

La incidencia fisiológica de los parámetros de duración, intensidad y recuperación en el ámbito del entrenamiento intermitente

Bisciotti Gian Nicola

CRIS, UFR-STAPS Université Claude Bernard, Lyon ¹, France

Traducción: Prof. Ricardo L. Scarfó (UNLP)

Abstract

Lo scopo del presente studio è stato quello di verificare il coinvolgimento del meccanismo aerobico ed anaerobico lattacido durante un esercizio di tipo intermitente svolto a diverse intensità rispetto alla velocità aerobica massimale. Al presente studio hanno partecipato 15 soggetti ai quali, dopo un test di determinazione della velocità aerobica massimale, è stato richiesto di effettuare un test di corsa intermitente ad una percentuale della velocità aerobica massimale pari mediamente al 100%, 105%, 110% e 115%, secondo le seguenti modalità: 10" di lavoro seguito da 10" di recupero passivo, 20" di lavoro seguito da 20" di recupero passivo e 30" di lavoro seguito da 30" di recupero passivo. La produzione di lattato durante il test di corsa intermitente è stata determinata grazie a due prelievi di sangue capillare arterializzato effettuati rispettivamente a metà ed alla fine delle sessioni di corsa previste. In base alla differenza tra la concentrazione di lattato ematico registrata a metà ed alla fine di ogni tipo di test ed all'analisi statistica dei dati è stato possibile classificare i vari tipi di lavoro intermitente studiati come di tipo : "aerobico" (la differenza assoluta tra il valore di lattato registrato a metà ed alla fine dell'esercitazione era $< 1 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$), "blandamente anaerobico lattacido" (la differenza tra il valore di lattato registrato a metà ed alla fine dell'esercitazione era compresa tra 1 e 2 $\text{mmol} \cdot \text{l}^{-1}$), "anaerobico lattacido" (la differenza tra il valore di lattato registrato a metà ed alla fine dell'esercitazione era compresa tra 2 e 3 $\text{mmol} \cdot \text{l}^{-1}$) e "fortemente anaerobico lattacido" (la differenza tra il valore di lattato registrato a metà ed alla fine dell'esercitazione risultava $> 3 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$).

I dati desunti dal presente studio dimostrerebbero quindi come nel corso di un lavoro di tipo intermitente, variando i parametri di tempo di lavoro, tempo di recupero ed intensità di lavoro, sia possibile variare la risposta adattiva fisiologica all'esercizio.

Palabras Claves : Allenamiento intermitente, velocidad aerobica massimale, lattato.

Introducción

En el ámbito de los ejercicios dedicados a la mejoría de las características aeróbicas y anaeróbicas del atleta, el entrenamiento definido con el término de "intermitente" ha tenido en los últimos años un interés mayor (Colli y col., 1997; Impellizzeri y col., 2001). Por trabajo intermitente (IT) se entiende un tipo de actividad compuesto por una serie de esfuerzos cuyo duración sea menor de 1', esta tipología de ejercicios difiere del trabajo intervalado por el hecho que este último está compuesto por una serie de momentos de trabajo cuyo duración está comprendida entre los 2 y los 6' (Åstrand, 1992), aunque hace falta en todo caso recordar como un particular tipo de trabajo intervalado, denominado "Friburghese clásico" consistente en pruebas de 200, 300 y 400 metros que, en el caso de un atleta de buen nivel de rendimiento, se desarrollan en tiempos menores de 1' (Van Aaken y Berben, 1971). En ambos tipos de entrenamientos se ponen en alternativa al trabajo de tipo continuo, entendido como un tipo de actividad que es alargado en el tiempo.

El principio de base sobre el que se basa el IT es alternar esfuerzos de elevada intensidad con fases de recuperación pasiva o bien de recuperación activa, durante los que en todo caso la actividad es de baja intensidad (Billat, 2001).

EL IT encuentra sustancialmente un buen campo aplicativo en tres tipos de actividades deportivas (Colli y col., 1997) que son constituidas por:

los juegos deportivos

las pruebas de medio fondo cuya duración está comprendida entre los 90" y los 8'

el entrenamiento de la fuerza-resistencia

El interés del IT puede ser reconducido a dos distintos aspectos. En primer lugar, según algunos autores, el trabajo de tipo intermitente favorece un mayor incremento del $\text{VO}_{2\text{máx}}$, una mayor producción de lactato y un mayor tiempo transcurrido a velocidad aeróbica máxima (VAM) respecto de un trabajo de tipo continuo desarrollado a la misma intensidad (Gorostiaga y col., 1991; Billat y col., 2000). En segundo lugar, el IT se presenta de ser principalmente específico respecto al modelo de rendimiento en la actividad de tipo fraccionado como el fútbol o el básquet (Colli y col., 1997).

Los estudios conducidos sobre el IT pueden ser subdivididos en dos categorías principales. En el primero, hallamos todos los estudios de trabajos inherentes cuya intensidad está comprendida entre el 130 y el 160% del $\text{VO}_{2\text{máx}}$, desde una duración que va de un mínimo de 15" a un máximo de 40", interrumpido por un breve intervalo de recuperación, incluido entre los 15" y los 40". El objetivo de estos estudios, que representan, sin embargo, los protocolos principalmente fechados, fue establecer el tiempo límite y/o el máximo número de repeticiones ejecutables de parte del atleta respetando los distintos criterios de trabajo (Billat, 2001). En la segunda categoría, en los cuales hallamos los estudios más recientes y numéricamente más consistentes, los protocolos de trabajo prevén la ejecución de esfuerzos máximos de breve duración intervalados por pausas más o menos largas, de 30" a 5', cuyo objetivo es establecer los eventuales cambios en la producción de potencia en función de los siguientes períodos de trabajo además de los cambios metabólicos inducidos en la musculatura interesada (Billat, 2001).

En esta segunda categoría hallamos, por lo tanto, protocolos de trabajo de tipo "all out", en los cuales se le solicita al atleta un esfuerzo de tipo máximo, de breve duración y reiterado en el tiempo. En estos tipos de protocolo, sin embargo, hay una objetiva dificultad para el atleta en poder mantener una idéntica velocidad de todas las pruebas requeridas, a causa de la manifestación del fenómeno de la fatiga (Impellizzeri y col., 2001), ésta podría comportar una dificultad en la

estandarización de la intensidad del esfuerzo solicitada por el protocolo de estudio mismo. Efectivamente, el atleta logra mantener una idéntica velocidad de recorrido en todas las pruebas requeridas, sólo si la velocidad requerida no es máxima (Impellizzeri y col., 2001), ésta permitiría una mayor estandarización de la intensidad de trabajo dentro del protocolo de estudio. Es razonable pensar, en efecto, que muchas intensidades de trabajo, siempre en el ámbito submáximo, que prevean pruebas cuya velocidad esté comprendida entre el 65 y el 80% de la velocidad máxima sostenible sobre una distancia o bien sobre un tiempo previsto (en otras palabras, pruebas sostenidas a intensidades medias incluidas entre el 100 y el 130% de la VAM) inducen distintas respuestas por lo que concierne a los mecanismos de reestablecimiento energético principalmente encausados durante los diversos tipos de trabajo solicitados. Variando los tres parámetros principales que permiten la construcción de un protocolo de IT o sea el tiempo de trabajo, la intensidad de trabajo y el tiempo de recuperación, sería por lo tanto posible construir protocolos que incidan principalmente sobre el mecanismo aeróbico o bien sobre el anaeróbico láctido. Éste podría constituir un interesante criterio discriminante en la elección del tipo de trabajo intermitente a adoptar en función de los estímulos funcionales investigados.

El objetivo de este trabajo es poder identificar los mecanismos de reestablecimiento energético principalmente solicitados en función de las diferentes combinaciones de los parámetros de tiempo e intensidad de trabajo y duración del tiempo de recuperación utilizable.

Material y métodos

Sujetos

En este estudio, se han sido considerados 15 sujetos cuyas edades, pesos y alturas fueron respectivamente 23 ± 3 años (\pm desviación standar) 78.3 ± 5.5 kg y 177.6 ± 5.4 cm. Todos los sujetos considerados practicaban fútbol a nivel semi-profesional y durante el período de las pruebas todos continuaron su normal actividad de entrenamiento. Ningún sujeto mostró problemas de tipo muscular o neuromuscular. Todos los sujetos fueron informados sobre el objetivo del estudio y sobre los posibles riesgos con ellos. Además, cada sujeto dio un consentimiento escrito relativo a la misma participación a la experimentación antes de someterse a las distintas pruebas requeridas.

Protocolo

Test de determinación de la VAM

A cada sujeto se le ha sido solicitado efectuar una carrera a velocidad progresivamente creciente sobre cinta ergométrica, modelo Run - race, Technogym, Italy. La velocidad de comienzo fue fijada por todos los atletas a $2.5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, $9 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, y era aumentada progresivamente $0.13 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, $0.5 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, cada 60" (Bruce, 1985). El consumo de O_2 fue calculado gracias a un medidor de gases espirados (Teem 100, Aero Sport, U.S.A). La medición del aire espirado fue registrada e integrada cada 20". Además a cada sujeto, al final de cada incremento de velocidad de la carrera, fue retirado de un lóbulo de la oreja una muestra de sangre venosa arterializada de 20 microlitros con el objetivo de determinar la producción de lactato. La muestra sanguínea fue analizada por un analizador fotoenzimático, modelo Accusport, Boehringer & Mannheim, Germany).

Fue considerada como VAM de cada atleta la velocidad a la que fueron registrados los siguientes parámetros (Billat, 1998; Bird y Davison, 1997):

El logro de la FC máxima teórica

Un cociente respiratorio $>$ de 1.1

Una producción de lactato $>$ de $8 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$

El logro de una meseta en el consumo de O_2

Test intermitente

A cada sujeto se le solicitó efectuar 3 distintos tipos de carrera intermitente, efectuados sobre de una pista de atletismo, en los cuales el tiempo de trabajo y el tiempo de recuperación fueron respectivamente de:

10"-10"

20"-20"

30"-30"

En cada tipo de trabajo la recuperación era efectuada en forma pasiva (atleta quieto sobre el sitio), durante el test, el ritmo de carrera fue dado por una señal sonora producida por un ordenador equipado de un programa precisamente concebido. Los tres tipos de trabajos antes mencionados fueron efectuados a cuatro distintas intensidades calculadas en base a la VAM de cada sujeto sacada por la prueba de VAM anteriormente descrita. Las cuatro intensidades medias de trabajo adoptadas fueron igual al 100%, 105%, 110% y 115% de la VAM individual. Las distancias medias recorridas en función de la intensidad de carrera adoptada, los tiempos totales de trabajo y los tiempos de muestra sanguínea relativa a los distintos tipos de IT están en la Tabla 1. A cada sesión de prueba le fue solicitado al atleta efectuar un solo tipo de IT, las sesiones de prueba para cada atleta fueron dseparadas con 24 hs de recuperación. A la mitad y al final de cada sesión de IT una muestra de sangre capilar arterializada de 20 microlitros fue efectuada del lóbulo de la oreja que luego era analizada, para registrar la producción de lactato gracias a un analizador fotoenzimático (modelo Accusport, Boehringer &

Mannheim, Germany). Durante los dos días que precedieron cada prueba fue solicitado a cada participante de abstenerse de efectuar actividad física agotadora y además de controlar el propio régimen alimenticio, buscando, dentro de lo posible, estandarizarlo. Antes de cada prueba, cada atleta efectuó un calentamiento estándar a base de carrera y stretching, de una duración de 15'. Cada atleta efectuó todas las pruebas requeridas en la misma franja horaria, entre las 10:00 y las 13:00, para minimizar los efectos de las variaciones de tipo circadiano (Reilly y Brooks, 1986).

Estadística

Por cada variable considerada han sido calculados los índices estadísticos básicos (media y desviación estándar), además ha sido calculada, para cada porcentual de VAM considerada, la diferencia aritmética de las medias de los valores de lactato registrada a la mitad y al final de la prueba del IT. La hipótesis de equivalencia entre el valor de lactato registrado a mitad del test y el registrado al final de la prueba misma ha sido verificada por una prueba de c^2 , valor observado contra valor esperado. La significatividad estadística ha sido puesta a $p < 0.05$.

La magnitud de la diferencia entre la producción de lactato registrada a mitad del ejercicio y la producción de lactato registradas al final del mismo, ha sido calculada por una prueba de "effect size", ES, utilizando la siguiente fórmula (Thomas y col. 1991):

$$ES = M_1 - M_2 / SD$$

Donde M_1 = media del primer resultado, M_2 = media del segundo resultado y SD = desviación estándar

Resultados

El valor de VAM registrado durante la prueba específica ha sido de $16.5 \pm 2.3 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, correspondiente a un valor de $VO_{2\text{max}}$ igual a $58.62 \pm 7.76 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$.

Los resultados concernientes al valor de lactato registrado durante los distintos tipos de pruebas intermitentes efectuados al 100%, 105%, 110% y 115% de la VAM, conjuntamente a los valores relativos a los tests de c^2 y de ES, están reportados respectivamente en las tablas 2, 3, 4 y 5.

Intensidad media en % de la VAM	Modalidad de carrera (segundos)	Distancia (metros)	Tiempo total de trabajo (minutos)	Tiempo 1° muestra	Tiempo 2° muestra
100	10"-10"	45.8 ± 6.4	12	6'	12'
100	20"-20"	91.6 ± 12.8	12	6'	12'
100	30"-30"	137.4 ± 19.2	12	6'	12'
105	10"-10"	48.1 ± 6.70	12	6'	12'
105	20"-20"	96.2 ± 13.4	12	6'	12'
105	30"-30"	144.3 ± 20.1	12	6'	12'
110	10"-10"	50.4 ± 7.0	12	6'	12'
110	20"-20"	100.8 ± 14.0	12	6'	12'
110	30"-30"	151.2 ± 21.0	12	6'	12'
115	10"-10"	52.7 ± 7.4	8	4'	8'
115	20"-20"	105.4 ± 14.8	8	4'	8'
115	30"-30"	158.1 ± 22.2	8	4'	8'

Tabla 1: distancias recorridas, tiempos totales de trabajo desarrollados y tiempos de tomas de muestra sanguínea relativa a los tests de IT efectuados a diferentes porcentajes de la VAM y según las tres diferentes modalidades previstas para el protocolo de la prueba.

Modalidad de	1° muestra	2° muestra	Diferencia	Significancia	ES
--------------	------------	------------	------------	---------------	----

carrera (segundos)	(mmol · l ⁻¹)	(mmol · l ⁻¹)	(mmol · l ⁻¹)	estadística	
10"-10"	4.94 ± 0.39	5.33 ± 0.33	0.39 ± 0.06	**	0.54
20"-20"	5.02 ± 0.36	5.43 ± 0.29	0.41 ± 0.07	**	0.63
30"-30"	5.24 ± 0.38	5.69 ± 0.31	0.45 ± 0.07	**	0.65

Tabla 2: valores relativos del lactato registrado a mitad del test (6') y al final del test (12') durante las distintas modalidades de carrera efectuadas al 100% de la VAM. En la columna 4, se muestran las diferencias de la producción de lactato halladas entre la 1ª y la 2ª muestra, en la columna 5, se observa la significatividad estadística relativa a la hipótesis de equivalencia, y en la columna 6, se ve el valor del test de ES.

* p < 0.05; ** p < 0.01; *** p < 0.001

Modalidad de carrera (segundos)	1º muestra (mmol · l ⁻¹)	2º muestra (mmol · l ⁻¹)	Diferencia (mmol · l ⁻¹)	Significancia estadística	ES
10"-10"	5.70 ± 0.51	7.48 ± 1.06	1.78 ± 0.55	n.s.	1.13
20"-20"	6.02 ± 0.50	7.82 ± 1.03	1.80 ± 0.53	n.s.	1.17
30"-30"	6.29 ± 0.61	8.14 ± 1.06	1.85 ± 0.45	n.s.	1.10

Tabla 3: valores relativos del lactato registrado a mitad del test (6') y al final del test (12') durante las distintas modalidades de carrera efectuadas al 105% de la VAM. En la columna 4, se muestran las diferencias de la producción de lactato halladas entre la 1ª y la 2ª muestra, en la columna 5, se observa la significatividad estadística relativa a la hipótesis de equivalencia, y en la columna 6, se ve el valor del test de ES.

p < 0.05; ** p < 0.01; *** p < 0.001.

Modalidad de carrera (segundos)	1º muestra (mmol · l ⁻¹)	2º muestra (mmol · l ⁻¹)	Diferencia (mmol · l ⁻¹)	Significancia estadística	ES
10"-10"	5.71 ± 0.33	7.75 ± 0.40	2.04 ± 0.11	n.s.	2.79
20"-20"	6.20 ± 0.61	8.90 ± 0.65	2.70 ± 0.04	n.s.	2.14
30"-30"	7.37 ± 0.51	10.3 ± 0.69	2.93 ± 0.18	n.s.	2.44

Tabla 4: valores relativos del lactato registrado a mitad del test (6') y al final del test (12') durante las distintas modalidades de carrera efectuadas al 110% de la VAM. En la columna 4, se muestran las diferencias de la producción de lactato halladas entre la 1ª y la 2ª muestra, en la columna 5, se observa la significatividad estadística relativa a la hipótesis de equivalencia, y en la columna 6, se ve el valor del test de ES.

p < 0.05; ** p < 0.01; *** p < 0.001.

Modalidad de carrera (segundos)	1º muestra (mmol · l ⁻¹)	2º muestra (mmol · l ⁻¹)	Diferencia (mmol · l ⁻¹)	Significancia estadística	ES
10"-10"	5.73 ± 0.35	9.10 ± 0.60	3.37 ± 0.25	n.s.	3.54
20"-20"	6.44 ± 0.51	10.52 ± 0.80	4.08 ± 0.29	n.s.	3.11
30"-30"	8.64 ± 0.49	13.16 ± 0.95	4.52 ± 0.46	n.s.	3.13

Tabla 5: valores relativos del lactato registrado a mitad del test (6') y al final del test (12') durante las distintas modalidades de carrera efectuadas al 115% de la VAM. En la columna 4, se muestran las diferencias de la producción de lactato halladas entre la 1ª y la 2ª muestra, en la columna 5, se observa la significatividad estadística relativa a la hipótesis de equivalencia, y en la columna 6, se ve el valor del test de ES.

p < 0.05; ** p < 0.01; *** p < 0.001.

Discusión

El nivel de concentración de lactato hemático [Las], siempre ha sido considerado uno de los índices principales en el ámbito del control y la planificación del entrenamiento de resistencia orgánica, sin embargo, algunos aspectos ligados a este parámetro fisiológico, como por ejemplo el concepto de umbral anaeróbico (UAn), ha sido recientemente objeto de numerosas discusiones (Yeh y col., 1983; Brooks, 1985; Hughson y col., 1987; Di Prampero y col., 1998). Corrientemente el UAn es definido como la intensidad de trabajo a la que la producción de lactato hemático se estabiliza a $4 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$ (Heck y col., 1985), teniendo en cuenta que esto último puede ser también determinado con medios indirectos como la relación intercurrente entre el consumo de O_2 , la intensidad de trabajo efectuado y la velocidad, por un lado, y la producción de CO_2 , la frecuencia cardíaca o bien la ventilación pulmonar, por el otro. El concepto de UAn sugiere, por lo tanto, el hecho de que, por encima de tal intensidad de trabajo, el organismo tiene que recurrir firmemente al sistema anaeróbico láctico, principal fuente de restablecimiento energético. Sin embargo, el concepto de UAn ligado a la estabilización de la producción de lactato a $4 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$ es fuertemente criticable (Di Prampero y col., 1998), efectivamente algunos trabajos experimentales (Pinto Ribeiro y col., 1986) han demostrado cómo, durante un trabajo desarrollado a una intensidad igual al UAn, la producción de lactato, después de un primer pico inicial, se estabiliza a un valor que también puede ser superior al de $4 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$ y tiende a quedar así hasta al final del ejercicio mismo. En este caso, la total "aerobicidad" (parte aeróbica o esencia aeróbica) del ejercicio sería demostrada en todo caso por el valor del cociente respiratorio que queda al mismo nivel observado durante trabajos desarrollados a intensidades inferiores, durante los cuales, la [Las] estaba comprendida entre 2 y $3 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$. Por este motivo, la constancia de la [Las], aunque a un valor superior con respecto de aquél clásicamente adoptado por la definición del UAn, demostraría el estado de "aerobicidad" orgánica global al cual el ejercicio es efectuado (Di Prampero y col., 1998). El hecho que la [Las] pueda estabilizarse clásicamente a niveles relativamente más elevados con respecto de los aceptados $4 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$, implica, de por sí, la mayor producción de lactato de parte de algunas fibras, verosímilmente las fibras de tipo FT y la metabolización del mismo por parte de otras fibras musculares, presumiblemente del tipo ST. Este mecanismo permitiría mantener un equilibrio entre la producción de lactato y su eliminación y, en un último análisis, permitiría el desarrollo del ejercicio en un régimen de equilibrio aeróbico.

Este concepto, más allá que en el caso del trabajo continuo, puede ser también adoptado en el caso de un IT, durante el cual el mantenimiento o un poco menos de un equilibrio entre producción y eliminación de lactato, pueden ser adoptado como criterio discriminativo de la "aerobicidad" o un poco menos del ejercicio mismo. En otras palabras, un ejercicio que mantenga, después de un primer pico de incremento (Pinto Ribeiro y col., 1986), una [Las] estable, independientemente del valor absoluto de esta última, puede a todos los efectos ser considerado como un ejercicio de tipo aeróbico, al contrario, al verificarse un progresivo aumento de la [Las], estaría indicando la plena implicación de los procesos anaeróbicos lácticos, mecanismo principal de resíntesis energético (Pinto Ribeiro y col., 1986; Di Prampero y col., 1998). Siempre a este propósito Heck y col. (1985) propusieron fijar al valor de $1 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$ la máxima diferencia entre los niveles de la [Las] registrados al principio y al final del ejercicio, estableciendo que más allá de tal valor, el ejercicio era clasificable como anaeróbico láctico. Los datos determinados en el presente estudio demostrarían que tal equilibrio entre la eliminación y la producción de lactato, que daría testimonio precisamente de la completa "aerobicidad" del ejercicio, es demostrable sólo en el curso del IT efectuado a una intensidad igual al 100% de la VAM, independientemente de la modalidad de ejecución requerida (10"/10") 20"/20" o bien 30"/30". Tal estado de equilibrio no sería ya observable a partir de ejercicios desarrollados al 105% de la VAM, aunque con tiempos de trabajo reducidos de 10"/10". Sin embargo sería, a nuestro aviso, no específicamente correcto, definir genéricamente como "anaeróbicos lácticos" todos los ejercicios durante los cuales este estado de equilibrio no sea más respetado. Al contrario, nos parece más racional, sobre todo a los objetivos metodológicos del entrenamiento, tratar de jerarquizar este estado de "desequilibrio", de modo de poder definir con mayor esmero el grado de intervención del mecanismo anaeróbico láctico durante el ejercicio mismo. En este sentido, en base a los valores del test de ES efectuado, pronunciamos la siguiente clasificación:

para valores de ES < de 1, el tipo de ejercicio es definido de tipo "aeróbico", como proviene de otra parte también conformado por la significatividad estadística de la hipótesis de equivalencia entre el valor de la [Las] registrado a mitad y al final del ejercicio. Además, es importante subrayar cómo los valores registrados a este nivel de intensidad de trabajo, están perfectamente en acuerdo con la teoría propuesta por Heck y cols. (1985), en este caso, en efecto, la diferencia absoluta entre el valor de la [Las] registrado a mitad y al final del ejercicio es < de $1 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$.

para valores de ES comprendidos entre 1 y 2, el ejercicio es clasificado como de tipo "suavemente anaeróbico láctico" (la diferencia entre el valor de la [Las] registrado a mitad y al final del ejercicio está comprendida entre 1 y $2 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$).

para valores de ES comprendidos entre 2 y 3, el ejercicio es definible como "anaeróbico láctico" (la diferencia entre el valor de la [Las] registrado a mitad y al final del ejercicio está comprendida entre 2 y $3 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$).

por último, para valores de ES > de 3, el ejercicio es clasificable como "fuertemente láctico" (en este último caso, la diferencia entre el valor de [Las] registrado a mitad y al final del ejercicio resulta > $3 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$).

Adoptando este criterio de clasificación es posible reconducir en las cuatro categorías mencionadas todos los tipos de IT contemplados por el protocolo de estudio, como es indicado en la tabla 6.

Intensidad media en % de la VAM	Modalidad de carrera (segundos)	Clasificaciones del ejercicio
100	10"-10"	Aeróbico
100	20"-20"	Aeróbico
100	30"-30"	Aeróbico
105	10"-10"	Blandamente anaeróbico lactácido
105	20"-20"	Blandamente anaeróbico lactácido
105	30"-30"	Blandamente anaeróbico lactácido
110	10"-10"	Anaeróbico lactácido
110	20"-20"	Anaeróbico lactácido
110	30"-30"	Anaeróbico lactácido
115	10"-10"	Fuertemente anaeróbico lactácido
115	20"-20"	Fuertemente anaeróbico lactácido
115	30"-30"	Fuertemente anaeróbico lactácido

Tabla 6: clasificación de los distintos tipos de IT observados en base al valor del test de ES efectuado.

Los datos deducidos por el presente estudio demostrarían, por lo tanto, cómo la respuesta fisiológica al IT es, como en otra parte ya fue subrayado por otros autores (Hristensen y cols, 1960), fuertemente sensible a la relación entre el tiempo de trabajo y el tiempo de recuperación, además de naturalmente a la intensidad del trabajo requerido. Actuando, por lo tanto, sobre estos tres parámetros, intensidad de trabajo, tiempo de trabajo y tiempo de recuperación, es posible cambiar totalmente el impacto fisiológico del ejercicio mismo, solicitando muchos mecanismos fisiológicos (sistema aeróbico o anaeróbico lactácido) o bien variando la intensidad de intervención del mecanismo anaeróbico lactácido. La respuesta orgánica adaptativa al ejercicio puede ser entonces completamente diferente a igualdad de algunos parámetros considerados, como por ejemplo le ocurre en un IT 10"-10" efectuado al 100% y al 115% de la VAM, en el primer caso el ejercicio es clasificable como "aeróbico", mientras en el segundo caso se pondría "fuertemente anaeróbico lactácido". Estos datos nos hacen claramente entender cómo, a los objetivos de una óptima programación metodológica del entrenamiento de resistencia orgánica que prevea el empleo del IT como medio de trabajo, se vuelve imperioso conocer los muchos efectos fisiológicos y, por lo tanto, las diferentes respuestas orgánicas adaptativas, consiguientes a la variación de los parámetros de intensidad de trabajo, tiempo de recuperación y tiempo de trabajo adoptados.

Bibliografía

- Astrand PO., *Endurance in sport*. In: *Endurance in sport*. Shepard RJ, Åstrand PO (eds). Backwell scientific publication. Oxford 8-15, 1992.
- 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.
- Billat LV., Slawinski J., Bocquet V., Demarle A., Lafitte L., Chassaing P., Koralsztein JP. *Intermittent runs at the velocity associated with maximal oxygen uptake enables subjects to remain at maximal oxygen uptake for a longer time than intense but submaximal runs*. *Eur J Appl Physiol.* 81: 188-196, 2000.
- Billat V. *Physiologie et méthodologie de l'entraînement*. De Boeck Université Ed. Paris, 1988.
- Bird S., Davison R. *Physiological Testing Guidelines*. Leeds: British Association of Sport and Exercise Sciences, 1997.

- Brooks GA. *Anaerobic threshold: review of the concept and direction for future research*. Med. Sci. Sports. Exerc. 17: 22-31, 1985.
- Brue F. *Une variante du test progressif et maximal de Léger-Boucher : le test de VMA derrière cycliste (test VMA)*. Colloque médico-technique de la Fédération Française d'Athlétisme. Toulouse, 1985.
- Christensen EH., Hedman R., Saltin B. *The influence of rest pauses on mechanical efficiency*. Acta Physiologica Scandinavica. 48: 443-447, 1960.
- Colli R., Introini E., Bosco C. *L'allenamento intermittente: istruzioni per l'uso*. Coaching & Sport Science Journal. 1: 29-34, 1997.
- Di Prampero PE., Fusi S., Antonutto G. *Il concetto di soglia anaerobica*. Medicina dello Sport. 51: 393-400, 1998.
- Gorostiaga EM., Walter CB., Foster C., Hickson RC. *Uniqueness of interval and continuous training at the same maintained exercise intensity*. Eur J Appl Physiol. 63 : 101-107, 1991.
- Heck H., Mader A., Hess G., Mucke S., Muller S., Hollmann W. *Justification of the 4 mMol/l lactate threshold*. Int J Sports Med. 1985, 6: 117-130.
- Hughson RL., Weisiger KH., Swanson GD. *Blood lactate concentration increases as a continuous function in progressive exercise*. J. Appl. Physiol. 62: 1975-1981, 1987.
- Impellizzeri F., Arcelli E., La Torre A. *L'allenamento intermittente. Profilo metabolico ed adattamenti indotti*. Atletica studi.2: 7-15, 2001.
- Pinto Ribeiro J., Hughes V., Fielding RA., Holden W., Knuttgen HG. *Metabolic and ventilatory responses to steady state exercise relative to lactate threshold*. Eur J Appl Physiol. 1986; 55: 215-221.
- Reilly T., Brooks GA. *Exercise and the circadian variation in body temperature measures*. Int J Sports Med. 7: 358-362, 1986.
- Thomas JR., Salazar W., Landers DM. *What is missing in $p < .05$? Effect Size*. Research Quarterly for Exercise and Sport. 3: 334-348, 1991.
- Yeh MP., Garner RM., Adams TD., Yanowitz FG., Crapo RO. *Anaerobic threshold: problems of determination and validation*. J. Appl. Physiol. 55: 1178-1186, 1983.e coll., 1983.
- Van Aaken E., Berben D. *Intervall-training*. Teoria della corsa prolungata. Atletica leggera (Eds). Milano, 1971.

Título original:

L'incidenza fisiologica dei parametri di durata, intensità e recupero nell'ambito dell'allenamento intermittente - di Bisciotti Gian Nicola; Rivista SdS. 60 - 61: 90-96, 2004.

Traducción: Prof. Ricardo L. Scarfó (UNLP)