PublicE, (PubliCE) 2013

Article

Relación Entre las Velocidades Máximas Alcanzadas en un Test Aeróbico Lineal de Carga Constante y uno Incremental No-Lineal, en Jugadores de Deportes Intermitentes de Ambos Sexos, Diferentes Niveles Aeróbicos, y Categorías

Lic. Carlos Arcuri

Universidad Nacional de Catamarca.
Asociación Alumni.

RESUMEN

La relevancia del presente estudio está fundamentada a partir de la especificidad tanto en la evaluación como en la prescripción del entrenamiento aeróbico en deportes de carácter Eintermitente. El trabajo con grupos numerosos requiere el uso de pruebas masivas, con ecuaciones que relacionen: tiempo empleado, distancia recorrida ó velocidad máxima alcanzada, con el VO_{2max}. Los tipos de pruebas más usados son; a) de carga continua y b) incrementales no-lineales: a) La velocidad promedio alcanzada en éstas se toma como indicador de la VAM y se expresa en km/hora ó en m/seg, siempre que el evaluado mantenga una velocidad constante.
b) La velocidad máxima alcanzada en estas pruebas (VM), se expresa en las mismas unidades que la VAM (km/h, m/seg) y se usa como indicador del VO_{2max}. Es siempre más baja que la velocidad obtenida en un test lineal. Con el fin de establecer velocidades para dosificar entrenamientos intermitente, se observa un uso indiscriminado de fórmulas que relacionan ambas velocidades, las cuales no están basadas en estudios de casos. El objetivo del presente trabajo es estudiar en participantes de deportes intermitentes, la relación que existe entre las velocidades derivadas de ambos tipos de tests, los cuales son más comúnmente usados (Test de 1000 metros y Test de Course Navette) y entre qué velocidades se sostiene dicha relación.

Palabras Clave: Tests aeróbicos, relación entre velocidades finales, entrenamiento aeróbico, deportes intermitentes

INTRODUCCION

Los valores del consumo máximo de oxígeno (VO_{2max}) difieren tanto inter como intra-individuos, en función de la masa de los músculos activos, del suministo de sangre, la pO2 del aire inspirado, la posición corporal y la concordancia del tipo de test con el ejercicio realizado en la competición [1] [10]. Es en base a este último punto que adquiere importancia la idea de utilizar una prueba específica para dosificar cargas de entrenamiento desde la potencia aeróbica máxima en deportes intermitentes.

Se ha encontrado que dichos deportistas muestran valores más altos de VO_{2max}. en tests de tipo incremental No-lineales [2] comparados con tests lineales, dependiendo este resultado de la velocidad máxima alcanzada en cada prueba.

A principio de los años ochenta, la escuela de Québec dirigida por Luc Lèger establece la noción de velocidad asociada al VO_{2max} (Velocidad Aeróbica Máxima; VAM) [7] y valida un método indirecto en pista (UTTM) para la estimación del VO_{2max}, mediante la ecuación; VO_{2max} (ml/kg/min) = 3,5 x VAM (km/hora) [9].

Dos de los tipos de pruebas más usados en la actualidad son las de carga continua y las incrementales no-lineales. Este estudio tiene como objetivo principal estudiar la relación que existe entre las velocidades derivadas de ambos tipos de tests, los cuales son los más comúnmente usados y algo también muy importante, entre qué valores se sostiene dicha relación.

En un estudio anterior de Gerbeaux et al. [6] con estudiantes de nivel secundario, entre 12 y 18 años, de ambos sexos y sin entrenamiento previo, se estableció la relación entre la VAM obtenida en un test incremental en pista y la VM calculada a través del Course Navette. El límite inferior propuesto por estos autores para la relación entre ambas velocidades es a partir de una VM de 10km/hora. Hemos encontrado en diferentes grupos de deportistas (datos propios) que esa relación no es constante a través de las velocidades estudiadas (cae significativamente a partir de una VAM de 15 km/hora ≈ VM = 12,5 km/hora). Esto se produce porque la VM no aumenta en la forma en que lo hace la VAM.

El universo del presente estudio ha sido diversificado en diferentes deportes, edades y niveles de condición. Se buscó un amplio espectro de rendimientos, para que la correlación entre las variables estuviera representada por los niveles más comunes de ocurrencia de velocidades aeróbicas.

Concepto de tiempo límite (tlim) a la VAM. Billat (2002, [11]) propone que la VAM puede ser mantenida entre 4-10 minutos; esto fue comprobado en varios estudios con corredores de fondo. En deportistas de disciplinas del tipo intermitente (fútbol, rugby, hockey sobre césped, tenis) la velocidad al VO_{2max} (vVO_{2max}) puede ser sostenida entre 4'y 8', dependiendo de factores tales como el calibre del deportista, los años de entrenamiento y la potencia anaeróbica.

Materiales y Métodos

Muestra. Estuvo compuesta por 135 jugadores de los siguientes deportes intermitentes: Rugby y Fútbol, Tenis de ambos sexos y desde edades juveniles hasta 1ra división, tanto amateurs como profesionales.

Deporte	Nivel	Casos	Sexo	Edad
Rugby	Plantel Superior	37	M	22 – 30
Rugby	Menores de 20 Años	24	M	18 – 20
Tenis	Escuela	10	M	13 – 18
Tenis	Rank- Elite	8	F	17 – 27
Futbol	8va.	27	M	16
Futbol	7ma.	29	M	15

Tabla 1. *Conformación de la muestra*

Los datos surgen de bases propias y de Preparadores Físicos que han adherido a la investigación. El tipo de muestra es No-Probabilística y Voluntaria

	Peso (Kg)	Talla (Cm)	1000m (Seg)	100m (Seg)	Vam (Km/H)	Vm (Km/H)
Media	76,8	176	218	21,8	17	13
Desvío Estándar	14,9	7,6	26	2,6	2	1

Tabla 2. *Valores normativos de la muestra.*

Con el objetivo de homogeneizar los grupos según el momento de la temporada, los tests fueron tomados en el período pre-competitivo.

A) Los participantes fueron medidos en dos tests aeróbicos, uno de carga constante (test de 1000 metros) y otro de carga incremental (Course Navette) dentro de la misma semana y en orden aleatorio con el objetivo de estimar su velocidad aeróbica máxima en cada test.

Tests utilizados

Test de 1000 metros. EL objetivo de la prueba es recorrer los 1000m en el menor tiempo posible, sosteniendo la misma velocidad desde el principio hasta el final del test; es recomendable un período previo de práctica, para conocer la velocidad a la que se recorrerá la distancia. Ha sido recientemente validado en un grupo de 53 personas sanas y de población general (31 hombres y 20 mujeres) [5]. Los participantes fueron medidos en cinta y en campo; los rangos del 95% para el VO2 medido en cinta fueron iguales a los calculados en el campo; 24 a 64 ml/kg/min (EEE = 0.8 ml/kg/min); la FC max fue la misma en ambos tests y la r encontrada fue de 0.88 (r2 = 0,774). El rango del 95% para el tiempo en minutos y segundos en recorrer los 1000m fue entre 3:30 y 6:30 y podría representar una franja que incluye a deportistas de mediano rendimiento y a sujetos de baja condición. Este estudio es útil para explicar la validez de esta prueba de campo para estimar el VO_{2max} y la VAM en los rangos expuestos.

Test de Course Navette. Desarrollado en 1980 por Luc Léger y J. Lambert en 1980 [8] y modificado en 1982, con palieres de 2 minutos de duración y un incremento de la velocidad de 1km/h cada 2 minutos. Los ejecutantes recorren una distancia de 20 metros ida y vuelta, siguendo a una señal sonora y el test finaliza cuando no se llega dos veces a cumplir con la distancia en el tiempo requerido. Se anota la última velocidad alcanzada y se usa una fórmula para calcular del VO2max. En el trabajo original se evaluaron 91 sujetos de ambos sexos y se encontró una correlación de r=0,84 con respecto al VO2 medido (EEE = 5,4 ml/kg/min).

B) Se calcularon los promedios y desvíos estándar de las velocidades finales según los protocolos de las pruebas y se compararon los resultados a través del cálculo de la correlación (r de Pearson).

RESULTADOS

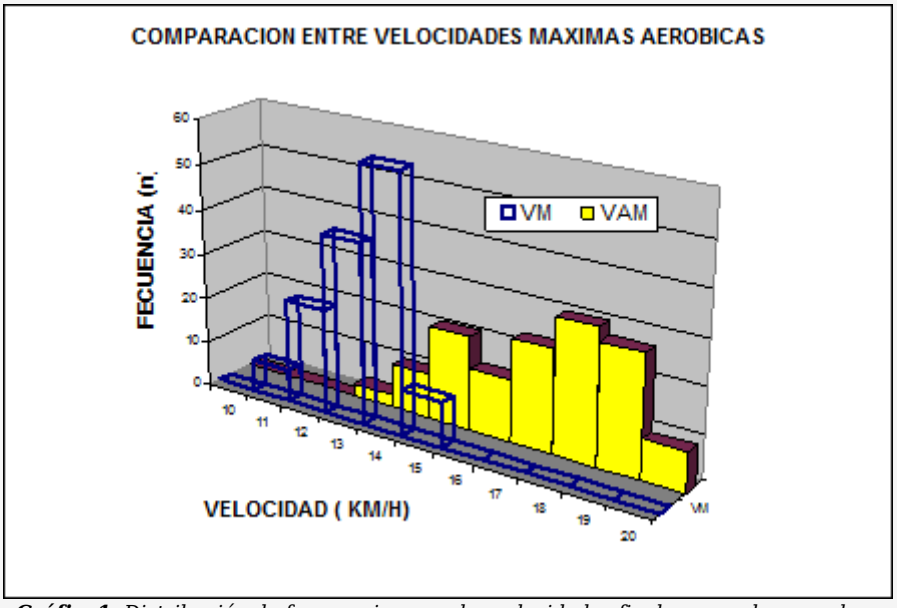

Gráfico1. *Distribución de frecuencias para las velocidades finales en ambas pruebas. VM = Course Navette y VAM = Test de 1000m. n = 135.*

Resumen de estadísticas descriptivas		
	VAM	*MS*
Media	16,7	13,0
Error típico	0,2	0,1
Mediana	16,8	13,0
Moda	16,7	13,5
Desviación estándar	1,8	0,9
Curtosis	-0,9	-0,4
Coeficiente de asimetría	-0,3	-0,5
Rango	7,1	4,0
Mínimo	12,9	10,5
Máximo	20,0	14,5
Casos	135	135

Tabla 3. *Resumen de estadística descriptiva de ambas pruebas*

Ambas medianas coinciden con sus respectivas medias, confirmando la tendencia a la normalidad de ambas distribuciones.
La Media de la VAM (16,7 km/h) es un 22% mayor que la VM (13 km/h) y su dispersión es del doble (1,8 km/h vs. 0,9 km/h).
La distribución de las frecuencias de la VM está más acotada que la de la VAM.
Los coeficientes de variabilidad (CV) de 10,8 y 7% para la VAM y la VM respectivamente, confirman el punto anterior; la posibilidad de variación es mayor en la prueba lineal.
Los rangos del 95% (IC) son de 13,1 a 20,3 km/h para la VAM (lo que representa tiempos entre 2’55” y 4´40” en los 1000m) y de 11,2 a 14,8 km/h para la VM (palieres 6 a 14 de la Course Navette).

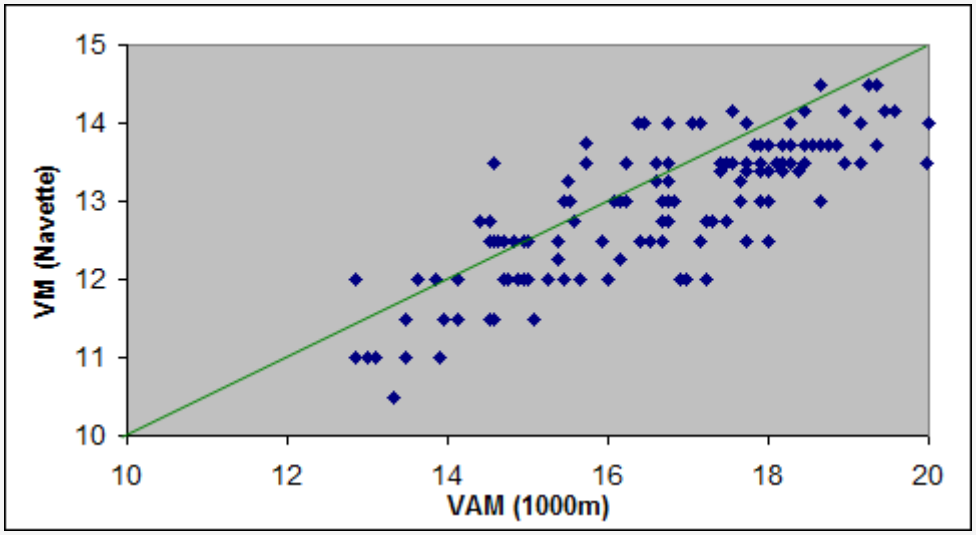

Gráfico 2. *Cada punto representa un sujeto, medido en ambas pruebas. La recta diagonal es la línea de identidad.*

Correlación del grupo total (r = 0,819; R2 = 0,67; n = 135)
La relación crece significativamente a medida que aumentan; a) la cantidad de casos y b) la dispersión en ambas variables.
A partir de los datos expuestos se ha desarrollado la siguiente ecuación para estimar la VAM a partir de la VM:
VAM = 1,637 X MS - 4,561 EEE ± 1 km/h.

CONCLUSIONES

Con el fin de establecer velocidades lineales de entrenamiento aeróbico del tipo intermitente; 10" x 10" / 15" x 15", se han utilizado indiscriminadamente relaciones entre velocidades no-lineales y lineales, las cuales no estaban bien claras acerca del grupo sobre el cual habían sido calculadas.

Como aporte original al tema, en el presente trabajo se encontró una relación significativa (r = 0,819) basada en 135 casos de deportistas de ambos sexos y de diferentes niveles de prestación.

Los IC del 95% para VAM = 13,1 a 20,3 km/h y para la VM = 11,2 a 14,8, son suficientemente amplios como para ser utilizados tanto en deportistas recreacionales como de rendimiento. La VAM fue un 22% superior a la VM.

Al dividir la muestra según su VAM (hasta 16 km/h y más de 16km/h) las correlaciones cayeron. Esto hace necesario continuar el estudio utilizando una distribución del tipo rectangular, donde todas las categorías tengan la misma cantidad de casos; así se podrá determinar si esa caída en las correlaciones entre las velocidades más altas es debida a una baja cantidad de casos, o si es debido a que en la prueba de ir y volver, los frenos y aceleraciones requeridos a esas velocidades hacen que estas características de la prueba le pongan un límite al rendimiento (Leger 1980).

A medida que aumentaba la VAM, la diferencia entre ambas velocidades (VAM – MS) se hacía cada vez mayor.

Una posible explicación surge de Kaneko, 1987 [citado en Cavanagh, 4] … " el aumento de la longitud de la zancada a medida que aumenta la velocidad, se relaciona con la producción de energía mecánica. A una velocidad dada, se elige la longitud de la zancada adecuada para minimizar la suma de producciones de potencia internas y externas; zancadas más cortas incrementan la producción de potencia interna y zancadas más largas, incrementan la producción de potencia externa".

En el Course Navette, las velocidades más altas del test (cercanas a la VM individual) hacen que arrancar cada 20 metros impida afrontar esa demanda de velocidad, con incremento en la longitud de la zancada. Esto es lo es lo que aumentaría en forma desmedida el gasto de energía y haría caer la relación entre ambas velocidades (VAM – VM).
El EES de la fórmula calculada es de ± 1km/h. Este valor puede ser aceptable o no, dependiendo del nivel de la VAM que

se quiere estimar. Ejemplo, si la VAM real está cerca de los 13km/h, esta variación de 1 km/h representa un 7,7% de error en la estimación (muy alto); si la VAM real está cerca del promedio del grupo = 17km/h el error baja al 5,9% y si se observan los rendimientos más altos (20 km/h) el error es del 5%.

Estos dos últimos errores podrían tomarse como aceptables.

La utilización de tests validados como los referidos en el apartado anterior se debe a que por su duración están mucho más cerca de los tiempos entre los que se puede sostener el VO_{2max} comparados con otras pruebas tales como el test de Cooper o los 3000 metros, donde la VAM alcanza al 90-95% y la velocidad promedio no es siempre constante en deportistas de mediano rendimiento; entonces, si el evaluado mantiene una velocidad constante durante la prueba y su frecuencia cardíaca (FC) final está cerca de la FC máxima teórica, se pude inferir que se encuentra muy cerca de su VAM. Esta velocidad es tomada como el 100% y es la que habitualmente se usa para fraccionar porcentajes y entrenar las diferentes áreas aeróbicas, principalmente en el período pre-competitivo de una temporada.

REFERENCIAS

1. Astrand, P.O.; Rodhal, K (1986). Textbook of work physiology. *3nd. Ed. New York. M. Graw-Hill*
2. Berthoin, S. ; Gerbeaux, M. ; Turpin, E. ; Guerrin, F. ; Lensel-Corbeil, G. ; Vandendorpe, F (1994). Comparision of two field tests to estimate maximum aerobic speed. *J. Sports Sci. 12 (4):355-62*
3. Billat, V (2002). Fisiología y metodología del entrenamiento; de la teoría a la práctica. *Ed. Paidotribo*
4. Cavanagh, PR (1990). Biomechanics of distance running. Human Kinetics Books. *Champaign, IL. Chapter 2, pp 35 – 59*
5. Díaz, F. ; Montaño, J (2000). alidación y confiabilidad de la prueba aeróbica de 1000 metros. *La Revista de Investigación Clínica, México. Vol. 52, Nº1, 44-51*
6. Gerbeaux, M. ; Lensel-Corbeil, G. ; Branly, G. ; Dierkens, J.M. ; Jacquet, A. ; Lefrenac, J.F. ; Savin, A. ; Savin, N (1991). Estimation de la vitesse maximale aérobie chez les élèves des colleges et lycées. *Science et Motricité, nº 13*
7. Lèger, L.; Boucher, R (1980). An indirect continuous running multistage field test, the Universitè de Montrèal Track Test, Can. *J. Appl. Sports Sci., 77-84*
8. Lèger, LA. ; Lambert, J (1982). A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict VO2max. *Eur. J. Occup. Physiol. 49 (1): 1-12*
9. Lèger, L ; Mercier, D (1984). Gross energy cost of horizontal treadmill and track running. *Sports Med. , 1:270-277*
10. Wilmore, J, ; Costill, D (2001). Fisiología del esfuerzo y el deporte. *4ta Ed. Paidotribo*
11. Billat, V (2002). Fisiología y metodología del entrenamiento; de la teoría a la práctica. *Ed. Paidotribo*