

VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA EM JOGADORES DE FUTSAL SUBMETIDOS A UM TESTE DE POTÊNCIA ANAERÓBIA - WINGATE

Karina Elena Witaker¹; Leandro Yukio Alves Kawaguchi^{2,3}; Emmelin Monteiro^{2,3}; Walter Andrés^{2,3}; Soraya de Ângelis Victor Santos^{2,3}; Alderico Rodrigues de Paula^{2,3}; Wellington Ribeiro^{2,3}; Rodrigo Alexis Lazo Osorio^{2,3}

¹FUNEC – Fundação Municipal Educação e Cultura

²UNIVAP / Faculdade Ciências da Saúde (FCS), Av. Shishima Hifumi, 2911, Urbanova.

³UNIVAP / Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento (IP&D), Av. Shishima Hifumi, 2911, Urbanova.

Resumo - O sistema nervoso autônomo (SNA) produz uma variação no ritmo cardíaco, cuja valorização, como parâmetro fisiológico, tem sido reconhecida somente na última década. Assim, utiliza-se a avaliação não-invasiva da atividade autonômica sobre o coração através da variabilidade da frequência cardíaca (VFC). A presente pesquisa tem como objetivo estudar a VFC em jogadores de futsal submetidos a um teste de potência anaeróbica (Wingate) em um ciclo-ergômetro da marca CYBEX[®]. Participaram voluntariamente 9 jogadores de um time de futsal, do sexo masculino com idade de $19,44 \pm 1,81$ anos. Cada participante permaneceu 180 segundos em repouso seguido de 60 segundos de atividade física ininterrupta, sendo que os 30 segundos iniciais foram realizados numa fase submáxima e os 30 segundos subsequentes por uma fase máxima, ou seja, o teste de Wingate; 180 segundos em repouso, seguido de 30 segundos submáximo e 30 segundos de máximo com recuperação ativa e passiva de 120 e 180 segundos, respectivamente. A frequência cardíaca foi monitorada para fins de estudo da VFC. Através dos valores obtidos de PNN50 e RMSSD foi possível constatar que durante o repouso todos os jogadores apresentaram o predomínio da atividade vagal, pois os valores de PNN50 e RMSSD encontravam-se abaixo de 24% e acima de 30ms, respectivamente. No entanto, durante as demais fases do protocolo do teste de Wingate o comportamento destas variáveis foi inverso na maioria dos jogadores, ou seja, os valores de PNN50 e RMSSD foram $< 4\%$ e $< 30\text{ms}$, respectivamente. Assim sendo, o método de análise da função autonômica cardíaca pela VFC mostrou-se confiável à proposta do estudo.

Palavras-Chave: variabilidade da frequência cardíaca; domínio do tempo; sistema nervoso autônomo; jogadores de futsal.

Área do Conhecimento: Ciências da Saúde

Introdução

A VFC é um método simples e não-invasivo de avaliação da modulação autonômica cardíaca. A análise dos intervalos de tempo entre os complexos QRS consecutivos do eletrocardiograma – intervalos RR – constitui a forma mais simples e usual de avaliação da modulação autonômica da frequência cardíaca (CARVALHO, J. L. A. et al., 2002; ALBERTO, A. C.; NADAL, J., 2002; Eur. Heart. J., 1996). De acordo com Grupi et al. (1994) a VFC é definida como variação que ocorre entre batimentos cardíacos sucessivos em ritmo sinusal. Torna-se importante acrescentar que a frequência cardíaca sinusal é modulada pela atividade do SNA. A análise da VFC (*heart rate variability*, ou HRV) é importante quando se estuda o SNA, pois ajuda a avaliar o equilíbrio e as atividades das influências simpática e parassimpática no ritmo cardíaco (CARVALHO, J. L. A. et al., 2002; Eur. Heart. J., 1996). Uma vez que, o coração não tem os seus batimentos regulares com intervalos físicos, o

ritmo sinusal apresenta certo grau de variação que é comum em indivíduos saudáveis (GRUPI, C. G. et al., 1994; Eur. Heart. J., 1996). Portanto, a análise da VFC permitiu uma melhor compreensão no mecanismo de controle neural do coração (AUBERT, A. E.; SEPS B.; BECKERS F., 2003).

A atividade física está associada às mudanças hemodinâmicas e altera as condições de carga do coração e, assim, as respostas cardiovasculares frente à prática de atividade física dependem do tipo e da intensidade do exercício realizado (AUBERT, A. E.; SEPS B.; BECKERS F., 2003). Desta forma, uma das respostas cardiovasculares durante a atividade física é o aumento da frequência cardíaca denominada taquicardia. De acordo com Aubert, Seps e Beckers (2003) esta alteração fisiológica ocorre por dois mecanismos diferentes: a) diminuição no estímulo parassimpático, e b) aumento no estímulo simpático.

Os atletas altamente treinados têm uma bradicardia de repouso em relação aos indivíduos sedentários. A antecipação da atividade física

inibe os impulsos do nervo vago para o coração e aumenta a descarga simpática. A frequência cardíaca durante o exercício é regulada pela modulação simpática aumentada e por um recuo da atividade parassimpática. A recuperação da regulação autonômica da FC tem sido proposta como avaliação de treinamento em curto prazo, dentro de alguns minutos depois de exercícios máximos ou submáximos. O efeito parassimpático na recuperação tem sido proposto como um mecanismo subjacente (ARAI Y. et al., 1989; PERINI, R. et al., 1989; KANNANKERIL, P. J.; GOLDBERGER, J. J., 2002). Desta forma, a recuperação lenta da FC depois do exercício dinâmico máximo ou submáximo a curto prazo é considerado preditor poderoso de mortalidade global com base em dados populacionais (COLE, C. R. et al., 2000; NISSINEN, S. I. et al., 2003).

Dados experimentais mostraram que a atividade vagal previne a fibrilação ventricular advinda de isquemia induzida depois do exercício (SCHWARTZ P. J.; BILLMAN, G. E.; STONE, H. L., 1984). Portanto, a prática regular de exercício físico promove a proteção antecipatória contra mortes repentinas pelo melhoramento da função vagal cardiovascular (HULL, S. S. et al., 1994). Desta forma, o teste de Wingate é um método que tem sido comumente usado para avaliar o desempenho anaeróbio, por se tratar de um teste não-invasivo, de fácil aplicabilidade, validade, com alta reprodutibilidade e pode ser administrado inclusive em crianças e pessoas debilitadas (DENADAI, B. S.; GUGLIEMO, L. G. A.; DENADAI, M. L. D. R., 1997; FOSS, M. L.; KETEVIAN S. J., 2000; OKANO, A. H. et al., 2001; COLONTONIO, E.; BARROS, R. V.; KISS, M. A. P. D. M., 2003).

Materiais e Métodos

A amostra foi constituída por 9 jogadores semi-profissionais de um time de futsal, todos do sexo masculino, os quais participam ativamente na Associação de Futsal de São José dos Campos - SP. A idade mínima correspondeu a 17 e a máxima 23 anos, sendo que a idade média do grupo foi de $19,44 \pm 1,81$ anos. Os valores médios com os seus respectivos desvios padrão de peso corporal e a altura do grupo avaliado corresponderam a $69,22 \pm 4,68$ kg e $174,44 \pm 4,88$ cm, respectivamente. O estudo foi registrado e aprovado pelo CEP sob protocolo nº H001/2006/CEP.

Para a seleção dos participantes em questão foram levados em consideração os seguintes fatores de inclusão: os jogadores deveriam jogar somente futsal e ser do sexo masculino. Por outro lado, foram excluídos as mulheres e os indivíduos que apresentavam contra-indicações para a execução do teste de Wingate, como: Doença de Chagas, arritmias

cardíacas, cirurgia cardiovasculares recente, entre outros. Os participantes deste estudo foram abordados coletivamente e neste contato foram prestadas importantes informações sobre a pesquisa com seus respectivos objetivos, bem como a informação de que a mesma não oferecia nenhum risco à saúde. E assim os participantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido individualizado.

Na seqüência, deu-se início a avaliação antropométrica (peso e altura) de cada participante. Posteriormente, foi realizado o teste de Wingate em um ciclo-ergômetro da marca CYBEX®, no Laboratório de Reabilitação Cardiovascular da Universidade do Vale do Paraíba-Univap localizado na cidade de São José dos Campos - SP. Para a execução do teste, os participantes foram instruídos a realizar alongamento e aquecimento dos membros superiores, inferiores e do tronco, ou seja, global. Para a análise da VFC foi adotado um protocolo onde cada participante permaneceu por 180 segundos em repouso seguido de 60 segundos de atividade física ininterrupta, sendo que os 30 segundos iniciais foram realizados numa fase submáxima e os 30 segundos subseqüentes por uma fase máxima, ou seja, o teste de Wingate. Na seqüência foi dado um período de recuperação ativa seguida da passiva, 120 e 180 segundos, respectivamente. Acrescenta-se ainda que durante a realização do teste, os participantes tiveram a atividade elétrica do coração monitorada com o auxílio de um monitor da marca ACTIVE ECAFIX®, sendo selecionada derivação MC5, conforme recomendado pelo Conselho Nacional de Ergometria de 1995.

A VFC foi estudada através do parâmetro estatístico - Domínio do Tempo - utilizando o programa Matlab 4.0 e foram selecionados os seguintes índices: a raiz quadrada das médias dos quadrados das diferenças entre os NN normais sucessivos (RMSSD) e, a porcentagem de intervalos NN subseqüentes com diferença superior a 50ms (PNN50).

Para a análise estatística utilizou-se o teste t-student para análise dos dados da potência máxima a fim de verificar se os mesmos em fases diferentes apresentavam variações significantes.

Resultados

Os resultados obtidos a partir do domínio do tempo estão baseados na diferença entre intervalos adjacentes (PNN50 e RMSSD) durante as fases do protocolo adotado para a VFC do teste de Wingate. Na Tabela 1 está representado a porcentagem de intervalos NN subseqüentes com diferença superior a 50ms (PNN50) de cada voluntário durante as fases do protocolo adotado para a análise da VFC.

Tabela 1 – PNN50 de cada voluntário durante as fases do protocolo da VFC; média do grupo total com seus respectivos desvios padrão.

Sujeitos	Repouso	Exercício Sub máximo	Teste Wingate Máximo	Recuperação	
				Ativa	Passiva
PNN50 = %					
A.L.	51,02	1,82	0	0	0,98
A.D.	29,61	3,22	0,89	0	0
D.G.	61,71	7,58	0	4,54	3,23
F.S.	45,98	2,22	1,02	0	0
J.A.	27,27	0	0	0,83	0
L.M.	54	0	1,04	0,71	29,46
R.G.	48,95	1,04	1,35	8,01	1,35
R.S.	69,36	2,5	2,96	1,82	0
R.T.	35,84	0	4,62	0,67	0,69
0 ± DP	47,08 ±14,15	2,04 ± 2,39	1,32 ± 1,55	1,84 ± 2,72	3,97 ± 9,62

Índices > 24% indicam **presença** de atividade vagal; Índices < 4% indicam **depressão** da atividade vagal e Índices entre 4 e 24% indicam presença vagal média. Fonte: TASK FORCE, 1996.

Observando os índices da tabela 1 verificou-se que na fase de repouso todos os voluntários apresentaram presença de atividade vagal, pois o índice atingiu valor acima de 24%. Já nas demais fases a maioria dos voluntários apresentaram índices correspondentes com a depressão da atividade vagal, com exceção dos voluntários D.G., R.T., R.G. que apresentaram atividade vagal média e o voluntário L.M. que apresentou presença de atividade vagal.

Na tabela 2 estão apresentados os valores da Raiz Quadrada da média dos quadrados da diferença entre intervalos de NN subsequentes (RMSSD) de cada voluntário, durante as fases do protocolo da VFC, assim como os valores da média do grupo com seus respectivos desvios padrão.

Tabela 2 - RMSSD , Média e desvio padrão do grupo de voluntários durante as fases do protocolo do teste de Wingate

Sujeitos	Repouso	Exercício O Sub máximo	Teste Wingate Máximo	Recuperação	
				Ativa	Passiva
RMSSD = ms					
A.L.	81,5	34,5	11,8	12,6	13,8
A.D.	42,8	26,8	13,9	12,3	14,8
D.G.	119,7	35,3	12,9	22,2	22,4
F.S.	106,6	18,2	17,4	11,2	14,6
J.A.	50,1	13,5	15,8	12,9	11,6
L.M.	82,5	16,2	26,1	13,4	41,5
R.G.	137,7	15,8	16,2	24	17
R.S.	129,6	25,2	23,9	17,3	14,4
R.G.	52,2	14,8	16,2	14,3	22,7
̄ ± DP	89,19 ± 36,01	22,26 ± 8,49	17,13 ± 4,83	15,58 ± 4,61	19,20 ± 9,19

Índices <30ms indicam depressão vagal, Índices >30ms indicam presença vagal

Discussão

O conhecimento de que as variações da FC, batimento a batimento, refletem a interação do sistema nervoso simpático e parassimpático veio oferecer uma janela para o estudo do SNA a partir do estudo da VFC, com aplicação clínica (RIBEIRO, J. P.; MORAES FILHO, R. S., 2005; Eur. Heart. J., 1996).

Aubert, Seps e Beckers (2003) descreveram que o descondicionalismo físico aeróbio está associado com o emparelhamento da função cardíaca parassimpática durante o exercício, sustentando o conceito de que bom rendimento aeróbio pode ocasionar efeitos cardioprotetores por aprimoramento da função cardíaca parassimpática durante o exercício.

Já em relação aos valores de PNN50 foi verificado que na fase de repouso todos os voluntários encontraram-se sob a presença da atividade vagal, uma vez que o índice (%) atingiu valores acima de 24%. Nas demais fases, a maioria dos jogadores, apresentaram índices correspondentes com a depressão da atividade vagal (< 4%), indicando o predomínio do sistema nervoso simpático. Assim sendo, este achado, novamente sugere que os voluntários avaliados neste estudo não apresentam um condicionamento aeróbio adequado, com exceção do voluntário L.M., o qual foi o único que apresentou comportamento diferente nas fases de recuperação ativa e passiva, indicando a influência do sistema parassimpático.

De acordo com as pesquisas realizadas por Paschoal et al. (2003) há uma redução dos valores de todas as variáveis estudadas durante a atividade física dinâmica de baixa intensidade (aeróbia); porém, percentualmente, a redução da atividade vagal (PNN50) sobre o nódulo sinoatrial foi significativamente maior, sugerindo que essa ação parassimpática pode ter sido mais importante que a ação simpática nesse nível de intensidade de esforço. Além disso, Galo et al. (2001) verificam que todos os valores no domínio do tempo foram maiores nos atletas de resistência aeróbia do que em sedentários, refletindo uma maior VFC e um aumento do tônus parassimpático.

Por fim, na análise da raiz quadrada da média dos quadrados das diferenças entre intervalos NN subsequentes (em ms), constatou-se que na fase de repouso do protocolo da VFC todos os voluntários encontraram-se sob a influência da atividade vagal (índice > 30 ms). Porém, na fase de exercício submáximo do protocolo da VFC os voluntários A.L. e D.G. permaneceram sob a influência o sistema parassimpático (34,50 ms e 35,30 ms, respectivamente), demonstrando que a realização desta fase por ambos os jogadores pode ter sido de intensidade mais leve comparado aos demais.

Para Ribeiro e Moraes Filho (2005) os índices da VFC no domínio do tempo e da frequência detectam atividade parassimpática no repouso, mas não atividade simpática gerada por exercício de moderada intensidade. Aubert, Seps e Beckers (2003) também afirmaram que quanto maior a intensidade do exercício mais facilmente ocorre o recuo parassimpático com subsequente predomínio da atividade simpática.

A representatividade da atuação parassimpática sobre o nódulo sinoatrial embasada nos valores de PNN50 e de RMSSD é usada porque ambos são índices baseados na comparação entre dois intervalos NN adjacentes e, segundo PASCHOAL, M. A. et al. (2003), a resposta parassimpática, diferentemente da resposta simpática, é rápida e de curta duração, sendo detectada já no primeiro ou segundo batimento cardíaco subsequente após o estímulo; é por isso que as variáveis que se baseiam na comparação entre dois ciclos adjacentes refletem predominantemente o tônus vagal.

Gallo Júnior et al. (1989) em um estudo com indivíduos treinados concluiu que a contribuição relativa do sistema nervoso simpático foi claramente maior com o aumento da carga de trabalho. Por outro lado, AUBERT, A. E.; SEPS B.; BECKERS F. (2003), também sustentaram a hipótese afirmando que no início do exercício a FC aumenta por uma redução na atividade parassimpática, bem como pelo aumento temporário no tônus simpático e, mediante a continuidade da atividade física ocorre uma atenuação do sistema nervoso simpático.

Conclusão

Na análise do domínio do tempo demonstrou redução de todas as variáveis estudadas durante o protocolo da VFC do comparada aos valores da fase de repouso inicial controlado, cabendo destaque à importante redução da atividade vagal sobre o nódulo sinoatrial representada pelos valores das variáveis PNN50 e RMSSD.

Assim sendo, o método de análise da função autonômica cardíaca pela VFC mostrou-se confiável à proposta do estudo e, além disso, demonstrou que o exercício físico dinâmico de alta intensidade, na função autonômica cardíaca tem grande importância na adequação da função cardíaca à nova condição metabólica. No entanto, é de fundamental importância a realização de mais estudos para melhor compreender os efeitos do exercício físico dinâmico de alta intensidade sobre a atividade autonômica cardíaca, bem como, eliminar as incertezas que persistem neste campo, não apenas em atletas de futsal como também em diferentes modalidades desportivas, a fim de que a

avaliação da VFC torne um precioso instrumento auxiliar na clínica médica.

Referências

- ALBERTO, A. C.; NADAL, J. Sistema para análise no domínio do tempo da variabilidade do ritmo cardíaco em cardiopatia chagásica. CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA, 18, 2002, São José dos Campos, **Anais...** São José dos Campos: UNIVAP, 2002. p.516- 519.
- ARAI Y. et al. Modulation of cardiac autonomic active during and immediately after exercise. **Am. J. Physiol.**, v. 256, (1 Pt 2), p.132-141, 1989.
- AUBERT, A. E.; SEPS B.; BECKERS F. Heart rate Variability in athletes. **Sports Med.**, v.33, n.12, p.889-919, 2003.
- CARVALHO, J. L. A. et al. Avaliação de métodos de interpolação do sinal de variabilidade da frequência cardíaca. CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA, 2002, São José dos Campos, **Anais...** São José dos Campos: UNIVAP, 2002. p.337-341.
- COLE, C. R. et al. Heart-rate recovery after submaximal exercise testing as a predictor of mortality in a cardiovascularly healthy cohort. **Ann. Intern. Méd.**, v.132, n.7, p.552-555, 2000.
- COLONTONIO, E.; BARROS, R. V.; KISS, M. A. P. D. M. Consumo de oxigênio em testes de Wingate para membros superiores e inferiores em nadadores e jogadores de pólo aquático. **Rev. Bras. Med. Esporte**, v.9, n.3, p.136-144, Maio/Jun., 2003.
- DENADAI, B. S.; GUGLIEMO, L. G. A.; DENADAI, M. L. D. R. Validade do teste de Wingate para avaliação da performance em corridas de 50 e 200 metros. **Rev. MOTRIZ**, v.3, n.2, p.90-94, dez., 1997.
- FOSS, M. L.; KETAYIAN S. J. **Bases fisiológicas do exercício e do esporte**. 6.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.
- FRANCHINI, E. Teste anaeróbico de Wingate: conceitos e aplicação. **Rev. Mackenzie de Educação Física e Esport**, v.1, n.1, p.11-27, 2002.
- GALLO, J. A. et al. Análisis em tiempo y frecuencia de la variabilidad R-R en deportistas y sedentarios. **Acta Médica Colombiana**, v.26, n.2, mar./abr. 2001.

- GRUPI, C. G. et al. Variabilidade da frequência cardíaca: significado e aplicação clínica. **Rev. Ass. Med. Brasil**, v.40, n.2, p.129-136, 1994.
- HULL, S. S. et al. Exercise training confers anticipatory protection from sudden death during acute myocardial ischemia. **Circulation**, v.89, n.2, p.548-552, 1994.
- KANNANKERIL, P. J.; GOLDBERGER, J. J. Parasympathetic effects on cardiac electrophysiology during exercise and recovery **Am. J. Physiol.- Heart Circ. Physiol.**, v.282, p.2091-2098, 2002.
- McARDLE W. D.; KATCH F. I.; KATCH V. L.; **Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano**. 4.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998.
- NISSINEN, S. I. et al. Heart rate recovery after exercise as a predictor of mortality among survivors of acute myocardial infarction. **Am. J. Cardiol.**, v.91, n.6, p.711-714, 2003.
- NOVAIS, L. D. et al. Avaliação da variabilidade da frequência cardíaca em repouso de homens saudáveis sedentários e de hipertensos e coronariopatas em treinamento físico. **Rev. Bras. de Fisioterapia**, v.8, n.3, p.207-213, 2004.
- OKANO, A. H. et al. Efeito da aplicação de diferentes cargas sobre o desempenho motor no teste de wingate. **Rev. Bras. de Ciência e Movimento**, v.9, n.4, p.7-11, out., 2001.
- PASCHOAL, M. A. et al. Controle autonômico cardíaco durante a execução de atividade física dinâmica de baixa intensidade. **Rev. Soc. Cardiologia de São Paulo**, Supl. A, v.13, n.5, p.1-11, set./out., 2003.
- PERINI, R. et al. Plasma norepinephrine and heart rate dynamics during recovery from submaximal exercise in man. **Eur. J. Appl. Physiol.**, v.58, n.8, p.879-883, 1989.
- POWERS, S. K.; HOWLEY, E. T. **Fisiologia do exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho**. 3.ed. Barueri: Manole, 2000.
- RIBEIRO, J. P.; MORAES FILHO, R. S. Variabilidade da frequência cardíaca como instrumento de investigação do sistema nervoso autônomo. **Rev. Bras. Hipertensão**, v.12, n.1, p.14-20, 2005.
- SCHWARTZ P. J.; BILLMAN, G. E; STONE, H. L. Autonomic mechanisms in ventricular fibrillation induced by myocardial ischemia during exercise in dogs with healed myocardial infarction. An experimental preparation for sudden cardiac death. **Circulation**, v.69, n.4 p.790-800, 1984.
- TASK FORCE of European Society of cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. **Eur. Heart. J.**, v.17, p.354-381, 1996.