

## La frecuencia cardiaca de reserva, como indicador de carga interna

Luis Alberto Pareja Castro\*

61

*Luego de tratar los términos básicos relativos a la frecuencia cardiaca, se explica el origen de, las formulaciones numéricas que sustentan el método de Karvonen y se ofrecen las herramientas para que los profesores de educación física -en especial los que trabajan en programas de acondicionamiento físico con adultos- elaboren una tabla para interpretar la intensidad, en criterios de carga interna, de su esfuerzo físico.*

*After treating the basic terms related to the cardiac frequency, we explain the origins of the numeric formulations that support Karvonen method, and we offer as well the tools for the physical education teachers -mainly those involved in adults physical maintenance- to set up a table to interpret, in terms of internal strength, the intensity of the physical effort.*

Al hacer referencia a criterios o indicadores de carga interna, como posibilidades de la determinación de la carga de entrenamiento, se cita, entre otros, la frecuencia cardiaca de reserva, conocida como método de Karvonen.

Este método de Karvonen, empleado para calcular la frecuencia cardiaca establece un rango entre 60 % y 80 % de intensidad (similar en criterios de consumo máximo de oxígeno y de frecuencia cardiaca de reserva) como óptimo para lograr adecuadas adaptaciones en el sistema cardiocirculatorio e influir en la composición corporal, cuando se realiza un programa de acondicionamiento físico aeróbico (Véase Figura 1).

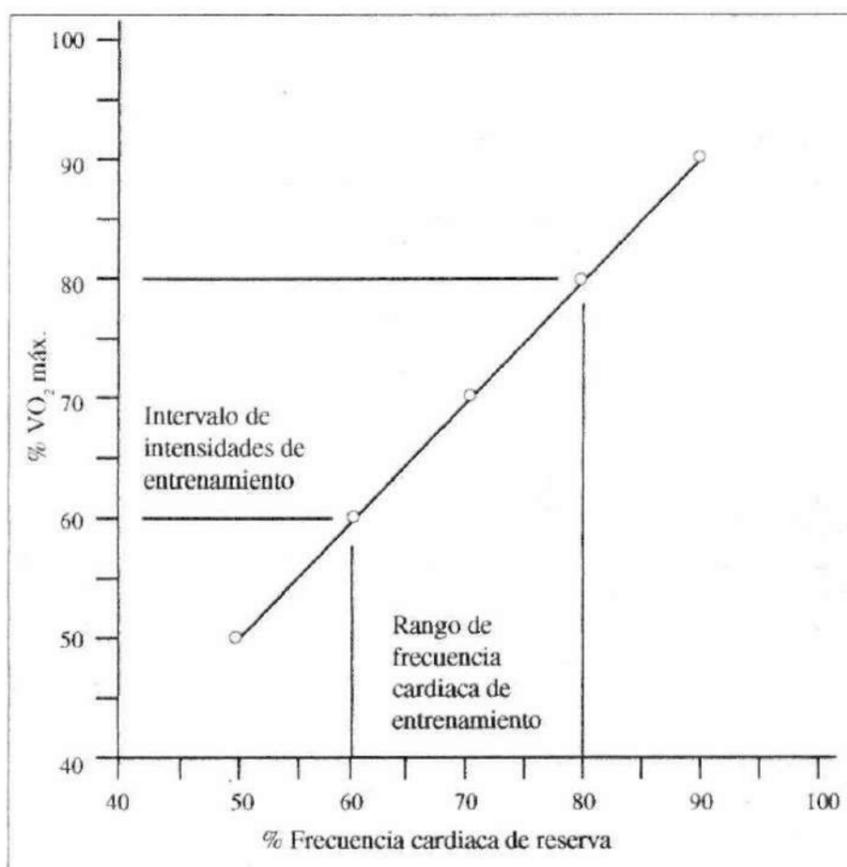
La frecuencia cardiaca de reserva, considerada para la determinación de la carga de entrenamiento como el valor 100% de intensidad, realmente no indica la noción de frecuencia cardiaca que se le asigna, por no ser un estimativo válido del significado del término frecuencia, que es el de pulsaciones por minuto.

Se trata sólo del rango, en número de pulsaciones únicamente, sin incluir el factor tiempo, que hay entre la frecuencia cardiaca máxima y la frecuencia cardiaca de reposo. Sería más adecuado denominarla pulsaciones de reserva. No obstante esta aclaración y para evitar confusiones al lector, se utilizará acá el término referido de frecuencia cardiaca de reserva.

La frecuencia cardiaca de reserva, como indicador de carga interna, permite individualizar el esfuerzo de entrenamiento porque parte de situaciones funcionales particulares de cada persona, como son la frecuencia cardiaca de reposo y la frecuencia cardiaca máxima que se

\* Licenciado en educación física, se desempeña como docente de educación física en el Instituto universitario de educación física de la Universidad de Antioquia.

**Figura 1** Relación entre el porcentaje de la frecuencia cardiaca de reserva y el porcentaje de consumo máximo de oxígeno, según el método de Karvonen



tienen en un momento dado de la vida, considerando que la primera se puede disminuir por efectos del entrenamiento sistemático de la resistencia aeróbica o aumentar por diversos factores, y la segunda porque se sabe que, además de ser un valor particular para cada individuo, está en relación inversa con la edad; o sea, que a mayor edad menor valor de frecuencia cardiaca máxima.

En programas de acondicionamiento físico se puede utilizar para saber qué respuestas internas se dan a nivel del pulso cardiaco en un momento dado del esfuerzo físico y para dirigir

adecuadamente, en especial, el proceso de desarrollo de la capacidad aeróbica mediante actividades físicas como trotar, pedalear y patinar.

Es preciso decir que el concepto de frecuencia cardiaca de reserva es diferente de otro criterio de frecuencia cardiaca, igualmente empleado en la medición del esfuerzo y con el mismo valor de 100 % de intensidad; a saber: el de frecuencia cardiaca máxima.

Me propongo, en las siguientes páginas:

1. Conceptualizar acerca de términos básicos en relación con la frecuencia cardiaca, como son: frecuencia cardiaca de reserva, máxima, de reposo y de entrenamiento.
2. Explicar de dónde surgen las formulaciones numéricas que sustentan el método de Karvonen, dado que sólo se cita en la literatura para referenciar el rango de 60-80 % de frecuencia cardiaca de entrenamiento en relación con la frecuencia cardiaca

de reserva y cómo se hallan estos umbrales, inferior y superior conociendo de una persona su edad, su frecuencia cardíaca máxima y su frecuencia cardíaca de reposo.

3. A partir del segundo procedimiento descrito en este artículo, proporcionarles a los profesores de educación física, especialmente a aquellos que trabajan en programas de acondicionamiento físico con adultos, una forma sencilla de elaborar una tabla para cada uno de sus alumnos, de modo que ellos mismos en su actividad física de desarrollo de la resistencia aeróbica se tomen la frecuencia cardíaca e individualmente interpreten a qué intensidad aproximadamente, en criterios de carga interna, están realizando su esfuerzo físico

### Conceptos básicos

*Frecuencia cardíaca máxima.* Es el valor máximo de frecuencia cardíaca que se puede alcanzar. Se puede determinar adecuadamente por medio de una prueba de esfuerzo máximo de laboratorio o de campo, o mediante referentes teóricos, aunque no tan confiables, como el que se establece a partir de la constante (220) y la edad:

$$\text{Frecuencia cardíaca máxima} = 220 - \text{la edad}$$

*Frecuencia cardíaca de reposo.* Es el valor que se tiene en estado de reposo, acostado. Se puede medir, en forma más adecuada, luego de un tiempo amplio de estar acostado y tomando la frecuencia cardíaca en esta misma posición.

*Frecuencia cardíaca de reserva.* Número de pulsaciones que se determinan de la diferencia entre la frecuencia cardíaca máxima y la frecuencia cardíaca de reposo.

En criterios de carga se considera la frecuencia cardíaca de reserva como el 100% de intensidad; es decir, como el mayor valor de variación del pulso cardíaco desde la frecuencia cardíaca de reposo hasta la frecuencia cardíaca máxima. Como se dijo antes, no expresa un criterio real de pulsaciones por minuto del músculo cardíaco.

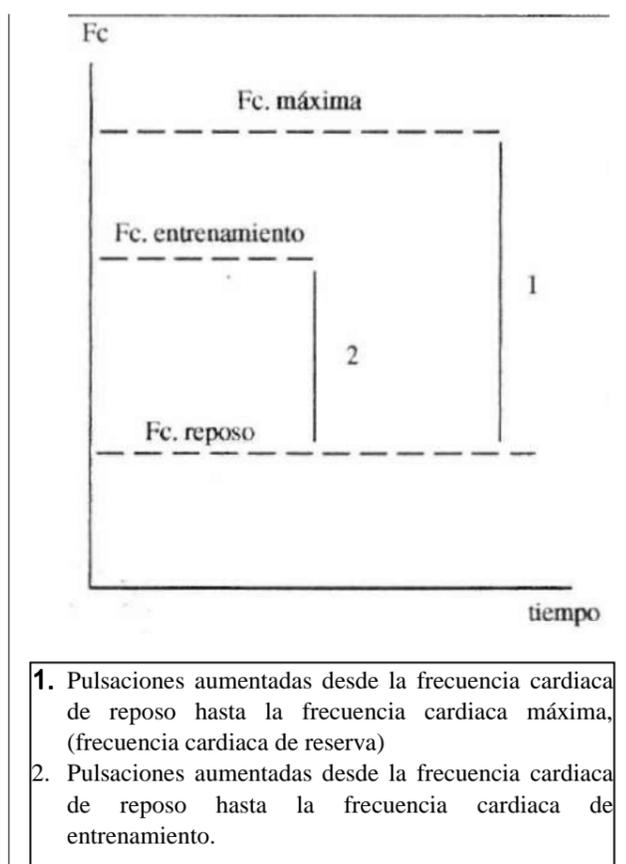
$$\text{Frecuencia cardíaca de reserva} = 100\% \text{ de intensidad}$$

*Frecuencia cardíaca de entrenamiento.* Es el valor de frecuencia cardíaca a que se está realizando un esfuerzo de entrenamiento. Lo ideal sería tomarla durante el esfuerzo con instrumentos adecuados de registro como, por ejemplo, un pulsómetro. En su defecto, se puede tomar inmediatamente después de finalizado el esfuerzo y en tiempos cortos de medición, por ejemplo en 10 o en 15 segundos.

En este artículo se tiene como referente el tiempo de medición de la frecuencia cardiaca de entrenamiento en 10 y para conocer su valor real en pulsaciones por minuto, se ha de multiplicar el número de pulsaciones hallado por 6.

*Pulsaciones aumentadas por el esfuerzo de entrenamiento.* Es el valor que se establece en número de pulsaciones al restar de la frecuencia cardiaca de entrenamiento la frecuencia cardiaca de reposo ( Véase Figura 2 ).

**Figura 2** Relación entre diferentes aspectos de la frecuencia cardiaca en su dinámica de manifestación posible en un momento dado



Pulsaciones aumentadas por el entrenamiento = Fc. ento. Fc. reposo

En la práctica, al utilizar la frecuencia cardiaca de reserva, como criterio de carga interna, para determinar la intensidad con que se realiza un esfuerzo de entrenamiento se pueden emplear dos procedimientos:

1. Determinar la intensidad del esfuerzo después de tomar la frecuencia cardiaca de entrenamiento.
2. Previamente elaborar una tabla de referencia, de modo que inmediatamente que se tome la frecuencia cardiaca de entrenamiento se pueda observar cuál fue la intensidad del esfuerzo realizado, sin tener que ejecutar operaciones posteriores.

#### **Procedimiento 1**

Si se desea conocer, por ejemplo, a qué intensidad (en porcentaje de la frecuencia cardiaca de reserva) realizó un esfuerzo de entrenamiento una persona de 30 años de edad, que tiene una frecuencia cardiaca de reposo de 60 p/m, y que al tomarle la frecuencia cardiaca de entrenamiento, inmediatamente después de finalizado un esfuerzo, dio un valor de 20 pulsaciones en 10".

$$\begin{aligned} \text{Fc. Máxima} &= 220 - \text{edad} \\ &= 220 - 30 = \\ &190 \text{ p/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Fc. Reserva} &= \text{Fc. máxima} - \text{Fc. reposo} \\ &= (220 - 30) - 60 \\ &= 190 - 60 = 130 \end{aligned}$$

(130 pulsaciones aumentadas desde la frecuencia cardiaca de reposo hasta su máximo teórico).

$$\begin{aligned} \text{Fc. Ento.} &= 20 \text{ pulsaciones en } 10'' = \\ &20 \times 6 = 120 \text{ p/m.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pulsaciones aumentadas en el entrenamiento} &= \text{Fc. ento.} - \text{Fc. reposo.} \\ &= 120 - 60 \\ &= 60 \end{aligned}$$

(60 pulsaciones aumentadas desde la frecuencia cardiaca de reposo hasta la frecuencia cardiaca de entrenamiento).

*Pregunta:* Si la frecuencia cardiaca de reserva (pulsaciones aumentadas en un esfuerzo máximo) es igual al 100% de intensidad, las pulsaciones incrementadas por el entrenamiento ¿a qué intensidad de entrenamiento equivalen?

Si las pulsaciones aumentadas en un esfuerzo máximo  $\rightarrow$  100 % intensidad (Frecuencia cardiaca de reserva).

Las pulsaciones aumentadas en entrenamiento  $\rightarrow X$  = Intensidad de ento?

$$\text{De donde: } X = \frac{(\text{Pulsaciones aumentadas en entrenamiento}) \times 100\% \text{ intensidad}}{\text{Pulsaciones aumentadas en un esfuerzo máximo}}$$

Reemplazando

ecuación 1:

$$\text{Intensidad de entrenamiento (\%)} = \frac{(\text{Fc. Ento.} - \text{Fc. reposo}) 100\% \text{ int}}{\text{Fc. reserva}}$$

$$\text{Int. Ento. (\%)} = \frac{(120 - 60) 100\% \text{ int.}}{130}$$

$$\text{Int. Ento. (\%)} = 46 \% \text{ (intensidad en criterios de carga interna)}$$

**Procedimiento 2**

En lugar de tener que realizar la anterior operación matemática para saber a qué intensidad se trabajó luego de terminado un esfuerzo, se puede elaborar una tabla de referencia en la que se consignen diferentes valores de frecuencia cardíaca de entrenamiento para valores previamente definidos en porcentajes de intensidad de entrenamiento.

De la ecuación 1 se despeja la frecuencia cardíaca de entrenamiento, así:

$$\text{Fc. Ento.} = \frac{(\text{Fc. reserva}) \text{ Int. ento. (\%)} + \text{Fc. reposo}}{100\%}$$

ecuación 2:

$$\text{Fc. Ento.} = \frac{(\text{Fc. max} - \text{Fc. reposo}) \text{ Int. ento. (\%)} + \text{Fc. reposo}}{100\%}$$

Para confeccionar la tabla se operacionaliza la ecuación 2, reemplazando el porcentaje de la intensidad del entrenamiento cada vez por el valor porcentual deseado. En el ejemplo de tabla elaborado se utilizan los siguientes valores porcentuales: 100%, 90%, 80%, 70%, 60%, 50% y 40%.

El resultado de cada operación da el valor de frecuencia de entrenamiento en un minuto (1 minuto); para conocer su resultado en 10" se divide cada una por seis (6).

Teniendo presente que en el ejemplo anterior la persona referenciada tiene una frecuencia de reserva igual a 130 pulsaciones y frecuencia de reposo igual a 60 p/m, la operación matemática en forma abreviada es la siguiente :

$$\text{Fc. Ento.} = [\text{Fc. res} \times \text{Valor \% expresado en decimal} + \text{Fc. reposo}] / 6$$

Ejemplo para el 90 % :

$$\begin{aligned} \text{Fc. Ento.} &= (\text{Fc. reserva} - 0.9 + \text{Fc. reposo}) / 6 \\ &= (130 - 0.9 + 60) / 6 \\ &= 177 / 6 \\ &= 29.5 \end{aligned}$$

Nota: 177 equivale a la frecuencia cardíaca de entrenamiento en un minuto y 29.5 a la misma frecuencia cardíaca en 10 segundos. (Este valor se aproxima a 30 por exceso).

Igual operación se realiza para hallar los demás valores porcentuales y con los datos obtenidos se elabora la siguiente tabla:

**Tabla 1** Ejemplo de elaboración de una tabla para observar a qué intensidad, en valor porcentual, se realiza un esfuerzo de entrenamiento, después de tomar la frecuencia cardiaca de entrenamiento en 10".

%	Fc. en 1 minuto	Fc. en 10 segundos
100	190	32
90	177	30
80	164	27
70	151	25
60	138	23
50	125	21
40	112	19

#### Observaciones

- ✓ Se recomienda este segundo procedimiento, pues permite que de antemano se tengan resueltos los procedimientos aritméticos y la persona sólo tenga que consultar en su tabla, luego de tomarse la frecuencia cardiaca de entrenamiento.
- ✓ Se toma el pulso luego de terminado el esfuerzo en 10, e inmediatamente se consulta a qué intensidad (porcentualmente) aproximadamente se está trabajando.

Si el resultado es de 25 pulsaciones en 10", como en el ejemplo citado en la tabla anterior, está trabajando a una intensidad de 70 %

Esta tabla se puede elaborar con más datos porcentuales, si se desea, para que sea más

precisa la información. Por ejemplo, se pueden incluir también datos como el 95%, el 85%, etcétera.

- ✓ Como se dijo antes, la frecuencia cardiaca de reserva y la frecuencia cardiaca máxima no son conceptos sinónimos desde la noción de carga de entrenamiento, así a los dos se les asigne el valor 100% de intensidad de carga interna.

Tomando como referente el ejemplo descrito, se puede realizar el siguiente análisis comparativo:

Según la frecuencia cardiaca de reserva la persona evaluada trabaja al 50 % de intensidad en carga interna, cuando tiene una frecuencia cardiaca de entrenamiento de 125 p/m (Véase Tabla 1).

En cambio, si se toma como criterio de intensidad máxima la frecuencia cardiaca máxima (220 - la edad), o sea, 220 - 30 años = 190 p/m, la misma persona trabaja al 50% de intensidad cuando tiene 95 p/m como frecuencia cardiaca de entrenamiento (50% de 190 p/m).

Como se ve, son valores diferentes debido a que los rangos referenciales de cada una de ellas son distintos. La frecuencia cardiaca máxima tiene un rango más amplio que va desde un valor numérico cero (no funcional biológico) hasta el valor funcional máximo. La frecuencia cardiaca de reserva se halla, en cambio, entre los valores funcionales biológicos de frecuencia cardiaca de reposo y frecuencia cardiaca máxima.

Esto hace que para el referente de frecuencia cardíaca máxima, los valores porcentuales hallados sean comparativamente, a excepción del valor máximo que es igual para

ambas, siempre más bajos y además, que no coincidan con la carga externa. Por esto, una intensidad del 50% en carga externa, por ejemplo en velocidad de desplazamiento

al trotar, coincide más con el mismo 50% de frecuencia cardíaca de reserva que con el de frecuencia cardíaca máxima.

### Bibliografía

**Carvalho Pini, Mario.** *Fisiología Esportiva.* GuanabaraKoogan, Río de Janeiro, 1983.

**Howley, Edward y otros.** *Manual del técnico en salud y fitness.* Paidotribo, Barcelona, 1995.

**Martínez, Elkin.** "Principios fisiológicos del entrenamiento". En

*Educación física y deporte.* Vol. 3. No. 1, 1981.

**Pareja, Luis Alberto.** "Carga física y adaptación orgánica". En: *Educación física y deporte.* Vol. 8. No. 1 -2. Enero - diciembre, 1986.

**Restrepo, Carlos.** "La prescripción del ejercicio". En: *Fútbol,*

*pedagogía y ciencia del entrenamiento.* Rayuela, Tomo 1. Medellín, 1997.

**Subiela, José.** "Principios generales en la prescripción de ejercicio físico". En: *Ciencias de la actividad física* Vol. 1. No. 1. Venezuela, noviembre 1992. <>

