
ARTIGO ORIGINAL

Frequência cardíaca máxima obtida e calculada em testes máximos em cicloergometria

Maximum heart rate obtained and calculated in maximum cycloergometer tests

Juscélia Cristina Pereira*, João Carlos Bouzas Marins, D.Sc.**

Mestranda em Educação Física, Laboratório de Performance Humana, Departamento de Educação Física, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa/MG*, *Laboratório de Performance Humana, Departamento de Educação Física, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa/MG*

Resumo

Objetivo: Avaliar a validade de seis equações preditivas de Frequência Cardíaca Máxima (FCM) em ambos os gêneros submetidos a dois testes máximos com metodologias diferentes, além de comparar a reprodutibilidade da FCM obtida (FCM_{obt}). **Material e métodos:** Foram avaliados 40 jovens aparentemente saudáveis, sendo 20 homens e 20 mulheres. Foram aplicados dois testes máximos em ciclo, um com progressão a cada 1 minuto (TMC-1) e o outro a cada 2 minutos (TMC-2). Para determinar as diferenças entre a FCM_{obt} nos protocolos e a estimada pelas equações utilizou-se o teste Anova One Way, associado ao teste de Tukey ($P < 0,05$). Utilizou-se o teste de correlação de Pearson para comparar a FCM_{obt} nos protocolos. **Resultados:** Nas mulheres, a FCM_{obt} foi $180,5 \pm 8,7$ bpm (TMC-1) e $181,8 \pm 10,2$ bpm (TMC-2), sem diferença significativa; nos homens $181,5 \pm 10,2$ bpm (TMC-1) e $177 \pm 6,9$ bpm (TMC-2) com diferenças significativas, sem reprodutibilidade na FCM_{obt}. Nas mulheres, a FCM pela equação de Fernahl *et al.* foi adequada para o TMC-1, enquanto no TMC- 2 a equação de Jones *et al.* foi apontada como adequada; nos homens houve uma situação de inversão das equações consideradas válidas. **Conclusão:** A seleção das equações para prever a FCM deve ser específica, segundo o protocolo de cicloergometria selecionado.

Palavras-chave: frequência cardíaca, testes de esforço, exercício, cicloergômetro.

Abstract

Objective: To evaluate the validity of six Maximum Heart Rate (MHR) prediction equations on both genders that were submitted to two maximums different tests, and also to compare the MHR reproducibility obtained (MHR_{obt}). **Methods:** 40 young apparently healthy were evaluated, 20 men and 20 women. Two maximum cycling tests were applied, one with a progression every one minute (MTC-1) and other every two minutes (MTC-2). The Anova One Way test, associated with Tukey's test ($P < 0.05$), was used to determine the differences between the MHR_{obt} in the protocols and the estimated by the equations. The Pearson's correlation test to compare the MHR between protocols was also used. **Results:** In women, MHR_{obt} was 180.5 ± 8.7 bpm (MTC-1) and 181.8 ± 10.2 bpm (MTC-2), without significant differences; in men 181.5 ± 10.2 bpm (MTC-1) and 177 ± 6.9 bpm (MTC -2) with relevant differences, without MHR_{obt} reproducibility. In women, MHR_{obt} Fernahl *et al.* equation was adequate for MTC-1, while in MTC-2 the Jones *et al.* equation was identified as suitable, in men there was an inversion situation on the equations considered valid. **Conclusion:** The selection of equations to predict the MHR should be specific according to the cycle ergometry which is the selected testing protocol.

Key-words: heart rate, exercise, physical exercise, cycle ergometric.

Recebido em 6 de março de 2012; aceito em 21 de maio de 2012.

Endereço para correspondência: Juscélia Cristina Pereira, Rua Senador Vaz de Melo, 64/41, 35570-000 Viçosa MG, E-mail: juscelia87@yahoo.com.br

Introdução

A frequência cardíaca (FC) é um parâmetro fisiológico facilmente mensurado e não invasivo o que torna ampla sua utilização para avaliar respostas cardiovasculares durante o esforço físico [1] e na fase de recuperação [2]. É um indicador fisiológico que contribui na detecção de problemas cardíacos, além de proporcionar a prescrição e supervisão de um programa de treinamento e possuir estreita relação com o consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}) [3].

A frequência cardíaca máxima (FCM) é o valor mais elevado da FC que um indivíduo pode atingir em um esforço de alta intensidade até o ponto de exaustão, sendo um dos critérios para caracterizar o VO_{2max} durante um teste ergométrico (TE) [4]. Cabe destacar que nem sempre é possível submeter um avaliado a uma condição de intensidade máxima por questões de segurança tanto no aspecto neuromuscular como principalmente cardiovascular. Outra forma de obter a FCM de um indivíduo sem submetê-lo a um TE é através de equações de predição em função da idade, que são de fácil aplicabilidade e nos levam à FCM [5].

No campo da Educação Física, a equação de predição mais utilizada é $[FCM = 220 - idade]$ [3,6]. Entretanto, seu emprego tem sido relacionado com a superestimação da FCM de indivíduos jovens (< 40 anos) e a subestimação em idosos [7]. Outros estudos também não encontraram boa relação entre a FCM obtida (FCM_{obt}) em testes máximos e a calculada pela equação $[FCM = 220 - idade]$ na população brasileira [8-10].

As equações de predição para o cálculo da FCM são mais voltadas para estimar a FCM em testes de corrida, podendo subestimar os valores de FCM nos testes em cicloergômetro. Isso ocorre porque os testes máximos realizados em cicloergômetro tendem a apresentar valores de FCM de 5 a 10% inferiores em relação ao obtido em esteira ergométrica, devido à ocorrência da fadiga periférica, assim como pela menor massa corporal envolvida [11]. Contudo, o estudo de Araújo e Pinto [12] encontrou boa associação entre a FCM_{obt} nos testes realizados nos dois ergômetros para 57% dos indivíduos, abrindo assim uma interessante questão a ser investigada.

O ciclismo impõe uma carga física diferente do exercício de corrida, sendo este um fator que pode influenciar a resposta da FCM. No estudo de Marins e Fernandez [13] foram apresentadas 53 equações de predição, porém apenas quatro eram específicas para o cálculo da FCM em cicloergômetro.

Tendo em vista que o exercício físico realizado em bicicleta ergométrica representa uma forma extremamente usual de condicionamento físico, é importante estabelecer qual equação pode prever melhor a FCM a fim de aprimorar a qualidade da prescrição de exercício, de forma mais segura e eficaz, além de ser utilizada como referência durante um teste máximo. O objetivo deste estudo foi avaliar a validade

de seis equações preditivas de FCM para homens e mulheres em idade universitária submetidos a dois testes máximos de cicloergometria - Storrer *et al.* [14] e Balke [15] -, além de comparar a reprodutibilidade da FCM_{obt} entre os dois testes máximos.

Material e métodos

Participaram do estudo 40 jovens aparentemente saudáveis, estudantes universitários de Educação Física, sendo 20 indivíduos do sexo masculino ($22,64 \pm 2,57$ anos) e 20 do sexo feminino ($22,2 \pm 1,67$ anos). Como critério de inclusão os voluntários deveriam ser fisicamente ativos, não possuir lesões osteomioarticulares, não utilizar nenhum recurso ergogênico e qualquer agravo à saúde que pudesse influenciar na realização do teste.

O estudo obedeceu aos critérios de ética em pesquisas com seres humanos, de acordo com a resolução nº 196 de 10 de outubro de 1996 do Conselho Nacional de Saúde. Todos os avaliados participaram de forma voluntária, preenchendo termo de consentimento para participar do estudo, contendo informações sobre os riscos e benefícios envolvidos na realização dos testes, e eram livres para abandonar a pesquisa a qualquer momento.

Para composição da amostra foi realizada uma triagem composta pelo Questionário de Prontidão de Atividade Física (PAR-Q) [16], pelo Questionário de Risco Coronário da Michigan Heart Association [17], além de um terceiro questionário padrão adotado pelo Laboratório de Performance Humana da Universidade Federal de Viçosa (MG). A presença de resposta positiva no PAR-Q, score igual ou superior a risco médio ou a presença de algum fator de risco cardíaco ou ortopédico implicavam a exclusão de participação do candidato ao estudo. Após essa etapa foram medidas a massa corporal e a estatura dos avaliados, utilizando, respectivamente, balança Filizola® com precisão em 100 gramas e estadiômetro (Sanny®) com precisão em milímetros.

Foram aplicados dois testes máximos de cicloergômetro (ErgoFit®), cujos protocolos foram Storrer *et al.* [14] e Balke [15], subdivididos em aquecimento, parte principal e recuperação. O aquecimento para ambos os testes consistiu de um Watt por kg corporal por quatro minutos. Na parte principal do teste de Balke [15], a cada dois minutos era adicionada uma carga de 25 Watts para as mulheres e 35 para os homens, já o protocolo de Storrer *et al.* [14], a cada minuto era empregada uma carga de 15 Watts, estes valores corresponderam para ambos os sexos. A volta à calma foi feita em três minutos, com uma redução progressiva de carga a cada minuto, conforme orientações de Marins [18].

A ordem de realização dos testes ocorreu de forma aleatória e com intervalo de uma semana entre eles. O horário de realização era de livre escolha dos avaliados, podendo ser realizado na parte da manhã ou da tarde, tendo o segundo teste que ser realizado no mesmo horário

que o primeiro. O registro da FC foi feito pelos monitores cardíacos Team System da Polar® e os dados transferidos para o software Polar Pro Trainer 5. Foi considerado como FCM o valor mais elevado de FC obtido nas etapas finais dos testes.

Dentre as diversas equações de estimativa da FCM citadas na literatura, foram escolhidas seis equações: a) Ricard et al. [19] [FCM = 205 – (0,687*idade)]; b) Rodeheffer et al. [20] [FCM = 208,19 – (0,95* idade)]; c) Jones et al. [21] [FCM= 202 – (0,72*idade)]; d) Astrand et al. [22] [FCM = 211-(0,992*idade); d) Fernahl et al. [23] [FCM = 189 - (0,56 * idade)]; e) Karvonen et al. [24] [FCM = 220 – idade]. A seleção das equações indicadas toma por base o fato das quatro primeiras serem originalmente propostas para protocolos de cicloergometria, enquanto a quinta equação [23] originalmente foi desenvolvida para indivíduos com retardo mental e validada no estudo de Marins et al. [25] para testes máximos em cicloergometria para mulheres, porém com um protocolo de estímulo anaeróbico. Já a última [FCM = 220 – idade] é usualmente utilizada no campo da Educação Física e Medicina do Esporte, sendo adotada pelo ACSM [3] para a prescrição de exercício, sem considerar o tipo de exercício físico.

Tratamento estatístico

Todos os resultados foram expressos em valores médios e desvio padrão (\pm DP) para cada um dos parâmetros obtidos durante os testes. Foi utilizado uma Análise de Variância (Anova One Way) na comparação entre FCM_{obt} e os valores de predição das equações, complementado pelo teste *Post-Hoc* de Tukey ($P \leq 0,05$). O teste de correlação de Pearson para comparar os resultados de FCM entre os dois protocolos. Por último, foi realizado, por distribuição percentual, o número de avaliados que apresentaram

a FCM para cada equação de predição, compreendida na faixa de ± 8 bpm, acima ou abaixo, proposta por Robergs e Landwehr [26]. As análises estatísticas foram realizadas no software SPSS® 17.

Resultados

Nas Tabelas I e II são expostos os resultados da FCM dos homens e das mulheres dos testes físicos de Storrer *et al.* [19] e de Balke [20], além das equações de estimativa de Ricard *et al.*, Rodeheffer *et al.*, Jones *et al.*, Astrand *et al.*, Fernahl *et al.* e Karvonen *et al.* [24-29].

A Tabela I indica que os valores de FCM para as mulheres, quando comparados os dois testes máximos – Storrer *et al.* [14] e Balke [15] apontam não haver diferenças significativas. Quando comparada a validade das fórmulas de predição, não houve diferença significativa entre a FCM_{obt} no teste de Storrer *et al.* [14] e a equação de Fernahl *et al.* [23] [FCM = 189 – 0,56 * idade]; já para a FCM_{obt} no protocolo de Balke [15] não houve diferença quando se considerou a FCM prevista pela equação de Jones *et al.* [21] [FCM= 202 – (0,72*idade)]. Nos homens, a Tabela II indica uma diferença significativa na FCM_{obt} quando comparados os testes máximos. Contudo, observou-se que não houve diferença entre a FCM_{obt} no teste de Storrer *et al.* [14] frente à equação [FCM= 202 – (0,72 * idade)] proposta por Jones *et al.* [21]. Já em relação ao protocolo de Balke [15], a equação [FCM = 189 – 0,56 * idade] proposta por Fernahl *et al.* [23] não apresentou diferenças significativas.

O outro critério utilizado foi a zona de variação de ± 8 bpm proposta por Robergs e Landwehr [29]. Nas Figuras 1 e 2 está expressa a análise da FCM_{obt} com a predita por seis equações de estimativa, baseando-se nesse critério nas mulheres e nos homens, respectivamente.

Tabela I - Valores de frequência cardíaca verificados nos testes e estimados pelas equações nas mulheres.

Estatística descritiva	Ricard et al.	Rodeheffer et al.	Jones et al.	Astrand et al.	Fernahl et al.	Karvonen et al.	Storrer et al.	Balke
Média	189,83	187,21	186*	190,16	176,63‡	197,92	179,17*	177,64
Desvio Padrão	1,04	1,44	1,09	1,40	0,85	1,52	9,05	12,66
Mínimo	187	183	183	187	174	194	165	152
Máximo	191	189	187	192	177	200	200	204

* Não existe diferença significativa com o teste de Balke ($p > 0,05$)

‡ Não existe diferença significativa com o teste de Storrer et al. ($p > 0,05$)

Tabela II - Valores de frequência cardíaca verificados nos testes e estimados pelas equações em homens.

Estatística descritiva	Ricard et al.	Rodeheffer et al.	Jones et al.	Astrand et al.	Fernahl et al.	Karvonen et al.	Storrer et al.	Balke
Média	189,5	186,75	185,7‡	190,19	176,36*	197,44	181,48	171,5
Desvio Padrão	1,67	2,31	1,75	2,24	1,36	2,43	11,59	13,61
Mínimo	185	180	181	184	172	191	156	149
Máximo	191	190	188	193	178	201	198	192

* Não existe diferença significativa com o teste de Balke ($p > 0,05$)

‡ Não existe diferença significativa com o teste de Storrer et al. ($p > 0,05$)

Figura 1 - Porcentagem de mulheres que obtiveram a FCM_{obt} na faixa de flutuação de ± 8 bpm, acima ou abaixo, para cada uma das equações avaliadas.

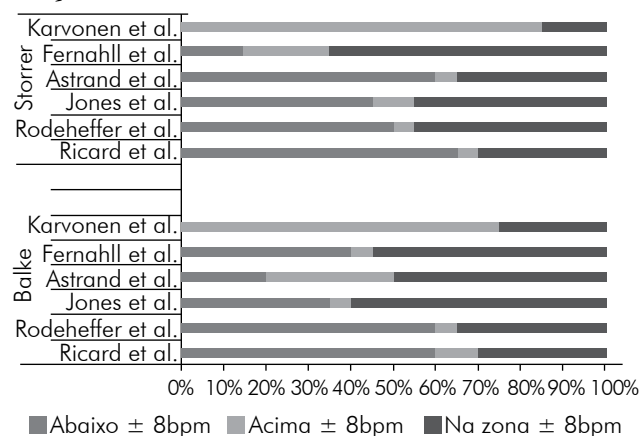
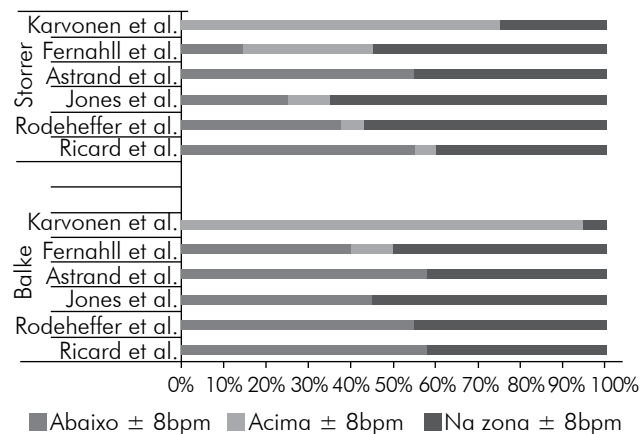


Figura 2 - Porcentagem de homens que obtiveram a FCM_{obt} na faixa de flutuação de ± 8 bpm, acima ou abaixo, para cada uma das equações avaliadas.



A análise estatística para correlação da FCM_{obt} entre os testes máximos apresentou valor de 0,2587 ($r^2 = 0,0665$) para os homens e 0,6044 ($r^2 = 0,3653$) para as mulheres. A correlação da FCM_{obt} nos dois protocolos, foi classificada como baixa entre os homens e média entre as mulheres.

Discussão

Os resultados mostram que existem equações que podem estimar com boa precisão a FCM_{obt} em testes máximos empregando os protocolos de Storrer *et al.* [14] e Balke [15] em população de jovens com idade universitária. Observou-se que as equações de Fernahl *et al.* [23] [$FCM = 189 - 0,56 * idade$] e de Jones *et al.* [21] [$FCM = 202 - (0,72 * idade)$] estimaram a FCM sem diferenças significativas tanto para homens quanto para as mulheres (Tabela I e II). A primeira equação foi adequada para o protocolo de Storrer *et al.* [14] para as mulheres e de Balke [15] para os homens. Já a segunda equação foi a que mais se aproximou da FCM_{obt} nos testes de Balke [15] para o grupo feminino e de Storrer *et al.* [14] para

o masculino. Assim, essas equações podem ser adotadas como referência durante uma avaliação ou prescrição de exercícios para um público com perfil semelhante, composto por jovens aparentemente saudáveis em idade universitária.

Os resultados do estudo reforçam os achados de Marins *et al.* [25], os quais apontaram a fórmula de Fernahl *et al.* [23] [$FCM = 189 - 0,56 * idade$] mais adequada para as mulheres; já para os homens a equação indicada foi a de Jones *et al.* [21] [$FCM = 202 - 0,72 * idade$]. Cabe destacar que a metodologia empregada [23] correspondeu a um teste anaeróbico, adaptando-se a metodologia do teste de Wingate, enquanto no presente estudo foi um teste escalonado progressivo para determinar o VO_{2max} . Assim, mesmo que o teste seja feito de forma anaeróbica ou para determinação do VO_{2max} , existem fortes indícios de que essas equações devem ser consideradas na hora de estimar a FCM em jovens com idade universitária, em detrimento de outras equações usualmente empregadas, como o caso da $FCM = 220 - idade$, que aplicada irá gerar interpretações inadequadas sobre os resultados obtidos.

Analisando as Figuras 1 e 2, observa-se que os valores estimados pela equação de Fernahl *et al.* [23] e de Jones *et al.* [21] se encontram com maior porcentagem dentro da faixa de flutuação de ± 8 bpm, proposta por Robergs e Landwehr [26] como critério para validação. No protocolo de Balke [15], 52% do grupo masculino ficou dentro da margem estipulada para a equação de Fernahl *et al.* [23] e 60% das mulheres para a equação de Jones *et al.* [21]. Já no protocolo de Storrer *et al.* [14], 68% dos homens para a equação de Jones *et al.* [21] e 75% das mulheres para a de Fernahl *et al.* [23] obtiveram valores que se enquadraram dentro da faixa estipulada. Esses dados são importantes, tendo em vista que para a população estudada essas duas equações abrangem maior faixa de estimativa da FCM, aumentando assim a precisão da prescrição e interpretação do exercício.

Em relação às quatro fórmulas que, segundo Marins e Fernandez [13] são específicas para o cicloergômetro, somente a de Jones *et al.* [21] apresentou-se efetiva, reavaliando assim de certa forma o trabalho original. A regressão da FCM não é linear, indicando que as equações de estimativa podem variar segundo a faixa etária [22]. Dessa forma, é possível explicar que a equação de Jones *et al.* [21] também foi considerada a mais adequada para mulheres com idade entre 30 e 66 anos durante protocolos máximos em esteira [27].

Os resultados obtidos nas Figuras 1 e 2 apontam que, das equações propostas inicialmente para cicloergômetro, duas foram as que menos obtiveram avaliados dentro da faixa de ± 8 bpm: Astrand *et al.* [22] e Ricard *et al.* [19]. Na primeira equação, isso foi observado no protocolo de Balke [15] para os homens e para as mulheres no teste de Storrer *et al.* [14] e de Balke [15]; já a segunda equação, nos homens em ambos os testes e para as mulheres apenas no protocolo de Balke [15], demonstrando menos adequada para o cálculo da FCM para seus respectivos testes máximos. Isso amplia a discussão, pois essas equações foram validadas para o ergômetro bicicleta,

porém com uma população de etnia diferente da brasileira reforçando os achados de Schiller *et al.* [28], em que a etnia pode influenciar na resposta da FCM_{obt} e conseqüentemente na equação selecionada.

Das seis equações analisadas, a que mais apresentou diferença significativa com a FCM_{obt} nos dois testes máximos foi a $[FCM = 220 - idade]$. Esta é a equação mais utilizada, podendo ser justificado pela frequente citação e utilização dessa fórmula em livros [29-31] e artigos [32,33] relacionados à fisiologia do exercício e em programas de condicionamento físico. Como já visto, essa equação tem sido questionada, especialmente quando se trata de um exercício em bicicleta fato observado no presente estudo.

Alguns resultados sugerem que a equação $[FCM = 220 - idade]$ superestima a FCM em relação à FCM_{obt} nos testes máximos em ambos os gêneros [8,9,13,34]. No presente estudo ocorreu essa superestimação em ambos os protocolos, tanto para homens quanto para mulheres. Assim como evidenciado anteriormente, diversas pesquisas apresentam resultados semelhantes aos do presente estudo. Em corredores de fundo do sexo masculino com idade média de 25 anos, essa equação foi a que mais se distanciou da FCM_{obt} em TE, sobretudo em faixas etárias menores [35]. Em estudo envolvendo idosas brasileiras [10] e 132 indivíduos de ambos os sexos com média de idade de 45 anos [36], a fórmula de $[FCM = 220 - idade]$ superestimou a FCM_{obt} .

Nos estudos de Barbosa *et al.* e Mesquita *et al.* [37-38], não se observou significância ($p < 0,05$) entre as fórmulas estudadas e os dados obtidos. A fórmula $[FCM = 220 - idade]$ foi a que apresentou maior tendência em superestimar os valores de referência. Entretanto, esta fórmula apresentou boa correlação com a FCM_{obt} em indivíduos de ambos os sexos com idade entre 12 e 69 anos [39]. Contudo, em vários estudos não se recomenda o uso da equação $[FCM = 220 - idade]$ como meio para o cálculo da FCM, já que esta fórmula apresenta um erro-padrão de 10 a 12 bpm podendo ocorrer erros graves na prescrição do exercício ou na interpretação de um TE [40].

Quando se analisa a FCM nos dois testes máximos (Tabelas I e II), percebe-se que nos homens a forma do protocolo utilizado influenciou na FCM_{obt} no protocolo de Storrer Davis e Caiozo [14] os valores da FCM foram significativamente mais elevados, já que o aumento da carga neste teste ocorre a cada minuto. Esse comportamento influenciou na reprodutibilidade da FCM nos testes máximos, o que pode ser observado pelo valor baixo da correlação ($r = 0,25$). Já nas mulheres foi encontrada correlação de $r = 0,60$, sem diferenças significativas entre as FCM nos dois protocolos.

É importante destacar que as recomendações de emprego das equações indicadas nesse estudo para exercício em cicloergometria são específicas para o perfil amostral avaliado de jovens em idade universitária aparentemente saudável. Tendo em vista que a FCM apresenta uma resposta exponencial e não linear com o fator idade [10], é muito provável que para grupos com maior faixa etária sejam recomendadas outras

equações, o que abre novos horizontes de investigação. Como a capacidade física no exercício de bicicleta é influenciada pela fadiga muscular localizada, é esperado que ciclistas e triatletas tenham FCM diferentes aos obtidos no presente grupo, sugerindo o emprego de outras equações.

Conclusão

Nas mulheres, a FCM_{obt} independentemente da forma de progressão de carga do protocolo de cicloergômetro máximo. Contudo, houve influência na validade das fórmulas estudada: no protocolo de Storrer *et al.* recomenda-se o emprego da equação proposta por Fernahl *et al.* $[FCM = 189 - 0,56 * idade]$; e no protocolo de Balke, a equação mais adequada foi a proposta por Jones *et al.* $FCM = [202 - 0,72 * idade]$.

Nos homens, a forma de progressão de carga interfere na FCM_{obt} de forma que a progressão a cada minuto impõe um maior registro de FC. Houve diferença significativa entre os protocolos máximos. Quando do emprego do protocolo de Storrer *et al.* recomenda-se o emprego da equação proposta por Jones *et al.* $[FCM = 202 - 0,72 * idade]$. Por outro lado, quando empregado o teste de Balke [15], a equação mais apropriada será a de Fernahl *et al.* $[FCM = 189 - 0,56 * idade]$.

Agradecimentos

Apoio: CAPES

Referências

1. Borresen J, Lambert MI. The quantification of training load, the training response and the effect on performance. *Sports Med* 2009;39(9):779-95.
2. Cerqueira M, Tucher G, Marins J. Comparação dos testes de campo de 2400 metros de Cooper e 3200 de Weltman em homens saudáveis. *Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício* 2009;8(4):181-6.
3. American College of Sports Medicine. Diretrizes da ACSM para testes de esforço e sua prescrição. 6ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2011.
4. Howley EDB, Welch H. Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. *Med Sci Sports Exerc* 1995;27(9):1292-301.
5. Maranhão Neto GAD, Farinatti PTV. Equações de predição da aptidão cardiorrespiratória sem testes de exercício e sua aplicabilidade em estudos epidemiológicos: revisão descritiva e análise dos estudos. *Rev Bras Med Esporte* 2003;9(5):304-14.
6. Robergs RA, Landwehr R. The Surprising history of the "HRmax=220-age" equation. *JEPonline* 2003;5(2):1-10.
7. Policarpo FB, Fernandes Filho J. Usar ou não a equação de estimativa "220 - idade?". *Rev Bras Cienc Mov* 2004;12(3):77-9.
8. Marins JCB, Nogueira SL, Rodrigues WD, Figueiredo P. Comparação da frequência cardíaca máxima (FCM) calculada por 21 equações e FCM obtida em natação estilo livre. *Revista Mineira de Educação Física* 2003;11:139-48.

9. Scolfaro LB, Marins JCB, Regazzi AJ. Estudo comparativo da frequência cardíaca máxima em três modalidades cíclicas. *Revista APEF* 1998;13(1):44-54.
10. Silva VAP, Bottaro M, Justino M, Ribeiro M, Lima R, Oliveira R. Frequência cardíaca máxima em idosas Brasileiras: uma comparação entre valores medidos e previstos. *Arq Bras Cardiol* 2007;88(3):314-20.
11. Milano GE, Leite N. Comparação das variáveis cardiorrespiratórias de adolescentes obesos e não-obesos em esteira e bicicleta ergométrica. *Rev Bras Med Esporte* 2009;15(4):251-4.
12. Araújo CGS, Pinto VLM. Frequência cardíaca máxima em testes de exercícios em esteira rolante e em cicloergômetro de membros inferiores. *Arq Bras Cardiol* 2005;85(1):45-50.
13. Marins JCB, Fernandez MD. Empleo de ecuaciones para predecir la frecuencia cardíaca máxima en carrera para jóvenes deportistas. *Arch Med Deporte* 2007;24(118):112-20.
14. Storrer T, Davis J, Caiozo V. Accurate prediction of VO₂max in cycle ergometry. *Med Sci Sports Exerc* 1990;22(5):704-2.
15. Marins JCB, Giannichi RS. Avaliação e prescrição de atividade física: Guia Prático. 3a ed. Rio de Janeiro: Shape; 2003.
16. Shepard RJ. Canadian home fitness test and exercise screening alternatives. *Sports Medicine* 1988;5:185-95.
17. Mcardle WD, Katch FI, Katch VL. Fundamentos de Fisiologia do Exercício. 6a ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2008.
18. Marins JCB. Avaliação cardiorrespiratória aplicada ao ciclismo "indoor". In: Luiz Antônio Domingues Filho (Org). *Ciclismo indoor: guia teórico prático* 2005. Jundiaí: Fontoura; 2005. p.45-71.
19. Ricard R, Leger L, Massicotte D. Validity of the "220-age formula" to predict maximal heart rate. *Med Sci Sports Exerc* 1990;22(2):S96.
20. 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.
21. Jones N, Makrides L, Hitchcock C, Chypchar T, McCartney N. Normal standards for an incremental progressive cycle ergometer test. *Am Rev Respir Dis* 1985;131(5):700-8.
22. Astrand PO, Bergh V, Kilbom A. A 33-yr follow-up of peak oxygen uptake and related variables of former physical education students. *Appl Physiol* 1997;82(6):1844-52.
23. Fernahl B, Mccubbin J, 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.
24. Karvonen JJ, Kentala E, Mustala OT. The effects of training on heart rate: a "longitudinal" study. *Ann Med Exp Biol Fenn* 1957;35(3):307-15.
25. Marins JCB, Delgado F, Fernandez-Castany B. Frecuencia cardíaca máxima em jóvenes sometidos a ejercicio em cicloergómetro. In: XII Congreso Nacional de la Federación Española de Medicina del Deporte Sevilla Arch Med Deporte Pamplona: FEMEDE 2007;24:377.
26. Robergs RA, Landwehr R. The surprising history of the H_{max} = "220-age" equation. *J Exerc Physiol* 2002;5(2):1-10.
27. Marins JCB, Silva CD, Braga MO, Cerqueira MC, Bandeira FC. Frecuencia cardíaca máxima obtenida y predicha: estudio retrospectivo en brasileños. *Rev Andal Med Deporte* 2010;3(4):146-52.
28. 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.
29. McArdle WD, Katch FI, Katch VL. Fundamentos de fisiologia do exercício. 6a ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2008.
30. Powers S, Howley E. Fisiologia do exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho. São Paulo: Manole; 2000.
31. Wilmore J, Costill D. Fisiologia do esporte e do exercício. 2a ed. São Paulo: Manole; 2001.
32. 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.
33. Zavorsky GS. Evidence and possible mechanisms of altered maximum heart rate with endurance training and tapering. *Sports Med* 2000;29(1):13-26.
34. Johson J, Prins A. Prediction of maximal heart rate during a sub-maximal work test. *J Sports Med Phys Fitness* 1991;31(1):44-7.
35. Branco FCVJM, Lima JRP. Heart rate in prescription of train to long distance runners. *Rev Bras Cienc Mov* 2004;12(2):75-9.
36. Gellish RL, Goslin BR, Olson RE, McDonald A, Russi GD, Moudoil VK. Longitudinal modeling of the relationship between age and maximal heart rate. *Med Sci Sports Exerc* 2007;39(5):822-9.
37. Barbosa FP, Oliveira HB, Fernandes PRJFF. Estudo comparativo de equações de estimativa da frequência cardíaca máxima. *Fit Perf J* 2004;3(2):108-14.
38. Mesquita A, Trabulo M, Mendes M, Viana JF, R. S-G. The maximum heart rate in the exercise test: 220 - age formula or Sheffield's table? *Rev Port Cardiol* 1996;15(2):139-44.
39. Camarda SRA, Tebexreni AS, Pafaro CN, Sasai FB, Tombeiro VL, Juliano YY, et al. Comparação da frequência cardíaca máxima medida com as fórmulas de predição propostas por karvonen e Tanaka. *Arq Bras Cardiol* 2008;91(5):311-4.
40. Chaitman BR. Teste de esforço. In: Braunwald E. *Tratado de medicina cardiovascular*. 6a ed. São Paulo: Roca; 2003. p.134.