



LA INTENSIDAD EN LAS CARRE

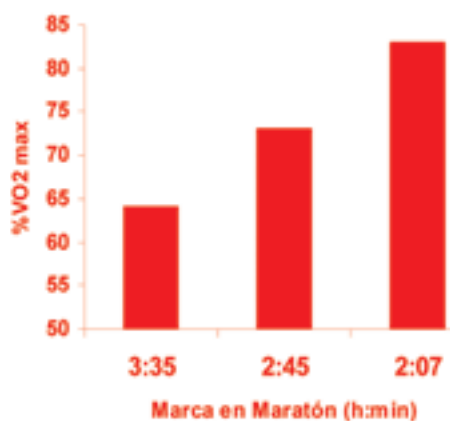
¿A qué intensidad corremos?

Iniciamos con éste una serie de artículos sobre el proceso de periodización del entrenamiento en pruebas de carrera. El lector advertirá relaciones directas o indirectas con otros deportes cíclicos de resistencia. Hablamos de "proceso" con intención, y así trataremos aspectos colaterales a la periodización, tales como la evaluación fisiológica, el control del entrenamiento o el análisis de la competición. Este primer artículo repasa cuál es la intensidad fisiológica de las carreras de fondo, es decir, su carga interna, como punto de partida del proceso. Por motivos de espacio omitimos muchas referencias bibliográficas.

F el entrenamiento para las carreras de fondo puede organizarse de una forma meramente matemática, es decir, a partir de marcas en distancias y porcentajes de una velocidad, todo ello en relación a la marca esperada en la distancia para la que se prepara al atleta. Sin embargo, tal y como se verá en futuros artículos, creemos que limitarse a esa concepción no logra identificar del mismo modo las virtudes y carencias del corredor tanto como una concepción más "fisiológica" o "biomecánica", basada en los factores determinantes del rendimiento. Esto tiene como consecuencia que hay programas de entrenamiento basados exclusivamente en ritmos o watos que funcionarán bien en unos deportistas y muy mal en otros. También puede ocurrir que dos corredores logren rendimientos similares con perfiles fisiológicos distintos. El próximo artículo tratará este tema.

Los primeros van a mayor intensidad fisiológica que los últimos

Uno de los conceptos generales más interesantes de entrada es demostrar que dos corredores que disputen una misma carrera obteniendo marcas muy distintas no están compitiendo a una misma intensidad fisiológica. La gráfica 1 muestra un ejemplo para el maratón. En este caso se observa como la caída de la velocidad disminuye de forma proporcional al porcentaje empleado del consumo máximo de oxígeno (VO2 max).



Gráfica 1. % de VO2max promedio para correr el maratón masculino en diferentes marcas. Adaptado de una estimación de Péronnet y Thibault (1989) y mediciones directas de O'Brien et al (1993). Se eligieron estos datos porque mostraban una diferencia de velocidades constante entre ellas (23%). Se calculó una caída lineal del % de VO2 max en relación a la velocidad ($r^2=0,98$) con la fórmula: $-0,2141 \cdot \text{Tiempo Maratón (min)} + 109,51$.

En la tabla 2 mostramos unos datos tomados en un cross universitario (UEM 2007), donde se analizaron muestras de lactato sanguíneo a corredores que llegaban en distintas zonas de la clasificación final. El lactato es un indicador del uso de la glucólisis anaeróbica, es decir, de la generación de energía a partir de los hidratos de carbono usados de forma anaeróbica. Los datos demuestran que también esta vía energética es mayor en los primeros clasificados que en los últimos de una prueba, incluso sin enormes diferencias de tiempo entre unos y otros, reforzando el concepto de que los primeros compiten a una intensidad relativa mayor.

Esto a su vez sugiere que no sólo el nivel del corredor sino las características metabólicas particulares condicionan la evaluación de la intensidad fisiológica de una carrera; así mismo, la metodología empleada para la evaluación del esfuerzo (medir implicaciones aeróbicas o anaeróbicas). Habitualmente se intenta evaluar la intensidad media y pico en una variable: Frecuencia Cardíaca (FC), VO2, lactato, Velocidad Aeróbica Máxima (VAM) o Potencia Aeróbica Máxima (PAM), etc. En algunos casos, dada la imposibilidad de realizar mediciones directas, se realizan cálculos a partir de algunas variables y de asumir ciertas constantes metabólicas.

Hay que tener en cuenta que la intensidad fisiológica de la competición parece

**En una carrera,
los primeros
compiten
a mayor intensidad
relativa
que los últimos.**

FISIOLÓGICA RAS DE FONDO

Jonathan Esteve Lanao

distinguirse, a su vez, según el deporte. Por ejemplo, en ciclismo de ruta la intensidad relativa (% de un máximo, ya sea VO₂ o watos a los que se produce el VO₂ max) es inferior a la carrera, a menudo por aspectos estratégicos o aerodinámicos (es otro tipo de competición, son etapas, por lo que uno no debe o no puede desgastarse al máximo cada día, y además cumple roles distintos). En natación la intensidad parece especialmente dependiente del metabolismo anaeróbico de los hidratos de carbono al involucrar principalmente el tren superior, una musculatura con mayor predominancia de fibras rápidas. En triatlón, por su parte, la intensidad fisiológica es decreciente a lo largo de los segmentos, por su orden en la prueba. Esto nos lleva al concepto de fatiga "tiempo-dependiente" e "intenso-dependiente", planteado por el profesor Chicharro, elemento clave para entender la fatiga en el deporte de resistencia y el papel de los tests de rendimiento (próximos artículos de esta sección).

De forma concisa planteamos al lector cuatro interrogantes: una vez hayamos determinado el umbral anaeróbico de un deportista y su ritmo o potencia asociada a ese estado metabólico...



SUJETO	A		B		C		D		E		F		MEDIA		unidad
medición	PRE	POST	PRE	POST	PRE	POST	PRE	POST	PRE	POST	PRE	POST	PRE	POST	
pH	7,39	7,13	7,37	7,24	7,39	7,21	7,35	7,18	7,42	7,34	7,4	7,38	7,39	7,25	pH
Lactato	0,98	11,4	1,25	9,08	0,68	8,89	0,78	9,87	1,72	5,91	0,66	3,94	1,01	8,17	mmol / l
TIEMPO	26min 35s		29min 34s		30min 35s		33min 27 s		38min 15s		43min 40s		33min 41s		min:sec
RITMO	3min 20s		3min 44s		3min 52s		4min 14s		4min 50s		5min 31s		4min 15s		min/km
PUESTO	3		25		36		55		74		85				orden llegada

Tabla 2. Mediciones en sangre pre y post competición de Campo a Través de 7,9 kms en 5 sujetos distribuidos homogéneamente en el rendimiento final.

Los 400m tienen una importante contribución aeróbica (32-38%) y los 800m son ya predominantemente aeróbicos en su demanda total (58-62%) (Gastin 2001).

1. ¿Dónde se encuentra pasados varios días de fatiga?
2. ¿Y dónde se encuentra avanzada la competición, por ejemplo en el km 30 del maratón o en el km 120 de ciclismo en un Ironman?
3. ¿Y si añadimos que las condiciones ambientales (perfil del recorrido, temperatura, altitud...) son muy distintas a la ejecución del test?
4. Se sabe, además, que en realidad hay músculos que entran en umbral o "crisis" antes que otros, pero hablamos de un umbral general para una acción coordinada de éstos. Por tanto, en el fondo, ningún indicador es perfecto, aunque los de tipo fisiológico son mejores. El problema es que los mejores serían VO₂ y lactato, pero no pueden medirse en competición.

A ritmo constante, el final es más aeróbico que el principio

Por otra parte, una cuestión que ha suscitado interés desde hace muchos años es la valoración de la contribución de los sistemas de energía en relación al tiempo o la distancia. Pese a su longevidad de estudio, no hay un consenso actual al respecto, ni entre investigadores ni entre entrenadores. Como muestra, en una mesa redonda de la IAAF en 1996 sobre el entrenamiento de los 800m, los diversos entrenadores con experiencia internacional allí congregados lanzaban datos o presunciones realmente dispares sobre la contribución aeróbica/anaeróbica general y secuencial a lo largo de la prueba (algunas de ellas incluso inadmisibles desde el punto de vista de la fisiología del ejercicio). Aparte de las creencias empíricas o el interés científico de los entrenadores, lógicamente esto también refleja una falta de consenso entre los investigadores.

Un aspecto a considerar es cuánto tiene de aeróbico o de anaeróbico el total de un esfuerzo. Por ejemplo, saber en qué duración de esfuerzo máximo las contribuciones

aeróbica y anaeróbica rondarían el equilibrio del 50%. Las duraciones varían desde los 3,5' hasta menos de 1'. En los últimos 10 años parece haber mayor consenso a partir de los trabajos realizados en corredores por el grupo de australianos desde 1996, que sitúan ese 50% para esfuerzos máximos de 1 minuto 15 segundos (Gastin 2001). Por tanto, parece que tradicionalmente se ha subestimado la contribución aeróbica a los esfuerzos máximos, especialmente su acti-

vación rápida. Es verdad que utilizan una técnica de determinación no exenta de críticas metodológicas.

Es muy interesante saber que la cantidad de energía anaeróbica convertida parece independiente de la distancia cuando ésta está entre los 200 metros y los 10 kilómetros (Ward-Smith 1999, Péronnet y Thibault 1989). Las diferencias serían que esta cantidad fija de energía total anaeróbica es liberada a mayor o menor velocidad según la prueba, siendo la otra principal diferencia la creciente contribución aeróbica en el global de cada prueba (ver gráfica 3). La idea que se desprende es que cuando un récord es batido, tanto el sistema aeróbico como el anaeróbico son utilizados de forma óptima. En pruebas en las que no alcance únicamente la energía el metabolismo aeróbico, se solicita en cada momento un uso máxi-

Prueba	% VAM ó Vpico	% VO ₂ max (medio) Estimado o real	Lactato final / medio (mMol/L)	Nivel de rendimiento (marcas)
800		112 (Spencer et al 1996) (estimado)	♂ 21,9 ; ♀ 18,6 (LA final) (Lacour et al 1990b)	♂ 1:47 ♀ 2:03
	120 (Thomas et al 2005)	90 (Spencer et al 1996)(real)	♂ 17,5 (LA final) (Thomas et al 2005)	♂ 1:55
	119,1 (Lacour et al 1990a)	90 (Duffield et al 2005b)(real)	♂ 18,1 ; ♀ 14,1 (LA final) (Hill 1999)	♂ 2:00 ♀ 2:25
		89 (Sandals et al 2006)	♂ 12,4 ; ♀ 10,2 (LA final) (Duffield et al 2005b)	♂ 2:06 ♀ 2:31
1500		102 (Spencer et al 1996)(estimado)	♂ 20,8 (LA final) (Lacour et al 1990b)	♂ 3:35
	108,9 (Lacour et al 1990a)	94 (Spencer et al 1996)(real)	♂ 15,6 ; ♀ 13,2 (LA final) (Hill 1999)	♂ 4:05 ♀ 5:08
	106-108 (Padilla et al 1992)	96 (Duffield et al 2005a)(real)	♂ 11,5 ; ♀ 10,6 (LA final) (Duffield et al 2005a)	♂ 4:23 ♀ 5:16
3000	100,5 (Lacour et al 1990a)	98 (Duffield et al 2005a)(real)	♂ 8,6 ; ♀ 8,1 (LA final) (Duffield et al 2005a)	♂ 9:37 ♀ 10:35
	98 (Billat 2002) 100 a 96 (Padilla et al 1992)	99,7 (Péronnet et al 2001)	15,9 (LA final) (Shave et al 2001)	10:21 (♂ n=7, ♀ n=2, triatletas y pentatletas de élite)
5000	97,7 (Lacour et al 1990a) 94 (Billat 2002)	96,8 (Péronnet et al 2001)		

Tabla 4a. Mediciones fisiológicas de la intensidad entre los 800m y los 5000m.

mo de las vías aeróbicas junto a una oferta precisa de lo anaeróbico, evitando excesiva acumulación de protones o depleción de

glucógeno (Ward-Smith 1999). No es gratuito indicar la reflexión del profesor John Hawley y la nutricionista Louise Burke

(2000) al respecto de que sería preferible hablar de "sistemas de potencia" en relación al ejercicio, puesto que un sistema fisiológico debería cuantificarse como "energía producible" y no meramente "potencialmente disponible".

Todo "cuadra" con la asunción de que "los primeros compiten a mayor intensidad relativa que los últimos".

Prueba	% VAM	% VO2 max (medio) Estimado o real	Lactato final / medio (mMol/L)	Nivel de rendimiento (marcas)
10000	92 (Billat 2002)	96-95 (Daniels y Daniels 1992)		♂ 32'
		95,4-93,2 (Péronnet et al 2001)		
		95,5 para WR (Ward-Smith 1999)		
		87-79 (Billat 2004)	6-8 (LA Final) (Billat)	42'
		♂ 84 a ♀ 79 (Speechly et al 1996)		♂ 44' ♀ 42'
½ maratón	86 a 83,5 a 73 (bajo nivel) (Péronnet et al 2001)	♂ 93,5 a ♀ 89,2 (Péronnet et al 2001)		
		♂ 78 a ♀ 73 (Speechly et al 1996)		♂ 1:39 ♀ 1:38
Maratón		♂ 85 a ♀ 83 (Péronnet y Thibault 1989)		♂ 2:21 ♀ 2:07
		90 a 75 (Costill et al 1969, 1970, 1971, Maron et al 1976 citados por Föhrenbach et al 1987)	2,5 a 3,0 (LA test a ritmo maratón) 2,9 a 5,2 (LA Final)(Föhrenbach et al 1987)	♂ 2:28-2:51 ♀ 2:10-2:50
			6-7 (LA Final) (Billat 2003 MLSS)	♂ 2:30
		79 (Péronnet et al 2001)		♂ 2:34
		73 (O'Brien et al 1993)	2,0 a 2,5 (O'Brien et al 1993) (LA medio)	♂ 2:45
		75 (Farell et al 1979)		♂ 2:46
		65 (O'Brien et al 1993)	1,0-1,5 (O'Brien et al 1993) (LA medio)	♂ 3:30
		♂ 73 ; ♀ 66 (Speechly et al 1996)		♂ 3:36 ♀ 3:39
		85-84 (Daniels y Daniels 1992) ♂ 88,9 - ♀ 85,5 (Péronnet et al 2001) ♂ 87 a ♀ 84 (Helgerud 1994) 78 en menor nivel (Helgerud 1990)		
		100 kms	97,7 (Lacour et al 1990a) 94 (Billat 2002)	♂ 59 a ♀ 50 (Speechly et al 1996)
65 (Davies y Thompson 1977)				

Tabla 4b. Mediciones fisiológicas de la intensidad entre los 10000 m y la Maratón.

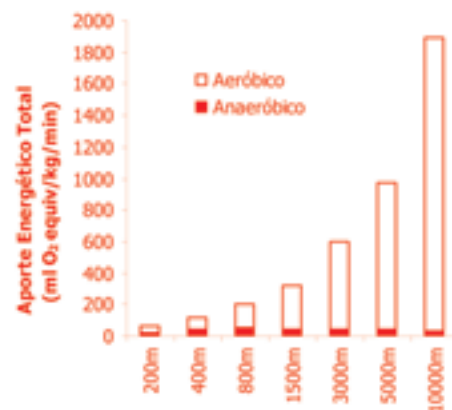


Gráfico 3. Contribuciones Aeróbica/Anaeróbica al Aporte Energético Total desde los 200m hasta los 10kms. (calculado a partir de los datos de Spencer y Gastin 2001 y Ward-Smith 1999).

Los datos modernos coinciden en concluir que los 400m tienen una importante contribución aeróbica (32-38%), y que los 800m son ya predominantemente aeróbicos en su demanda total (58-62%) (Gastin 2001).

Es importante elegir los parámetros de referencia para comparar unos y otros corredores. Así, se han hecho estimaciones basadas en % de la Velocidad Aeróbica Máxima, del VO2max, de niveles de lactato, etc. Las tablas 4a y 4b muestran un compendio de los datos de diversos trabajos, tratando de identificar esa intensidad fisiológica de las principales distancias teniendo en cuenta el nivel de marcas y el género. El nivel de marcas es crucial debido a que no sólo existe cierta variabilidad en la habilidad para mantener una intensidad fisiológica determinada (por distintos perfiles fisiológicos y por entrenamiento), sino que la mayor duración obliga a corredores mucho más lentos que otros a que la intensidad relativa sea menor.

Por otra parte, el género puede tener cierta importancia habida cuenta de las diferencias de rendimiento entre hombres y mujeres, así como de su distinto perfil fisiológico.



Una referencia a caballo entre lo matemático y lo fisiológico es el concepto de "tiempo límite". Representa la duración que es capaz de mantener un corredor a una intensidad fisiológica determinada. Una intensidad habitual donde medir el tiempo límite es la velocidad del VO₂max. Cabe indicar que dicha velocidad ha recibido no sólo numerosas denominaciones (VAM, VO₂max, V_{máx}, MAP, etc) sino diversos criterios de determinación, si bien muchos autores coinciden en situar su tiempo límite alrededor de los 6' (Billat, 2002) ó 7' (Péronnet y Thibault, 1989), la mayoría lo sitúan entre 4' y 11' (Billat, 2002). Parece que la variabilidad puede depender no sólo del nivel de entrenamiento sino de características fisiológicas (Billat, 2002). Usaremos este concepto en relación a la cuantificación de la carga (un artículo posterior).

Respecto al umbral anaeróbico encontramos numerosas metodologías que con-

dicionan la localización de su velocidad, como veremos en otro artículo posterior. Sin embargo, existe consenso de que el tiempo límite a esa intensidad estaría alrededor de los 60'. En este caso parece claro que el nivel de entrenamiento debe ser muy elevado para poder alcanzar esa duración, algo que no es posible en corredores de nivel más bajo. Como referencia, un corredor con una marca de 40' en 10km se entiende que compite fisiológicamente un poco por encima de su umbral anaeróbico (y según su técnica y fuerza algo más rápido que su velocidad del test de umbral). Para corredores/as de 50', alrededor de este umbral, y quizá en adelante ya a menos intensidad.

Por ello, no sólo la velocidad que el corredor es capaz de desarrollar a una intensidad sino el tiempo límite que es capaz de mantenerla son dos aspectos clave. Esto permite entender porqué la intensidad fisiológica es tan distinta según el nivel, algo que se

acentúa con la duración de las pruebas. Dicho de otro modo, las competiciones serían más homogéneas (fisiológicamente hablando) de disputarse por tiempo y no por distancia. Esa es precisamente la crítica de los tests de tiempo límite: que las carreras son por distancia (excepto el récord de la hora en ciclismo de pista). Puedes ver la meta, y sin embargo un test por tiempo se nos hace difícil para darlo todo. Las intensidades alrededor de la potencia aeróbica máxima y el "umbral anaeróbico" son las que más han sido estudiadas. Por encima de ellas se ha valorado que las máximas concentraciones de lactato se logran con pruebas cercanas a los 60" (Billat, 2002) aunque realmente la mayor producción glucolítica anaeróbica por unidad de tiempo se ha situado alrededor de los 25" de esfuerzo a máxima intensidad. Más allá, se ha demostrado que la máxima potencia fosfogénica (uso anaeróbico de energía sin hidratos de carbono) permite una duración de 4" en ejercicio estático (isométrico) o alrededor de 6" en dinámico previo al agotamiento de esta vía energética (Hawley y Burke, 2000).

Por último, parece que las pruebas de 100kms se disputan por debajo del primer umbral fisiológico (umbral aeróbico), por lo que teniendo en cuenta diversos datos sobre depósitos energéticos y relaciones de tiempo límite no es descabellado pensar que el tiempo límite alrededor del primer umbral ronde las 6h. Todo ello, de forma sencilla, conforma una "regla del número 6" que permite entender mejor la intensidad fisiológica en función de las marcas de corredor (tabla 5). (Perdonen los puristas esta simplificación, que utilizamos con fines didácticos).

Un aspecto clave es el coste energético de la carrera, definido como la energía

Las máximas concentraciones de lactato se logran con pruebas cercanas a los 60" (Billat, 2002).

Potencia Fosfagenolítica	6"
vVO2 max (VAM o PAM)	6'
vUmbral Anaeróbico	60'
vUmbral Aeróbico	6 horas

Tabla 5. Tiempos límite aproximado a diferentes intensidades fisiológicas ("Regla del 6").

requerida más allá del reposo para transportar el cuerpo del corredor sobre una unidad métrica (Di Prampero, 1993). Por ello se mide en ml de O₂ / kg / metro (m) o bien J/kg/m, asumiendo que 1ml O₂ = 20,9 J (lo cual es estrictamente cierto con un cociente respiratorio de 0,96). De esto hablaremos en el próximo artículo. Por el momento, cabe resaltar como concepto general que el coste es bastante parecido entre las distancias.

Hay que añadir dos últimos aspectos: la secuenciación metabólica del esfuerzo máximo y los perfiles individuales. En función del perfil metabólico natural del deportista, y del tipo de entrenamiento hacia al que se le ha orientado, los atletas tienden

a utilizar ese metabolismo en mayor grado que el general de la población. Sin embargo, en referencia al primer concepto, todo esfuerzo a una velocidad más o menos estable y de carácter máximo y continuo tiende a ser inicialmente más anaeróbico y finalmente más aeróbico (Gastin, 2001) (no sería así en una prueba táctica). En las pruebas de carrera también ha sido estudiado, y como muestra puede observarse la tabla 6.

Todo esto tiene importantes repercusiones para el entrenamiento, ya sea para poder iniciar una carrera a ritmos exigentes con garantías de no sucumbir al final, mantener un ritmo elevado a final de carrera, o incluso ser capaz de acelerar en los últimos metros. Aunque el motivo del artículo es la carga interna de la competición, lógicamente no es el criterio por el que se mide el rendimiento, sino el tiempo final; por tanto, la habilidad de mantener el mayor ritmo posible durante el mayor tiempo posible. En pruebas de más de 6' de duración se recomienda mantener un ritmo lo más estable posible como referencia clave (Foster et al, 2003). Sin embargo, si observamos la distribución natural del ritmo en un campeonato

800m	% Aeróbico	1500	% Aeróbico
0-30"	20-40	0-30"	57
30-60"	40-73	30-60"	84
60-90"	58-76	60-90"	87
90-120"	66-80	90-120"	88
Promedio:	63-69%	120-150"	89
		150-180"	89
		180-210"	89
		210-240"	89
		Promedio:	83%

Tabla 6. Ejemplos de contribución de fuentes aeróbicas en el 800 y el 1500. Adaptada a partir de los datos de Bangsbo et al (1990) y Spencer et al (1996). Los datos hacen referencia a rendimientos de 2:00 y 4:00 en los 800 y 1500, respectivamente.

mundial de cross, hemos observado que es decreciente en todos los corredores en la misma proporción (gráfica 7). Esta competición es uno de los mejores modelos para estudiar el ritmo natural porque el tiempo no importa pero sí el puesto, y en



ESCUELA DEL CORREDOR Y DEL TRIATLETA

de la Universidad Europea de Madrid

VEN A ENTRENAR O EVALUAR TU PERFIL FISIOLÓGICO CON NOSOTROS.

El Club Deportivo Universitario de la Universidad Europea de Madrid dispone de los medios e instalaciones de un centro de alto rendimiento al servicio del corredor y triatleta popular.

cdu@uem.es
www.uem.es
912115500

Escuela del Corredor
y del Triatleta



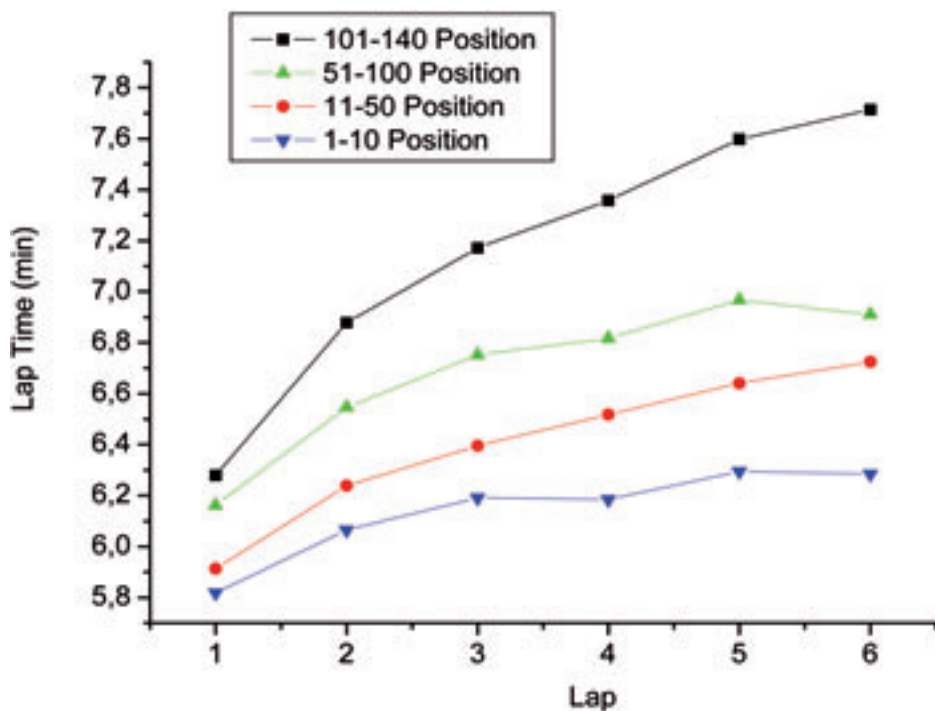
Laureate International Universities



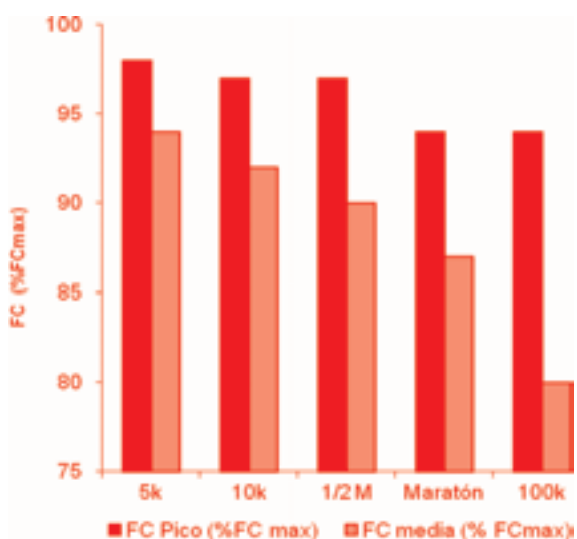
todos los participantes porque se juegan la clasificación por equipos.

¿A qué pulsaciones haría mi mejor marca?

Por último, con motivo de proporcionar una herramienta práctica para los corredores, expondremos los datos de un estudio que hemos publicado recientemente sobre la frecuencia cardiaca óptima para realizar marca en distancias desde los 5km hasta los 100 kms (Esteve-Lanao et al, 2008). Medimos durante 4 años (y seguimos haciéndolo) la FC en competición en personas que hubieran entrenado y competido con éxito en una distancia. "Con éxito" se refiere a que fuera su mejor marca o una de las mejores, registrando un mínimo de 2 carreras de la misma distancia por atleta. Las gráficas 8 y 9 muestran los resultados. Lógicamente la intensidad media descendió con la distancia (gráfica 8) y con ello cambia la distribución por zonas (gráfica 9).



Gráfica 7. Distribución del ritmo por vuelta en diferentes corredores agrupados por su puesto final (datos procesados por Ahumada y Alcocer sobre los resultados del mundial de cross masculino 2008).

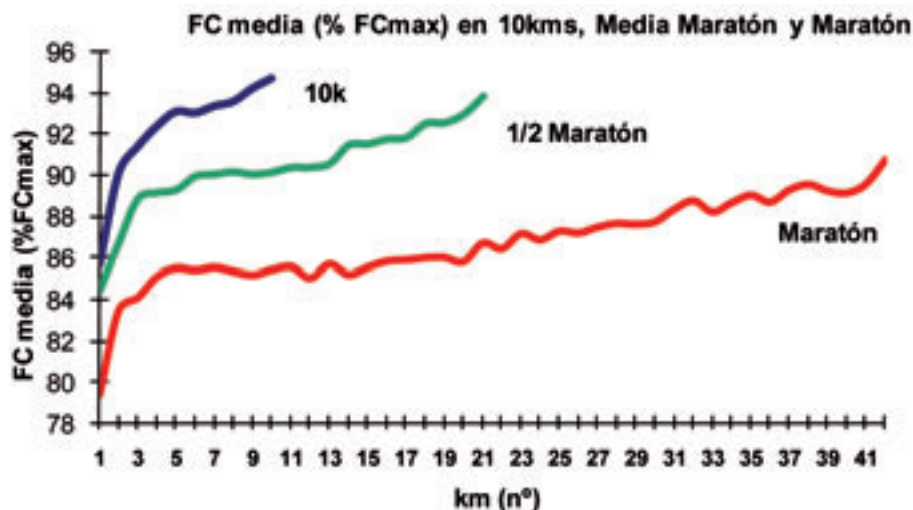


Gráfica 8. % FC de máxima en cada distancia de competición de los 5 a los 100 kms.

Gráfica 9. Tiempo en zona metabólica (modelo trifásico) de los 5 a los 100 kms.

Sorprendentemente, ésta no varió en relación a las marcas. En maratón, por ejemplo, contamos con un atleta de alrededor de 2h 20min, y otros de más del doble. Sin embargo, el % promedio en relación a sus pulsaciones máximas no tiene porqué ser distinto (en todas las distancias la desviación típica es del 2%).

Otros datos, más prácticos todavía, son las cinéticas kilómetro a kilómetro. En algunos corredores, hemos registrado sus pulsaciones y el tiempo en cada kilómetro. Aquí sólo seleccionamos estrictamente marcas personales. Así podemos pre-



Gráfica 10. FC (%FCmax) por kilómetro en grupos de corredores que hicieron su mejor marca personal. Téngase en cuenta que las velocidades fueron ligeramente decrecientes en los promedios de las 3 pruebas.

decir, sólo con el pulso máximo real, cuál es el ideal para hacer marca (gráfica 10). No estamos proponiendo olvidarse del ritmo, por supuesto, sino un apoyo para saber si es realista mantener el ritmo mientras, paralelamente, observamos un referente fisiológico del nivel de esfuerzo. Lógicamente, y sin recurrir a matemáticas, podemos con ello diseñar tests para fijar un ritmo de salida, a partir de datos de entrenamiento.

Aquí no vamos a entrar a razonar el porqué de los resultados, pues no era el motivo del trabajo, y por ello no se hicieron las mediciones al respecto. Nos limitaremos a "elucubrar" que no es contradictorio con el hecho de que los primeros vayan a una intensidad fisiológica mayor porque las pulsaciones no siempre indican carga interna, especialmente cuando existe "derivada pulsativa". Sabido es que ésta ocurre más en los menos desacondicionados, que además la sufren más tiempo al correr más minutos, por lo que posiblemente explique que al final el promedio relativo de pulsaciones sea el mismo pese a que la intensidad (p.ejem. % de VO₂ max) sea distinta. Hallarán otros razonamientos del

los que hablaremos cuando tratemos el tema de la fatiga.

En definitiva, el motivo de empezar con este tema antes de hablar de la periodización es que el entrenamiento basado únicamente en las marcas no parece tener el mismo grado de reflexión y de posibilidades de éxito que un análisis metabólico de

las intensidades de competición y el perfil metabólico. En posteriores trabajos analizaremos los perfiles fisiológicos de los corredores, las causas posibles de fatiga y la cuantificación de las cargas, como elementos previos a la elaboración de una periodización. De otro modo, no tiene sentido lanzarse de primeras a programar kilómetros y demás. ●

BIBLIOGRAFÍA

- Billat V. Fisiología y Metodología del Entrenamiento. Paidotribo, Barcelona 2002.
- Esteve-Lanao J, Lucía A, De Koning JJ, Foster C. How do humans control physiological strain during strenuous endurance exercise? *PLoS One* 3: e2943, 2008.
- Föhrenbach R, Madr A, Hollmann W. Determination of endurance capacity and prediction of exercise intensities for training and competition in marathon runners. *Int J Sports Med* 8: 11-18, 1987.
- Foster C, De Koning JJ, Hettinga F, Lampen J, La Clair KL, Dodge C, Bobbert M, Porcari JP. Pattern of energy expenditure during simulated competition. *Med Sci Sports Exerc* 35: 826-831, 2003.
- Gastin PB. Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. *Sports Med* 31: 725-741, 2001.
- Hawley J, Burke L. Rendimiento deportivo máximo, pp 52-65. Paidotribo, Barcelona 2000.
- O'Brien MJ, Viguie CA, Mazzeo RS, Brokks GA. Carbohydrate dependence during marathon running. *Med Sci Sports Exerc* 25: 1009-1017, 1993.
- Péronnet F, Thibault G. Mathematical analysis of running performance and world running records. *J Appl Physiol* 67: 453-465, 1989.
- Ward-Smith AJ. A mathematical theory of running, based on the first law of thermodynamics, and its application to the performance of world-class athletes. *J Biomech* 18: 337-349, 1985.



Lanzarote Wine Run 21 de junio

Club La Santa tiene el placer de invitarle a la primera edición de "Lanzarote Wine Run", una carrera pedestre inolvidable en la zona vinícola de "La Geria". Apúntese y participe en esta carrera que le llevará por las bodegas de "La Geria", descubra el rico aroma de nuestro vino local, durante y al final de la carrera. Para info y reservas, contactar con lasanta@roadtolasanta.com