

DETERMINACIÓN DE LAS ZONAS DE ENTRENAMIENTO POR DOS MÉTODOS DIFERENTES

DETERMINATION OF TRAINING ZONES BY TWO DIFFERENT METHODS

RESUMEN

La determinación de las zonas de entrenamiento, basadas en las respuestas funcionales, representa en los días actuales una necesidad para la aplicación de las cargas de entrenamiento, no solo para el deporte de alto rendimiento, sino también para personas que realizan actividades físicas con otros objetivos como salud, estética, mejor preparación física, rehabilitación, etc. Este estudio pretende comparar la determinación de esas zonas calculadas por dos métodos diferentes:

1.- Umbral anaeróbico.

2.- Porcentaje (80-90%) de la frecuencia cardíaca máxima.

Fueron estudiados 2.925 alumnos de la academia FIT 21 de Brasilia, de ambos sexos, sedentarios y activos, con edades comprendidas entre 20 y 78 años de edad, a los cuales se les realizó evaluación médica que comprendía interrogatorio, composición corporal, examen médico y determinación del umbral anaeróbico en cicloergómetro utilizando el protocolo de Blanco basado en las respuestas de los equivalentes ventilatorios de oxígeno e dióxido de carbono. La frecuencia cardíaca máxima fue calculada a través de la ecuación de Karvonen ($220 - \text{edad}$) y, a partir de ésta, la zona de entrenamiento propuesta por Sally Edwards (80-90% de la frecuencia cardíaca máxima).

Los resultados muestran que para un 53% de la muestra estudiada, la zona de entrenamiento, determinada por el umbral anaeróbico, fue de una intensidad inferior a la que le correspondería si aplicáramos el porcentaje de la frecuencia cardíaca máxima, lo cual, pudiera ser peligroso, especialmente para personas con factores de riesgo coronario. Resulta importante destacar que ninguno de los grupos de edades estudiados tuvo menos de 50% de los sujetos abajo de la zona de entrenamiento, cuando la comparamos con el 80% de la frecuencia cardíaca máxima, lo cual brinda una mayor fuerza estadística a este estudio.

Los resultados permiten concluir que la aplicación de ecuaciones indirectas basadas en 80-90% de la frecuencia cardíaca máxima no se adaptan a la realidad de la muestra estudiada.

Palabras clave: Umbral anaeróbico, zonas de entrenamiento, frecuencia cardíaca máxima.

SUMMARY

The determination of training zones based on functional responses, nowadays, represents a necessity for the application of training loads, not only for high level competitive sports but also for people who carry out physical activities with other objectives, such as, health, appearance, better physical conditioning, rehabilitation, etc. This study seeks to compare the determination of these zones calculated by two different methods:

1.- Anaerobic threshold.

2.- Percentage (80-90%) of maximum heart rate.

2925 students of the FIT 21 health club in Brasilia were studied. Subjects included both genders, sedentary and active, ranging from 20 to 78 years of age, who underwent medical examinations and tests to determine anaerobic threshold on a cyclo-dynamometer using Blanco's protocol, based on the responses of equivalent oxygen and carbon dioxide ventilation. Maximum heart rate was calculated through Karvonen's equation ($220 - \text{age}$) and from this, the training zone proposed by Sally Edwards (80-90% of maximum target heart rate) was established.

The results show that 53% of the population studied had a training zone, as determined by the anaerobic threshold, which was below the training zone corresponding to the application of the indirect formula based on the percentage of maximum heart rate. This could be dangerous, especially for people with coronary risk factors. It is important to note that no age group had less than 50% of its subjects below the training zone when the 80% maximum target heart rate method was applied. This adds more statistical importance to this study.

The results allow us to conclude that the application of the indirect equations based on 80-90% of the maximum target heart rate do not adapt to the reality of the sample study.

Key words: Anaerobic threshold, training zones, maximum heart rate.

Dr. José
Blanco
Herrera
Andre
Almeida
Cunha
Arantes

CORRESPONDENCIA:

Dr. José Blanco Herrera. Universidade Católica de Brasilia. Q 103. Lote 5. Apartamento 202. **Aguas Claras, Brasilia.** DF. Brasil. CEP: 72030-100. TI.: 5561-3442101. E-mail: blanco@rudah.com.br

Aceptado:
09.05.02

INTRODUCCIÓN

Para alcanzar objetivos a partir de la realización de actividades físicas, tanto para el deporte competitivo, como para objetivos de salud en general, se hace necesaria la organización y el control de las cargas aplicadas y para este control es fundamental conocer las áreas funcionales de entrenamiento⁽³⁾.

Las zonas de entrenamiento determinadas a partir de la respuesta funcional han sido objeto de varios trabajos^(1,2,10,12) y específicamente la relación entre el umbral anaeróbico y la determinación de las zonas resulta de especial importancia en el proceso del entrenamiento deportivo^(7,13,14).

Entre los métodos más utilizados para determinar el umbral anaeróbico se encuentran métodos directos (ventilatorios o con ácido láctico) y métodos indirectos calculados en función de un porcentaje de la frecuencia cardíaca máxima⁽¹⁰⁾, esta última determinada también por formulas indirectas a partir de la edad⁽¹¹⁾.

Por la importancia del umbral anaeróbico como principal indicador de capacidad aeróbica,^(3,5,6) que podemos definir como la capacidad máxima de trabajo de un individuo sin incremento brusco de la glicolisis anaerobia, resulta necesario, a los efectos del entrenamiento, que su determinación sea realizada de la manera más exacta posible, ya que diferencias significativas entre los métodos pueden llevar a que las cargas de entrenamiento sean mal dosificadas, lo cual, fundamentalmente para personas con factores de riesgo, pudiera ser peligroso.

El objetivo de nuestro trabajo es comparar las zonas de entrenamiento determinadas a partir del umbral anaeróbico, medido por dos métodos diferentes: método ventilatorio⁽⁵⁾ a través de los equivalentes ventilatorios para el oxígeno y el gas carbónico y método indirecto utilizando un porcentaje de la frecuencia cardíaca máxima estimada⁽¹⁰⁾.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se evaluaron 2925 alumnos de ambos sexos, sedentarios y activos, que matricularon en la Academia FIT 21 de Brasilia en el período comprendido entre

julio/99 a julio/2001, con edades variando entre 20 a 78 años y que realizaron una evaluación médica que comprendía interrogatorio, determinación de la composición corporal, examen médico, y determinación del umbral anaeróbico.

Para la determinación del umbral anaeróbico utilizamos un protocolo propio⁽⁴⁾ que hemos aplicado con éxito en más de seis mil alumnos evaluados en las Academias FIT 21 de Brasilia y que consiste en pedalear en el cicloergómetro con rotación constante entre 60 y 65 rotaciones por minuto, comenzando con una carga de 42 watts para las mujeres y 60 watts para los hombres durante los primeros 90 segundos e posteriormente incrementar la carga en 18 watts a cada 30 segundos hasta alcanzar el umbral anaeróbico determinado por un aumento brusco del equivalente ventilatorio para el oxígeno (VE/VO₂) sin un aumento correspondiente del equivalente ventilatorio para el dióxido de carbono (VE/VCO₂)⁽⁵⁾ siempre que el coeficiente respiratorio (VCO₂/VO₂) sea mayor a 0.85.

Cuando el test es realizado en estera ergométrica la velocidad inicial es de 4.0 km/h para las mujeres e 6.0 km/h para los hombres, y el aumento en ambos casos es de 0.8 km/h cada 30 segundos a partir de los primeros 90 segundos, trabajando siempre con la estera sin inclinación. El tiempo inicial de 90 segundos sin incremento de la carga brinda la posibilidad de estabilizar las variables cardiorespiratorias que algunas de ellas se alteran debido al stress psicológico, con predominio del sistema nervioso simpático al inicio de la prueba. Si al final de los primeros 90 segundos la frecuencia cardíaca no es superior a 100 pulsaciones/min, la segunda carga "salta" una etapa, o sea, se aumenta 36 watts en el cicloergómetro y 1.6 km/h en la estera, continuando posteriormente el test con los mismos incrementos que en la versión original.

El test es ideal para ser realizado en Academias de actividad física porque es un test de bajo riesgo, (submáximo) de corta duración (04 minutos como media) y que ofrece la posibilidad de individualizar el entrenamiento.

El material utilizado consistió en analizador de gases Teen 100, que registra los valores de gases respiratorios a cada 20 segundos, cicloergómetro electrónico

Ergociser, electrocardiógrafo Micromed digital para registro continuo del electrocardiograma durante el test y una computadora en interfase con el electrocardiógrafo y el analizador de gases.

Para comparar la frecuencia cardíaca del umbral anaeróbico por el método anteriormente descrito, utilizamos un método indirecto con la fórmula de Karvonen ⁽¹¹⁾ ($FC_{max} = 220 - \text{edad}$) y la zona del umbral anaeróbico a partir de la propuesta por Sally Edwards ⁽¹⁰⁾ (80-90% de la FC_{max}).

RESULTADOS

En la Tabla I podemos observar que la media de la frecuencia cardíaca del umbral anaeróbico, calculado por métodos ventilatorios, fue de 148 bpm y que para un 53% de la muestra (1.555 sujetos) esa frecuencia cardíaca constituyó menos del 80% de intensidad en relación a su frecuencia cardíaca máxima utilizando la fórmula indirecta de Karvonen, para un 39 % de la muestra (1.134 sujetos) representó entre 80% y 90% y para un 8% de la muestra (236 sujetos) más de 90% cuando comparada con la frecuencia cardíaca máxima por la fórmula de Karvonen.

Media de FC Umbral Anaeróbico	148
Menor de 80%	1.555
Entre 80% y 90%	1.134
Mayor de 90%	236

TABLA I.-

Para ilustrar los datos de la tabla anterior utilizamos el Gráfico 1, donde se hacen más evidentes las diferencias en relación a los porcentajes de intensidad cuando los comparamos con la frecuencia cardíaca del umbral anaeróbico determinada por análisis de gases.

En la Tabla II agrupamos los datos por zona etaria, desde la zona de 20-29 años hasta la zona de 70-79 años. Podemos apreciar, que para cada uno de los grupos de edades, la cantidad de sujetos que se encuentran abajo del 80% de intensidad en relación al calculo indirecto de la frecuencia cardíaca, es predominante, o sea, la mayoría de las personas estudiadas en cada zona etaria, alcanzan su umbral anaeróbico con menos del 80% de intensidad si aplicáramos la fórmula indirecta de Karvonen.

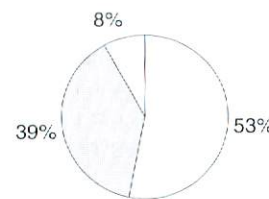
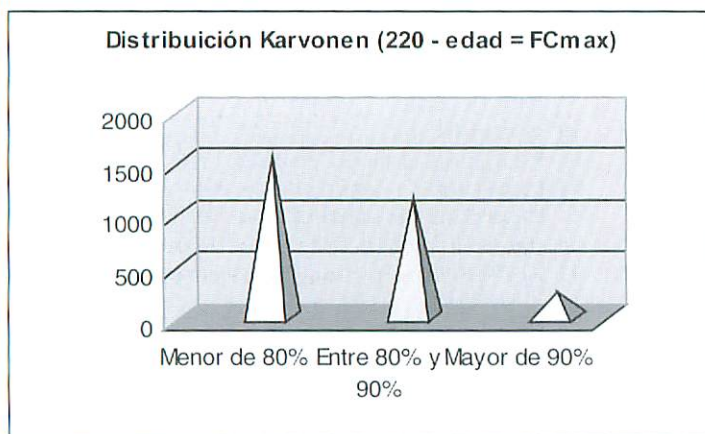


GRÁFICO 1.-

Grupo Etario							
Datos	20 - 29	30 - 39	40 - 49	50 - 59	60 - 69	70 - 79	Tot. Global
Media de la F.C.Umbral	154	148	141	132	127	113	148
Menor de 80%	615	703	165	51	15	6	1555
Entre 80% y 90%	445	498	146	39	6	0	1134
Mayor de 90%	73	120	27	10	4	2	236

*Cantidad de personas

2925

**Media de la F.C.Umbral 148

TABLA II.-

DISCUSIÓN

Los resultados descritos anteriormente, con la fuerza estadística de una muestra de casi 3.000 sujetos estudiados, demuestran que si consideramos de un 80% a un 90% de intensidad en relación a la frecuencia cardíaca máxima determinada por la ecuación de Karvonen, más de un cincuenta por ciento de la población (53% en nuestro trabajo) entre 20 a 79 años estarían entrenando con una intensidad superior a su umbral anaeróbico, lo que pudiera ser peligroso, principalmente para personas que tengan factores de riesgo coronario, ^(8,16) por otra parte, la dosificación de las cargas de entrenamiento en función de los objetivos específicos sería inadecuada si nos guiamos por esos porcentajes en función de la frecuencia cardíaca máxima indirecta.

Analizando los resultados de la Tabla II comprobamos que la tendencia es a disminuir la frecuencia cardíaca del umbral anaeróbico en la medida que la edad va avanzando, lo cual está en correspondencia con lo señalado por la literatura, ^(9,13,15) sin embargo, ni para los grupos de menor edad, puede adaptarse la zona de entrenamiento del 80 al 90% de la frecuencia

cardíaca máxima indirecta, pues estarían entrenando con una intensidad superior a la que le correspondería por su umbral anaeróbico, sólo para citar los dos grupos de menor edad, (20-29 y 30-39) para más del 60% de sus integrantes la zona de entrenamiento sería superior a la correspondiente a su umbral anaeróbico.

Por otra parte, no existió ni siquiera un grupo etario donde menos del 50% de los sujetos se ubicaran abajo de la zona de entrenamiento que le correspondería si utilizáramos el calculo a partir del 80% de la frecuencia cardíaca máxima indirecta, lo cual, sin duda alguna, brinda una fuerza estadística mayor a los resultados.

Es importante destacar que estos resultados son válidos para las características de la población brasileña, que deben ser muy semejantes a las características de la población latinoamericana en general, pero que pudiera ser diferente a las características de la población europea o norteamericana, por citar dos ejemplos, por lo que sería necesario ampliar este estudio para comprobar la validez de los resultados en otras poblaciones.

B I B L I O G R A F I A

- 1 **BALIKIAN, J; DENADAI, P:** Resposta metabólica e cardiovascular durante o Triatlon de Meio Iron Man. Relação com a performance. Motriz, 1995, 1:45-51.
- 2 **BLANCO, J; CASTELLANOS, P; SANCHEZ, A; SANCHEZ, H:** Determinación de la zona de transición aerobia-anaerobia en atletas cubanos. Archivos de Medicina del Deporte, 1989, VI: 175-179.
- 3 **BLANCO, J:** Areas funcionales de entrenamiento. Archivos de Medicina del Deporte, 1998, XV: 61-63.
- 4 **BLANCO, J:** Estudo comparativo do limiar anaeróbico antes e depois de um programa de treinamento em sedentários de 40 a 50 anos de idade. Revista Brasileira de Ciência e Movimento, 2001, 9: 53-56.
- 5 **BROOKS, G. A:** Anaerobics threshold: review of the concept and directions for future research. Medicine and Science in Sports and Exercise, 1985, 17: 22-31.
- 6 **BROOKS, G. A:** Current concepts in lactate interchange. Medicine and Science in Sports and Exercise, 1991, 23: 895-906.
- 7 **COYLE, E. F:** Integration of the physiological factors determining endurance performance ability. Exercise and Sports Science:Review, 1995, 23: 25-63.
- 8 **COYLE, E. F et al.:** Blood lactate threshold in some well-trained ischemic heart disease patients. Journal Applied Physiology: Respiration Environment Exercise Physiology, 1983, 54: 18-23.
- 9 **DWYER, J; BYBEE, R:** Heart rate indices of the anaerobic threshold. Medicine and Science in Sports and Exercise, 1983, 15: 72-76.
- 10 **EDWARDS, S:** O livro do monitor de Freqüência Cardíaca. Pág.66. Polar Eletro OU. Finlândia, 1994.
- 11 **KARVONEN, J; KENDALA, E; MUSTALA, O:** The effects of training on Heart Rate, a "longitudinal" Study. Ann. Med. Exp. Biol. Fenn, 1957, 35: 307.
- 12 **KINDERMAN, W. et al.:** The significance of the aerobic-anaerobic transition for determination of work load intensities during endurance training. European Journal Applied Physiology, 1979, 42: 25-34.
- 13 **MOGNONI, P. et al.:** Physiology responses during prolonged exercise at the power out corresponding to the blood lactate threshold. European Journal Applied Physiology, 1990, 60: 239-243.
- 14 **TEGTBUR, U. et al.:** Estimation of an individual equilibrium between lactate production and catabolism during exercise. Medicine and Science in Sports and Exercise, 1993, 25: 620-627.
- 15 **URHAUSEN, A. et al.:** Plasma catecholamines during endurance exercise of different intensities as related to the individual anaerobic threshold. European Journal Applied Physiology, 1994, 69: 16-20.
- 16 **WASSERMAN, K; McLLORY, M.B:** Detecting the threshold of anaerobic metabolism in cardiac patients during exercise. American Journal Cardiology, 1964, 14: 844-852.