

José Enrique Hernández López,* Lilia Mercedes Sierra Galán,** Daniel Pichel Pérez***

RESUMEN

Introducción. La relación de la frecuencia cardíaca (FC) con la edad durante la prueba de esfuerzo (PE) es dependiente de las condiciones de altura sobre el nivel del mar a la que se realiza. **Objetivo.** Definir el comportamiento de la frecuencia cardíaca máxima (FCM) alcanzada durante una PE en relación con la edad y la altura de la Ciudad de México. **Método.** Estudio observacional, no aleatorizado de una serie consecutiva de 1,853 sujetos sanos, sometidos a PE realizada con protocolo de Bruce clasificada como máxima, en el Departamento de Cardiología del Hospital Español de México. **Resultados.** La distribución por edades de la muestra correspondió al de una población normal, que fue dividida de acuerdo al sexo (67% masculinos y 33% femeninos), con edad media de 47.6 ± 13.6 vs 49.6 ± 13.7 años ($p = 0.003$), FCM alcanzada de 167.9 ± 17.4 vs 160 ± 18.2 latidos por minuto ($p = 0.001$), masculinos vs femeninos respectivamente. El 85.7% de entrenados-vs- 14.3% de no entrenados, en los cuales, la FCM fue del 169.1 ± 16.4 vs 167.6 ± 17.8 latidos por minuto, $p > 0.05$. Al correlacionar la FCM con la edad se obtuvo un coeficiente de correlación de 0.61 ($Y = 204.37 + (-0.810 \cdot X)$, $p = 0.001$). **Conclusiones.** La FCM durante una PE en la Ciudad de México es menor a la reportada en la literatura, ésta, es dependiente de manera significativa con la edad del sujeto y no guarda relación con el grado de entrenamiento. Es menor en las mujeres de manera significativa, sin embargo se sostiene su relación con la edad.

SUMMARY

MAXIMAL HEART RATE DURING TREADMILL TEST IN 1853
HEALTHY INDIVIDUALS

Introduction. The relation between heart rate and age during the exercise test is dependent on the altitude over the sea level in which the test is made. **Objective.** To observe the behavior of the heart rate during a maximal exercise test and its relation to age and to the altitude of Mexico City. **Method.** Observational, non randomized study of 1,853 healthy subjects who underwent maximal exercise test done with Bruce's protocol, in the Department of Cardiology of the Spanish Hospital of Mexico City. **Results.** The distribution by age groups showed a normal curve. They were divided by gender (67% males and 33% females) with a mean age of 47.6 ± 13.6 vs 49.6 ± 13.7 years respectively ($p = 0.003$). Maximal heart rate according to gender (167.9 ± 17.4 vs 160 ± 18.2 bpm, $p = 0.001$). Trained vs sedentary (85.7% vs 14.3%). Maximal heart rate by grade of training (169.1 ± 16.4 vs 167.6 ± 17.8 bpm, $p > 0.05$) and the lineal correlation of maximal heart rate dependent on age of the subject ($r=0.61$, $Y = 204.37 + (-0.810 \cdot X)$, $p = 0.001$). **Conclusions.** The maximal heart rate during maximal exercise test at the altitude of Mexico City is lower than those reported in the literature. This is statistically significant and depends on age and it does not bear any relationship to the degree of training, at least in our subgroup of subjects studied. The same is true for females and the dependence on age remains the same too.

Servicio de Cardiología, Hospital Español de México. Ejército Nacional 613, Colonia Granada, México, D.F.
C.P. 11520 Tel: (5)255-9738 E-mail: jenrique@compuserve.com.mx

* Médico Adscrito al Servicio de Cardiología, Hospital Español. Jefe del Laboratorio de Pruebas de Esfuerzo.

** Médico Residente de Cardiología

*** Médico Cardiólogo Clínica Paitilla. República de Panamá

Patrocinado por la Beca Gral. de División Abelardo L. Rodríguez

Aceptado 17 de noviembre de 1999.

RESUME

FREQUENCE CARDIAQUE MAXIMALE PENDANT LA PREUVE D'EFFORT SUR LE TAPIS ROULANT CHEZ 1,853 SUJETS SAINS

Objet. Définir le comportement de la fréquence cardiaque maximale (FCM) atteinte au cours d'une preuve d'effort en rapport avec l'âge et l'altitude de Mexico. **Méthode.** Il s'agit d'une étude non aléatoire d'une série continue de 1.853 sujets sains soumis à une preuve d'effort, considérée maximale d'après le protocole de Bruce, au Département de Cardiologie de l'Hôpital Espagnol de Mexico. **Résultats.** La distribution par groupes d'âge correspondait à celle d'une population normale, déterminée selon le sexe (67% hommes et 33% femmes), dont l'âge moyen était de 47.6 ± 13.6 vs 49.6 ± 13.7 ans ($p = 0.003$), FCM atteinte = 167.9 ± 17.4 vs 160 ± 18.2 battements à la minute ($p = 0.001$), hommes vs femmes respectivement. Un 85.7% des sujets entraînés vs 14.3% des sujets non entraînés, chez lesquels la FCM fut de 169.1 ± 16.4 vs 167.6 ± 17.8 battements à la minute, $p > 0.05$. En reliant la FCM avec l'âge, on obtint un coefficient de corrélation de -0.61 ($Y = 204.37 + (-0.810 \cdot X, p = 0.001)$). **Conclusions.** La FCM au cours d'une preuve d'effort à Mexico est moindre que celle signalée dans la littérature. Celle-ci dépend de façon significative de l'âge du sujet, mais n'est pas en rapport avec le degré de l'entraînement. Elle est moindre chez les femmes de façon significative; mais est toujours en rapport avec l'âge.

Palabras clave: Esfuerzo. Frecuencia cardíaca máxima. Sujetos sanos.

Key words: Exercise test. Maximal heart rate. Normal subjects.

INTRODUCCIÓN

La frecuencia cardíaca máxima que es capaz de alcanzar un individuo durante el esfuerzo físico guarda relación con varios factores: Éstos deben de ser considerados para el cálculo de la misma durante la prueba de esfuerzo.

De los factores que han sido reportados, la edad es uno de los más importantes, sin embargo, el tipo de ejercicio, el sexo, el grado de condicionamiento físico, la región geográfica y la altura sobre el nivel del mar, son determinantes que influyen de manera significativa sobre la respuesta en el incremento de la frecuencia cardíaca durante el ejercicio en sujetos normales.

Lo anterior tiene valor desde el punto de vista clínico ya que permite determinar si el esfuerzo realizado por un individuo, que es sometido a una prueba de esfuerzo diagnóstica, puede ser considerado como su máximo esfuerzo dado que este incremento en la frecuencia cardíaca, de manera indirecta, indica la capacidad máxima aeróbica de un individuo en particular y se utiliza, aunado a los diferentes parámetros que se miden durante esta prueba, para determinar su clase funcional.

El objetivo principal de este estudio fue determinar el comportamiento de la frecuencia cardíaca durante la prueba de esfuerzo en banda con el protocolo de Bruce, en sujetos clínicamente sanos, teniendo como fundamento el hecho de que la frecuencia cardíaca durante la prueba de esfuerzo no guarda relación con la edad del sujeto o de que ésta, además es más estrecha con la edad y disminuye con el envejecimiento, no siendo diferente entre hombres y mujeres, ni entre los sujetos entrenados comparada con los sujetos con vida sedentaria.

Se diseñó un estudio observacional, de una serie consecutiva de sujetos sanos que acudieron al laboratorio de pruebas de esfuerzo a realizar una prueba como parte de una revisión médica integral. Todos los estudios se realizaron en el laboratorio de pruebas de esfuerzo del Departamento de Cardiología del Hospital Español que es un Hospital de tercer nivel.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se incluyeron 1,853 sujetos sin antecedentes de tabaquismo, hiperlipidemias o alteraciones del

ritmo y sin antecedentes de estar bajo la influencia de algún medicamento que pudiera modificar el comportamiento de la frecuencia cardíaca durante el ejercicio. De los medicamentos que se consideraron fueron: la digital, los antagonistas de los canales del calcio, los betabloqueadores, inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina, antiarrítmicos de cualquier clase, anticoagulantes, antihistamínicos y antidepresivos.

Se obtuvo el consentimiento informado del procedimiento al que sería sometido el sujeto en estudio, el cual ha sido revisado y aprobado por el Comité de Investigación y el Comité de Ética de nuestra Institución. Todos los sujetos fueron sometidos a una prueba de esfuerzo en banda con el protocolo de Bruce y se les forzó a realizar su esfuerzo máximo de acuerdo a la escala no lineal de Borg¹ y bajo una concentración parcial de oxígeno del 21% (aire ambiente).

Las variables que se incluyeron en el análisis fueron edad, sexo, grado de entrenamiento, frecuencia cardíaca basal, frecuencia cardíaca al final del esfuerzo máximo, biproducto, consumo de oxígeno total y segundos de duración del ejercicio.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Todos los resultados se muestran como medias con su desviación estándar. Se utilizaron las siguientes pruebas, análisis simple de cada variable para la obtención de medias y desviación estándar; análisis de varianza entre los diferentes grupos de acuerdo a sexo, entrenados y no entrenados; correlación lineal simple para cada uno de los grupos. Se consideró como con valor significativo un valor de $p < 0.05$. Todo lo anterior se realizó con el programa de estadística Winks versión 4.1 de Texassoft.

RESULTADOS

La distribución por edades se muestra en la *Figura 1*. Se observa que ésta, corresponde a una distribución normal representativa de la población general.

En el análisis de los individuos por sexo (*Figura 2*) se encontró que 1,233 (67%) fueron del sexo masculino mientras que 620 (33%) fueron del sexo femenino.

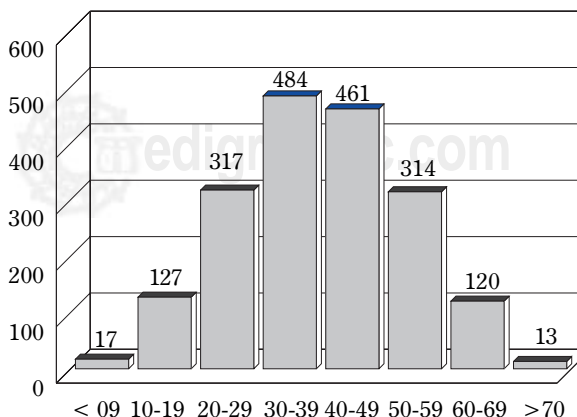


FIG. 1. Distribución por edades. Edad (años) vs número de pacientes.

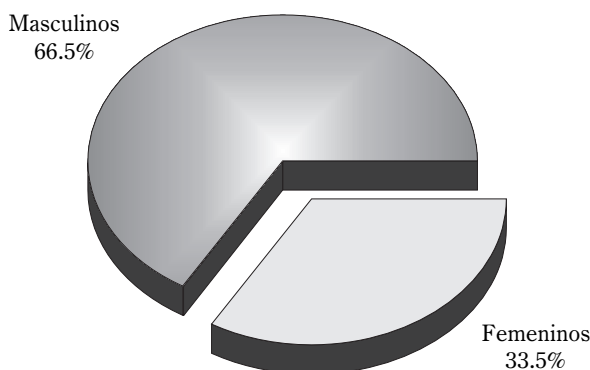


FIG. 2. Distribución por sexo (%) Hombres vs mujeres.

Se consideró como sujeto entrenado a aquel sujeto que realizaba ejercicio aeróbico en promedio de 60 minutos al menos tres a cuatro días a la semana; sólo 265 sujetos incluidos en el estudio (14%) reunieron las características necesarias para calificarlos como entrenados. Los 1,588 restantes (86%) se consideraron como sedentarios (*Figura 3*).

La edad media en los del sexo masculino fue de 47.6 ± 13.6 años y para las mujeres de 49.6 ± 13.7 años ($p < 0.003$). La frecuencia cardíaca en el reposo fue mayor en las mujeres que en los hombres (69.9 ± 10.8 vs 64.5 ± 10.9 latidos por minuto, $p < 0.001$). La frecuencia cardíaca máxima y el biproducto durante el ejercicio fueron significativamente mayores en los hombres que en las mujeres (167.9 ± 17.4 vs 160 ± 18.2 latidos por minuto, $p < 0.001$ y 27963 ± 4598 vs 24030 ± 4313 $p < 0.001$) así como el consumo

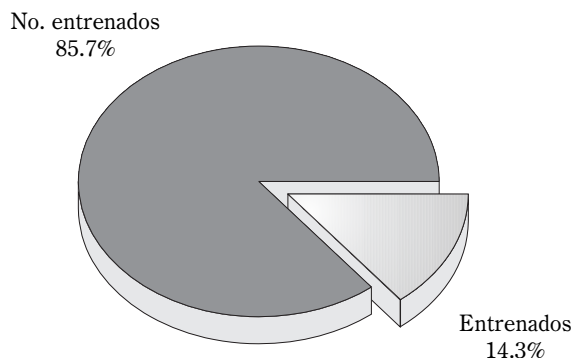


FIG 3. Distribución por acondicionamiento físico (%). Entrenados *vs* no entrenados.

total de oxígeno de 43.3 ± 8.4 *vs* 34.7 ± 8.7 ml/kg/min ($p < 0.001$) y el tiempo total de ejercicio en segundos 653.6 ± 148.6 *vs* 408.9 ± 145.4 $p < 0.001$ (Tabla I).

En la Tabla II se observa la relación entre los individuos entrenados *vs* los no entrenados, en todas excepto la frecuencia cardíaca máxima, hubo diferencia estadísticamente significativa.

La regresión lineal para el grupo global se muestra en la Figura 4 con un coeficiente de correlación de -0.61 ($p < 0.001$). Los coeficientes de correlación para cada uno de los subgrupos se muestran en la Tabla III. Todos los coeficientes obtenidos tienen valor estadístico ($p < 0.001$). Sin embargo, no hay diferencia significativa entre cada uno de ellos.

De acuerdo a estos datos, la frecuencia cardíaca máxima durante la prueba de esfuerzo sí guarda relación con la edad del sujeto en estudio y esta relación es altamente significativa.

La frecuencia cardíaca máxima durante el ejercicio fue mayor en los hombres comparada con las mujeres ($p < 0.001$). No hay diferencia en las frecuencias cardíacas máximas alcanzadas en sujetos entrenados *vs* los no entrenados estadísticamente significativa.

DISCUSIÓN

Los diferentes estudios publicados a la fecha, relacionados con el comportamiento de la frecuencia cardíaca y la edad durante el ejercicio no han sido concluyentes en cuanto a esta relación. Hay variaciones importantes en las frecuencias cardíacas medias y en los coeficientes de correlación.

Tabla I
Resultados de acuerdo al sexo

	Masculino	Femenino	p
Edad	47.6 ± 13.6	49.6 ± 13.7	< 0.003
F.C. Reposo	64.5 ± 10.9	69.9 ± 10.8	< 0.001
F.C. Máxima	167.9 ± 17.4	160.0 ± 18.2	< 0.001
Biprodueto	27963 ± 4598	24030 ± 4313	< 0.001
VO ₂ Total	43.4 ± 8.4	34.7 ± 8.7	< 0.001
Segundos Esf.	653.6 ± 48.6	480.9 ± 145.2	< 0.001

F.C. reposo = Frecuencia cardíaca en reposo (latidos por minuto).
F.C. máxima = Frecuencia cardíaca máxima (latidos por minuto).
VO₂ total = Consumo total de oxígeno (ml). Segundos Esf. = Segundos de esfuerzo.

Tabla II
Resultados entrenados *vs* no entrenados

	Entrenados	No entrenados	p
Edad	46.6 ± 13.6	48.5 ± 13.6	< 0.003
F.C. Reposo	62.8 ± 10.9	67.2 ± 11.4	< 0.001
F.C. Máxima	169.1 ± 16.4	167.6 ± 17.8	> 0.05
Biprodueto	28030 ± 4572	26384 ± 4952	< 0.005
VO ₂ Total	45.2 ± 8.1	39.7 ± 9.4	< 0.005
Segundos Esf.	700.1 ± 161.9	578 ± 163	< 0.001

F.C. reposo = Frecuencia cardíaca en reposo (latidos por minuto).
F.C. máxima = Frecuencia cardíaca máxima (latidos por minuto).
VO₂ total = Consumo total de oxígeno (ml). Segundos Esf. = Segundos de esfuerzo.

Tabla III
Coeficientes de correlación para cada uno de los subgrupos de acuerdo al sexo y grado de entrenamiento

Grupo	Regresión	r
Global	$Y = 204.37 + (-0.81X)$	-0.61
Masculinos	$Y = 206.0 + (-0.80X)$	-0.62
Femeninos	$Y = 198.8 + (-0.80X)$	-0.59
Entrenados	$Y = 204.4 + (-0.72X)$	-0.6
Sedentarios	$Y = 204.4 + (-0.82X)$	-0.61

Por otra parte, el papel de la altura en el comportamiento de la frecuencia cardíaca durante el ejercicio aeróbico es una de las variables que en nuestra Ciudad no ha sido considerada. Para ello basta recordar los trabajos publicados por Astrand y colaboradores^{2,3} en donde se hace mención a la frecuencia cardíaca en condiciones de hipoxia y a la capacidad aeróbica en masculinos con particular atención a la edad de los mismos, así

Tabla IV
Resultados en la literatura

Estudio	n	Edad Media	F.C. Máxima	r
Robinson 1939	92	30 (6-76)	189	N.R.
Astrand 1958	100	50 (20-69)	166	N.R.
Lester 1968	148	43 (15-75)	187	0.58
Bruce 1974	2091	44 ± 8	181	-0.44
Froelicher 1975	1317	38 ± 8	183	-0.43
Cooper 1977	2583	43 (11-79)	181	N.R.
Ellestad 1980	2535	42 ± 7	173	N.R.
Hernández 1999	1853	48 (9-84)	165	-0.61

F.C. máxima = Frecuencia cardíaca máxima (latidos por minuto).
Edad (años). N.R. = no reportado.

como al nivel de catecolaminas medidas en la orina de sujetos sometidos a grandes altitudes⁴ y en trabajos más recientes, Hartley⁵⁻⁷ hace mención también a la disminución de la respuesta cronotrópica durante el ejercicio realizado a grandes alturas, misma que podía revertirse con la administración de atropina.

Es en 1968 cuando Lester publicó su trabajo original del efecto de la edad y el entrenamiento sobre la frecuencia cardíaca máxima durante el ejercicio muscular.⁸ Este autor estableció la primera correlación lineal entre estas variables (*Tabla IV*). Esta correlación ha sido utilizada en forma frecuente por diferentes laboratorios para el cálculo de la frecuencia cardíaca esperada de acuerdo a la edad y el resultado ha sido que la gran mayoría de las pruebas de esfuerzo fueron consideradas como submáximas, esto es, que no alcanzaron la frecuencia máxima calculada para la edad del sujeto en estudio.

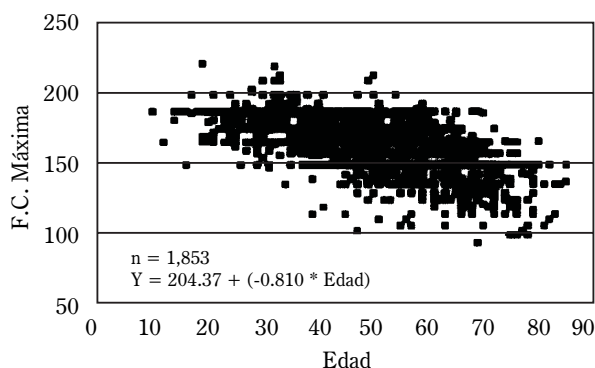


FIG 4. Comportamiento de la frecuencia cardíaca en sujetos sanos. Edad (años) vs frecuencia cardíaca máxima (latidos por minuto) N = número de pacientes Y = Regresión lineal de la frecuencia cardíaca máxima.

Posterior a los estudios anteriores entre 1974 a 1984⁹⁻¹¹ han sido comunicadas varias series relacionadas al comportamiento de la frecuencia cardíaca, edad, sexo y altitud sobre el nivel del mar en donde se corroboran los hallazgos de una menor frecuencia cardíaca hasta de 40 a 50 latidos por minuto cuando se efectuaron estas pruebas a más de 3,500 metros sobre el nivel del mar. Las causas por las cuales ocurren estos cambios aún no han sido claramente definidas, sin embargo, sí se ha observado que la frecuencia cardíaca aumenta en relación directa a la concentración parcial del oxígeno inspirado y que la exposición a presiones parciales de oxígeno menores condiciona una disminución de hasta 32 latidos por minuto.^{5-7,12}

Lo anterior ha dado lugar a divergencia de opiniones y por lo mismo de recomendaciones.^{11,13-16} En nuestro laboratorio se consideró como necesario conocer el comportamiento de la frecuencia cardíaca máxima como indispensable en el cálculo de la frecuencia cardíaca máxima esperada para la edad en todos los sujetos que son llevados a una prueba de esfuerzo diagnóstica, dadas las variables de altitud (2,442 mts sobre el nivel del mar y concentración parcial de oxígeno del aire ambiente del 21%) y las condiciones atmosféricas de la Ciudad de México.

Estos resultados apoyan la relación estrecha entre la edad y la altura como determinantes de la frecuencia cardíaca máxima alcanzada durante el ejercicio, menores a las reportadas en la literatura y explican el porqué se obtienen pruebas submáximas estimadas en base a regresiones lineales de otros estudios.^{2,3,7-11,13,15-17}

El resultado más interesante es el relacionado con la frecuencia máxima observada en el grupo de sujetos entrenados, en ellos, la magnitud de la frecuencia no tuvo diferencia estadísticamente significativa con relación a la observada en sujetos no entrenados. Lo que demostró el grado de entrenamiento que tenían fue el tiempo utilizado para alcanzar dicha frecuencia. En cierta forma lo anterior es de esperarse si se toma en consideración que hasta el momento no existen datos que sugieran que la función sinusal sea diferente en sujetos que realizan ejercicio de manera rutinaria vs aquellos con vida sedentaria a no ser la bradicardia en el reposo, pero una vez que se sobrepasa la capacidad aeróbica máxima de los músculos que participan en el ejercicio, la respuesta

en frecuencia cardíaca es similar en un grupo que en otro,

En relación al sexo, fueron claras las diferencias observadas. La edad media en las mujeres fue significativamente mayor así como todas las variables relacionadas con el ejercicio como fueron la frecuencia máxima alcanzada, el biproducto y el consumo de oxígeno. La frecuencia cardíaca significativamente menor en las mujeres refuerza su relación con la edad de las mismas y una vez realizada la correlación lineal en relación a la edad, se sostuvo la correlación entre la edad y la frecuencia máxima durante el ejercicio con un coeficiente de correlación altamente significativo (r de -0.59 , $p < 0.001$). El resto de las diferencias sólo guardaron relación con la duración del esfuerzo realizado, que fue significativamente menor, y podría poner en evidencia que de manera totalmente aleatoria el grupo de mujeres incluyó exclusivamente a aquellas con vida sedentaria. A pesar de lo anterior no se observó diferencia estadística cuando se comparó el coeficiente de correlación con los sujetos masculinos ($r = -0.62$, $p > 0.05$).

En razón de los datos antes vertidos, consideramos que la regresión obtenida en el grupo global podría ser utilizada como una guía de la frecuencia máxima esperada en las pruebas de esfuerzo realizadas en la Ciudad de México en donde se conjuntan una serie de condiciones que limitan el comportamiento de la frecuencia cardíaca siendo el más importante la altura a la que nos encontramos y no así la concentración parcial de oxígeno que se considera como la normal.

CONCLUSIONES

La frecuencia cardíaca durante el ejercicio que se efectúa en una prueba de esfuerzo convencional en banda y con el protocolo de Bruce es dependiente de la edad del sujeto en estudio, disminuye progresivamente conforme se envejece y debe de ser un factor a considerar.

En las mujeres, por razones que desconocemos y que no fueron consideradas dentro del diseño de este estudio, tienen una respuesta cronotrópica menor que los del sexo masculino. Sin embargo la edad en ellas fue mayor y ello puede explicar esta situación o bien derivarse de la actividad parasimpática predominante en el sexo femenino.

En cuanto a los sujetos entrenados, el planteamiento de que la frecuencia cardíaca máxima alcanzada durante la prueba era similar a la de los sujetos no entrenados, fue basada en observaciones preliminares no publicadas de nuestro laboratorio. Ellas se confirmaron al separar el pequeño subgrupo de sujetos entrenados, el resultado en las frecuencias máximas fue similar. Lo único que definió el grado de entrenamiento, en esta situación particular, es la magnitud del esfuerzo, manifestada por el tiempo más prolongado de ejercicio y por consiguiente en carga, que tuvieron que alcanzar los entrenados para llegar a frecuencias sin diferencia estadísticamente significativas a los del grupo considerado como no entrenados.

En razón de lo anterior proponemos que la regresión obtenida es útil para la estimación de la frecuencia máxima esperada al menos en el tipo de población habitual que se ve en cualquier laboratorio de pruebas de esfuerzo tomando en consideración la altura y condiciones atmosféricas de la Ciudad de México.

LIMITACIONES DEL ESTUDIO

El estudio no fue realizado de manera aleatoria y los autores conocían de antemano las características de acondicionamiento físico de cada uno de los participantes previo a la realización del estudio, sin embargo, al momento de obtener los subgrupos ellos fueron extraídos de una base de datos en donde sólo se requerían las condiciones que se mencionaron dentro de los criterios de inclusión lo que en cierta forma disminuyó el sesgo potencial que haya existido.



REFERENCIAS

1. BORG G, HASSMEN P, LAGERSTROM M: *Perceived exertion related to heart rate and blood lactate during arm and leg exercise*. Eur J Appl Physiol 1987; 56: 679-85.
2. ASTRAND P, ASTRAND I: *Heart rate during muscular work in men exposed to prolonged hypoxia*. J Appl Physiol 1958; 13: 75-80.
3. ASTRAND I: *Aerobic work capacity in men and women with special reference to age*. Acta Physiol Scand 1960; 49: 1-82.
4. CUNNINGHAM WL, BECKER ES, KREUZER F: *Catecholamines in plasma and urine at high altitudes*. J Appl Physiol 1965; 20: 610-706.
5. HARTLEY LH, MASON JW, HOGAN RP, JONES LG, KOTCHEN TA, MOUGEY EH, ET AL: *Multiple hormonal responses to graded exercise in relation to physical training*. J Appl Physiol 1972; 33: 602-6.
6. HARTLEY LH, MASON JW, HOGAN RP, JONES LG, KOTCHEN TA, MOUGEY EH, ET AL: *Multiple hormonal responses to prolonged exercise in relation to physical training*. J Appl Physiol 1972; 33: 607-10.
7. HARTLEY LH, VOGEL JA, CRUZ JC: *Reduction of maximal exercise heart rate at altitude and its reversal with atropine*. J Appl Physiol 1974; 36: 362-5.
8. LESTER M, SHEFFIELD LT, TRAMMELL P, REEVES TJ: *The effect of age and athletic training on the maximal heart rate during muscular exercise*. Am Heart J 1968; 76: 370-6.
9. SHEFFIELD LT, MALOOF JA, SAWYER JA, ROITMAN D: *Maximal heart rate and treadmill performance of healthy women in relation to age*. Circulation 1978; 57: 79-84.
10. ELLSTAD MH: *Stress Testing*. Philadelphia F.A. Davis Company, 1980.
11. CHAITMAN BR: *En Braunwald Heart Disease*. Philadelphia WB. Saunders Company, 1997: 153-176.
12. LONGHURST JC, KELLY AR, GONYEA WJ, MITCHELL JH: *Chronic training with static and dynamic exercise: cardiovascular adaptation, and response to exercise*. Circ Res 1981; 48: 1171-8.
13. FROELICHER VF: *Exercise and the Heart: Clinical Concepts*. Chicago: Year Book Medical, 1987.
14. DETRANO R, FROELICHER VF: *Exercise testing: uses and limitations considering recent studies*. Prog Cardiovasc Dis 1988; 31: 173-204.
15. FLETCHER GF, FROELICHER VF, HARTLEY LH, HASKEIL WL, POLLOCK ML: *Exercise standards. A statement for health professionals from the American Heart Association*. Circulation 1990; 82: 2286-2322.
16. WEI JY: *Age and the cardiovascular system [see comments]*. N Engl J Med 1992; 327: 1735-9.
17. LONDEREE BR, MOESCHBERGER ML: *Influence of age and other factors on maximal heart rate*. J Cardiac Rehab 1984; 4: 44-49.