

Taise Argolo Sena¹
Natália Ramos¹
Gabriela Ribeiro Ivo Rodrigues²
Doris Ruthi Lewis³

Descritores

Potenciais evocados auditivos
Triagem neonatal
Recém-nascido
Audição
Testes auditivos

Keywords

Evoked potentials, auditory
Neonatal screening
Infant, newborn
Hearing
Hearing tests

Endereço para correspondência:

Taise Argolo Sena
R. Estado de Israel, 860, Vl. Mariana,
São Paulo (SP), Brasil, CEP: 04022-002.
E-mail: tsargolo@hotmail.com

Recebido em: 23/9/2011

Aceito em: 15/10/2012

Comparação do tempo de dois procedimentos com novas tecnologias de Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico Automático (PEATE-A)

Testing time comparison between two procedures with new technologies of Automated Auditory Brainstem Response (AABR)

RESUMO

Objetivo: Comparar o tempo de dois procedimentos de Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico Automático (PEATE-A) utilizando taxa de repetição e modo de detecção diferentes. **Métodos:** Foi realizada a triagem auditiva com Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico Automático (PEATE-A) em 30 neonatos, com média de idade de 21 dias. Cada neonato foi submetido a dois procedimentos de triagem auditiva com diferentes equipamentos de PEATE-A (Procedimento 1 e Procedimento 2). O Procedimento 1 utilizou taxa de repetição de 53 Hz e teste estatístico para detecção da resposta denominado *one-sample test*, e o Procedimento 2 utilizou taxa de repetição de 90 Hz e teste estatístico para detecção da resposta denominado *q-sample test*. Em seguida, foi registrado o PEATE com estímulo clique como teste padrão ouro, cuja análise das respostas foi realizada por um fonoaudiólogo com experiência neste procedimento. **Resultados:** O tempo médio observado para o Procedimento 1 considerando ambas orelhas foi de 84,8 ($\pm 53,5$) segundos; para o Procedimento 2, o tempo médio foi de 27,9 ($\pm 20,0$) segundos. O primeiro procedimento apresentou tempo de exame aproximadamente três vezes maior quando comparado ao segundo. A análise estatística mostrou diferença significativa entre os tempos dos procedimentos. **Conclusão:** O *q-sample test* e taxa de repetição em torno de 90 Hz nos equipamentos de PEATE-A detectaram a resposta de maneira mais rápida.

ABSTRACT

Purpose: To compare the testing time of two Automated Auditory Brainstem Response (AABR) procedures using different repetition rates and detection modes. **Methods:** A hearing screening using AABR was performed in 30 newborns with mean age of 21 days. Each newborn was submitted to two hearing screening procedures using different AABR equipments (Procedure 1 and Procedure 2). Procedure 1 used a repetition rate of 53 Hz and the one-sample test for response detection; Procedure 2 used a repetition rate of 90 Hz, and the q-sample test for response detection. The ABR with click stimulus was then registered as gold standard test, and the responses were analyzed by a trained audiologist. **Results:** The mean time observed for Procedure 1 considering both ears was 84.8 (± 53.5) seconds; for Procedure 2 the mean time was 27.9 (± 20.0) seconds. The testing time of the first procedure was three times longer than the second one. Statistical analysis showed significant difference between the testing times of the procedures. **Conclusion:** The q-sample test and the repetition rate of 90 Hz used in the AABR equipment showed earlier response detection.

Trabalho realizado no Centro Audição na Criança, Divisão de Educação e Reabilitação dos Distúrbios da Comunicação, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – CeAC/DERDIC/PUC-SP – São Paulo (SP), Brasil.

(1) Programa de Estudos Pós-graduados (Mestrado) em Fonoaudiologia, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC-SP – São Paulo (SP), Brasil; Centro Audição na Criança, Divisão de Educação e Reabilitação dos Distúrbios da Comunicação, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – DERDIC/PUC-SP – São Paulo (SP), Brasil.

(2) Centro Audição na Criança, Divisão de Educação e Reabilitação dos Distúrbios da Comunicação, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – DERDIC/PUC-SP – São Paulo (SP), Brasil.

(3) Faculdade de Fonoaudiologia, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC-SP – São Paulo (SP), Brasil.

Conflito de interesses: Não

INTRODUÇÃO

A identificação da perda auditiva pela Triagem Auditiva Neonatal (TAN) é essencial para uma intervenção precoce, visto que o diagnóstico, quando realizado antes até os três meses de idade e seguido do início da intervenção até os seis meses de idade, possibilita mudanças significativas nos quocientes cognitivo e de linguagem do indivíduo com deficiência auditiva⁽¹⁻⁵⁾. Atualmente, para a realização da TAN, são recomendados dois procedimentos fisiológicos para a identificação precoce da perda auditiva: as Emissões Otoacústicas Evocadas (EOAE) e o Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico (PEATE)^(3,6-8).

Segundo recomendações do *Joint Committee on Infant Hearing*⁽⁷⁾, o desempenho dos procedimentos de equipamentos de TAN deve ser baseado em evidências, tais como: sensibilidade, especificidade e o tempo de realização do exame na presença ou ausência de resposta. Por refletir a atividade do nervo auditivo e do tronco encefálico, a sensibilidade do PEATE é superior quando comparada a das EOAE. Além disso, o PEATE é menos afetado pelos fluídos da orelha média, diminuindo consideravelmente o número de falso-positivos. No entanto, sua realização é considerada menos viável, uma vez que o tempo para realização do exame é superior ao das EOAE⁽⁹⁻¹⁴⁾. Atualmente o PEATE é recomendado em duas situações: para os neonatos com indicador de risco para perda auditiva e quando há falha na triagem com as EOAE. Desta forma, quanto mais rápido e efetivo for o registro do PEATE, melhor para todas as situações^(3,8).

Com o avanço da tecnologia, equipamentos de PEATE automáticos (PEATE-A) foram incorporados na rotina clínica. Nestes equipamentos, a presença ou ausência das respostas é analisada automaticamente, eximindo a participação do fonoaudiólogo na interpretação dos registros. A detecção automática das respostas no PEATE-A contribui para diminuir erros decorrentes da má interpretação dos resultados e também o tempo de duração do teste, reforçando desta forma, sua utilização na TAN^(11,15,16).

Recentes estudos na área da TAN têm como objetivo melhorar as condições do tempo de teste no registro do PEATE-A. Grande parte destes estudos está focado na detecção automática das respostas^(9,11,15,16). Assim, a taxa de repetição/apresentação do estímulo e o método estatístico para analisar a resposta são pontos importantes a serem considerados para melhorar a resposta eletrofisiológica no PEATE-A e diminuir o tempo de realização do exame.

Um estudo demonstrou que a taxa de repetição do estímulo próxima de 90 cliques por segundo é a melhor para ser utilizada na TAN. Utilizando uma estimulação rápida e contínua numa taxa de repetição próxima de 90 Hz pode-se obter uma resposta periódica, como as de estado estável, que, devido a sua natureza contínua, podem ser facilmente transformadas para o domínio da frequência e analisadas por métodos estatísticos⁽¹¹⁾.

O outro ponto considerado importante no PEATE-A é o método estatístico escolhido na análise automática das respostas. A maioria dos equipamentos de PEATE-A utiliza métodos de detecção das respostas analisados no domínio da

frequência e, na maioria das vezes, utiliza testes estatísticos denominados *one-sample test*⁽¹⁷⁻¹⁹⁾. Estes são testes estatísticos que consideram apenas o componente espectral da frequência de modulação, ou seja, o primeiro harmônico⁽¹⁵⁾. Recentemente o uso de outros testes estatísticos que incluem mais harmônicos na detecção das respostas demonstrou maior desempenho em relação ao tempo, tal como os denominados *q-sample test*^(15,16,20).

Considerando as recomendações nacionais e internacionais de utilização do PEATE-A na TAN somadas a importância de se estudar o desempenho dos equipamentos de triagem auditiva com novas tecnologias, este estudo propõe comparar o tempo de dois procedimentos de PEATE-A utilizando taxa de repetição e modo de detecção diferentes.

MÉTODOS

Este é um estudo transversal e descritivo que analisou o tempo de realização de exame de dois diferentes equipamentos de PEATE-A. O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo sob protocolo 188/2010.

Participaram do estudo 30 neonatos com idade entre 15 e 28 dias de vida com média de idade de 21 dias, encaminhados do Hospital Estadual Mandaqui localizado na cidade de São Paulo ao Centro Audição na Criança um Centro de Alta Complexidade em Saúde Auditiva para realização da triagem auditiva seletiva. Triagem auditiva seletiva é aquela realizada apenas nos neonatos que apresentam algum indicador de risco para deficiência auditiva. Desta forma, todos os neonatos incluídos na pesquisa possuíam algum indicador de risco para deficiência auditiva. Os pais ou responsáveis assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido concordando com a participação da criança no estudo.

Cada neonato foi submetido a dois procedimentos de triagem auditiva com diferentes equipamentos de PEATE-A (Procedimento 1 e Procedimento 2). Em seguida, para validação dos resultados encontrados na triagem auditiva pelos equipamentos automáticos, foi realizada a pesquisa do nível mínimo de resposta auditiva até 20 dBnNA por meio do registro PEATE com estímulo clique. Diferente dos dois procedimentos de PEATE de triagem auditiva com análise automática dos resultados, neste exame a interpretação dos resultados foi a análise visual das ondas por um examinador experiente. Por este motivo, este exame foi considerado neste estudo como o padrão ouro, ou seja, indicativo de normalidade auditiva. Todos os exames foram realizados com os neonatos em sono natural acomodados confortavelmente no colo das mães ou em uma maca. Os três procedimentos foram realizados na mesma sessão, em ambiente silencioso, procurando-se manter sempre as mesmas condições de exame.

Para a realização dos dois procedimentos de triagem auditiva, fez-se necessário a colocação de eletrodos de superfície em diferentes posições, dada as especificações técnicas de cada equipamento de PEATE-A. Para o Procedimento 1, o equipamento utilizado foi o modelo Accuscreen da marca GNOtometrics®. O PEATE-A foi registrado na intensidade de 35 dBnNA, na taxa de repetição 55 cliques/segundo. O modo de detecção no domínio da

frequência utilizou testes estatísticos denominados *one-sample test*. Os eletrodos foram posicionados no vértex (ativo), no zigomático (terra) e na posição da vértebra C7 (referência). O tempo de exame para cada orelha foi registrado com o auxílio de um cronômetro da marca Cassio® 225L.

Para o Procedimento 2, o equipamento utilizado foi o modelo *Eclipse Black Box – software ABRIS* da marca Interacoustics®. O PEATE-A foi registrado na intensidade de 35 dBnNA, na taxa de repetição de 93 cliques/segundo. O modo de detecção no domínio da frequência utilizou testes estatísticos denominados *q-sample tests*. Os eletrodos foram posicionados no vértex (ativo e terra) e nas mastóides direita e esquerda (M1 e M2). O registro do tempo de exame para cada orelha foi calculado automaticamente pelo equipamento.

Vale ressaltar que a diferença na colocação dos eletrodos para a realização dos dois procedimentos deve-se as especificações técnicas de cada equipamento, que sugerem posições diferentes. O equipamento utilizado no Procedimento 1 é um equipamento portátil de TAN, enquanto o utilizado no Procedimento 2 é um equipamento de diagnóstico que possui dois canais como mostra o Quadro 1.

Quadro 1. Descrição das características de cada procedimento utilizado

Características	Procedimento 1	Procedimento 2
Intensidade	35 dBnNA	35 dBnNA
Estímulo	Clique	Clique
Teste estatístico	<i>One-sample test</i>	<i>q-sample test</i>
Taxa de repetição	55 cliques/segundo	93 cliques/segundo
Registro do tempo	Cronômetro Cassio® 225L	Automático

Ambos os equipamentos de triagem auditiva realizaram a análise automática das respostas, indicando ao final do teste o sinal “*pass*” (passa) quando havia presença de resposta e o sinal “*refer*” (falha) quando havia ausência de resposta.

Para assegurar a confiabilidade dos resultados, após os procedimentos de triagem auditiva, em todos os neonatos foi realizada a pesquisa do nível mínimo de resposta auditiva até 20 dBnNA no registro do PEATE (padrão ouro). O equipamento utilizado para este registro foi o modelo *Eclipse EP25 ABR*

system, da marca Interacoustics®. O registro foi realizado e interpretado por um fonoaudiólogo com experiência em eletrofisiologia da audição. Os parâmetros de registro foram: estímulo clique, polaridade alternada apresentado na taxa de repetição de 21,1 Hz. Os eletrodos de referência foram dispostos nas mastóides direita (A2) e esquerda (A1), e os eletrodos ativo (Fz) e terra (Fpz) na frente. O registro só foi realizado com a impedância dos eletrodos abaixo de 3 kΩ. Filtros de 100 Hz a 3 kHz foram utilizados durante o registro.

A análise dos dados compreendeu a comparação dos tempos de realização de cada exame, tendo como variável independente o lado da orelha (orelha direita x orelha esquerda) em cada procedimento e em ambas as orelhas, comparando os dois procedimentos. Para tanto foi utilizado o teste de Wilcoxon, uma vez que os dados são pareados, ou seja, quando o mesmo indivíduo é pesquisa e controle dele mesmo. Foi realizada também uma análise descritiva quanto à presença ou ausência das respostas do PEATE-A.

RESULTADOS

Todos os 30 neonatos avaliados (60 orelhas) obtiveram resultados satisfatórios nos dois procedimentos de triagem auditiva estudados. Assim, os resultados finais dos procedimentos 1 e 2 foram iguais, obtendo-se 100% de resposta “*pass*” (passa) nos dois procedimentos. Para segurança e confiabilidade de ambos, todos os neonatos apresentaram nível mínimo de resposta no registro do PEATE por via aérea com estímulo clique em 20 dBnNA (padrão ouro).

Buscando comparar o tempo de teste entre os dois procedimentos estudados, foram comparadas as respostas por orelha e em ambas as orelhas em cada procedimento por meio do teste de Wilcoxon. Na Tabela 1 são apresentados os valores da comparação entre o Procedimento 1 e o Procedimento 2 por orelha (direita e esquerda) e em ambas as orelhas.

Nas três situações demonstradas, as diferenças encontradas entre os procedimentos foram significativas ($p < 0,001$). Nota-se que na orelha direita, orelha esquerda e em ambas as orelhas, o Procedimento 1 teve média de tempo (em segundos) maior do que a média do Procedimento 2.

Na Figura 1 é apresentada a distribuição dos tempos de exame observados nos dois procedimentos, segundo a

Tabela 1. Comparação do tempo dos dois procedimentos (em segundos)

Testes	Orelha direita		Orelha esquerda		Ambas	
	Procedimento 1	Procedimento 2	Procedimento 1	Procedimento 2	Procedimento 1	Procedimento 2
Média	84,2	32,9	85,5	22,9	84,8	27,9
Mediana	63	21	90	20	76,5	20,5
DP	59,1	25,4	48,5	10,9	53,5	20,0
Q1	47	14	45	14	45	14
Q3	107	39	119	27	109	36
n	25	25	25	25	50	50
IC	23,2	10,0	19,0	4,3	14,8	5,5
Valor de p	<0,001*		<0,001*		<0,001*	

Legenda: DP = desvio-padrão; Q1 = quartil 1; Q3 = quartil 3; IC = intervalo de confiança

variável orelha. Podemos observar que o tempo de teste do Procedimento 1 foi três vezes maior quando comparado ao tempo de teste do Procedimento 2.

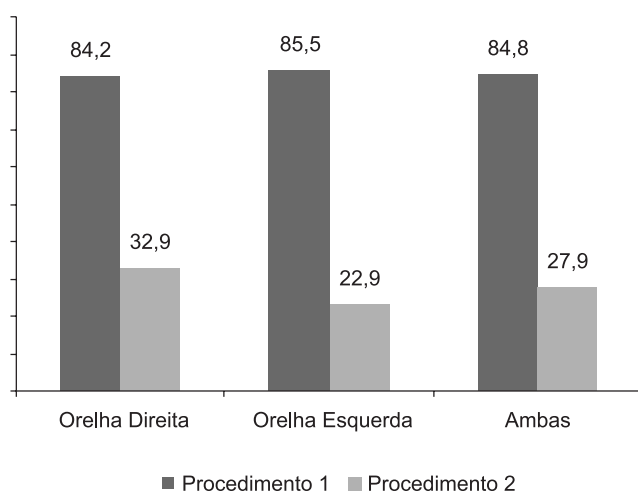


Figura 1. Comparação do tempo dos dois procedimentos (em segundos)

DISCUSSÃO

Este estudo mostrou que o Procedimento 2, que utiliza uma taxa de repetição de 93 cliques/segundo e o teste estatístico denominado *q-sample test* para detecção automática das respostas é três vezes mais rápido do que o Procedimento 1, que utiliza menor taxa de repetição e teste estatístico denominado *one-sample test* para a detecção das respostas. Esse achado corrobora um estudo que aponta que *q-sample tests* são melhores do que *one-sample tests* quando se leva em consideração o tempo de exame⁽¹⁵⁾.

Como os *one-sample tests* analisam apenas o primeiro harmônico para analisar automaticamente as respostas, diferentes testes são aplicados separadamente para os diferentes componentes de frequência que serão avaliados. Assim, para a determinação final se uma resposta está ou não presente, os resultados encontrados devem ser combinados de forma segura e adequada, o que consome algum tempo⁽¹⁷⁾.

Considerando ainda que próximo ao limiar auditivo a amplitude de resposta eletrofisiológica é menor e conseqüentemente mais difícil de ser detectada, quando se utiliza o *one-sample test* é necessário um número elevado de promediações, levando a um maior tempo de exame^(19,20). Já nos *q-sample tests*, que analisam mais de um harmônico, a resposta é mais facilmente detectada. Desta forma, torna-se desnecessário um número elevado de varreduras, além de não utilizar uma combinação de regras para determinação final da resposta⁽¹⁵⁾. Todos estes fatores favorecem para a obtenção de um menor tempo de teste.

A média de tempo encontrada no Procedimento 1, que utilizou o *one-sample test*, foi 84,8 segundos, e a do Procedimento 2, que utilizou o *q-sample test*, 27,9 segundos (Tabela 1). Esses resultados mostram que os *q-sample tests* analisam de forma mais rápida a presença ou ausência de resposta.

As médias do tempo de teste do PEATE-A apontadas na literatura são elevadas quando comparadas à encontrada neste

estudo. Um estudo que utilizou um algoritmo intitulado *vector algorithm* para detecção automática das respostas do PEATE-A, com taxa de repetição em 33 Hz encontrou um tempo médio de presença de resposta em 1,5 min (90 segundos) e ausência em 4,5 minutos (270 segundos)⁽⁹⁾. Outros estudos^(10,13) apontam que os tempos médios dos equipamentos de PEATE-A utilizados na prática clínica variam de 4 a 15 minutos.

Um estudo que utilizou taxa de repetição em torno de 90 Hz e teste estatístico *q-sample test* apresentou tempo mínimo de resposta de 10 segundos e máximo de 65 segundos (média 24,6 segundos). Estes resultados corroboraram os encontrados no presente estudo⁽¹⁶⁾.

Segundo recomendação de alguns comitês, o PEATE deve ser realizado em todos os neonatos com algum indicador de risco para deficiência auditiva ou como segunda etapa imediata após resultado insatisfatório (falha) nas EAOE^(7,8). Levando em consideração a importância do PEATE na TAN, estudos de novas tecnologias que prometem diminuir dificuldades em sua realização, tais como a identificação visual da resposta e o tempo de teste aumentado, possibilitam sua realização em um maior número de neonatos.

O principal objetivo dos programas de TAN é identificar todos os neonatos com deficiência auditiva incapacitante de forma rápida e confiável^(4,13). O PEATE-A registrado com taxa de repetição próxima de 90 Hz e detectado automaticamente por *q-sample test* apresentou um tempo aproximado de 30 segundos para conclusão do exame, demonstrando ser uma importante ferramenta para a identificação da perda auditiva em neonatos de forma rápida.

Embora estes resultados sejam promissores, ainda são necessários estudos que avaliem a sensibilidade, que é a capacidade do teste em identificar corretamente os casos de perda auditiva existentes na população testada, e a especificidade, ou seja, a precisão do teste em identificar corretamente os neonatos ouvintes para assegurar sua utilização na prática clínica.

CONCLUSÃO

O uso de testes estatísticos denominados *q-sample test* e taxa de repetição em torno de 90 Hz quando utilizados nos equipamentos de PEATE-A demonstram detectar a resposta de maneira mais rápida.

* TAS, NR e GRIR foram responsáveis pela coleta de dados, tabulação, pesquisa da literatura, elaboração e revisão final do artigo nas versões em Português e em Inglês. DRL supervisionou e orientou a pesquisa, e revisou a versão final do artigo.

REFERÊNCIAS

1. Yoshinaga-Itano C, Sedey AL, Coutler DK, Mehl A. Language of early and later identified children with hearing loss. *Pediatrics*. 1988 Nov;102(5):1161-71.
2. Marion Downs National Hearing Center, 2011. Available from: <http://www.mariondowns.com/>
3. Joint Committee on Infant Hearing. Year 2000 position statement: principles and guidelines for early hearing detection and intervention programs. *Am J Audiol* 2000 Jun;9:9-29.

4. Hernández-Herrera RJ, Hernández-Aguirre LM, Castillo-Martínez NE, de la Rosa-Mireles N, Martínez-Elizondo J, Alcalá-Galván LG, et al. Hearing screening and diagnosis of hearing loss: high risk versus low risk neonates. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc*. 2007 Sep;45(5):421-6.
5. Jakubíková J, Kabátová Z, Pavlovcinová G, Profant M. Newborn hearing screening and strategy for early detection of hearing loss in infants. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2009 Apr;73(4):607-12. Epub 2009 Jan 31.
6. Early Identification of Hearing Impairment in Infants and Young Children. NIH Consens State Sci Statements. 1993 Mar;1-3;11(1):1-24.
7. Joint Committee on Infant Hearing. Year 2007 position statement: principles and guidelines for early hearing detection and intervention programs. *Pediatrics*. 2007 Oct;120(4):898-921.
8. Comitê Multiprofissional em Saúde Auditiva – COMUSA. Saúde auditiva neonatal. Academia Brasileira de Audiologia, 2009. [Acesso em: 2009 Nov 03] Disponível em: http://www.audiologiabrasil.org.br/pdf/COMUSA_final_17_mai2009.pdf
9. Keohane BM, Mason SM, Baguley DM. Clinical evaluation of the vector algorithm for neonatal hearing screening using automated auditory brainstem response. *J Laryngol Otol*. 2004 Feb;118(2):112-6.
10. Van Straaten HL Automated auditory brainstem response in neonatal hearing screening. *Acta Paediatr Suppl*. 1999 Dec;88(432):76-9.
11. Stürzebecher E, Cebulla M, Neumann K. Click-evoked ABR at high stimulus repetition rates for newborn hearing screening. *Int J Audiol* 2003 Mar;42:59-70.
12. Pedersen L, Møller TR, Wetke R, Ovesen T. Neonatal hearing screening. A comparison of automatic auditory brainstem audiometry and otoacoustic emissions. *Ugeskr Laeger*. 2008 Feb 18;170(8):642-6.
13. Freitas VS, Alvarenga KF, Bevilacqua MC, Martinez MAN, Costa OA. Análise crítica de três protocolos de triagem auditiva neonatal. *Pro Fono*. 2009 Jul-Set;21(3):201-6.
14. Guastini L, Mora R, Dellepiane M, Santomauro V, Mora M, Rocca A, Salami A. Evaluation of an automated auditory brainstem response in a multi-stage infant hearing screening. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2010 Aug;267(8):1199-205.
15. 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 Feb;17(2):93-103.
16. Cebulla M, Stürzebecher E, Elberling C, Müller J. New clicklike stimuli for hearing testing. *J Am Acad Audiol*. 2007 Oct;18(9):725-38.
17. Dolbie RA, Wilson MJ. Objective response detection in the frequency domain. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1993 Nov-Dec;88(6):516-24.
18. Cebulla M, Stürzebercker E, Wernecke KD. Objective detection of auditory evoked potentials. Comparison of several statistical tests in the frequency domain by means of Monte Carlo simulations. *Scand Audiol*. 1996;25(3):201-6.
19. Stürzebercker E, Cebulla M. Objective detection of auditory evoked potentials – Comparison of several statistical tests in the frequency domain on the basis of near-threshold ABR data. *Scand Audiol*. 1997;26(1):7-14.
20. Stürzebecher E, Cebulla M, Wernecke K. Objective response detection in the frequency domain: comparison of several q-sample tests. *Audiol Neurootol*. 1999 Jan-Feb;4(1):2-11.