

A UTILIZAÇÃO DE ESTÍMULOS DE BANDA LIMITADA NA TRIAGEM AUDITIVA NEONATAL COM O POTENCIAL EVOCADO AUDITIVO DE TRONCO ENCEFÁLICO AUTOMÁTICO

The use of band limited stimulus in Newborn Hearing Screening with Automated Auditory Brainstem Responses

Mabel Goncalves Almeida⁽¹⁾, Taise Argolo Sena⁽²⁾, Isabela Freixo Côrtes Andrade⁽²⁾,
Milena Nóbrega Campos de Sousa⁽²⁾, Dóris Ruthi Lewis⁽³⁾

RESUMO

Objetivo: estudar os resultados obtidos no Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico Automático (PEATE-A) com um estímulo *chirp* de bandas limitadas. **Métodos:** o PEATE-A com o estímulo *HiLo CE-Chirp*®, na intensidade de 35 dB nNA, foi registrado em 50 recém-nascidos (RN) com e sem indicadores de risco para deficiência auditiva (IRDA) e comparado ao PEATE por Frequência Específica (PEATE-FE). Foram analisados os resultados “passa/falha” para o estímulo *HiLo CE-Chirp*® e para os componentes *Hi* e *Lo*, separadamente e determinadas medidas de validação. O tempo de detecção de resposta no PEATE-A também foi determinado. **Resultados:** o PEATE-A com o *HiLo CE-Chirp*® apresentou alta taxa de falha (36%) e de falso-positivos (33%). Diferenças significantes entre as porcentagens de “falha” entre os dois componentes foram observadas, sendo a porcentagem de falha no componente *Lo* maior que no *Hi*, nas duas orelhas. O tempo médio de detecção de resposta foi de 63,8 segundos para a orelha direita e 77,9 para a orelha esquerda, sendo observadas diferenças estatisticamente significantes entre as orelhas ($p=0,002$). **Conclusão:** o estímulo de banda limitada apresentou tempo médio de detecção de resposta consideravelmente pequeno e alta sensibilidade, no entanto, devido a alta taxa de falso-positivos, apresentou baixa especificidade, mostrando a importância de novos estudos direcionados, principalmente, para o aperfeiçoamento da técnica e do estímulo, buscando futura aplicação clínica no PEATE-A.

DESCRIPTORIOS: Testes Auditivos; Audição; Recém-Nascido; Perda Auditiva

INTRODUÇÃO

A identificação e o diagnóstico da perda auditiva realizados o mais precocemente possível, seguidos pela intervenção imediata estão entre os fatores

decisivos para minimizar os prejuízos funcionais no desenvolvimento da linguagem e fala; uma vez que o sistema auditivo central é altamente plástico para um determinado período de tempo¹.

Na triagem auditiva neonatal com procedimentos automáticos são utilizados atualmente estímulos de banda larga, como o clique, que estimulam praticamente toda a membrana basilar. Portanto, perdas auditivas em regiões específicas podem ser subestimadas ou mesmo superestimadas, devido as diferentes configurações audiométricas^{2,3}.

A necessidade de melhorar a eficiência dos procedimentos de identificação da perda auditiva e minimizar o número de casos falso-negativos, decorrentes principalmente das perdas auditivas leves e das perdas em faixas de frequências, tem

⁽¹⁾ Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, Brasil.

⁽²⁾ Pontifícia Universidade Católica de São Paulo- PUCSP, São Paulo, SP, Brasil.

⁽³⁾ Faculdade de Ciências Humanas e da Saúde da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - PUC-SP, São Paulo, SP, Brasil.

Fonte de auxílio: CAPES

Departamento de realização da pesquisa: Centro Audição na Criança (CeAC) da Divisão de Educação e Reabilitação dos Distúrbios da Comunicação da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo CeAC/DERDIC – PUC-SP

Conflito de interesses: inexistente

levado ao desenvolvimento de novos estímulos, incluindo estímulos de frequência específica.

Inicialmente, a comunidade científica voltou sua atenção para o estudo da confiabilidade do estímulo *chirp* de banda larga em procedimentos diagnósticos⁴⁻⁹ e automáticos^{10,11}. Esse estímulo foi construído de maneira a tentar compensar o atraso temporal provocado pela viagem da onda sonora ao longo da membrana basilar por meio da promoção do atraso das frequências altas em relação as frequências baixas do estímulo, produzindo assim, uma estimulação simultânea de todas as regiões da cóclea. Com a estimulação simultânea da cóclea, há uma melhora na sincronia neural e consequentemente, um aumento da amplitude da onda V quando comparado ao clique, principalmente em fracas e médias intensidades^{4,12,13}. O aumento da amplitude leva a uma diminuição do tempo de exame uma vez que promove uma melhora na relação sinal-ruído, um dos principais parâmetros para determinação da presença de resposta⁷.

Os resultados obtidos com o *chirp* de banda larga levaram a comunidade científica a desenvolver e estudar, experimentalmente, *chirps* de frequência específica. Estudos com procedimentos diagnósticos demonstraram que maiores amplitudes da onda V eram obtidas com o estímulo *chirp* de frequência específica quando comparadas as obtidas com o estímulo *tone burst* em adultos¹⁴. Ainda, *chirps* de frequência baixa levam a uma maior sincronização da descarga neural o que é refletido na maior amplitude, principalmente em intensidades fracas e médias¹⁵. Estudos com Potencial Evocado Auditivo de Estado Estável (PEAEE) utilizando *chirps* de frequência específica denominados de *narrow band CE-chirps*[®] também observaram grandes amplitudes de onda V com uma diminuição no tempo de exame⁵⁻⁷. Latências mais curtas e amplitudes maiores (onda V) para o *chirp*, principalmente em intensidades mais fracas (20-40 dB nNA) também foi relatado em estudo nacional ao comparar os resultados do PEATE-FE com *tone burst* e *narrow band CE-chirps*[®] de crianças ouvintes⁸.

A aplicação de *chirps* de banda limitada ou estímulos com faixas específicas de frequência, também se mostra promissora em procedimentos com a finalidade de Triagem Auditiva Neonatal (TAN)¹³.

Em 2007 foi realizado um dos primeiros estudos que utilizou um estímulo de banda limitada em procedimentos de triagem auditiva, demonstrando que essa técnica poderia ser utilizada, mas deveria ser aperfeiçoada¹³. Assim, até o momento, poucas foram as pesquisas que apresentaram resultados sobre a utilização de um estímulo de frequência específica na TAN.

Ainda, dentro desse contexto, o aperfeiçoamento das tecnologias voltadas para reabilitação auditiva reforça a necessidade de desenvolvimento e aperfeiçoamento de procedimentos capazes de identificar todas as configurações de perdas auditivas, já ao nascimento, o que só pode ser alcançado por meio da utilização de estímulos específicos em frequência.

Portanto, o presente estudo teve como objetivo estudar os resultados obtidos na TAN realizada por meio do Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico Automático (PEATE-A) com um estímulo *chirp* de bandas limitadas

■ MÉTODOS

Esta é uma pesquisa descritivo-analítica, quantitativa, transversal e experimental. O presente estudo obteve aprovação da comissão de ética e pesquisa sob protocolo de 118/2011.

Para serem incluídos no estudo, os RN não poderiam apresentar suspeita de alteração neurológica e/ou síndromes sugerida no prontuário, agenesia de orelha externa ou Meato Acústico Externo (MAE) e deveriam possuir mais de 24 horas de vida e idade gestacional igual ou maior que 37 semanas. Foram incluídos na pesquisa os RN que passaram ou não na triagem auditiva com Emissões Otoacústicas por Estímulo T e/ou PEATE-A, realizada pela equipe de TAN do hospital, apresentando ou não Indicadores de Risco para Deficiência Auditiva (IRDA).

Realizou-se inicialmente a pesquisa de prontuário seguido dos procedimentos eletrofisiológicos: PEATE-A com estímulo *Hi-Lo CE-Chirp*[®], PEATE com o estímulo clique e PEATE-FE com o estímulo *tone burst*, nas frequências de 500 Hz e 2 kHz.

O PEATE-FE foi utilizado como padrão-ouro para assegurar e verificar a sensibilidade e especificidade das respostas obtidas no PEATE-A. Utilizou-se o equipamento "Eclipse Black Box – software EP25" da marca "Interacoustics MedPC".

Foi considerado como onda V a maior deflexão ocorrendo entre 5 e 20 ms após a apresentação do estímulo. O Nível Mínimo de Resposta (NMR) pesquisado foi 20 dBnNA. Para o PEATE-FE em 500 Hz, o registro da Via Aérea (VA) foi realizado nas intensidades de 60, 30 e 80 dBnNA, sequencialmente. Já para o PEATE-FE em 2 kHz, a VA foi realizada nas intensidades de 40, 20 e 80dBnNA, sequencialmente. A pesquisa de Via Óssea (VO) foi realizada em 40 e 20 dBnNA, sequencialmente, em 500 Hz e 2 kHz. Na ausência de respostas em uma das intensidades avaliadas, a intensidade era aumentada a passos de 5 dB por VA e 10 dB por

VO até que a onda V pudesse ser identificada e reproduzida. Para a VA a intensidade máxima pesquisa foi de 100 dBnNA e para a VO foi de 50 dBnNA.

A intensidade de 35 dBnNA foi considerada como padrão de normalidade para VA e 20 dBnNA para VO, no PEATE-FE em 500 Hz. A intensidade de 30 dBnNA foi considerada como padrão de normalidade para VA e 30dBnNA para VO no PEATE-FE de 2 kHz, seguindo o protocolo do *British Columbia EarlyHearingProgram- BCEHP* (2008)¹⁶.

A TAN com o PEATE-A foi realizado com os estímulo *Hi-Lo CE-Chirp*® na intensidade de 35 dBnNA. O estímulo *Hi-Lo CE-Chirp*® é composto por duas faixas de frequência: a faixa contendo espectro de frequência alto, entre 1414 e 11313 Hz, denominado de *Hi* e a faixa contendo espectro de frequência baixo entre 177 e 1414 Hz, denominada de *Lo*. As duas faixas foram apresentadas simultaneamente e separadas por uma frequência de corte de 1500 Hz. O estímulo foi apresentado na taxa de repetição de 90Hz em polaridade alternada. O tempo máximo estabelecido para a pesquisa da presença/ausência da resposta no PEATE-A foi de 180 segundos. Foi utilizado o equipamento Titan software *ABRIS440*, da marca *interacoustics*.

Os RNs que apresentaram padrão-ouro alterado foram submetidos, novamente e no mesmo dia, à Triagem auditiva com Emissões Otoacústicas por Estímulo Transiente (EOAET), utilizando o equipamento *otoport Lite* da marca *otodynamics*, na intensidade de 84 dBNPS e estímulo clique não-linear.

Todos os procedimentos foram realizados na maternidade, antes da alta hospitalar.

Não foi obedecida uma ordem para a realização dos procedimentos, sendo todos eles realizados nas duas orelhas.

Todos os RN que apresentaram resultados alterados no PEATE-FE foram encaminhados para diagnóstico audiológico num centro de referência de alta complexidade.

Análise de dados

Foi realizada uma análise descritiva dos resultados (Passa/Falha) do PEATE-A com estímulo *Hi-Lo CE-chirp*® e para os componentes *Hi* e *Lo*, separadamente, na intensidade de 35 dBnNA. A independência entre os resultados nas duas orelhas foi avaliada por meio do teste Qui-quadrado nos resultados obtidos para o estímulo *Hi-Lo CE-chirp*®; já para os componentes *Hi-Lo* foi aplicado o teste exato de Fisher (Fisher e van Belle, 1993).

A análise dos resultados considerou a existência de três diferentes testes: O “Teste *Hi-Lo*” quando os resultados se referiam ao resultado (Passa/Falha) Final, o “Teste *Hi*” quando foram analisados

os resultados (Passa/Falha) apenas para o componente *Hi* do estímulo *Hi-Lo CE-chirp*® e o “Teste *Lo*” quando foram analisados os resultados (Passa/Falha) apenas para o componente *Lo*. Portanto, foram analisadas as variáveis: Resultado final do “Teste *Hi-Lo*”, Resultado do “Teste *Hi*”, Resultado do “Teste *Lo*”.

Medidas de habilidades diagnósticas (sensibilidade, especificidade, VVP, VPN), o índice de Youden e o coeficiente Kappa foram determinados. Nesse estudo as medidas de habilidades diagnósticas foram determinadas considerando o padrão-ouro (PEATE-FE com estímulo *toneburts*) normal quando o NMR por VO das frequências de 500 Hz e 2 kHz eram menores ou iguais a 20 e 30 dBnNA, respectivamente. Portanto, o padrão-ouro foi considerado alterado quando o NMR para VA e VO de 500 Hz e/ou 2kHz não estavam dentro dos padrões de normalidade estabelecidos.

A concordância entre os resultados obtidos para o PEATE-A (Passa/Falha) com o padrão-ouro, nas duas orelhas, foi avaliada por meio da estatística *Kappa* e entre as duas faixas de frequência (“teste *Hi*” e “teste *Lo*” foi avaliada pelo teste *Mcnemar*.

Uma análise descritiva do tempo de detecção de resposta do PEATE-A com o estímulo *Hi-Lo CE-chirp*® foi realizada nos casos que apresentaram resultado “Passa” no teste final.

Nesse estudo, os resultados das EOAET foram descritos apenas para os RN que apresentaram resultados alterados no PEATE-FE .

RESULTADO

A casuística é composta de 50 RN, 22 (44%) do gênero masculino e 28 (56%) do feminino, sendo que sete apresentaram IRDA (hereditariedade, infecção congênita, hiperbilirrubinemia/ ex-sanguíneo trans-fusão). Os RN apresentaram, no momento da triagem, uma média de 34,34 (24-44,68) horas de vida e idade gestacional de 37,50 semanas.

Nessa casuística não foram observados casos em que os resultados (normal/ alterado) do PEATE-FE com estímulo *tone burst* em 500 Hz e 2 kHz foram diferentes. Só foram encontrados resultados em que as duas frequências apresentaram NMR dentro dos padrões de normalidade estabelecidos ou as duas apresentaram NMR alterados. Ou seja, não houve casos em que o RN apresentou resultados normais para uma das frequências e alterado para a outra.

Os resultados mostraram que 96% dos RN apresentaram resultado normal nas duas orelhas, 2% resultado alterado nas duas orelhas e 2% em apenas uma orelha. Ou seja, foram observados um

caso de alteração auditiva bilateral e um caso de unilateral.

Dentre os casos alterados, um RN apresentou alteração sugestiva de neuropatia auditiva bilateral. O segundo caso apresentou perda auditiva sensorioneural profunda unilateral. Não foram observados perdas auditivas condutivas ou mistas no presente estudo.

A distribuição de frequência e porcentagem conjuntas dos resultados do PEATE-A com estímulo *Hi-Lo CE-chirp*® e PEATE-FE na orelha direita mostrou que dos 49 RN que apresentaram PEATE-FE normal, 38 RN passaram no PEATE-A com o estímulo *Hi-Lo CE-chirp*® enquanto 11 RN falharam. Já na orelha esquerda, dos 48 RN com o padrão-ouro normal, apenas 26 RN passaram no PEATE-A. Nas duas orelhas não foram observados casos falso-negativos.

Nesse estudo foram descritos os resultados (Passa/Falha) para o PEATE-A com o estímulo *Hi-Lo CE-chirp*® nas orelhas direita e esquerda. Vinte (40%) RN apresentaram resultados diferentes para as duas orelhas, sendo observadas diferenças estatisticamente significantes entre as orelhas ($p=0.012$).

A orelha esquerda apresentou um maior número de resultados “Falha” (48%) que a orelha direita (24%). Os resultados “Passa” e “Falha”, na orelha esquerda, foram próximos (52% e 48%, respectivamente).

Quando comparado os resultados do PEATE-A com o padrão-ouro observou-se que 22% dos RN apresentaram resultados discordantes na orelha direita e 44% na orelha esquerda.

A orelha direita apresentou 12 casos de “Falha” no PEATE-A, sendo 11 casos falso-positivos e um verdadeiro-positivo. Já na orelha esquerda foram observados 24 casos de “Falha”, sendo 22 falso-positivos e dois verdadeiro-positivos. Observou-se uma alta taxa de falso-positivos para o PEATE-A com estímulo *Hi-Lo CE-chirp*®, principalmente na orelha esquerda.

A Tabela 1 mostra os valores para sensibilidade, especificidade, Valor Preditivo Positivo (VPP) e Valor Preditivo Negativo (VPN), acurácia, teste de Youden e coeficiente Kappa, obtidos para o PEATE-A com o estímulo *Hi-Lo CE-chirp*®, a partir dos resultados encontrados no padrão-ouro (PEATE-FE). Destacam-se os baixos valores do coeficiente Kappa e do VPP. Valores baixos dessas estatísticas devem-se à baixa prevalência de RN com resultados alterados.

Tabela 1 - Medidas do teste PEATE-A com estímulo *Hi-Lo CE-chirp*® na intensidade de 35 dBnNA (n=50)

Medida	OD	OE
Sensibilidade	100,0	100,0
Especificidade	77,6	54,2
VPP	8,3	8,3
VPN	100,0	100,0
Acurácia	78,0	56,0
Índice de Youden	77,6	54,2
Kappa	0,12	0,09

Legenda: VPP – Valor Preditivo Positivo; VPN- Valor Preditivo Negativo
OD - Orelha Direita; OE - Orelha Esquerda

Foram analisados, separadamente, os resultados para cada banda limitada do estímulo *Hi-Lo CE-chirp*®, ou seja, para o componente *Hi* (“Teste *Hi*”) e para o componente *Lo* (“Teste *Lo*”). O Padrão-ouro utilizado para o “Teste *Hi*” foi o PEATE-FE em 2000 Hz e para o “Teste *Lo*” foi o PEATE-FE em 500 Hz.

Na Tabela 2 são apresentados os resultados (Passa/Falha) para o “Teste *Hi*” nas orelhas direita e esquerda. Observa-se que oito (16%) RN apresentaram resultados discordantes entre as duas orelhas. A quantidade de resultados “Falha” na orelha esquerda foi maior que na orelha direita. O p-valor obtido no teste exato de Fisher indica independência entre os resultados nas duas orelhas.

Tabela 2 - Distribuição dos resultados (passa/falha) do “teste Hi” nas orelhas direita e esquerda (n=50)

OD	OE		Total
	Passa	Falha	
Passa	41 82,0%	8 16,0%	49 98,0%
Falha	0 0,0%	1 2,0%	1 2,0%
Total	41 82,0%	9 18,0%	50 100,0%

Legenda: OD=Orelha Direita; OE=Orelha Esquerda
 Teste exato de Fisher: $p=0,180$

A análise do “Teste *Hi*” segundo o padrão-ouro (PEATE-FE em 2000 Hz) mostrou total concordância dos resultados obtidos para a orelha direita ($Kappa= 1$). Na orelha esquerda houve resultado discordante em sete (14%) RN ($Kappa= 0,32$). Não foram observados falso-negativos em nenhuma das orelhas; no entanto, a quantidade de resultados “Falha” e de falso-positivos foi maior para a orelha esquerda. A orelha direita apresentou valores para sensibilidade, especificidade, VPP, VPN de 100%,

já para a orelha esquerda os valores obtidos foram 100%, 85,4 %, 22,2 % e 100 %. A acurácia e o índice de Youden mostrou resultados para a orelha direita de 100% e para a orelha esquerda de 86% e 85,4 %.

A análise dos resultados (Passa/Falha) do “Teste *Lo*”, nas orelhas direita e esquerda, é apresentada na Tabela 3. Dezoito (36%) RN mostraram resultados diferentes entre as duas orelhas.

Tabela 3 - Distribuição dos resultados (passa/falha) do “teste Lo” nas orelhas direita e esquerda (n=50)

OD	OE		Total
	Passa	Falha	
Passa	24 48,0%	14 28,0%	38 76,0%
Falha	4 8,0%	8 16,0%	12 24,0%
Total	28 56,0%	22 44,0%	50 100,0%

Legenda: OD= Orelha Direita; OE= Orelha Esquerda
 Teste exato de Fisher: $p=0,070$

A análise comparativa dos resultados do “Teste *Lo*” com o respectivo padrão-ouro (PEATE-FE em 500 Hz) mostrou que 11% dos RN apresentaram resultados discordantes na orelha direita ($Kappa= 0,12$) e 40% na orelha esquerda ($Kappa = 0,10$). Foi observado um maior número de “Falhas” e de falso-positivos na orelha esquerda. A orelha direita apresentou valores para sensibilidade, especificidade, VPP, VPN de 100%, 77,6 %, 8,3 % e 100%, respectivamente. Para a orelha esquerda os valores obtidos foram 100%, 85,4 %, 22,2 % e 100 %. A acurácia e o índice de Youden para a orelha direita

foi de 100% e para a orelha esquerda de 86% e 85,4 %.

Foi realizada uma análise conjunta dos resultados (Passa/Falha) para cada componente do estímulo *Hi-Lo CE-chirp*®, ou seja, para o “Teste *Hi*” e o “Teste *Lo*”, na orelha direita e orelha esquerda, respectivamente (Tabela 4 e 5).

Na orelha direita, a quantidade de resultados “Passa” foi maior para o “Teste *Hi*” quando comparado ao “Teste *Lo*”. Não ocorreu nenhum caso de “Falha” no “Teste *Hi*” e “Passa” no “Teste *Lo*”. Já para a orelha esquerda foram observados

dois casos em que o resultado foi “Passa” no “Teste Lo” e “Falha” no “Teste Hi”. A taxa de “Falha” foi sempre maior para o “Teste Lo” e para a orelha esquerda.

Houve diferença significativa entre as porcentagens de “Falha” nos dois testes, sendo a porcentagem de “Falha” no “Teste Lo” maior que no “Teste Hi”, nas duas orelhas.

Tabela 4 - Distribuição dos resultados (passa/falha) para o “teste Hi” e “teste Lo” na orelha direita (n=50)

“Teste Hi”	“Teste Lo”		Total
	Passou	Falhou	
Passou	38 76,0%	11 22,0%	49 98,0%
Falhou	0 0,0%	1 2,0%	1 2,0%
Total	38 76,0%	12 24,0%	50 100,0%

Teste de McNemar: p=0,001

Tabela 5 - Distribuição dos resultados (passa/falha) para o “teste Hi” e “teste Lo” na orelha esquerda (n=50)

“Teste Hi”	“Teste Lo”		Total
	Passou	Falhou	
Passou	26 52,0%	15 30,0%	41 82,0%
Falhou	2 4,0%	7 14,0%	9 18,0%
Total	28 56,0%	22 44,0%	50 100,0%

Teste de McNemar: p=0,002

Análise descritiva e comparativa do tempo de detecção de resposta do PEATE-A com o estímulo Hi-Lo CE-chirp® na intensidade de 35 dBnNA

O tempo de detecção de resposta, para o grupo de RN que passou no PEATE-A com o estímulo Hi-Lo CE-chirp®, foi calculado e apresentado na tabela 6. Observa-se que a orelha esquerda apresentou maior média de tempo para detecção de resposta quando comparada à orelha direita;

sendo os desvios padrões bem semelhantes para as duas orelhas.

As distribuições do tempo podem ser visualizadas, de forma aproximada, nos *box-plots* na Figura 1.

Comparando as médias dos tempos nas duas orelhas por meio do teste t-pareado, verificou-se que há diferença significativa entre as médias dos tempos nas duas orelhas (p=0,002), sendo a média na orelha direita menor que na esquerda.

Tabela 6 - Valores de estatísticas descritivas para o tempo de detecção de resposta (em segundos) para o PEATE-A com estímulo Hi-Lo CE-chirp® para orelha direita e esquerda.

Orelha	n	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
Direita	38	63,8	41,8	21	59,5	174
Esquerda	26	77,9	41,6	15	69	161

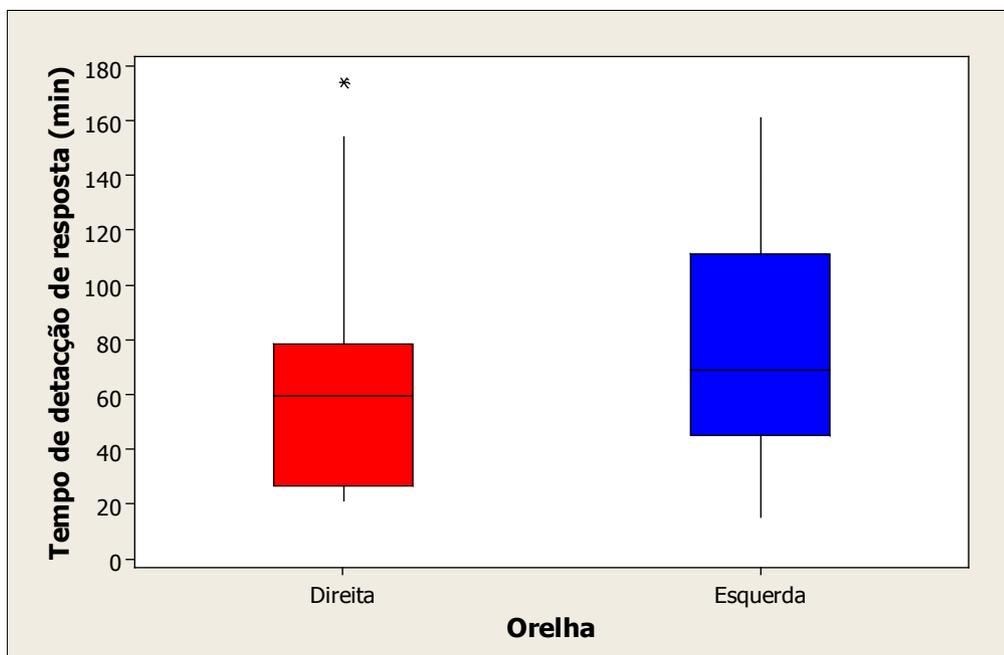


Figura 1 - Box-plots para o tempo de detecção de resposta para o PEATE-A com estímulo Hi-Lo CE-chirp® para orelha direita e esquerda

■ DISCUSSÃO

Este estudo procurou analisar os resultados do PEATE-A utilizando estímulos com faixas específicas de frequência, apresentados simultaneamente na orelha avaliada.

Dos 50 RN que realizaram o PEATE-A, 12/50 (24%) RN “Falharam” na orelha direita e 24/50 (48%) na orelha esquerda.

Neste estudo, 28 RN apresentaram resposta de “Passa” em apenas um dos componentes, sendo 11 RN na orelha direita e 17 na orelha esquerda. Assim, embora tenha sido obtido resultado de “Passa” em um dos componentes, o resultado final do PEATE-A foi de “Falha”. Considerando orelha direita e esquerda, 29% (29/100) orelhas apresentaram resultado “falha” no componente *Lo*, enquanto que 10% (10/100) no *Hi* no componente *Hi*. Portanto, os resultados de “Falha” para o *Hi* e *Lo* influenciaram diretamente a análise da especificidade do estímulo *Hi-Lo CE-chirp*®.

Estudo comparando um *chirp* de baixa frequência (frequência nominal 100-480 Hz) a um tom de 250Hz, observou que na presença de mascaramento, as amplitudes da onda V diminuem, demonstrando uma importante participação dos componentes de frequência alta na obtenção da resposta eletrofisiológica¹⁵. Segundo pesquisadores¹⁴ apesar do *chirp* melhorar a sincronia neural, as características de atraso frequencial necessárias para compensar o atraso coclear limita a especificidade de frequência

do estímulo. Ainda, a maior dispersão espectral observada nesse estímulo, quando comparado ao *tone burst*, pode produzir respostas de regiões de frequências indesejadas na membrana basilar, de maneira que isso pode limitar sua utilidade clínica.

No presente estudo, a quantidade de resultado “Falha” foi sempre maior para o “Teste *Lo*” quando comparado ao “Teste *Hi*”, não se podendo, portanto, acreditar que a banda limitada de frequência alta, utilizada no estímulo estudado, possa ter “ajudado” nas respostas obtidas com a banda limitada de frequência mais baixa. Ainda, na orelha esquerda, observou-se a ocorrência de dois casos em que os resultados foram de “Passa” para o componente *Lo* (“Teste *Lo*”) e de “Falha” para o componente *Hi* (“Teste *Hi*”). É importante ressaltar que esses casos apresentaram padrão-ouro dentro da normalidade para 500 Hz e 2 kHz.

A quantidade de falso-positivos observados nesse estudo para o estímulo *Hi-Lo CE-chirp*® foi de 22% (11/50 RN) na orelha direita e 44% (22/50 RN) na orelha esquerda. Considerando as duas orelhas, foram observados 33% (33/100) de falso-positivos. Não foram observados casos falso-negativos.

Os resultados obtidos para o componente *Lo* e que influenciaram o resultado final do PEATE-A, podem ser devido ao fato do PEATE-A ser registrado em conjunto com outras atividades elétricas, devendo o sinal ser identificado em meio ao ruído; portanto, uma relação sinal-ruído favorável torna-se mais difícil. Estudo de 2002 com *chirps* de frequência

específica observaram que a amplitude da onda V é menor para as frequências mais baixas¹⁴. Portanto, pensando nos resultados obtidos para o componente *Lo* do *CE-chirp*® (“Teste *Lo*”), a detecção da resposta em intensidade fraca (35 dBnNA) pode ter sido dificultada. Além disso, as frequências baixas sofrem maior influência de alterações condutivas temporárias como a presença de vértex ou secreção. Frequentemente, na audiologia clínica, alterações de orelha média mostram maiores rebaixamentos auditivos nas frequências mais baixas.

Uma outra questão dentro desse contexto é o fato de que as frequências escolhidas como padrão-ouro apresentam características espectrais diferentes das frequências utilizadas no procedimento automático, no que se refere principalmente ao componente *Lo*. Esse fator pode ter influenciado nos resultados de normalidade para o padrão-ouro e conseqüentemente na determinação de especificidade e sensibilidade do procedimento automático. No entanto, cabe ressaltar que as frequências utilizadas como padrão-ouro atenderam às possibilidades clínicas de registro do PEATE-FE e ao protocolo internacional¹⁶ que recomenda uma avaliação mínima da audição deve conter as frequências de 500 Hz e 2000Hz e que essas apresentam dados confiáveis de calibração.

Por outro lado, outros estudos têm mostrado que os *CE-chirp*® de frequência baixa apresentam amplitudes maiores que o *tone burst*¹⁵. Em estudo nacional⁸ com RN e crianças pequenas foi observado maiores amplitudes de onda V para o *narrow band CE-chirp*® nas frequências de 0.5 e 2 kHz (0,148 uV e 0,166 uV, respectivamente) quando comparado ao *tone burst*, principalmente em fracas intensidades 20-40 dB, o que, teoricamente, tornaria esse estímulo promissor para utilização nos equipamentos de TAN.

Os resultados de pesquisa internacional com adultos demonstraram que o *chirp* de frequência baixa leva a uma maior sincronização da descarga neural, o que é refletido na maior amplitude em relação ao *tone burst*, principalmente em fracas e médias intensidades¹⁵. No entanto, para os mesmos autores, diferenças na magnitude espectral entre os estímulos, podem levar a diferenças em seus padrões de excitação neural e, conseqüentemente, diferenças no tamanho da amplitude da onda V¹⁵.

No mais é importante ressaltar que, no presente estudo, as duas bandas limitadas do estímulo *HiLo CE-chirp*® foram apresentadas ao mesmo tempo, numa mesma orelha do RN. Pesquisadores¹³ acreditam que a apresentação simultânea de dois estímulos de banda limitada pode reduzir a eficiência na detecção de resposta devido as interferências causadas pelos estímulos. Apesar de no

presente estudo ter sido utilizado uma frequência de corte entre as faixas de frequência, os resultados podem ainda ter sofrido influência da interferência causada pela apresentação simultânea.

A alta taxa de “Falha” para o componente *Lo* (“Teste *Lo*”) e, conseqüentemente, para o estímulo *HiLo CE-chirp*® (“Teste *HiLo*”), com um padrão-ouro demonstrando normalidade, aumenta a taxa de falso-positivos e diminui a especificidade. Como conseqüência, há um aumento no número de encaminhamentos para diagnóstico e, assim, no custo dos programas de triagem auditiva. A maior taxa de “Falha” na orelha esquerda pode ser devido à ocorrência de alterações na condução do som pela permanência de vértex nessa orelha, já que no presente estudo foram avaliados tanto os RN que passaram na TAN com EOAET, quanto os que falharam. No presente estudo, para garantir uma comparação direta entre as orelhas, foram controladas as variáveis como: diferença de impedância entre as orelhas, ordem de início de avaliação e estado de consciência do RN. No entanto, variáveis como ruído residual e presença de fluidos na orelha não foram controladas, e podem ter influenciado os resultados encontrados. Rodrigues (2012) não observou diferenças estatisticamente significantes na amplitude e latência da onda V para o PEATE com estímulo clique e *narrow band CE-chirp*®, demonstrando que o estímulo não apresenta comportamento diferente entre as orelhas, o que poderia influenciar na detecção de resposta em procedimentos automáticos. Portanto, provavelmente, as diferenças entre as orelhas, encontradas no presente estudo, deva-se a diferenças na condição de orelha média, já que a autora, ao contrário do presente estudo, avaliou apenas neonatos e crianças com presença de emissões otoacústicas.

Observa-se assim, a necessidade de novos estudos que controlem as condições de orelha média, não somente com o registro das emissões otoacústicas, mas também com a realização de timpanometria, que possibilite explicar tanto a elevada quantidade de falso-positivos do estímulo *HiLo CE-chirp*®, principalmente do componente *Lo*, como as diferenças entre as orelhas encontradas no presente estudo. Assim, esses procedimentos complementares possibilitariam discutir, por exemplo, se o resultado “falha” no componente *Lo* é devido a uma alteração na condução ou realmente da característica do estímulo e da forma de estimulação.

O tempo médio, para detecção de resposta nos casos de “Passa” na TAN, foi de aproximadamente 69,76 segundos (17-174 segundos), semelhante ao estudo com o potencial de estado estável⁵

que observou um tempo de detecção de resposta variando entre 76 e 109 segundos, entre os diferentes tipos de *chirps* de frequência específica estudados. Melhores resultados foram observados em estudo com estímulo de banda limitada em procedimentos automáticos com fins de triagem auditiva¹³.

■ CONCLUSÃO

- O estímulo *HiLo CE-chirp*® apresentou alta sensibilidade e um pequeno tempo de detecção da resposta. No entanto, para essa pequena amostra apresentou baixa especificidade, principalmente em função dos resultados do componente *Lo* do estímulo.
- Os resultados mostraram que ainda há a necessidade de aprimoramento desse estímulo para

utilização em procedimentos automáticos com fins de triagem auditiva, uma vez que a taxa de falso-positivos é um fato importante para o sucesso de um programa e um indicador de qualidade do serviço. Portanto, mais estudos precisam ser realizados e uma otimização do estímulo ou do método de detecção de resposta podem ser necessários, bem como a utilização de um nível de intensidade maior do estímulo.

■ AGRADECIMENTOS

A CAPES pela bolsa de auxílio fornecida para realização dessa pesquisa. Ao diretor de relações externas Bue Kristensen pelas orientações e assessoria técnica em relação ao estímulo estudado.

ABSTRACT

Purpose: to study the results obtained in Automated Evoked Auditory Brainstem Response (A-ABR) with a frequency-specific chirp stimulus. **Methods:** the A-ABR with the stimulus HiLo CE-Chirp®, the intensity of 35 dB NNA, was recorded in 50 newborns (NB) with and without risk factors for hearing loss and compared to the Frequency-specific ABR (FE-ABR). We analyzed the results “pass / fail” for the stimulus HiLo CE-Chirp® and the components Hi and Lo, separately, and determined validation measures. The detection time of A-ABR was also determined. **Results:** A-ABR with HiLo CE-Chirp® showed high failure (36%) and false positives rates (33%). Significant differences between the percentages of “failure” between the two components were observed, and the percentage of component failure greater than the Hi Lo, in both ears. The mean time to detection of response was 63.8 seconds for the right ear and 77.9 for the left ear, with statistically significant differences between the ears ($p = 0.002$). **Conclusion:** the band stimulus presented limited mean sensing response considerably small, high sensitivity, however, due to high rate of false positives, showed low specificity, there is a need for improvement in technique or stimulus for its future application clinical A-ABR.

KEYWORDS: Hearing Tests; Hearing; Infant, Newborn; Hearing Loss

■ REFERÊNCIAS

1. Sharma A, Kraus N, McGee T, Nicol T. Developmental changes in P1 & N1 auditory responses elicited by consonant-vowel syllables. *Clin. Neurophysiol.* 1997;104:540–5.
2. Hurley RM, Hurley A, Berlin CI. Development of low-frequency tone burst versus the click auditory brainstem response. *J Am Acad Audiol.* 2005;16:114-21;quiz 122.
3. Stapells DR. Frequency-specific evoked potential audiometry in infants. In R. C. Seewald (Ed.) A

Sound Foundation Through Early Amplification. Basel: Phonak AG 2000a. p13-31.

4. Dau T, Wegner O, Mellert V, Kollmeier B. Auditory brainstem responses with optimized chirp signals compensating basilar-membrane dispersion. *J Acoust Soc Am.* 2000;107:1530-40.

5. Stürzebecher E, Cebulla M, Elberling C, Berger T. New efficient Stimuli for Evoking Frequency-Specific Auditory Steady-State Response. *J Am Acad Audiol.* 2006;17:448-61.

6. 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;17:93-103.

7. Elberling C, Don M, Cebulla M, Stürzebecher E. Auditory steady-state responses to chirp stimuli based on cochlear traveling wave delay. *J Acoust Soc Am*. 2007;122(5):2772-85.
8. Rodrigues GRI. Estímulos CE-chirp® e narrow band CE-chirp® na avaliação eletrofisiológica audição: resultados clínicos em neonatos, lactentes e crianças. [Tese]. São Paulo(SP): Pontifícia Universidade Católica de São Paulo; 2012.
9. Rodrigues GRI, Lewis DR. Comparação dos estímulos clique e CE-chirp® no Registro do Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico. *Rev Soc Bras Fonoaudiol*. 2012;17(4):412-6.
10. Van den Berger E, Deiman C, Van Straaten HL. MB11 BERAphone hearing screening compared to ALGO portable in a Dutch NICU: a pilot study. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2010;74(10):1189-92.
11. Cebulla M, Shehata-Dieler W. ABR-based newborn hearing screening with MB11 BERAphone1 using an optimized chirp for acoustical stimulation. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2012;76:536-43.
12. Cebulla M, Elberling C. Auditory Brain Stem Responses Evoked by Different Chirps Based on Different Delay Models. *J Am Acad Audiol*. 2010;21(7):452-60.
13. Cebulla M, Stürzebecher E, Elberling C, and Müller J. "New click-like stimuli for hearing testing," *J Am Acad Audiol*. 2007;18:725-38.
14. Bell SL, Allen R, Lutman ME. An Investigation of the use of band-limited chirp stimuli to obtain the auditory brainstem response. *Int J Audiol*. 2002;41(5):271-8.
15. Wegner O, Dau T. Frequency specificity of chirp-evoked auditory brainstem responses. *J Acoust Soc Am*. 2002;111:1318-29.
16. British Columbia early hearing program (BCEHP). Diagnostic audiology protocol [pdf document] 2008. [acesso em 12 jan 2011]. Disponível em: <http://www.phsa.ca/NR/rdonlyres/EADo&2EA-OCOE-40C6-83A-557357C14DA5/32441/DAAGPProtocols1.pdf>.

<http://dx.doi.org/10.1590/1982-0216201413413>

Recebido em: 11/07/2013

Aceito em: 08/03/2014

Endereço para correspondência:

Mabel Goncalves Almeida

Avenida Hugo Viola, 750 apt 503

Vitória – ES – Brasil

CEP: 29060-420

E-mail: mgafono@yahoo.com.br