

Análise comparativa dos limiares auditivos da Audiometria Tonal Liminar, dos Potenciais Evocados Auditivos de Tronco Encefálico por estímulos *click* e *tone burst* e do Potencial Evocado Auditivo de Estado Estável de sujeitos com e sem perda auditiva

1. Introdução:

Vários estudos estão sendo realizados com o intuito de mostrar a importância do diagnóstico preciso da perda auditiva em crianças e adultos que não podem responder a testes comportamentais e, assim, atenuar os efeitos negativos da perda auditiva e maximizar o processo de intervenção.

A audiometria tonal liminar (ATL) é o exame padrão-ouro para a obtenção dos limiares auditivos e definição da configuração audiométrica (Martinez, 2005; Sininger, 2007; Lopes, 2011). No entanto, este exame é subjetivo e nem sempre é possível realizá-lo. Dentre os exames objetivos e, para aqueles que não respondem de forma confiável à audiometria tonal liminar, as técnicas eletroacústicas e eletrofisiológicas são as ferramentas mais empregadas para identificar e caracterizar a perda auditiva nessa população e, entre estas, se destacam os potenciais evocados auditivos que auxiliam no diagnóstico e na intervenção, pois são ferramentas para a seleção e programação dos aparelhos auditivos (Martinez, 2005; Sininger, 2007; Matas, 2011).

Pelo fato de não haver consenso sobre a melhor técnica para estimar limiares auditivos e prever a configuração audiométrica na presença de perda auditiva, o objetivo deste trabalho foi comparar, em sujeitos adultos, as respostas obtidas por meio dos Potenciais Evocados Auditivos de Tronco Encefálico com o estímulo clique e tone burst (PEATE-clique e PEATE-TB) em 500Hz, 1000Hz, 2000Hz e 4000Hz e Potencial Evocado Auditivo de Estado Estável (PEAEE) em 500Hz, 1000Hz, 2000Hz e 4000Hz, com seus respectivos limiares tonais, e verificar a aplicabilidade clínica de cada técnica como ferramenta para o diagnóstico audiológico na estimativa dos limiares auditivos em indivíduos com audição normal e com perda auditiva sensorioneural de diferentes graus.

2. Metodologia:

Tratou-se de um estudo clínico prospectivo transversal, no qual foram avaliados 45 adultos com idades entre 18 e 30 anos, sendo 28 do gênero feminino e 17 do gênero masculino, com média de idade de 24 anos. Os sujeitos foram subdivididos em três grupos: **Grupo A (GA)**: constituído por 18 sujeitos, em boas condições de saúde, **sem queixas de perda auditiva**, tontura ou zumbido; **Grupo B (GB)**: composto por 12 sujeitos, em boas condições de saúde, **com perda auditiva sensorioneural de grau leve-moderado**. Para a análise dos resultados, de acordo com a configuração da perda auditiva, o GB foi subdividido em dois subgrupos: **Grupo B Horizontal (GB-H)**: formado por sete sujeitos, com perda auditiva sensorioneural de grau leve-moderado e configuração horizontal; **Grupo B Descendente (GB-D)**: constituído por cinco sujeitos, com perda auditiva sensorioneural de grau leve-moderado e configuração descendente, que foi estabelecida com a presença de diferença entre os limiares de 500Hz a 4000Hz de pelo menos 20dBNA, em pelo menos uma frequência (Johnson e Brown, 2005); **Grupo C**: 15 sujeitos, em boas condições de saúde, com perda auditiva sensorioneural de grau severo-profundo.

Foram excluídos do GA os sujeitos que apresentassem perda auditiva e do GB e GC foram excluídos os sujeitos com perda auditiva condutiva, mista ou neuropatia auditiva. Também foram excluídos os sujeitos com distúrbios neurológicos, psiquiátricos ou múltiplas deficiências.

Após a seleção dos sujeitos, foram realizadas a aplicação de um protocolo e avaliação otorrinolaringológica; realização da ATL por via aérea e óssea, se necessário, para classificar os tipos e graus das perdas auditivas; registro do PEATE-clique; registro do PEATE-TB e do PEAEF nas frequências de 500Hz, 1000Hz, 2000Hz e 4000Hz.

A ATL foi realizada bilateralmente, em cabina audiométrica e sala acusticamente tratada. O audiômetro utilizado foi o da marca Madsen Eletronics, modelo Midimate 622, com fones de ouvido modelo TDH39. Os exames de PEATE e PEAEF foram realizados em ambiente eletricamente protegido e acusticamente isolado, após a limpeza da região das orelhas e da fronte. O equipamento utilizado foi o *Smart-EP (Intelligent Hearing Systems)*, aparelho eletrônico composto por um computador mediador, gerador de sinal acústico, amplificador e registrador. Os exames PEATE-clique, PEATE-TB e PEAEF foram realizados em apenas uma orelha, e a orelha testada foi selecionada de forma aleatória.

3. Análise

Os exames de PEATE-clique e PEATE-TB foram analisados por quatro juizes da Universidade de Vanderbilt- (EUA) com experiência em Potencial Evocado Auditivo. Os juizes determinaram as latências das ondas I, III e V para o estímulo clique em forte intensidade e da onda V e amplitude em todas as intensidades pesquisadas. O mesmo procedimento foi realizado com o estímulo *tone burst* nas diferentes frequências e intensidades pesquisadas.

Vale ressaltar que os juizes da Universidade de Vanderbilt participaram gentilmente da análise. Eles faziam parte da equipe do laboratório denominado *Auditory Physiology Laboratory*, no qual a aluna de doutorado, em questão, realizou estágio de doutorado "sanduíche".

Os limiares auditivos para a ATL, PEATE-clique, PEATE-TB e PEAEF foram descritos em termos de sua média, do seu mínimo, máximo e DP. Para a comparação dos limiares entre os exames de ATL, PEATE-TB e PEAEF foi aplicada a análise de variância (ANOVA) com o teste *post hoc* de Bonferroni. O PEATE-clique foi comparado com ATL, PEATE-TB e PEAEF, utilizando o teste t para amostras pareadas.

A análise estatística foi aplicada por meio do programa SAS/STAT (*Statistical Analysis System*). O nível de significância foi de $p < 0,05$ e o valor significativo foi assinalado com asterisco. Os gráficos foram elaborados por meio dos programas *OriginPro 8* e *Microsoft Office Excel* (2007).

4. Resultados:

Na análise da função latência-intensidade observou-se aumento da latência com diminuição da intensidade, bem como redução da latência com aumento da frequência testada para todos os grupos. Para a função amplitude-intensidade verificou-se diminuição da amplitude com redução da intensidade, sendo isso mais evidente no GA. Nos GB e GC houve relação irregular dessa função.

Não houve diferença estatisticamente significativa na comparação dos valores médios dos limiares entre os exames de PEATE-TB e PEAEF para os GA e GB e subgrupos estudados. No GA houve menor diferença entre as médias dos limiares do PEAEF e da ATL nas frequências graves (500Hz e 1000Hz), diferente do que ocorreu para as frequências de 2000Hz e 4000Hz, em que essa diferença foi menor entre PEATE-TB e ATL. No GB, a partir da frequência de 1000Hz, houve menor diferença entre as médias dos limiares do PEATE-TB e da ATL. Para a frequência de 500Hz, a menor diferença encontrada entre as médias dos limiares foi para o PEAEF.

Na análise do subgrupo com perda auditiva neurossensorial de grau leve/moderado com configuração horizontal (GB_H), a menor diferença encontrada foi entre as médias dos limiares por PEAEF e da ATL na frequência de 500Hz, enquanto que para as frequências de 1000Hz, 2000Hz e 4000Hz a menor diferença ocorreu para o PEATE-TB.

No subgrupo com perda auditiva neurosensorial de grau leve/moderado com configuração descendente (GB-D), os valores médios dos limiares por PEAAE apresentaram menor diferença com a ATL nas frequências de 500Hz, 1000Hz, 2000Hz, enquanto que para a frequência de 4000Hz, a menor diferença ocorreu para o PEATE-TB. Não foi observada diferença estatisticamente significativa nas comparações entre os exames para o grupo com perda auditiva descendente.

Na comparação dos exames de ATL, PEATE-TB e PEATE-clique para o GA, houve diferença estatisticamente significativa na comparação dos valores médios dos limiares (dBNA) da ATL com o PEATE-clique nas frequências de 1000Hz, 2000Hz e 4000Hz e média de 1, 2 e 4 kHz. Houve diferença estatisticamente significativa no GB para a frequência de 500Hz na comparação da ATL com o PEATE-clique. A menor diferença entre os valores médios dos limiares foi encontrada para a frequência de 4000Hz, seguida da média de 1, 2 e 4 kHz. Ao se compararem os valores médios dos limiares da ATL com o PEATE-clique no GB_H houve diferença significativa para as frequências de 500Hz e 1000Hz, com menores valores de limiar para a ATL. Não foi observada diferença para as frequências de 2000Hz e 4000Hz. No GB-D não houve diferença estatisticamente significativa na comparação dos valores médios dos limiares entre o PEATE-clique e ATL, independente da frequência pesquisada.

No grupo com audição normal, em relação à ATL, a diferença entre os valores médios dos limiares do PEATE-TB foi menor para as frequências de 2000Hz e 4000Hz, enquanto que para o PEAAE essa diferença foi menor para 500Hz e 1000Hz. No GB, a diferença entre os valores médios dos limiares auditivos do PEAAE com a ATL foi menor para 500Hz, e nas demais frequências a menor diferença ocorreu para o PEATE-TB. Os valores médios dos limiares do PEAAE no GC foram menores do que os encontrados na ATL para as frequências de 500Hz, 2000Hz e 4000Hz.

Em vários sujeitos do GC se verificou ausência de respostas no PEATE-TB, no PEAAE e no PEATE-clique. Na ausência de registro dos potenciais evocados auditivos, o limiar não foi superestimado e esse grupo não foi submetido a testes estatísticos, mas sim, a comparações descritivas. No GC houve presença do registro do PEATE-clique em 100dBNA para somente quatro sujeitos.

Discussão:

Na análise da função latência-intensidade para o PEATE-clique e PEATE-TB foi observado aumento da latência absoluta, com diminuição da intensidade do estímulo, consistentes com os achados de Hecox e Galambos (1974); Starr et al. (1977), Stockard et al. (1979), Kileny (1981), Isaac (1999) e Ribeiro e Carvallo (2008). Houve menor latência para o estímulo clique do que para o *tone burst*, que pôde ser justificada devido à duração deste último. Quanto a este aspecto, o tempo de subida e descida (*rise-fall*) influencia a estimulação de células neurais mais específicas e resulta em estimulação de menor número de fibras nervosas, aumentando o tempo de aparecimento da onda. Estímulos abruptos e de curta duração, como o clique promovem melhor sincronia neural, uma vez que levam à maior ativação das fibras nervosas devido ao fato de possuírem amplos espectros de frequência (Hall, 1992; Hood, 1998; Durrant; Ferraro, 2001; Souza et al., 2009). O aumento da latência também é influenciado pela posição tonotópica da membrana basilar. (Hall, 1992; Sininger, 1995; Stapells et al., 1995; Hood, 1998; Stapells, 2000b; Cone-Wesson et al., 2002).

Hatzopoulos et al. (2010) e Beck et al. (2014) também observaram melhores respostas do PEAAE nas frequências graves do que nas agudas, quando comparados com os limiares comportamentais; diferente de outros estudos que descreveram maior diferença do PEAAE com a ATL para as frequências baixas e em menores graus de perda auditiva (Rance et al., 1995; Rance; Briggs, 2002; Herdman; Stapells, 2003). O PEAAE se mostrou adequado e com boa correlação com a ATL na estimativa de limiares

auditivos de sujeitos com audição normal e com perda auditiva moderada, sendo a melhor correlação para a frequência de 500Hz (Rance et al., 1995; Lins et al., 1996; Perez-Abalo et al., 2001; Luts; Wonders, 2004; Swanepoel et al., 2004; Tlumak et al., 2007; Beck et al., 2014).

Na obtenção do PEATE-TB, os estímulos de frequências graves geraram menor sincronia neural do que nas frequências altas. O limiar eletrofisiológico, obtido nas frequências de 2000Hz e 4000Hz, em virtude de maior sincronia, apresentaram melhor morfologia e visualização da onda V, permitindo que a mesma pudesse ser identificada em intensidades mais fracas (Hawes; Greenberg, 1981, Stapells et al., 1995; Beattie et al., 1996; Stapells, 2000a; 2000b). Stapells et al. (1995), Ribeiro e Carvallo (2008) e Qian et al. (2010) justificaram que o pior limiar do PEATE em frequências baixas foi decorrente da pior sincronia neural existente na região apical da cóclea e da contaminação do ruído para as frequências mais baixas, resultando em piores limiares para essa região.

No presente estudo, o julgamento para a presença de resposta nas diferentes intensidades foi realizado pelo pesquisador principal em conjunto com três audiologistas com experiência em PEAs da Universidade de Vanderbilt, o que contribuiu para o aumento da confiabilidade da resposta. Porém, na prática clínica, a experiência do examinador é fator decisivo no julgamento da presença de resposta, visto que ao confrontar as interpretações do pesquisador principal com os demais juizes houve concordância para a maioria dos dados analisados.

Na perda auditiva sensorineural, de configuração descendente, tanto o PEATE_TB quanto o PEAEE estimaram com precisão os limiares auditivos demonstrando aplicabilidade clínica e sensibilidade (Ferraz et al., 2002; Herdman e Stapells, 2003; Swanepoel; Erasmus, 2007). Johnson e Brown (2005) acrescentaram que as respostas foram discretamente mais próximas do limiar tonal para o PEAEE do que para o PEATE-TB, semelhante a este estudo.

No presente estudo, os resultados obtidos com o PEAEE e PEATE-TB, quando comparados com a ATL, apontaram que os dois exames forneceram estimativas dos limiares auditivos. Quando das comparações entre os exames para o PEATE-clique, os resultados obtidos comprovaram a falta de especificidade de frequência desse estímulo e a dificuldade de estimar a configuração audiométrica em sujeitos com perdas auditivas, em especial, as de configuração descendente.

Alguns estudos têm demonstrado que o amplo espectro do clique resulta na excitação das fibras em várias regiões da cóclea. Esta circunstância pode gerar uma resposta da melhor região do audiograma, gerando falso resultado sobre o *status* auditivo, pois carece de especificidade de frequência. Por esta razão, quando comparado ao PEATE- clique, o PEATE-TB é vantajoso pela possibilidade de estimar a configuração com maior especificidade de frequência (Hyde, 1985; Stapells et al., 1995; Sininger et al., 1997; Hood, 1998; Gorga et al., 2006). Entretanto, o PEATE-clique apresenta vantagens que devem ser consideradas quando se discute a aplicabilidade dos testes na prática clínica, pois acrescentam informações que não podem ser obtidas por meio dos PEAE e do PEATE-TB (Luts et al., 2004; Han et al., 2006; e Duarte et al., 2008).

No GC houve registro de respostas para o PEATE-clique em apenas quatro sujeitos e na intensidade máxima do equipamento (100dBNA). Diversos estudos apontam que o PEATE-clique não é o exame de escolha para se estimar a perda auditiva de grau severo a profundo, sendo o PEAE o teste mais fidedigno para estimar a audição residual nesses casos (Rance et al., 1998; Stapells, 2000a; Wander Werff et al., 2002; Stueve; O'Rourke, 2003; Firszt et al., 2004; Stapells et al., 2005; Scherf et al., 2006).

Os valores médios dos limiares do PEAE no GC foram menores do que os encontrados na ATL para as frequências de 500Hz, 2000Hz e 4000Hz. No GC houve maior ocorrência da presença de registro para o PEAE do que para o PEATE-TB. Resultados semelhantes foram relatados por diversos autores que justificaram este fato,

em virtude da redução das células ciliadas em perdas auditivas cocleares, podendo isso gerar uma percepção de volume para intensidades crescentes de forma muito rápida, já que as fibras nervosas seriam “recrutadas” para determinado estímulo. Assim, a presença do recrutamento refletiria o aumento anormal da amplitude de resposta em intensidades acima do limiar, resultando em resposta mais facilmente detectada do que quando decorrente de fibras nervosas intactas em uma orelha com audição normal (Aoyagi et al., 1994; Rance et al., 1995; Lins et al., 1996; Cone-Wesson et al., 2002; Johnson; Brown, 2005; Han et al., 2006).

Em contrapartida, o uso de intensidades acima de 80dBNA poderia gerar erros de interpretação dos resultados. Gorga et al. (2004) alertaram para o fato de que a presença de respostas melhores no PEAE no que na ATL poderiam ser resultados de artefatos do estímulo ou do equipamento e, portanto, cuidados deveriam ser tomados pelo examinador quando do uso do PEAE em fortes intensidades, uma vez que as respostas obtidas poderiam não fornecer informações do sistema auditivo periférico.

Embora o PEAE tenha sido desenvolvido como alternativa ao PEATE-TB, visando superar as limitações deste, sugerir a substituição de um pelo outro não parece ser tarefa fácil, visto que a literatura (Cone-Wesson et al., 2002; Stapells et al., 2005; Rance et al., 2006; AAP; JCIH, 2007) é controversa no que se refere à melhor técnica.

Inquestionável é o fato de que tanto o PEATE-TB quanto o PEAE são métodos eletivos quando comparados ao PEATE-clique para a estimativa do limiar auditivo. A aplicação do clique no diagnóstico audiológico infantil é útil na investigação da sincronia neural e para o estudo de latências absolutas e interpicos em fortes intensidades.

É importante ressaltar que a relação entre os dois exames não é competitiva, mas sim complementar. Novas pesquisas com a criação de *softwares* que executem os dois exames simultaneamente trarão novas possibilidades de realização de um diagnóstico audiológico mais preciso e em tempo reduzido, assegurando maior confiabilidade na prática clínica.

Conclusão:

O estudo permitiu concluir que no grupo com audição normal e com perda auditiva leve-moderada, o PEATE-TB estimou melhor o limiar auditivo nas frequências mais agudas, enquanto que nas frequências mais graves, o PEAE apresentou limiares mais próximos dos limiares tonais. Para o grupo com perda auditiva severa-profunda, ambos os exames não estimaram os limiares com precisão; em sujeitos com perda auditiva leve-moderada, com configuração horizontal e descendente não foi observada diferença estatisticamente significativa, tanto para a comparação da ATL com o PEATE-TB, quanto do PEAE com a ATL, em todas as frequências pesquisadas; O PEATE-clique não estimou a configuração audiométrica da perda auditiva ou mesmo identificou alterações em frequências específicas; No PEAE, o uso de intensidades superiores a 80dBNA sugeriram respostas questionáveis.