



Respostas agudas da variabilidade da frequência cardíaca ao exercício

Respuestas agudas de la variabilidad de la frecuencia cardíaca en el ejercicio

*Acadêmicos do curso de Ciência da Atividade Física e do Esporte. Universidade Federal de Sergipe

**Doutor em Educação Física. Professor Adjunto do Departamento de Educação Física. Universidade Federal de Sergipe (Brasil)

Ana Paula Castro Silveira*

Brenno Santos Silva*

Marcos Bezerra de Almeida**

mb.almeida@gmail.com

Resumo

A frequência cardíaca, seja em repouso ou em exercício, é controlada em todo momento pelos ramos simpático e parassimpático do sistema nervoso autônomo. A oscilação constante decorrente da ação conjunta dos dois sistemas é denominada variabilidade da frequência cardíaca (VFC) e é aumentada em decorrência de maior atividade vagal (parassimpática) e diminuída por influência adrenérgica (simpática). A VFC tem sido estudada tanto no exercício aeróbico quanto no de força e suas respostas são dependentes de uma série de fatores.

Unitermos: Frequência cardíaca. Exercício. Variabilidade.

EFDeportes.com, Revista Digital. Buenos Aires, Año 16, N° 164, Enero de 2012. <http://www.efdeportes.com/>

1 / 1

Introdução

As diversas respostas da frequência cardíaca (FC) funcionam como ferramenta para a prescrição de exercício físico mais consciente e orientação cada vez mais eficaz, fazendo com que atletas, alunos e pacientes se exercitem de forma mais segura e de acordo com seus limites fisiológicos. Desta forma, podem ter um maior controle sobre suas cargas de treinamento aeróbico e uma melhor utilização dos métodos de treinamento de força, acarretando numa sobrecarga ideal para o coração (ALMEIDA, 2007).

Os mecanismos que controlam as respostas da FC sofrem influência dos ramos simpático e parassimpático do sistema nervoso autônomo (POWERS e HOWLEY, 2000, p. 132). Sabe-se que há uma predominância do parassimpático em repouso e com o aumento da intensidade do exercício o mesmo vai sendo inibido (ALMEIDA e ARAÚJO, 2003). No momento inicial do exercício a FC aumenta devido a um reflexo de inibição vagal, ao passo que na recuperação, parece haver uma atuação conjunta dos ramos do sistema nervoso autônomo (SNA) (IMAI et al., 1994).

Na tentativa de separar a ação dos ramos simpático e parassimpático, Ekblom et al. (1972), através do uso de atropina (bloqueio colinérgico) e de propanolol (bloqueio adrenérgico), perceberam que no pico do exercício a atropina não afetou a FC máxima. Contudo, a aplicação de propanolol na mesma situação de exercício atenuou esta resposta da FC. Dessa forma, podemos sugerir que no pico do exercício temos somente a participação do ramo simpático.

Do mesmo modo, Araújo et al. (1992) propuseram e validaram farmacologicamente o teste de exercício de 4 segundos que identifica a resposta da FC no transiente inicial do exercício dinâmico. Diferente do estudo anterior, o T4s consiste em uma pedalada máxima de 4 segundos durante uma apnéia inspiratória máxima de 12s. Através da administração de atropina, propanolol e ambos, os pesquisadores verificaram que só houve aumento significativo da FC no início do exercício com o bloqueio simpático, comprovando que nos primeiros 4 segundos de exercício a elevação da mesma se dá pela retirada vagal cardíaca. Desta forma, a atividade parassimpática ajudará a estabelecer os limites fisiológicos entre os ramos, para indivíduos de idade e sexo diferentes, e determinar se a atividade vagal será utilizada como um teste clínico.

Os ramos do SNA estão sempre atuando em conjunto e as oscilações que acontecem entre eles é chamado de variabilidade da frequência cardíaca (VFC). Almeida e Araújo (2003), em seu estudo de revisão mostraram que essa variável pode ser mensurada de várias formas e que tem sido alvo para muitos estudos por possuir uma grande relação com o risco aumentado de morte por problemas cardiovasculares.

A VFC por ser um meio não invasivo vem sendo utilizada em diversos estudos. Simões et al. (2010) ao compararem os resultados dessa variável e sua interação com o limiar de lactato sanguíneo durante um exercício resistido de incremento no leg press perceberam que a variabilidade pode ser utilizada para detectar o ponto limite de aumento da atividade simpática e dos níveis de lactato durante esse protocolo. Desta forma, foi possível identificar o ponto do limiar anaeróbico e aeróbico durante o exercício resistido em indivíduos mais velhos. Além disso, a VFC já foi analisada em diferentes estímulos, como em mudanças na postura, manobras respiratórias, inclinação e em diferentes formas de exercício (CASTRO et al., 1992a; CASTRO et al., 1992b).

Neste contexto, esta revisão tem o propósito de discutir criticamente as respostas da FC e da sua variabilidade em função de fatores intervenientes e do exercício, dando ênfase às respostas agudas ao exercício.

Fatores intervenientes da VFC

Os fatores responsáveis pelas mudanças na VFC parecem ser mais esclarecidos. Paschoal et al. (2009) observaram que a VFC de repouso em crianças obesas (9 a 11 anos) foi menor na posição bípede quando comparadas a crianças não obesas. Cabe destacar que uma diminuição isolada da variabilidade da FC expressa um aumento bastante considerável do risco relativo de mortalidade por evento cardíaco (ALMEIDA E ARAÚJO, 2003). Neste sentido, Faulkner et al. (2003) mostraram que mesmo em adolescentes saudáveis as alterações nos sistemas autonômicos do coração possuem uma relação com o acúmulo de gordura na região abdominal e que também tem sido relacionada com a ocorrência futura de distúrbios funcionais e metabólicos importantes, como a hipertensão, diabetes, infarto do miocárdio, entre outras.

O nível de aptidão física, também parece alterar a modulação do SNA no coração. Martinelli et al. (2005) ao comparar a VFC entre homens jovens sedentários e atletas de ciclismo, em situação de repouso na posição supina e no tilt test, observaram que a VFC de repouso foi maior em atletas do que sedentários. Todavia, no teste com inclinação não houve diferenças significativas entre os grupos avaliados. Esses valores maiores de VFC no repouso em atletas se justificam por ocorrerem modificações nos mecanismos intrínsecos e não necessariamente alterações no controle autonômico (ALMEIDA, RICARDO e ARAÚJO, 2005). Por outro lado, Kawaguchi et al. (2007) ao analisarem a VFC em 10 indivíduos atletas e 10 sedentários, entre 20 e 35 anos na situação de repouso e antes, durante e após uma manobra de Valsava, puderam observar que não só a VFC dos atletas foi maior, como a resposta dessa variável após a manobra de Valsava nestes indivíduos foi melhor. Já nos sedentários o retorno da atividade vagal cardíaca após a manobra foi significativamente maior. Com isso, podemos dizer que os atletas apresentaram uma variabilidade superior, confirmando os resultados do estudo anterior. Neste sentido, esse estudo sugere que a VFC junto à manobra de Valsava pode ser indicador de aptidão física em diferentes grupos. Contudo, a natureza transversal do estudo limita essa observação.

A idade é outro fator que influencia o balanço autonômico da FC. Nesse sentido, Yeragani et al. (1997) realizaram uma análise da VFC através do domínio da frequência e perceberam que essa variável no período de vigília apresentou uma LF (baixa frequência, corresponde à atividade simpática), HF (alta frequência, corresponde à atividade parassimpática) e VLF (HF/LF) diminuída com avanço da idade. Nesta mesma direção, Jindal et al. (2008) levantaram a hipótese de que idosos poderiam ter sua atividade vagal ainda mais reduzida quando acometidos pela depressão. Contudo, ao analisarem a VFC no domínio da frequência e do tempo perceberam que não houve diferenças entre idosos deprimidos ou não.

A relação entre os gêneros é outro fator de grande importância a ser mencionado. Nesta perspectiva, Neves et al. (2006) compararam a VFC de repouso entre homens de meia idade e mulheres pos-menopáusicas sem uso de reposição hormonal. Ao analisar essa variável perceberam que a FC teve resultados similares entre os grupos, porém as mulheres apresentaram uma maior modulação vagal e menor atividade simpática. Assim, podemos supor que as diferenças no controle autonômico entre os gêneros não são exclusivamente devidas aos níveis hormonais de estrogênio, uma vez que as mulheres desse estudo já estavam na menopausa. Em adendo, cabe destacar que os homens da amostra apresentaram média do índice de massa corporal compatível com sobrepeso, o que pode ter gerado alguma redução da VFC. Em contrapartida, Weissman et al. (2009) ao examinarem os efeitos do aumento agudo dos níveis de estrogênio no sangue sobre a modulação autonômica de mulheres assintomáticas mostraram que quando induzidas à utilização do hormônio apresentaram alterações no mecanismo de controle da FC, resultando na predominância da atividade vagal.

Sumarizando, este conjunto de evidências mostra que diversos fatores interferem nas respostas da VFC. Porém, supomos que as diferentes características dos estudos podem ter influenciado nos seus resultados.

VFC no exercício aeróbico

Os mecanismos que controlam a FC durante o exercício dinâmico podem ser explicados no teste de 4 segundos validado farmacologicamente por Araújo et al. (1992). Neste estudo podemos perceber uma predominância do parassimpático na mudança repouso-exercício através de uma pedalada máxima de 4 segundos durante uma apnéia inspiratória máxima de 12s. Porém, na transição do exercício-recuperação há dúvidas sobre a atuação dos ramos do SNA e o tempo de duração que leva para que a FC retorne aos valores normais de repouso. Almeida e Araújo (2003), em sua revisão mostraram que o tempo de recuperação depende da intensidade do exercício, do nível de condicionamento e da interação entre a atividade vagal e simpática.

A determinação da FC máxima é um procedimento bastante confuso. Diante dessa situação, Araújo et al. (1980) mostraram qual seria o protocolo adequado para que o indivíduo atingisse sua FC máxima. Deste modo, submeteram quatro indivíduos a três protocolos (anaeróbico, progressivo intermitente e progressivo contínuo) em três ergômetros diferentes. Com a análise desses protocolos chegaram à conclusão de que o tapete rolante (conhecido como esteira rolante) foi o que apresentou valores mais altos de FC, seguidos do cicloergômetro de perna. Esse resultado é devido ao maior envolvimento de massa muscular que a esteira rolante exige quando comparada com outro ergômetro.

Neste sentido, com o objetivo de comparar em VFC em fases diferentes do exercício máximo (repouso, limiar anaeróbico, pico do exercício e no primeiro minuto de recuperação), Almeida et al. (2005) utilizou 100 indivíduos não atletas maiores de 18 anos, que realizaram um teste cardiopulmonar de exercício máximo (TCPE) num cicloergômetro para membros inferiores mostraram que a VFC não teve diferenças entre o limiar anaeróbico e o pico do exercício entre os gêneros e as condições clínicas e aeróbicas. Em contrapartida, indivíduos com atividade vagal exacerbada mostraram maior VFC no pico do exercício quando comparados com os que possuem atividade vagal normal, ou seja, no pico do exercício a VFC foi preservada. Por outro lado, não podemos deixar de ressaltar que como o exercício foi feito em cicloergômetro, há uma relativa dificuldade de manter a cadência da pedalada, em especial nos instantes finais, em face de uma maior exposição à fadiga nos membros inferiores.

Seguindo a mesma linha de raciocínio, Alonso et al. (1998) analisaram o comportamento da FC e da sua variabilidade durante as diferentes fases metabólicas do exercício progressivo máximo em jovens saudáveis. Os indivíduos realizaram um eletrocardiograma de repouso, em seguida foram posicionados no cicloergômetro para o teste de esforço e orientados a realizar uma manobra respiratória. Em seguida, iniciou-se o exercício com a utilização de um protocolo escalonado, com incrementos de 30 Watts a cada 3 min até a exaustão. Neste estudo chegaram à constatação de que apesar da VFC diminuir nos primeiros instantes do exercício, essa redução somente aconteceu a partir de 60% do VO₂ pico, de 45-60% da carga máxima e do Limiar Aeróbico, estabilizando-se logo em seguida.

Kaikkonen et al. (2011) demonstraram que no exercício intervalado a carga de treino, determinada pela distância percorrida em cada estímulo, influenciava a VFC pós-exercício. Corroborando com estes indicativos, Lima e Kiss (1999) propuseram um limiar de variabilidade da FC como uma alternativa não invasiva para o limiar de lactato.

VFC no exercício de força

Com relação à influência do treinamento de força sobre a VFC, há dúvidas a ser esclarecidas. Sabemos que os exercícios contra-resistência tendem a gerar respostas na FC menos expressivas que os exercícios aeróbicos (FARINATTI e ASSIS, 2000). No entanto, Lopes et al. (2007) foram analisar a VFC em indivíduos jovens saudáveis e de meia-idade (grupo controle e experimental), ambos submetidos a um ECG, sendo que apenas o grupo experimental foi submetido a um treinamento de força durante três meses. Desta forma, quando compararam a variabilidade entre jovens e indivíduos de meia-idade, o último apresentou uma redução nessa variável, confirmando os resultados de estudos citados anteriormente. Porém, entre os grupos não apresentaram diferenças significativas. Neste sentido, chegaram à conclusão que o treinamento de força utilizado não influenciou nos resultados da VFC, apenas aumentou a força.

Paschoa et al. (2006) analisaram a VFC em três situações diferentes (repouso, exercício e recuperação). Nesse estudo eles utilizaram 12 indivíduos jovens e fisicamente ativos que foram submetidos a um teste de carga para realizar 10 repetições máximas (10RM) no exercício extensão de joelho unilateral na cadeira extensora. Determinada a carga executaram as 10 RM com a monitoração da FC em trinta segundos de repouso, exercício e recuperação. Eles observaram que a VFC teve uma queda acentuada durante o exercício, devido à predominância da atividade simpática, com uma recuperação rápida após o exercício (reentrada da atividade vagal).

Entretanto, ainda não foi bem estabelecido se a modulação autonômica em exercícios de força é dependente da intensidade do esforço. Nesta perspectiva, Netto (2010) comparou as respostas da VFC no exercício de força (na cadeira extensora de forma unilateral) realizado em intensidades diferentes (50%, 80% e 100% da carga para realizar 10RM) nas três situações do estudo anterior. No período de repouso a VFC foi alta, porém no exercício, podemos observar que as diferentes intensidades do exercício de força possibilitaram modificações significativas na VFC, mas sem diferenças entre si como ocorrido em exercícios no cicloergômetro, com aumento de carga progressiva até a exaustão, sendo que, com o aumento da intensidade a VFC foi diminuindo até se estabilizar (ALONSO et al., 1998). Na fase de recuperação, ocorreu um aumento gradativo da variabilidade. Contudo, pode-se notar que não houve diferenças na VFC entre intensidades diferentes durante 15 segundos de duração em cada fase.

Considerações finais

Vários fatores influenciam a VFC permitindo que essa variável possa ser usada como indicador de saúde e até mesmo de aptidão física. Durante o exercício as respostas referentes às atividades aeróbicas parecem ser mais estudadas. Já no exercício de força, existe uma quantidade ainda limitada de estudos na literatura, mas que deixam claro que diferentemente dos aeróbicos, a modulação autonômica de curta duração não é dependente da intensidade do esforço. Contudo, a resposta da FC ao exercício de força parece ser menor e com rápida recuperação.

Referências

- ALMEIDA M.B., ARAÚJO C.G.S. Efeitos do treinamento aeróbico sobre a frequência cardíaca. Rev Bras. Med. Esporte. v. 9, p. 104-12, 2003.
- ALMEIDA M.B. Frequência cardíaca e exercício: uma interpretação baseada em evidências. Rev Bras Cineantropom Des Hum. v. 9, n. 2, p. 196-202, 2007.
- ALMEIDA M.B., RICARDO D.R., ARAÚJO C.G.S.. Variabilidade da Frequência cardíaca em um teste de exercício

verdadeiramente máximo. Rev SOCERJ, v.18, n.6, p.534-541, 2005.

- ALONSO D. O., FORJAZ C.L.M., REZENDE L. O. et al. Comportamento da frequência cardíaca e da sua variabilidade durante as diferentes fases do exercício físico progressivo máximo. Arq Bras Cardiol, v.71, n.6, p.787-92, 1998.
- ARAÚJO C.G.S., BASTOS A.P.M., PINTO N.L.S., et al. A Frequência cardíaca máxima em nove diferentes protocolos de teste máximo. Rev Bras Ciências Esporte, v.2, n.1, p.20-31, 1980.
- ARAUJO C.G.S., NOBREGA A.C.L., CASTRO C.L.B.. Heart rate responses to deep breathing and 4 seconds of exercise before and after pharmacological blockade with atropine and propranolol. Clin Autonom Res. v.2, p.35-40, 1992.
- CASTRO, C.L.B., NÓBREGA, A.C.L., ARAÚJO, C.G.S. Testes autonômicos cardiovasculares: uma revisão crítica – parte I. Arq Bras Cardiol, v.59, n.1, p. 75-85, 1992
- CASTRO, C.L.B., NÓBREGA, A.C.L., ARAÚJO, C.G.S. Testes autonômicos cardiovasculares: uma revisão crítica – parte II. Arq Bras Cardiol, v.59, n.2, p. 151-8, 1992
- EKBLOM, B., GOLDBARG, A. N., KILBOM, A, et al. Effect of atropine and propranolol on the oxygen transport system during exercise in man. Scand. J. Clin. Lab. Invest, v.30, n.1, p.35-42, 1972.
- FARINATTI P.T.V., ASSIS B. Estudo da frequência cardíaca, pressão arterial e duplo-produto em exercícios contra-resistência e aeróbico contínuo. Rev Bras Ativ Fís e Saúde, v.5, p.5-16, 2000.
- FAULKNER M.S., HATHAWAY D., TOLLEY B. Cardiovascular autonomic function in healthy adolescents. Heart Lung. v.32, n.1, p.10-22, 2003.
- IMAI, K., SATO, H., HORI, M., et al. Vagally mediated heart rate recovery after exercise is accelerated in athletes but blunted in patients with chronic heart failure. J Am Coll Cardiol, v.24, n.6, p.1529-35, 1994
- JINDAL R.D., M.D., VASKO JR R.C., JENNINGS J.R. et al. Heart Rate Variability in Depressed Elderly. Am J Geriatr Psychiatry, v.16, n.11, p.861-6, 2008.
- KAIKKONEN, P., HYNYNEN, E., MANN, T. et al. Heart rate variability is related to training load variables in interval running exercises. Eur J Appl Physiol, DOI: 10.1007/s00421-011-2031-z.
- KAWAGUCHI, L.Y.A, NASCIMENTO, A.C.P., LIMA, M.S. et al. Caracterização da variabilidade de frequência cardíaca e sensibilidade do barorreflexo em indivíduos sedentários e atletas do sexo masculino. Rev Bras Med Esporte, v.13, n.4, p.231-6, 2007.
- LIMA, J.P.R., KISS, M.A.P.D. Limiar de variabilidade da frequência cardíaca. Rev Bras Ativ Fís Saúde, v.4, n.1, p.29-38, 1999.
- LOPES F.L., PEREIRA F.M., REBOREDO M.M. et al. Redução da variabilidade da frequência cardíaca em indivíduos de meia-idade e o efeito do treinamento de força. Rev Bras Fisioter, v.11, n.2, p.113-9, 2007.
- MARTINELLI F.S., CHACON-MIKAHIL M.P.T., MARTINS L.E.B et al. Heart rate variability in athletes and nonathletes at rest and during head-up tilt. Braz J Med Biol Res. v.38, n.4, p.639-647, 2005.
- NETTO, S. B. Efeitos da intensidade do exercício de força sobre a variabilidade da frequência cardíaca. 2010, 21p. Monografia (Licenciatura Plena em Educação Física) – Departamento de Educação Física, Universidade

Federal de Sergipe, Sergipe, 2010.

- NEVES V.F.C., PERPÉTUO N.M., SAKABE D.I. et al. Análise dos índices espectrais da variabilidade da frequência cardíaca em homens de meia idade e mulheres na pós-menopausa. Rev Bras Fisioter, v.10, n.4, p.401-406, 2006.
- PASCHOA D.C., COUTINHO J.F.S., ALMEIDA M.B. Análise da variabilidade da frequência cardíaca no exercício de força. Rev SOCERJ, v.19, p.385-90, 2006.
- PASCHOAL M.A., TREVIZAN P.F., SCODELER N.F. Variabilidade da frequência cardíaca, lípides e capacidade física de crianças obesas e não-obesas. Arq Bras Cardiol, v.93, n.3, p.239-246, 2009.
- POWERS S.K., HOWLEY E.T. Fisiologia do Exercício: Teoria e Aplicação ao Condicionamento e ao Desempenho. 5 ed. São Paulo: Manole; 2000.
- SIMÕES R. P., MENDES R. G., CASTELLO V. et al. Heart-rate variability and blood-lactate threshold interaction during progressive resistance exercise in healthy older men. J Strength Cond Res, v.24, n.5, p.1313-20, 2010.
- WEISSMAN A., LOWENSTEIN L., TAL J. et al. Modulation of heart rate variability by estrogen in young women undergoing induction of ovulation. Eur J Appl Physiol, v.105, p. 381–6, 2009.
- YERAGANI V.K., SOBOLEWSKI E., KAY J. et al. Effect of age on long-term heart rate variability. Cardiovasc Res. v.35, p.35-42, 1997.

Outros artigos [em Português](#)

Recomienda este sitio

	Buscar  Búsqueda personalizada
EFDeportes.com, Revista Digital · Año 16 · N° 164 Buenos Aires, Enero de 2012 © 1997-2012 Derechos reservados	