

ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DO SISTEMA NERVOSO AUTÔNOMO DURANTE O TESTE DE CAMINHADA DE SEIS MINUTOS EM INDIVÍDUOS SAUDÁVEIS

Silva FRS, Oliveira MRS, Lazo-Osorio RA, Fagundes, AA, Goulart DGB

Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP) / Curso de Fisioterapia - Faculdade de Ciências da Saúde,
Av. Shishima Hifumi, 2911 – Urbanova – São José dos Campos – SP - Fone: +55 12 3947 1086,
Fax: +55 12 3947 1015, flavynha_rs@hotmail.com, marcelo_usjc@hotmail.com

Resumo- O teste de caminhada de seis minutos (TC6M) é um teste utilizado para mensurar a capacidade do indivíduo de realizar exercícios. O objetivo deste estudo foi analisar o comportamento do sistema nervoso autônomo durante o teste de caminhada de seis minutos em indivíduos saudáveis. Foram avaliados 10 indivíduos saudáveis do sexo masculino com idade média de $24,6 \pm 6,56$ anos. Os indivíduos foram monitorizados por um frequencímetro da marca Polar RS800sd, para a obtenção dos intervalos R-R durante as seguintes fases do protocolo: 1ª fase: repouso (6min); 2ª fase: TC6M; 3ª fase: recuperação ativa (3 min) e recuperação passiva (7min). Os resultados deste estudo mostraram uma redução significativa das variáveis pNN50, intervalos RR e dos índices espectrais de baixa (LF) e alta frequências (HF) da fase de repouso para o TC6M. A razão LF/HF foi maior que 1 em todas as fases do protocolo. Os resultados deste estudo nas condições experimentais utilizadas sugerem que durante o TC6M os indivíduos saudáveis apresentam uma retirada vagal simultaneamente a um aumento da frequência cardíaca. Durante todo o teste os indivíduos demonstraram um predomínio da atividade do sistema nervoso simpático.

Palavras-chave: Teste de Caminhada de Seis Minutos, Variabilidade da Frequência Cardíaca, Indivíduos Saudáveis.

Área do Conhecimento: Fisioterapia.

Introdução

O teste de caminhada de seis minutos (TC6M) é um teste utilizado para mensurar a capacidade do indivíduo de realizar exercícios. Em termos de demanda de esforço físico, o teste de caminhada equivale a tarefas do dia-a-dia, como arrumar a cama, andar algumas quadras para deslocamentos usuais, sendo assim, fornece dados a respeito da capacidade de executar atividades simples da vida diária e, portanto, nos fornece uma outra dimensão da doença, ou seja, nos dá a idéia da gravidade da doença sobre a vida diária do paciente (BONNIE, 1966).

Este teste é um método simples e de fácil aplicabilidade, de baixo custo, que vem sendo utilizado para avaliar objetivamente o grau de limitação funcional e obter estratificações prognósticas em cardiopatas (OPASICH et al., 2001; SULLIVAN; HAWTHORNE, 1995; BARRETO et al., 1995; GUYATT et al., 1985).

O conhecimento de que as flutuações da frequência cardíaca, batimento a batimento, refletem a interação do sistema nervoso simpático e parassimpático, esta veio oferecer a oportunidade para o estudo do sistema nervoso autônomo (SNA) a partir do estudo da variabilidade da frequência cardíaca, a qual tem sido utilizada como meio não invasivo de avaliação do controle do sistema nervoso autônomo no coração em muitas condições

clínicas (PARATI, et al., 1995; PAGANI et al., 1997; ALONSO et al., 1998; apud DITOR et al., 2005; RIBEIRO; MORAES FILHO, 2005).

Com a necessidade em caracterizar o comportamento do SNA de indivíduos saudáveis durante TC6M para melhor comparação com pacientes com diferentes patologias que possam apresentar limitação funcional, este estudo teve como objetivo, analisar o comportamento do sistema nervoso autônomo através da variabilidade da frequência cardíaca durante o teste de caminhada de seis minutos em indivíduos saudáveis.

Material e Métodos

O estudo foi aceito pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade do Vale do Paraíba sob o protocolo H355/CEP/2007. Os voluntários assinaram um termo de consentimento autorizando sua participação.

Neste estudo participaram 10 indivíduos saudáveis do sexo masculino com idade média de $24,6 \pm 6,56$ anos. Como critérios de inclusão foram adotados: indivíduos do sexo masculino e saudáveis. Foram excluídos indivíduos do sexo feminino e que apresentaram doenças cardiovasculares como fibrilação atrial, arritmias atriais e ventriculares frequentes, infarto do miocárdio, hipertensão arterial não controlada;

obesos; e em uso de medicações cardiodepressoras ou cardioestimuladoras.

Este estudo foi realizado no pavilhão da Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP).

Os indivíduos foram submetidos ao seguinte protocolo experimental, o qual foi dividido em 3 fases: 1ª) No local do estudo, o indivíduo permaneceu em repouso em uma cadeira por um período de 6 minutos; 2ª) Após este período foi realizado um teste de caminhada de 6 minutos (TC6M); 3ª) A seguir o paciente realizou a recuperação ativa durante 3 min e a recuperação passiva em 7 min. Durante as três fases os sinais eletrocardiográficos (intervalos R-R) foram captados por um frequencímetro da marca Polar® RS 800sd e convertidos no formato de arquivo de texto (TXT) através do software *Polar ProTrainer5®*.

Antes e após das três fases foram mensurada: frequência respiratória (FR), frequência cardíaca (FC), saturação de pulso de oxigênio (SpO₂), pressão arterial (PA); e após o TC6M, além dos parâmetros já citados acima, a distância máxima percorrida (Dmáx). Após o TC6M foi aplicado o índice de esforço de Borg para todos os indivíduos.

Foi realizada a transformada Wavelet Contínua (TWC) de "Morlet" nos dados coletados dos intervalos R-R para obter a evolução da potência do sinal a diferentes níveis (frequências) de decomposição, a qual proporcionou o cálculo da evolução temporal dos índices do Sistema Nervoso Autônomo, ou seja, o cálculo da área de baixa frequência (LF=Low frequency, 0,04-0,15 Hz) e alta frequência (HF= high frequency, 0,15-0,4 Hz). LF reflete a atividade simpática e parassimpática e HF relaciona-se a área correspondente à atividade parassimpática. O balanço autônomo foi dado pela razão entre a área simpática e parassimpática (razão LF/HF) (TASK FORCE, 1996). Foram consideradas ainda para este estudo que, razões maiores que 1 são representativas de simpaticotonia relativa e, razões menores que 1 de vagotonia relativa bem como razões iguais a 1 indicaram equilíbrio simpático-vagal (TASK FORCE, 1996).

Os intervalos RR (iRR) obtidos neste protocolo foram também submetidos a análise da variabilidade da frequência cardíaca no domínio do tempo. No domínio do tempo (DT), os dados foram analisados a partir dos índices RMSSD dos iRR em ms, que correspondem a raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes, em um intervalo de tempo, expresso em ms e pNN50 dos iRR (a porcentagem em relação ao total dos intervalos R-R que tenham diferença superior a 50ms entre cada intervalo da onda R do ECG).

Estes parâmetros estão relacionados à atividade vagal.

Nos resultados os dados são apresentados sob a forma de médias \pm desvio padrão. Para efeito das comparações foram utilizados os testes estatísticos ANOVA, Tukey e t - student com auxílio do software estatístico *INSTAT 3.0* (GraphPad Softwares Inc., San Diego, CA, USA) com nível de significância estabelecido para as análises de $p < 0,05$.

Resultados

Observam-se na Tabela 1 os valores dos parâmetros avaliados antes e após o TC6M dos indivíduos saudáveis.

Tabela 1- Valores de média e desvio padrão dos parâmetros avaliados antes e após o TC6M (n=10).

| Parâmetros | |
|---------------------------------|-----------------------------------|
| Dmáx (m) | 643,034 \pm 47,86 |
| Escala de Borg | 9 \pm 1,83 |
| PA em Repouso (mmHg) | 112 \pm 11,35 x 73,5 \pm 4,74 |
| PA após TC6M (mmHg) | 111 \pm 13,70 x 75 \pm 5,27 |
| FR em Repouso (rpm) | 16,8 \pm 2,52 |
| FR pós TC6M (rpm) | 17,2 \pm 3,29 |
| SpO ₂ em Repouso (%) | 98 \pm 1 |
| SpO ₂ após TC6M (%) | 98 \pm 1 |
| FC em Repouso (bpm) | 68,5 \pm 8,43 |
| FC após TC6M (bpm) | 71,9 \pm 7,63 |

Legenda: Dmáx= distância percorrida em metros; PA=pressão arterial; FR=frequência respiratória; rpm=respirações por minuto; SpO₂%=saturação de pulso de O₂; FC=frequência cardíaca; bpm= batimentos por minuto; TC6M=Teste de caminhada de 6 minutos;

Através da Figura 1 pode-se analisar cada fase do protocolo (repouso, TC6M e recuperação ativa e passiva) e suas relativas intensidades de energia através das diferentes tonalidades de energia, onde quanto mais avermelhada representa maior intensidade de energia, em contrapartida, quanto mais azulada, menor gasto de energia.

No eixo y estão demonstradas as escalas do Wavelet. Quanto menor a escala, maiores são as

frequências encontradas e vice-versa. Entre o eixo x e a primeira linha vermelha representa-se na figura a banda espectral de alta frequência (HF). Na porção superior da tira, entre as linhas vermelhas, visualiza-se a banda de baixa frequência (LF).

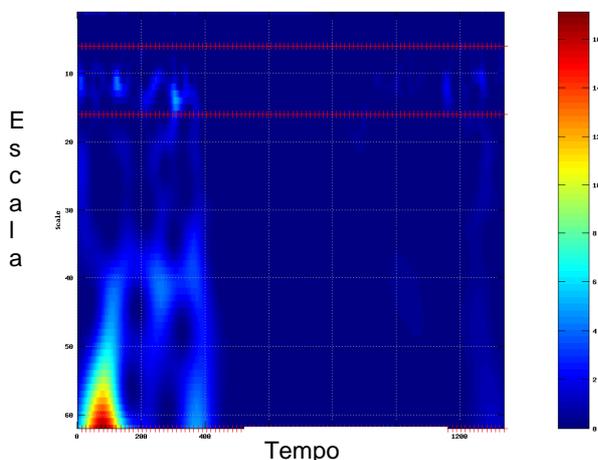


Figura 1- Escalograma dos intervalos R-R obtidos do sinal eletrocardiográfico de um voluntário.

Tabela 2- Parâmetros da VFC no domínio do tempo durante as fases (n=10).

| | Repouso | TC6M | Rec Ativa | Rec Passiva |
|------------|-------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| RR(ms) | 835,95± 92,29 [◇] | 524,89± 63,77 ^{◇#○} | 625,03± 92,49 ^{# **} | 783,94± 94,42 ^{○**} |
| pNN50 (%) | 19,95± 14,52 ^{*•} | 6,57± 15,68 [*] | 5,51± 5,22 [•] | 15,93± 12,74 |
| RMSSD (ms) | 45,055± 25,56 | 43,25± 88,41 | 30,59± 19,06 | 43,30± 18,53 |

◇ #○** p<0,001; *• p<0,05

Tabela 3- Bandas de Baixa Frequência (LF), Alta Frequência (HF) em unidades absolutas (ms²) e normalizadas (un) e a Razão (LF/HF) (n=10).

| | Repouso | TC6M | Rec Ativa | Rec Passiva |
|-----------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| LF (ms ²) | 976± 489,04 ^{**} | 95± 57,63 ^{** ○} | 281± 188,01 | 978± 561,34 [○] |
| HF (ms ²) | 408± 343,59 ^{**◇} | 21± 21,15 ^{**} | 118± 94,47 [◇] | 315± 258,73 |
| LF/HF | 3±1,44 | 6±3,35 | 3±1,23 | 4±1,96 |
| LF (un) | 73,52± 9,92 [#] | 82,48± 6,42 ^{#○} | 73,03± 9,42 [○] | 77,17± 8,84 |
| HF (un) | 26,48± 9,92 [◇] | 17,52± 6,42 ^{◇##} | 26,97± 9,42 ^{##} | 22,83± 8,84 |

** p<0,001; *• ◇ #○◇ p<0,01; #○◇## p<0,05

Na tabela 2 pode-se verificar que o parâmetro pNN50 reduziu significativamente da fase de repouso para o TC6M e para a fase de recuperação ativa (p<0,05). Porém, em relação ao parâmetro RMSSD não houve diferença estatística em nenhuma das fases.

Os resultados deste estudo mostraram, na tabela 3 que razão LF/HF foi maior que 1 em todas as fases do protocolo, indicando predomínio de atividade simpática.

Os índices espectrais LF e HF também mostraram queda significativa em seus valores durante o TC6M para os indivíduos saudáveis. Na fase de recuperação passiva todos os indivíduos, tanto para o índice espectral LF quanto HF retornaram aos valores próximos dos iniciais (Tabela 3).

Discussão

O teste de caminhada de seis minutos (TC6M) ganhou grande importância tanto na prática clínica como em pesquisas, principalmente para medir a função física em pessoas com maior limitação funcional (HARADA; CHIU; STEWART, 1999; STEELE, 1996; SINGH et al., 1992).

Este teste avalia a resposta global e integrada de todos os sistemas envolvidos durante o exercício, incluindo os sistemas pulmonar, cardiovascular e neuromuscular (ZEBALLO et al., 2002).

Portanto, neste estudo o TC6M foi utilizado em indivíduos saudáveis, a fim de analisar o comportamento do sistema nervoso autônomo durante o teste.

As médias dos intervalos R-R diminuíram significativamente da fase de repouso para o TC6M, o que condiz com o aumento de frequência cardíaca. Este fato concorda com a literatura, a qual relata um aumento linear da frequência cardíaca em função do esforço (SANDERCOCK; BRODIE, 2006; PERINI; VEICSTEINAS, 2003; KLEIGER; STEIN; BIGGER, 2005).

Além disso, durante a fase de recuperação os valores dos intervalos R-R voltam a aumentar atingindo valores próximos dos basais. De acordo com Perini e Veicsteinas (2003) ao final do exercício, a frequência cardíaca (FC) retorna exponencialmente para valores iniciais. A restauração imediata do tônus vagal induz uma diminuição da FC de 30-35 batimentos por minuto no primeiro minuto de recuperação independente da intensidade do exercício.

Uma vez que o parâmetro pNN50 diminuiu durante o TC6M pode-se inferir que houve uma redução da atividade vagal frente ao exercício. Por outro lado, ocorreu um retorno dos valores de pNN50 para próximo dos valores de repouso

durante a recuperação passiva. Em relação ao parâmetro RMSSD, outro índice representativo da atividade vagal, não houve diferença estatística em nenhuma das fases.

Com relação aos dados analisados no domínio da frequência houve uma queda abrupta dos índices espectrais de baixa frequência (LF) e alta frequência (HF), da fase de repouso para o TC6M, contudo a razão LF/HF permaneceu com predomínio simpático. Porém, os indivíduos saudáveis voltaram aos valores próximos dos iniciais na fase de recuperação passiva para os índices espectrais.

As quedas registradas nos valores dos índices espectrais de baixa e alta frequência estão de acordo com as afirmações de Sandercock e Brodie (2006). Os autores sugerem que em exercício de baixa a moderada intensidade a queda de LF e HF é exponencial.

Segundo Perini e Veicsteinas (2003), em altas intensidades de exercício, as bandas espectrais LF e HF podem até mesmo sofrer remoção completa.

Neste estudo as reduções no componente HF podem refletir a retirada vagal no teste de caminhada de 6 minutos, o qual representa um exercício de baixa intensidade.

Contudo, o procedimento metodológico falhou em não analisar variáveis como a frequência respiratória, a qual pode consideravelmente aumentar durante o exercício e influenciar o comportamento da banda espectral de alta frequência.

Conclusão

Os resultados deste estudo nas condições experimentais utilizadas sugerem que durante o TC6M os indivíduos saudáveis apresentam uma retirada vagal simultaneamente a um aumento da frequência cardíaca. Durante todo o teste os indivíduos demonstraram um predomínio da atividade do sistema nervoso simpático.

Referências

- ALONSO, D. 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. 787-792, 1998.
- BARRETO, A.C.P. et al. Avaliação da capacidade de exercício em pacientes com disfunção ventricular esquerda de leve a moderada: a influência do captopril. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 64, p. 69-73, 1995.

- BONNIE, S. R. N. Timed Walking tests of Exercise Capacity in Chronic cardiopulmonary Illness. **J. Cardiopulm. Rehab.**, v.16, p. 25-33, 1966.

- DITOR et al. Reproducibility of heart rate variability and blood pressure variability in individuals with spinal cord injury. **Clin. Auton. Res.**, v. 15, p. 387-393, 2005.

- GUYATT, G et al. The six minute walk: A new measure of exercise capacity in patients with heart failure. **Can. Med. Journal**, v.132, p. 919-923, 1985.

- HARADA, N.D; CHIU, V.; STEWART, A.L. Mobility-related function in older adults: assessment with a 6 minute walk test. **Arch Phys Med. Rehabil.**, v.80, p. 837-41, 1999.

- KLEIGER, R.E.; STEIN, P.K.; BIGGER, J.T. Heart rate variability: measurement and clinical utility. **A. N. E.**, v.10, n.1, p. 88-101, 2005.

- OPASICH, C. et al. Six – minute walking performance in patients with moderate – to – severe heart failure: is it a useful indicator in clinical practice. **Eur Heart Journal**, v. 22, p. 488-496, 2001.

- PAGANI M., et al. Relationship between spectral components of cardiovascular variabilities and direct measures of muscle sympathetic nerve activity in humans. **Circulation**, v. 95, p. 1441-1448, 1997.

- PARATI G, et al. Spectral analysis of blood pressure and heart rate variability in evaluating cardiovascular regulation. **Hypertension**, v. 25, p.1276-1286, 1995.

- PERINI, R.; VEICSTEINAS, A. Heart rate variability and autonomic activity at rest and during exercise in various physiological conditions. **Eur. J. Appl. Physiol.**, v 90, p. 317-325, 2003.

- RIBEIRO, J. P. E MORAES FILHO, R. S. Variabilidade da frequência cardíaca como instrumento de investigação do sistema nervoso autônomo. **Rev. Bras. Hipertens.** v. 12, n.1, p. 14-20, 2005.

- SANDERCOCK, G. R. H.; BRODIE, D. A. The use of heart rate variability measures to assess autonomic control during exercise. **Scand. J. Med. Sci. Sports**, v. 16, p.302-313, 2006.

- SINGH, S.J.; MORGAN, M.D.L.; SCOTT, S.; WALTERS, D.; HARDMAN, A. E. Development of a shuttle walking test of disability in patients with chronic airways obstruction. **Thorax**, v. 47, p.1019-24, 1992.
- STEELE, B. Timed walking tests of exercise capacity in chronic cardiopulmonary illness. **J Cardiopulm. Rehabil.**, v.16, p. 25-33, 1996.
- SULLIVAN, M.J., HAWTHORNE, M.H. Exercise intolerance in patients with chronic heart failure. **Prog. Cardiovasc. Dis.**, v. 38, p. 1 - 22, 1995.
- TASK FORCE. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. Force of the European society of cardiology and the north American society of pacing and Electrophysiology. **Eur. Heart J.** , v.17, n.3, p.354-81, 1996.
- ZEBALLO, J. R. et al. ATS Statement: Guidelines for the Six-Minute Walk Test. **Am. J. Respir. Crit. Care Med.**, v. 166, p. 111-117, 2002.