

New efficient stimuli for evoking frequency-specific auditory steady-state response

Comentado por: Gabriela Ribeiro Ivo Rodrigues¹, Dóris Ruth Lewis²

Stürzebecher E, Cebulla M, Elberling C, Berger T. New efficient stimuli for evoking frequency-specific auditory steady-state response. J Am Acad Audiol. 2006;17(6):448-61.

A avaliação auditiva em crianças, durante muito tempo, baseou-se nos resultados da avaliação comportamental e no registro do Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico com o estímulo clique (PEATE-clique). Embora a necessidade de estimar a audição em diferentes frequências tenha levado os fonoaudiólogos a registrar o PEATE com estímulos como *tonebursts*, específicos em frequência, o clique sempre foi considerado o estímulo mais eficaz para evocar respostas eletrofisiológicas por estimular uma região maior da cóclea, gerando uma maior sincronia neuronal.

Nos últimos 10 anos foram publicados diversos estudos sobre os Potenciais Evocados Auditivos de Estado Estável (PEAEE) como um exame promissor na avaliação audiológica infantil. O fato de esses potenciais estimarem a audição por especificidade de frequência nas duas orelhas simultaneamente, e serem detectados automaticamente, tornando o exame mais rápido e objetivo que os exames tradicionais, despertou na área da Audiologia o atual interesse clínico e científico pelos PEAEE.

Diferente da maioria dos potenciais evocados auditivos, que são analisados no domínio do tempo, os PEAEE são analisados no domínio da frequência, e sua resposta é representada por vários harmônicos. A frequência do primeiro harmônico corresponde à frequência de modulação, e os harmônicos próximos são múltiplos inteiros da frequência de modulação. Esta relação entre a frequência de modulação e a posição dos harmônicos no espectro de frequências é a base da detecção objetiva dos PEAEE utilizando métodos estatísticos.

Claus Elberling e um grupo de pesquisadores vêm desenvolvendo uma série de estudos com o objetivo de melhorar a detecção das respostas e a condição do estímulo no registro dos PEAEE.

Uma das estratégias estudadas por esses pesquisadores foi a utilização de um método de detecção que, ao invés de utilizar apenas o primeiro harmônico, método tradicionalmente utilizado, utiliza tanto o primeiro como vários harmônicos superiores. Este método (*q-sample test*) demonstrou uma melhora no desempenho da detecção das respostas, reduzindo o tempo de teste em aproximadamente 50% quando comparado ao tempo tradicional⁽¹⁾.

A outra tentativa de melhorar a detecção das respostas no registro dos PEAEE, alcançando maiores amplitudes de resposta, foi o desenvolvimento do estímulo *chirp*.

Sempre se acreditou que o clique elicia respostas sincronizadas do tronco encefálico. No entanto, na cóclea, parece que a resposta ao clique não é totalmente sincronizada. O auge da estimulação ocorre primeiramente na região basal correspondente as altas frequências e tardiamente na região apical, que corresponde às frequências baixas. Isso é, sobretudo, uma consequência da rigidez encontrada ao longo da membrana basilar, que acaba por impedir que as células ciliadas e as fibras do nervo auditivo sejam estimuladas ao mesmo tempo. O resultado é uma resposta que não é sincronizada.

O *chirp* foi desenvolvido buscando compensar o atraso da onda sonora em sua viagem pela cóclea. Sua constituição possibilita um atraso da estimulação na região das altas frequências, de modo que esta estimulação se dá em conjunto com a região das baixas frequências. O resultado é uma estimulação simultânea, possibilitando que as células ciliadas despolarizem ao mesmo tempo.

Da mesma forma, é possível compensar o atraso da onda sonora em sua viagem pela cóclea nos estímulos de frequência específica – *narrow band chirps*. Esta compensação do tempo proporciona uma melhor sincronia neural e consequentemente o registro de respostas com maiores amplitudes e, portanto, de mais fácil visualização.

O estudo escolhido para ser refletido neste artigo é considerado por nós um dos mais interessantes dentre os publicados por esse grupo de pesquisadores, pois introduz um novo *design* que combina o método de detecção que utiliza vários harmônicos, com uma compensação do atraso da onda sonora ao atravessar a cóclea no registro dos PEAEE, nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz. Para além disto, uma tentativa de melhorar as condições para a detecção dos PEAEE em 500 Hz também foi investigada.

A frequência de 500 Hz sofre uma desvantagem, pois, além da amplitude das respostas ser menor, se comparada às demais

(1) Pós-graduanda (Doutorado) em Fonoaudiologia pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC-SP – São Paulo (SP), Brasil; Fonoaudióloga colaboradora do Centro de Referência em Saúde Auditiva – Centro Audição na Criança da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC-SP – São Paulo (SP), Brasil.

(2) Doutora, Professora Titular do Programa de Estudos Pós-Graduados em Fonoaudiologia da Faculdade de Ciências Humanas e da Saúde da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC-SP – São Paulo (SP), Brasil; Fonoaudióloga do Centro de Referência em Saúde Auditiva – Centro Audição na Criança da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC-SP – São Paulo (SP), Brasil.

Endereço para correspondência: Gabriela Ribeiro Ivo Rodrigues. Centro Audição na Criança - Divisão de Educação e Reabilitação dos Distúrbios da Comunicação – CeAC/DERDIC/PUC-SP. R. Estado de Israel, 860, Vl. Clementino, São Paulo (SP), Brasil, CEP: 04022-040. E-mail: gabrielaivo@hotmail.com

freqüências, em decorrência da dispersão temporal sofrida pela onda sonora até atingir o ápice da cóclea, os artefatos elétricos estão localizados dentro do intervalo da freqüência de 500 Hz e das freqüências adjacentes (*sidebins*) de modulação. Um artefato elétrico normalmente não interfere na detecção da resposta com o método tradicional, que utiliza apenas um harmônico. No entanto, com o *q-sample test*, que utiliza mais harmônicos, um artefato elétrico poderia levar a uma falsa resposta. Isto significa que, especialmente em 500 Hz, freqüência na qual as condições ideais para gerar e detectar a resposta são necessárias, um problema surge pois um teste estatístico mais poderoso não pode ser utilizado para detectar a resposta.

Por este motivo, além de compensar a dispersão temporal sofrida pelo estímulo de 500 Hz até atingir o ápice da cóclea, os pesquisadores também introduziram uma freqüência de compensação entre as freqüências da resposta.

Os resultados deste experimento em 70 adultos com audição ≤ 10 dB NA mostraram que o novo *design* ativou a mesma área sobre a membrana basilar que os estímulos tradicionalmente utilizados, mas proporcionou maior excitação sincrônica neural, de modo que foram obtidas melhores relações sinal-ruído do que as obtidas pelos estímulos tradicionais.

A introdução de uma freqüência adicional em 500 Hz para compensar minimizou os riscos da detecção de artefatos e possibilitou a utilização do *q-sample test* na detecção das respostas.

Os resultados mostraram a eficiência deste novo *design* que combina o método de detecção que utiliza vários harmônicos com uma compensação do atraso da onda sonora ao viajar na cóclea, visto que sua utilização no registro dos PEAEs melhorou significativamente a amplitude das respostas, resultando numa melhor relação sinal-ruído, e assim, maiores taxas de detecção num menor período de tempo.

Estes resultados são promissores e podem ser valiosos para aplicações clínicas, particularmente no diagnóstico audiológico infantil, que requer a utilização de métodos objetivos para estimar a audição, já que as crianças abaixo de seis meses de idade não conseguem realizar a avaliação auditiva comportamental com procedimentos condicionados.

PEAEs com maiores amplitudes, especialmente em 500 Hz são bem vindos. Tanto em nossa experiência com PEAEs como na da maioria dos autores que registraram esses potenciais em 500, 1000, 2000 e 4000 Hz, as maiores diferenças observadas entre as respostas comportamentais e as respostas dos PEAEs são na freqüência de 500 Hz.

Do mesmo modo, PEAEs detectados de forma mais rápida são vantajosos, uma vez que o exame é realizado, na maioria das crianças, durante o sono natural, e é difícil fazer com que permaneçam nesse estado por um período prolongado de tempo.

O fato é que, embora esses resultados tenham embasamento científico, estudos voltados para a aplicação desses achados na prática clínica ainda são escassos, limitando a aplicação clínica das inovações desse estudo.

No Centro Audição na Criança – CeAC, serviço da DER-DIC – Divisão de Estudos e Reabilitação dos Distúrbios da Comunicação da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, a utilização desse novo design no registro dos PEAEs tem sido investigada. Embora nossa experiência ainda esteja em andamento, sendo necessário um número maior de sujeitos em nossas investigações, os resultados preliminares mostram-se promissores⁽²⁾.

Buscando refletir sobre esses resultados e sobre toda a evolução tecnológica que permeia tais achados, vê-se que existe ainda uma vasta gama de possibilidades que surgirão para melhorar ainda mais a qualidade dos exames audiológicos para a população infantil, e principalmente de crianças muito pequenas. Atualmente, com a constante implementação de programas de saúde auditiva neonatal, e da triagem auditiva neonatal universal, é importante que se alcance resultados muito satisfatórios na avaliação audiológica destas crianças..

A introdução do *chirp*, na eletrofisiologia da audição, contrasta a crença comum de que o clique é o estímulo mais eficaz para evocar respostas eletrofisiológicas pelo fato de estimular um maior número de fibras nervosas. Mais do que isso, nos traz a reflexão de que tal cenário está por se transformar, com o desenvolvimento de novos estímulos, novas técnicas e novos exames.

REFERÊNCIAS

1. Cebulla M, Stürzebecher E, Elberling C. Objective detection of auditory steady-state responses: comparison of one-sample and q-sample tests. *J Am Acad Audiol*. 2006;17(2):93-103.
2. Rodrigues GRI, Lewis DR. Potenciais evocados auditivos de estado

estável a narrow band chirps: resultados preliminares em crianças com perdas auditivas cocleares. *Rev Soc Bras Fonoaudiol*. 2009; (Supl especial): 1493. [17º Congresso Brasileiro de Fonoaudiologia e 1º Congresso Íbero-Americano de Fonoaudiologia, 2009, Salvador – Bahia].