PubliCE, (PubliCE) 2016

Article

Características Fisiológicas de los Triatletas

R. Suriano[1] y D. Bishop[1,2]

[1]*School of Human Movement and Exercise Science, The University of Western Australia, Australia*
[2]*Facoltà di Scienze Motorie, Università degli Studi di, Italy*

RESUMEN

Los triatlones de todas las distancias se pueden considerar pruebas de resistencia y consisten en disciplinas individuales de natación, ciclismo y carrera que generalmente se completan en este orden secuencial. Si bien se espera que los triatletas de élite tengan altos valores de medidas de la capacidad aeróbica submáxima y máxima, poco se sabe acerca de cómo sería la comparación de estos valores con los de los atletas que practican un solo deporte de resistencia. Los trabajos de revisión anteriores, realizados en la década de 1980, llegaron a la conclusión de que los triatletas poseían valores de VO2max más bajos que los de otros atletas de resistencia. Sería interesante realizar una actualización de las comparaciones para determinar si las capacidades fisiológicas de los triatletas de élite se asemejan en la actualidad a las de los atletas de un solo deporte, o si estas capacidades fisiológicas se ven comprometidas por la necesidad de realizar entrenamiento interdisciplinario (entrenamiento cruzado) para tres disciplinas diferentes. Se observó que a pesar de que las diferencias en los atributos fisiológicos durante la natación, ciclismo y carrera son evidentes entre los triatletas, los que compiten a nivel internacional poseen valores de VO2max que son indicativos de éxito en los deportes individuales que se basan en la resistencia. Por otra parte, se han utilizado varios parámetros fisiológicos en cargas de trabajo submáximas para describir las capacidades de estos atletas. Sólo unos pocos estudios observaron el umbral de lactato de los triatletas y la mayoría de los estudios analizaron el umbral ventilatorio. A pesar de que las diferencias observadas entre los triatletas para estos dos índices submáximos se pueden ver afectadas por los diversos métodos utilizados para determinarlos, los valores reportados para los triatletas son similares a los de ciclistas y corredores entrenados. Por lo tanto, a partir de los pocos datos disponibles, parece que los triatletas son capaces de obtener valores fisiológicos similares a los atletas de un solo deporte a pesar de dividir su tiempo de entrenamiento entre las tres disciplinas.

Palabras Clave: Triatlón; ciclismo, prueba de esfuerzo, resistencia física, carrera

Características Fisiológicos de Triatletas

El triatlón es un evento que comprende las disciplinas de natación, ciclismo y carrera y generalmente se realiza en este orden secuencial. Aunque las distancias de carrera varían, los triatlones de todas las distancias pueden ser considerados como eventos de resistencia. La medida más común de la capacidad aeróbica es el consumo de oxígeno máximo (VO_{2max}) y a menudo éste parámetro ha sido propuesto como un factor determinante del éxito en los eventos de resistencia (1). Sin embargo, también se ha observado que las mediciones fisiológicas en cargas de trabajo submáximas son importantes factores determinantes del rendimiento de resistencia (2, 3). Por lo tanto, aunque se espera que los triatletas de elite tengan altos valores de capacidad aeróbica submáxima y máxima, poco se sabe acerca de cómo estos valores pueden ser comparados con los de los atletas de resistencia que participan en un solo deporte. Estas comparaciones son interesantes para determinar si las capacidades fisiológicas de los triatletas se asemejan a las de los atletas de un solo deporte, o si estas capacidades fisiológicas están afectadas por la necesidad de realizar entrenamiento interdisciplinario (entrenamiento cruzado) para tres disciplinas diferentes; esto tiene implicaciones obvias para el entrenamiento de los triatletas.

Aunque se han publicado previamente revisiones sobre los atributos fisiológicos de los triatletas, (4, 5), estas fueron

publicadas por lo menos 12 años antes de esta revisión. Desde que se publicaron estas revisiones, el triatlón ha incrementado su profesionalismo y los triatletas tienen más probabilidades de ingresar al deporte como triatletas (con antecedentes de entrenamiento en las tres disciplinas), en lugar de ingresar a través de alguno de los deportes individuales que integran un triatlón. Por lo tanto, se requiere una revisión actualizada que analice los atributos fisiológicos de triatletas contemporáneos y los compare con los de atletas que realizan un solo deporte. A diferencia de las revisiones anteriores, antes de hacer este tipo de comparaciones primero justificaremos los parámetros fisiológicos elegidos y realizaremos un breve comentario sobre el uso de medidas absolutas o relativas de la capacidad aeróbica. Además, mientras que las revisiones anteriores se centraron en la comparación del VO2máx (y, a veces la economía), este trabajo proporciona una revisión amplia de los atributos fisiológicos de triatletas e incluye mediciones como el umbral de lactato (LT), el umbral ventilatorio (VT), potencia máxima y velocidad máxima.

Parámetros Máximos

Los atletas de resistencia exitosos se caracterizan por tener altos niveles de potencia aeróbica (medida como VO2máx), que casi duplica a la de los individuo no entrenados, y esto a menudo ha sido citado como un importante factor de predicción del éxito en resistencia entre los atletas con valores heterogéneos de potencia aeróbica (2, 6, 7). Existen diferentes métodos de normalización para las mediciones de VO2máx, como por unidad de masa magra o volumen de las piernas (8). Sin embargo, frecuentemente el VO2máx se expresa en valores absolutos (L min^{-1}) o en relación a la masa corporal (ml kg^{-1} min^{-1}). Dado que los tres eventos que componen el triatlón difieren en la cantidad de masa corporal que debe ser soportada por los atletas y, por lo tanto, de la energía necesaria para mantener la posición corporal, es posible que se necesiten diferentes métodos para la normalización del VO2máx en las diferentes disciplinas del triatlón.

Aunque los estudios han demostrado que el VO2máx absoluto está asociado con el rendimiento de natación en los 400 m, (9, 10), Costill et al. (11) observaron que el VO2máx relativo tenía una correlación mas alta (r = 0,74 frente a 0,47) con el rendimiento de natación de una distancia similar (365,8 m). Por otra parte, un estudio informó una correlación baja (r=0,30) entre el VO_{2max} absoluto y el rendimiento en 400 m de natación (12). Estos resultados fueron obtenidos a pesar de que se observaron valores de VO2máx absolutos similares entre los estudios. Por lo tanto, a pesar de que el VO2máx absoluto se informa con mayor frecuencia en los nadadores, el VO2máx relativo podría ser mas apropiado cuando se informa y compara el VO2máx de nadadores y triatletas. De hecho, Sleivert y Wenger (13) informaron que el VO2máx relativo y no el absoluto se relacionó significativamente con el rendimiento en natación durante un triatlón. El análisis de los valores de VO2máx en triatletas también se complica por la observación de que, en comparación con el ciclismo y la carrera, la natación requiere un mayor grado de entrenamiento especializado para alcanzar valores elevados de VO2máx y recibe pocos beneficios de entrenamiento cruzado de ciclismo y carrera (15).

Durante el ciclismo, toda la masa corporal se apoya en la bicicleta y, por tanto, tener un VO2máx absoluto más alto sería ventajoso. Sin embargo, en ciclistas generalmente se han informado tanto los valores de VO2máx absolutos como los relativos, (3, 16-18) y la medida más apropiada dependería del tipo de ciclistas que se están comparando. Los ciclistas profesionales que son considerados "escaladores" tuvieron un mayor VO2máx relativo (y menor masa corporal) que los ciclistas especialistas en pruebas contrarreloj (las pruebas contrarreloj generalmente se llevan a cabo en pistas planas) a pesar de que presentaban valores similares de VO2máx (16).

En contraste con el ciclismo, el VO2 relativo durante las carreras es constante entre los individuos para cualquier velocidad dada (19). Aunque Costill (20) observó una relación entre el VO2máx, tanto absoluto como relativo, y el rendimiento en las carreras, la relación del VO2máx relativo fue mas fuerte que la del VO2máx absoluto (r = 0,83 y 0,59, respectivamente). Generalmente los valores de VO2máx entre los corredores se presentan en forma de valores relativos (2, 21-23) porque se sabe que la masa corporal extra es perjudicial para el rendimiento en la carrera (24).

Dado que los triatletas compiten en natación, ciclismo y carrera, generalmente el VO2máx se ha informado tanto en valores relativos como absolutos (13, 24-36). Sin embargo, a partir de la discusión anterior, se podría argumentar que la manera más adecuada para comparar nadadores y triatletas sería utilizando el VO2máx relativo. Por otra parte, dado que frecuentemente se ha informado que el segmento de carrera sería un buen estimador del rendimiento en triatlón, (37) la desventaja de una gran masa corporal en el rendimiento de carrera también podría hacer que el VO2máx relativo sea más apropiado cuando se comparan los valores de VO2máx de los ciclistas y triatletas. Una consideración adicional es que el atleta puede ser capaz de compensar un bajo VO2máx (ya sea absoluto o relativo) con mayores valores de eficiencia o economía (38). Por lo tanto, aunque todavía no se ha establecido cual sería el parámetro más apropiado para triatletas, para los fines de esta revisión, el VO2máx, hará referencia al valor relativo a menos que se indique otra cosa.

Los triatletas generalmente poseen altos valores de VO2máx. En la Tabla 1 se presentan los estudios que han determinado el VO2máx de triatletas (ver archivos suplementarios). Los valores de VO2máx reportados para los triatletas durante la natación, ciclismo y carrera han variado entre 49,9 y 57,7 mL kg^{-1} min^{-1}, 43,6 y 75,9 mL kg^{-1} min^{-1}y 49,7 y 78,5 mL kg^{-1} min^{-1}, respectivamente, para los triatletas varones y entre 38,1 y 45,3 mL kg^{-1} min^{-1}, 48,2 y 61,3 mL kg^{-1} min^{-1} y 50,7 y 65,6 mL kg^{-1}

min^{-1}, respectivamente, para triatletas mujeres.

Autor	Sujetos	Edad (años)	Deporte	Nivel	VO_{2max} (mL kg^{-1} ml^{-1})	
					Carrera	Ciclismo
Hue et al.[30]	M = 6	21,8±2,4	Triatletas	Miembros del equipo nacional Francés	78,5±3,6	75,9±5,2
Schabort et al.[34]	M = 5 F = 5	23,0±4,0 25,0±7,0	Triatletas	Miembros del equipo nacional de Sudáfrica	74,7±5,3 63,2±3,6	69,9±4,5 61,3±4,6
Millet y Bentley[33]	M = 9 F = 9	24,8±2,6 27,9±5,0	Triatletas	Triatletas de elite senior que participaban a nivel de campeonato mundial	NR	74,3±4,4 61,0±5,0
Laurenson et al.[40]	F= 10	27,1±3,5	Triatletas	Miembros del equipo nacional de Gran Bretaña	65,6±6,0	NR
Billat et al.[21]	M = 5 F = 5	33,4±2,0 32,8±2,8	Corredores de maratón	Miembros del equipo olímpico de Francia y Portugal	79,6±6,2 61,2±4,8	NR
Padilla et al.[17]	M=24	26±3,0	Ciclistas	Miembros de un equipo de ciclismo profesional de ruta	NR	78,8±3,7
Lucia et al.[41]	M=13	24±2,0	Ciclistas	Miembros de un equipo de ciclismo profesional de ruta	NR	75,2±1,6

***Tabla 1**. Valores de VO_{2max} de triatletas, corredores y ciclistas de nivel nacional (elite). F= Mujeres; M= Varones; NR= No informado.*

Si bien los triatletas poseen altos valores de VO_{2max}, un artículo de revisión sugirió que los valores de VO_{2max} de triatletas durante la natación, ciclismo y carrera eran inferiores a los de los atletas que se especializaban en una sola de estas modalidades de ejercicio (5). Se sugirió que esto podría deberse a que los triatletas cargan "masa muscular extra" que se utiliza en uno de los segmentos, pero que no se utiliza en los otros. Sin embargo, una explicación alternativa es que los triatletas en estos estudios no tenían el mismo nivel de "élite", que los atletas que participaban en carreras, ciclismo y natación. Muchos de los estudios revisados se realizaron en la década de 1980, cuando apenas el triatlón era un deporte reconocido y los deportistas de élite o profesionales no eran atraídos por el triatlón. Mientras que las carreras, ciclismo y natación han sido deportes competitivos de nivel internacional durante muchos años, el triatlón es un evento relativamente joven, ya que el primer campeonato mundial se realizó en 1989. Un estudio utilizó un cuestionario formulado antes de un triatlón para estimar los valores de VO_{2max} para triatletas varones (39). Por otra parte, no se aportaron los valores para triatletas varones de elite durante el ciclismo y para triatletas varones y mujeres de élite durante la natación. A pesar de estas limitaciones, los autores concluyeron que los triatletas tenían valores de VO_{2max} menores que los de otros atletas de resistencia. Sin embargo, es poco probable que la revisión comparara atletas de un nivel comparable.

Luego de esta revisión, se informaron los perfiles fisiológicos de los triatletas que integraban equipos nacionales y que competían a nivel internacional (30, 33, 34). Los valores reportados son los de los equipos nacionales de Francia (30) Gran Bretaña (40) y Sudáfrica (34). Los resultados se presenta en la Tabla 1.Cuando estos valores se comparan con ciclistas (17, 41) y corredores (21) que compiten en un nivel similar, los resultados de VO_{2max} son comparables. Según nuestros conocimientos, no se ha informado el VO_{2max} de triatletas de élite durante la natación. Sin embargo, los resultados que se describen en la Tabla 1 indican que los triatletas que compiten a nivel internacional poseen valores de VO_{2max} que son indicativos de éxito en los deportes individuales de resistencia en este nivel.

Se ha observado que los triatletas poseen valores de VO_{2max} en ciclismo y natación que son aproximadamente 94-97% y 74-86% respectivamente de los valores obtenidos durante un test de carrera (13, 27, 34, 42, 43). Estos resultados también se resumen en la Tabla 1 (ver archivo adicional) y son consistentes con la observación de que el VO_{2max} durante la carrera es mayor que durante el ciclismo, y que ambos valores son más altos que durante la natación independientemente de los antecedentes de entrenamiento (44). Esto podría deberse a que la carrera recluta más masa muscular que el ciclismo o la natación. En un trabajo previo se observó una correlación positiva entre el consumo de oxígeno y la cantidad de masa muscular activa durante el ejercicio (45). Además, la carrera por lo general ha sido el antecedente de entrenamiento de muchos triatletas, y es posible que aún no hayan logrado las adaptaciones fisiológicas para registrar valores de VO_{2max}

similares en las otras disciplinas. De los 14 triatletas investigados por Kohrt et al., (43) 10 tenían antecedentes de carreras, mientras que tres y uno provenían del ámbito de la natación y del ciclismo respectivamente. Por lo tanto, aunque los triatletas poseen valores altos de VO_{2max}, estudios previos han observado diferencias entre las disciplinas individuales, posiblemente debido a la masa muscular involucrada y/o a los antecedentes de entrenamiento de los triatletas.

Estas diferencias observadas en los valores de VO_{2max} en natación, ciclismo y carrera parecen ser menos marcadas para los triatletas cuyo primer deporte fue el triatlón. Recientemente, se analizaron los perfiles fisiológicos de 29 triatletas jóvenes (20,9±2,6 años) que habían entrenado y competido sólo en triatlón y no en otros deportes de manera individual (30). Se observó que los valores de VO_{2max} obtenidos en bicicleta ergométrica y los obtenidos en cinta rodante no fueron significativamente diferentes (69,1±7,2 y 70,2±6,2 mL kg^{-1} min^{-1}, respectivamente). La homogeneidad de la capacidad aeróbica de los triatletas más modernos fue corroborada en un estudio realizado con ocho jóvenes triatletas (edad media de 24,0±3,0 años) que competían en nivel interregional (46). Por lo tanto, estos estudios nos aportan cierta evidencia de que los triatletas de la actualidad tienen capacidades fisiológicas que son similares entre el ciclismo y la carrera. A pesar de que ningún estudio investigó la capacidad aeróbica medida durante la natación, es improbable que exista un fuerte efecto de entrenamiento cruzado entre ciclismo, carrera y natación (15).

Mientras que el VO_{2max} es una herramienta útil para evaluar la aptitud aeróbica máxima, otros parámetros que se pueden medir fácilmente con equipos poco costosos son la producción de potencia aeróbica pico (Wmax) durante el ciclismo, y la velocidad aeróbica máxima (MAV). Sin embargo, es necesario tener precaución cuando se comparan Wmax de diferentes estudios porque la Wmax puede variar con el protocolo de prueba (47, 48). Varios estudios informaron los valores de Wmax y MAV de triatletas en el VO_{2max} (ver Tabla 2). La determinación de Wmax y MAV puede ser una medida adecuada para evaluar a triatletas, ya que se ha demostrado que no sólo pueden ser utilizadas para predecir el rendimiento general en triatlón, si no que son mejores estimadores del rendimiento que el VO_{2max} (32-34, 49).

Estudio	Sujetos	Edad (años)	Nivel	Carrera		Ciclismo	
				VO_{2max}	MAV (km/h)	VO_{2max}	W_{max} (W)
O'Toole et al.[61]	M=14	40±11	Ultra resistencia	NR	NR	57,4±7,5	340±44 M
	F=10	31±8				57,5±5,6	304±39 M
Schneider et al.[35]	M= 10	27,6±6,3	Altamente entrenados	75,4±7,3	NR	70,3±6,0	376±34 M
Deitrick[24]	M = 7	30,6±5,2	Pesos característicos	69,9 ± 5,5	NR	60,5±6,2	429±38L
	M = 7	29,6±4,4	Pesos elevados	55,6 ±4,1		51,9±3,9	491 ±45 L
Bunc et al.[26]	M = 23	17,7±2,2	Atletas elite jóvenes	67,9 ± 5,9	15,2±1,4 a	NR	NR
	F= 13	17,1±1,4		56,1±2,4	12,7±0,7 a		
Zhou et al.[49]	M= 10	27,4±5,7	Recreacionales	63,3±2,8	21,1±0,4	61,2±3,2	418±14 M
Bentley et al.[25]	M= 10	24,2±4,2	Recreacionales	NR	NR	64,7±5,1	352±47 M
Brisswalter et al.[76]	M=10	26±2	Altamente entrenados	NR	NR	66,4±3,4	376,5±20 S
Schabort et al.[34]	M = 5	23,0±4,0	Élite	74,7±5,3	20,9±0,9	69,9±4,5	385±14 L
	F = 5	25,0±7,0		63,2±3,6	18,0±0,9	61,3±4,6	282±19 L
	Grupo	24,0±5,5		68,9±7,4	19,5±1,8	65,6±6,3	333±57 L
Hausswirth et al.[77]	M= 10	25,6±4,1	Altamente entrenados	73,3±5,0	20±1,2	NR	NR
Bernard et al.[78]	M = 9	24,9±4,0	Competitivos	NR	NR	68,1±6,5	398±25 S
Hue[62]	M = 8	24,7±2,1	Élite	71,8±7,6	22,0±0,7	70,5±6,5	389±38 S
Millet et al.[32]	M= 6	28,3±4,5	Especialistas en Larga Distancia de Elite	NR	NR	72,3±2,3	401±47 O
Millet and Bentley[33]	M= 9	24,8±2,6	Sénior élite	NR	NR	74,3±4,4	385±50 O
	M= 7	19,1±1,5	Júnior élite			74,7±5,7	354±21 O
	F= 9	27,9±5,0	Sénior élite			61,0±5,0	293±21 O
	F = 6	19,4±1,3	Júnior élite			60,1±1,8	268±19 O
Bernard et al.[79]	M= 10	25,2±6,8	Altamente entrenados	NR	NR	61,9±4,1	380±31 S
Bentley et al.[80]	M = 9	25,1±5,8	Altamente entrenados	NR	NR	69,3±3,6	321±28 O

***Tabla 2**. Determinación de los valores pertenecientes a triatletas de VO2máx (mL kg^{-1} min^{-1}), velocidad aeróbica máxima (MAV) en carreras en cinta rodante y producción de potencia máxima (Wmax) en ciclismo, medidos en pruebas de esfuerzo progresivo máximas. M=Varones; F=Mujeres; NR= No informado; L= Bicicleta ergométrica con freno electrónico Lode; M= Bicicleta ergométrica con freno mecánico Monark; O= Bicicleta ergométrica con freno electrónico Orión; S= Bicicleta ergométrica con freno electrónico SRM. a Cinta rodante con una pendiente de 5%.*

A pesar de la dificultad de comparar la Wmax entre los estudios, existe evidencia que sugiere que Wmax puede ser menor para los triatletas en comparación con los ciclistas. Por ejemplo, en un grupo de 14 ciclistas de élite (VO2máx 69,7±7 mL kg^{-1} min^{-1}) se observó un valor Wmax de 440±3,3 W, mientras que Mujika y Padilla (50) observaron un Wmax de 439 W (intervalo 349 a 525 W) para un grupo de 24 ciclistas profesionales con un VO2máx de 78,8 mL kg^{-1} min^{-1} (rango de 69,7 a 84,8). Sin embargo, es difícil establecer conclusiones firmes porque el VO2máx de los triatletas fue mucho menor que el de

los ciclistas, y los estudios que reclutaron triatletas con valores similares de VO2máx no informaron el valor de Wmax (30). No obstante, estos valores son más altos que los valores informados para triatletas altamente entrenados o triatletas de élite (ver Tabla 2). Esto sugiere que los ciclistas pueden tener una mayor eficiencia en comparación con los triatletas durante el ciclismo. Sin embargo, esta diferencia puede no ser evidente cuando los corredores especialistas se comparan con los triatletas. Por ejemplo, se ha observado que las velocidades máximas de carrera durante pruebas incrementales en cinta rodante para corredores entrenados (VO_{2max} = 65,9±4,6 mL kg^{-1} min^{-1}) y de elite (77,7±6,4 mL kg^{-1} min^{-1}) son 21,2±1,1 y 20,9±1,1 kph respectivamente. Estos valores se comparan favorablemente con los observados en triatletas altamente entrenados o de élite en la Tabla 2. Esto puede reflejar el énfasis de entrenamiento de los triatletas de élite y la importancia de la disciplina de carrera para el rendimiento general del triatlón de élite (37).

Mediciones de Rendimiento Submáximas

Mientras que el VO_{2max} describe un límite máximo para la producción de energía aeróbica, se ha sugerido que los parámetros medidos durante el ejercicio submáximo proporcionan mejores estimadores del rendimiento de resistencia (2, 3). Como consecuencia, los individuos con valores similares de VO2máx pueden presentar una gran variación en su capacidad de resistencia dependiendo del porcentaje de VO2máx que puedan mantener durante un evento (2, 3, 51). Se han utilizado diferentes parámetros fisiológicos en cargas de trabajo submáximas para discriminar entre los atletas. Estos incluyen variables como LT, VT y medidas de economía en diferentes cargas de trabajo o velocidades.

El umbral del lactato ha sido considerado frecuentemente (LT) como una carga de trabajo importante, ya que representa una tasa de trabajo por encima de la cual se produce un aumento brusco en los niveles de lactato (52). Sin embargo, es difícil comparar el LT de los atletas obtenidos en diferentes estudios porque se utilizaron diferentes métodos para calcularlo. Además, aunque se ha demostrado que los diferentes métodos de cálculo del LT se correlacionan, (53) también se ha sugerido que la prueba más adecuada para determinar el LT dependerá de la longitud del evento que está siendo analizado (18). Numerosos factores, tales como la variación en la capacidad aeróbica, (2), el tamaño de las fibras (54) y el porcentaje de fibras musculares de tipo I (55) pueden ser responsables de las diferencias en observadas en el LT entre sujetos.

El umbral ventilatorio (VT) es otra medida fisiológica submáxima que se ha asociado con el rendimiento de resistencia. El VT se define como el aumento en el equivalente ventilatorio del oxígeno (VE.VO2-1) sin un aumento asociado en el equivalente ventilatorio del dióxido de carbono (VE.VCO2-1). Este método para determinar VT se conoce como método del equivalente ventilatorio (56). Un método alternativo para describir el VT es la identificación del punto en donde se produce un aumento más pronunciado en el VCO2 en comparación con el VO2. Este método para definir el VT se conoce como método *V-slope* (57). Se ha observado que ambas mediciones arrojan valores similares de VT y han sido utilizadas indistintamente para describir el VT. Esto es esperable porque la relación entre VE.VCO2-1 y VE.VO2-1 debe ser la misma que entre VCO2 y VO2 . Un método alternativo utilizado por algunos autores para definir el VT, es el punto en el que hay un aumento en VE.VCO2-1. Simón et al. (59) se refirieron a este punto como el umbral de compensación respiratoria (UCR) y explicaron que este se alcanzaba en una intensidad superior al VT en individuos entrenados (N = 6, 26,8±2,2 años, VO_{2max} = 63,8±1,3mL kg^{-1} min^{-1}) y en individuos desentrenados (N = 6, 31,0±1,8 años, VN=35,5±2,3 mL kg^{-1} min^{-1}).

Se ha demostrado que los parámetros submáximos medidos durante la natación, ciclismo y carreras pueden predecir la capacidad de resistencia. Se ha demostrado que el rendimiento de resistencia de un grupo de ciclistas con valores homogéneos de VO_{2max} (VO_{2max} = 68,6±1,2 mL kg^{-1} min^{-1}) se asoció con un alto porcentaje de VO2 en el umbral del lactato (LT) (r =0,90, p <0,001) (3). De manera similar se demostró que los valores submáximos obtenidos durante pruebas de carrera también pueden predecir el rendimiento en carreras de fondo (2, 6). Farrell et al (6) (N = 18, 28±9,0 años, VO_{2max} = 61,7±7,5m mL kg^{-1} min^{-1}) demostraron que el VO2 consumido en cinta rodante a una velocidad de 268 $m.min^{-1}$ (r ≥ 0,49), el VO2 en el LT (mL kg^{-1} min^{-1}) (r≥ 0,91) y la velocidad de la cinta rodante en el LT (r≥0,91) se relacionaban significativamente (p<0,05) con el rendimiento de carrera en distancias que iban desde 3,2 km hasta distancias de maratón (42,2 kilómetros). Esto llevó a los autores a concluir que los corredores de distancia exitosos eran capaces de utilizar una gran fracción de VO_{2max} con una acumulación mínima de lactato en sangre. Por último, también se observó que a pesar de diferencias en VO_{2max} o en Wmax, un grupo de ciclistas altamente entrenados realizaron una prueba contrarreloj de 40 kilómetros significativamente más rápido que un grupo de triatletas altamente entrenados, en parte debido a un VT significativamente mayor (60). Por lo tanto, estos estudios sugieren que los valores fisiológicos submáximos pueden ser determinantes importantes del rendimiento de resistencia en una variedad de atletas, entre los que se incluyen los triatletas. Sin embargo cabe señalar, que la relación entre los parámetros fisiológicos y el rendimiento de resistencia a menudo no es tan clara durante los eventos de triatlón, (18, 80) posiblemente debido a factores tales como el ir a rueda (*drafting)* y la ejecución secuencial de las diferentes disciplinas.

Es difícil comparar los valores de LT observados en los triatletas porque se han utilizado diferentes métodos para calcular este valor. Se observó que el LT en la carrera, calculado como la intensidad de ejercicio que provoca una concentración sanguínea de La igual a 4 mmol.L-1 (comúnmente llamado comienzo de la acumulación de lactato en sangre u OBLA),

correspondía al 85,1% del VO_{2max} para un grupo de triatletas altamente entrenados (N=14, 29,4±5,1 años, VO_{2max} =58,4±1,4 mL kg^{-1} min^{-1}) que compitieron en un triatlón medio Ironman (43). El mismo grupo de triatletas presentó un LT en forma de porcentaje del VO_{2max} más bajo durante el ciclismo (76,1%) que durante la carrera. Esto coincidió con un menor valor de VO_{2max} para este grupo durante el ciclismo (56,0±1,3 mL kg^{-1} min^{-1}, P<0,05). O'Toole et al. (61) definieron el LT como la intensidad de ejercicio que provocó un aumento de 1 mmol·L-1 en la [La] sanguíneo por encima del valor determinado durante la primera tasa de trabajo. Usando esta definición, el LT durante la etapa de ciclismo fue de 73±2,2% de VO_{2max} entre un grupo de triatletas Ironman que tenían un valor similar de VO_{2max} (57,4±7,5 mL kg^{-1} min^{-1}). La intensidad del ejercicio que permitió alcanzar una concentración de lactato sanguineo igual a 4 mmol L-1 también se informó y fue 88±1,2% de VO_{2max}. En comparación con el estudio mencionado anteriormente de Kohrt et al., (43) el mayor LT en una [La] sanguíneo de 4 mmol L-1 observado por O'Toole et al. (61) podría deberse a que los sujetos en este estudio estaban entrenando para el evento Ironman de mayor duración, y habrían realizado mayor entrenamiento de ciclismo. Por último, utilizando el método Dmax para la determinación del LT, el LT se produjo a aproximadamente el 68% de Wmax en un grupo de triatletas recreacionales varones (N=10, 24,2±4,2 años, VO_{2max} de ciclismo = 64,7±5,1 mL kg^{-1} min^{-1}) que estaban entrenando para un triatlón de distancia olímpica local (2). Los valores de LT de atletas que practican un solo deporte son comparables a estos valores observados en los triatletas. Por ejemplo, un valor de OBLA 90,4±1,1% del VO_{2max} se observó en corredores varones de fondo de élite (VO_{2max} = 77,7±6,4 mL kg^{-1} min^{-1}), mientras que un LT de 75,3±1,5% del VO2máx se observó de un grupo de ciclistas de competición (VO_{2max}= 69,3±1,2 mL kg^{-1} min^{-1}) utilizando el método equivalente al de O'Toole que se indicó anteriormente.

La mayoría de los estudios que investigaron los valores fisiológicos submáximos entre triatletas informaron los valores de VT, y no los valores de LT (13, 26, 29, 30, 32, 33, 35, 49, 61-63). Los valores de VT durante la carrera y ciclismo han oscilado entre 65 y 85% y 61 a 84% del VO_{2max} respectivamente. Sólo un número limitado de estudios han investigado el VT en la natación. Uno de estos estudios observó valores de 71,8±2,0% y 75,8±4,2% del VO2máx para los varones (N=18, 27,7±1,3 años, VO_{2max} de natación = 49,9±1,4 mL kg^{-1} min^{-1}) y mujeres (N=7, 28,3±2,3 años, VO_{2max} de natación = 38,1±2,4 mL kg^{-1} min^{-1}) respectivamente (13).

El amplio rango de valores de VT como porcentaje del VO2máx observado en triatletas durante la carrera y el ciclismo probablemente se daba a los diferentes métodos utilizados para determinarlo. Los autores que reportaron valores inferiores de VT en forma de porcentaje del VO_{2max} (entre el 60 y el 75%) definieron el VT por medio del método *V-slope* o método del equivalente ventilatorio (30, 35, 61-63). Los estudios que informaron los valores más altos de VT (80 -90% de VO_{2max}), en realidad midieron el UCR que se define como un incremento no lineal en VE con respecto al tiempo, VO2 o VCO2 (13, 26, 29, 32, 33, 49) Por lo tanto, cuando se interpretan los valores de VT es importante tener en cuenta el método de análisis que se utilizó.

Los valores del umbral ventilatorio (VT) en las disciplinas individuales de los triatletas son similares a los reportados para ciclistas y corredores entrenados (41, 59, 64). Por otra parte, los valores del VT en los triatletas son generalmente más bajos en la etapa de natación en comparación con el segmento de ciclismo, y ambos son menores que los valores de VT durante el segmento de carrera (13, 35, 49). Esto podría estar relacionado con el modo de ejercicio (64) o con el hecho de que los valores de VO_{2max} son típicamente más altos durante la carrera que durante el ciclismo y la natación. Se ha informado de que los triatletas que tienen valores de VO_{2max} similares en ciclismo y carrera, también tienen valores similares de VT en las dos disciplinas (30). Parecería que los valores de VT pueden variar en función de la capacidad aeróbica máxima dentro de las disciplinas individuales de un triatlón. Dados los valores similares de VO_{2max} entre triatletas y los atletas de resistencia que participan en un solo deporte (que discutimos previamente), esto sugiere que probablemente los valores de VT sean también similares. Sin embargo, la escasez de valores de umbral confiables, especialmente para la natación, dificulta las comparaciones.

Resumen: Perfil Fisiológico de los Triatletas

Los datos de los triatletas que compiten a nivel nacional han demostrado que los valores de VO_{2max} de ciclismo y carreras individuales son similares a los observados para los atletas que compiten en deportes individuales en un nivel similar. Numerosos estudios también han informado valores fisiológicos submáximos de triatletas. Aunque las comparaciones se complican por la cantidad de definiciones que existen para la determinación de LT y VT, estos valores también parecen ser similares a los de otros atletas de resistencia. Por lo tanto, parece que los triatletas de la actualidad son capaces de obtener valores fisiológicos similares a los atletas que realizan un solo deporte a pesar de que distribuyen su tiempo de entrenamiento entre las tres disciplinas. Por otra parte, se sugiere que las capacidades fisiológicas de los triatletas de la actualidad son similares a las observadas en ciclismo y en carreras debido a los posibles efectos de entrenamiento cruzado entre las dos disciplinas, pero, este efecto no se ha comprobado en el caso de la natación.

Implicaciones prácticas

• Los triatletas que buscan competir en un nivel de elite pueden requerir perfiles fisiológicos similares a los de los atletas de deportes individuales.

• Para lograr estas capacidades fisiológicas, los triatletas deben explotar la ventaja asociada con el entrenamiento interdisciplinario (entrenamiento cruzado).

Apéndice A. Datos suplementarios

Los datos complementarios asociados con este articulo se pueden encontrar en línea en doi: 10,1016/j.jsams.2009.03.008.

REFERENCIAS

1. Coyle E.F. (1995). Integration of the physiological factors determining endurance performance ability. *Exerc. Sport Sci. Rev.23:25–63.*
2. Costill D.L.,Thomason H.,Roberts E. (1973). Fractional utilization of the aerobic capacity during distance running. *Med. Sci. Sports Exerc.5:248–52.*
3. Coyle E.F., Coggan A.R., Hopper M.K., Walters T.J. (1988). Determinants of endurance in well-trained cyclists. *J. Appl. Physiol.64:2622–30.*
4. O'Toole M.L., Douglas P.S. (1995). Applied physiology of triathlon. *Sports Med.19:251–67.*
5. Sleivert G.G., Rowlands D.S. (1996). Physical and physiological factors associated with success in the triathlon. *Sports Med. 22:8–18.*
6. Farrell P.A., Wilmore J.H., Coyle E.F., Billing J.E., Costill D.L. (1979). Plasma lactate accumulation and distance running performance. *Med. Sci. Sports Exerc.11:338–44.*
7. Saltin B., Astrand P.O. (1967). Maximal oxygen uptake in athletes. *J. Appl. Physiol.23:353–8.*
8. Tolfrey K., Barker A., Thom J.M., Morse C.I., Narici M.V., Batterham A.M. (2006). Scaling of maximal oxygen uptake by lower leg muscle volume in boys and men. *J. Appl. Physiol. 100:1851–6.*
9. Chatard J.C., Collomp C., Maglischo E., Maglischo C. (1990). Swimming skill and stroking characteristics of front crawl swimmers. *Int. J. Sports Med.11:156–61.*
10. Nomura T. The influence of training and age on VO2 max during swimming in Japanese elite age group and Olympic swimmers. (1983). In: Hollander AP, Huijing PA, De Groot G, editors. *Biomechanics and medicine in swimming. Champaign, IL: Human Kinetics; 1983. p. 251–7.*
11. Costill D.L., Kovaleski J., Porter D., Kirwan J., Fielding R., King D. (1985). Energy expenditure during front crawl swimming. *Int. J. Sports Med.6:266–70.*
12. Ribeiro J.P., Cadavid E., Baena J., Monsalvete E., Barna A., De Rose E.H. (1990). Metabolic predictors of middle-distance swimming performance. *Br. J. Sports Med.24:196–200.*
13. Sleivert G.G., Wenger H.A. P (1993). Physiological predictors of short-course triathlon performance. *Med. Sci. Sports Exerc.25:871–6.*
14. Roels B., Schmitt L., Libicz S., Bentley D., Richalet J-P., Millet G. (2003). Specificity of VO2 max and the ventilatory threshold in free swimming and cycle ergometry: comparison between triathletes and swimmers. *Br. J. Sports Med.39:965–8.*
15. Millet G.P., Candau R.B., Barbier B., Busso T., Rouillon J.D., Chatard J.C. (2002). Modelling the transfers of training effects on performance in elite triathletes. *Int. J. Sports Med.23:55–63.*
16. Lucia A., Joyos H., Chicharro J.L. (2000). Physiological response to professional road cycling: climbers vs. *time trialists. Int. J. Sports Med.21:505–12.*
17. Padilla S., Mujika I., Cuesta G., Goiriena J.L. (1999). Level ground and uphill cycling ability in professional road cycling. *Med. Sci. Sports Exerc.;31:878–85.*
18. Bentley D.J.,McNaughton L.R., Thompson D.,Vleck V.E., Batterham A.M. (2001). Peak power output, the lactate threshold, and time trial performance in cyclists. *Med. Sci. Sports Exerc.33:2077–81.*
19. Dill D.B. (1965). Oxygen used in horizontal and grade walking and running on the treadmill. *J. Appl. Physiol.20:19–22.*
20. Costill D.L. (1967). The relationship between selected physiological variables and distance running performance. *J. Sports Med. Phys. Fitness. 7:61–6.*
21. Billat V.L., Demarle A., Slawinski J., Paiva M., Koralsztein J.P. (2001). Physical and training characteristics of top class marathon runners. *Med. Sci. Sports Exerc.33:2089–97.*
22. Noakes T.D., Myburgh K.H., Schall R. (1990). Peak treadmill running velocity during the VO2 max test predicts running performance. *J. Sports Sci. 8:35–45.*
23. Sjodin B., Svedenhag J. (1985). Applied physiology of marathon running. *Sports Med. 2:83–99.*
24. Deitrick R.W. (1991). Physiological responses of typical versus heavy weight triathletes to treadmill and bicycle exercise. *J. Sports Med. Phys. Fitness 31:367–75.*
25. Bentley D.J., Wilson G.J., Davie A.J., Zhou S. (1998). Correlations between peak power output, muscular strength and cycle time trial performance in triathletes. *J. Sports Med. Phys. Fitness. 38:201–7.*
26. Bunc V., Heller J., Horcic J., Novotny J. (1996). Physiological profile of best Czech male and female young triathletes. *J. Sports Med. Phys. Fitness. 36:265–70.*

27. Butts N.K., Henry B.A., McLean D. (1991). Correlations between VO2 max and performance times of recreational triathletes. *J. Sports Med. Phys. Fitness. 31:339–44.*
28. Dengel D.R., Flynn M.G., Costill D.L., Kirwan J.P. (1989). Determinants of success during triathlon competition. *Res. Q. Exerc. Sport. 60:234–8.*
29. De Vito G., Bernardi M., Sproviero E., Figura F. (1995). Decrease of endurance performance during Olympic triathlon. *Int. J. Sports Med.16: 24–8.*
30. Hue O., Le Gallais D., Chollet D., Prefaut C. (2000). Ventilatory threshold and maximal oxygen uptake in present triathletes. *Can. J. Appl. Physiol.25:102–13.*
31. Loftin M., Warren B.L., Zingraf S., Brandon J.E., Scully B. (1988). Peak physiological function and performance of recreational triathletes. *J. Sports Med. Phys. Fitness;28:330–5.*
32. Millet G.P., Dreano P., Bentley D.J. (2003). Physiological characteristics of elite short- and long-distance triathletes. *Eur. J. Appl. Physiol.88:427–30.*
33. Millet G.P., Bentley D.J. (2004). The physiological responses to running after cycling in elite junior and senior triathletes. *Int. J. Sports Med.25:191–7.*
34. Schabort E.J., Killian S.C., St Clair Gibson A., Hawley J.A., Noakes T.D. (2000). Prediction of triathlon race time from laboratory testing in national triathletes. *Med. Sci. Sports Exerc. 32:844–9.*
35. Schneider D.A., Lacroix K.A., Atkinson G.R., Troped P.J., Pollack J. (1990). Ventilatory threshold and maximal oxygen uptake during cycling and running in triathletes. *Med. Sci. Sports Exerc.22:257–64.*
36. Basset F.A., Boulay M.R. (2000). Specificity of treadmill and cycle ergometer tests in triathletes, runners and cyclists. *Eur. J. Appl. Physiol.81:214–21.*
37. Vleck V.E., Burgi A., Bentley D.J. (2006). The consequences of swim, cycle and run performance on overall result in elite Olympic distance triathlon. *Int. J. Sports Med. 27:43–8.*
38. Lucia A., Hoyos J., Perez M., Santalla A., Chicharro J.L. (2002). Inverse relationship between VO2max and economy/efficiency in world-class cyclists. *Med. Sci. Sports Exerc.2002:2079–84.*
39. Zinkgraf S.A., Jones C.J., Warren B., Krebs P.S. (1986). An empirical investigation of triathlon performance. *J. Sports Med. Phys. Fitness 26: 350–6.*
40. Laurenson N.M., Fulcher K.Y., Korkia P. (1993). Physiological characteristics of elite and club level triathletes during running. *Int. J. Sports Med. 14:455–9.*
41. Lucia A., Hoyos J., Perez M., Chicharro J.L. (2000). Heart rate and performance parameters in elite cyclists: a longitudinal study. *Med. Sci. Sports Exerc.32:1777–82.*
42. Kohrt W.M., Morgan D.W., Bates B., Skinner J.S. (1987). Physiological responses of triathletes to maximal swimming, cycling, and running. *Med. Sci. Sports Exerc.19:51–5.*
43. Kohrt W.M., O'Connor J.S., Skinner J.S. (1989). Longitudinal assessment of responses by triathletes to swimming, cycling, and running. *Med. Sci. Sports Exerc.21:569–75.*
44. Astrand P.O., Saltin B. (1961). Maximal oxygen uptake and heart rate in various types of muscular activity. *J. Appl. Physiol.16:977–81.*
45. Lewis S.F. (1983). Cardiovascular responses to exercise as functions of absolute and relative work load. *J. Appl. Physiol.54:1314–23.*
46. Vercruyssen F., Brisswalter J., Hausswirth C., Bernard T., Bernard O., Vallier J-M. (2002). Influence of cycling cadence on subsequent running performance in triathletes. *Med. Sci. Sports Exerc.34:530–6.*
47. Bishop D., Jenkins D.G., Mackinnon L.T. (1998). The effect of stage duration on the calculation of peak VO2 during cycle ergometry. *J. Sci. Med Sport. 1:171–6.*
48. McNaughton L., Roberts S., Bentley D.J. (2006). The relationship among peak power output, lactate threshold, and short-distance cycling performance: effects of incremental exercise test design. *J. Strength Cond. Res.20:157–61.*
49. Zhou S., Robson S.J., King M.J., Davie A.J. (1997). Correlations between short-course triathlon performance and physiological variables determined in laboratory cycle and treadmill tests. *J. Sports Med. Phys. Fitness 37:122–30.*
50. Mujika I., Padilla S. (2001). Physiological and performance characteristics of male professional road cyclists. *Sports Med.31:479–87.*
51. Costill D.L. (1972). Physiology of marathon running. *J. Am. Med. Assoc.221:1024–9.*
52. Brooks G.A. (1985). Anaerobic threshold: review of the concept and directions for future research. *Med. Sci. Sports Exerc.17:22–31.*
53. Bishop D., Jenkins D.G., Mackinnon L.T. (1998). The relationship between plasma lactate parameters, Wpeak and 1-h cycling performance in women. *Med. Sci. Sports Exerc.30:1270–5.*
54. Bishop D., Jenkins D.G., McEniery M., Carey M.F. (2000). Relationship between plasma lactate parameters and muscle characteristics in female cyclists. *Med. Sci. Sports Exerc.32:1088–93.*
55. Coyle E.F., Feltner M.E., Kautz S.A., Hamilton M.T., Montain S.J., Baylor A.M., et al. (1991). Physiological and biomechanical factors associated with elite endurance cycling performance. *Med. Sci. Sports Exerc.23: 93–107.*
56. Davis J.A., Frank M.H., Whipp B.J., Wasserman K. (1979). Anaerobic threshold alterations caused by endurance training in middle-aged men. *J. Appl. Physiol. 46:1039–46.*
57. Beaver WL, Wasserman K, Whipp BJ. (1986). A new method for detect-ing anaerobic threshold by gas exchange. *J Appl Physiol 1986;60: 2020–7.*
58. Hoogeveen A.R., Schep G., Hoogsteen J. (1999). The ventilatory threshold, heart rate, and endurance performance: relationships in elite cyclists. *Int. J. Sports Med.20:114–7.*
59. Simon J., Young J.L., Blood D.K., Segal K.R., Case R.B., Gutin B. (1986). Plasma lactate and ventilation thresholds in trained and untrained cyclists. *J. Appl. Physiol.60:777–81.*
60. Laursen P.B., Shing C.M., Tennant S.C., Prentice C.M., Jenkins D.G. (2003). A comparison of the cycling performance of cyclists

and triathletes. *J. Sports Sci. 21:411–8.*
61. O'Toole M.L., Douglas P.S., Hiller W.D.B. (1989). Lactate, oxygen uptake, and cycling performance in triathletes. *Int. J. Sports Med.10: 413–8.*
62. Hue O. (2003). Prediction of drafted-triathlon race time from submaximal laboratory testing in elite triathletes. *Can. J. Appl. Physiol.28: 547–60.*
63. Boussana A., Matecki S., Galy O., Hue O, Ramonatxo M., Le Gallais D. (2001). The effect of exercise modality on respiratory muscle performance in triathletes. *Med. Sci. Sports Exerc. 33:2036–43.*
64. Withers R.T., Sherman W.M., Miller J.M., Costill D.L. (1981). Specificity of the anaerobic threshold in endurance trained cyclists and runners. *Eur. J. Appl. Physiol Occup. Physiol. 47:93–104.*
65. Kreider R.B., Cundiff D.E.., Hammett JB., Cortes C.W., Williams K.W. (1988). Cardiovascular and thermal responses of triathlon performance. *Med. Sci. Sports Exerc.20:385–90.*
66. Albrecht T.J., Foster V.L., Dickinson A.L., De Bever J.M. (1989). Triathletes: exercise parameters measured during bicycle, swim bench and treadmill testing. *Med. Sci. Sports Exerc.18:S86.*
67. Danner T., Plowman S.A. (1995). Running economy following an intense cycling bout in female duathletes and triathletes. *Women Sport Phys. Act. J.4:29–39.*
68. Miura H., Kitagawa K., Ishiko T. (1997). Economy during a simulated laboratory test triathlon is highly related to Olympic distance triathlon. *Int. J. Sports Med.18:276–80.*
69. Rowbottom D.G., Keast D., Garcia-Webb P., Morton A. (1997). Training adaptation and biological changes among well-trained triathletes. *Med. Sci. Sports Exerc.29:1233–9.*
70. Hue O., Le Gallais D., Boussana A. (2000). Catecholamine, blood lactate and ventilatory responses to multi-cycle-run blocks. *Med. Sci .Sports Exerc.32:1582–6.*
71. Bentley D.J., McNaughton L.R., Lamyman R., Roberts S.P. (2003). The effects of prior incremental cycle exercise on the physiological responses during incremental running to exhaustion: relevance for sprint triathlon performance. *J. Sports Sci.21:29–38.*
72. Peeling P.D., Bishop D.J., Landers G.J. (2005). The effect of swimming intensity on subsequent cycling and overall triathlon performance. *Br. J. Sports Med. 39:960–4.*
73. Tew G.A. (2005). The effect of cycling cadence on subsequent 10km running performance in well-trained triathletes. *J. Sports Sci. Med. 4:342–53.*
74. Van Schuylenbergh R., Eynde B..V, Hespel P. (2004). Prediction of sprint triathlon performance from laboratory tests. *Eur J Appl Physiol 2004;91:94–9.*
75. Vercruyssen F, Suriano R, Bishop D, Brisswalter J. (2005). Cadence selection affects metabolic responses during cycling and subsequent running time to fatigue. *Br. J. Sports Med. 39:267–72.*
76. Brisswalter J., Hausswirth C., Smith D., Vercruyssen F., Vallier J.M. (2000). Energetically optimal cadence vs. *freely-chosen cadence during cycling: effect of exercise duration. Int. J. Sports Med.21:60–4.*
77. Hausswirth C., Vallier J.M., Lehenaff D., Brisswalter J., Smith D., Millet G., et al. (2001). Effect of two drafting modalities in cycling on running performance. *Med. Sci. Sports Exerc.33:485–92.*
78. Bernard T., Vercruyssen F., Grego F., Hausswirth C., Lepers R., Vallier J.M., et al. (2003). Effect of cycling cadence on subsequent 3-km running performance in well trained triathletes. *Br. J. Sports Med. 37: 154–8.*
79. Bentley D.J., Libicz S., Jougla A., Coste O., Manetta J., Chamari K., et al. (2007). The effects of exercise intensity or drafting during swimming on subsequent cycling performance in triathletes. *J. Sci. Med. Sport 10:234–43.*
80. Whyte G., Lumley S., George K., Gates P., Sharma S., Prasad K., et al. (2000). Physiological profile and predictors of cycling performance in ultra-endurance triathletes. *J. Sports Med. Phys. Fitness. 40(June (2)):103–9.*

Cita Original

R. Suriano y D. Bishop. (2010). Physiological attributes of triathletes. Journal of Science and Medicine in Sport 13. 340–347.