

A Influência da Respiração nas Análises de Variabilidade da Frequência Cardíaca

A. C. M. Marzullo*, O. P. Neto*, R. A. Zângaro* e M. T. T. Pacheco*

*IP&D/UNIVAP, São José dos Campos, Brasil

e-mail: marzullo@univap.br

Abstract: The pattern of breathing has a strong effect on HRV in individuals at rest. This paper's objective is to show that the interpretation of experiments with controlled breathing through the analysis of HRV should take into account the respiratory frequency. For this, experiments were performed using rates of spontaneous and controlled breathing. The results showed that, depending on the frequency of breathing, its peak intensity in the Fast Fourier Transform can move from one frequency band to another, which may cause incorrect interpretations. If this information is neglected, an increase in the integrated area under the low frequency band may be associated with an increase of sympathetic activity, which has not necessarily occurred.

Palavras-chave: variabilidade da frequência cardíaca, ritmo respiratório.

Introdução

As oscilações periódicas da frequência cardíaca e dos intervalos RR de batimentos cardíacos consecutivos, moduladas pela atuação do sistema nervoso autônomo sobre o coração, são denominadas variabilidade da frequência cardíaca [1].

A variabilidade da frequência cardíaca tem sido empregada como recurso para a mensuração da atividade do sistema nervoso autônomo em diversas situações, baseando-se na identificação da potência das bandas de baixa e alta frequência da função espectral dos intervalos RR da frequência cardíaca [2]. A literatura científica mostrou que a ativação parassimpática está relacionada à banda de alta frequência (0,15 a 0,4 Hz) que controla o estado de repouso, enquanto a atividade associada a uma ativação simpática combinada com a parassimpática está ligada à banda de baixa frequência (0,04 a 0,15 Hz) [3]. A modulação autônoma é o principal mecanismo de controle da frequência cardíaca em indivíduos saudáveis. O ramo simpático do sistema nervoso autônomo aumenta a frequência cardíaca, implicando em intervalos mais curtos entre os batimentos cardíacos. Por sua vez, o ramo parassimpático a desacelera, resultando em intervalos maiores entre os batimentos. Assim, a variabilidade da frequência cardíaca pode ser estimada com base nos intervalos entre os batimentos,

os quais são mais facilmente observados como intervalos RR [4].

Uma das maneiras de diminuir a frequência cardíaca e, conseqüentemente, atingir um grau de relaxamento, é o método de respiração controlada [5]. O relaxamento traz uma série de benefícios, promovendo a redução do estresse, a redução da tensão muscular, o revigoramento, a reanimação e reativação completa do organismo. Essas mudanças ocorrem devido à produção de mensageiros químicos, determinada pelo relaxamento muscular. [6]

Entretanto, o padrão da respiração tem um forte efeito sobre a variabilidade da frequência cardíaca em indivíduos em repouso. Um desses efeitos mais conhecidos é a arritmia sinusal respiratória, que é a variação da frequência dos batimentos cardíacos causada pela respiração. Em pessoas jovens costuma ser uma variante da normalidade, não traduzindo uma doença cardíaca [7]. A frequência respiratória espontânea de indivíduos saudáveis situa-se na faixa de alta frequência. Embora o efeito da respiração na variabilidade da frequência cardíaca seja conhecido, tal efeito é muitas vezes desconsiderado nas análises, o que pode resultar em conclusões equivocadas.

O objetivo do trabalho é mostrar a influência do ritmo respiratório na interpretação de resultados de análise de variabilidade da frequência cardíaca quando utilizados métodos de relaxamento com respiração controlada.

Materiais e Métodos

Sujeitos: Participaram da pesquisa 12 mulheres, saudáveis, idade = $22,91 \pm 1,92$ anos, que não estavam fazendo uso de medicamentos e não fumaram ou ingeriram bebidas alcoólicas ou cafeína por 8 horas antes dos experimentos. As voluntárias foram informadas do objetivo do estudo e assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

CEP: Esta pesquisa foi desenvolvida de acordo com os Princípios Éticos, sendo aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade do Vale do Paraíba, sob o número H206/CEP/2007.

Local e Equipamento: Os dados foram coletados no Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento na Universidade do Vale do Paraíba. O freqüencímetro Polar® S810i foi utilizado para registrar os batimentos cardíacos, incluindo os intervalos RR. Após a realização

dos experimentos, os dados foram transferidos do freqüencímetro para um computador via infravermelho, através de um dispositivo disponível no equipamento da Polar®.

Procedimentos: As voluntárias foram convidadas a participar de uma sessão de relaxamento, com técnica de respiração controlada. Nos 5 primeiros minutos, as participantes permaneceram de olhos fechados, e não realizaram nenhuma atividade, respirando espontaneamente, conforme seu próprio ritmo. Nos 5 minutos seguintes, as participantes fecharam os olhos e realizaram as instruções do método de relaxamento (respiração controlada), com um padrão respiratório estabelecido pela voz que narra o CD de relaxamento, com uma frequência igual a 8 ciclos por minuto.

Análise dos Dados: Um software desenvolvido por Juha-Pekka Niskanen e colaboradores [8], *HRV Analysis*, foi utilizado para visualizar os resultados do espectro de frequência, bem como seus valores numéricos correspondentes (área integrada abaixo da curva), nos 5 primeiros minutos sem atividade (respiração espontânea) e nos 5 minutos seguintes, com respiração controlada.

Resultados

Observou-se que todas as participantes apresentavam picos de maior intensidade nos primeiros 5 minutos localizados na faixa de alta frequência (0,15 a 0,4 Hz). Durante os 5 minutos de respiração controlada, observou-se que o pico correspondente à frequência respiratória localizava-se na faixa de baixa frequência (0,04 a 0,15 Hz), aproximadamente em 0,12-0,13 Hz (8 ciclos por minuto) nas 12 voluntárias.

As Figuras a seguir ilustram exemplos, para uma voluntária, do deslocamento do pico de intensidade correspondente à respiração, durante a respiração espontânea (Figura 1) e durante a respiração controlada (Figura 2). Esse deslocamento do pico de intensidade respiratória foi observado em todas as voluntárias.

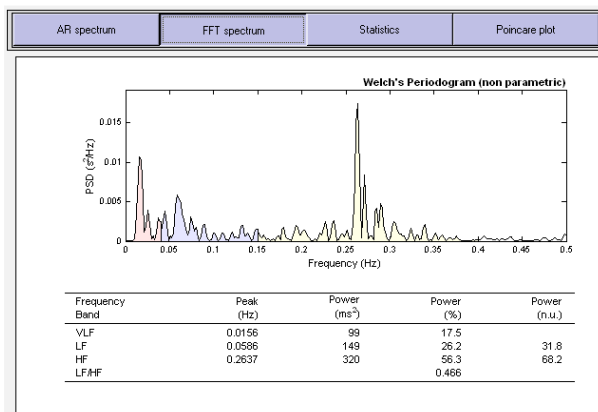


Figura 1: Exemplo do espectro de potência da Transformada Rápida de Fourier e tabela de dados obtidos do programa *HRV Analysis* durante os 5 primeiros minutos, com respiração espontânea. A Figura mostra valores de pico (Hz), potência (ms²), potência

em porcentagem (%) e potência em unidades normalizadas (n.u.) para muito baixa frequência (VLF), baixa frequência (LF), alta frequência (HF) e razão baixa frequência sobre alta frequência (LF/HF).

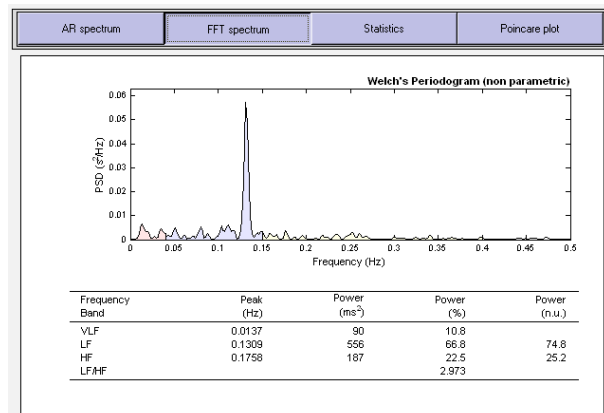


Figura 2: Exemplo do espectro de potência da Transformada Rápida de Fourier e tabela de dados obtidos do programa *HRV Analysis* durante os 5 minutos seguintes, com respiração controlada. A Figura mostra valores de pico (Hz), potência (ms²), potência em porcentagem (%) e potência em unidades normalizadas (n.u.) para muito baixa frequência (VLF), baixa frequência (LF), alta frequência (HF) e razão baixa frequência sobre alta frequência (LF/HF).

A Tabela 1 mostra a média e desvio padrão para os índices HF, LF e LF/HF para respiração espontânea e respiração controlada.

Tabela 1: Média e desvio padrão para os índices HF, LF e LF/HF para respiração espontânea e para respiração controlada.

	Respiração Espontânea	Respiração Controlada
LF	155,83 ± 109,63	722,09 ± 577,19*
HF	145,41 ± 115,12	110,36 ± 68,02
LF/HF	1,34 ± 0,92	7,45 ± 5,38 [#]

*Indica diferença significativa (p=0,004), através do teste t de student, para as médias dos valores de LF na respiração espontânea e controlada.

[#]Indica diferença significativa (p=0,001), através do teste t de student, para as médias dos valores de LF/HF na respiração espontânea e controlada.

Discussão

Dependendo da frequência da respiração, seu pico de intensidade correspondente no espectro da Transformada Rápida de Fourier pode deslocar-se de uma faixa de frequência para outra, por exemplo, da alta frequência (HF) para a baixa frequência (LF), provocando interpretações incorretas. Na maioria das atividades, a frequência respiratória gera um pico em alta frequência. Porém, em casos de respiração controlada, o ritmo respiratório pode diminuir muito.

Nesses casos, o pico gerado pela respiração pode ser encontrado nas baixas frequências. Se negligenciada essa informação, o aumento na área integrada na faixa de baixa frequência pode ser associado a um aumento de atividade simpática, o que não necessariamente ocorreu.

A Figura 1 é um exemplo dos resultados observados durante os 5 primeiros minutos, onde a voluntária respirou de maneira espontânea. Nota-se que o maior pico (respiração) está localizado entre 0,25 e 0,3 Hz e apresenta intensidade aproximadamente igual a 0,018. Pode-se observar que a faixa de alta frequência (HF) corresponde a 68,2%, enquanto a faixa de baixa frequência (LF) corresponde a 31,8%.

A Figura 2 mostra os resultados da mesma pessoa, com respiração controlada em 8 ciclos por segundo, por 5 minutos. Pode-se observar que o pico representativo da respiração deslocou-se consideravelmente, da faixa de alta frequência (HF) para a faixa de baixa frequência (LF). Nota-se ainda que o pico da respiração encontra-se entre 0,1 e 0,15 Hz, com intensidade bem maior que no caso anterior, entre 0,5 e 0,6. Observa-se que a maior contribuição espectral encontra-se agora na faixa de baixa frequência (LF), sendo igual a 74,8%, enquanto a faixa de alta frequência contribui agora com apenas 25,2%.

Esse deslocamento do pico de intensidade respiratória foi observado em todas as voluntárias.

A Tabela 1 mostra a média e desvio padrão dos valores HF, LF e LH/HF, em ms^2 , para respiração espontânea e para respiração controlada. Comparando-se as médias de LF e LF/HF para respiração espontânea e controlada observou-se um aumento significativo para a respiração controlada nos dois parâmetros. Esse aumento significativo foi causado pelo deslocamento dos picos de respiração da alta para a baixa frequência. Neste caso, um possível relaxamento provocado pela técnica de respiração poderia ser oculto.

Enfatiza-se ainda que o deslocamento do pico da respiração altera significativamente a relação LF/HF, já que, ao mesmo tempo que diminui a contribuição para a área integrada em alta frequência, aumenta também a contribuição da baixa frequência, ocasionando interpretações falhas. Isso pode ocorrer por essa relação ser muito associada ao controle do sistema nervoso autônomo [9].

Essas observações são relevantes no caso de análise de nível de relaxamento utilizando a variabilidade da frequência cardíaca. Segundo a literatura, um aumento de intensidade na faixa de alta frequência indicaria um maior estado de relaxamento, enquanto um aumento de intensidade na faixa de baixa frequência indicaria um estado de alerta ou estresse [10]. Se apenas esses parâmetros forem considerados, poder-se-ia dizer que o método de respiração controlada não foi eficiente para proporcionar relaxamento, pois após a realização do mesmo, a voluntária apresentava maior ativação do sistema nervoso simpático (correspondente à faixa de baixa frequência). Entretanto, pode-se observar que esse resultado ocorreu na maior parte devido ao pico da

respiração encontrar-se na faixa de baixa frequência, tornando esse resultado inconclusivo.

Para que os resultados de métodos de relaxamento que envolvam respiração controlada possam ser interpretados de maneira mais correta, sugere-se a utilização de uma cinta torácica que registre a frequência respiratória, para que essa possa ser filtrada computacionalmente. Na falta de uma cinta torácica, sugere-se ainda a utilização de métodos mais simples, como a avaliação visual por meio da contagem dos movimentos respiratórios com o auxílio de um cronômetro ou ainda a utilização de um metrônomo, ou seja, um relógio usado para indicar o tempo de variações musicais, em que cada tempo é indicado pelo piscar de um led (light-emitting diode) ou por um sinal sonoro.

Agradecimentos

Os autores agradecem às voluntárias que participaram da pesquisa e à CAPES, pelo apoio financeiro.

Referências

- [1] Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology (1996). Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *European Heart Journal*, v. 17, p. 1043-65.
- [2] Notarius, C. F., Floras, J. S. (2001) Limitations of the use of spectral analysis of heart rate variability for the estimation of cardiac sympathetic activity in heart failure. *Europace*, v.3, p.29-38.
- [3] Guzzetti, S., La Rovere, M.T., Pinna, G.D., Maestri, R., Borroni, E., Porta, A., Mortara, A., Malliani, A. (2005) Different spectral components of 24h heart rate variability are related to different modes of death in chronic heart failure. *European Heart Journal*, v.26, p.357-62.
- [4] Carvalho, J. L. A., A. F. Rocha, F. A. O. Nascimento, J. Souza Neto, L. F. Junqueira Jr (2002) Desenvolvimento de um Sistema para Análise da Variabilidade da Frequência Cardíaca. In: *Anais do XVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica*, v. 5, p. 337-41.
- [5] Peng, C. K., Henry, I. C., Mietusa, J. E., Hausdorff, J. M., Khalsa, G., Benson, H., Goldberger, A. L. (2004) Heart rate dynamics during three forms of meditation. *International Journal of Cardiology* v.95, p.19– 27.
- [6] Jacobs, G. D., Friedman, R. (2004) EEG Spectral Analysis of Relaxation Techniques *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, v.29. p.245-54.

- [7] Filho, J.B., Barbosa, P.R.B., Cordovil, I. (2002) Arritmia Sinusal Não Respiratória. *Arq Bras Cardiol*, v. 78, nº 4, p.406-8.
- [8] Niskanen, J., Tarvainen, M.P., Ranta-aho, P.O., Karjalainen, P.A., (2004) Software for advanced HRV analysis. v. 76, n.1, p.73-81.
- [9] Melo, R.C.; Santos, M.D.B.; Silva, E.; Quitério, R.J.; Moreno, M.A.; Reis, M.S.; Verzola, I.A.; Oliveira, L.; Martins, L.E.B.; Gallojunior, L.; Catai, A.M. (2005) Effects of age and physical activity on the autonomic control of heart rate in healthy men. *Brazilian Journal of Medicine and Biological Research*, v.38, p.1-8.
- [10] Loures, D.L., Sant'Anna, I., Baldotto, C.S.R., Sousa, E.B., Nóbrega, A.C.L. (2002) Estresse Mental e Sistema Cardiovascular. *Arq. Bras. Cardiol*. v.78, n.5, p. 525-30.