

COMPORTAMENTO DA FREQUÊNCIA CARDÍACA MÁXIMA EM EXERCÍCIO NO REMOERGÔMETRO

MAXIMUM HEART RATE BEHAVIOR IN ROWING ERGOMETER EXERCISE

RESUMO

Jaíza Aparecida Dias Silva¹
Alisson Gomes da Silva²
Fabrícia Geralda Ferreira²
João Carlos Bouzas Marins¹

1. Universidade Federal de Viçosa,
Viçosa, MG, Brasil.
2. Escola Preparatória de Cadetes do
Ar – Epcar, Barbacena, MG, Brasil.

Correspondência:
Avenida PH Rolfs s/n Campus
Universitário – Universidade Federal
de Viçosa. CEP: 36570-000 Viçosa-
MG, Brasil. fagefe@yahoo.com.br

Introdução: A utilização da frequência cardíaca máxima (FCM) para controle de carga de trabalho é uma prática comum no meio esportivo. **Objetivos:** Estabelecer equações de estimativa da FCM específicas por sexo em remoergômetro e comparar os valores obtidos entre homens e mulheres. **Métodos:** Foram avaliados 56 indivíduos saudáveis (23 homens e 23 mulheres). Todos os indivíduos foram submetidos a uma avaliação dividida em quatro etapas: avaliação diagnóstica, medidas antropométricas, familiarização com o remoergômetro e realização do teste de 2000 metros. Utilizou-se o teste *t* de Student não pareado para comparar a FCM entre homens e mulheres e a análise de regressão para estabelecer as equações de estimativa. **Resultados:** As mulheres apresentaram valores de FCM significativamente maiores ($p < 0,05$) em comparação com os homens ($189,8 \pm 7,4$ vs. $187,9 \pm 5,7$). As equações geradas foram, respectivamente, para mulheres e homens: $y = -1,2967x + 220,93$ e $y = -0,7473x + 205,86$. **Conclusão:** É necessário gerar equações de estimativa da FCM específicas por sexo para o exercício em remoergômetro, uma vez que homens e mulheres apresentam diferentes valores de FCM.

Descritores: Exercício, Teste de esforço, Sistema cardiovascular.

ABSTRACT

Introduction: The use of maximum heart rate (MHR) to control workload is a common practice in sports. **Objective:** To establish gender-specific MHR estimation equations in the rowing ergometer, and to compare the values obtained between men and women. **Methods:** Fifty-six healthy individuals were evaluated (23 men and 23 women). All the subjects were submitted to an evaluation divided into four stages: diagnostic evaluation, anthropometric measurements, familiarization to the rowing ergometer, and the performing of a 2000-meter test. The unpaired Student's *t*-Test was used to compare the MHR between men and women, and regression analysis was used to establish the estimation equations. **Results:** Women presented significantly ($p < 0.05$) higher MHR values than men (189.8 ± 7.4 vs. 187.9 ± 5.7). The equations generated were, for women and men respectively: $y = -1.2967x + 220.93$ and $y = -0.7473x + 205.86$. **Conclusion:** It is necessary to generate gender-specific MHR estimation equations for the rowing ergometer exercise, as men and women present different MHR values.

Descriptors: Exercise, Exercise test, Cardiovascular system.

INTRODUÇÃO

A frequência cardíaca máxima (FCM) é uma importante variável fisiológica para quantificação do esforço durante um teste, especialmente quando se avalia a capacidade cardiorrespiratória máxima (VO_{2max}).¹ Além disso, é um parâmetro que auxilia no planejamento da atividade física, propiciando o cálculo do gasto energético² e estabelecimento de diagnósticos clínicos.³ Assim, o emprego de equações para estimar a FCM torna-se um procedimento habitual no meio esportivo^{4,5}, pois auxilia no cálculo da intensidade para a prescrição de exercícios, sem a necessidade de submeter o indivíduo a um esforço máximo.⁶

Apesar da existência de uma variedade de equações para estimativa da FCM a sua maioria foi desenvolvida em exercício de corrida, ou ciclismo.^{6,7} Após busca efetuada nas principais bases de dados (*Scientific Electronic Library Online*, Literatura Internacional em Ciências da Saúde, e *National Library of Medicine*) identificou-se ausência de estudos que derivassem uma equação para estimar a FCM para exercício em remoergômetro.

Ressalta-se que a FCM quando estimada por meio de equações de maneira inadequada pode gerar imprecisão no cálculo das cargas de trabalho, sendo que ela varia conforme o tipo de exercício realizado.^{8,9} Devido à natureza

própria de movimentação simultânea de membros superiores e inferiores no exercício em remoergômetro pode ocorrer influência na resposta da FCM diferente do que ocorre no exercício de corrida. Desta forma, é necessário verificar as características do exercício realizado e os possíveis fatores influenciadores da FCM, já que o emprego de equações inválidas podem produzir erros de estimativa.¹⁰

Ultimamente centros de condicionamento físico têm empregado remoergômetro como mais uma alternativa para o treinamento, necessitando que sejam desenvolvidas equações para este tipo de exercício físico, uma vez que a proporção de massa corporal envolvida e a sua posição durante a atividade no remoergômetro diferencia-se do que é utilizado na corrida e no ciclismo.⁸ Equação específica para modalidade fornecerá mais segurança na elaboração da zona alvo de treino.

Assim, objetivou-se estabelecer equações de estimativa da FCM específicas para o exercício em remoergômetro estratificada por sexo e comparar a FCM obtida entre homens e mulheres no teste de 2000 metros (T_{2000m}) no remoergômetro.

METODOLOGIA

Amostra

Participaram deste estudo 56 voluntários, sendo 23 homens e 23 mulheres com idade entre 18 e 30 anos. Inicialmente foi informada a dinâmica do estudo, objetivos e procedimentos empregados, e solicitado a leitura e posterior assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) pelos voluntários que concordaram em participar do estudo. Este foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa (protocolo nº 782.177).

Etapas do estudo

Todos os indivíduos participantes do estudo foram submetidos a uma avaliação dividida em quatro etapas:

1ª ETAPA- Avaliação diagnóstica dos voluntários

Os voluntários preencheram o *Physical Activity Readiness Questionnaire* – PARq, tabela de risco coronariano, além de uma anamnese estando estes questionários disponíveis no software Avaesporte® (Esportes Sistemas, MG, Viçosa). Foram considerados aptos para participar do estudo aqueles classificados como “aparentemente saudáveis” e “fisicamente ativos” que realizavam sessões de treinamento físico regulares por, no mínimo, 3 vezes por semana nos últimos 4 meses.¹¹

2ª ETAPA - Registros antropométricos

Foi mensurada a massa corporal (kg) (Filizola®, ID-M 150/4, São Paulo, Brasil), estatura (cm) (Sanny®, Standard, São Bernardo do Campo, Brasil), e dobras cutâneas (mm) com a utilização de adipômetro científico (Cescorf®, Top Tec, Porto Alegre, Brasil). Para o cálculo a densidade corporal empregou-se a equação de 3 dobras cutâneas de Jackson e Pollock¹², sendo o percentual de gordura estimado pela equação de Siri¹³. O registro e processamento dos dados foram realizados no Software Avaesporte® (Esportes Sistemas, MG, Brasil). As medições foram realizadas em triplicata, adotando-se a média dos valores. Os dados foram coletados por um único avaliador, treinado especificamente para essa tarefa.

3ª ETAPA - Familiarização e adaptação ao remoergômetro

Tendo em vista que o exercício em remoergômetro representa uma habilidade motora complexa¹⁴, os voluntários foram familiarizados ao ergômetro (Model Air Rower, Matrix Fitness Systems®) com duas sessões de exercício, com duração de 15 minutos, em dias diferentes. Os indivíduos realizaram uma simulação do T_{2000m} , no qual deveria remar 2000 metros, teste considerado de familiarização, seguindo orientação de Gee et al.¹⁵ A dinâmica de movimento no exercício de remoergômetro que inclui a participação de membros superiores e inferiores.

4ª ETAPA- Realização do teste de 2000 metros no remoergômetro

Depois de um intervalo máximo de sete dias foi realizado o T_{2000m} , considerado padrão ouro na modalidade, devendo os avaliados completarem esta distância de maneira contínua no menor tempo possível¹⁵. O teste foi antecedido por um aquecimento leve de 5 minutos.

A frequência cardíaca foi monitorada a cada 5 segundos utilizando o monitor cardíaco (TEAM2PRO®, Polar®, Finlândia). Os dados foram transmitidos para um computador pessoal e organizados pelo programa POLAR TEAM2®.

Os voluntários informaram sua percepção subjetiva de esforço (IPE) durante o trabalho realizado por meio da escala de BORG.¹⁶

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram analisados utilizando o programa estatístico SPSS versão 20.0, adotando um nível de significância de $p < 0,05$. Após verificação da normalidade dos dados, por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov, foi utilizado o teste *t* de Student não pareado para comparação da FCM entre os sexos. Para o estabelecimento da equação de estimativa da FCM utilizou-se a regressão múltipla.

RESULTADOS

Ambos os voluntários eram eutróficos (Tabela 1) e houve diferença ($p < 0,05$) na FCM obtida entre homens e mulheres no teste T_{2000m} (Tabela 2). Valores individuais da FCM e a curva de regressão que gerou as equações para FCM são apresentadas nas Figuras 1A e 1B.

A Figura 1A e 1B apresentam os valores individuais de FCM obtidos, além da curva de regressão que gerou as equações específicas da FCM.

DISCUSSÃO

Homens e mulheres apresentaram respostas diferenciadas de FCM ao T_{2000m} em remoergômetro, sugerindo a necessidade de se gerar equações específicas por sexo nesta modalidade de exercício. Podemos atribuir a diferença encontrada à

Tabela 1. Características antropométricos dos voluntários.

	Massa corporal (kg)	Estatura (cm)	IMC (kg/m ²)	% de Gordura
Mulheres	58,5±5,9	157±7,4	23,7±2,3	25,1±6,2
Homens	80,5±8,2	179,6±5,4	24,5±2,5	16,9±3,2

Dados apresentados em média e desvio padrão. IMC= Índice de massa corporal; %= percentual.

Tabela 2. Frequência cardíaca máxima obtida no T_{2000m} e equações de estimativa da frequência máxima no remoergômetro.

	FCM (bpm)	IPE (6-20)	Equação de estimativa da FCM	R ²
Mulheres	189,8 ± 7,4*	19,57±0,63	$y = -1,2967x + 220,93$	0,4048
Homens	187,9 ± 5,7	18,53±0,64	$y = -0,7473x + 205,86$	0,22 64
Total	188,8 ± 6,8	19,05±0,82	$y = -1,022x + 213,39$	0,3096

Dados apresentados em média e desvio padrão. * = diferença significativa entre homens e mulheres considerando $p < 0,05$; FCM= frequência cardíaca máxima; bpm = batimentos por minuto; IPE= percepção subjetiva de esforço; x = idade em anos.

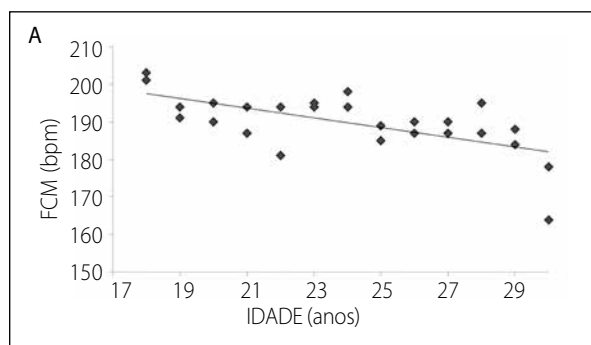


Figura 1A. Curva de regressão dos valores de FCM de mulheres

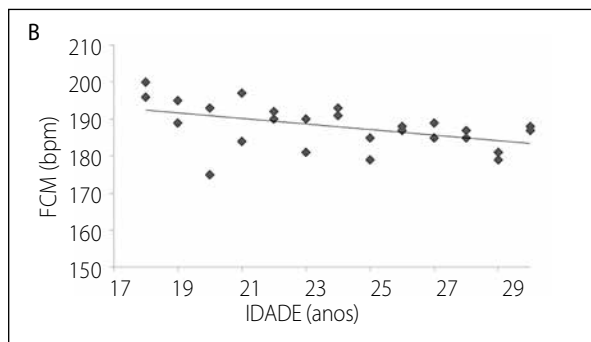


Figura 1B. Curva de regressão dos valores de FCM de homens.

quantidade de massa muscular envolvida, tamanho e espessura dos seguimentos corporais¹⁷ que são distintos entre os sexos, podendo assim influenciar na resposta do coração em condições de exercício.

Estudo anteriormente desenvolvido em esteira¹⁸ também indicou diferença nos valores de FCM entre os sexos demonstrando que é necessário estabelecer equações específicas para os sexos em diferentes modalidades. No que se refere ao exercício de remoergômetro, identificar a resposta da frequência cardíaca entre os sexos pode contribuir para reduzir erros na prescrição, evitando superestimação ou subestimação da zona de trabalho, aumentando a segurança do técnico ou preparador físico durante a sessão de treino.

As mulheres apresentaram valores de FCM superiores aos homens, e esse fenômeno se reproduziu tanto na totalidade da amostra quanto na estratificação por idade. Esta condição também foi observada por Zavorsky¹⁷ que sugeriu que diferenças físicas e fisiológicas podem contribuir para uma discordância nos valores de FCM. Outros fatores como, tamanho e espessura das cavidades do coração e fatores hormonais podem também contribuir com a diferença entre os sexos.

O exercício em remoergômetro representa uma atividade que demanda ativação da maioria dos músculos do corpo¹⁹, proporciona um padrão mecânico envolvendo tanto membros inferiores como superiores. Esta diferente dinâmica gera uma maior demanda cardiovascular²⁰, refletindo a quantidade de trabalho que o coração é submetido de modo a responder as exigências impostas pelo envolvimento do corpo durante a atividade. Assim, o estabelecimento de equações específicas para a atividade no remoergômetro é necessária.

Como nosso estudo é pioneiro no estabelecimento de equações para prever a FCM em teste de 2000 metros no remoergômetro fica impossibilitada a comparação de nossos dados com estudos semelhantes. Sugerimos que estudos futuros trabalhem com faixas etárias diferentes da empregada, assim como com indivíduos com diferentes experiências com a modalidade para aumentar a gama de informações a cerca da temática.

Destacamos que o nosso estudo possui limitações como ter sido desenvolvido com indivíduos inexperientes em remoergômetro o que pode ter ocasionado um maior gasto energético pela dificuldade em manter a mecânica correta dos movimentos. Para minimizar essa limitação os voluntários foram adaptados ao remoergômetro em duas sessões de atividade. Outra limitação é o número de avaliados empregados, o que pode dificultar a extrapolação dos dados. Como este é o primeiro estudo a ser desenvolvido com esta temática ele pode servir de base para pesquisas futuras.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que homens e mulheres apresentaram diferentes valores de FCM no T_{2000m} em remoergômetro, com as mulheres apresentando valores superiores. Geramos as equações $y = -0,7473x + 205,86$ e $y = -1,2967x + 220,93$ respectivamente para estimar a FCM de homens e mulheres, necessitando que as mesmas sejam utilizadas entre diferentes praticantes de exercício no remoergômetro e comparada sua capacidade preditiva da FCM sem necessidade de realização de um teste máximo.

CONFLITOS DE INTERESSE

Os autores declaram não possuir conflitos de interesse na realização deste trabalho.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES: Cada autor contribuiu individual e significativamente para o desenvolvimento do manuscrito. JADS, AGS e JCBM foram os principais contribuintes na concepção e desenho da pesquisa. JADS e AGS obtiveram os dados e realizaram as análises estatísticas. JADS, AGS e FGF realizaram pesquisa bibliográfica, a interpretação dos dados e realizaram a redação do manuscrito. JADS, AGS e FGF e JCBM, realizaram revisão crítica e provaram a versão final do manuscrito.

REFERÊNCIAS

1. Rossi J, Piponnier E, Vincent L, Samozino P, Messonnier L. Influence of Ergometer Design on Physiological Responses during Rowing. *Int J Sports Med*. 2015 24;36(11):947–51
2. Montgomery PG, Green DJ, Etxebarria N, Pyne DB, Saunders PU, Minahan CL. Validation of Heart Rate Monitor-Based Predictions of Oxygen Uptake and Energy Expenditure. *J Strength Cond Res*. 2009;23(5):1489–95.
3. Zhu N, Suarez-Lopez Jr, Sidney S, Sternfeld B, Schreiner Pj, Carnethon M, et al. Longitudinal Examination of Age-Predicted Symptom-Limited Exercise Maximum HR. *Med Sci Sport Exerc*. 2010;42(8):1519–27.
4. Cunha F, Midgley A, Monteiro W, Farinatti P Influence of Cardiopulmonary Exercise Testing Protocol and Resting VO₂ Assessment on %HR max, %HRR, %VO₂max and %VO₂R Relationships. *Int J Sports Med*. 2010;31(5):319–26.
5. Pereira JC, Marins JCB. Maximum heart rate obtained and calculated in maximum cycloergometer tests. *Rev Bras Fisiol do Exerc*. 2012;11(2):67–72.
6. Marins JCB, Marins NMO, Fernández MD. Aplicaciones de la frecuencia cardiaca máxima en la evaluación y prescripción de ejercicio. *Apunt Med l'Esport*. 2010;45(168):251–8.
7. Marins JCB, Fernández MD, Peinado PJB. Precision de las ecuaciones para estimar la frecuencia cardiaca maxima en cicloergometro. *Arch Med del Deport*. 2013;30(153):14–20.
8. Yoshiga C, Higuchi M. Heart rate is lower during ergometer rowing than during treadmill running. *Eur J Appl Physiol*. 2002 ;87(2):97–100.
9. Edwards AM, Lander PJ. Physiological responses to self-paced exercise: effort-matched comparisons across running and rowing modalities. *J Sports Med Phys Fitness*. 2012;52(4):344–50.
10. Silva DS, Silva CD, Marques, Mariza Chartune Teixeira Ferreira SA, Carneiro-Junior MA, Marins JCB. Maximum heart rate obtained and predictive: retrospective study. *Rev da Soc Cardiol do Estado São Paulo*. 2012;22(2,supl.A):2–7.
11. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee I-M, et al. Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory, Musculoskeletal, and Neuromotor Fitness in Apparently Healthy Adults. *Med Sci Sport Exerc*. 2011;43(7):1334–59.
12. Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. *Br J Nutr*. 1978;40(3):497–504.
13. Siri WE. The gross composition of the body. *Adv Biol Med Phys*. 1956;4:239–80.
14. Černe T, Kamnik R, Vesnicher B, Žganec Gros J, Muniš M. Differences between elite, junior and non-rowers in kinematic and kinetic parameters during ergometer rowing. *Hum Mov Sci*. 2013;32(4):691–707.
15. Gee TI, French DN, Gibbon KC, Thompson KG. Consistency of pacing and metabolic responses during 2000-m rowing ergometry. *Int J Sports Physiol Perform*. 2013;8(1):70–6.
16. Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc*. 1982;14(5):377–81.
17. Zavorsky GS. Evidence and possible mechanisms of altered maximum heart rate with endurance training and tapering. *Sports Med*. 2000;29(1):13–26.
18. Sydó N, Abdelmoneim SS, Mulvagh SL, Merkely B, Gulati M, Allison TG. Relationship Between Exercise Heart Rate and Age in Men vs. Women. *Mayo Clin Proc*. 2014;89(12):1664–72.
19. Egan B, Ashley DT, Kennedy E, O'Connor PL, O'Gorman DJ. Higher rate of fat oxidation during rowing compared with cycling ergometer exercise across a range of exercise intensities. *Scand J Med Sci Sports*. 2016;26(6):630–7.
20. Ingham RJ, Grafton ST, Bothe AK, Ingham JC. Brain activity in adults who stutter: Similarities across speaking tasks and correlations with stuttering frequency and speaking rate. *Brain Lang*. 2012;122(1):11–24.