

El 30-15 Test de Fitness Intermitente: Exactitud para Individualizar el Entrenamiento Intervalado de Jugadores Jóvenes de Deportes Intermitentes

Buchheit, Martin

Institute of Physiology, Faculty of Medicine, Strasbourg, France and APS and Motor Patterns: Adaptations-Rehabilitation, Sport Science Department, Picardie Jules Verne University, Amiens, France
Email a Martin Buchheit, martin.buchheit@u-picardie.fr.

Abstract

The objective of this study was to gather evidence supporting the accuracy of the 30-15 Intermittent Fitness Test (30-15_{IFT}) for individualizing interval training of young intermittent sport players. In 59 young intermittent sport players (age, 16.2 ± 2.3 years), we observed the relationships between the maximal running speed (MRS) reached at the end of the 30-15_{IFT} (MRS_{30-15IFT}) and physiological variables elicited by shuttle intermittent runs, including maximal oxygen uptake, explosive power of lower limbs, and the ability to repeat intense exercise bouts through cardiorespiratory recovery kinetics during exercise. To observe the capacity of the 30-15_{IFT} to prescribe suitable running intensities for interval training sessions, we compared heart rates (HRs) reached during 3 series of intermittent runs, where distances were set according to the MRS_{30-15IFT} and to MRS reached with 2 popular continuous field tests: the University of Montreal track test and the 20-m shuttle run test. The results show that the MRS_{30-15IFT} is significantly correlated with all physiological variables elicited by shuttle intermittent runs ($P < 0.05$). Although mean HR were not different among the 3 series of intermittent runs, HR recorded during the runs based on MRS_{30-15IFT} presented significantly less interindividual variation than when the continuously determined MRS were used as reference speeds. In conclusion, we can say that the 30-15_{IFT} leads to an MRS that simultaneously takes into account various physiological qualities elicited when performing shuttle intermittent runs. For scheduling interval training sessions, the MRS_{30-15IFT} appears to be an accurate reference speed for getting players with different physiological profiles to a similar level of cardiorespiratory demand and thus for standardizing training content.

Introducción

Con la excepción de las actividades de resistencia de pista o de campo (por ej., el remo, el triatlón, el ciclismo, la natación), la naturaleza de la mayor parte del ejercicio deportivo es intermitente (2,6,21,38). El rendimiento en los deportes intermitentes ha estado relacionado más a la velocidad, agilidad, fuerza, potencia explosiva, y la capacidad repetir el informe los turno de ejercicio supramáximos que a la capacidad de mantener en forma continua el trabajo mecánico submáximo (5,6). Así, a partir de un método de fuerza y de acondicionamiento, las prioridades de los técnicos de deportes intermitentes son aumentar y mantener esas variables fisiológicas predictivas del rendimiento durante los deportes intermitentes a través de las ejercitaciones atléticas y los programas de fuerza máxima (17,27). El entrenamiento intervalado anaeróbico de alta intensidad también se planea regularmente en la mayoría de los deportes de equipo (20,27) para desarrollar el consumo máximo de oxígeno ($\dot{V}O_2$ máx) y mejorar la capacidad para repetir turnos de ejercicio intenso (23,41). Aunque una relación directa entre el $\dot{V}O_2$ máx y la capacidad de sprint repetido todavía no está bien establecida (4,10).

Hasta ahora, las intensidades de carrera de tales sesiones de entrenamiento intervalado intenso han sido ajustadas según la velocidad aeróbica máxima individual (VAM, determinada por el análisis del intercambio gaseoso, es la velocidad de carrera más baja que elicit el $\dot{V}O_2$ máx) (7,8,20). Estos ejercicios están generalmente compuestos de carreras de ir y volver (*shuttle*) para introducir aceleraciones, desaceleraciones y cambios de dirección, que son, por un lado, los patrones de carrera específicos a los deportes intermitentes, y, por el otro, más adaptados para sesiones de entrenamiento intervalado anaeróbico corto apuntadas para mejorar componentes periféricos de la función cardiorespiratoria preferencialmente (7,27).

En las 2 décadas pasadas, se han propuesto numerosos tests de campo para determinar la VAM y, en consecuencia, en forma indirecta, el $\dot{V}O_2$ máx de los atletas (31-33). Estos tests famosos son en base a carreras lineales continuas (31) o carreras de ir y volver (32,34), y las velocidades de carrera máxima (VCMs) alcanzadas al final de los tests (que no están lejos de las VAMs) se obtienen a través de un esfuerzo diferente del de los deportes intermitentes y se programan las formas de sesiones de entrenamiento intervalado. Usando estas VCM en el campo pueden ser la primera manera objetiva de individualizar las carreras intermitentes de alta intensidad (7,8,20), pero ciertos factores determinantes fisiológicos del rendimiento durante los esfuerzos intermitentes y de ida y vuelta no son evaluados por estos presentes tests. ¿Cómo los sujetos se adaptan a la intermitencia de las carreras? ¿Cómo ellos toleran los cambios de dirección cuando corren a velocidades supramáximas? Puesto que las velocidades de ida y vuelta (32,34) son inferiores comparadas a las lineales (1), los técnicos tienen que convertirlas para conseguir las velocidades de referencia más apropiadas. Tales tablas de conversión son en base a datos teóricos que no mantienen un ajuste individual. A veces para conseguir que diferentes jugadores alcancen una carga interna similar, un porcentaje distinto de la VCM continua es usada (carga externa), dependiendo de cómo cada atleta se adapta a la intermitencia de una carrera y en cómo cada uno tolera los cambios de dirección. Desafortunadamente, estas manipulaciones empíricas disminuyen la precisión de una prescripción del entrenamiento.

En vista de los defectos de estos tests de campo, un protocolo que incluya carreras intermitentes y carreras de ida y vuelta parecía necesario simultáneamente. Unos pocos tests de campo intermitentes ya existen, por ejemplo, el Yo-Yo test (29) y el Test de la Carrera de ida y vuelta Intermitente (*Intermittent Shuttle Run Test, SRT*) (35), pero ellos proveen sólo un índice de rendimiento aeróbico intermitente (22,30). Ellos no dan una VCM que puede usarse como velocidad de referencia para propósitos de entrenamiento. Entonces, nosotros

nos hemos desarrollado el *30-15 Intermittent Fitness Test* (30-15_{IFT}, 30-15 Test de Fitness Intermitente) (12,13), la confiabilidad de la que ya se ha demostrado (13), como una alternativa a estos otros tests. Siendo intermitente y de ida y vuelta, su interés principal es que involucra variables fisiológicas similares a las que se solicitan durante las sesiones de entrenamiento intervalado de ida y vuelta (es decir, potencia explosiva de miembros inferiores cuando hay cambios de dirección, calidades aeróbicas, y capacidad para recuperarse entre turnos de ejercicios). Esto permite a los jugadores alcanzar una última VCM (VCM_{30-15IFT}) que nosotros suponemos que es más exacta para ajustar las sesiones de entrenamiento intervalado de ida y vuelta que una usual determinada VCM continua.

Los objetivos de este trabajo son (a) mostrar la capacidad del 30-15_{IFT} para determinar una velocidad particular (VCM_{30-15IFT}) reflejando las cualidades fisiológicas múltiples elicítadas al realizar carreras intermitentes de ida y vuelta, y (b) para ilustrar la exactitud del VCM_{30-15IFT} para individualizar el entrenamiento intervalado anaeróbico de alta intensidad. Nosotros proponemos que el primer mérito del 30-15_{IFT} se fundamenta en su capacidad para evaluar las distintas variables fisiológicas relacionadas al rendimiento durante las carreras intermitentes en lugar de sólo una única cualidad específica [los tests continuos habituales (31-33) estiman sólo el $\dot{V}O_2$ máx que se usa para examinar la validez de criterio]. Nosotros también indicamos que la exactitud del VCM_{30-15IFT} para individualizar las sesiones de entrenamiento intervalado se demostrará si las respuestas cardiorespiratorias durante las carreras intermitentes en base al VCM_{30-15IFT} presentan poca dispersión interindividual. Esto ayudaría a ofrecer en realidad una similar carga de entrenamiento a todos los atletas de un equipo estandarizando los contenidos del entrenamiento.

Métodos

Diseño Experimental para el Problema

Nosotros primero examinamos las asociaciones entre el VCM_{30-15IFT} y ciertas capacidades fisiológicas elicítadas al realizar las carreras intermitentes de ida y vuelta, como la potencia explosiva de los miembros inferiores (estimada por 10-m de sprint y tests de salto con contramovimiento, $\dot{V}O_2$ máx y capacidad de recuperación cardiorespiratoria (evaluada por la frecuencia cardíaca de corta duración (FC), cinética de la recuperación durante el ejercicio). Para juzgar la exactitud del 30-15_{IFT} como prescripción del entrenamiento para atletas de deportes intermitentes, nosotros observamos la variabilidad de las respuestas cardiorespiratorias (carga interna, inferida del porcentaje de la FC de reserva, % FC_{res}) elicítadas por 3 series de carreras intermitentes cortas. Las distancias de carrera (similar carga externa relativa) fueron fijadas en porcentajes del VCM_{30-15IFT} y de la VCM alcanzada al final de 2 tests continuos populares, el Test de Carrera en pista de la Universidad de Montreal (UM-TT) (31) y el *Shuttle Run Test* de 20-m (test de carrera de ida y vuelta, 20mSRT) (32). Una baja variabilidad (es decir, coeficiente de variación < 5%) del % de la FC_{res} se tomó como evidencia de exactitud.

Sujetos

Los participantes eran 59 atletas jóvenes (27 mujeres, 32 hombres; edad 16.2 ± 2.3 años; peso corporal, 62.4 ± 7.5 kg; altura, 169.7 ± 10.1 cm; estadíos 4 y 5 de Tanner). Su desarrollo sexual fue determinado por las recomendaciones habituales (39) de valores asignados a cada indicador de madurez en una escala de 1, que representa la inmadurez, a 5, que indica la madurez completa. Los jóvenes fueron seleccionados al azar a 2 campos competitivos de básquet y de hándbol donde trabajaron en el mismo gimnasio y tuvieron similares condiciones médicas y de pruebas. Los participantes estuvieron implicados en 7.2 ± 1.1 horas de entrenamiento físico por semana, más un partido cada fin de semana (normalmente a nivel regional). Los atletas fueron sometidos a una revisión médica y no presentaron ninguna contraindicación para el ejercicio vigoroso. Los sujetos y sus padres estaban informados sobre el estudio y dieron su consentimiento para participar. El protocolo del estudio, que fue aceptado por el CNIL (Comité Nacional Francés para la Informática y Libertades) y el comité de ética local (Comité Consultivo para la Protección Humana en Investigación Biomédica), conforme a la Declaración de Helsinki.

Procedimientos de la Evaluación

Aunque todos los 59 sujetos realizaron un test de carrera continua gradual en laboratorio en una cinta ergométrica electrónica y tests de salto y de sprints (ver abajo), nosotros teníamos que dividirlos en 2 grupos para la evaluación de campo debido a las condiciones metodológicas. El primer grupo (grupo 1) incluyó a 34 atletas tomados al azar quienes realizaron los tests explosivos, test de $\dot{V}O_2$ máx, y el 30-15_{IFT} más el UM-TT. Ellos entonces realizaron las carreras intermitentes en base al VCM_{30-15IFT} y al VCM_{UM-TT}. Los otros 25 constituyeron el grupo 2. Ellos realizaron tests explosivos, test de $\dot{V}O_2$ máx, y el 30-15_{IFT} junto con el 20mSRT. Ellos tenían sus sesiones de entrenamiento ajustadas con el VCM_{30-15IFT} y el VCM_{20mSRT}.

El 30-15 Test de Fitness Intermitente (30-15 Intermittent Fitness Test)

Protocolo

Todos los 59 sujetos hicieron el 30-15_{IFT} que consiste en carreras de ida y vuelta de 30 segundos entremezclados con períodos de 15 segundos de recuperación pasiva. La velocidad estaba fija en $8 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ para la primera carrera de 30 segundos y era después aumentada $0.5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ cada fase de 45 segundos. El cálculo de las distancias a entrenar para correr durante cada período de 30 segundos tuvo en cuenta el hecho de que el esfuerzo por volver (girar) es mayor cuando la velocidad de carrera es incrementada. Nosotros substraímos un valor empírico de 0.7 segundo de los períodos de carrera de 30 segundos para cada cambio de dirección.

Por ejemplo, a $11.5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, uno cubriría 96 m en una carrera de 30 segundos en línea recta, pero cubrir la misma distancia por encima de una distancia de 40 m de ida y vuelta requiere de 2 cambios de dirección que toman 2×0.7 segundos, lo que lleva a una carrera de distancia corregida a 91.6 m. Los sujetos tuvieron que correr de un lado a otro entre dos líneas puestas a 40 m separadas a un ritmo dictado por un sonido pregrabado a intervalos apropiados que los ayudaron a ajustar su velocidad de carrera al entrar a las zonas de 3 metros en cada extremidad y en el medio del terreno mientras se reproducían los sonidos más cortos (Figura 1). Durante el período de 15 segundos de recuperación, los sujetos caminaban en dirección hacia adelante para unirse a la línea más próxima (al medio o al extremo final del área de carrera, dependiendo de dónde la carrera previa se detuvo) de dónde ellos empezaban la próxima fase de la carrera. Se les dijo a los sujetos que completen tantas fases como sean posibles. El test terminaba cuando un sujeto ya no podía mantener la velocidad de carrera impuesta o cuando el sujeto era incapaz de alcanzar una zona de 3 m alrededor de cada línea en el momento de la señal de audio consecutivamente 3 veces. La velocidad lograda durante la última fase completada se toma como la $VCM_{30-15IFT}$.

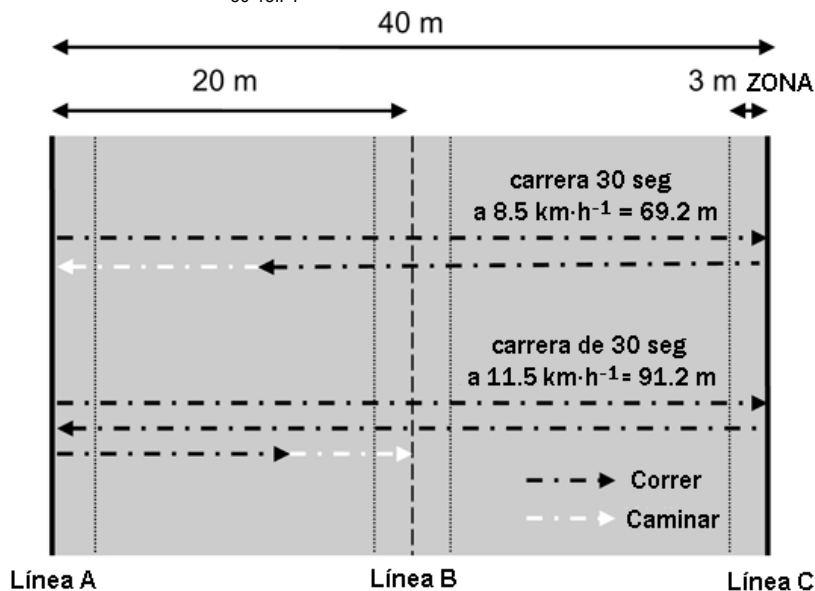


Figura 1. El área preparada para el 30-15 Test de Fitness Intermitente (30-15_{IFT}) y el ejemplo de 2 carreras intermitentes. Para la carrera a $8.5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ (aproximadamente 69.2 m en 30 segundos), los sujetos salen en la línea A, corren para línea C cruzando la línea B, y luego retorna. Después de cruzar la línea de B otra vez, ellos se detienen después de 8.5 m y caminan hasta la línea A durante la recuperación de 15 segundos para estar listos para la próxima fase. Para la carrera a $11.5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ (aproximadamente 91.2 m en 30 segundos), los sujetos salen en la línea A, hacen una vuelta redonda completa, se detienen después de 9.5 m al ir hacia la línea B, y luego caminan para la línea B durante la recuperación de 15 segundos para la próxima salida. Nótese que el cálculo de las distancias específicas tiene en cuenta el tiempo necesario para los cambios de la dirección.

Bases Fisiológicas del Ejercicio/Patrón de Recuperación

Las respectivas duraciones del ejercicio y de los períodos de recuperación fueron escogidas (a) con respecto a la mayoría de las características de los deportes intermitentes (2,6,21,38) y (b) según varias consideraciones fisiológicas. Acerca de los períodos del ejercicio, los 30 segundos están cerca del tiempo de cinética de la respuesta cardiorespiratoria al comienzo del ejercicio (16,19) y también es el tiempo en el que se ha demostrado que los depósitos de HbO_2 son consumidos en el ejercicio intenso (36). Puesto que el descanso de la recuperación de las reservas de la fosfocreatina se ha reportado de ser 20-30 segundos (25), los 15 segundos de recuperación permitirían una recuperación suficiente, pero incompleta de los sustratos energéticos como durante los juegos intermitentes (6,21,38). Finalmente, comparado al ISRT (35), la elección de distancias de ida y vuelta más largas (40 m vs 20 m) es entendible para que disminuya la lactacidemia muscular (1) y el dolor percibido del ejercicio en los miembros inferiores, lo que ayuda a alcanzar una VCM supramáxima (más alta que la VAM).

Confiabilidad del 30-15 Intermittent Fitness Test

La confiabilidad del test se ha descrito en otra parte (12,13). Nosotros previamente reportamos que test-retest produjo resultados similares en 19 sujetos (9 mujeres, 10 hombres; edad, 19.4 ± 1.8 años) con un coeficiente de correlación de intraclass (CCI) $r = 0.96$ para la $VCM_{30-15IFT}$. La $VCM_{30-15IFT}$ promedio fue similar (20.1 ± 0.7 vs $20.2 \pm 0.9 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$). Los parámetros fisiológicos tampoco fueron diferentes: FC máxima: 196 ± 2.3 vs $195 \pm 3.1 \text{ lat}\cdot\text{min}^{-1}$; lactato sanguíneo 3 minutos después del test: 11.8 ± 1.3 vs. $12.0 \pm 1.9 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$.

El Test de Pista de la Universidad de Montreal

El UM-TT fue conducido en una pista de 400 m al aire libre según las recomendaciones de Lèger y Boucher (31) sobre 34 sujetos. Se pusieron los pilones cada 50 m de la pista de carreras. Los 34 sujetos corrieron continuamente y fueron puestos en ritmo con una señal sonora emitida a intervalos específicos de una cinta pregrabada. La velocidad estaba inicialmente fija en $8 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Después de esto, era aumentada $1 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ cada 2 minutos. Los sujetos fueron instruidos para que completen tantas fases como sea posible, y el test era detenido cuando los sujetos estaban al menos 5 m detrás del pilón apropiado en la señal sonora 2 veces sucesivas o cuando ellos sentían que no podían completar la fase. Aunque nosotros creemos que el test conlleva a la VAM ,

sin datos de análisis de gas, nosotros preferimos anotar la última velocidad como la VCM_{UM-TT} . La confiabilidad de este test ya ha sido investigada (CCI $r = 0.94$; $n = 60$) (31).

El Test de Carrera de Ida y Vuelta de 20 Metros (20-Meter Shuttle Run Test, 20mSRT)

El 20mSRT se realizó como fue formulado por Lèger y Lambert (32) por 25 sujetos. Involucra la carrera continua entre 2 líneas puestas 20 m separadas en una superficie no deslizante a velocidades de carrera dirigidas por un sonido pregrabado a intervalos apropiados. La velocidad estaba fija en $8 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ durante el primer minuto, aumentando después de esto $0.5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ cada minuto. Se les pidió a los sujetos que completen tantas fases como sea posible, y el test era detenido cuando un sujeto era 3 veces consecutivas incapaz de alcanzar la zona de 3 m situada delante de cada línea de 20 m en el momento de la señal del audio. Nosotros creemos que el test conlleva a la VAM, pero sin los datos de análisis de gas, nosotros preferimos anotar la última velocidad como VCM_{20mSRT} . La confiabilidad de este test ya ha sido investigada (CCI $r = 0.98$; $n = 50$) (32)

Series de Carreras Intermitentes

Aquí el objetivo estaba llevar a todos los jugadores a un nivel similar de demanda metabólica durante cada una de las 3 series de carreras intermitentes, usando en cada serie 1 de las 3 VCM como la intensidad de carrera de referencia. Cada serie consistió de carreras repetidas durante 15 segundos a alta intensidad alternadas con 15 segundos de recuperación pasiva a lo largo de 10 minutos. La distancia de carrera identificada de cada la carrera intermitente era calculada como el porcentaje determinado de cada VCM. El conocimiento de las diferencias de la VCM entre los 3 tests [Tabla 1; $VCM_{30-15IFT}$ es más alta que VCM_{UM-TT} (un $\sim 20\%$) y superior que VCM_{20mSRT} (un $\sim 35\%$)] y en base a la experimentación previa (14), nosotros usamos los siguientes porcentajes que se pensamos que representan las demandas metabólicas equivalentes: 110% de VCM_{UM-TT} (grupo 1, $n = 34$), 140% de VCM_{20mSRT} (grupo 2, $n = 25$) y 95% de $VCM_{30-15IFT}$ (agrupados, $N = 59$). Por ejemplo, para uno sujeto que mostró un valor típico de VCM ($VCM_{UM-TT} = 16.5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ y $VCM_{30-15IFT} = 19.0 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$), corriendo al 95% de una $VCM_{30-15IFT}$ que consiste en cubrir $[(19/3.6) \times 0.95] \times (15 - 0.7) = 71.7 \text{ m}$ en 15 segundos y correr al 110% de una VCM_{UM-TT} que consiste en cubrir $[(16.5/3.6) \times 1.10] \times (15 - 0.7) = 72.0 \text{ m}$ en 15 segundos, que son distancias bastante similares.

Tabla 1. Capacidades fisiológicas elicidadas al realizar las carreras intermitentes y las velocidades de carrera máximas alcanzadas al final de cada uno de los 3 tests de campo.

Sujetos	$\dot{V}O_2\text{máx}$	VAM	VCM						
			Cinta ergométrica	30-15 _{IFT}	UM-TT	20mSRT	10 m	CMJ	FC _{re}
Total ($N = 59$)	45.8 (5.8)	14.1 (0.9)*	14.7 (1.9)*	18.2 (1.6)	—	—	1.98 (0.14)	42.5 (7.7)	6.6 (1.3)
Grupo 1 ($n = 34$)	49.2 (4.2)	14.8 (1.1)*	15.1 (1.7)*	18.6 (2.1)	14.9 (1.9)*	—	1.90 (0.09)	47.2 (5.3)	6.5 (1.5)
Grupo 2 ($n = 25$)	41.9 (3.6)	13.2 (1.4)*	13.9 (1.2)*	16.9 (1.2)	—	11.5 (0.9)*	2.09 (0.10)	36.7 (4.9)	6.8 (1.9)

Los valores promedio (SD) del consumo máximo de oxígeno ($\dot{V}O_2\text{máx}$, $\text{mL}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$), de la velocidad aeróbica máxima (VAM), de la velocidad de carrera máxima (VCM, $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$) alcanzados al final de cada test (cinta ergométrica para el test de ejercicio de laboratorio, 30-15 Test de Fitness Intermitente [30-15_{IFT}], Test de Pista de la Universidad de Montreal [UM-TT], y test de carrera de ida y vuelta de 20 m [20mSRT]), potencia explosiva de los miembros inferiores (tiempo de sprint de 10 m [10 m], en segundos; salto con contramovimiento [CMJ], en centímetros), e índice de recuperación de la frecuencia cardíaca (FC_{re}) medida durante el 30-15_{IFT}.

Grupo 1 = sujetos que realizaron el 30-15_{IFT} y el UM-TT; grupo 2 = sujetos que realizaron el 30-15_{IFT} y el 20mSRT.

* diferencia significativa ($P < 0.001$) vs $VCM_{30-15IFT}$.

Instrumentación

Consumo Máximo de Oxígeno

Un test de carrera máxima continua graduada se realizó en una cinta ergométrica electrónica (Cardiovit 100; Schiller, Baar, Suiza) donde el $\dot{V}O_2\text{máx}$ fue determinado. Todos los atletas realizaron una entrada en calor de 5 minutos estandarizada, y el test empezaba a una velocidad de carrera de $8 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, que luego era aumentada $1 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ cada 2 minutos hasta el agotamiento. El grado de inclinación de la cinta ergométrica se puso a 1%. Después de un procedimiento de calibración estándar de todo el aparato, la los parámetros de la FC y del intercambio gaseoso (ventilación por minuto, $\dot{V}O_2$, producción de CO_2) se registraron continuamente con un sistema disponible comercialmente (Medición metabólica respiro-por-respiro; Sensor Medic MSE, Rungis, Francia). El $\dot{V}O_2\text{máx}$ era determinado por los criterios de Taylor y cols. (40): un plateau en el $\dot{V}O_2$ a pesar de un aumento en la velocidad de carrera y una FC $>90\%$ del valor máximo predicho. La velocidad asociada con el $\dot{V}O_2\text{máx}$ (VAM) era la velocidad de carrera más baja que producía un valor de $\dot{V}O_2$ igual al $\dot{V}O_2\text{máx}$ (9) y representaba el 92.2% de la VCM alcanzados durante el test de cinta ergométrica.

Potencia Explosiva de los Miembros Inferiores

Después de una entrada en calor supervisada, la potencia explosiva muscular de los miembros inferiores se evaluó a través de las capacidades de salto y de sprint (18). Siguiendo a Bosco y cols. (11), el test de salto consistió en un salto de contramovimiento vertical (CMJ; en centímetros) en una plataforma de salto de Bosco (Ergojump; Globus Italia, Codogno, Italia) que calcula la altura del salto a partir de los tiempos de vuelo. Puesto

que en este método de valoración un sesgo metodológico puede haber (en especial el aterrizaje con flexión de piernas), un investigador experimentado validó cada prueba visualmente. Las capacidades de sprint fueron evaluadas por una carrera de 10 m con partida desde parado (10 m; en segundos) (18) registrado con células fotoeléctricas (Wireless Timing-Radio Controlled, Brower Timing System; Matsport, St. Ismier Matsport, St. Ismier, Francia). Se realizaron ambos tests 3 veces, separados por 45 segundos de recuperación pasiva. Sólo el mejor rendimiento fue tenido en cuenta.

Frecuencia Cardíaca

Después de aplicar un gel conductivo, un cinturón de transmisor de electrodos (T61; Polar Electro, Kempele, Finlandia) se colocó al pecho de cada sujeto como es prescrito por el fabricante. La frecuencia cardíaca era medida al despertarse de inmediato por la mañana (15) en posición supina durante 10 minutos (FC_{reposo}). Durante todos los tests, la FC se registró a intervalos de 5 segundos usando un monitor de FC (S610; Polar Electro, Kempele, Finlandia). Cuando los datos registrados mostraban valores anormales, la FC era corregida por interpolación de los valores adyacentes. La FC máxima ($FC_{\text{máx}}$) se registró en todos los tests de campo para verificar que el sujeto estaba rindiendo al máximo. Durante los tests de campo, los datos del sujeto que presentaba en el agotamiento una $FC < 90\%$ de la $FC_{\text{máx}}$ registrada durante la carrera continua graduada máxima eran desechados ($n = 1$).

Análisis de la Frecuencia Cardíaca

El índice de recuperación de la FC (FC_{re}) (12,13) fue usado para evaluar las capacidades de la recuperación cardiorespiratorias. El índice de recuperación de la FC era calculado, durante el 30-15_{IFT} sólo, como la suma de todas las diferencias entre las FCs máximas y mínimas registradas durante cada período de recuperación de 15 segundos dividido por el número total de latidos durante el test entero. La FC individual promedio registrada durante las 3 series de carreras intermitentes está reportada como un porcentaje de la FC_{res} como es propuesto por Karvonen y cols. (28). Para evaluar el la disparidad del % de la FC_{res} entre los atletas, nosotros calculamos la diferencia entre el % FC_{res} promedio alcanzado por todos los sujetos y el % FC_{res} individual: $\Delta FC_{\text{res}} = \text{abs}(\% FC_{\text{res}} \text{ promedio} - \% FC_{\text{res}} \text{ individual})$. El coeficiente de variación (CV; en porcentaje) (3) también fue calculado para el % FC_{res} .

Análisis Estadístico

Los análisis estadísticos se llevaron a cabo usando un Software Minitab 13.2 (Minitab Inc., París, Francia). Se computaron estadísticas descriptivas como promedios y *SD*. Ya que los datos estaban normalmente distribuidos, tests paramétricos fueron utilizados. Para evitar cualquier efecto del sexo, edad, o masa corporal (todo lo conocido para influir en la resistencia, potencia, y velocidad), nosotros ajustamos los datos en estos posibles factores desconcertantes introduciéndolos como variables en los análisis. Un modelo de la regresión lineal múltiple fue usado primero para establecer el vínculo entre la $VCM_{30-15IFT}$ y todas las capacidades fisiológicas específicas de los deportes intermitentes evaluadas en los 59 sujetos. Un tamaño de muestra mínimo de 59 sujetos fue determinado en base al trabajo de Pedhazur (37), quien sugirió una relación (ratio) sujeto-a-variable de 15:1 para los análisis de regresión múltiples ($15 \times 4 = 60$). Acerca de las respuestas de la FC durante las carreras intermitentes, la ΔFC_{res} calculada de cada serie fue comparada con un análisis de única forma de variación con un test post hoc (Tukey). La significancia fue fijada en $P \leq 0.05$; una tendencia era supuesta para $P < 0.10$.

Resultados

Frecuencia Cardíaca Máxima al Final de Cada Test de Campo

La $FC_{\text{máx}}$ alcanzada al final del 30-15_{IFT} no fue diferente de aquellas medidas al final de los otros tests [respectivamente, 193.8 ± 4.8 vs 192.1 ± 6.0 lat·min⁻¹ para 30-15_{IFT} vs cinta ergométrica ($N = 59$), 193.3 ± 5.5 vs 191.8 ± 5.4 lat·min⁻¹ para 30-15_{IFT} vs UM-TT ($n = 34$) y 195.6 ± 5.4 vs 193.9 ± 6.8 lat·min⁻¹ para 30-15_{IFT} vs 20mSRT ($n = 25$)].

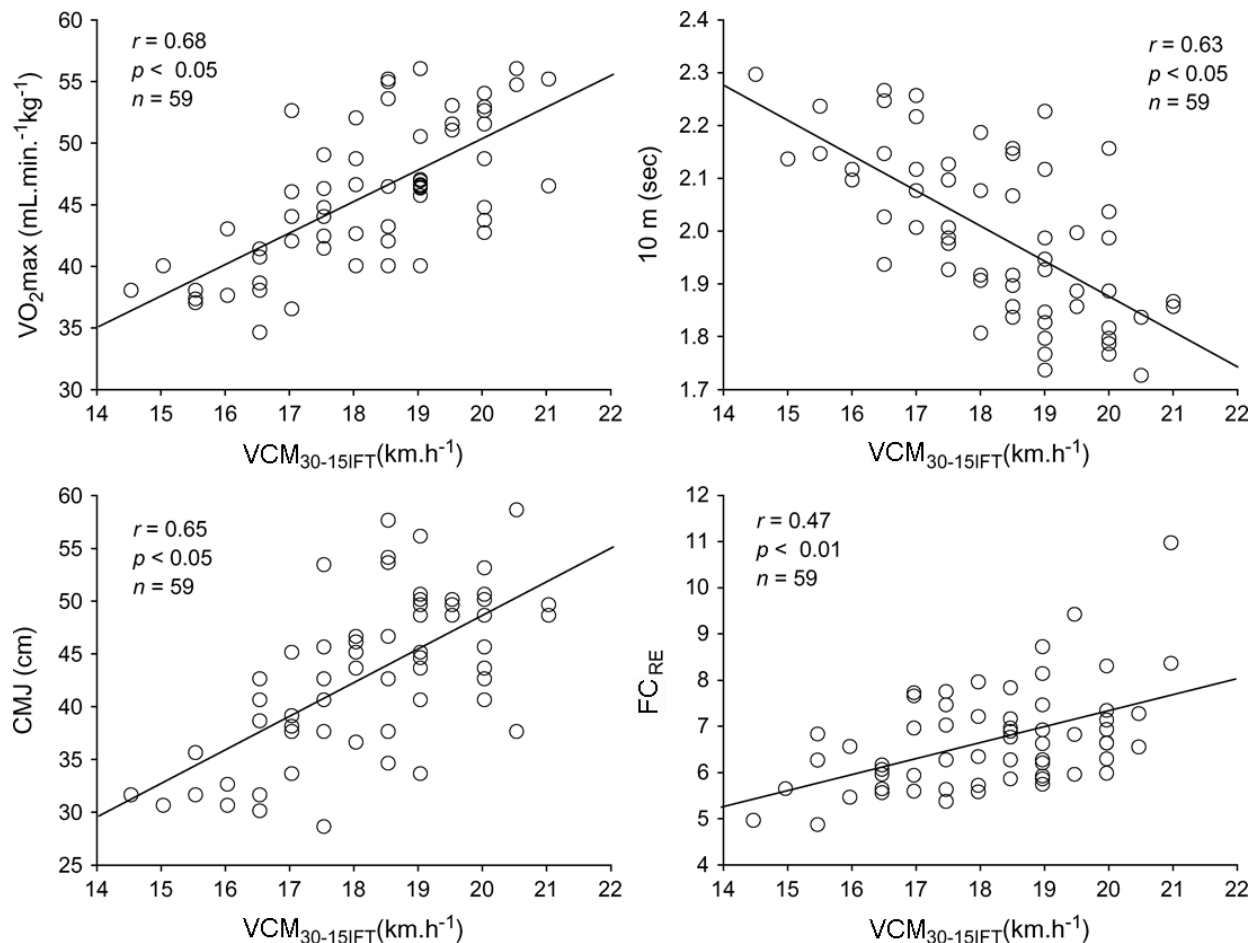
Cualidades fisiológicas y Velocidades de Carrera Máximas Alcanzadas Dentro de Cada Test de Campo

Los valores promedio ($\pm SD$) del $\dot{V}O_2\text{máx}$, la VAM, la VCM, la potencia explosiva de miembros inferiores, y FC_{re} , se presentan en la Tabla 1. Cualquiera sea el subgrupo considerado, la $VCM_{30-15IFT}$ fue significativamente más alta que la VAM, VCM_{UM-TT} , y VCM_{20mSRT} ($P < 0.001$).

Relaciones entre la $VCM_{30-15IFT}$ y las Cualidades Fisiológicas Elicitadas al Realizar las Carreras intermitentes de Ida y Vuelta

Para los 59 sujetos, la $VCM_{30-15IFT}$ se correlacionó significativamente con todas las variables fisiológicas elicítadas al realizar las carreras intermitentes de ida y vuelta, y puede resumirse por la siguiente regresión: $VCM_{30-15IFT} = 14.6 + 0.06 \dot{V}O_2\text{máx} - 1.34 \text{ 10 m} + 0.02 \text{ CMJ} + 0.43 FC_{\text{re}} - 1.20 G - 0.10 W + 0.11 A$ ($r = 0.87$ y $P < 0.001$ para la relación), donde $\dot{V}O_2\text{máx}$ es expresado en mL·min·kg⁻¹, los 10 m en segundos, el CMJ en centímetros, la FC_{re} sin unidades, la G representa el sexo (1 = varón, 2 = mujer), la W para el peso corporal (en kilogramos), y A para la edad (en años). Los análisis de regresión lineal de cero orden hechos entre la $VCM_{30-15IFT}$ y el $\dot{V}O_2\text{máx}$, la potencia explosiva de miembros inferiores, y la índice de la cinética de la FC_{re} fueron todos significativos ($P < 0.05$). Estas 4 relaciones se ilustran en la Figura 2.

Figura 2. Las regresiones lineales de cero orden entre la velocidad de carrera máxima (VCM) alcanzada al final del 30-15 Test de Fitness Intermitente ($VCM_{30-15IFT}$) y las cualidades fisiológicas elicítadas al realizar las carreras intermitentes de ida y vuelta en los 59 sujetos. El consumo máximo de oxígeno ($\dot{V}O_2\text{máx}$), potencia explosiva de miembros inferiores (tiempo de sprint de 10 metros [10 m] y salto con contramovimiento [CMJ]) y el índice de recuperación de la frecuencia cardíaca (FC_{re}).



Demandas Cardiorespiratorias Durante las Carreras Intermitentes en Base a Cada Velocidad de Carrera Máxima

La Tabla 2 presenta valores promedios de distancias identificadas y el correspondiente % FC_{res} observado para los sujetos que realizaron las carreras intermitentes a una intensidad relativa similar (a un porcentaje similar de una VCM determinada). Los resultados muestran que el promedio % FC_{res} alcanzado por los sujetos no dependía de la VCM de referencia usada. No obstante, al fijar las carreras intermitentes en base a un porcentaje determinado de una VCM continua obtenida, los sujetos 6 y 4 de los grupos que usaron, respectivamente, la VCM_{UM-TT} y la VCM_{20mSRT} como velocidades de referencia, no podrían terminar la serie de 10 minutos, y 7 de esos sujetos presentaron una $FC_{res} < 80\%$. El rango de valores del % FC_{res} mostró más disparidad con los 2 tests continuos que con el 30-15_{IFT}, y el CV del % FC_{res} fue inferior para la serie en base al 30-15_{IFT} que aquellos en base a los 2 tests continuos (Tabla 2). Las diferencias individuales del promedio del % el FC_{res} fueron significativamente más bajas en la serie en base al 30-15_{IFT} que en la serie en base al UM-TT ($\Delta FC_{res} = 2.8 \pm 1.2$ vs 9.5 ± 2.1 lat·min⁻¹, $P < 0.05$) o en el 20mSRT ($\Delta FC_{res} = 2.6 \pm 1.8$ vs 8.1 ± 2.9 lat·min⁻¹, $P < 0.05$). La Figura 3 ilustra los datos para 3 atletas representativos que no mostraron comparables % FC_{res} durante 2 series cuando se planearon distancias en base al MRS_{UM-TT} o al $MRS_{30-15IFT}$.

Tabla 2. Distancia específica y frecuencia cardíaca de reserva observadas durante las carreras intermitentes de 10 minutos.

Sujetos	Velocidad de Referencia	(Distancia específica, en m) para carreras de 15 segundos	FC	
			% FC_{res}	CV (%)
Total (N = 59)	$VCM_{30-15IFT}$	69.5 (7.2)	91.2 (87.9–94.1; 2.8)	3.1
Grupo 1 (n = 34)	$VCM_{30-15IFT}$	72.4 (6.1)	92.4 (88.1–93.6; 2.1)	2.3
	VCM_{UM-TT}	69.9 (12.2)	89.1 (78.3–96.1; 8.3)*	9.2
Grupo 2 (n = 25)	$VCM_{30-15IFT}$	66.6 (4.7)	91.7 (87.9–94.1; 2.7)	2.9

Los valores promedio (SD) de carreras de distancia específicas y el porcentaje promedio (rango; SD) de la frecuencia cardíaca de reserva (% FC_{res}) alcanzada durante cada serie de carreras intermitentes (15 segundos de ejercicio/15 segundos de pausa) en base a la velocidad de carrera máxima (VCM) de cada test [VCM_{30-15 IFT} = la VCM alcanzada con el 30-15 IFT = 30-15 Test de Fitness Intermitente, VCM_{UM-TT} para el Test de pista de la Universidad de Montreal, y la VCM_{20mSRT} para el test de la carrera de ida y vuelta de 20 m (km·h⁻¹)]. CV = coeficiente de variación; Grupo 1 = sujetos que realizaron el 30-15 IFT y el UM-TT; Grupo 2 = sujetos que realizaron el 30-15 IFT y el 20mSRT.

* Seis sujetos (18%) no fueron capaces de finalizar las carreras intermitentes de 10 minutos en base al UM-TT.

† Cuatro sujetos (16%) no fueron capaces de finalizar las carreras intermitentes de 10 minutos en base a los 20mSRT.

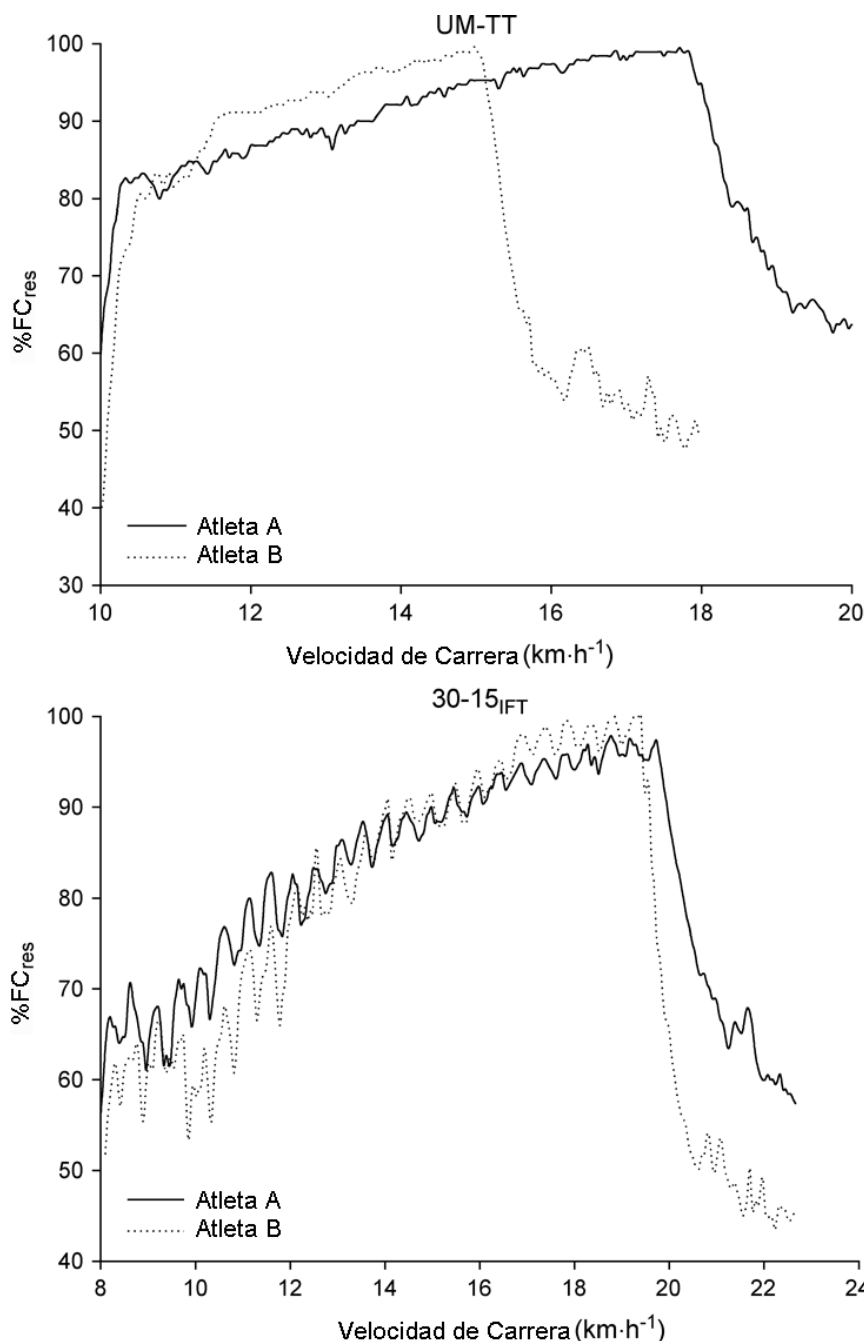


Figura 3. Perfiles de las FCs de reserva individuales (% FC_{res}) durante las carreras intermitentes en 3 sujetos. El ejercicio consistió de una carrera de 15 segundos al 110% de la velocidad de carrera máxima (VCM) alcanzada con el Test de Pista de la Universidad de Montreal (VCM_{UM-TT}, puntos superiores) y al 95% de la VCM alcanzada con el 30-15 Test del Fitness Intermitente (VCM_{30-15IFT}, puntos inferiores) entrecortado con 15 segundos de recuperación pasiva durante 10 minutos

Discusión

El presente estudio muestra que el 30-15 IFT (12,13) conlleva a una VCM que está significativamente asociada con las cualidades fisiológicas elicadas al realizar las carreras intermitentes de ida y vuelta, es decir, la potencia muscular explosiva de los miembros inferiores, potencia aeróbica, y la capacidad de recuperación cardiovascular. Además, los resultados muestran que usando la VCM_{30-15IFT} como velocidad de referencia para determinar las distancias de la carrera intermitente permiten alcanzar un nivel requerido de demanda metabólica con bajas diferencias interindividuales que al usar velocidades de carrera continua determinadas. Esta posibilidad de proveer fácilmente a todos los miembros de un equipo una carga de ejercicio similar y sobre todo a individuos con distintas capacidades anaeróbicas o aeróbicas ilustra la

buena exactitud del 30-15 IFT para individualizar las sesiones de entrenamiento intervalado.

Las relaciones significativas entre VCM_{30-15IFT} y el CMJ, el tiempo de sprint de 10 m, el $\dot{V}O_2$ máx, y la FC_{re}, ejemplifican el mérito del 30-15 IFT. La relación entre una VCM alcanzada después de un test graduado de ejercicio y las capacidades anaeróbicas no se han investigado antes. En el presente estudio, las cualidades fisiológicas elicadas al realizar carreras intermitentes de ida y vuelta respondieron al 75% de la variación de la VCM_{30-15IFT} ($r = 0.87$). Estos resultados para adolescentes indican que la VCM_{30-15IFT} es una única velocidad que tiene en cuenta distintas variables fisiológicas simultáneamente.

Los presentes resultados también ilustran la exactitud del 30-15_{IFT} al evaluar a jugadores de deportes intermitentes con perfiles fisiológicos diferentes. La Figura 4 ilustra el hecho previamente reportado (5,10) de que las capacidades fisiológicas aparte del $\dot{V}O_2$ máx (es decir, la potencia explosiva y la capacidad para recuperarse entre esfuerzos) condicionan el rendimiento intermitente la carrera de ida y vuelta. Aquí, 2 sujetos con VCMs lineales continuas diferentes alcanzadas con el UM-TT (18 y 15 km·h⁻¹) presentaron rendimientos bastante similares en el 30-15_{IFT} (20 y 19.5 km·h⁻¹). Sus perfiles fisiológicos individuales pueden explicar estas diferencias de velocidad de la carrera. Comparado al VCM_{UM-TT}, el atleta A con un perfil claramente aeróbico junto con una fuerza explosiva pobre ($\dot{V}O_2$ máx: 63.4 mL·min·kg⁻¹, CMJ: 44 cm, 10 m: 1.94 segundos, FC_{re}: 9.7) ha aumentado su VCM por 2 km·h⁻¹ con el 30-15_{IFT}. El atleta B con un perfil anaeróbico, a pesar de un $\dot{V}O_2$ máx inferior (54.5 mL·min·kg⁻¹) pero con una potencia explosiva mayor (CMJ: 69 cm, 10 m: 1.81 segundos) y una capacidad de recuperación cardiovascular superior (FC_{re}: 11.6) fue capaz de correr 4.5 km·h⁻¹ más rápido durante el 30-15_{IFT}. En otras palabras, comparado al atleta A, el atleta B toleró mejor los cambios de dirección y eso derivó en un mayor beneficio de la intermitencia de las carreras. Este punto debe ser considerado al programar las sesiones de entrenamiento intervalado, sobre todo para atletas con perfiles fisiológicos diferentes, como en los deportes de equipo.

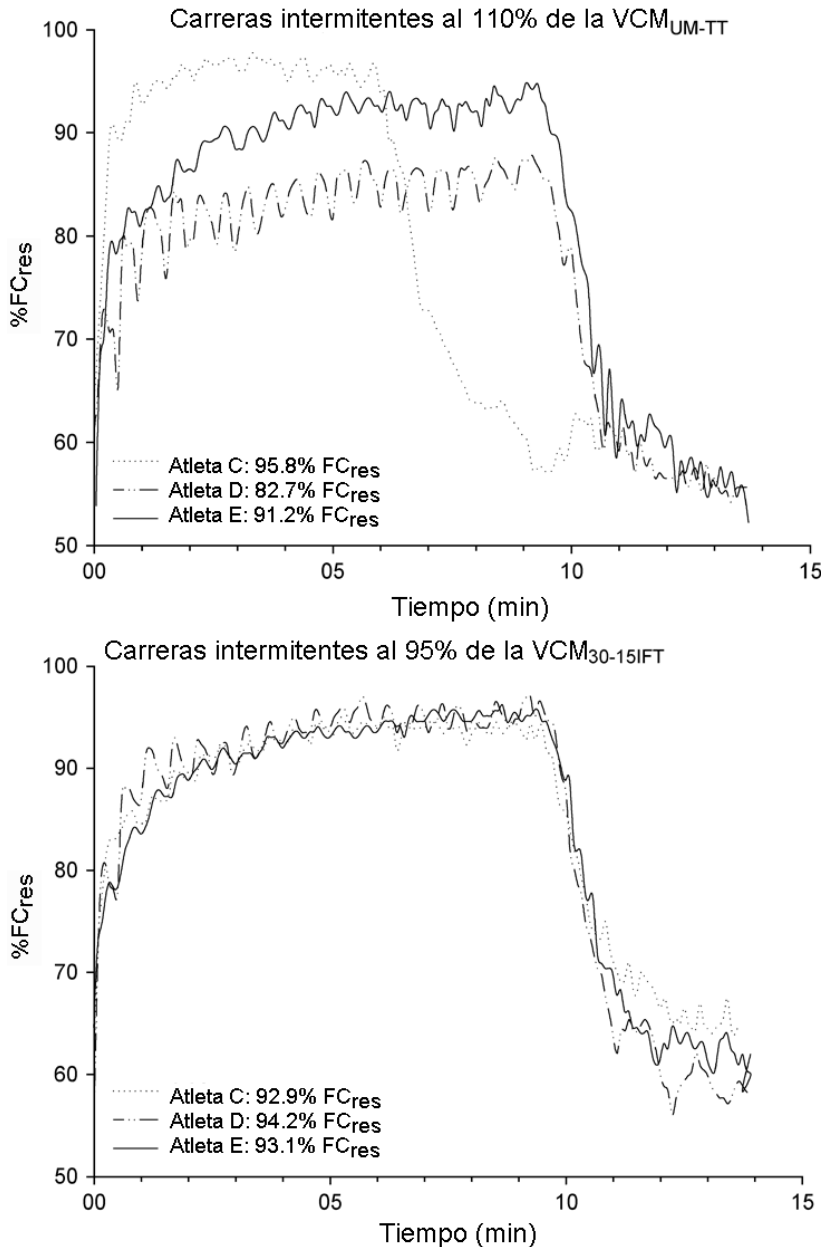


Figura 4. Perfiles de la frecuencia cardíaca de reserva individual (% FC_{res}) como función de la velocidad de carrera para 2 sujetos que presentan velocidades de carrera máximas significativamente diferentes (VCMs) determinadas con el Test de Pista de Carrera de la Universidad de Montreal (VCM_{UM-TT} de 15 vs 18 km·h⁻¹, vista superior) pero VCMs bastante similares obtenidas con el 30-15 Test de Fitness Intermitente (30-15_{IFT}) (VCM_{30-15IFT} de 19.5 vs 20 km·h⁻¹, vista inferior).

Finalmente, los resultados demuestran la capacidad del 30-15_{IFT} para prescribir intensidades de carrera apropiadas para sesiones de entrenamiento intervalado. Nosotros habíamos hecho la suposición de que el VCM_{30-15IFT} ayuda a conseguir que jugadores con perfiles fisiológicos diferentes alcancen niveles cardiorespiratorios similares y que las diferencias interindividuales se tornen menos importantes al usar el VCM_{30-15IFT} comparado a las VCMs determinadas en forma continua para prescribir la intensidad de las sesiones de entrenamiento intervalado. Al fijar las carreras intermitentes en base a un porcentaje determinado de la VCM obtenida con los dos tests continuos, 17.5 y 16% de los sujetos no podrían terminar la serie de 10 minutos, mientras que muchos de ellos presentaron valores de FC_{res} bajas (< 80% FC_{res}) (Tabla 2). Nuestros resultados demuestran que hay una disparidad significativamente mayor entre las respuestas cardiorespiratorias (inferidos por CV superior y ΔFC_{res}) durante las carreras intermitentes orientadas en base a la VCM_{UM-TT} o a la VCM_{20mSRT} que cuando fueron programadas con la VCM_{30-15IFT} como velocidad de referencia (Tabla 2, $P < 0.05$). Los resultados ilustran que la demanda metabólica puede ser diferente de un sujeto a otro, incluso a un porcentaje similar de unas VCMs determinadas en forma continua (similar carga externa relativa). Estos datos se ilustran en la Figura 3. Cuando se usa la VCM_{UM-TT} como la velocidad de carrera de referencia para calcular las distancias individuales de la carrera intermitente, las demandas cardiorespiratorias fueron

claramente diferentes para cada atleta (Figura 3, vista arriba; % FC_{res} = 95.8, 82.8, y 91.1% para los atletas C, D, y E, respectivamente). Sin embargo, al usar la $VCM_{30-15IFT}$ como la velocidad de referencia, el % de la FC_{res} para los 3 atletas fue similar (Figura 3, vista inferior; % $El FC_{res}$ = 92.9, 94.2, y 93.1% para los atletas C, D, y E, respectivamente). Nótese que puesto que la $VCM_{30-15IFT}$ tiene un $\approx 20\%$ más alto que la VCM_{UM-TT} , nosotros usamos un porcentaje distinto de cada VCM (95% de la $VCM_{30-15IFT}$ y 110% de la VCM_{UM-TT}). Investigaciones previas han indicado que las demandas fisiológicas son bastante similares a estos porcentajes (14).

Al usar una VCM determinada en forma continua, jugadores con respuestas cardiovasculares diferentes puede llevar a producir esfuerzos con intensidades desproporcionadas que pueden tener impactos fisiológicos diferentes y consecuencias inesperadas en su salud, fitness, o fatiga. Finalmente, nosotros postulamos que eso es porque la $VCM_{30-15IFT}$ es una velocidad que tiene en cuenta las distintas cualidades solicitada durante carreras intermitentes de ida y vuelta que conlleva a atletas con perfiles fisiológicos diferentes a un nivel similar de demanda cardiorespiratoria. Nosotros podemos proponer así que el 30-15_{IFT} es una herramienta segura para individualizar el entrenamiento aeróbico puesto que permite programar una carga de entrenamiento similar para cada atleta.

Aplicaciones Prácticas

Los técnicos y entrenadores pueden usar el 30-15_{IFT} examinado en este estudio porque lleva a una VCM particular que tiene en cuenta varias cualidades solicitadas durante las carreras intermitentes de ida y vuelta, es decir, potencia explosiva de miembros inferiores, cualidades aeróbicas, y capacidad para recuperarse entre los turnos de ejercicios. El 30-15_{IFT} se ha demostrado de ser exacto para individualizar las distancias cortas de la carrera intermitente en sujetos que presentan diferentes perfiles aeróbicos o anaeróbicos. Usando la $VCM_{30-15IFT}$ como la velocidad de referencia para determinar las distancias de la carrera intermitente permite un nivel determinado de demanda cardiorespiratoria con bajas diferencias interindividuales para ser alcanzado que al usar las $VCMs$ determinadas en forma continua. Este resultado tiene su importancia en los deportes de equipo puesto que un técnico puede estar en lo cierto ya que una similar carga de entrenamiento se ofrecerá a todos los atletas. Aunque un estudio más extenso todavía se necesita para determinar a qué porcentaje de la $VCM_{30-15IFT}$ los jugadores tienen que entrenarse para mejorar una u otra capacidad física, nuestros resultados presentes ya muestran que la exactitud del test para una prescripción del entrenamiento es alta.

Involucrando los principales factores determinantes fisiológicos específicos de los deportes intermitentes y no sólo un componente como la potencia anaeróbica o aeróbica, el 30-15_{IFT} también podría usarse como una única herramienta para evaluar los cambios estacionales (de temporada) en el fitness total de un atleta y en el rendimiento. En ese caso, sería importante estandarizar las condiciones del test lo más posible (es decir, controlar el consumo de comida y la carga de entrenamiento antes del test y del ejercicio en condiciones de campo y de tiempo ambiental comparable, si la evaluación es al aire libre).

Agradecimientos

El autor agradece a Mathieu Puzenat por el apoyo técnico y el tratamiento de los datos y a los técnicos y atletas por su participación. El autor no declara ningún conflicto de interés. Un disco compacto en el 30-15_{IFT} (con el folleto de instrucción) del autor está disponible gratis.

Referencias

1. Ahmaidi, S, Collomp, K, and Prefaut, C. The effect of shuttle test protocol and the resulting lactacidaemia on maximal velocity and maximal oxygen uptake during the shuttle exercise test. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 65: 475-479, 1992.
2. Apostolidis, N, Nassis, GP, Bolatoglou, T, and Geladas, ND. Physiological and technical characteristics of elite young basketball players. *J Sports Med Phys Fitness* 44: 157-163, 2004.
3. Atkinson, G and Nevill, AM. Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sports Med* 26: 217-238, 1998.
4. Aziz, AR, Chia, M, and Teh, KC. The relationship between maximal oxygen uptake and repeated sprint performance indices in field hockey and soccer players. *J Sports Med Phys Fitness* 40: 195-200, 2000.
5. Bangsbo, J. Fitness Training in Football: A Scientific Approach. Bagsvaerd, Denmark: Storm, 1994.
6. Bangsbo, J, Norregaard, L, and Thorso, F. Activity profile of competition soccer. *Can J Sport Sci* 16: 110-116, 1991.
7. Billat, LV. Interval training for performance: a scientific and empirical practice. Special recommendations for middle- and long-distance running. Part II: anaerobic interval training. *Sports Med* 31: 75-90, 2001.
8. Billat, LV. Interval training for performance: a scientific and empirical practice. Special recommendations for middle- and long-distance running. Part I: aerobic interval training. *Sports Med* 1: 13-31, 2001.
9. Billat, LV and Koralsztein, JP. Significance of the velocity at VO_{2max} and time to exhaustion at this velocity. *Sports Med* 22: 90-108, 1996.
10. Bishop, D and Spencer, M. Determinants of repeated-sprint ability in well-trained team-sport athletes and endurance-trained athletes. *J Sports Med Phys Fitness* 44: 1-7, 2004.
11. Bosco, C, Luhtanen, P, and Komi, PV. A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 2: 273-282, 1983.
12. Buchheit, M. [The 30-15 Intermittent Fitness Test: a new intermittent running field test for intermittent sport players-part 1]. *Approches Handball*. 87: 27-34, 2005.
13. Buchheit, M. The 30-15 intermittent fitness test: reliability and implication for interval training of intermittent sport players. In: *ECSS Proceedings*. Belgrade: 2005.
14. Buchheit, M. [Illustration of interval-training prescription on the basis of an appropriate intermittent maximal running speed - the 30-15 intermittent fitness test-part 2]. *Approches Handball*. 88: 36-46, 2005.
15. Buchheit, M, Simon, C, Piquard, F, Ehrhart, J, and Brandenberger, G. Effect of increased training load on vagal-related indexes of heart rate variability: a novel sleep approach. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 287: H2813-H2818, 2004.
16. Cerretelli, P and Di Prampero, PE. Kinetics of respiratory gas exchange and cardiac output at the onset of exercise. *Scand J Respir Dis Suppl* 77: 35a-35g, 1971.
17. Christopher, W, Lee, E, and Geoff, W. Development of speed, agility, and quickness for the female soccer athlete. *Strength Cond J* 22: 9-12, 2000.
18. Cometti, G, Maffiuletti, NA, Pousson, M, Chatard, JC, and Maffulli, N. Isokinetic strength and anaerobic power of elite, subelite and amateur French soccer players. *Int J Sports Med* 22: 45-51, 2001.

19. Davies, CT, Di Prampero, PE, and Cerretelli, P. Kinetics of cardiac output and respiratory gas exchange during exercise and recovery. *J Appl Physiol* 32: 618-625, 1972.
20. Dupont, G, Akakpo, K, and Berthoin, S. The effect of in-season, high-intensity interval training in soccer players. *J Strength Cond Res* 18: 584-589, 2004.
21. Duthie, G, Pyne, D, and Hooper, S. Applied physiology and game analysis of rugby union. *Sports Med* 13: 973-991, 2003.
22. Elferink-Gemser, MT, Visscher, C, Lemmink, KA, and Mulder, TW. Relation between multidimensional performance characteristics and level of performance in talented youth field hockey players. *J Sports Sci* 22: 1053-1063, 2004.
23. Gaitanos, GC, Williams, C, Boobis, LH, and Brooks, S. Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise. *J Appl Physiol* 75: 712-719, 1993.
24. Glaister, M. Multiple sprint work: physiological responses, mechanisms of fatigue and the influence of aerobic fitness. *Sports Med* 35: 757-777, 2005.
25. Harris, RC, Edwards, RH, Hultman, E, Nordesjo, LO, Nyland, B, and Sahlin, K. The time course of phosphorylcreatine resynthesis during recovery of the quadriceps muscle in man. *Pflugers Arch* 367: 137-142, 1976.
26. Helgerud, J, Engen, LC, Wisloff, U, and Hoff, J. Aerobic endurance training improves soccer performance. *Med Sci Sports Exerc* 33: 1925-1931, 2001.
27. Hoff, J and Helgerud, J. Endurance and strength training for soccer players: physiological considerations. *Sports Med* 3: 165-180, 2004.
28. Karvonen, MJ, Kentala, E, and Mustala, O. The effects of training on heart rate; a longitudinal study. *Ann Med Exp Biol Fenn* 35: 307-315, 1957.
29. Krstrup, P, Mohr, M, Amstrup, T, Rysgaard, T, Johansen, J, Steensberg, A, Pedersen, PK, and Bangsbo, J. The yo-yo intermittent recovery test: physiological response, reliability, and validity. *Med Sci Sports Exerc* 35: 697-705, 2003.
30. Krstrup, P, Mohr, M, Ellingsgaard, H, and Bangsbo, J. Physical demands during an elite female soccer game: importance of training status. *Med Sci Sports Exerc* 37: 1242-1248, 2005.
31. Leger, LA and Boucher, R. An indirect continuous running multistage field test: the Universite de Montreal track test. *Can J Appl Sport Sci* 5: 77-84, 1980.
32. Leger, LA and Lambert, J. A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict VO₂ max. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 49: 1-12, 1982.
33. Leger, LA, Lambert, J, Goulet, A, Rowan, C, and Dinelle, Y. Aerobic capacity of 6 to 17-year-old Quebecois-20 meter shuttle run test with 1 minute stages. *Can J Appl Sport Sci* 9: 64-69, 1984.
34. Leger LA, Mercier, D, Gadoury, C, and Lambert, J. The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *J Sports Sci* 6: 93-101, 1988.
35. Lemmink, KA, Visscher, C, Lambert, MI, and Lamberts, RP. The interval shuttle run test for intermittent sport players: evaluation of reliability. *J Strength Cond Res* 18: 821-827, 2004.
36. McCully, KK, Iotti, S, Kendrick, K, Wang, Z, Posner, JD, Leigh, J, Jr, and Chance, B. Simultaneous in vivo measurements of HbO₂ saturation and PCr kinetics after exercise in normal humans. *J Appl Physiol* 77: 5-10, 1994.
37. Pedhazur, EJ. *Multiple Regression in Behavioral Research: Explanation and Prediction*. Fort Worth: Harcourt Brace College Publishers, 1997.
38. Rannou, F, Prioux, J, Zouhal, H, Gratas-Delamarche, A, and Delamarche, P. Physiological profile of handball players. *J Sports Med Phys Fitness* 41: 349-353, 2001.
39. Sun, SS, Schubert, CM, Chumlea, WC, Roche, AF, Kulin, HE, Lee, PA, Himes, JH, and Ryan, AS. National estimates of the timing of sexual maturation and racial differences among US children. *Pediatrics* 110: 911-919, 2002.
40. Taylor, H, Buskirk, E, and Henschel, A. Maximal oxygen uptake as an objective measure of cardiorespiratory performance. *J Appl Physiol* 8: 73-80, 1955.
41. Tomlin, DL and Wenger, HA. The relationships between aerobic fitness, power maintenance and oxygen consumption during intense intermittent exercise. *J Sci Med Sport* 5: 194-203, 2002.

© 2008 National Strength and Conditioning Association
 Copyright © 2008, Lippincott Williams and Wilkins. All rights reserved.
 Published by Lippincott Williams and Wilkins.

Traducción : Prof. Ricardo L. Scarfó (UNLP – Argentina)

Título original: **The 30-15 Intermittent Fitness Test: Accuracy for Individualizing Interval Training of Young Intermittent Sport Players**; Buchheit, Martin; *Journal of Strength and Conditioning Research*: Volume 22(2) March 2008pp 365-374