

ANÁLISE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA EM REPOUSO REGISTRADA PRÉ-TESTE DE EXERCÍCIO MÁXIMO

ANALYSIS OF RESTING HEART RATE RECORDED BEFORE A MAXIMAL EXERCISE TEST

André Luiz Teixeira^{a*}, Eveline Moreira Moraes^{b**}, Hugo Barbosa Alves^{c**},
Jorge Roberto Perrout de Lima^{d***}

^aandre_teixeira@ymail.com, ^bmoraeseveline@gmail.com, ^calveshn@gmail.com, ^djperrout@faefid.ufjf.br

*Faculdade de Ciências Médicas e da Saúde de Juiz de Fora – Juiz de Fora (MG), Brasil.

**Universidade Federal do Rio de Janeiro – Rio de Janeiro (RJ), Brasil.

***Universidade Federal de Juiz de Fora – Juiz de Fora (MG), Brasil.

Data de recebimento do artigo: 25/09/2014

Data de aceite do artigo: 28/01/2015

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi verificar a validade do valor registrado para frequência cardíaca em repouso (FCr) registrada imediatamente antes de um teste de exercício máximo. Por conveniência, 23 universitárias (21,8±2,8 anos; 57,9±10,2 kg; 163,6±5,5 cm) saudáveis e com experiência prévia no teste fizeram parte da amostra. Todas realizaram duas visitas ao laboratório de forma aleatória, uma delas apenas para registrar a FCr (sessão controle - CON), e na outra visita, além da FCr, foi realizado um teste de exercício máximo (sessão experimental - EXP), em esteira rolante, sob o protocolo de Bruce. Aplicou-se, então, o teste *t* de Student para dados pareados com nível de significância de $p < 0,05$. Os resultados demonstraram diferenças significativas nos valores de FCr entre as sessões CON (68,2±7,5 bpm) e EXP (71,9±7,8 bpm) ($p = 0,003$), com aumento médio de 4 bpm, variando entre -7 a 17 bpm. Com isso, podemos concluir que os valores de FCr sofrem alterações quando registrados pré-testes de exercício máximo em jovens universitárias.

Palavras-chave: Frequência cardíaca; exercício; sistema nervoso autônomo.

ABSTRACT

This study aimed to verify the validity of the value for resting heart rate (RHR) recorded immediately before a maximal exercise test. For convenience, 23 university women (21.8±2.8 years, 57.9±10.2 kg, 163.6±5.5 cm) healthy and with previous experience in this test were enrolled. All subjects performed randomly two visits to the laboratory, one only to record the RHR and another followed to a test of maximal effort, using the treadmill Bruce protocol. It was applied the Student *t*-test for paired data with significance level of $p < 0.05$. The results showed significant differences in RHR values between the control day (68.2±7.5 bpm) and pretest day (71.9±7.8 bpm) ($p = 0.003$) with an average increase of 4 bpm, ranging from -7 to 17 bpm. Then, we conclude that the values of RHR unchanged when recorded before a maximal exercise test in young university women students.

Keywords: Heart rate; exercise; autonomic nervous system.

Introdução

A frequência cardíaca (FC) é modulada pelo sistema nervoso autônomo por meio dos ramos simpático e parassimpático, sobre a autorritmicidade do nódulo sinusal^{1,2}. Em repouso, há predominância da via parassimpática, fazendo com que a FC mantenha-se em valores mais baixos. No transiente inicial do exercício, a FC aumenta principalmente por uma retirada vagal (parassimpática), e com o posterior incremento da intensidade do exercício ela aumenta, devido a um aumento da atividade nervosa simpática^{1,2}. Pela facilidade de mensuração e pelo fato da FC aumentar linearmente com o aumento da intensidade do exercício³, ela se torna um dos instrumentos mais utilizados para a prescrição e o controle da sessão de exercício físico, principalmente de cunho aeróbio.

A FC em repouso (FCr) é utilizada na avaliação da condição funcional do indivíduo, sendo um preditor de mortalidade por eventos cardiovasculares e todas as suas causas^{4,5}. Em geral, baixos valores para FCr refletem boa condição da função cardiovascular. Além disso, seus valores determinam faixas de intensidade de treinamento, de acordo com modelos já estabelecidos⁶.

Parece que fatores extrínsecos podem gerar modificação no controle autônomo cardíaco. Tanaka e Sekiya⁷ verificaram em jogadores de golfe, tanto novatos quanto experientes, que a presença de público e uma recompensa monetária, além de modificarem o padrão de movimento, aumentaram a FC em cerca de 10 bpm. Em estudo clássico, McArdle et al.⁸ demonstraram a influência do comando central sobre a FC no início do exercício. Nesse estudo, a FC aumentava em relação aos valores de repouso antes de o exercício sequer ter começado. Tal fenômeno é conhecido como resposta antecipatória da FC^{9,10}.

Nas avaliações funcionais em que se aplicam testes de exercício máximo, feitas em laboratório, é usual a medida prévia da FCr. Hipotetiza-se que uma resposta antecipatória desencadeada pela realização do teste possa alterar os valores de FCr. Com isso, o objetivo do presente estudo foi verificar a validade do valor registrado para FCr, imediatamente antes de um teste de exercício máximo.

Materiais e métodos

Amostra

Por conveniência, a amostra foi constituída por 23 universitárias, com idades entre 18 e 30 anos. Foram excluídas aquelas que apresentaram alguma limitação osteomioarticular e/ou responderam positivamente a alguma

questão do *Physical Activity Readiness Questionnaire* (PAR-Q)¹¹ [Questionário de preparação a atividades físicas]. Como critério de inclusão, todas deveriam ter realizado, pelo menos uma vez, o teste para análise da capacidade aeróbia máxima na esteira rolante, sob o protocolo de Bruce.

Inicialmente, todas as participantes foram esclarecidas e orientadas sobre a participação no estudo: seus procedimentos, o caráter não-invasivo e possíveis riscos e desconfortos. Após concordarem em participar da pesquisa, assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, que atende a resolução nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. A presente pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisas da Santa Casa de Misericórdia de Juiz de Fora (036/11).

Antropometria

Para a caracterização da amostra, na primeira visita, foram coletados os valores antropométricos de massa corporal e estatura, possibilitando assim o cálculo do índice de massa corporal (IMC). A densidade corporal foi estimada através da equação de Jackson et al.¹², e na conversão para percentual de gordura utilizou-se a fórmula de Siri¹³.

Procedimentos experimentais

As voluntárias realizaram duas visitas ao laboratório, de forma aleatória. Na sessão controle (CON), foi registrada apenas a FCr, e na sessão experimental (EXP), após o registro da FCr, foi realizado o teste para análise da capacidade aeróbia máxima. Cada voluntária era avisada previamente sobre o dia em que seria realizado o teste.

O teste de exercício foi realizado sob o protocolo de Bruce, de acordo com as normativas da Sociedade Brasileira de Cardiologia (SBC)¹⁴, na qual a participante deveria percorrer a maior distância possível até a exaustão voluntária.

Para o registro da FCr, cada voluntária permaneceu em repouso, de decúbito dorsal, durante 10 minutos, sendo considerado o menor valor registrado por um cardiofrequencímetro Polar® modelo FS2. O mesmo procedimento de análise da FCr foi realizado nas duas visitas.

Todas foram orientadas a se alimentarem com, no máximo, duas horas de antecedência aos testes, não realizarem atividade física vigorosa nas 24 horas anteriores e a não ingerirem estimulantes cardiovasculares, como bebidas alcoólicas ou cafeinadas, chocolates, refrigerantes, energéticos, entre outros. O horário das avaliações foi padronizado para cada participante, afastando-se das

primeiras e últimas horas do dia, evitando potencial influência do ciclo circadiano nas medidas¹⁵.

Análise estatística

Inicialmente, foi realizado o teste de normalidade através do teste de Shapiro-Wilk, e homoscedasticidade pelo critério de Levene. Todos os dados apresentaram distribuição normal e igualdade de variância. Para comparar os valores de FCr entre os protocolos, utilizou-se o teste t de Student para dados pareados. O nível de significância adotado foi de $p < 0,05$.

Resultados

As características descritivas da amostra estão demonstradas na Tabela 1.

Tabela 1: Características gerais da amostra (n=23).

Parâmetros	Média ± Desvio-padrão	Mínimo / Máximo
Idade (anos)	21,8±2,8	18 – 30
Massa corporal (kg)	57,9±10,2	46,7 – 92,0
Estatura (cm)	163,6±5,5	155,0 – 174,7
IMC (kg/m ²)	21,5±2,7	18,6 – 32,3
Gordura (%)	31,6±5,4	22,5 – 44,8

IMC = índice de massa corporal.

Houve diferença significativa para os valores médios de FCr entre as sessões CON e EXP (68,2±7,5 bpm vs. 71,9±7,8 bpm; $p=0,003$), sendo que o aumento médio foi de 4 bpm, com uma variação entre -7 e 17 bpm (Figura 1).

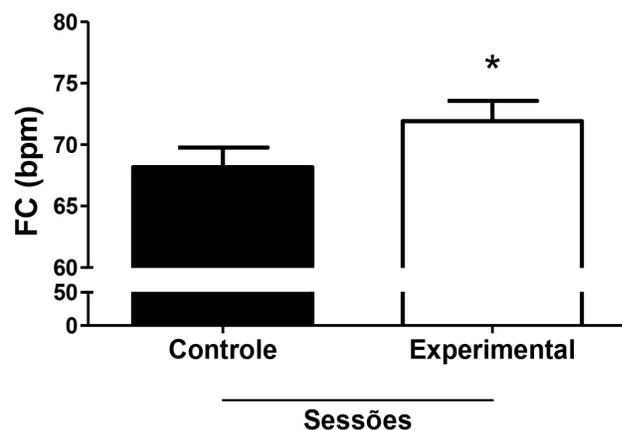


Figura 1: Valores médios da frequência cardíaca em repouso em cada sessão.

* Diferença significativa em relação à sessão controle ($p=0,003$).

Discussão

O objetivo do presente estudo foi verificar a validade do valor registrado para FCr imediatamente antes de um teste de exercício máximo. Confirmando nossa hipótese primária, os resultados demonstraram diferenças significativas para os valores de FCr, com aumento médio de 4 bpm na sessão EXP, em que o teste de exercício foi realizado após a medida de FCr, podendo variar entre -7 a 17 bpm em relação à sessão CON. Vale ressaltar que os mesmos procedimentos para registro da FCr foram realizados nas duas visitas, sendo a única diferença a realização ou não do teste de exercício após sua análise.

Esses achados corroboram os resultados de McArdle et al.⁸, em que foi verificada resposta antecipatória da FC antes da corrida, tanto em indivíduos treinados, quanto em não treinados. Nesse estudo, a magnitude do aumento da FC foi maior antes das corridas intensas, e de curta duração em comparação às corridas de resistência, demonstrando que a resposta antecipatória da FC é dependente da magnitude do esforço a ser realizado. Em estudo mais recente, Tanaka e Sekiya⁷ também verificaram aumento da FC em jogadores de golfe previamente à execução do movimento, desencadeada pela presença de público e uma recompensa monetária. Além disso, também foi verificada uma mudança no padrão do movimento.

O aumento da FC antes da realização de uma atividade física é conhecido como “resposta antecipatória da FC”^{9,10}. Os mecanismos envolvidos na fisiologia do controle cardiovascular são complexos, e envolvem a interação entre os ramos simpático e parassimpático do sistema nervoso autônomo sobre a autorritmicidade do nódulo sinusal^{2,16-25}. Parece que, por fatores psicológicos estressantes, decorrentes da atividade a ser realizada, o sistema nervoso autônomo diminui o tônus vagal cardíaco, e aumenta a atividade nervosa simpática, fazendo com que a FC eleve seus valores, mesmo na situação de repouso. Esse ajuste cardiovascular é importante, pois demonstra o envolvimento do córtex motor ao preparar o organismo para a tarefa a ser desenvolvida, o que aumenta o aporte sanguíneo para a musculatura esquelética, aumentando o suprimento de oxigênio e nutrientes necessários para contração muscular^{26,27}.

A FCr representa um importante indicador do estado de saúde, pois altos valores de FCr estão diretamente relacionados ao risco aumentado de mortalidade por eventos cardiovasculares e todas as suas causas^{4,5}. Na prática clínica, é usual a medida da FCr previamente ao teste de exercício. Nossos achados demonstram que essa medida deve ser feita de forma mais cautelosa, principalmente quando esses valores são utilizados na avaliação prognóstica da saúde cardiovascular. Também deve-se ter cautela quando os valores de FCr são utilizados

na prescrição da intensidade do treinamento aeróbio. A FCr é utilizada no cálculo da intensidade do treinamento pela reserva da FC através da fórmula⁶:

$$FCT = [(FC_{\text{máx}} - FCr) \cdot \%] + FCr$$

Na qual: FCT = frequência cardíaca de treino; FC_{máx} = frequência cardíaca máxima e % = percentual da intensidade desejada.

De acordo com a presente pesquisa, se a intensidade do treinamento for calculada pela FCr registrada antes de um teste de exercício máximo, seus valores podem ser equivocadamente calculados.

Vale ressaltar algumas limitações metodológicas do presente estudo, como o fato de a amostra ser constituída apenas por indivíduos do sexo feminino. Os testes não foram controlados em relação aos dias do ciclo menstrual, no entanto, já foi demonstrado que a FCr não é influenciada pelas diferentes fases do ciclo menstrual em jovens universitárias²⁸. Outra limitação pertinente foi a falta de controle da temperatura ambiente, que pode ter influenciado os valores de FCr. Pesquisas futuras devem ser desenvolvidas incluindo indivíduos do sexo masculino, pessoas com diferentes níveis de aptidão física, outros tipos de testes, além de indivíduos de diferentes faixas etárias, para maiores esclarecimentos sobre a resposta antecipatória da FC.

Conclusões

De acordo com os resultados obtidos, podemos concluir que o valor registrado para FCr imediatamente antes de um teste de exercício máximo é significativamente maior do que um dia controle, sendo que, na amostra estudada, a alteração média foi de 4 bpm, variando entre -7 e 17 bpm, o que pode trazer erros durante a avaliação clínica da função cardiovascular, e também durante a prescrição do exercício aeróbio.

Referências

- Almeida MB, Araújo CGS. Efeitos do treinamento aeróbio sobre a frequência cardíaca. *Rev Bras Med Esporte*. 2003;9:104-12.
- Bozett MR. 'And the beat goes on'. The cardiac conduction system: the wiring system of the heart. *Exp Physiol*. 2009;94:1035-49.
- Magder SA. The ups and downs of heart rate. *Crit Care Med*. 2012;40:239-45.
- Feldman D, Elton TS, Menachemi DM, Wexler RK. Heart rate control with adrenergic blockade: clinical outcomes in cardiovascular medicine. *Vasc Health Risk Manag*. 2010;6:387-97.
- Ahmadi-Kashani M, Kessler DJ, Day J, Bunch TJ, Stolen KQ, Brown S, et al. Heart rate predicts outcomes in an implantable cardioverter-defibrillator population. *Circulation*. 2009;120:2040-5.
- Karvonen MJ, Kentala E, Mustala O. The effects of training on heart rate. A longitudinal study. *Ann Med Exp Biol Fenn*. 1957;35:307-15.
- Tanaka Y, Sekiya H. The influence of audience and monetary reward on the putting kinematics of expert and novice golfers. *Res Q Exerc Sport*. 2010;81:416-24
- McArdle WD, Foglia GF, Patti AV. Telemetered cardiac response to selected running events. *J Appl Physiol*. 1967;23:566-70.
- Faulkner JA. Effect of cardiac conditioning on the anticipatory, exercise, and recovery heart rates of Young men. *J Sports Med Phys Fitness*. 1964;4:79-86.
- Hanson JS, Tabakin BS. Electrocardiographic telemetry in skiers. Anticipatory and recovery heart rate during competition. *N Engl J Med*. 1964;271:181-5.
- Shephard, RJ. PAR-Q. Canadian home fitness test and exercise screening alternatives. *Sports Med*. 1988;5:185-95.
- Jackson AS, Pollock ML, Ward A. Generalized equations for predicting body density of women. *Med Sci Sports Exerc*. 1980;12:175-82.
- Siri WE. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. In: Brozek J, Henschel A. *Techniques for measuring body composition*. Washington: National Academy of Science, 1961.
- Sociedade Brasileira de Cardiologia. III Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia Sobre Teste Ergométrico. *Arq Bras Cardiol*. 2010;95(sup.1):1-26.
- Lauria AA, Santos TM, Amorim PRS, Marques FAD, Lima JRP. Predição da frequência cardíaca basal em indivíduos com níveis de atividade física alto e baixo. *Rev Bras Med Esporte*. 2013;19:22-26.
- Araújo CGS, Nóbrega ACL, Castro CLB. Vagal activity: effect of age, sex and physical pattern. *Braz J Med Biol Res*. 1989;22:909-11.
- Goldberger JJ. Sympathovagal balance: how should we measure it? *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 1999;276:1273-80.
- Ricardo DR, Almeida MB, Franklin BA, Araújo CGS. Initial and final exercise heart rate transients: influence of gender, aerobic fitness, and clinical status. *Chest*. 2005;127:318-27.
- Zhong X, Hilton HJ, Gates GJ, Jelic S, Stern Y, Bartels MN, et al. Increased sympathetic and decreased parasympathetic cardiovascular modulation in normal humans with acute sleep deprivation. *J Appl Physiol*. 2005;98:2024-32.
- Martinmäki K, Rusko H, Kooistra L, Kettunen J, Saalasti S. Intraindividual validation of heart rate variability indexes to measure vagal effects on hearts. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2006;290:640-7.

21. Lauer MS. Autonomic function and prognosis. *Cleve Clin J Med.* 2009;76 (suppl.2):18-22.
22. Fisher JP, Seifert T, Hartwich D, Young CN, Secher NH, Fadel PJ. Autonomic control of heart rate by metabolically sensitive skeletal muscle afferents in humans. *J Physiol.* 2012;588:1117-27.
23. Berg T, Jensen J. Simultaneous parasympathetic and sympathetic activation reveals altered autonomic control of heart rate, vascular tension, and epinephrine release in anesthetized hypertensive rats. *Front Neur.* 2011;2:1-11.
24. Kilic A, Gulgun M, Tascilar ME, Sari, E, Yokusoglu M. Cardiac autonomic regulation is disturbed in children with euthyroid hashimoto thyroiditis. *Tohoku J Exp Med.* 2012;226:191-5.
25. Chen Z, Purdon PL, Brown EN, Barbieri R. A unified point process probabilistic framework to assess heartbeat dynamics and autonomic cardiovascular control. *Front Physiol.* 2012;3:1-14.
26. Guyton AC, Hall JE. *Textbook of medical physiology.* 12^a ed. Philadelphia (PA): Saunders, 2010.
27. Magder SA. The ups and downs of heart rate. *Crit Care Med.* 2012;40:239-45.
28. Teixeira AL, Fernandes Júnior W, Moraes EM, Alves HB, Damasceno VO, Dias MR. Effects of menstrual cycle phase on resting heart rate in healthy women. *JEPonline.* 2012;15:47-54.