

Aplicabilidade da resposta auditiva de estado estável em campo livre na avaliação de bebês e crianças usuárias de próteses auditivas*

Érika C Bucuvic**

Maria Cecília M. Iorio***

Adriana N. Andrade****

Eliara P. Vieira*****

Resumo

Introdução: A resposta auditiva de estado estável (RAEE) pode ser captada utilizando vários tipos de transdutores como fones supra-aurais, fones de inserção, vibrador ósseo e alto falante. A avaliação por meio de alto falante pode ser utilizada na determinação dos níveis mínimos de resposta em campo livre com e sem próteses auditivas. **Objetivo:** avaliar a aplicabilidade da RAEE em campo livre segundo a saída máxima do transdutor e tempo de exame. **Métodos:** Foram avaliadas 27 crianças com perda auditiva neurossensorial bilateral de grau moderado a profundo com faixa etária entre oito meses e 12 anos por meio da audiometria tonal e RAEE em campo livre, com e sem as próteses auditivas. **Resultados:** Na condição sem prótese auditiva, a presença de respostas na audiometria foi maior que na RAEE. Na condição com prótese auditiva, a presença de respostas na audiometria e na RAEE foi igual para as frequências de 1000, 2000 e 4000 Hz. Não foi observada associação entre o tempo de exame e idade. O menor tempo médio de exame foi observado na perda auditiva de grau profundo, na condição sem prótese auditiva. **Conclusões:** Na condição com prótese auditiva, a presença de resposta tende a 100 % em ambos os procedimentos de avaliação nas diferentes frequências. Não há associação entre o tempo de exame e variável idade. O tempo de exame nas crianças com perda auditiva de grau moderado e severo é maior do que no grau profundo, na condição sem prótese auditiva. Na condição com prótese auditiva, não há associação entre tempo de exame e o grau da perda auditiva.

Palavras-chave: resposta auditiva de estado estável, auxiliares de audição, perda auditiva

Abstract

Introduction : The auditory steady-state response (ASSR) can be recorded by the utilization of many kinds of transducers as supra-auricular phones, insertion phones, bone vibrator and loudspeaker. The

* Este trabalho foi realizado no Núcleo Integrado de Assistência, Pesquisa e Ensino em Audição (NIAPEA) da Disciplina dos Distúrbios da Audição do Departamento de Fonoaudiologia da Universidade Federal de São Paulo. ** Fonoaudióloga. Mestre em Ciências pelo programa de Distúrbios da Comunicação Humana – Campo Fonoaudiológico da Universidade Federal de São Paulo. *** Maria Cecília M. Iorio. Fonoaudióloga. Livre-Docente e Professora Associada do Departamento de Fonoaudiologia da Universidade Federal de São Paulo. **** Adriana N. Andrade. Fonoaudióloga. Mestre em Ciências pelo programa de Distúrbios da Comunicação Humana – Campo Fonoaudiológico da Universidade Federal de São Paulo. ***** Eliara P. Vieira – Fonoaudióloga. Mestre em Ciências pelo programa de Distúrbios da Comunicação Humana – Campo Fonoaudiológico da Universidade Federal de São Paulo.

assessment by loudspeaker may be used on the determination of minimal answer levels in free field with or without hearing aids. **Objective** : to evaluate the applicability of ASSR in free field according to maximum output of the transducer and the duration of the exam. **Methods**: 27 children aged from 8 months to 12 years, with bilateral neurosensorial hearing impairment from moderate to profound were evaluated by means of tonal audiometry and ASSR on soundfield with and without hearing aids. **Results**: In the condition without hearing aids, the answers presence in audiometry and ASSR was the same for frequencies of 1000, 2000 and 4000 Hz. No association was observed between the duration of the exam and age. The smallest time of duration of exam was observed with hearing impairment of profound degree, in the condition without hearing aid. **Conclusions**: In the condition with hearing aids, the answer presence tends towards 100% on both evaluation procedures on different frequencies. There is no association between duration of ASSR exam and age. The duration of the ASSR exam on children with moderate and severe hearing impairment is higher than with profound degree in condition without hearing aids. In the condition with hearing aids there is no association between duration of ASSR exam and hearing impairment degree.

Keywords: auditory steady-state response (ASSR), hearing aids, hearing impairment.

Resumen

Introducción: La respuesta auditiva de estado estable (RAEE) se puede captar utilizando vários tipos de transdutores como auriculares supra-aurales, auriculares de inserción, vibrador oseo y altavoz. La evaluación por medio de altavoz puede ser usada para la derterminación de niveles mínimos de respuesta en campo libre con y sin audífonos. **Objetivo:** evaluar la aplicabilidad de RAEE en campo libre de acuerdo con la salida máxima del transdutor y el tiempo de examen. **Métodos:** Se han evaluado 27 niños con pérdida auditiva neurosensorial bilateral de grado moderado a profundo con edades entre ocho meses y 12 años por medio de la audiometria tonal y RAEE en compo libre con y sin audífonos. **Resultados:** En la condición sin uso de audífonos la presencia de respuesta en la audiometria fue maior que en la RAEE. En la condición con audífonos la presencia de respuestas en la audiomentria y en la RAEE fue igual para las frecuencias de 1000, 2000 y 4000 Hz. No se observó asociación entre el tiempo de examen y la edad. El tiempo médio mas corto de examen fué observado para pérdida de grado profundo, en la condición sin uso de audifono. **Conclusión:** En la condición con audifono la presencia de respuestas tiende a 100% en ambos procediemientos de evaluación en las diferentes frecuencias. No hay asociación entre tiempo de examen y la variable edad. El tiempo médio de examen para niños con pérdida auditiva moderada y severa es maior que para niños con pérdida profunda en la condición sin audifono. En la condición con audifono no hay asociación entre tiempo de examen y grado de pérdida auditiva.

Palabras claves: respuesta auditiva de estado estable, audífonos, pérdida auditiva.

Introdução

A resposta auditiva de estado estável (RAEE) é um potencial evocado auditivo repetitivo cujos componentes de frequência se mantêm constantes ao longo do tempo (Regan, Regan 1993), reflete a descarga sincrônica dos neurônios no sistema auditivo com resposta periódica na frequência de modulação do estímulo (Perez-Abalo et al 2001) e se diferencia dos demais potenciais pela maneira como é gerada e analisada (Duarte, 2008).

A RAEE pode ser captada utilizando vários tipos de transdutores como fones supra-aurais (Galambos et al 1981, Aoyagi et al 1994, Lins et al 1995, Perez Abalo et al 2001), fones de inserção (Dimitrijevic et al 2002, Rance, Rickards 2002, Stueve, O'Rourke 2003, Swanepoel et al 2004, Firszt et al 2004, Calil et al 2006, Attias et al 2006, Duarte 2008), vibrador ósseo (Lins et al 1996) e alto falante (Picton et al 1998, Stroebel et al 2007, Donini 2007). A avaliação da audição por via aérea, óssea e em campo livre permite a obtenção de

informações cruciais para o diagnóstico audiológico, processo de seleção e adaptação das próteses auditivas e verificação do desempenho do paciente com o uso da amplificação. Pode ser evocada por tons contínuos modulados em amplitude e ou frequência e pela repetição de um sinal transitório com uma velocidade específica (Rodríguez, 2006). Após a apresentação do estímulo há uma resposta neural contínua denominada de estado estável (Lins, 2002; Stapells, 2004). As respostas são analisadas no domínio da frequência de forma objetiva e automática, porém as condições do exame devem ser consideradas, principalmente com relação ao ambiente de teste, potência do transdutor e estado de vigília do paciente.

A avaliação dos níveis de audição em bebês e crianças deve estar amparada por medidas eletrofisiológicas incluindo os limiares do PEATE clique e frequência específica por via aérea e óssea (AAA, 2003). Nesta perspectiva, a RAEE é um potencial evocado auditivo que permite a avaliação da audição com especificidade de frequência e pode ser utilizada na obtenção dos níveis mínimos de resposta (NMR). A importância desta medida relaciona-se principalmente à avaliação de bebês de até seis meses de idade em que os testes comportamentais não proporcionam uma avaliação dos níveis mínimos de audibilidade.

A RAEE também pode ser utilizada na determinação dos NMR em campo livre com e sem próteses auditivas, porém, uma restrição desta medida deve-se à limitação da saída máxima do transdutor (alto falante). Esta limitação do alto falante compromete especialmente a avaliação de indivíduos com perdas auditivas mais acentuadas (perdas de grau severo e profundo) quando avaliados sem o uso da amplificação. Já com o uso de amplificação esta mensuração é freqüentemente possível.

É difícil captar as RAEE se o indivíduo estiver acordado ou movimentando alguma parte do corpo devido aos artefatos causados pela movimentação corporal (Aoyagi et al 1994). O tempo de exame é compatível com o de outros exames eletrofisiológicos e na literatura observam-se tempos de até 60 minutos (Ferraz et al 2002, Rance, Rickards 2002, Calil et al 2006, Donini 2007, Agostinho 2007, Fernández et al ,2007).

Esta pesquisa tem por objetivo avaliar a aplicabilidade da RAEE em campo livre segundo a saída máxima do transdutor e tempo de exame.

Método

O estudo foi realizado no NIAPEA (Núcleo Integrado de Assistência, Pesquisa e Ensino em Audição) do Departamento de Fonoaudiologia, ambulatório de Próteses Auditivas – Hospital São Paulo – UNIFESP-EPM, aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa sob número 0182/08. Os pais e/ou responsáveis pela criança assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido no qual estavam descritos todos os procedimentos a serem realizados.

Foram avaliadas 27 crianças com perda auditiva neurossensorial bilateral de grau moderado a profundo com faixa etária entre oito meses e 12 anos. As crianças utilizavam próteses auditivas com adaptação bilateral há no mínimo três meses. Dois grupos foram constituídos:

Grupo G1:

- 11 crianças de oito meses a três anos e oito meses (8 a 44 meses);

Grupo G2:

- 16 crianças de quatro a 12 anos (48 a 144 meses)

O funcionamento das próteses auditivas foi verificado antes do início das avaliações e pilhas novas foram utilizadas durante os procedimentos realizados nesta pesquisa. As próteses auditivas que possuíam os algoritmos de cancelamento de microfonia e redução de ruído foram reprogramadas e estas duas funções desabilitadas.

Em todos os procedimentos deste estudo as crianças do grupo G1 (8 a 44 meses) foram avaliadas por duas fonoaudiólogas, uma delas era a própria pesquisadora.

A seguir todas as crianças foram submetidas aos procedimentos que constituíram o protocolo de avaliação desta pesquisa:

- Audiometria em campo livre com e sem as próteses auditivas
- Resposta Auditiva de Estado Estável (RAEE) em campo livre com e sem as próteses auditivas

A orelha com melhores limiares foi selecionada tanto para a avaliação comportamental (audiometria tonal em campo livre) como para a avaliação eletrofisiológica (RAEE), baseada na avaliação comportamental e eletrofisiológica disponível no prontuário de cada criança.

1 – Aplicação da audiometria em campo livre com e sem prótese auditiva

O equipamento utilizado para realizar a audiometria tonal em campo livre foi um audiômetro clínico, marca *Interacoustics*, modelo AC33, com saída para alto-falantes (caixas acústicas). Os limiares das frequências de 1000, 2000, 4000 e 500 Hz foram avaliados nas condições com e sem a prótese auditiva por meio de tons modulados em frequência (warble) com intensidade máxima de até 100 dB NA para todas as frequências avaliadas. A audiometria em campo livre foi realizada em cabina acústica.

O método de avaliação foi selecionado de acordo com a idade, nível de desenvolvimento e habilidade da criança para responder aos estímulos sonoros apresentados. Três métodos foram utilizados na obtenção dos NMR: a audiometria de reforço visual, audiometria lúdica e a audiometria convencional. O posicionamento da criança durante a audiometria lúdica e audiometria convencional foi a uma distância de um metro do alto falante a 0° azimute. Na audiometria de reforço visual o posicionamento da criança foi a 90° azimute a uma distância de 60 cm do alto-falante.

2 – Aplicação da resposta auditiva de estado estável em campo livre com e sem prótese auditiva.

A RAEE foi obtida em campo livre por meio do equipamento Smart EP–ASSR, fabricado pela Intelligent Hearing Systems (IHS), Miami (USA), de um canal. Os estímulos foram calibrados em dB NPS seguindo as recomendações do fabricante e representação do mesmo no Brasil – PHONAK do Brasil. Todas as medidas foram feitas por um medidor de pressão sonora modelo 2250 e um microfone 4189 com filtro de 1/3 por oitava (marca Bruel e Kjaer).

Alguns cuidados com relação às condições e ambiente de teste foram considerados e o paciente foi avaliado em sala acusticamente tratada e acomodado em uma poltrona reclinável e confortável. As crianças dos grupos G1 e G2 foram posicionadas a uma distância de 70 cm do alto falante, 0° azimute: apresentação do estímulo por meio de alto-falante (uma caixa), com intensidade máxima de 90 dB NPS para as frequências avaliadas (500, 1000, 2000 e 4000 Hz) e o modo de captação da resposta foi ipsilateral.

A mesma seqüência da avaliação comportamental (audiometria tonal em campo livre) foi realizada para a avaliação eletrofisiológica (RAEE).

A maioria das crianças foi avaliada em estado de sono natural, as crianças menores permaneceram no colo da mãe, sentada na poltrona reclinável. A distância e a posição da caixa acústica foram verificadas em cada paciente para adequar a altura, distância e ângulo de incidência da fonte sonora respeitando rigorosamente a calibração realizada.

A presença e ausência das respostas foram avaliadas para as frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz até a obtenção do limiar por frequência e na intensidade máxima de cada transdutor (RAEE 90 dBNPS e Audiometria tonal em campo 100 dBNA)

Na obtenção da RAEE em cada condição foi cronometrado o tempo de exame para a realização das comparações pretendidas: idade e grau da perda auditiva.

3 – Forma de análise e método estatístico

O teste de McNemar (Fisher, Van Belle, 1993) foi utilizado para comparar as porcentagens de presença nos dois testes, por frequência, considerando separadamente as condições com e sem prótese auditiva.

Para verificar em qual frequência ocorre a maior porcentagem de presença de resposta foi adotada a técnica de Análise de variância com medidas repetidas para dados ordinais (Brunner, Langer, 2000).

No estudo da associação entre os tempos de realização dos exames e a idade, foram construídos diagramas de dispersão e calculados os coeficientes de correlação de Pearson entre essas variáveis. Para verificar existência de associação entre os tempos de realização dos exames e o grau de perda auditiva, foi adotada a técnica de análise de variância e, para localizar diferenças entre as médias dos tempos nas categorias do grau de perda, foi aplicado o método de Tukey.

Em cada teste de hipótese foi fixado nível de significância de 0,05

Resultados

Análise da presença de resposta

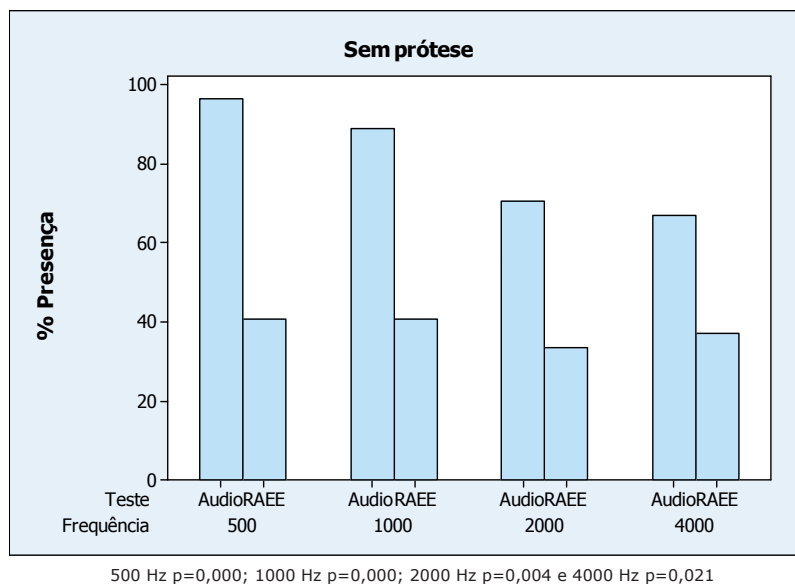


Figura 1- Porcentagens de presença na Audiometria em campo e na RAEE sem prótese auditiva, nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz

Foi realizada a análise das RAEE e dos níveis mínimos de resposta à avaliação comportamental segundo a presença ou ausência de respostas. O percentual de respostas presentes nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz na avaliação comportamental (Audiometria) e eletrofisiológica (RAEE) para uma mesma condição sem prótese auditiva está representado na figura 1.

Os resultados mostram que, sem prótese, a porcentagem de presença de resposta na audiometria é significativamente maior que na RAEE em todas as frequências.

Comparou-se também a porcentagem de respostas presentes, na avaliação comportamental sem próteses auditivas, entre as diferentes frequências e verificou-se que estas não foram iguais ($p=0,001$). As porcentagens de presença de resposta foram: 500 Hz=96,3%, 1000 Hz=88,9%, 2000 Hz=70,4% e 4000 Hz=66,7% (figura 1). Na comparação, constatou-se que não há diferença significativa entre as porcentagens de presença de resposta nas frequências de 500 e 1000 Hz ($p=0,149$), porém entre as porcentagens de presença em 2000 e 4000 Hz ($p=0,569$), a porcentagem de presença em 1000

Hz é maior que em 2000 Hz ($p=0,015$). Portanto, conclui-se que as porcentagens de presença em 500 e 1000 Hz são maiores que em 2000 e 4000 Hz.

Já, o mesmo estudo realizado com as RAEE sem prótese auditiva, revelou que não há diferença significativa entre as porcentagens de presença obtidas nas quatro frequências ($p=0,723$).

Em seguida foi realizado o estudo da análise das porcentagens de presença de resposta na audiometria e na RAEE com prótese auditiva, cujo resultado é apresentado na figura 2. A porcentagem de presença de resposta na audiometria é maior que na RAEE somente na frequência de 500 Hz. Nas demais frequências não há diferença significativa entre as porcentagens de presença nos dois testes.

Na avaliação comportamental (audiometria) com prótese auditiva, as porcentagens de presença de resposta nas quatro frequências não são todas iguais, sendo a porcentagem em 4000 Hz (84%) significativamente menor que a porcentagem nas frequências de 500, 1000 e 2000 Hz (100%) ($p=0,033$);

Na RAEE obtida com prótese auditiva observou-se 85,2% e 84% de presença de resposta nas

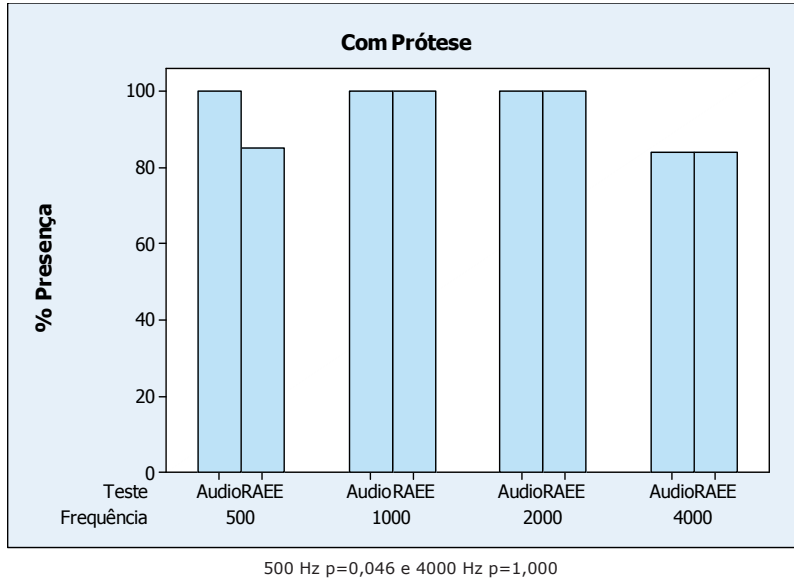


Figura 2- Porcentagens de presença na Audiometria em campo e na RAEE com prótese auditiva, nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz

frequências de 500 e 4000 Hz, respectivamente. Nas frequências de 1000 e 2000 Hz constatou-se 100% de presença de resposta. O estudo estatístico não revelou diferença significativa entre as porcentagens de presença nas quatro frequências ($p=0,120$).

Análise da associação dos tempos de exame com a idade e com o grau da deficiência auditiva

Para avaliar a associação entre os tempos de avaliação da RAEE sem e com prótese auditiva segundo a variável idade foram construídos os diagramas de dispersão apresentados nas figuras 3 (sem prótese auditiva) e 4 (com prótese auditiva).

Nenhum deles sugere a existência de associação entre o tempo de realização do exame e a idade. Este fato é confirmado pelos valores dos coeficientes de correlação de Pearson (r) apresentados abaixo de cada gráfico.

O tempo de exame também foi estudado em relação ao grau da perda auditiva nas duas condições de exame (sem e com próteses auditivas). A tabela 1 apresenta os valores de estatísticas descritivas para o tempo de exame sem prótese nas categorias do grau da perda auditiva.

No estudo sem prótese auditiva a análise de variância mostrou que as médias dos tempos de

realização da RAEE não são iguais nos diferentes graus da deficiência auditiva ($p=0,008$). Na localização das diferenças (Tukey) obteve-se que o tempo médio no grau moderado é maior que no profundo ($p=0,023$) e semelhante ao de grau severo ($p=0,832$); o tempo médio no grau severo é maior que no grau profundo ($p=0,0025$). O menor tempo médio foi observado na perda auditiva de grau profundo.

A tabela 2 apresenta os valores de estatísticas descritivas para o tempo de exame com prótese auditiva segundo o grau da perda auditiva.

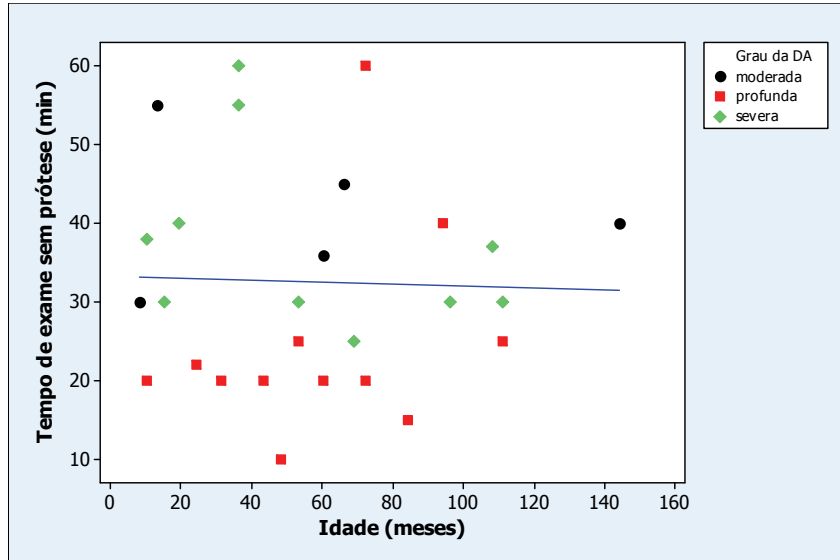
Não há diferença entre as médias dos tempos nos diferentes graus de perda auditiva ($p=0,254$). Assim, conclui-se que não há associação entre o tempo de exame com prótese e o grau de perda auditiva.

Discussão

Discussão da análise de presença de resposta

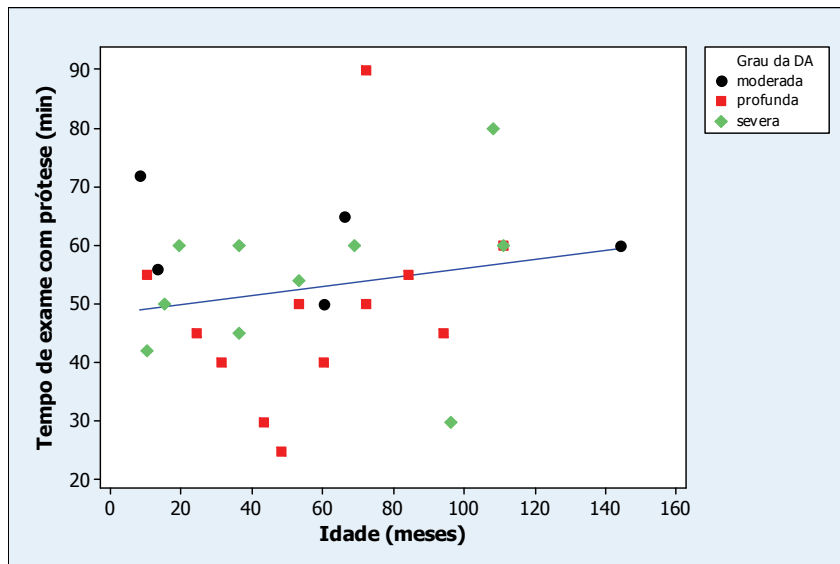
A presença de resposta na avaliação comportamental (audiometria) na condição sem prótese auditiva foi significativamente maior do que a obtida na avaliação eletrofisiológica (RAEE) (figura 1).

Como se sabe, a saída máxima do transdutor nas avaliações em campo livre é determinada ou



$r=-0,03 ; p=0,876$

Figura 3- Diagrama de dispersão do tempo de exame (RAEE) sem prótese auditiva e a idade



$r=-0,19 ; p=0,333$

Figura 4- Diagrama de dispersão do tempo de exame (RAEE) com prótese auditiva e a idade

Tabela 1– Estatísticas descritivas para o tempo de exame sem prótese auditiva

Grau da perda auditiva	N	Média	Desvio padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
Moderada	5	41,2	9,5	30	40	55
Severa	10	37,5	11,5	25	33,5	60
Profunda	12	24,8	13,2	10	20	60
Total	27	32,5	13,6	10	30	60

Análise de variância:
moderado x severo x profundo $p=0,008^*$
moderado x profundo $p=0,023^*$
moderado x severo $p=0,832$
severo x profundo $p=0,0025^*$

Tabela 2– Estatísticas descritivas para o tempo de exame com prótese auditiva

Grau da perda auditiva	N	Média	Desvio padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
Moderada	5	60,6	8,4	50	60	72
Severa	10	54,1	13,5	30	57	80
Profunda	12	48,8	16,5	25	47,5	90
Total	27	52,9	14,5	25	54	90

Análise de variância:
moderado x severo x profundo $p=0,254$

limitada pela potência do alto falante, ambiente de teste, entre outros fatores. Assim sendo, sistemas em campo livre apresentam características distintas em diferentes serviços ou clínicas o que determina que estas informações sejam disponibilizadas no relatório da avaliação audiológica. Na presente pesquisa o sistema em campo livre da RAEE apresentava uma saída máxima de 90 dB NPS em todas as frequências enquanto que a saída máxima do sistema utilizado na avaliação comportamental era de 100 dBNA. Este foi um dos fatores que determinou as diferenças entre o percentual de presença de resposta obtido na RAEE e na audiometria em campo livre. É importante ressaltar que as crianças avaliadas, em sua grande maioria, apresentavam perdas auditivas de graus severo e profundo.

Na comparação da porcentagem de respostas presentes entre as diferentes frequências na audiometria tonal em campo sem prótese auditiva verificou-se que as porcentagens nas frequências de 500 e 1000 Hz foram maiores que as porcentagens em 2000 e 4000 Hz com diferença significativa. Na RAEE também se observou porcentagens maiores de presença nas frequências de 500 e 1000 Hz (40,7%) quando comparadas com as porcentagens de presença de resposta nas frequências de 2000 e 4000 Hz, 33,3% e 37,7%, respectivamente, porém a análise estatística não revelou diferenças significativas. Tais achados podem ser justificados pelo

grau e configuração da perda auditiva das crianças avaliadas.

Já com o uso de amplificação, figura 2, esta mensuração foi frequentemente possível e obteve-se presença de respostas nos dois procedimentos (RAEE e Audiometria). Somente na frequência de 500 Hz observou-se que a porcentagem de presença de resposta na audiometria foi maior que na RAEE.

Na comparação da porcentagem de presença de resposta entre as frequências na audiometria com prótese auditiva, constatou-se que na frequência de 4000 Hz a porcentagem de presença de resposta foi significativamente menor. Tal fato pode ser justificado pela dificuldade de amplificação desta frequência mesmo com próteses auditivas potentes, geralmente observa-se esta característica nos pacientes com perdas auditivas de grau severo e profundo com limiares muito comprometidos ou ausentes na frequência de 4000 Hz.

Na RAEE obtida com prótese auditiva observou-se também menor porcentagem de presença de resposta na frequência de 4000 Hz (84%), seguida da frequência de 500 Hz com porcentagem de 85,2%, porém o estudo estatístico não revelou diferença significativa entre as porcentagens de presença nas quatro frequências ($p=0,120$).

Na literatura não foram encontradas pesquisas que tivessem realizado estudo semelhante tanto



para a condição sem prótese auditiva como com prótese auditiva.

Na avaliação das RAEE com outros transdutores como fone supra-aural ou de inserção constatou-se por meio de alguns estudos que é possível realizar o teste com intensidades mais elevadas. Perez-Abalo et al (2001) utilizaram fone supra-aural com saída máxima de 110 dBNA. Firszt et al (2004) por meio de fones de inserção realizaram a avaliação da RAEE em intensidades de 124, 128, 125 e 123 dB NA para as frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz, respectivamente. Com fones de inserção, Attias et al (2006) avaliaram um grupo de indivíduos com audição normal e observaram 100% de presença de respostas nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz na RAEE e na avaliação comportamental.

Discussão da análise da associação dos tempos de exame com a idade e com o grau da deficiência auditiva

Neste estudo, não houve associação entre o tempo da aplicação da RAEE e a idade das crianças. Agostinho, 2007, na avaliação de bebês com idade de 30 a 89 dias, obteve as RAEE por meio de fones de inserção e também não observou relação entre a idade e tempo de exame.

Com relação ao grau da perda auditiva, na condição sem prótese auditiva, o menor tempo médio foi observado na perda auditiva de grau profundo. Pela técnica de análise de variância, obteve-se que as médias dos tempos não são todas iguais nos diferentes graus da deficiência auditiva. Na localização das diferenças obteve-se que o tempo médio no grau moderado foi maior que no profundo e semelhante ao de grau severo. O tempo médio no grau severo foi maior que no grau profundo. Observou-se que quanto maior o grau da perda auditiva menor o tempo de exame.

Como esperado, na condição com prótese auditiva não houve diferença entre as médias dos tempos de realização do exame nos diferentes graus de deficiência auditiva. O maior tempo médio, no estudo com prótese auditiva, foi observado na perda auditiva de grau moderado.

Confrontando os resultados obtidos neste estudo, em que o tempo médio de avaliação da RAEE sem prótese auditiva foi de 32,5 minutos e na condição com prótese auditiva foi de 53 minutos, com os de estudos pesquisados na literatura, verificou-se tempos médios semelhantes, da ordem

de 46.35 minutos (Calil et al., 2006), 50 minutos (Donini, 2007), 56 minutos (Agostinho, 2007) e 60 minutos (Fernández et al, 2007). Outros estudos apresentaram tempo de exame que variou de 30 a 60 minutos (Ferraz et al., 2002) e 45 a 60 minutos (Rance, Rickards, 2002) (tabela 1 e 2).

Vale ressaltar, que as condições de exame influenciam na obtenção da RAEE e para evitar o mascaramento das respostas é importante que a avaliação ocorra em um ambiente tratado acusticamente (Aoyagi et al, 1994) ou em cabina acústica. Outro fator que pode influenciar na captação da resposta e no tempo de exame é o estado de vigília da criança, pois a movimentação e ruído corporal geram artefatos elétricos que dificultam a visualização da resposta. É difícil realizar o teste com a criança acordada e para atingir uma condição satisfatória de exame a criança deve estar em estado de sono. No presente estudo, a maioria das crianças estava em sono natural. Nos estudos internacionais, observou-se a utilização da sedação para a obtenção das RAEE em crianças (Aoyagi et al, 1994b; Perez-Abalo et al., 2001; Cone-Wesson et al., 2002; Stueve, O'Rourke, 2003; Firszt et al., 2004; Han et al., 2006; Fernandez et al., 2007).

Conclusões

Na avaliação de 27 crianças com perda auditiva neurossensorial de grau moderado a profundo por meio da audiometria e RAEE em campo livre sem e com o uso da amplificação foi possível estabelecer as seguintes conclusões:

- A saída máxima do transdutor é um fator de limitação para a obtenção das RAEE e audiometria em campo sem próteses auditivas nas perdas auditivas de graus severo e profundo;
- Não há associação entre o tempo de exame e variável idade;
- O tempo médio de exame na RAEE foi de 32,5 minutos na condição sem prótese auditiva e de 53 minutos na condição com prótese auditiva;
- O tempo de exame nas crianças com perda auditiva de grau moderado e severo é maior do que no grau profundo na condição sem prótese auditiva. Na condição com prótese auditiva não há associação entre tempo de exame e o grau da perda auditiva.

Referências bibliográficas



- Agostinho CV. Potencial evocado auditivo de estado estável: aplicação em neonatos a termo, sem risco para a perda auditiva [dissertação de mestrado]. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo; 2007
- Bentler R, Eiten L, Gabbard S, Grimes A, Johnson CDC, Moodies S, et al. Pediatric amplification protocol. *J Am Acad Audiol* 2003;out:1-23.
- Aoyagi M, Kiren T, Furuse H, Fuse T, Suzuki Y, Yokota M, et al. Effects of aging on amplitude-modulation following response. *Acta Otolaryngol* 1994;Suppl 511:15-22.
- Attias J, Buller N, Rubel Y, Raveh E. Multiple auditory steady-state responses in children and adults with normal hearing, sensorineural hearing loss or auditory neuropathy. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2006;115(4):268-76.
- Brunner E, Langer. Nonparametric analysis of ordered categorical data in designs with longitudinal observations and small sample sizes. *Biom J* 2000;42:663-75.
- Calil D, Lewis DR, Fiorini AC. Achados dos potenciais evocados auditivos de estado estável em crianças ouvintes. *Disturb Comun* 2006;18(3):391-401.
- Cone-Wesson B, Dowell RC, Tomlin D, Rance G, Ming WJ. The auditory steady-state response: comparisons with the auditory brainstem response. *J Am Acad Audiol* 2002;13:173-87.
- DeWet S, Rene H, Reinette R. Auditory steady-state responses for children with severe to profound hearing loss. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*; [periódico na internet]. 2004 [acesso em 04/11/2007];130:531-5. Disponível em: www.archoto.com
- Dimitrijevic A, John MS, Roon PV, Purcell DW, Adamonis J, Ostroff J, et al. Estimating the audiogram using multiple auditory steady-state responses. *J Am Acad Audiol* 2002;13:205-24.
- Donini TS. A utilização do potencial evocado auditivo de estado estável no processo de indicação do aparelho de amplificação sonora individual em crianças com deficiência auditiva [dissertação de mestrado]. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo; 2007.
- Duarte JL. A utilização da resposta auditiva de estado estável para estimar limiares auditivos em indivíduos com perda auditiva neurossensorial [dissertação de mestrado]. Baurú, SP: Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo; 2008.
- Fernández AM, Fernández MAA, Martínez LFA, Álvarez ABA, León MTM, Quevedo MS. Comparative study between auditory steady-state response, and auditory brainstem response and liminar tonal audiometry. *Acta Otorrinolaringol Esp* 2007;58(7):290-5.
- Fisher LD, Van-Belle G. Biostatistics. New York: John Wiley & Sons; 1993.
- Firszt JB, Gaggl W, Runge-Samuels CL, Burg LS, Wackym A. Auditory sensitivity in children using the auditory steady-state response. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* [periódico na internet]; 2004 [acesso em 04/11/2007];130(5):536-40. Disponível em: <http://archotol.ama-assn.org/content/vol130/issue5/index.dtl>
- Ferraz OB, Freitas SV, Marchiori LLM. Análise das respostas obtidas por potenciais evocados auditivos de estado estável em indivíduos normais *Rev Bras Otorrinolaringol* 2002; 68(4):480-6.
- Galambos R, Makeig S, Talmachoff PJ. A 40Hz auditory potential recorded from human scalp. *Psychology* 1981; 78(4):2643-47.
- Han D, Mo L, Liu H, Chen J, Huang L. Threshold estimation in children using auditory steady-state responses to multiple simultaneous stimuli. *ORL J Otolaryngol Head Neck Surg* [periódico na internet] 2006; [acesso em 31/05/2009];68:64-8. Disponível em: www.karger.com/orl
- Lins OG, Picton PE, Picton TW. Auditory steady-state response to amplitude-modulated at 80-110Hz. *J Acoust Soc Am* 1995;97(5):3051-63.
- Lins OG, Picton TW, Boucher BL, Durieux-Smith A, Champagne SC, Moran LM, et al. Frequency-specific audiometry using steady-state response. *Ear Hear* 1996;1796(2):81-96.
- Lins OG. Audiometria fisiológica tonal utilizando respostas de estado estável auditivas do tronco cerebral [tese de doutorado]. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo; 2002.
- Stappells DR, Herdman A, Small AS, Dimitrijevic A, Hatton J. current status of the auditory steady-state responses for estimating an infant's audiogram In: Seewald RC, Bamford JM. A Sound Foundation Through Early Amplification 2004;43-61.
- Perez-Abalo MC, Savio G, Torres A, Martín V, Rodríguez E, Galán L. Steady-state responses to multiple amplitude-modulated tones: an optimized method to test frequency-specific thresholds in hearing-impaired children and normal-hearing subjects. *Ear Hear* 2001;22(3):200-11.
- Picton TW, Durieux-Smith A, Champagne SC, Whittingham J, Moran LM, Giguère C, et al. Objective evaluation of aided threshold using auditory steady-state responses. *J Am Acad Audiol* 1998;9:315-31.
- Rance G, Rickards F. Prediction of hearing threshold in infants using steady-state evoked potentials'. *J Am Acad Audiol* 2002;13(5):236-45.
- Regan MP, Regan D. Nonlinear terms produced by passing amplitude modulated sinusoids through a hair cell transduction function. *Biol Cybern* 1993;69:439-6.
- Rodríguez ML. Técnicas de medición y análisis de potenciales evocados auditivos de estado estable utilizando el sistema intelligent hearing systems SmartEP-ASSR [CD-ROM]; 18-20 out 2006; Miami, FL. Miami; 2006.
- Stueve MP, O'Rourke CA. Estimation of hearing loss in children: comparison of auditory steady-state response, auditory brainstem response and behavioral test methods. *Am J Audiol*.2003;12(2)125-36.
- Stroebel D, DeWet S, Groenewald E. Aid auditory steady-state responses in infants. *Int J Audiol* 2007;46(6):287-92

Recebido em dezembro/09; aprovado em dezembro/09.

Endereço para correspondência

Erika Cristina Bucuvic
Rua Eugênio Bettarello, 55 apto 63A
CEP: 05616-090 - São Paulo - SP

E-mail: bucuvic@hotmail.com