0,97$ km/h). Aunque los dos grupos han mejorado su VAM continua se observa un aumento superior de la velocidad en el grupo 2. Es muy importante tener en cuenta los resultados de las pruebas de VAM continua y sobre todo intermitente para programar y adaptar con precisión la intensidad de los entrenamientos, puesto que existen diferencias que no siempre se valoran.

Palabras clave: entrenamiento, predicción, jóvenes, prueba de esfuerzo

Abstract

Maximal Aerobic Speed Tests with Young Footballers. Monitoring and Scheduling Training Intensity

We performed a comparative study to analyse the importance of intermittent training, more precisely the use of intermittent maximal aerobic speed (MAS), in football. We assessed continuous MAS with the MAS-EVAL test and intermittent MAS with the 45-15 test using 21 young footballers. Bearing in mind the results two uniform groups were formed who did seven weeks of specific training in order to develop their MAP. Training intensity was indexed to the maximum level of continuous MAS for group 1 and to maximum intermittent MAS for group 2. For all the players and for each group there was a significant initial difference ($p < 0.001$) between intermittent MAS (16.02 ± 1.21 kph) and continuous MAS (14.12 ± 1.06 kph). The same differences between intermittent and continuous MAS were maintained once the 7 weeks of training had finished. However, for group 1 there were no significant differences between the initial and final 45-15 tests, in contrast to group 2 where there was a clear difference ($p < 0.01$) between the two intermittent tests (15.86 ± 1.50 kph / 17.0 ± 0.97 kph). Although both groups improved their continuous MAS the speed increase was higher in group 2. It is very important to consider the results of continuous and especially intermittent MAS tests to schedule and accurately tailor the intensity of training, since there are differences that are not always assessed.

Keywords: training, prediction, young people, stress test

Introducción

El rendimiento en el fútbol más allá de los fundamentos técnicos primordiales no se limita únicamente a los aspectos energéticos; no obstante, el entrenador debe tener en cuenta sus componentes fisiológicos (Tumilty, 1993; Fernández-Gonzalo et al., 2010). De hecho, la práctica de este deporte, incluso a nivel aficionado, implica ciertas cualidades básicas. La velocidad es indispensable para la posesión del balón bajo la presión del adversario; la fuerza máxima de los miembros inferiores es crucial para los saltos verticales en el dominio del juego aéreo y la ejecución de tiros de alta potencia. Por último, la capacidad aeróbica (Helgerud, Engen, Wisloff, & Hoff, 2001; Hoff & Helgerud, 2004; Wisløff, Helgerud, & Hoff, 1998) mantendrá un ritmo rápido durante el partido y mejorará la recuperación entre las acciones (Ekblom, 1986; Stølen, Chamarri, Castagna, & Wisløff, 2005).

El desarrollo físico debe tener en cuenta las características antropométricas y fisiológicas (Le Gall, Carling, Williams, & Reilly, 2010; Vaeyens et al., 2006), el nivel de la práctica y especialmente, los requisitos de la disciplina (Bangsbo, Mohr, & Krstrup, 2006). El fútbol es un deporte donde se repiten sprints cortos sucesivos y desplazamientos a velocidades medias en diferentes orientaciones espaciales. Los movimientos y gestos técnicos exigen buenas cualidades de apoyo y de impulsión para la gestión del equilibrio, de las posturas del cuerpo y la locomoción, en consonancia con la posición de la pelota y de los futbolistas, lo que requiere también un alto nivel de percepción visual (Vänttinen, Blomqvist, Luhtanen, & Häkkinen, 2010; Williams, 2000). La repetición correcta de estos movimientos revela el nivel de calidad técnica y la táctica del jugador al exigir además cierta resistencia aeróbica (Bangsbo, 1994).

En los niños y los adolescentes las etapas del desarrollo de estas capacidades corresponden a periodos específicos de crecimiento y tendrán un impacto no sólo en la salud, sino también en el rendimiento futuro de los atletas (Philippaerts et al., 2006; Reilly, Bangsbo, & Franks, 2000). Esto es lo que sucede tanto con la capacidad aeróbica como con la potencia aeróbica máxima (Castagna, Manzi, Impellizzeri, Weston, & Barbero Álvarez, 2010), asociadas a los cambios en la evolución de la hemoglobina (Hb) y del hematocrito (HCT) de acuerdo con el trabajo de Hansen y Klausen (2004). Desde hace tiempo, el rendimiento en el fútbol se puede cuantificar con el nivel de VO_2 máx que el preparador físico o entrenador puede mejorar en el futbolista según la intensidad de los ejercicios individuales y específicos

(Mujika, Santisteban, Angulo, & Padilla, 2007). En la práctica, este objetivo se caracteriza por la planificación según la velocidad aeróbica máxima (VAM) y la potencia aeróbica máxima (PMA).

En los años ochenta Léger y Boucher desarrollaron el concepto de velocidad máxima aeróbica (VAM), fundamental para el entrenamiento. Dicha velocidad conlleva a un consumo máximo de oxígeno (VO_2 máx). Es necesario definir con precisión dicha velocidad de referencia a través de pruebas de laboratorio o de campo para desarrollar con eficacia la capacidad aeróbica, que incluye, entre otras cosas, la resistencia y la potencia aeróbica máxima. La VAM representa la base fundamental para organizar de forma precisa las cargas de trabajo aeróbico durante el entrenamiento, puede medirse directamente con pruebas continuas o intermitentes (Andersen, Andersen, Andersen, & Andersen, 2008; Castagna, Impellizzeri, Cecchini, Rampinini, & Álvarez, 2009; Nicholas, Nuttall, & Williams, 2000; Rampinini et al., 2010). El principal interés de estas pruebas es establecer intensidades de carrera. Sin embargo, estas pruebas son útiles sólo si los sujetos están en el límite de sus capacidades físicas para alcanzar la velocidad al VO_2 máx (Iai-che, Toral, & Friemel, 1996).

Este estudio tiene un doble objetivo: en primer lugar, proponer a jóvenes futbolistas dos pruebas diferentes, realizadas habitualmente durante los entrenamientos y comparar *a posteriori* los resultados. Una de dichas pruebas se realiza según un esfuerzo continuo, la prueba VAMEVAL (evaluación de la velocidad máxima aeróbica) de Cazorla (1992), la otra, alternando de manera intermitente fases de trabajo y de descanso, el 45-15 de Gacon (1991), con el fin de medir en el campo, sin instrumentos sofisticados y costosos, la velocidad aeróbica máxima. En segundo lugar, los dos grupos de jugadores inicialmente homogéneos en VAM se entrenan de acuerdo con las intensidades de VAM continua (VAMc) para el grupo 1 e intermitente (VAMi) para el grupo 2, durante siete semanas, con el objetivo de analizar las diferencias en los resultados de tests sucesivos.

Material y métodos

Veintiún jóvenes futbolistas (edad: $13,65 \pm 0,2$ años; estatura: $1,58 \pm 0,1$ m, peso $45,6 \pm 7,1$ kg, IMC: $18,3 \pm 2,1\%$), que participan en el campeonato de fútbol regional del norte de Francia en la categoría de infantiles (13 años), han aceptado colaborar en este estudio con el consentimiento escrito de los padres. El

estudio consiste en examinar a todos los jóvenes con la prueba VAMEVAL y la prueba 45-15, respectivamente, para determinar los valores iniciales de VAM continua (VAMEVAL) e intermitente (45-15). La realización de las pruebas de esfuerzo es relativamente fácil porque estos jóvenes las conocen perfectamente. Dichos jugadores se han sometido a estas pruebas varias veces durante la temporada deportiva anterior. Las pruebas se realizan durante un entrenamiento, es decir por la tarde de 17:30 a 19 h. Se ha establecido un periodo de 72 horas de descanso entre ambas. Los jóvenes futbolistas se reparten de acuerdo con los resultados de las medias entre VMA continua e intermitente. Los dos grupos G1 y G2 son homogéneos ya que no presentan diferencia significativa alguna entre la media y la desviación estándar de VMA (Prueba U de Mann-Whitney). Hemos realizado un programa específico de desarrollo de la potencia aeróbica máxima (PMA) de una duración de 7 semanas incluyendo una sesión específica en forma de esfuerzos intermitentes de 90 a 100 % de la VAM y dos sesiones siguiendo la planificación general del entrenamiento. Los jugadores del grupo G1 trabajan según las cargas basadas en los resultados de la velocidad VAMEVAL (1) y el grupo G2 en función de la velocidad de 45-15 (1). Al final del ciclo, los 2 grupos se someten de nuevo a las mismas pruebas para obtener VAMEVAL (2) y 45-15 (2).

Prueba 1: VAMEVAL (VAMc)

VAMEVAL es una prueba de carrera progresiva en principio sobre una pista de atletismo calibrada con niveles de esfuerzo de un minuto, para determinar las VAM. Es el mismo protocolo que la prueba de Léger y Boucher (1980), excepto que los niveles son de un minuto (en lugar de dos minutos), el aumento gradual de la velocidad es de 0,5 km/h (en vez de 1 km/h) y los intervalos entre las señales acústicas de aviso de 20 m (en lugar de 50 m). Esta prueba la realizó Cazorla en 1990 para evaluar la VAM y el VO_2 máx por extrapolación. La prueba empieza con una velocidad de 8,5 km/h, las velocidades se regulan mediante una banda de sonido (lector MP3/MP4) que emite sonidos con cada intervalo calculado anteriormente. En cada sonido, es necesario ajustar su propio ritmo para encontrar exactamente las marcas de señalización cada 20 m en una pista de 200 m (o un múltiplo de 20 m). Esta prueba permite un retraso de más o menos 1 o 2 m antes de los puntos de referencia. Dicho ajuste se consigue fácilmente después de 1 o 2 vueltas con la velocidad inicial lenta de 8,5 km/h impuesta durante 2 minutos;

después la prueba comienza a acelerarse gradualmente. El calentamiento no es necesario porque la prueba triangulada aumenta progresivamente en intensidad y los primeros minutos son bastante fáciles. Además, los futbolistas deben estar realmente en forma para realizar la prueba hasta el final de sus posibilidades. En resumen, a cada sonido, el atleta se sitúa en una baliza o cono colocado cada 20 m y cada minuto corresponde a una velocidad aeróbica máxima (VAM). Por ejemplo, el nivel 13 corresponde a una VAM de 14 km/h.

Prueba 2: 45-15 (VAMi)

En esta prueba intermitente cada jugador corre 45 segundos y descansa 15; para llevarla a cabo se necesita una pista de 200 metros o un campo de fútbol y algunas marcas de señalización, las dos primeras a 100 m de distancia, las otras colocadas cada 6,25 m. El calentamiento no es necesario por las mismas razones de la prueba inicial VAMEVAL. Las carreras se realizan ida y vuelta. En la primera carrera, el cono n.º 1 está situado a 100 m desde el principio y se debe llegar en 45 segundos. En la siguiente carrera, el cono n.º 2 tiene que alcanzarse al mismo tiempo, y así sucesivamente. La distancia en 45 segundos se incrementa de 6,25 m por minuto para un aumento de la velocidad de 0,5 km/h. Cada jugador debe correr manteniendo el ritmo, el tiempo que pueda. El jugador abandona la prueba cuando no puede llegar a la señalización siguiente. Puede admitirse un margen de 3 a 4 m con la condición de validar realmente el siguiente nivel. El último nivel alcanzado sin demora permite determinar la VAM intermitente con una tabla de correspondencia.

Ejercicios para sumarse al entrenamiento

Para desarrollar la capacidad y el poder del metabolismo aeróbico, se utilizó el método de los esfuerzos intermitentes mediante el incremento gradual de la carga y por lo tanto la duración específica. Todas estas situaciones se realizan según una intensidad situada entre el 90 % y el 100 % de VAMc para G1 y VAMi para G2. La duración total del ejercicio es de 10 a 45 minutos, con series de 3 a 5 minutos. La recuperación pasiva, andando, fue de 3 minutos entre las series. Se utilizó una variedad de esfuerzos intermitentes de corta y larga duración de 10 s/10 s, 15 s/15 s, 20 s/20 s, 10 s/20 s y 3 s/3 s, en partidos con un mínimo de jugadores (3×3, 1×1) en un terreno reducido (múltiples juegos reducidos de fútbol).

Estadísticas

Todos los datos se expresan en las medias y desviaciones estándar correspondientes. El reducido número de sujetos de los grupos, así como la prueba de Wilk-Shapiro que rechaza la hipótesis de normalidad multivariante, predispone al uso de pruebas no paramétricas. El análisis de la varianza de Friedman permite comparar las diferentes VAM. Las variables relacionadas antes y después del ciclo específico se estudian con el test de Wilcoxon. Las correlaciones entre los valores individuales resultantes de los ensayos VAMEVAL y 45-15 se han estudiado con el coeficiente de correlación de rangos de Spearman. La prueba U de Mann-Whitney compara las variables entre los dos grupos G1 y G2. La hipótesis nula se rechaza a $p < 0,05$.

Resultados

La comparación con la prueba de Wilcoxon para todo el grupo de jugadores muestra diferencias significativas entre todas las variables de VAM continuas (c) o intermitentes (i) al principio y al final del ciclo (*fig. 1*); principalmente entre las pruebas iniciales (1), VAMEVAL (1) ($14,12 \pm 1,03$ km/h) y 45-15 (1) ($16,02 \pm 1,21$ km/h) así y entre las pruebas finales (2), VAMEVAL (2) ($15,00 \pm 1,04$ km/h) y 45-15(2) ($16,79 \pm 0,81$ km/h). Los aumentos entre las VAMEVAL de 1,06% y entre los 45-15 de 1,05% iniciales y finales explican que las diferencias entre VAMEVAL y 45-15 se reducen de 0,88 km/h a 0,76 km/h al final del ciclo de entrenamiento (*fig. 1*). La regresión lineal de $y = 0,90x + 13,23$ señala dicha progresión con un $R^2 = 0,99$.

Los resultados de este estudio ponen de relieve que la VAM inicial y final obtenida en la

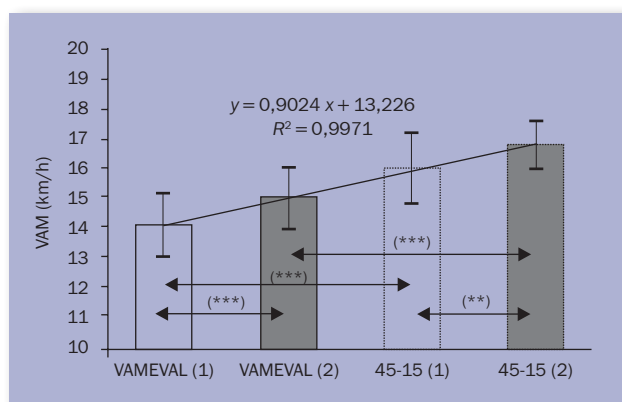


Figura 1. Comparación de la VAM durante la prueba continua e intermitente antes (1) y después (2) del ciclo

prueba de 45-15 es significativamente superior a la VAM obtenida con la prueba VAMEVAL ($1,90 \pm 0,70$ km/h/ $1,79 \pm 0,66$ km/h). Es importante señalar que para todos los jugadores la velocidad en el 45-15 es superior a la VAMEVAL.

Según el test de Wilcoxon, el estudio específico de los resultados de los grupos G1 y G2 muestra diferencias significativas entre la VAMEVAL (1), 45-15 (1) y la VAMEVAL (2) para los dos grupos. A pesar de que existe una diferencia para el grupo G2 entre el 45-15 (1) y el 45-15 (2) con una ventaja de $1,14 \pm 0,84$ km/h dicha diferencia no existe para G1.

El análisis de las VAM a partir de la prueba U de Mann-Whitney no revela diferencia alguna tras este ciclo específico de entrenamiento. Los atletas de los dos grupos (*fig. 2*) han mejorado la VAM, sin embargo los entrenamientos con la intensidad específica VAMEVAL (1) para G1 y 45-15 (1) para G2 no permiten diferenciar VAMEVAL (2) ni 45-15 (2) finales.

Aunque al final la VAM es superior para los dos grupos, el análisis con U de Mann-Whitney revela que no hay diferencias; no obstante, la progresión es más importante en el grupo G1.

El coeficiente de correlación de Spearman muestra relaciones superiores entre VAMEVAL (1)/45-15 (1) que para VAMEVAL (2)/45-15 (2). Las líneas de regresión de la *figura 3*, que corresponden al diagrama de dispersión de las coordenadas correspondientes (VAMEVAL; 45-15) a cada futbolista y a las pruebas inicial ($y (1) = 0,92x + 3,01$ con $R^2 = 0,65$) y final ($y (2) = 0,61x + 7,71$ con $R^2 = 0,57$) demuestran la progresión del grupo. La reducción de la oblicuidad de la recta y (2) con respecto a y (1) de $11,5^\circ$ revela una disminución de la diferencia entre VAMEVAL y 45-15 al final del ciclo intermitente.

Dada la relación lineal entre VO_2 y velocidad, el valor promedio de VO_2 máx al final del ciclo de prueba y ensayo VAMEVAL 45-15 corresponde, respectivamente, a $52,5 \pm 3,5$ $ml \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$ y $58,8 \pm 2,8$ $ml \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$. Estos resultados se deducen simplemente a partir de la relación del VO_2 máx ($ml \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$) = $3,5 \times VAM$ (km/h) Leger y Mercier (1984). Dichos resultados, que admiten un margen de error asociado a la economía de carrera, son similares a los del nivel superior de la misma categoría de edad en el test VAMEVAL ($54,4 \pm 2,9$ $ml \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$ para los de 13 años y $60,2 \pm 3,0$ $ml \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$ para los de 14 años) registradas en el Centro Nacional de Técnicas de Fernand Sastre, de la FFF (Carling, Le Gall, Reilly, & Williams, 2009).

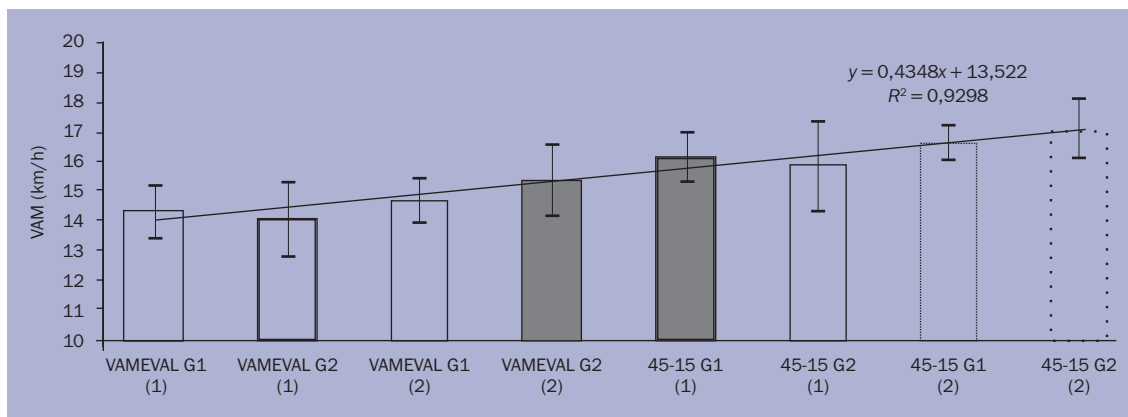


Figura 2
Comparación de la VAM continua o intermitente del grupo G1 o G2 de acuerdo con sus valores iniciales (1) o definitivos (2)

Discusión

Según los resultados de este estudio, dichos jugadores ya tienen un nivel de rendimiento de aficionados con dos sesiones de entrenamiento y un juego por semana. Todos han mejorado su nivel significativamente. En efecto, el análisis de la VAM inicial muestra que las VAM obtenidas en la prueba intermitente (45-15) son superiores de aproximadamente 2 km/h en la prueba continua (VAMEVAL). Esto es similar a los resultados de estudios semejantes que recomiendan que se aumente la VAM continua de 2 km/h para obtener una VAM de referencia conveniente para el trabajo intermitente. En lo que se refiere a la distinción entre el trabajo continuo e intermitente de los estudios anteriores, Astrand, Astrand, Christensen y Hedman (1960), y Christensen, Hedman y Saltin (1960), han demostrado que el modelo de ejercicios intermitentes permitían obtener intensidades superiores en los ejercicios continuos. Pero sobre todo era más eficaz que el ejercicio continuo para desarrollar un consumo máximo de oxígeno (VO_2 máx). Los ejercicios intermitentes en comparación con los ejercicios continuos permiten correr durante más tiempo a velocidades superiores (Chaouachi et al., 2010). Sin embargo, según la combinación de diferentes parámetros que caracterizan el ejercicio intermitente (intensidad y duración de los intervalos de los ejercicios y de la recuperación, el número de series y repeticiones, etc.), el impacto fisiológico en el organismo es diferente.

Ambas pruebas VAMEVAL y 45-15 son adecuadas para una amplia muestra de jugadores jóvenes y mayores, principiantes y experimentados, ya que resulta asequible para aquellos que no tienen una condición física desarrollada, para los que el sistema aeróbico es débil o para los de corpulencia considerable. La calidad del desarrollo aeróbico requiere una evaluación de las necesida-

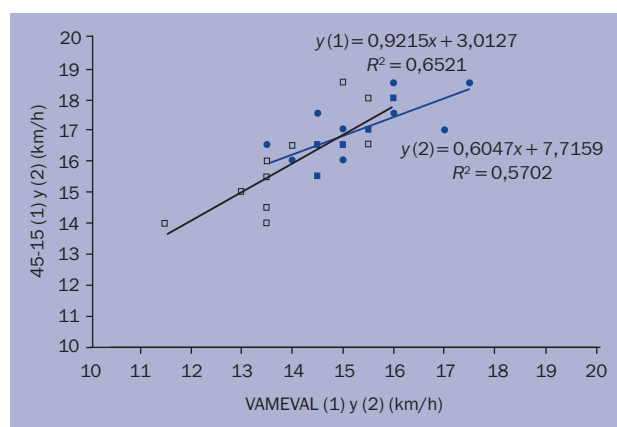


Figura 3. Regresión lineal de las VAM intermitentes en función de las VAM continuas para la prueba inicial (1) y final (2)

des de trabajo y debe presentar cierta progresión entre el nivel inicial y el conseguido en el ciclo. De esta manera el entrenamiento debe adaptarse al nivel físico y a la motivación. Sin embargo, se puede observar que el 45-15 es una prueba técnica, es decir, una evaluación sobre el terreno concebida para establecer la zona de intensidades útiles para la elaboración de las cargas de entrenamiento de la potencia aeróbica máxima de forma intermitente. Así pues, si se compara su resultado con una prueba llamada continua de tipo VAMEVAL (figs. 1 y 2) el límite de velocidad es significativamente mayor. Esta diferencia no es una cuestión de fiabilidad sino de rigor. En efecto, se debe utilizar una prueba intermitente para elaborar cargas intermitentes y un test continuo para llevar a cabo cargas continuas. Con un test continuo el entrenador tendrá que extrapolar la velocidad para constituir las cargas intermitentes, pero es fuente de distorsión. Por otra parte el entrenador podrá ajustar la velocidad en función de la

reacción de sus jugadores ante los ejercicios y realizará las correcciones necesarias. La velocidad máxima debe tomarse como velocidad de referencia, índice de intensidad VAMc o VAMi que el entrenador necesita para preparar sus cargas de PMA continua o intermitente según la prueba. De hecho, cada velocidad aeróbica máxima está fuertemente ligada a la prueba de la que se deriva. Es necesario orientarse hacia una zona de intensidad de entrenamiento de la PMA y acto seguido proponer ejercicios potenciales (30/30, 15/15, 10/20, 20/20, etc.). Por otra parte, una de las dificultades principales será determinar las combinaciones óptimas individuales entre las intensidades y las modalidades de las cargas de trabajo, las duraciones y los tipos de recuperación para solicitar y mantener un alto nivel de consumo de oxígeno en cargas de trabajo intermitentes o continuas (Impellizzeri et al., 2006; McMillan, Helgerud, Macdonald, & Hoff, 2005).

En cuanto a la interpretación de los resultados comparados entre los dos grupos, encontramos que la VAM intermitente (2) sigue siendo superior a la VAM continua. Esto confirma el interés de ejercicios intermitentes como se informó anteriormente. Según las diferentes comparaciones, la VAM intermitente en los entrenamientos fraccionados permitiría obtener un mayor rendimiento cardiovascular que en ejercicios continuos.

Con el grupo 1, la VAM intermitente es de 16,55 km/h al principio y de 16,20 km/h al final del ciclo de entrenamiento. No hay diferencias significativas entre las dos pruebas. Todo transcurre como si no hubiera evolución alguna. La utilización de la VAMc en entrenamientos fraccionados subestima la capacidad de los atletas. De hecho, los jugadores trabajan a intensidades muy bajas lo que no permite desarrollar la PMA. El entrenamiento se situaría o en el mantenimiento de los niveles o bien en la resistencia con intensidades medias que solicitan principalmente los músculos de contracción lenta. Por otro lado, algunos autores (Buchheit, Méndez-Villanueva, Delhomel, Brughelli, & Ahmaidi, 2010; Da Silva, Guglielmo, & Bishop, 2010) destacan que para aumentar el consumo máximo de oxígeno hay que proponer a los futbolistas ejercicios intermitentes que mantengan un alto nivel de consumo de oxígeno. Así el entrenamiento intermitente con porcentajes de VAM continua se situaría en el área de bajo nivel de consumo de oxígeno y sería más bien eficaz en el atletismo para pruebas de larga duración, lo que permitiría mejorar los tres factores determinantes del rendimiento en dichas pruebas, es decir: VO_2 máx, el consumo de energía y la resistencia aeróbica (Di Prampero, 1986).

Con el grupo 2, la VAM intermitente aumentó de 15,86 km/h a 16,55 km/h al final del ciclo de formación. La prueba de Wilcoxon demuestra que existe una diferencia importante. El trabajo intermitente a elevada intensidad solicita de forma preponderante las fibras musculares y la coordinación entre los distintos músculos (Glaister, 2005). Teniendo en cuenta la VAM intermitente en el proceso de formación de futbolistas, nos situaríamos en la zona de ejercicios intermitentes de alta intensidad que mejoran a su vez el rendimiento aeróbico y anaeróbico (Tabata et al., 1996). En un deporte de carácter intermitente como el fútbol, la evolución de las capacidades cardiorespiratorias sólo se produce en el joven futbolista mediante la realización de ejercicios a elevada intensidad (Midgley, McNaughton, & Wilkinson, 2006). El ejercicio intermitente realizado con los porcentajes de VAM obtenidos a partir de pruebas como el 45-15 y 30-15 se ha reconocido hoy por su eficacia (Billat, 2001).

La evaluación de la VAM es muy importante ya que permite a cada jugador conocer su nivel e indirectamente sus límites. Para el entrenador, en la constitución de los ejercicios, la evaluación de la VAM indica la dimensión de la intensidad a la que se debe ajustar el volumen que constituye la resistencia específica. El estudio demuestra la diferencia significativa entre las dos pruebas VAM, sin dejar de tener en cuenta cualquier otra prueba. Dicho estudio puede llamar la atención sobre la selección de la intensidad de los ejercicios aeróbicos de acuerdo con su desarrollo específico continuo o intermitente.

Referencias

- Andersen, L. B., Andersen, T. E., Andersen, E., & Anderssen, S. A. (2008). An intermittent running test to estimate maximal oxygen uptake: The Andersen test. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 48(4), 434-437.
- Astrand, I., Astrand, P. O., Christensen, E. H., & Hedman, R. (1960). Intermittent muscular work. *Acta Physiologica Scandinavica*, 48(3-4), 448-453. doi:10.1111/j.1748-1716.1960.tb01879.x
- Bangsbo, J. (1994). The physiology of soccer with special reference to intense intermittent exercise. *Acta Physiologica Scandinavica*, 151 (Suppl. 619), 1-156.
- Bangsbo, J., Mohr, M., & Krstrup, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *Journal of Sports Science*, 24(7), 665-674. doi:10.1080/02640410500482529
- Billat, L. V. (2001). Interval training for performance: a scientific and empirical practice. Special recommendations for middle and long distance running. Part II: anaerobic interval training. *Sports Medicine*, 31(2), 75-90. doi:10.2165/00007256-200131020-00001
- Buchheit, M., Méndez-Villanueva, A., Delhomel, G., Brughelli, M., & Ahmaidi, S. (2010). Improving repeated sprint ability in young elite soccer players: Repeated shuttle sprints vs. explosive strength training. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(10), 2715-2722. doi:10.1519/JSC.0b013e3181bf0223

- Carling, C., Le Gall, F., Reilly, T., & Williams, A. M. (2009). Do anthropometric and fitness characteristics vary according to birth date distribution in elite youth academy soccer players? *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 19(1), 3-9. doi:10.1111/j.1600-0838.2008.00867.x
- Castagna, C., Impellizzeri, F., Cecchini, E., Rampinini, E., & Alvarez, J. C. (2009). Effects of intermittent-endurance fitness on match performance in young male soccer players. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(7), 1954-1959. doi:10.1519/JSC.0b013e3181b7f743
- Castagna, C., Manzi, V., Impellizzeri, F., Weston, M., & Barbero Álvarez, J. C. (2010). Relationship between endurance field tests and match performance in young soccer players. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(2), 3227-3233. doi:10.1519/JSC.0b013e3181e72709
- Cazorla, G. (1990). Capacité aérobie et vitesse aérobie maximale de course. *Bulletin de Liaison et d'Information des Enseignants d'EPS*, (22), 12-37.
- Cazorla, G. (1992). Test de terrain pour déterminer la vitesse aérobie maximale (VAM). Aspects opérationnels. *Revue AEFA* (125), 18-33.
- Chaouachi, A., Manzi, V., Wong del, P., Chaalali, A., Laurencelle, L., Chamari, K., & Castagna, C. (2010). Intermittent endurance and repeated sprint ability in soccer players. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(10), 2663-2669. doi:10.1519/JSC.0b013e3181e347f4
- Christensen, E. H., Hedman, R., & Saltin, B. (1960). Intermittent and continuous running. (A further contribution to the physiology of intermittent work.) *Acta Physiologica Scandinavica*, 50(3-4), 269-286. doi:10.1111/j.1748-1716.1960.tb00181.x
- Da Silva, J. F., Guglielmo, L. G., & Bishop, D. (2010). Relationship between different measures of aerobic fitness and repeated-sprint ability in elite soccer players. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(8), 2115-2121. doi:10.1519/JSC.0b013e3181e34794
- Di Prampero, P. E. (1986). The energetic of endurance running. *European Journal of Applied Physiology*, 55(3), 259-266. doi:10.1007/BF02343797
- Eklom, B. (1986). Applied physiology of soccer. *Sports Medicine*, 3(1), 50-60. doi:10.2165/00007256-198603010-00005
- Fernández-Gonzalo, R., De Souza-Teixeira, F., Bresciani, G., García-López, D., Hernández-Murúa, J. A., Jiménez-Jiménez, R., & De Paz, J. A. (2010). Comparison of technical and physiological characteristics of prepubescent soccer players of different ages. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(7), 1790-1798. doi:10.1519/JSC.0b013e3181def871
- Gacon, G. (1991). Demi-fond et vitesse maximale aérobie. *Revue de l'AEFA*, 120, 41-44.
- Glaister, M. (2005). Multiple sprint work: physiological responses, mechanisms of fatigue and the influence of aerobic fitness. *Sports Medicine*, 35(9), 757-777. doi:10.2165/00007256-200535090-00003
- Hansen, L., & Klausen, K. (2004). Development of aerobic power in pubescent male soccer players related to hematocrit, hemoglobin and maturation. A longitudinal study. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 44(3), 219-223.
- Helgerud, J., Engen, L. C., Wisloff, U., & Hoff, J. (2001). Aerobic endurance training improves soccer performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33(11), 1925-1931. doi:10.1097/00005768-200111000-00019
- 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
- Iaiche, R., Toraa, M., & Friemel, F. (1996). Maximal aerobic speed and VO_{2max} in laboratory and on the field: comparative study on long distance runners. *Science & Sports*, 11(2), 91-95. doi:10.1016/0765-1597(96)88155-X
- Impellizzeri, F. M., Marcora, S. M., Castagna, C., Reilly, T., Sassi, A., Iaia, F. M., & Rampinini, E. (2006). Physiological and performance effects of generic versus specific aerobic training in soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 27(6), 483-492. doi:10.1055/s-2005-865839
- Le Gall, F., Carling, C., Williams, M., & Reilly, T. (2010). Anthropometric and fitness characteristics of international, professional and amateur male graduate soccer players from an elite youth academy. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(1), 90-95. doi:10.1016/j.jsams.2008.07.004
- Léger, L., & Boucher, R. (1980). An indirect continuous running multistage field test: The Université de Montréal track test. *Canadian Journal of Applied Sport Sciences*, 5(2), 77-84.
- Léger, L., & Mercier, D. (1984). Gross energy cost of horizontal treadmill and track running. *Sports Medicine*, 1(4), 270-277. doi:10.2165/00007256-198401040-00003
- McMillan, K., Helgerud, J., Macdonald, R., & Hoff, J. (2005). Physiological adaptations to soccer specific endurance training in professional youth soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, 39(5), 273-277. doi:10.1136/bjism.2004.012526
- Midgley, A. W., Mc Naughton, L. R., & Wilkinson, M. (2006). Is there an optimal training intensity for enhancing the maximal oxygen uptake of distance runners? Empirical research finding, current opinions, physiological rational and practical recommendations. *Sports Medicine*, 36(2), 117-132. doi:10.2165/00007256-200636020-00003
- Mujika, I., Santisteban, J., Angulo, P., & Padilla, S. (2007). Individualized aerobic-power training in an underperforming youth elite association football player. *International journal of sports physiology and performance*, 2(3), 332-335.
- Nicholas, C. W., Nuttall, F. E., & Williams, C. (2000). The Loughborough Intermittent Shuttle Test: A field test that simulates the activity pattern of soccer. *Journal of Sports Sciences*, 18(2), 97-104. doi:10.1080/026404100365162
- Philippaerts, R. M., Vaeyens, R., Janssens, M., Van Renterghem, B., Matthys, D., Craen, R., ... Malina, R. M. (2006). The relationship between peak height velocity and physical performance in youth soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 24(3), 221-230. doi:10.1080/02640410500189371
- Rampinini, E., Sassi, A., Azzalin, A., Castagna, C., Menaspà, P., Carlomagno, D., & Impellizzeri, F. M. (2010). Physiological determinants of Yo-Yo intermittent recovery tests in male soccer players. *European Journal of Applied Physiology*, 108(2), 401-409. doi:10.1007/s00421-009-1221-4
- Reilly, T., Bangsbo, J., & Franks, A. (2000). Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *Journal of Sports Sciences*, 18(9), 669-683. doi:10.1080/02640410050120050
- Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisloff, U. (2005). Physiology of soccer: An update. *Sports Medicine*, 35(6), 501-536. doi:10.2165/00007256-200535060-00004
- Tabata, I., Nishimura, K., Kouzaki, M., Hirai, Y., Ogita, F., Miyachi, M., & Yamamoto, K. (1996). Effects of moderate-intensity endurance and high-intensity intermittent training on anaerobic capacity and VO_{2max} . *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 28(10), 1327-1330. doi:10.1097/00005768-199610000-00018
- Tumilty, D. (1993). Physiological characteristics of elite soccer players. *Sports Medicine*, 16(2), 80-96. doi:10.2165/00007256-199316020-00002
- Vaeyens, R., Malina, R. M., Janssens, M., Van Renterghem, B., Bourgois, J., Vrijens, J., & Philippaerts, R. M. (2006). A multidisciplinary selection model for youth soccer: the Ghent Youth Soccer Project. *British Journal of Sports Medicine*, 40(11), 928-934. doi:10.1136/bjism.2006.029652
- Vänttinen, T., Blomqvist, M., Luhtanen, P., & Häkkinen, K. (2010). Effects of age and soccer expertise on general tests of perceptual and motor performance among adolescent soccer players. *Perceptual and Motor Skills*, 110(3), 675-92. doi:10.2466/pms.110.3.675-692
- Williams, A. M. (2000). Perceptual skill in soccer: implications for talent identification and development. *Journal of Sports Sciences*, 18(9), 737-750. doi:10.1080/02640410050120113
- Wisloff, U., Helgerud, J., & Hoff, J. (1998). Strength and endurance of elite soccer players. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 30(3), 462-467. doi:10.1097/00005768-199803000-00019