



Original

ARTÍCULO EN PORTUGUÉS

Frecuencia cardíaca máxima obtenida y predicha: estudio retrospectivo en brasileños

J. C. Bouzas Marins^a, C. Diniz da Silva^a, M. de Oliveira Braga^a, M. Santos Cerqueira^a y F. Costa Bandeira^b

^aDepartamento de Educação Física. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG. Brasil.

^bClínica de Cardiologia Cardiocenter. Viçosa, MG. Brasil.

Historia del artículo:

Recibido el 1 de abril de 2010

Aceptado el 29 de junio de 2010

Palabras clave:

Frecuencia cardíaca.

Prueba de esfuerzo.

Ecuación de predicción.

RESUMEN

Objetivo. Correlacionar la edad con la frecuencia cardíaca máxima obtenida (FCM_{obt}) durante una prueba ergométrica máxima (TE), así como comparar la FCM_{obt} frente a valores predefinidos por diferentes ecuaciones que estiman la frecuencia cardíaca máxima (FCM_{pre}), en hombres y mujeres brasileñas a partir de los 30 años de edad.

Métodos. La muestra contó con 299 sujetos asintomáticos con edades comprendidas entre los 30 y los 75 años, de los cuales 164 eran hombres ($48,2 \pm 11,5$ años) y 135, mujeres ($50,6 \pm 12,6$ años). Los datos fueron obtenidos por medio de un análisis retrospectivo en la base de datos de TE de una clínica cardiológica privada. La correlación y la concordancia entre los valores de FCM_{obt} e FCM_{pre} fueron testados.

Resultados. El coeficiente de correlación entre la edad y la FCM_{obt} en los hombres fue de ($r = -0,53$; $p < 0,01$) menor que en las mujeres ($r = -0,65$; $p < 0,01$). No hubo diferencias significativas entre la FCM_{obt} y FCM_{pre} por la ecuación de Tanaka et al (2001) [$211-0,8 \cdot \text{edad}$] para los hombres ni por la ecuación de Jones et al (1985) [$202-0,72 \cdot \text{edad}$] para las mujeres, en ninguno de los subgrupos de edad ($p > 0,05$). La respuesta cronotrópica se mostró dependiente de la edad, disminuyendo progresivamente con el envejecimiento, de modo diferente entre los hombres y las mujeres.

Conclusión. La ecuación de Tanaka et al (2001) [$211-0,8 \cdot \text{edad}$] en los hombres y de Jones et al (1985) [$202-0,72 \cdot \text{edad}$] en las mujeres se han mostrado más adecuadas para estimar a FCM, para personas con más de 30 años.

© 2010 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

ABSTRACT

Maximum heart rate obtained and predicted: a retrospective study in Brazilian

Objective. Correlate the age with the maximum heart rate obtained (MHR_{obt}) during exercise test in ergometer (ET), as well as to compare MHR_{obt} with the values made calculations by different equation's prediction (MHR_{pre}) in men and Brazilian women starting from 30 years of age.

Methods. The sample was composed by 299 individuals asymptomatic with age between 30 and 75 years old, being 164 men (48.2 ± 11.5 years old) and 135 women (50.6 ± 12.6 years old). The data were collected through retrospective analysis of data obtained in ET a deprived clinic cardiological. The correlation and the agreement between the values of MHR_{obt} and MHR_{pre} were tested.

Results. The correlation coefficient between the age and MHR_{obt} found for the men ($r = -0.53$; $p < 0.01$) it was smaller than in the women ($r = -0.65$; $p < 0.01$). There was no difference between MHR_{obt} and MHR_{pre} for the equation of Tanaka et al (2001) [$211-0.8 \cdot \text{age}$] for the men and for the equation of Jones et al (1985) [$202-0.72 \cdot \text{age}$] for the women, in all of the age subgroups ($p > 0.05$). The answer chronotropic was shown dependent of the age, decreasing progressively with the aging, in a different way in men and women.

Conclusion. The equation of Tanaka et al (2001) [$211-0.8 \cdot \text{age}$] in the men and the one of Jones et al (1985) [$202-0.72 \cdot \text{age}$] in the women it was shown more appropriate to predict MHR, for people with more than 30 years old.

© 2010 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

Key words:

Heart rate.

Exercise test.

Prediction equation.

Contacto:

J. C. Bouzas Marins.

Universidade Federal de Viçosa.

Departamento de Educação Física – LAPEH

Viçosa, MG. 36.571-000. Brasil.

E-mail: jcbouzas@ufv.br

Introdução

A frequência cardíaca (FC) é uma variável fisiológica mensurada de forma fácil e não-invasiva, sendo amplamente útil para avaliar respostas cardiovasculares durante o exercício físico¹⁻³. A obtenção da frequência cardíaca máxima (FCM) é um importante critério para se verificar o esforço máximo de um indivíduo durante um teste ergométrico progressivo⁴, bem como para prescrever intensidades em programas de exercícios físicos, sendo geralmente expressa em percentual da FCM ou da frequência cardíaca de reserva^{5,6}.

Devido a essa importância, várias equações alternativas para prever a FCM foram desenvolvidas⁷⁻⁹. A primeira provavelmente foi desenvolvida por Robinson em 1938⁵, propondo a equação $[212 - 0,77 * \text{idade}]$. As diversas equações existentes foram validadas para subgrupos¹⁰⁻¹² ou populações específicas^{13,14}. Infelizmente têm sido empregadas em populações diversas daquela em que foi validada, podendo levar a erros significativos. A equação $[220 - \text{idade}]$ é a mais conhecida¹⁵⁻¹⁷ e comumente utilizada^{4,18-21}. Contudo cabe destacar que no artigo original de Karvonen et al (1957)²² tem-se a proposta do uso da FC de reserva, não sendo um estudo de validação da equação $[220 - \text{idade}]$ como normalmente é citado.

Araújo e Pinto²³ destacam ainda que essa utilização é bastante limitada e inválida em muitas das situações clínicas cotidianas, porque, estatisticamente, 50% dos indivíduos saudáveis deverão alcançar valores iguais ou superiores aos previstos por uma equação de regressão. É notado também que estas equações de predição (FCM_{pre}) podem propiciar um erro de até ± 12 beats per minute. Contudo, Robergs e Landwehr⁵ estabelecem faixas de variação para uma equação, que poderá ser de até ± 3 bpm para um teste máximo, ou de ± 8 bpm para a prescrição de exercícios, ampliando a interpretação dos dados. Assim, para se obter a FCM, se indica a realização de um exercício físico, como por exemplo, um teste ergométrico, que proporcione ao avaliado atingir preferencialmente uma intensidade máxima. Esta condição facilita a obtenção de uma maior quantidade de informações inerentes ao indivíduo avaliado^{11,12,20,21}.

Apesar da praticidade da FCM no campo da prescrição de exercícios, sabe-se que a reserva cronotrópica é influenciada inversamente pela

idade^{4,5,7,8}, podendo sofrer ainda influência de outros fatores, como tipo de ergômetro utilizado²³⁻²⁵, FC de repouso²⁶, tabagismo⁹, gênero^{7,27} e condicionamento físico do indivíduo²⁴.

Nesse sentido, os objetivos foram correlacionar o fator idade com FCM_{obt} em TE em homens e mulheres brasileiras a partir de 30 anos de idade, em estudo retrospectivo, e comparar os valores de FCM_{obt} durante um TE com FCM_{cal} por meio de equações de predição.

Métodos

Amostra

A amostra foi composta por 299 indivíduos assintomáticos com idade entre 30 e 75 anos, sendo 164 homens ($48,2 \pm 11,5$ anos) e 135 mulheres ($50,6 \pm 12,5$ anos), divididos em subgrupos de intervalos de 5 anos (tabelas 1 e 2).

Na composição do estudo retrospectivo foram considerados todos os TE realizados com indivíduos que não apresentaram nenhum tipo de cardiopatia, acima de 30 anos de idade. Foram considerados também, como critério de inclusão, aqueles que estivessem com o índice de massa corporal (IMC) entre 20,0 e 35,0 kg/m² e não apresentaram comprometimentos cardiovasculares, nem eram consumidores de medicamentos, especialmente bloqueadores beta e/ou bloqueadores dos canais de cálcio. Foram desconsiderados aqueles com alterações eletrocardiográficas sugestivas de isquemia do miocárdio ou arritmias cardíacas importantes durante o exame e os indivíduos que não atingiram a fadiga voluntária máxima. Também foram excluídos avaliados submetidos a treinamento sistematizado para aprimoramento atlético.

Procedimentos

Foi feito um levantamento retrospectivo dos dados armazenados de TE em esteira com indivíduos saudáveis, em uma clínica cardiológica privada na cidade de Viçosa/MG, nos últimos seis anos. Todos os proce-

Tabela 1

Características dos homens da mostra

Subgrupo	30-35 n = 27	36-40 n = 38	41-45 n = 34	46-50 n = 33	51-55 n = 12	56-60 n = 12	61-67 n = 7
Idade (anos)	32,4 ± 1,7	38,1 ± 1,4	43,0 ± 1,6	47,9 ± 1,4	58,2 ± 1,6	28,1 ± 1,6	64,4 ± 2,0
Peso (kg)	77,4 ± 13,6	79,9 ± 12,9	78,5 ± 12,4	77,7 ± 10,8	76,7 ± 11,9	76,4 ± 13,3	76,4 ± 14,5
Estatura (cm)	1,74 ± 0,07	1,74 ± 0,07	1,73 ± 0,05	1,71 ± 0,05	1,70 ± 0,05	1,72 ± 0,09	1,71 ± 0,1
IMC (cm)	25,6 ± 3,7	26,3 ± 3,6	26,1 ± 3,2	26,6 ± 3,5	26,3 ± 3,3	25,8 ± 3,6	26,2 ± 2,5
FC repouso	75,7 ± 10,2	78,3 ± 15,4	77,4 ± 12,6	77,9 ± 13,4	75,8 ± 9,2	74,1 ± 9,6	85,0 ± 13,3
VO _{2max} (ml.kg-1.min-1)	46,9 ± 14,9	42,7 ± 8,6	46,4 ± 11,9	43,1 ± 8,9	39,0 ± 3,9	40,1 ± 7,7	31,5 ± 6,8

n = 164. Valores expressos em média e desvio-padrão.
IMC: índice de massa corporal.

Tabela 2

Características das mulheres da mostra

Subgrupo	30-35 n = 12	36-40 n = 21	41-45 n = 21	46-50 n = 27	51-55 n = 18	56-60 n = 13	61-65 n = 10	>66 n = 13
Idade (anos)	33,2 ± 1,7	38,5 ± 1,3	42,5 ± 1,2	48,0 ± 1,3	53,2 ± 1,3	58,2 ± 1,3	62,1 ± 1,2	70,0 ± 2,8
Peso (kg)	63,5 ± 8,8	64,8 ± 13,5	62,4 ± 9,9	64,0 ± 9,9	65,3 ± 10,7	62,7 ± 10,3	61,8 ± 8,0	59,9 ± 11,8
Estatura (cm)	1,64 ± 0,06	1,61 ± 0,07	1,59 ± 0,06	1,59 ± 0,06	1,6 ± 0,05	1,58 ± 0,06	1,60 ± 0,06	1,58 ± 0,11
IMC (cm)	23,7 ± 3,6	24,9 ± 4,5	24,9 ± 4,1	25,3 ± 3,6	25,6 ± 4,1	25,2 ± 4,0	24,2 ± 3,0	23,8 ± 3,1
FC repouso	89,4 ± 15,3	89,0 ± 12,1	93,0 ± 14,6	80,4 ± 15,3	81,2 ± 11,5	87,4 ± 9,5	77,1 ± 9,9	76,5 ± 9,0
VO _{2max} (ml.kg-1.min-1)	31,6 ± 6,3	31,6 ± 6,0	30,4 ± 4,4	30,9 ± 6,3	28,5 ± 5,7	27,0 ± 4,4	27,2 ± 5,0	26,1 ± 5,8

n = 135. Valores expressos em média e desvio-padrão.
IMC: índice de massa corporal.

dimentos foram realizados na sala de ergometria, sendo esta climatizada (25 ± 1 °C). Os TE foram realizados por médicos cardiologistas, que adotaram as recomendações da SBC²⁸. A massa corporal foi mensurada com resolução de 0,1 kg, utilizando-se uma balança digital (2006pp Toledo®, Brasil). A estatura foi mensurada com resolução de 0,1 cm, em um estadiômetro (Welmy®, Brasil).

Os protocolos utilizados para os homens foram o de Bruce²⁹ (83,5%) e Ellastad e Kemp³⁰ (16,5%) e, para as mulheres, o de Bruce²⁹ (95,5%), Ellesstad e Kemp³⁰ (2,9%) e Bruce modificado⁴ (1,48%). A FC foi monitorada continuamente por meio de eletrocardiografia (Apex 2000, TEB®, Brasil) desde o repouso, durante o TE (ambos com 13 derivações-padrão) e até seis minutos de recuperação. A derivação CM5 foi definida como canal de ritmo. A determinação do valor da FC foi feita automaticamente, por meio do cálculo da média móvel dos intervalos R-R dos oito últimos batimentos cardíacos. Resumidamente, a FC média dos oito últimos batimentos = 1/(R-R)_m × 60, em que (R-R)_m é a média dos últimos oito intervalos R-R, em segundos. O software utilizado na monitoração eletrocardiográfica foi a Apex 2000, TEB®, Brasil, o qual controlou a velocidade e a inclinação da esteira através de interface com o computador. Após verificação de possíveis interferências no traçado eletrocardiográfico e ocorrência de extra-sístoles, a FCM_{obt} foi considerada como o maior valor atingido durante o TE.

Os participantes foram informados verbalmente acerca dos procedimentos do TE, quando foram instruídos a se exercitar até que não mais estivessem aptos a continuar. Para comparação da FCM_{obt} com a FCM_{pre} foram selecionadas 10 equações para os homens e 5 para as mulheres, segundo o perfil populacional de aplicação à amostra do presente estudo (tabela 3).

Análise estatística

Os dados foram apresentados como média, desvio-padrão e valores máximos e mínimos. A normalidade da distribuição dos dados foi realizada através do teste de Kolmogorov-Smirnov. O teste de Pearson foi usado para correlacionar a idade com a FCM_{obt}. Para comparar a FCM_{obt} com a FCM_{pre} pelas equações selecionadas, foi aplicado Student's paired t-test. O nível de significância adotado foi de p ≤ 0,05.

Tabela 3
Equações utilizadas para predição da frequência cardíaca máxima de acordo com o perfil populacional de aplicação

Estudos	Equação	Perfil populacional
Homens		
Fernandez (1998) ³¹	FCM = 200 - 0,5 (idade)	Indiferente
Fernhal et al (2001) ¹³	FCM = 205 - 0,64 (idade)	Assintomático
Graettinger et al (1995) ³²	FCM = 199 - 0,63 (idade)	Assintomático
Inbar et al (1994) ³³	FCM = 205,8 - 0,685 (idade)	Indiferente
Jones et al (1985) ²⁵	FCM = 202 - 0,72 (idade)	Assintomático
Ricard et al (1990) ³⁴	FCM = 205 - 0,687 (idade)	Indiferente
Rodeheffer et al (1984) ³⁵	FCM = 214 - 1,02 (idade)	Assintomático
Tanaka et al (2001) ⁷	FCM = 211 - 0,8 (idade)	Sedentários
Tanaka et al (2001) ⁷	FCM = 207 - 0,7 (idade)	Ativos
Tanaka et al (2001) ⁷	FCM = 208,75 - 0,73 (idade)	Indiferente
Mulheres		
Fernandez (1998) ³¹	FCM = 210 - (idade)	Indiferente
Graettinger et al (1995) ³²	FCM = 197 - 0,63 (idade)	Normotensos
Jones et al (1985) ²⁵	FCM = 202 - 0,72 (idade)	Assintomático
Miller et al (1993) ¹⁴	FCM = 218 - 0,98 (idade)	Peso normal
Rodeheffer et al (1984) ³⁵	FCM = 208,19 - 0,95 (idade)	Indiferente

Citado no estudo de Scolfaro et al¹⁵.
FCM: frequência cardíaca máxima

Resultados

Quanto à relação da idade com a FCM_{obt} verificou-se que nos homens a relação foi menor do que nas mulheres (r = -0,53 e r = -0,65, respectivamente; ambos p < 0,01), como visto na figura 1.

Os resultados de comparação entre os valores de FCM_{obt} no TE e os das equações são apresentados nas tabelas 4 e 5.

A equação de destaque foi a de Tanaka et al (2001)⁷ [211-0,8*idade], que não apresentou diferença estatística com a FCM_{obt} entre os subgrupos masculinos. Para as mulheres, a equação de Jones et al (1985)²⁵ [202-0,72*idade] se mostrou mais adequada, não apresentando diferença significativa em relação à FCM_{obt} nos subgrupos estudados (p > 0,05).

Discussão

O coeficiente de correlação encontrado para os homens (r = -0,53; p < 0,01) deste estudo foi inferior aos valores encontrados por Hernandez et al³⁶ (r = -0,62) e Hossack e Bruce¹⁰ (r = -0,63) em amostras com o mesmo perfil. Uma correlação maior foi obtida nas mulheres (r = -0,65; p < 0,01) no presente estudo. Este valor está acima dos coeficientes encontrados por Hossack e Bruce¹⁰ (r = -0,45) e por Hernandez et al³⁶ (r = -0,59), encontrados para um mesmo perfil populacional. Um valor semelhante foi obtido por Tanaka et al³⁷ (r = -0,69) em estudo longitudinal em mulheres sedentárias.

Para os homens, a redução anual da FCM no presente estudo foi de 0,84 bpm, próximo dos valores encontrados por Hossack e Bruce¹⁰ (1,04 bpm; idade 50,1 ± 11,1 anos) e Rogers et al³⁸ (1 bpm; idade 61,4 ± 1,4 anos). Quanto às mulheres foi encontrado um declínio anual de FCM de 0,93 bpm. Esse valor está acima de 0,6 bpm por ano, obtido por Tanaka

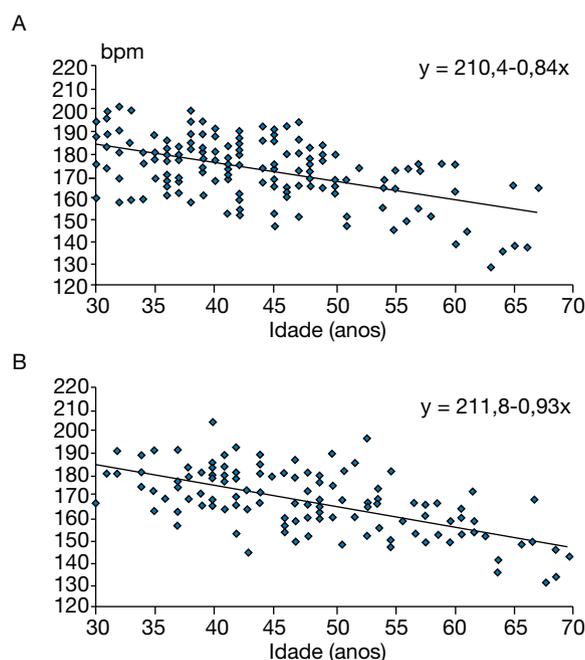


Figura 1. Correlação dos valores FCM_{obt} através da correlação de Pearson (A em homens e B em mulheres) em intervalo de confiança de 95%. Cada ponto indica os valores individuais. bpm: beats per minute.

Tabela 4

Comparação entre os valores medidos no teste ergométrico nos homens com os das equações de predição para a frequência cardíaca máxima

Subgrupo	30-35	36-40	41-45	46-50	51-55	56-60	61-67
Fernandez et al (1998) ³¹	183,8 ± 0,84	181,0 ± 0,71	178,5 ± 0,78	176,1 ± 0,68	173,4 ± 0,79*	171,0 ± 0,78	167,8 ± 0,92*
FCM = 200-0,5 (idade)	(185,0-182,5)	(182,0-180,0)	(179,5-177,5)	(177,0-175,0)	(174,5-172,5)	(172,0-170,0)	(169,5-166,5)
Ferhall et al (2001) ¹³	184,2 ± 1,08	180,6 ± 0,91	177,5 ± 1,00	174,4 ± 0,87	171,0 ± 1,01*	167,8 ± 0,99	163,8 ± 1,18*
FCM = 205-0,64 (idade)	(185,8-182,6)	(182,0-179,4)	(178,8-176,2)	(175,6-173,0)	(172,4-169,8)	(169,2-166,6)	(166,0-162,1)
Graettinger et al (1995) ³²	178,6 ± 1,06	175,0 ± 0,90*	172,0 ± 0,99	168,8 ± 0,86*	165,5 ± 0,99	162,4 ± 0,98	158,4 ± 1,16
FCM = 199-0,63 (idade)	(180,1-177,0)	(176,3-173,8)	(173,2-170,7)	(170,0-167,5)	(166,9-164,4)	(163,7-161,2)	(160,0-156,8)
Inbar et al (1994) ³³	183,6 ± 1,15	179,7 ± 0,97	176,4 ± 1,07	173,0 ± 0,94	169,4 ± 1,08*	166,0 ± 1,06	161,7 ± 1,26*
FCM = 205,8 - 0,685 (idade)	(185,3-181,8)	(181,1-178,4)	(177,7-175,0)	(174,3-171,6)	(170,9-168,1)	(167,4-164,7)	(164,0-159,9)
Jones et al (1985) ²⁵	178,6 ± 1,21	174,6 ± 1,02*	171,1 ± 1,13	167,5 ± 0,98*	163,7 ± 1,13	160,2 ± 1,12	155,6 ± 1,33
FCM = 202-0,72 (idade)	(180,4-176,8)	(176,1-173,2)	(172,5-169,6)	(168,9-166,0)	(165,3-162,4)	(161,7-158,8)	(158,1-153,8)
Ricard et al (1990) ³⁴	182,7 ± 1,16	178,8 ± 0,98	175,5 ± 1,07	172,1 ± 0,94	168,5 ± 1,08	165,1 ± 1,07	160,7 ± 1,26*
FCM = 205 - 0,687 (idade)	(184,4-181,0)	(180,3-177,5)	(176,8-174,1)	(173,4-170,7)	(170,0-167,2)	(166,5-163,8)	(163,1-159,0)
Rodeheffer et al (1984) ³⁵	180,09 ± 1,72	175,2 ± 1,45	170,2 ± 1,60	165,2 ± 1,39*	159,8 ± 1,60	154,8 ± 1,58*	148,3 ± 1,88
FCM = 214-1,02 (idade)	(183,4-178,3)	(177,3-173,2)	(172,2-168,1)	(167,1-163,0)	(162,0-157,9)	(156,9-152,8)	(151,8-145,7)
Tanaka et al (2001) ⁷	185,0 ± 1,35	180,5 ± 1,14	176,7 ± 1,25	172,7 ± 1,09	168,5 ± 1,26	164,5 ± 1,24	159,5 ± 1,47
FCM = 211-0,8 (idade)	(187,0-183,0)	(182,2-179,0)	(178,2-175,0)	(174,2-171,0)	(170,2-167,9)	(166,2-163,0)	(162,2-157,4)
Tanaka et al (2001) ⁷	184,3 ± 1,18	180,3 ± 0,99	177,0 ± 1,09	173,5 ± 0,96	169,8 ± 1,10*	166,3 ± 1,09	161,9 ± 1,29*
FCM = 207-0,7 (idade)	(186,0-182,5)	(181,8-179,0)	(178,3-175,5)	(174,8-172,0)	(171,3-168,5)	(167,8-165,0)	(164,3-160,1)
FCM obtida no TE	181,1 ± 12,40	178,4 ± 9,69	174,2 ± 12,23	173,0 ± 9,31	162,2 ± 9,73	164,5 ± 12,20	145,4 ± 13,43
	(202-159)	(200-159)	(193-148)	(195-152)	(174-146)	(176-139)	(166-129)

Valores expressos em média, desvio-padrão e em valores máximos e mínimos.

*Diferença significativa em relação à FCM_{obt} no TE para o subgrupo (p < 0,05).

FCM: frequência cardíaca máxima; TE: teste ergométrico.

Tabela 5

Comparação entre os valores medidos no teste ergométrico nas mulheres com os das equações de predição para a frequência cardíaca máxima

Subgrupo	30-35	36-40	41-45	46-50	51-55	56-60	61-65	>66
Fernandez et al (1998) ³¹	176,8 ± 1,62	171,5 ± 1,30	167,5 ± 1,26*	162,0 ± 1,26	156,8 ± 1,30*	151,8 ± 1,29*	147,9 ± 1,14	140,0 ± 2,72
FCM = 210-(idade)	(180,0-175,0)	(174,0-170,0)	(169,0-165,0)	(164,0-160,0)	(159,0-155,0)	(154,0-150,0)	(149,0-146,9)	(144,0-135,0)
Graettinger et al (1995) ³²	176,1 ± 1,02	172,8 ± 0,82	170,2 ± 0,79	166,8 ± 0,79	163,5 ± 0,82	160,4 ± 0,81	157,9 ± 0,72	152,9 ± 1,51*
FCM = 197-0,63 (idade)	(178,1-175,5)	(174,3-171,8)	(171,2-168,7)	(168,0-165,5)	(164,9-162,4)	(161,7-159,2)	(158,6-157,7)	(155,4-149,8)
Jones et al (1985) ²⁵	181,1 ± 1,17	174,3 ± 0,94	171,4 ± 0,91	167,5 ± 0,91	163,7 ± 0,94	160,1 ± 0,93	157,3 ± 0,82	151,6 ± 1,96
FCM = 202-0,72 (idade)	(180,4-176,8)	(176,1-173,2)	(172,5-169,6)	(168,9-166,0)	(165,3-162,4)	(161,7-158,8)	(158,1-155,9)	(154,5-148,0)
Miller et al (1993) ¹⁴	185,5 ± 1,59*	180,3 ± 1,28*	176,4 ± 1,23	171,0 ± 1,24*	165,9 ± 1,28	161,0 ± 1,27	157,1 ± 1,11	149,4 ± 2,66
FCM = 218-0,98 (idade)	(188,6-183,7)	(182,7-178,8)	(177,8-173,9)	(172,9-169,0)	(168,8-164,1)	(163,1-159,2)	(158,2-155,3)	(153,3-144,5)
Rodeheffer et al (1984) ³⁵	176,5 ± 1,54	171,7 ± 1,24	167,8 ± 1,20*	162,6 ± 1,20	157,7 ± 1,24*	152,9 ± 1,23	149,2 ± 1,8	141,7 ± 2,58
FCM = 208,19-0,95 (idade)	(179,7-174,9)	(174,0-170,2)	(169,2-165,4)	(164,5-160,7)	(159,7-155,9)	(155,0-151,2)	(150,2-147,4)	(145,5-136,9)
FCM obtida no TE	178,9 ± 9,83	174,9 ± 10,43	173,95 ± 12,39	165,9 ± 11,26	165,7 ± 13,90	157,2 ± 7,52	152,5 ± 10,57	143,4 ± 12,95
	(191-162)	(204-155)	(193-142)	(189-147)	(197-145)	(166-147)	(171-133)	(169-128)

Valores expressos em média, desvio-padrão e em valores máximos e mínimos.

*Diferença significativa em relação à FCM_{obt} no TE para o subgrupo (p < 0,05).

FCM: frequência cardíaca máxima; TE: teste ergométrico.

et al³⁷ (idade 25 ± 1 ano) e Hossack e Bruce¹⁰ (idade 41,7 ± 9,9 anos). É interessante ressaltar que a idade média foi bem diferente nos dois trabalhos, mas ambos chegaram aos mesmos resultados. Astrand et al⁸ obtiveram uma taxa de redução de 0,57 bpm por ano ao acompanharem uma população de mulheres ativas fisicamente durante 33 anos.

Dessa forma, a taxa de declínio anual da FCM mostrou que os resultados obtidos estão dentro da faixa de ~0,5 a 1 bpm, observados nos estudos indicados na tabela 6.

Observa-se na tabela 6 que as mulheres ativas e sedentárias mostraram semelhante declínio anual da FCM (~0,6 bpm)^{8,39}. Já os homens apresentaram diferenças entre sedentários e ativos⁴⁰⁻⁴². Tanaka et al³⁷, em um estudo transversal com 84 corredoras e 72 mulheres sedentárias, chegaram à conclusão que ambas apresentaram taxas semelhantes no declínio da FCM, de 5,6 e 6 bpm por década, respectivamente, apresentando-se inversamente relacionada com a idade (p < 0,001).

Um maior declínio anual da FCM_{obt} das mulheres em relação aos homens (0,93 vs. 0,84 bpm, respectivamente) foi observado no presente estudo (p < 0,05). Esses dados corroboram os achados de Astrand et al⁸, os quais encontraram maior redução da FCM_{obt} nas mulheres em relação aos homens após 33 anos de estudo. Contudo, Hossack e Bruce¹⁰ verificaram o inverso, ou seja, a FCM_{obt} diminuiu mais rapidamente nos ho-

mens do que nas mulheres.

O declínio da FCM_{obt} com o aumento da idade foi semelhante em ambos os sexos, com exceção dos homens no subgrupo 56-60 a 61-65, onde a curva de declínio foi mais acentuada (p < 0,05), com a FCM_{obt} média passando de 164 ± 12,7 para 145 ± 14,5 bpm. Em amostra de homens e mulheres sedentários e saudáveis, Hossack e Bruce¹⁰ encontraram resultados semelhantes: a FCM_{obt} foi maior nos homens mais jovens do que nas mulheres. No entanto, as mulheres mais velhas (sétima e oitava décadas de vida) apresentaram FCM_{obt} maiores, em virtude do declínio mais rápido da FCM_{obt} com a idade nos homens.

Em estudo³⁶ com 1.853 indivíduos treinados (14,3%) e destreinados (85,7%) também foi encontrado maior FCM nos homens. Deve-se ressaltar que esse trabalho foi realizado sob baixas condições atmosféricas da Cidade do México. Já Astrand et al⁸ encontraram maior FCM_{obt} nas mulheres fisicamente ativas, em relação aos homens fisicamente ativos, nas três avaliações feitas no período de 33 anos.

A FCM_{obt} da amostra deste estudo ficou abaixo da FCM_{obt} encontrada em outros estudos^{8,37,38}, que apresentam um perfil etário semelhante porém com um grupo de avaliados submetidos a treinamento físico sistemático. Estes indícios sugerem que o nível de atividade física na faixa etária mais avançada poderá proporcionar uma maior FCM. Este com-

Tabela 6

Declínio da frequência cardíaca máxima obtida apresentado em estudos longitudinais e transversais

Estudo	População	n	Idade inicial	Declínio FCM	Redução anual (bpm)
Astrand et al ⁸	Homens ativos	26	25,5 ± 3,6	15,6 bpm/33 anos	0,47
	Mulheres ativas	27	22 ± 1,2	19 bpm/33 anos	0,57
Hossack e Bruce ¹⁰	Homens sedentários	98	50,1 ± 11	Estudo transversal	1,04
	Mulheres sedentárias	104	41,7 ± 9,9		0,6
Tanaka et al ³⁷	Mulheres sedentárias	72	25 ± 1	6 bpm/década	0,6
	Corredoras de endurance	84	26 ± 1	5,6 bpm/década	0,56
Rogers et al ³⁸	Atletas masters	15	62 ± 2,3	Não alterou	0
	Homens saudáveis	14	61,4 ± 1,4	8 bpm/8 anos	1
Jackson et al ³⁹	Mulheres saudáveis	43	44,2 ± 8,9	1,6 bpm após 3,7 anos ⁸	0,43
Jackson et al ⁴⁰	Homens saudáveis	156	45,6 ± 5	2,5 bpm/4 anos	0,62
Astrand et al ⁴¹	Homens ativos	31	25,9	12 bpm/21 anos	0,57
	Mulheres ativas	35	21,9	15 bpm/21 anos	0,71
Robinson et al ⁴²	Atletas corredores	13	24,3	6 bpm/32 anos	0,18
	Não-atletas	9	19-22	17 bpm/32 anos	0,53
Pollock et al ⁴³	Atletas treinados	21	50,5 ± 8,5	5-7 bpm/década	0,5-0,7
Trappe et al ⁴⁴	Atletas treinados e destreinados	43	25,3	11 bpm/22 anos	0,5
	Idosos treinados*	10	46,8 ± 3,1	19,6 bpm/22 anos	0,89
Hagerman et al ⁴⁵	Remadores olímpicos	9	23,8 ± 1,4	15 bpm/20 anos	0,78
Pollock et al ⁴⁵	Atletas competitivos	11	50,2 ± 8,3	Ambos 7 bpm/década	Ambos 0,7
	Atletas pós-competitivos	13	53,9 ± 9,7		

* Sujeito idade \geq 65 anos ao final do estudo; ⁸Não-significativo $p > 0,05$.
bpm: beats per minute.

portamento pode ser decorrente de ajustes cardíacos específicos, ou de uma melhor tolerância muscular localizada em membros inferiores de forma a permitir maior tempo de teste de esforço em esteira, viabilizando assim atingir valores de FCM mais elevados. Estas condições reforçariam a necessidade de se utilizar fórmulas específicas conforme o nível de condicionamento físico do avaliado^{18,24}.

Deve-se destacar que praticantes de atividades físicas regulares têm maior confiança durante a realização do TE. Em contrapartida, indivíduos sedentários são mais inseguros, pois não conhecem a sua real tolerância ao esforço físico²³. Isso pode ir ao encontro dos dados de FCM_{obt} no presente estudo, pois alguns indivíduos tinham pouca experiência motora em esteira rolante. Essas condições sinalizam a necessidade de selecionar uma equação tomando como base o nível de aptidão física e/ou envolvimento com atividades físicas regulares²⁴.

Evidências fisiológicas demonstram também que essa resposta cronotrópica declinando com a idade é em parte decorrente da eficácia do modulador β -adrenérgico, da diminuição do fluxo de cálcio, das mudanças teciduais no marcapasso, da maior prevalência de arteriosclerose periférica, e do medo de exercício máximo⁴⁷⁻⁴⁹.

Ao se considerar a aplicabilidade das equações, é de se esperar que cada equação apresente maior precisão dependendo da faixa etária, quando se considera que a redução da FCM ocorre de maneira não-linear^{8,50}. Como destacado anteriormente (tabelas 4 e 5), a equação de Tanaka et al⁷ (211-0,8*idade) se mostrou mais adequada em todos os subgrupos para os homens. Já para as mulheres a equação de Jones et al²⁵ (202-0,72*idade) foi a que teve melhor aplicabilidade em todos os subgrupos etários. A indicação de ambas equações tomam como base que não apresentaram diferenças estatísticas significativas ($p > 0,05$) em todos os grupos etários considerados, respectivamente para homens e mulheres.

Nos homens, a equação de Tanaka et al⁷ (211-0,8*idade) superestimou a FCM_{obt} apenas no subgrupo de 61-67, em que a FCM_{obt} foi de 145 bpm e a FCM_{pre} de 160 bpm, contudo esta diferença não foi considerada significativa. No subgrupo 51-55 anos a diferença foi de 6 bpm e, nos demais, não passou de 4 bpm ($p > 0,05$) (tabela 4). Dessa forma, essa equação se mostrou adequada para este perfil populacional, podendo ser aplicada com segurança para os indivíduos de 30 a 50 anos de idade. Para idades de 56 a 67 anos, essa equação deve ser usada com bastante cautela.

De fato, essas observações foram relatadas no próprio trabalho de Tanaka et al⁷, onde esta equação foi proposta. Segundo esses pesquisadores, para indivíduos com idade superior a 40 anos, a equação apresenta estimativa com valores mais altos de FCM_{pre} em relação a FCM_{obt} em TE.

Outros estudos feitos com brasileiros mostraram que outra equação proposta por Tanaka et al⁷ (FCM = 208-0,7*idade) também superestima a FCM em idades mais avançadas. Em seu estudo, Silva et al¹⁶ observaram que esta equação superestimou significativamente ($p < 0,001$) em 15,5 bpm a FCM em 93 mulheres idosas (67,1 ± 5,16 anos), obtendo baixo coeficiente de correlação ($r = 0,35$) em relação ao TE em esteira.

Com relação às mulheres do presente estudo, observa-se que a FCM calculada pela equação de Jones et al²⁵ se distanciou muito da média obtida apenas no subgrupo (>66), em que a FCM_{pre} foi de 152 bpm, e a obtida, de 143 bpm ($p < 0,05$). Na faixa etária de 61-65 anos, a diferença foi de 4,5 bpm, enquanto nas demais a diferença não excedeu a 3 bpm ($p > 0,05$).

Relacionando esses achados aos de outros estudos, testando outras equações de predição da FCM, observa-se que uma aplicabilidade aceitável varia de acordo com o perfil amostral estudado. Por exemplo, em uma população portuguesa¹⁷ constatou-se que a FCM_{obt} não apresentou diferenças significativas com relação à FCM_{pre} por (220-idade) em um estudo retrospectivo com 170 indivíduos, aparentemente saudáveis, submetidos a TE, utilizando os protocolos de Bruce ou de Bruce modificado.

No entanto, em idosas brasileiras¹⁶ a equação [220-idade] superestimou significativamente ($p < 0,001$) a FCM_{obt} por uma diferença média de 7,4 bpm em TE de Bruce adaptado. Esse resultado também está em concordância com o de Gellish et al⁵⁰, os quais, em análise retrospectiva com 132 indivíduos de ambos os sexos (idade 48,3 ± 9,6 anos) verificou-se que a relação entre idade e FCM_{obt} durante o TE resultou em uma equação de predição diferente da equação convencional (220-idade) ($p < 0,001$), não recomendando sua utilização.

Dessa forma, observa-se que a adequação de predição de FCM responde diferentemente de acordo com a população estudada. A utilização indiscriminada de várias delas ocorre no nosso dia-a-dia às vezes pela facilidade de cálculos, ou mesmo pela necessidade de obter um parâme-

tro de forma rápida, seja para prescrever ou avaliar um indivíduo. Contudo, é necessária uma análise mais criteriosa quando da seleção de uma equação junto a um determinado público específico, não se podendo assim generalizar o emprego de uma única equação. Fatores como tipo de exercício, aptidão física, estado de saúde e idade são exemplos de variáveis que podem apontar o emprego de equações específicas.

Algumas limitações existiram no presente estudo, pelo fato de se ter utilizado a ergometria convencional e não um teste com análise de gases respiratórios, o que limita sua interpretação. Tentativas para minimizar essa possibilidade foram feitas. Mesmo assim, os resultados observados podem apresentar uma aplicação prática importante, uma vez que a grande maioria das clínicas cardiológicas no Brasil emprega testes ergométricos convencionais em suas avaliações^{51,52}. Estabelecer as equações mais adequadas para cada perfil populacional auxilia tanto a equipe médica na elaboração de um diagnóstico mais preciso, como os profissionais de Educação Física, visando estabelecer a intensidade de programas de exercícios físicos tomando como referência a FCM_{pre} .

Conclui-se que a FCM_{obt} é progressivamente reduzida segundo o fator idade tanto nos homens quanto nas mulheres. A equação de Tanaka et al⁷ ($211-0,8*idade$) nos homens e a de Jones et al²⁵ ($202-0,72*idade$) nas mulheres mostraram-se as mais adequadas para estimar a FCM em exercício na esteira rolante, para uma população saudável entre 30 e 75 anos.

Agradecimentos

CAPES

Resumo

Frequência cardíaca máxima obtida e calculada: estudo retrospectivo em brasileiros

Objetivo. Correlacionar a idade com a frequência cardíaca máxima obtida (FCM_{obt}) durante teste ergométrico (TE), bem como comparar a FCM_{obt} com os valores calculados por diferentes equações de predição (FCM_{pre}), em homens e mulheres brasileiras a partir de 30 anos de idade.

Método. A amostra foi composta por 299 indivíduos assintomáticos com idade entre 30 e 75 anos, sendo 164 homens ($48,2 \pm 11,5$ anos) e 135 mulheres ($50,6 \pm 12,6$ anos). Os dados foram coletados através de análise retrospectiva de dados de TE obtidos em uma clínica cardiológica privada. A correlação e a concordância entre os valores de FCM_{obt} e FCM_{pre} foram testadas.

Resultados. O coeficiente de correlação entre a idade e a FCM_{obt} encontrado para os homens ($r = -0,53$; $p < 0,01$) foi menor que nas mulheres ($r = -0,65$; $p < 0,01$). Não houve diferença entre a FCM_{obt} e FCM_{pre} pela equação de Tanaka et al (2001) [$211-0,8*idade$] para os homens e pela equação de Jones et al (1985) [$202-0,72*idade$] para as mulheres, em todos os subgrupos etários ($p > 0,05$). A resposta cronotrópica mostrou-se dependente da idade, diminuindo progressivamente com o envelhecimento, de modo diferente em homens e mulheres.

Conclusão. A equação de Tanaka et al (2001) [$211-0,8*idade$] nos homens e a de Jones et al (1985) [$202-0,72*idade$] nas mulheres mostrou-se mais adequadas para estimar a FCM, para pessoas com mais de 30 anos.

Palavras-chave:

Frequência cardíaca.
Teste de esforço.
Equação de predição.

Bibliografia

- Achten J, Jeukendrup AE. Heart rate monitoring: applications and limitations. *Sports Med.* 2003;33(5):17-38.

- Brownley KA, Hinderliter AL, West SG, Girdler SS, Sherwood A, Light KC. Sympathoadrenergic mechanisms in reduced hemodynamic stress responses after exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2003;35(6):978-86.
- Moraes VR. Frequência cardíaca e sua variabilidade: análises e aplicações. *Rev Andal Med Deporte.* 2010;3(1):33-42.
- ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. 6th ed. Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins; 2000. p. 91-114.
- Robergs RA, Landwehr R. The surprising history of the $HR_{max} = "220-age"$ equation. *JEPonline.* 2002;5(2):1-10.
- Karvonen J, Vuoriamaa T. Heart rate and exercise intensity during sports activities. *Sports Med.* 1998;8:303-12.
- Tanaka HK, Monahan D, Seals DR. Age-predicted maximal heart rate revisited. *J Am Coll Cardiol.* 2001;37:153-6.
- Astrand PO, Bergh V, Kilbom A. A 33-yr follow-up of peak oxygen uptake and related variables of former physical education students. *J Appl Physiol.* 1997;82(6):1844-52.
- Whaley MH, Kaminsky LA, Dwyer GB, Getchell LH, Norton JA. Predictors of over- and underachievement of age-predicted maximal heart rate. *Med Sci Sports Exerc.* 1992;24(10):1173-9.
- Hossack KF, Bruce RA. Maximal cardiac function in sedentary normal men and women: comparison of age-related changes. *J Appl Physiol.* 1982;53(4):799-804.
- Marins J, Delgado M. Comparação da frequência cardíaca máxima por meio de provas com perfil aeróbico e anaeróbico. *Fit Perf J.* 2004;3(3):166-74.
- Marins J, Delgado M. Empleo de ecuaciones para predecir la frecuencia cardíaca máxima en carrera para jóvenes deportistas. *Arch Med Deporte.* 2007;24:112-20.
- Fernhall B, Mc Cubbin JA, Pitetti KH, Rintala P, Rimmer JH, Millar AL, et al. Prediction of maximal heart rate in individuals with mental retardation. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33(10):1655-60.
- Miller W, Wallace J, Eggert K. Predicting max hr and the $HR-VO_2$ relationship for exercise prescription in obesity. *Med Sci Sports Exerc.* 1993;25(9):1077-81.
- Scolforo IB, Marins JC, Regazzi AJ. Estudo comparativo da frequência cardíaca máxima em três modalidades cíclicas. *Revista APEF.* 1998;13(1):44-54.
- Silva VA, Bottaro M, Justino MA, Ribeiro MM, Lima RM, Oliveira RJ. Frequência cardíaca máxima em idosos Brasileiras: uma comparação entre valores medidos e previstos. *Arq Bras Cardiol.* 2007;88(3):314-20.
- Mesquita A, Trabulo M, Mendes M, Viana JF, Seabra-Gomes R. The maximum heart rate in the exercise test: 220 - age formula or Sheffield's table? *Rev Port Cardiol.* 1996;15(2):139-44.
- Zavorsky GS. Evidence and possible mechanisms of altered maximum heart rate with endurance training and tapering. *Sports Med.* 2000;29(1):13-26.
- Marins JC. Comparación de la respuesta de la frecuencia cardíaca máxima y fórmulas para su predicción. Granada: Universidad de Granada; 2003.
- Kesaniemi Y, Danforth E, Jensen M, Kopelman P, Lefebvre P, Reeder B. Dose-response issues concerning physical activity and health: an evidence-based symposium. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33(6):S351-8.
- Howley E, Bassett D, Welch H. Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. *Med Sci Sports Exerc.* 1995;27:1292-301.
- Karvonen M, Kentala E, Mustala O. The effects of training on heart rate: a longitudinal study. *Ann Medicine Exper Fenn.* 1957;35(3):307-15.
- Araújo C, Pinto V. Frequência cardíaca máxima em testes de exercício em esteira rolante e em cicloergômetro de membros inferiores. *Arq Bras Cardiol.* 2005;85(1):45-50.
- Londeree B, Moeschberger M. Effect of age and other factors on maximal heart rate. *Res Q Exer Sport.* 1982;53(4):297-304.
- Jones N, Makrides L, Hitchcock C, Chyphar T, McCartney N. Normal standards for an incremental progressive cycle ergometer test. *Am Rev Respir Dis.* 1985;131:700-8.
- Heffield L, Maloof J, Sawyer J, Roitman D. Maximal heart rate and treadmill performance of healthy women in relation to age. *Circulation.* 1978;57(1):79-84.
- Schiller B, Casas Y, Desouza A, Seals D. Maximal aerobic capacity across age in healthy Hispanic and Caucasian women. *J Appl Physiol.* 2001;91(3):1048-54.
- Sociedade Brasileira de Cardiologia (SBC). II Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre teste ergométrico. *Arq Bras Cardiol* 2002; 78(sup II):1-18.
- Bruce RA. Exercise testing of patients with coronary heart disease. Principles and normal standards for evaluation. *Ann Clin Res.* 1971;3(6):323-32.
- Ellestad M, Kemp H. Maximal stress testing for cardiovascular evaluation. *Circulation.* 1969;39:517-22.
- Fernández, E. Fisiología del aparato cardiovascular: respuestas y adaptaciones al ejercicio. En: Marqueta P, Ferrero A, editores. Fisiología del ejercicio aplicado al deporte. Aragón: Diputación General de Aragón; 1998.
- Graettinger W, Smith D, Neutel J, Myers J, Froelicher V, Weber M. Relationship of left ventricular structure to maximal heart rate during exercise. *Chest.* 1995;107(2):341-5.

33. Inbar O, Oten A, Scheinowitz M, Rotstein A, Dlin R, Casaburi R. Normal cardiopulmonary responses during incremental exercise in 20-70-yr-old men. *Med Sci Sports Exerc.* 1994;26:538-46.
34. Ricard R, Leger L, Massicotte D. Validity of the "220-age formula" to predict maximal heart rate. *Med Sci Sports Exerc.* 1990;22 Suppl 96:a575.
35. Rodeheffer R, Gerstenblith G, Becker L, Fleg J, Weisfeldt M, Lakatta E. Exercise cardiac output is maintained with advancing age in healthy human subjects: cardiac dilatation and increased stroke volume compensate for a diminished heart rate. *Circulation.* 1984;69:203-13.
36. Hernández L, Sierra G, Fichel P. Frecuencia cardíaca máxima durante la prueba de esfuerzo en banda en 1853 individuos sanos. Su relación con la edad y bajo las condiciones atmosféricas de la Ciudad de México. *Arch Inst Cardiol.* 2000;70(3):261-7.
37. Tanaka HK, Desouza CA, Jones PP, Stevenson ET, Davy KP, Seals DR. Greater rate of decline in maximal aerobic capacity with age in physically active vs. sedentary healthy women. *J Appl Physiol.* 1997;83(6):1947-53.
38. Rogers MA, Hagberg JM, Martin WH 3rd, Ehsani AA, Holloszy JO. Decline in VO_{2max} with aging in masters athletes and sedentary men. *J Appl Physiol.* 1990;68(5):2195-9.
39. Jackson AS, Wier LT, Ayers GW, Beard EF, Stuteville JE, Blair SN. Changes in aerobic power of women, ages 20-64 yr. *Med Sci Sports Exerc.* 1996;28(7):884-91.
40. Jackson AS, Beard EF, Wier LT, Ross RM, Stuteville JE, Blair SN. Changes in aerobic power of men, ages 25-70 yr. *Med Sci Sports Exerc.* 1995;27(1):113-20.
41. Astrand I, Astrand PO, Hallback I, Kilbom A. Reduction in maximal oxygen uptake with age. *J Appl Physiol.* 1973;35(5):649-54.
42. Robinson S, Dill DB, Robinson RD. Physiological aging of champion runners. *J Appl Physiol.* 1976;41(1):46-51.
43. Pollock ML, Mengelkoch LJ, Graves JE, Lowenthal DT, Limacher MC, Foster C, et al. Twenty-year follow-up of aerobic power and body composition of older track athletes. *J Appl Physiol.* 1997;82(5):1508-16.
44. Trappe S, Costill DL, Vukovich VD, Jones J, Melham T. Aging among elite distance runners: a 22-yr longitudinal study. *J Appl Physiol.* 1996;80(1):285-90.
45. Hagerman FC, Fielding RA, Fiatarone MA, Gault JA, Kirkendall DT, Ragg KE, et al. A 20-yr longitudinal study of olympic oarsmen. *Med Sci Sports Exerc.* 1996;28(9):1150-6.
46. Pollock ML, Foster C, Knapp D, Rod JL, Schmidt DH. Effect of age and training on aerobic capacity and body composition of master athletes. *J Appl Physiol.* 1987;62(2):725-31.
47. Tate CA, Hyek MF, Taffet GE. Mechanisms for the responses of cardiac muscle to physical activity in old age. *Med Sci Sports Exerc.* 1994;26:561-7.
48. Fleg JL. Alterations in cardiovascular structure and function with advancing age. *Am J Cardiol.* 1986;57:33C-44C.
49. Shephard RJ. Physical activity, fitness and cardiovascular health: a brief counselling guide for older patients. *CMAJ.* 1994;151(5):557-61.
50. Gellish RL, Goslin BR, Olson RE, McDonald A, Russi GD, Moudoik VK. Longitudinal modeling of the relationship between age and maximal heart rate. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39:822-9.
51. Araújo CG. Importância de ergoespirometria na prescrição de exercício ao cardiopata. *Rev SOCERJ.* 1998;11(1):30-47.
52. Ribeiro JP. Limiares metabólicos e ventilatórios durante o exercício: aspectos fisiológicos e metodológicos. *Arq Bras Cardiol.* 1995;64(2):171-81.