

RESPOSTA EVOCADA SOMATO-SENSITIVA DO NERVO TIBIAL: ANÁLISE TEMPO-FREQÜÊNCIA COM WAVELET

Desléia Tomotani¹, Carlos Tierra-Criollo², Alderico de Paula³, Antônio Infantsi⁴

¹ Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP)/Graduação em Engenharia Biomédica, Av. Shishima Hifumi, 2911, São José dos Campos, Brasil. E-mail: ades_yumi@yahoo.com.br

² Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)/Grupo de Engenharia Biomédica (GENEBIO), Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Engenharia Elétrica, Av. Antônio Carlos 6627, Belo Horizonte, Brasil.

E-mail: carjullo@cpdee.ufmg.br

³ Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP)/Grupo de Instrumentação e Processamento de Sinais e Imagens (GIPSI), Av. Shishima Hifumi, 2911, São José dos Campos, Brasil. E-mail: alderico@univap.br

⁴ Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)/Programa de Engenharia Biomédica (COPPE), Caixa Postal 69510 CEP: 21945-970, Brasil.

Resumo- A atividade elétrica do cortex gera oscilações que se mostram ser relevantes na organização da atividade neural, sendo que, tais oscilações têm sido sugeridas como relacionadas às funções sensoriais e cognitivas. O potencial evocado somato-sensorial (PESS) tem sido utilizado no estudo e diagnóstico do sistema nervoso. O objetivo deste trabalho é analisar a relação tempo-freqüência do PESS do nervo tibial utilizando-se a Transformada *Wavelet* Discreta de Daubechies (TWD-D). O PESS, de 21 voluntários, foi estimado a partir de sinais de EEG, cujo estímulo empregado foi um pulso de corrente de 0,2 ms de duração, intensidade do limiar motor e freqüência 5 Hz. Para a análise tempo-freqüência utilizou-se *Wavelet*. Os resultados mostraram que as respostas nos níveis com freqüências maiores apareciam em menores latências em relação às menores freqüências. Estes achados sugerem que os primeiros processos do PESS são de freqüências maiores.

Palavras-chave: banda gama, oscilações cerebrais, estimulação somato-sensitiva, eletroencefalograma

Área do Conhecimento: III - Engenharias

Introdução

O desenvolvimento tecnológico acoplado ao crescimento científico sobre doenças neste final de século, possibilitou um avanço de novas técnicas para análise de diagnósticos. Além do aumento do interesse em se investigar a existência de freqüências naturais no sistema nervoso.

Oscilações da atividade cerebral têm-se mostrado relevantes na organização da atividade neural, sendo que, tais oscilações têm sido sugeridas como relacionadas às funções sensoriais e cognitivas [1,2]. Categorizados por faixas de freqüência: *Delta* (menores que 4 Hz), *Teta* (4-7 Hz), *Alfa* (8-13 Hz), *Beta* (14-30 Hz), *Gama* (30-110 Hz) [2] e *altas freqüências* (300-900 Hz) [3,4].

As oscilações síncronas em tempo e fase com o estímulo podem ser estudadas através do Potencial Evocado (PE), obtido pela média coerente de trechos do EEG sincronizados com o estímulo [5]. No diagnóstico clínico utiliza-se, principalmente, a estimulação auditiva, visual e somato-sensitiva [6]. No PE somatossensitivo (PESS) durante estimulação do nervo tibial, oscilações de 15 a 120 Hz (principalmente na banda gama de 30 a 45 Hz) e altas freqüências

têm sido encontradas [3,4,6]. As de alta freqüência estão sobrepostas à componente P37 do PESS, sendo que a máxima amplitude foi encontrada em latências menores a 37 ms [4].

O objetivo deste trabalho é realizar uma análise tempo-freqüência do PESS do nervo tibial utilizando-se a Transformada *Wavelet* Discreta de Daubechies (TWD- D), principalmente nas baixas freqüências (até 120Hz), além de compará-las com os resultados anteriores realizados pela Transformada de Fourier.

Materiais e Métodos

O EEG da atividade espontânea e durante a estimulação somato-sensitiva foram adquiridos em 21 voluntários com idades de 18 a 42 anos, sem patologias neurológicas. A aquisição dos sinais de EEG foi realizada no Laboratório de Processamento de Imagem e Sinais (Programa de Engenharia Biomédica – COPPE/UFRJ).

A estimulação foi realizada utilizando-se o sistema de potencial evocado MEDELEC modelo Sapphire 4ME (UK), através de dois eletrodos de superfície de prata/cloreto de prata, distantes em três centímetros, posicionados sobre o nervo tibial direito e usando-se um eletrodo terra colocado

próxima à fossa poplítea. O estímulo consistiu em impulsos de corrente de 0,2 ms de duração, frequência de 5 Hz e intensidade correspondente ao limiar motor (realizou-se duas sessões *LM1* e *LM2*). As derivações bipolares Cz'-Fpz' e Cc'-Ci' (pontos de fixação dos eletrodos com referência na distribuição do Sistema Internacional 10-20) foram usadas para o registro do EEG. Utilizaram-se dois filtros em cascata, um passa-alta (10 Hz) e outro passa-baixa (2KHz). A impedância dos eletrodos manteve-se abaixo de 2 K Ω . Os sinais foram digitalizados a 5 KHz com resolução de 12 bits.

A análise tempo-frequência deste sinal utilizando Wavelet foi realizada através da TWD-D com 4 coeficientes (db4). Para isso, realizou-se a decomposição até o nível 8 e a recomposição de níveis. Verificou-se que os níveis de detalhes 8 (8-16 Hz), 7 (16-32 Hz), 6 (32-64 Hz), e 5 (64-128 Hz) indicaram relevância no estudo do PESS. Para cada um destes níveis calculou-se o valor do tempo médio (latência) ponderado com o valor absoluto da amplitude do sinal em cada instante de tempo.

Resultados

Na decomposição de nível 8 do PESS (Figura 1) observa-se que a filtragem começa com as frequências mais altas e nas sucessivas decomposições o valor da frequência filtrado é sempre menor. Desta forma, sendo possível a análise de faixas de frequências mais apropriadas, através do valor absoluto e da sua filtragem (Figura 2).

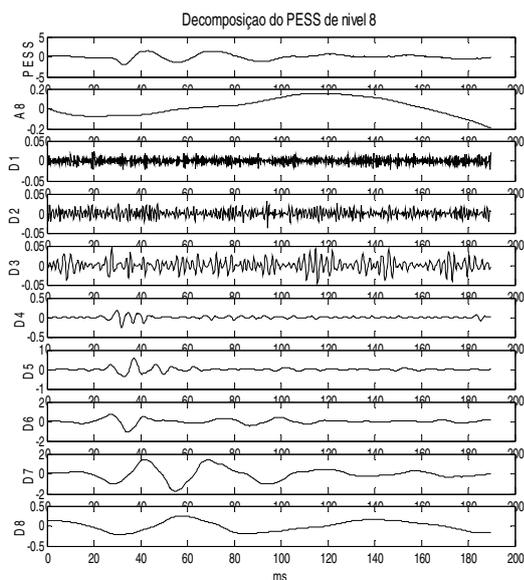


Figura 1- Decomposição de nível 8 do PESS do voluntário 21 com 800 estímulos durante *LM1*.

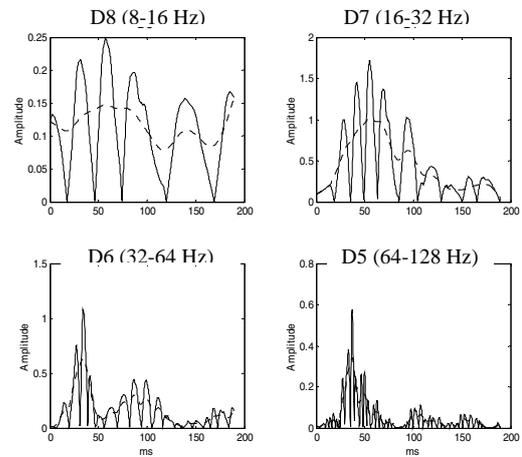


Figura 2- Valor absoluto (linha contínua) dos detalhes D8, D7, D6 e D5. Filtragem do valor absoluto com média móvel (linha tracejada). Voluntário 21 durante *LM1*.

O tempo médio ponderado, de um dos voluntários (Tabela 1), durante *LM1* mostra que o detalhe D5 (64-128 Hz) aparece em menor latência (45,2 ms), já o detalhe D8 (8-16 Hz) aparece em latências maiores (62,1 ms). Na média dos 21 voluntários as latências, durante *LM1* (Figura 3) mostraram similar comportamento. Em relação ao desvio padrão (σ), o maior valor registrado encontra-se em D8, onde também, durante *LM2* (Figura 4), ocorre um decréscimo do valor de latência em relação ao D7.

Tabela 1- Latência média (ponderada com o valor absoluto da amplitude) do voluntário 21 durante *LM1*.

Detalhe	Latência (ms)
D8	62,1
D7	60,6
D6	56,2
D5	45,2

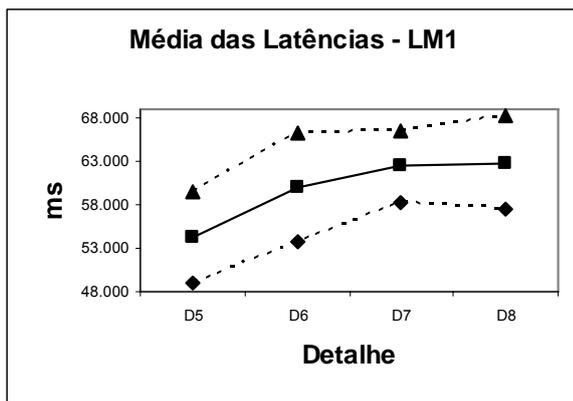


Figura 3- Média das latências (linha contínua) dos detalhes nos 21 voluntários durante LM1. As tracejadas correspondem ao intervalo entre $\pm \sigma$.

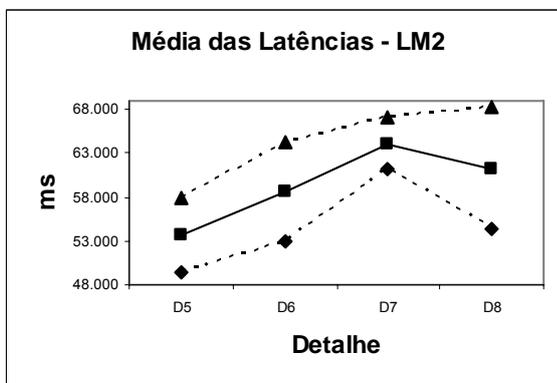


Figura 4- Média das latências (linha contínua) dos detalhes nos 21 voluntários durante LM2. As tracejadas correspondem ao intervalo entre $\pm \sigma$.

Discussão

Os resultados da evolução temporal analisada por *wavelet* mostram que as respostas de maiores frequências no PESS encontram-se em menores latências. Sendo resultados similares aos obtidos pela Transformada de Fourier em trabalho anterior [7].

Chen e Herrmann [8] também encontraram comportamento inverso entre a frequência e a latência, porém durante estimulação do nervo mediano com intensidade de dor.

Conclusão

Os resultados indicam que os processos de curta latência do PESS do nervo tibial (P37 e N45) são de maior frequência, principalmente dentro da banda gama (32 a 128 Hz), do que os processos de maior latência (P60 e N75) cujas componentes de frequência estariam principalmente na banda de 8 a 32 Hz.

A vantagem da *wavelet* é permitir uma análise tempo-frequência com maiores detalhes do que com a Transformada de Fourier.

Agradecimentos

À agência CNPq - PIBIC pelo apoio financeiro e à FAPEMIG.

Referências

- [1] BEAR, M.F. Neurociências Desvendando o Sistema Nervoso, Artmer, 2002.
- [2] PFURTSCHELLER, G.; SILVA, F.H. Event-related EEG/MEG synchronization and desynchronization: basic principles. **Clinical Neurophysiology**. V.110, p.1842-1857, 1999.
- [3] INOUE et al. High-frequency oscillation in human posterior tibial somatosensory evoked potentials are enhanced in patients with parkinson's disease and multiple system atrophy. **Neuroscience Letters**. V.297, n.2, p.89-92, 2001.
- [4] TIERRA-CRIOLLO, C.J.; INFANTOSI, A.F.C. Latência das Oscilações Cerebrais de Alta Frequência Durante Estimulação do Nervo Tibial. XVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica, São José dos Campos, São Paulo, p.480-482, 2002.
- [5] MISULIS K.E. Spehmann's Evoked Potential Primer, Butterworth-Heinemann, 1994.
- [6] TIERRA-CRIOLLO, C.J.; INFANTOSI, A.F.C. Determinação da Banda de Máxima Resposta para Estimulação de Nervo Tibial. XVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica, São José dos Campos, São Paulo, p.476-479, 2002.
- [7] TOMOTANI, D. Comportamento Temporal das Oscilações Cerebrais Durante Estimulação Somato-Sensitiva. III Congresso Latino-Americano de Engenharia Biomédica, João Pessoa, Paraíba, 2004.
- [8] CHEN, A.C.N.; HERRMANN, C.S. Perception of Pain Coincides with the Spatial Expansion of Electroencephalographic Dynamics in Human Subjects. **Neuroscience Letters**. V. 297, n. 3, p.183-186, 2001.