Sistema para Teste de Inclinação Ortostática
Análise nos Domínios do Tempo e da Frequência

Nivaldo Bertozzo Jr [1,2]; Lincoln Moura [1]; Denise Hachul [1]; Cesar Grupi [1]

[1] Instituto do Coração - HC FMUSP
[2] F.E.E Unicamp-Departamento de Engenharia Biomédica
E-mail: nivaldo@incor.usp.br

Resumo: Este trabalho descreve um sistema baseado em microcomputador que automatiza o registro durante o teste de inclinação, armazenando os valores de pressão arterial e frequência cardíaca batimento a batimento de uma maneira digital e automatizando a emissão de laudos. Além disso, o sistema possibilita a análise da Variabilidade da Frequência Cardíaca no domínio da frequência (análise espectral), visto que há comprovadas alterações na atuação do sistema nervoso em pacientes dados como positivos durante o teste.

Abstract: This paper describes a microcomputer based system for Head-Up Tilt Test. The system performs a digital recording of arterial blood pressure and heart rate values for each single heart beat. Furthermore the system allows frequency domain analysis of the Heart Rate Variability (power espctrum analysis).Positive test responses are related with nervous system function abnormalities.

Introdução

Há muito o teste de inclinação, conhecido como "Head-Up Tilt Test", vem sendo realizado para estudo das adaptações circulatórias provocadas pelas alterações posturais. Kenny e col[1] demonstraram sua possível aplicação na investigação diagnóstica de pacientes com síncopes de etiologia não esclarecida. Estes pacientes, na sua maioria, apresentavam síncopes de origem vasovagal, porém, não havia, até então, metodologia para tal comprovação diagnóstica. Através da mudança postural passiva de decúbito dorsal horizontal para postura ortostática, pode-se desencadear uma sequência de eventos mediados pelo sistema barorreflexo, que em indivíduos susceptíveis, desencadeiam o refelexo de Bezold-Jarisch[2], com consequente vasodilatação, bradicardia e síncope. Neste teste, a análise é realizada através da variação da pressão arterial (PA) e da frequência cardíaca ao longo do exame (que tem duração média de 60 minutos).

Este trabalho descreve um sistema baseado em microcomputador que visa automatizar o registro dos valores da pressão arterial, eliminando o registro em papel e automatizando a emissão de laudos. Além disso o sistema possibilita a análise da Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) no tempo e no domínio da frequência (análise espectral), visto que há comprovadas alterações na atuação do sistema nervoso em pacientes dados como positivos durante o teste.

Material e Métodos

Hardware: O sistema necessita de uma configuração mínima de hardware que inclui um PC486 com monitor SVGA colorido, 4 Mbytes de memória RAM e uma placa com conversor A/D (analógico/digital) de 10 bits de resolução (Lynx Tecnologia) operando a uma frequência de amostragem de 1 Khz por canal. O sinal de pressão é obtido através de um FINAPRES e o ECG é captado por um eletrocardiógrafo comum.

Software: O sistema foi desenvolvido em linguagem Microsoft C para MS Windows e MATLAB.

Metodologia: O sistema gera uma planilha com as seguintes colunas: tempo, PA(mínima), PA(média), PA(máxima), intervalo entre duas onda R (intervalo RR-em milisegundos) e frequência cardíaca(FC-em bat/min). Os valores de cada linha são armazenados batimento a batimento.

A detecção do complexo QRS[3] sincroniza o momento em que o sistema armazena os dados, o cálculo dos valores de pressão e permite a determinação da frequência cardíaca e dos intervalos RR. O sistema realiza esta detecção através do método da Variância[3],onde a detecção do complexo QRS é realizada através da comparação da variância no interior de uma janela com a máxima e mínima variâncias obtidas em um período chamado de aprendizado. Para o processo de comparação são estabelecidos níveis na faixa [0,1]. A escolha destes níveis possibilita ao algoritmo ser mais ou menos sensível à variação de alta frequência no sinal de ECG.

No protocolo do teste de inclinação o paciente fica de 15 a 20 minutos na posição deitada (em repouso). Após este período, a cama é inclinada em um angulo de 70° onde fica por mais 40 minutos ou até surgirem os sintomas de síncope[4]. A aquisição através do sistema é iniciada 10 minutos antes da inclinação e vai até o final do teste.

A positividade é dada através da análise das curvas de pressão e frequência cardíaca. Na figura 1 temos um exemplo do resultado gerado pelo sistema. Esta curva é inserida em um laudo que contém as observações do médico. Antes do uso deste sistema os laudos eram baseados no registro de aproximadamente 60 minutos em papel impressos em um polígrafo.

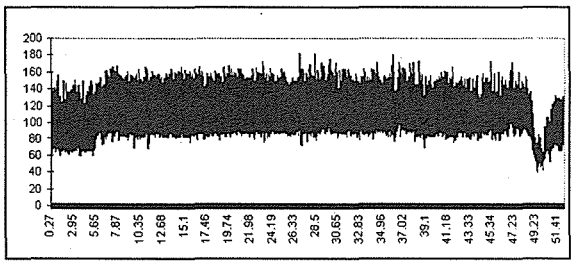


Figura 1 : Curva, gerada pelo sistema, que representa a variação da PA. Neste exemplo temos um caso real onde houve síncope (teste positivo).

Para a análise da VFC o usuário escolhe o intervalo de tempo desejado e o sistema calcula para os intervalos RR a média, o desvio padrão, o pNN50 (proporção de variação entre dois intervalos consecutivos maior que 50 ms), o espectro de frequências e as áreas do espectro ditas de baixa frequência (0,04 a 0,15 HZ) e alta frequência(0,15 a 0,40 Hz).

Para o calculo da FFT(*Fast Fourier Transform*), a série de eventos gerada pelos intervalos RR é interpolada em intervalos de 0,5 segundos utilizando-se uma spline cúbica. É aplicado então um filtro Detrend que elimina o valor médio e tendências lineares. À série resultante aplica-se a FFT a 1024 pontos (512 segundos) e para fins de visualização, aplica-se uma filtro de média móvel para suavizar a curva. O resultado pode ser visto na figura 2.

A análise espectral é realizada nos períodos pré e pós inclinação, possibilitando a análise do balanço simpatovagal (Baixa Frequência/Alta Frequência) nas duas situações.

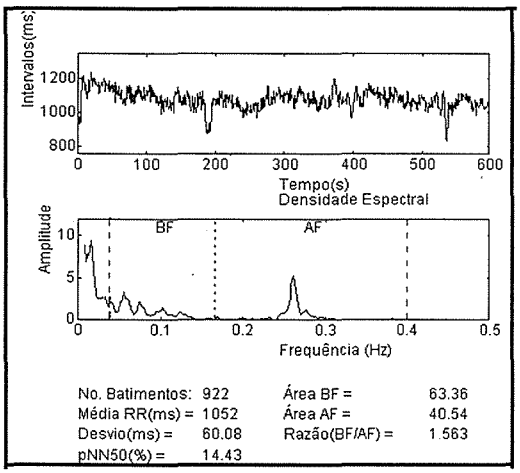


Figura 2: Análise da VFC para o mesmo paciente da figura 1. Exemplo de resultado gerado pelo sistema onde podem ser vistos o tacograma de intervalos e o espectro de freqências.

Referências

[1] Kenny R.A.,Ingram A.,Bayliss J. et al., Head UP Tilt: A useful tool for investigating Syncope.Lanct 1986;2:1352-54.

[2] Allyn M., The Bezold-Jarish Reflex Revisted: clinical implications of inhibitors reflexes originating in the heart. J Am Coll Cardiol 1993; 1:90-102.

[3] Furuie S.S., Gutierrez M.A., ECG Filter Based on Local Maximum-a-Posteriori Techinique. Computers in Cardiology 1990.

[4] Kapoor W.N.,Smith M.A., Miller N.L. Upright Tilt Testing in Evaluating Syncope: A comprehensive Literature Review. Am J. Med 1994; 97:78-89.