

# FRECUENCIA CARDIACA EN LAS PRUEBAS DE CARRERA DE 5 KM A MARATÓN: UN ESTUDIO PRELIMINAR

**Jonathan Esteve Lanao**

Universidad Europea de Madrid, Madrid, España.

## **ABSTRACT**

In order to determine the intensity of running races from exercise heart rate (HR), several HR measurements were recorded in 57 runners of different performance levels along 124 races from 5 kilometres (km) to marathon (42,195 km) in cross country and road races. The inclusion criteria were: 1) the performance was achieved with maximal effort, 2) runners were from wide different performance levels, 3) Knowing real maximal HR (HRmax). For every runner it was used only one average data from his best performances at his trained distance, as well as a previous reliability test was done with paired performance data from two personal bests in the same distance in 38 of the runners ( $r=0,95$ ). Average HR (minute 3 to end) in % from HRmax for cross-country races from 5 to 6 km was 94%. It was 92% for road and long cross country races between 9 and 12 kms. It was 91% for half-marathon races (21,097m), and 88% for marathon (42,195m). There were differences among them, except for 9 to 12 kms vs half-marathon ( $p<0,05$ ). There were no differences in HRmax among all distances ( $p>0,05$ ), reaching 97 to 94%. More data are needed to confirm these initial results and to model HR data versus time, race and performance levels.

Key words: HEART RATE, RACE, RUNNING PERFORMANCE

## **RESUMEN**

Se midió la frecuencia cardiaca (FC) en 57 corredores de diversos niveles en 124 carreras de 5 kilómetros (km) a maratón (42,195 km) en pruebas campo a través y ruta. Los criterios de inclusión fueron: 1) realizar la competición con el máximo empeño 2) corredores de distinto nivel para cada prueba, 3) conocer la FC máxima real (FCmax). Se utilizó únicamente un dato promedio por corredor de sus mejores marcas en la distancia entrenada, y previamente se hizo un test de fiabilidad con medidas consecutivas en dicha distancia en 38 de los corredores ( $r=0,95$ ). La FC media (del minuto 3 al final) en % de la FCmax para carreras de campo a través de 5 a 6 km fue del 94%. En 10 km en ruta o campo a través largo (9 a 12 kms) fue del 92%. En medias maratones (21,097m) fue del 91%, y en maratón (42,195m) fue del 88%. Se hallaron diferencias entre ellas, excepto entre 9 a 12 kms y media maratón ( $p<0,05$ ). No se hallaron diferencias en la FCmax entre todas las pruebas ( $p>0,05$ ), alcanzando entre el 97% y el 94%. Se necesitan más datos para confirmar estos resultados iniciales y crear modelos de FC respecto al tiempo, distancia y niveles de rendimiento.

Palabras clave: FRECUENCIA CARDIACA, COMPETICIONES, RENDIMIENTO EN CARRERA A PIE.

## **INTRODUCCIÓN**

El uso de la frecuencia cardiaca es un indicador válido de la intensidad del ejercicio aeróbico (Wilmore y Costill, 1999). En pruebas de más de 4 minutos de duración, más del 80% de la energía proviene del metabolismo aeróbico (Gastin, 2001). Se ha indicado también que la intensidad del máximo consumo de oxígeno  $VO_2$  max puede mantenerse por un período de tiempo de alrededor de 6' (Billat et al, 1994). Duraciones notablemente superiores de esfuerzo comportarían por ello valores inferiores a la FC máxima. Los

corredores de mejor nivel destacan por un menor gasto energético y mayor porcentaje del  $VO_2$  max en su umbral anaeróbico (Brandon, 1995). En grupos heterogéneos, los corredores de mejor nivel y mayor distancia de competición poseen mayor  $VO_2$  max, algo que no ocurre en grupos homogéneos de rendimiento (Brandon, 1995). Para el entrenamiento y competición, las estrategias para mantener un nivel de esfuerzo pasan por utilizar la velocidad o la frecuencia cardiaca.

## MÉTODO

**Sujetos.** Participaron en este estudio 57 hombres corredores de 21 a 56 años de edad, con una experiencia de entrenamiento de más de 2 años y niveles de rendimiento distintos. Sus marcas en 5 kilómetros (km) en campo a través (cross) oscilaban entre 15:00 y 21:37, en 10 km entre 32:00 minutos y 1 hora, en media maratón entre 1:14 y 1:35 horas, y en maratón entre las 2:25 y las 4:15 horas (ver X y SD en tabla 1). Completaron 124 carreras de campo a través o ruta entre los 5 y los 42, 195 km.

**Procedimiento.** Los sujetos fueron seleccionados de acuerdo con los siguientes criterios de inclusión: 1) realizar la competición con el máximo empeño tras un período de entrenamiento específico para ello, 2) corredores de distinto nivel para cada prueba, 3) conocer la frecuencia cardiaca (FC) máxima real (FCmax). Ésta se determinó como la FC máxima en prueba de esfuerzo máxima hasta la extenuación en el margen de 6 meses anteriores o posteriores a los datos de competición registrados, o, en algún caso, la máxima frecuencia cardiaca registrada en ese período de tiempo en una competición de 5 a 10 km finalizada al sprint o entrenamiento similar.

Se establecieron 4 categorías de distancias: de 5 a 6 kms (todas ellas fueron en campo a través), de 9 a 12 kms en ruta o campo a través, medias maratones (21,097 km) y maratones (42,195 km).

**Mediciones.** Todos los corredores registraron dichas competiciones con monitores de frecuencia cardiaca que memorizaran al menos los datos de FC media, FC máxima y tiempo real empleado, registrando los datos entre 5" y 15" en pruebas de hasta 10 km, y de 15 a 60" en pruebas de mayor distancia. Al pasar por la línea de salida y línea de meta cronometraban la duración de la prueba.

Las pruebas de ruta se realizaron en competiciones con distancia homologada. Así mismo se utilizó la distancia oficial en las pruebas de cross homologadas por la Real Federación Española de Atletismo. En aquellas pruebas de cross de corta distancia no homologadas, se midió el recorrido con posterioridad a la prueba con una rueda de medición homologada (Trumeter Measure Meter, Manchester, UK), compensando un error de medición de -0,5 metros por cada 100m. Los cálculos de tiempo promedio empleado por kilómetro se calcularon según la distancia de cada una de las pruebas.

La FC media en competición se calculó a partir de los datos medios desde el minuto 3 de la competición.

### Análisis estadístico.

Se utilizó únicamente un dato promedio por corredor en su distancia entrenada, y previamente se hizo un test de fiabilidad con medidas consecutivas en dicha distancia en 38 de los corredores ( $r=0,95$ , intervalos de confianza 0,91/0,97). Posteriormente se aplicaron pruebas ANOVA para muestras independientes para la FC media y FC máxima registradas en la prueba, expresadas en porcentaje respecto a la FCmax, con un tratamiento Scheffé de comparaciones múltiples a posteriori.

## RESULTADOS

Los tiempos promedio empleados en cada prueba ( $X \pm SD$ ), así como el tiempo promedio empleado por kilómetro ( $X \pm SD$ ) se muestran en la tabla 1.

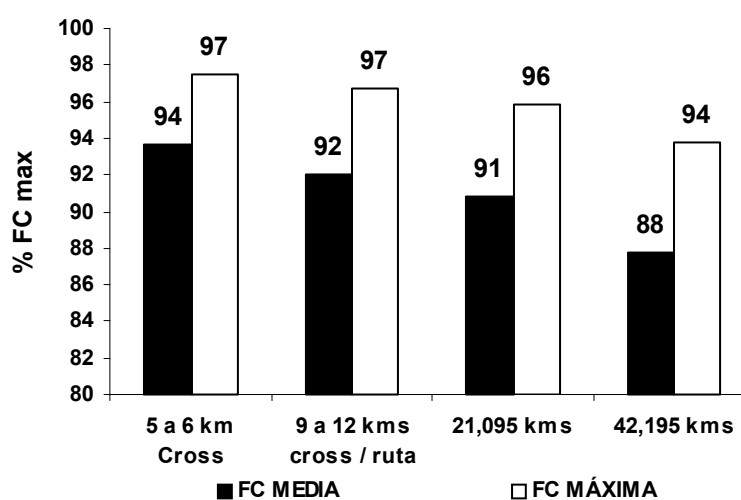
**Tabla 1.- Tiempos y promedio de ritmo por kilómetro en cada categoría de pruebas**

PRUEBA	n	TIEMPO EN LA PRUEBA		RITMO/KM PROMEDIO	
		X	SD	X	SD
Total	57				
5 a 6 km Cross	18	0:20:21	0:01:18	0:03:39	0:00:16
9 a 12 kms cross / ruta	20	0:39:55	0:09:16	0:03:59	0:00:46
21,095 kms	8	1:27:52	0:08:46	0:04:10	0:00:25
42,195 kms	11	3:08:48	0:33:00	0:04:28	0:00:47

Los valores medios y máximos de FC ( $X \pm SD$ ) obtenidos en cada categoría de pruebas se muestran en la tabla 2 con una representación de los valores en la figura 1. La FC media en % de la FCmax para carreras de campo a través de 5 a 6 km fue del 94%. En 10 km en ruta o campo a través largo (9 a 12 kms) fue del 92%. En medias maratones (21,097m) fue del 91%, y en maratón (42,195m) fue del 88%. La FC máxima alcanzada fue un 94% en maratón, 96% en media maratón, y un 97% pruebas de 12 a 9 kms campo a través o ruta, al igual que en 6 a 5 kms de campo a través.

**Tabla 2.- Porcentajes medio y máximo ( $X \pm SD$ ) obtenidos en cada categoría de pruebas**

PRUEBA	% FC MÁX en FC MEDIA competición	% FC MÁX en FC MEDIA competición	% FC MÁX en MÁX FC competición	% FC MÁX en MÁX FC competición
	X	SD	X	SD
5 a 6 km Cross	94	1	97	1
9 a 12 kms cross / ruta	92	2	97	2
21,095 kms	91	1	96	2
42,195 kms	88	2	94	2



Se hallaron diferencias entre la FC media entre todas las pruebas ( $p < 0,05$ ) excepto entre las pruebas de 9 a 12 kms y la 1/2maratón ( $p > 0,05$ ). Entre las demás comparaciones no se hallaron diferencias ( $p < 0,05$ ). En la FC máxima no hubo diferencias entre pruebas ( $p > 0,05$ ).

## DISCUSIÓN

La frecuencia cardiaca es un buen indicador de la intensidad de las pruebas de resistencia. Su facilidad de medición instantánea y portátil hacen de los monitores de ritmo cardiaco un instrumento que puede ser de gran utilidad. Los datos aquí presentados pueden ser de utilidad para atletas y entrenadores de cara a estimar el ritmo óptimo de competición.

Se ha indicado que corredores con mejores marcas son capaces de cubrir la maratón a mayor porcentaje del máximo consumo de oxígeno que los corredores más lentos (O'Brien et al, 1993) Los datos mostrados en el presente trabajo, dado el tamaño de la muestra, no permiten realizar relaciones entre el nivel de rendimiento y los valores de FC media en competición. De hecho, posiblemente los datos obtenidos estén influidos por una distribución no homogénea intra e inter. pruebas de corredores de alto nivel, medio nivel y bajo nivel. Además de la alta correlación del test de fiabilidad ( $r=0,95$ , intervalos de confianza 0,91/0,97) (que se hizo con el criterio de valorar a corredores de diversos niveles), también a título descriptivo se intuye que dichas regresiones FC/tiempo muestran por el momento unos coeficientes de correlación extremadamente bajos, por lo que no parecen estar relacionadas las marcas en una prueba con el porcentaje de la FC<sub>máx</sub> que se es capaz de mantener. Por ello, sugerimos que los presentes datos puede que no varíen mucho conforme el tamaño de la muestra se multiplique en nuestros futuros trabajos.

Padilla y colaboradores (2000) cuantificaron la intensidad en FC de las pruebas de contrareloj en vueltas por etapas de ciclistas profesionales. Estos datos se muestran claramente inferiores a los registros que podrían ser más similares en el tiempo empleado en las pruebas de carrera de nuestro trabajo. Por ejemplo, hemos valorado un 92% de la FC<sub>max</sub> en carreras de alrededor de 39' de cross y ruta, frente al 80% de los ciclistas en contrareloj corta (28 km) de 38'. En media maratón de alrededor de 85' de media hemos valorado el 91% frente al 80% en pruebas de 66' de contrareloj larga (49 km). Y en las pruebas de prólogo ciclista (alrededor de 7 km y 10'), la FC media fue del 89% de la FC<sub>max</sub>, frente a los datos del 94% aquí valorados en esfuerzos de alrededor de 20'. Como singularidad, hemos valorado 3 casos de participación en 100 km a pie con una FC media del 79% de la FC<sub>max</sub> (datos sin publicar), similar a la de una crono escalada de 40 km y 75'. Probablemente sean dos las causas de tales discrepancias. Por una parte la fatiga acumulada en vueltas de 3 semanas, que limite la posibilidad de alcanzar altas frecuencias cardiacas, y por otra, en algunos casos la no implicación máxima del ciclista en algunas etapas por las características propias de la competición (3 semanas, objetivos de equipo en otras etapas, etc). Más difícil sería explicar con ello las etapas prólogo, presumiblemente hechas al máximo.

Del mismo modo cabe destacar la elevada intensidad que se alcanza en momentos puntuales según se registró en la variable FC máxima, sin diferencias entre las pruebas, aunque descriptivamente con menores valores en maratón, como era de esperar. En cuanto a las FC medias, destacar la similitud entre media maratón y pruebas de 9 a 12 km. El nivel de los sujetos puede haber condicionado, sin embargo, parte de los resultados, al no haberse realizado sub-categorías de nivel con igual número de atletas en cada prueba, de nuevo por el tamaño de la muestra.

## CONCLUSIÓN

La FC media desde el tercer minuto de prueba hasta el final en porcentajes de la FC máxima real parecen estar alrededor del 88% en maratón, 91% en media maratón, 92% alrededor de los 10 km, y 94% en cross corto, no habiendo diferencias en los valores máximos de FC. Estos datos pueden ser de utilidad para proporcionar consignas respecto a la intensidad que una persona entrenada puede mantener durante una prueba determinada. Se necesitan muchos más datos para confirmar estos resultados preliminares y proporcionar más datos sobre la intensidad relativa a los umbrales aeróbico/anaeróbico, los niveles de rendimiento, y las relaciones FC/ tiempo y FC/distancia por prueba.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Billat V, Renoux JC, Pinoteau J, Petit B, Koraczstein JP (1994) Times to exhaustion at 100% of velocity at  $\text{VO}_2$  max and modelling of the time-limit / velocity relationship in elite long-distance runners. *Eur J Appl Physiol* 69:271-273.

Brandon LJ (1995) Physiological factors associated with middle distance running performance. *Sports Med* 19:268-277.

Gastin PB. (2001) Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. *Sports Med* 31:725-741.

O'Brien MJ, Viguie CA, Mazzeo RS, Brooks GA. (1993) Carbohydrate dependence during marathon running. *Med Sci Sports Exerc* 25: 1009-1017.

Padilla S, Mújika I, Orbañanos J, Angulo F. (2000) Exercise intensity during competition time trials in professional road cycling. *Med Sci Sports Exerc* 32: 850-856.

Wilmore JH, Costill DL. Fisiología del esfuerzo y del deporte (1999) Paidotribo, Barcelona.