



FRECUENCIA CARDÍACA

Introducción:

Uno de los componentes que configuran la carga de entrenamiento es la intensidad, entendida como el componente cualitativo que nos describe el trabajo ejecutado en un periodo de tiempo determinado (a mayor trabajo realizado por unidad de tiempo, mayor será la intensidad). Esta intensidad en deportes de equipo como el fútbol sala puede venir determinada por el ritmo de juego o la velocidad de ejecución y no solo por el esfuerzo muscular o la energía nerviosa gastada. La complejidad del ejercicio y la duración de las pausas también pueden determinar esta intensidad.

Intensidad y Frecuencia Cardíaca:

Una de las formas que se aplican para tener una referencia sobre la intensidad a llevar a cabo en la realización de un ejercicio es por medio de la frecuencia cardíaca, que nos permitirá programar una serie de zonas de control de esta intensidad. En estas zonas hablamos de porcentajes de la frecuencia cardíaca máxima (F.C.M.) por lo que se hace imperiosamente necesario conocer este parámetro. Para estos efectos existen una serie de formulas ya estandarizadas que mostramos a continuación:

FRECUENCIA CARDÍACA MÁXIMA EN HOMBRES 220 MENOS EDAD

FRECUENCIA CARDÍACA MÁXIMA EN MUJERES 226 MENOS EDAD



Mediante estas formulas establecemos la siguiente tabla de frecuencias cardiacas relacionadas con distintos ritmos o niveles de intensidad, mostrados en porcentajes de esfuerzo sobre el máximo de pulsaciones obtenido con las formulas anteriores tanto en hombres como en mujeres.

1. Tabla de frecuencias cardiacas por edades, sexos y ritmos de entrenamientos:

EDAD Hom. - Muj.	PULSACIONES MÁXIMAS	RITMO R1 (60%)	RITMO R2 (70%)	RITMO R3 (80%)	RITMO VO2 máx. (90%)
- 18	206	124	144	165	185
- 19	205	123	144	164	185
- 20	204	122	143	163	184
- 21	203	122	142	162	183
- 22	202	121	141	162	182
- 23	201	121	141	161	181
18 - 24	202	121	141	162	182
19 - 25	201	121	141	161	181
20 - 26	200	120	140	160	180
21 - 27	199	119	139	159	179
22 - 28	198	119	139	158	178
23 - 29	197	118	138	158	177
24 - 30	196	118	137	157	176
24 - 31	195	117	137	156	176
25 - 32	194	116	136	155	175
26 - 33	193	116	135	154	174
27 - 34	192	115	134	154	173
28 - 35	191	115	134	153	172
29 - 36	190	114	133	152	171
30 - 37	189	113	132	151	170
31 - 38	188	113	132	150	169
32 - 39	187	112	131	150	168
33 - 40	186	112	130	149	167
34 - 41	186	112	130	149	167
35 - 42	185	111	130	148	167
36 - 43	184	110	129	147	166
37 - 44	183	110	128	146	165
38 - 45	182	109	127	146	164
39 - 46	181	109	127	145	163
40 - 47	181	109	127	145	163
41 - 48	179	107	125	143	161
42 - 49	178	107	125	142	160
43 - 50	177	106	124	142	159
44 - 51	176	106	123	141	158
45 - 52	175	105	123	140	158
46 - 53	174	104	122	139	157
47 - 54	173	104	121	138	156
48 - 55	172	103	120	138	155



49 - 56	171	103	120	137	154
50 - 57	170	102	119	136	153
51 - 58	169	101	118	135	152
52 - 59	168	101	118	134	151
53 - 60	167	100	117	134	150
54 - 61	166	100	117	133	149
55 - 62	165	99	116	132	149
56 - 63	164	98	115	131	148
57 - 64	163	98	114	130	147
58 - 65	162	97	113	130	146
59 - 66	161	97	113	129	145
60 - 67	160	96	112	128	144

En esta tabla quedan reflejadas las pulsaciones referentes a la frecuencia cardiaca en intensidades o ritmos de un 60%, 70%, 80% y 90%. Pero para poder calcular la frecuencia cardiaca en cualquier otro tipo de porcentaje de intensidad se utiliza la formula de **Karvonen**, que marca el 100% de variabilidad o lo que también se denomina frecuencia cardiaca de reserva (RFC), expresando la variación entre las pulsaciones en reposo (0% de intensidad) y las máximas (100% de intensidad). La formula es la siguiente:

$$\text{RFC} = \text{FRECUENCIA MAXIMA} - \text{FRECUENCIA EN REPOSO}$$

Una vez que se obtiene la frecuencia máxima mediante la fórmula indicada al principio, para obtener el 100% de variabilidad de pulsaciones o RFC solo hay que restar a esa frecuencia máxima las pulsaciones en reposo.

Obtenida la RFC, para calcular las pulsaciones que se deberían tener, por ejemplo, en un entrenamiento con una intensidad del 50%, solo hay que multiplicar el índice de variabilidad o RFC por dicho porcentaje. Es decir, un hombre de 30 años con 60 pulsaciones en reposo (tomadas por la mañana nada más levantarse) tendrá una frecuencia máxima de 190 pp./m. Si a este dato le restamos la frecuencia en reposo obtendremos un RFC de 130 pp./m. Para calcular entonces las pulsaciones que deberá tener en un trabajo a un 50% de intensidad, multiplicaremos su RFC (130 pp./m) por 50% (porcentaje de intensidad de trabajo). El resultado nos dará un valor 65 pp./m, más lo que

habrá que sumarle sus pulsaciones en reposo (60 pp./m); el resultado son 125 pp./m. Concluyendo, el hombre deberá tener 125 pp./m para trabajar a un 50% de intensidad.

También se puede calcular la frecuencia cardiaca aplicando cualquiera de las formulas estandarizadas de **Karvonen** para cada ritmo o intensidad que mostramos en el siguiente cuadro de intensidades:

2. Cuadro de intensidades:

CUADRO DE INTENSIDADES	
Ritmo 1 - R1 Umbral aeróbico mínimo = 50% de RFC	Ejemplo: $RFC \times 0,50 + FC \text{ rep.}$
Ritmo 2 - R2 Trabajo dentro del umbral aeróbico = 51-70% de RFC	Ejemplo: $RFC \times 0,60 + FC \text{ rep.}$
Ritmo 3 - R3 Trabajo dentro del umbral aeróbico = 71-84% de RFC	Ejemplo: $RFC \times 0,75 + FC \text{ rep.}$
Ritmo Umbral - Trabajo en el umbral anaeróbico = 85-95% de RFC	Ejemplo: $RFC \times 0,90 + FC \text{ rep.}$
VO2 máx. Aproximadamente VO2 máximo = 96-100% de RFC	Ejemplo: $RFC \times 0,97 + FC \text{ rep.}$

Frecuencia Máxima y Umbral Anaeróbico

Para valorar la importancia de la frecuencia máxima (FCM), la Universidad de California hizo un trabajo con un grupo de corredores experimentados que durante 5 semanas incluyeron en su entrenamiento 4 días de carreras al 85-90% de su ritmo, la intensidad recomendada para alcanzar el umbral de lactato (llamado umbral anaeróbico por otros autores).

Los entrenamientos eran muy sencillos, calentaban suave 10 minutos y luego corrían 35 minutos entre 85-90% de su máximo. Las últimas dos semanas añadieron un extra; en el medio del entrenamiento durante 60 ó 75 segundos corrían al 95% y casi al final hacían otra serie de 95% un poco más larga (de 75 a 90 segundos). El resultado fue que mejoraron de media 18 segundos sus marcas en la milla y casi 2 minutos en los 5 km.

Hay un nivel determinado de intensidad en el cual se da el mayor rendimiento en actividades aeróbicas, como la carrera. Por encima de estas intensidades el gasto energético deja de ser proporcional al esfuerzo: el oxígeno que tomamos no es suficiente y

nuestro metabolismo empieza a funcionar de modo predominantemente anaeróbico, de ahí el nombre de “umbral anaeróbico” porque es como una frontera de lo aeróbico a lo anaeróbico. En esta zona es donde se da el mayor progreso en el entrenamiento y depende de la forma física de cada persona, por lo que puede oscilar entre un 75% para alguien no entrenado y llegar incluso a un 90% para un atleta en forma.

De modo estándar se suele hablar del 80-85% de la F.C.M. aunque la única manera de conocer con precisión las pulsaciones que corresponden a tu umbral anaeróbico es con un test de esfuerzo. No es recomendable este entrenamiento para principiantes.

También se puede obtener un resultado exacto sobre este umbral con una prueba de referencia sobre tu frecuencia máxima. Para hacer esta prueba de F.C.M se tiene que estar bien recuperado, mejor si no se ha corrido el día anterior. A continuación proponemos dos métodos:

1º. Localiza una buena subida, larga y de mucha pendiente. Lo ideal es que lleves un pulsómetro. Calienta con un trote suave y unas pequeñas progresiones al menos durante 10 minutos. Después del calentamiento, y sin parar, empieza una cuenta atrás de 5 minutos en la que vas a aumentar el ritmo con carrera fuerte, para acabar subiendo la cuesta a tus máximas posibilidades. Los últimos 2-3 minutos debes hacerlos a tope. Fíjate en tu pulsómetro justo en el minuto final o ponte el dedo medio en la carótida (al lado de la nariz), cuenta tus pulsaciones, esta cifra es tu Frecuencia Cardíaca Máxima (F.C.M.)

2º. Corriendo o en bicicleta. Después del calentamiento y sin parar aumenta el ritmo todo lo que puedas durante 3 minutos, luego descansa un par de minutos. Fíjate en la lectura de tu pulsómetro al acabar, que será la máxima, o muy aproximada. Ten en cuenta que puedes llegar al máximo unos instantes después de haber acabado esos 3 minutos y esfuérate para que realmente esos minutos sean lo más intensos posibles.

Frecuencia Cardíaca y Zonas de Entrenamiento

La disminución de la frecuencia cardíaca es el primer síntoma de un sistema circulatorio entrenado, se puede en muchas ocasiones bajar de las 50 ppm en reposo, los grandes

deportistas consiguen bajar incluso de las 40. Esta reducción del número de pulsaciones tiene un efecto muy beneficioso sobre el trabajo cardíaco, puede inducir a un aumento de la cavidad cardíaca (dilatación) y del espesor de las paredes cardíacas (hipertrofia).

Se puede determinar el número de pulsaciones en reposo (FC Rep.) de una forma sencilla, aunque fiable, por la mañana, después de despertarse, estando todavía en la cama. Si no se dispone de pulsómetro, recuerda que el pulso se toma o con tres dedos (sin el pulgar) de una mano a nivel de la arteria radial, en la muñeca, bajo la base del pulgar, o bien en la yugular, justo a uno y otro lado de la nuez. Puedes contar 6 segundos y multiplicar por 10, o mejor, 20 segundos y multiplicar por 3.

La recuperación tras el ejercicio es uno de los mejores indicadores de nuestra forma física. Al tercer minuto tras el esfuerzo debe estar en un 30% por debajo de la FCM. Lógicamente, cuanto antes baje el valor, mejor será la condición física.

Es necesario saber que existen unas zonas o ritmos de entrenamiento y que, según cuál se utilice, estaremos incidiendo en uno u otro sistema energético. Se suelen considerar cinco zonas que presentamos en el siguiente cuadro:

3. Zonas de Entrenamiento:

ZONAS DE ENTRENAMIENTO	
ZONA DE RECUPERACIÓN-REGENERACIÓN INTENSIDAD MÍNIMA ENTRE UN 50-60% DE LA FRECUENCIA CARDÍACA MÁXIMA RITMO R1	<p>Es lo mínimo que podemos hacer para encontrar algún beneficio. En esta zona no se producen adaptaciones, a menos que el nivel físico de la persona sea muy bajo. El metabolismo energético es el de los ácidos grasos y la intensidad de trabajo es baja.</p> <p>Puede servir para gente con poco nivel físico o para intercalarlo como trabajo de recuperación de otras sesiones más importantes. Es el nivel al que debemos hacer los ejercicios de recuperación tras el esfuerzo.</p> <p>Cuando andamos estamos en esta franja.</p>
ZONA DE TRABAJO AERÓBICO 1 INTENSIDAD BAJA ENTRE UN 60-70% DE LA FRECUENCIA CARDÍACA MÁXIMA RITMO R2	<p>En esta zona ya se empiezan a producir adaptaciones que serán más importantes en función de la calidad y cantidad de trabajo que se realice. El metabolismo energético es el de los ácidos grasos y el de los hidratos de carbono, si el nivel de intensidad es elevado la utilización de los hidratos de carbono es mayor.</p> <p>Se puede utilizar en cualquier persona que tenga un mínimo de condición física.</p> <p>En esta zona se realiza una gran parte del entrenamiento para carrera de fondo.</p>



<p>ZONA DE TRABAJO AERÓBICO 2</p> <p>INTENSIDAD MEDIA ENTRE UN 70-80% DE LA FRECUENCIA CARDÍACA MÁXIMA</p> <p>RITMO R3</p>	<p>Tiene las mismas características que el anterior ritmo, pero con más intensidad, por tanto la degradación de los hidratos de carbono es mayor en esta zona. Es un trabajo de más calidad y en donde se pueden obtener unas adaptaciones muy interesantes para la mejora de la condición física. De hecho esta zona es ideal para el entrenamiento de la capacidad aeróbica. Diríamos que es la zona deseada de ritmo cardíaco.</p> <p>Óptima relación entre la mejora y la fatiga. Es un ritmo en el que te puedes encontrar cómodo a pesar de su exigencia y lo más rápido que puedes mantener por largo tiempo.</p>
<p>ZONA DE UMBRAL ANAERÓBICO 2</p> <p>INTENSIDAD ALTA ENTRE UN 80-90% DE LA FRECUENCIA CARDÍACA MÁXIMA</p> <p>RITMO R4</p>	<p>A este nivel se puede trabajar en o muy cerca del umbral anaeróbico, un poco por encima y un poco por debajo.</p> <p>Cuando se entrena dentro de este rango empieza a ser necesario metabolizar el ácido láctico, ya que se genera este compuesto por la alta intensidad. Se puede entrenar más duro y en muchos momentos en ausencia de oxígeno. Sólo se debe utilizar en personas con buena forma física.</p> <p>Se suelen hacer series cortas, de 5 minutos como máximo. No repetir más de una vez por semana, a lo sumo, y sólo si estás bien preparado, dos veces.</p>
<p>ZONA DE ALTA INTENSIDAD</p> <p>INTENSIDAD ALTA MÁS DEL 90% DE LA FRECUENCIA CARDÍACA MÁXIMA</p> <p>RITMO R5</p>	<p>A este nivel sólo se puede entrenar si se está perfectamente en forma. Se trabaja siempre por encima del umbral anaeróbico, o sea, con deuda de oxígeno. Esto significa que tus músculos están usando más oxígeno del que puede proporcionarte tu cuerpo.</p> <p>Sólo se recomienda este nivel para deportistas de nivel muy alto o de élite.</p>

Frecuencia del Umbral

Se entiende por umbral mínimo de entrenamiento a la intensidad que debe alcanzar la carga para que produzca en el deportista adaptaciones que mejoren su rendimiento en esfuerzos prolongados. Karnoven situó este nivel en un valor aproximado al 50% de la RFC. Para su cálculo se aplica la siguiente fórmula:

$$\text{Fc. Umbral (FCU)} = \text{Fc. Reposo} + 0,60 (\text{Fc. Máxima} - \text{Fc. Reposo})$$

En relación al umbral aeróbico hay que tener en cuenta lo siguiente:

- No todas las personas tienen el mismo umbral mínimo.
- Estímulos por debajo del umbral mínimo no producen adaptaciones.
- Una vez sobrepasado el umbral mínimo la eficacia del entrenamiento aeróbico es mayor, pero siempre y cuando no sobrepase el umbral anaeróbico.



- Las mejoras a consecuencia del entrenamiento aeróbico son mayores en las primeras fases del entrenamiento.

BIBLIOGRAFIA

- Astrand Per-Olof y Rodahl, K. (1985). "Fisiología del trabajo físico: Bases fisiológicas del ejercicio."
- Calderón Montero, F.J.; Brita Paja, J.L.; González, C.; Machota, V. (1997). "Estudio de la recuperación de la frecuencia cardíaca en deportistas de élite". *Revista Española de la Medicina de la Educación Física y el Deporte*.6 (3):101-105.
- Calderón Montero, F.J.; González Herrero, C. y Machota. (1997). *Estudio de la recuperación en tres formas de esfuerzo intermitente: aeróbico, umbral y anaeróbico*. Apunts. 55:14-19.
- Doctor Barral Steiner (2006). "la Frecuencia Cardíaca". www.corredorespopulares.es

