

Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico: um programa para identificar picos e latências

Disciplina de programação

Carolina Karla de Souza Evangelista
Instituto Internacional de Neurociências Edmond e Lily Safrá
Instituto Santos Dumont, Macaíba/RN - Brasil
Email: carolina.evangelista@edu.isd.org.br

I. INTRODUÇÃO

Atualmente, sinais neurofisiológicos são comumente utilizados para testes clínicos, como os potenciais evocados auditivos, visuais e somatossensoriais, que representam uma resposta cerebral a determinado estímulo. Com o surgimento de avaliações objetivas como na eletrofisiologia da audição, alguns parâmetros de avaliação se tornam desafiadores, uma vez que para sua análise, necessitam de habilidades computacionais intensivas (Drongelen, 2007)

Na rotina clínica, as ondas dos potenciais evocados auditivos (PEAs) são identificadas visualmente e a marcação critério do avaliador clínico. Além disso, interferências como o ruído de fundo ou a qualidade do sinal podem tornar a resposta ruim, dificultando a identificação ou até mesmo classificando uma onda como resposta de forma equivocada. Assim, o procedimento se torna subjetivo e passível de erros, dependendo do nível de treinamento e experiência do avaliador que o analisa. Essa subjetividade individual pode gerar, ainda, dificuldades na comunicação entre laboratórios e clínicas. (Boutsen F, Dvorak J., 2016)

O PEATE trata-se de um exame objetivo com o qual é possível obter a atividade eletrofisiológica da via auditiva, desde o nervo coclear até o colículo inferior, em nível de mesencéfalo. São colocados eletrodos na frente e na orelha/mastoide do paciente, e, não necessariamente este precisa estar sedado. Através de estímulos sonoros, são registradas sete ondas durante os primeiros 12ms, representadas em algarismos romanos. Dentre as sete, as que mais interessam são as cinco primeiras (SOUSA et al., 2016) que correspondem aos sítios geradores: I e II – porção distal e proximal do nervo auditivo; III – núcleo coclear; IV – complexo olivar superior; V – lemnisco lateral. As duas últimas ondas – VI e VII –, correspondem ao colículo inferior e corpo geniculado medial, respectivamente. (MØLLER et al., 1981). Para análise dos potenciais, é dada uma atenção às latências das ondas I, III e V e aos intervalos interpicos I-III, III-V e I-V, pois é vista uma maior estabilidade e amplitude nestas (MATAS; MAGLIARO, 2015).

As duas principais aplicações do PEATE são: pesquisar o limiar eletrofisiológico da audição, a fim de identificar o grau da perda, e verificar a integridade da via auditiva. Para a

primeira, é preconizado o uso do estímulo tone burst, pois este tem uma especificidade de frequências e pode-se testar o grau de perda em 0,5kHz, 1kHz, 2kHz ou 4kHz. Já para a pesquisa da integridade da via, é utilizado o estímulo clique em 80dBNA para visualização das ondas I, III e V (MATAS; MAGLIARO, 2015).

Devido a maturação das vias auditivas do tronco encefálico, é observado que as latências das ondas do PEATE sofrem mudanças desde a vida fetal até após o nascimento (SOUSA et al., 2016). As ondas I, III e IV já podem ser visualizadas entre a 30ª e a 32ª semana de idade gestacional. Por volta de três meses de idade, o bebê já possui a latência da onda I com valores semelhantes aos dos adultos. Por outro lado, a latência da onda V só atinge esses valores entre 18 meses e 2 anos de vida. Com isso, há também uma diminuição gradativa dos intervalos interpicos. (MATAS; MAGLIARO, 2015).

Além disso, na avaliação convencional, a amplitude das ondas é pouco considerada para diagnóstico. Apesar disso, existem evidências de que a redução da amplitude de algumas ondas é sinal de algum acometimento, como visto na perda auditiva oculta, com a redução da amplitude da onda I5.

Enquanto o PEATE com estímulo clique e tone burst, caracterizam-se por serem ondas sinusoidais e simples, o PEATE com estímulo de fala (frequency- following response, cABR ou PEATEf), é realizado utilizando estímulos complexos, como a fala. Os estímulos que estão sendo mais estudados são o consoante-vogal (CV), com a sílaba /da/. (SKOE; KRAUS, 2010). Com esse tipo de estímulo, são fornecidas informações sobre o processamento do som na via auditiva e o sistema auditivo eferente, ou seja, que traz a informação do córtex cerebral para a orelha interna (KRAUS, 2011) assim como, determina as configurações acústicas da fala em áreas subcorticais (JALAEI et al., 2017). Dessa forma, o PEATEf diz respeito a qualidade do processamento do som no cérebro, podendo ajudar na identificação da dislexia, autismo e no transtorno do processamento auditivo, nos quais foram identificados diferentes padrões de resposta (KRAUS; WHITE-SCHWOCH, 2016)

Através desse estímulo, são gerados sete picos: V, A, C, D, E, F e O, sendo V, a única que possui um pico positivo dentro da onda complexa. As ondas V e A representam as respostas síncronas transientes do início do estímulo no

tronco encefálico (lemnisco lateral/colículo inferior); A onda C refere-se a transição entre a consoante e a vogal; D, E e F são picos que representam a vibração das pregas vocais, ou seja, a fonte; A onda O representa o fim da emissão (KRAUS; NICOL, 2005) (SANFINS; COLELLA-SANTOS, 2016) Enquanto isso, os intervalos interpicos correspondem ao comprimento de onda da frequência fundamental (f_0) (KRAUS; NICOL, 2005) Assim, os padrões de resposta dos neurônios do tronco encefálico podem ser visualizados tanto para as características acústicas da fonte como do filtro separadamente, com bastante precisão para os domínios de frequência e tempo. (KRAUS; NICOL, 2005)

Kraus e White-schwoch (2016) apontam que em bebês, ocorre um desenvolvimento sistemático das respostas. Apesar de ter identificado diferenças individuais em bebês de 3-5 meses, a autora afirma que as respostas para frequências baixas (graves) já são estáveis nessa idade. Enquanto isso, em bebês mais velhos, de 6-10 meses, foi observado que as respostas para as consoantes se tornaram mais rápidas e ocorreu uma maior resposta para frequências altas. Entretanto, os autores sugerem que sejam desenvolvidas pesquisas a fim de normatizar o PEATEf em neonatos.

Atualmente, já existem sistemas desenvolvidos para detectar e identificar os picos automaticamente, diminuindo o tempo de análise e possíveis erros.

Em Naves et al. (2013), os autores desenvolveram um programa para detectar os picos do PEATE de forma automática. Para isso, eles utilizaram a Transformada Wavelet Contínua, sendo associada a um classificador probabilístico, construído com o auxílio de marcações prévias de examinadores para o aprendizado.

II. METODOLOGIA

Com base nisso, foi desenvolvido um programa para identificar picos e latências do PEATE, utilizando a biblioteca *scipy.signal*, com a função *findpeaks*. Para isso, os dados foram extraídos do software de aquisição em formato .ASCII e convertido em .CSV para facilitar a manipulação com a ferramenta *pandas*. Foram colocados *inputs* para identificação dos pacientes como nome, se o paciente é adulto ou criança. Como saída, o programa mostra as latências dos picos I, III e V e mostra também os parâmetros normativos para comparação. Por fim, utilizando a biblioteca *plotly*, o gráfico da *average* sobre o tempo é plotado com linhas e marcadores em cruz.

III. CONCLUSÃO

Para trabalhos futuros, pretende-se implementar um algoritmo de aprendizado de máquina para automatizar ainda mais o processo e identificar automaticamente apenas as ondas de interesse.

Natal, RN
Outubro 1, 2020

IV. REFERÊNCIAS

- [1] M. D. Sanfins and M. F. Colella-Santos, "A REVIEW OF THE CLINICAL APPLICABILITY OF SPEECH-EVOKED AUDITORY BRAINSTEM RESPONSES" *Artic. J. Hear. Sci.*, 2016.
- [2] N. Kraus and T. White-Schwoch, "Newborn hearing screening 2.0," *Hear. J.*, vol. 69, no. 11, pp. 44–46, Oct. 2015.
- [3] N. Kraus, "Listening in on the listening brain," *Phys. Today*, vol. 64, no. 6, pp. 40–45, Jun. 2011.
- [4] N. Kraus and T. Nicol, "Brainstem origins for cortical 'what' and 'where' pathways in the auditory system," *Trends Neurosci.*, vol. 28, no. 4, pp. 176–181, Apr. 2005.
- [5] N. Kraus and T. Nicol, "Brainstem origins for cortical 'what' and 'where' pathways in the auditory system," *Trends Neurosci.*, vol. 28, no. 4, pp. 176–181, 2005.
- [6] E. Skoe and N. Kraus, "Auditory brainstem response to complex sounds: a tutorial."
- [7] E. Skoe and N. Kraus, "Auditory brain stem response to complex sounds: A tutorial," *Ear and Hearing*, vol. 31, no. 3. NIH Public Access, pp. 302–324, Jun-2010.
- [8] K. F. P. Naves, A. A. Pereira, and A. O. Andrade, "Decomposição e análise dos potenciais evocados auditivos de tronco encefálico," *Rev. Bras. Eng. Biomed.*, vol. 29, no. 1, pp. 15–24, 2013.
- [9] R. Schaette and D. McAlpine, "Tinnitus with a normal audiogram: Physiological evidence for hidden hearing loss and computational model," *J. Neurosci.*, vol. 31, no. 38, pp. 13452–13457, Sep. 2011.
- [10] "Quantitative approaches for defining the quality and threshold of auditory brainstem responses - IEEE Conference Publication." [Online]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/document/95969>. [Accessed: 30-Sep-2020].
- [11] van Drongelen W. *Signal processing for neuroscientists*. Burlington, Mass: Academic Press; 2007.
- [12] Boutsen F, Dvorak J. *MATLAB primer for speech-language pathology and audiology*. San Diego, California: Plural Publishing Inc.; 2016.
- [13] MATAS, Carla Gentile; MAGLIARO, Fernanda Cristina Leite. Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico. In: EDILENE MARCHINI BOÉCHAT (Org.). *Tratado de Audiologia*. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan Ltda., 2015. Cap. 16. p. 118-124.
- [14] MØLLER, Aage R. et al. Intracranially recorded responses from the human auditory nerve: New insights into the origin of brain stem evoked potentials (BSEPs). *Electroencephalography And Clinical Neurophysiology*, [s.l.], v. 52, n. 1, p.18-27, jul. 1981.