



Potencial evocado auditivo de longa latência em crianças com deficiência auditiva sensorioneural e usuárias de aparelho de amplificação sonora individual

Long latency auditory evoked potential in children with sensorineural hearing impairment and hearing aids users

Potencial evocado auditivo de larga latencia en niños con deficiencia auditiva neurosensorial y los usuarios de equipos de amplificaci3n de escucha individual

Thaysa Vidal Dias de Freitas*

Doris Ruthy Lewis**

Resumo

Objetivo: Descrever os resultados dos potenciais evocados auditivos de longa latência (complexo P1-N1-P2) em crianças com deficiência auditiva sensorioneural e usuárias de aparelho de amplificação sonora individual (AASI). **Método:** Participaram da pesquisa 10 crianças com perda auditiva sensorioneural congênita, com graus de moderado a profundo, idades entre dois e oito anos, que estavam em acompanhamento num centro de referência em audiologia de São Paulo. Foram coletados dados sobre as características audiológicas e sobre a terapia fonoaudiológica. Os potenciais evocados auditivos de longa latência (PEALL) foram registrados nos testes sem AASI, utilizando fones de inserção na intensidade de 85dBNPS, e com AASI por meio de um alto-falante na intensidade de 100dBNPS. **Resultados:** As crianças com ausência dos PEALL no teste sem AASI tinham grau de perda auditiva severa e profunda. No teste com AASI, em toda a amostra foram identificados os PEALL. Houve uma correlação sugestiva

*Mestranda do Programa de Estudos Pós Graduated em Fonoaudiologia da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Brasil;

**Professora titular da Faculdade de Ciências Humanas e da Saúde da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Brasil.

Conflito de interesses: Não

Contribuição dos autores: TVDF – coleta de dados, método e redação do artigo; DRL – orientação, análise dos dados e revisão do artigo.

Endereço para correspondência: Thaysa Vidal Dias de Freitas. Rua Antonio Ribeiro de Moraes 482, casa 17 Vila Carbone/SP - CEP: 02751-000

E-mail: thaysavdl@yahoo.com

Recebido: 26/02/2014 Aprovado: 31/03/2015



de significância entre a idade auditiva e o tempo de latência de P1-N1. Na análise entre idade de início do uso do AASI, horas semanais de terapia, abordagem terapêutica e uso sistemático do AASI, não houve associação com a latência de P1-N1. **Conclusão:** As crianças com o grau de perda auditiva moderada apresentaram presença dos PEALL nos testes sem e com AASI. As crianças que tinham o grau de perda auditiva severa e profunda apresentaram ausência dos PEALL nos testes sem AASI. Todos os voluntários tiveram presença dos PEALL no teste com AASI. O valor de latência de P1 foi aumentado, independente da idade auditiva.

Palavras-chave: potenciais evocados auditivos; plasticidade neuronal; auxiliares de audição; perda auditiva; criança.

Abstract

Objective: To describe the results of auditory evoked potentials of long latency (complex P1-N1-P2) in children with sensorineural hearing loss and individual hearing aid users (hearing aid). **Method:** There were 10 children with congenital sensorineural hearing loss, with degrees from mild to profound, aged two to eight years, who were followed at a referral center for Audiology of São Paulo. Data were collected about the audiological features and the speech therapy. The auditory evoked potentials of long latency (LLR) were recorded without HA tests using insert earphones in the intensity of 85 dB SPL, and hearing aids through a speaker on the intensity of 100 dB SPL. **Results:** Children with lack of LLAEP without HA test had grade severe and profound hearing loss. In the test with hearing aids in the whole sample LLAEP were identified. There was a significant suggestive correlation between age and hearing P1-N1 latency time. In the analysis between age of onset of use of hearing aids, weekly hours of therapy, therapeutic approach and systematic use of hearing aids, there was no association with the latency of P1-N1. **Conclusion:** Children with moderate degree of hearing loss showed presence of LLAEP in the tests with and without hearing aids. Children who had the degree of severe and profound hearing loss had no LLAEP without HA tests. All volunteers had LLAEP presence of the test with hearing aids. The value of P1 latency was increased, regardless of hearing age..

Keywords: auditory evoked potentials; neuronal plasticity; hearing aids; hearing loss; child.

Resumen

Objetivo: Describir los resultados de los potenciales evocados auditivos de larga latencia (complejo P1-N1-P2) en niños con deficiencia auditiva neurosensorial y usuarios de audífonos individuales. **Método:** Participan en el estudio 10 niños con deficiencia auditiva congénita neurosensorial, de grado moderado a profundo, de 2 a 8 años de edad, que fueron acompañados en un centro de referencia de San Pablo. Fueron colectados datos sobre la pérdida auditiva y la terapia fonoaudiológica. Los potenciales evocados auditivos de larga latencia (PEALL) fueron registrados en los testes sin audífonos individuales (AASI), utilizando auriculares de inserción en intensidad 85 dB NPS y con audífonos individuales por medio de un parlante en intensidad 100 dB NPS. **Resultados:** Los niños con ausencia de PEALL en los testes sin audífonos individuales tuvieron grado de pérdida auditiva grave y profunda. En los testes con audífonos individuales en toda la muestra fueron identificados los PEALL. Hubo una correlación sugestiva de significancia entre la edad auditiva y el tiempo de latencia P1-N1. En el análisis entre edad de inicio de uso de los audífonos individuales, horas semanales de terapia, acercamiento terapéutico y uso sistemático de audífonos individuales, no hubo asociación con la latencia de P1-N1. **Conclusión:** Los niños con grado de pérdida auditiva moderada presentaron presencia de PEALL en los testes sin y con audífonos individuales. Los niños con pérdida auditiva grave y profunda presentan ausencia de PEALL en los testes sin audífonos individuales. Todos los voluntarios tuvieron presencia de PEALL en los testes con audífonos individuales. El valor de latencia de P1 fue aumentado, independiente de la edad auditiva.

Palabras clave: potenciales evocados auditivos; plasticidad neuronal; audífonos; pérdida de la audición; niño.

Introdução

A privação sensorial auditiva pode afetar negativamente as primeiras fases da vida da criança em relação ao seu desempenho nas habilidades auditivas, na comunicação oral e na evolução de aptidões em geral, causando prejuízo na qualidade de vida das crianças e também de seus familiares. A intervenção fonoaudiológica precoce deve ser rápida e eficaz, e tem sido uma estratégia para minimizar alguns dos efeitos negativos que a privação auditiva pode trazer no início da vida¹⁻³.

Durante a intervenção fonoaudiológica, a criança diagnosticada com deficiência auditiva é encaminhada para a seleção de aparelho de amplificação sonora individual (AASI) ou para o implante coclear (IC), se houver indicação. Segundo Chinget al. (2007)⁴, nos casos em que a indicação dos AASI é feita até seis meses de vida, o desenvolvimento da linguagem é beneficiado.

A perda auditiva prejudica o processo maturacional do sistema nervoso auditivo central (SNAC), causando um atraso nas habilidades auditivas e de linguagem⁵. O sistema auditivo desempenha sua função ao estabelecer uma estrutura neural para a condução e processamento de estímulos sonoros, desde o nascimento. O desempenho auditivo adequado é decorrente da integridade das vias auditivas na condução das informações ao SNAC. Essas mudanças fisiológicas relacionadas à estimulação acústica podem ser constatadas por meio de modificações dos potenciais evocados auditivos de longa latência (PEALL), mais especificamente do complexo P1-N1-P2. Esses componentes fornecem informações da audibilidade do usuário de AASI, associadas à performance neural do SNAC⁶⁻¹¹.

A utilização dos PEALL é um método objetivo que viabiliza informações de que a estimulação sonora chega à área do córtex auditivo. A morfologia do complexo P1-N1-P2 na clínica pode fornecer dados sobre a efetividade da estimulação do AASI ao apresentar uma resposta cortical. Esses registros podem evidenciar que tais estímulos são potencialmente audíveis para o usuário de AASI.

Os Potenciais Evocados Auditivos foram descritos primeiramente por Pauline A. Davis (1939)¹². Os PEALL também são conhecidos como potenciais evocados auditivos corticais e se referem às atividades neuroelétricas em cada local da via auditiva. Os PEALL são gerados por uma transmissão sináptica que ocorre no córtex auditivo e pela

movimentação de cargas elétricas nas projeções tálamo-corticais¹³. O registro desses potenciais torna o exame complexo, porém traz importantes informações do funcionamento do sistema auditivo periférico e central, ativados por uma estimulação acústica. O complexo P1-N1-P2 mostra informações sobre a chegada do estímulo sonoro no córtex e no início do processamento cortical, registrando se a atividade de tal estímulo foi recebida apropriadamente. Os registros desses componentes são medidas objetivas e não invasivas^{7,13}.

O complexo P1-N1-P2 faz parte dos PEALL. Segundo McPherson (1996)¹³, em adultos o pico positivo P1 tem a latência entre 55-80ms, sendo esse componente também considerado de média latência. O componente N1 tem a latência entre 80-150ms, e o P2 tem a latência entre 145-180ms. A latência dos PEALL varia de acordo com a idade, amadurecendo até a fase adulta. A diminuição dos valores de latência dos componentes indica a maturação do SNAC^{6,15,16}.

O complexo P1-N1-P2 possibilita uma avaliação objetiva sobre o desenvolvimento da maturação do sistema auditivo central¹⁷. Mudanças significativas na latência de P1 ocorrem durante a infância, sendo esse evento considerado um indicador da maturação auditiva cortical em crianças. As características da morfologia e da latência dos PEALL podem indicar as condições de estimulação das vias auditivas. O componente P1 foi considerado biomarcador para avaliar se AASI e/ou IC fornecem estimulação suficiente para permitir o desenvolvimento normal da função das vias auditivas centrais. A análise da latência e morfologia de P1 cumpre esse requerimento^{8,9,15,17-19}.

Objetivo

Descrever os resultados dos potenciais evocados auditivos de longa latência do complexo P1-N1-P2 em crianças com deficiência auditiva sensorineural e usuárias de aparelho de amplificação sonora individual.

Método

O delineamento deste estudo é prospectivo, de caráter descritivo, quanti-qualitativo, e foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa pela PUC-SP/Plataforma Brasil, sob o parecer nº 328.780. Os pais assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido respeitando-se todos os princípios éticos dispostos segundo a legislação vigente.

Local do Estudo e Casuística

O local do estudo foi o Centro Audição na Criança (CeAC) da Divisão de Educação e Reabilitação dos Distúrbios da Comunicação (DERDIC/PUC-SP). Para participarem da pesquisa, crianças usuárias de AASI deveriam seguir parte do programa de acompanhamento fonoaudiológico do CeAC/DERDIC, atendendo aos seguintes critérios de inclusão:

- As crianças deveriam ter diagnóstico de perda auditiva sensorineural, congênita, bilateral, com configuração simétrica, de grau leve a profundo, de qualquer etiologia;

- Não ser paciente portador de perda auditiva progressiva, ou com diagnóstico do espectro da neuropatia auditiva, segundo os exames do prontuário;

- Não ter indícios de agravos visuais, cognitivos, neurológicos, motores, psíquicos, ou comprometimentos de origem sindrômica, segundo informações dos pais;

- Só foram incluídas as crianças cujos AASI, durante a verificação da performance acústica do aparelho, por meio do equipamento de ganho de inserção, na intensidade de 90dBNPS, não mostraram mudanças geradas pelo sistema de compressão do AASI.

Material

Foram coletados dados da perda auditiva, características e regulagens dos AASI, idade auditiva, idade de início do uso do AASI, terapia fonoaudiológica e o uso sistemático do AASI.

Após a caracterização, dez crianças participaram do estudo – cinco do sexo masculino e cinco do sexo feminino, que estavam na faixa etária entre dois e oito anos de idade.

Foram pesquisados os dados referentes às características da perda auditiva. Foi realizada a audiometria condicionada lúdica ou audiometria de reforço visual para quatro voluntários. Para os outros seis voluntários foi utilizado o último

exame de audiometria, com a data de até seis meses anteriores ao dia do exame dos PEALL. Todos os voluntários tinham o diagnóstico de deficiência auditiva sensorineural. As perdas auditivas variaram de grau moderado a profundo, sendo o menor grau de perda auditiva de 50dBNA e o maior grau de 105dBNA. Cinco crianças apresentaram grau de perda auditiva moderado, quatro crianças grau severo e uma criança grau profundo. O cálculo do grau de perda auditiva foi realizado pela média das frequências de 500, 1.0 e 2.0kHz. Dos dez participantes, um apresentou perda auditiva por sífilis congênita, um por hereditariedade, e de oito não foi possível identificar qual era a etiologia (idiopática). Os voluntários tinham idade auditiva (período de início da estimulação das vias auditivas, ou seja, do uso do AASI até o dia da coleta) de um mês até 80 meses. Os limiares auditivos foram obtidos sem e com o uso dos AASI, sendo realizada a média das frequências de 500, 1.0 e 2.0kHz do ganho do AASI em campo livre. A timpanometria foi realizada no dia da coleta dos PEALL. Oito crianças apresentaram curva tipo A, sugestiva de normalidade segundo Jerger (1970)²⁰, e duas crianças apresentaram curva tipo B. Esses dois voluntários (3 e 9) não foram excluídos, pois os limiares eram iguais aos exames audiométricos anteriores, mostrando que a timpanometria não alterou os limiares auditivos.

As informações sobre sexo, idade cronológica, idade auditiva, idade do início do uso do AASI, etiologia, grau da perda auditiva, média da perda auditiva nas frequências de 500, 1.0 e 2.0kHz, configuração da perda auditiva, timpanometria, limiar auditivo com AASI, tempo de uso do AASI, duração em minutos das sessões de terapia e abordagem terapêutica, de todos os voluntários, estão apresentadas na figura 1.

¹<http://www.dslio.com>

Voluntários	Sexo	Idade Cronológica	Idade Auditiva	Idade AASI	Etiologia	Grau de perda auditiva	Média da perda auditiva de 500/1.0/2.0kHz	Configuração da perda auditiva	Timpanometria	Limiar com AASI	Uso do AASI	Terapia/sessões	Abordagem terapêutica
		Meses	Meses	Meses			dB				Curva tipo	dB	
1	Masculino	42	1	41	Idiopática	Severo	90	Descendente acentuada	A	35	5	40	Oral/Aural e Linguagem gestual
2	Masculino	31	20	11	Idiopática	Severo	75	Descendente acentuada	A	35	13	30	Oral/Aural
3	Masculino	24	23	1	Sífilis congênita	Moderado	65	Descendente leve	B	40	6	50	Oral/Aural
4	Feminino	27	25	2	Hereditariedade	Moderado	60	Plana	A	45	14	---	Não faz
5	Masculino	52	29	23	Idiopática	Moderado	50	Em "U"	A	35	12	30	Oral/Aural
6	Feminino	37	34	3	Idiopática	Profundo	105	Descendente leve	A	45	10	30	Oral/Aural
7	Feminino	72	48	24	Idiopática	Moderado	65	Plana	A	30	12	60	Oral/Aural
8	Masculino	54	50	4	Idiopática	Moderado	55	Descendente leve	A	40	11	30	Oral/Aural
9	Feminino	75	66	9	Idiopática	Severo	70	Em "U"	B	40	14	50	Oral/Aural
10	Feminino	104	80	24	Idiopática	Severo	90	Descendente acentuada	A	45	13	50	Oral/Aural

Figura 1 – CARACTERÍSTICAS DOS VOLUNTÁRIOS ESTUDADOS

O protocolo estabelecido no CeAC para regulação dos AASI¹ utiliza a regra prescritiva DesiredSensationLevelmultistage [input/output] (DSLm [i/o]v5). A verificação da performance eletroacústica foi realizada utilizando-se um acoplador de 2cc, e a mensuração utilizando um microfone sonda. Os AASI foram verificados no equipamento, em modo automático, para as entradas de 55, 65 e 75dBNPS, e na análise da saída máxima (entrada de 90dBNPS) dos AASI foi utilizado o estímulo Standard-speech (Speechstd 1) – Carrotpassage, segundo o manual do Verifit®Audioscan (Audioscan, 2010)²¹. A verificação do AASI foi realizada em 90dBNPS, que é

o máximo de entrada sonora no AASI, para testar a sua performance acústica; portanto, a utilização do estímulo sonoro em 100dBNPS não excede a intensidade de entrada máxima do aparelho. Não foi constatada nenhuma modificação no ganho do AASI devido ao sistema de compressão. Todos os AASI tinham o sistema de compressão ativado, entretanto, o estímulo de 100dBNPS durante o teste dos PEALL não acionou as regulagens do sistema de compressão dos AASI.

Os dados coletados dos dispositivos eletrônicos referentes à marca, à empresa e às características do AASI, segundo a ficha técnica de cada empresa, estão descritos na tabela 1.

Tabela 1 – DADOS DA REGULAGEM DO AASI DOS VOLUNTÁRIOS ESTUDADOS.

Voluntários	Orelha com o melhor limiar auditivo	Programas ativados no AASI	Saída máxima por frequência em Hertz				Ganho do AASI dBNA
			500	1.000	2.000	4.000	
			dBNPS				
1	Esquerda	Fala no silêncio	127	131	133	95	66
2	Esquerda	Fala no silêncio	109	120	123	99	52
3	Direita	Fala no silêncio	118	118	121	82	46
4	Direita	Gerenciador de ruído	115	117	118	112	44
5	Esquerda	Gerenciador de ruído	109	115	113	113	27
6	Esquerda	Fala no silêncio	129	133	100	87	67

<http://www.dslio.com>¹

7	Direita	Gerenciador de ruído	111	111	111	108	39
8	Direita	Fala no silêncio	102	109	114	85	44
9	Esquerda	Fala no silêncio	116	116	120	86	54
10	Direita	Fala no silêncio	118	127	126	87	65

Para investigação dos PEALL, a coleta foi realizada no mesmo dia em duas etapas: na primeira, sem o AASI, utilizando o fone de inserção modelo ER-3A na orelha com melhor limiar auditivo, na intensidade de 85dBNPS. Na segunda etapa, com o AASI, em campo livre por meio de um alto-falante direcionado para a orelha com o melhor limiar auditivo, na intensidade máxima do equipamento de 100dBNPS. Os voluntários utilizaram os AASI bilateralmente durante o registro dos PEALL. Nos testes foram realizados dois registros para constatar a reprodutibilidade das ondas.

Utilizou-se um equipamento de dois canais para o registro. O canal A registrou os potenciais evocados auditivos e o canal B registrou a movimentação ocular e a piscada de olho. No canal A, na entrada (+) do pré-amplificador, o eletrodo ativo foi posicionado em Cz, e na entrada (-) o eletrodo de referência foi posicionado na mastoide da orelha com o melhor limiar (direita - A2 ou esquerda - A1). O eletrodo terra foi posicionado em Fpz. No canal B, na entrada (+), o eletrodo ativo foi posicionado na porção supra-orbital, e na entrada (-) o eletrodo de referência na posição infra-orbital, ambos do lado oposto da face, para fim de monitoramento dos artefatos oculares.

Os eletrodos usados para a pesquisa eram descartáveis e da marca Meditrace. Eles eram colocados após a limpeza da pele do voluntário com álcool em gel. Para reduzir a impedância elétrica entre a pele e o eletrodo foi utilizada a pasta eletrolítica Ten 20 para o equilíbrio entre condutividade e o efeito adesivo dos eletrodos. A impedância foi mantida entre 1-3 kOhms.

Os parâmetros utilizados para o registro dos PEALL: estímulo de fala /ba/, que estava gravado em um arquivo do equipamento *Smart EP* da marca *IntelligentHearing Systems* versão 3.X. Ataxa de apresentação foi de 1.1, duração do estímulo de 1.1, intervalo interestímulo de 800ms, amplificação de 100.000K, polaridade condensada, filtro de 1-30Hz, janela de análise de -100ms pré estímulo a 500ms pós estímulo; foram dados aproximadamente 150 estímulos.

A coleta dos PEALL foi realizada em uma sala com a acústica e eletricidade apropriadas. O alto-falante foi posicionado no ângulo de 45° do lado da orelha com melhor limiar auditivo do voluntário, a uma distância de um metro e meio. As marcações da cadeira e do alto-falante foram delimitadas para que não houvesse modificações a partir dos parâmetros da calibração. A aferição e a calibração foram realizadas por um engenheiro da empresa que realiza a manutenção do equipamento.

Durante a coleta, o voluntário ficou sentado confortavelmente em uma cadeira ou sentado no colo do responsável. O voluntário estava acordado, em estado de alerta, em silêncio, de olhos abertos e orientado a ignorar os estímulos acústicos dados. Os voluntários assistiram um vídeo sem som. Os voluntários escolheram entre os desenhos animados: “Galinha Pintadinha” ou “Tom & Jerry”.

Para audiometria foi utilizado o audiômetro clínico modelo AC33 da marca Interacoustics clínica, calibrado de acordo com normas ISO 389-1 (1988), ISO 389-3 (1994) e IEC 675 (1992). Para a timpanometria foi utilizado o Imatanciómetro Kamplex modelo AT235h da marca Interacoustics, calibrado segundo a norma ANSI S3.39 (1987). Para a verificação do AASI foi utilizado o equipamento modelo Verifit da marca Audioscan - Verifit® Audioscan. Para o registro dos PEALL foi utilizado o equipamento Smart EP da marca IntelligentHearing Systems (IHS) versão 3.X com dois canais de registro.

Análise de dados

A análise dos resultados foi realizada de modo descritivo, correlacionando os achados dos componentes P1-N1-P2 nos registros sem e com AASI dos voluntários, com as variáveis. Analisou-se o registro dos PEALL nos testes sem AASI relacionado com o grau de perda auditiva. Em seguida foi feita a análise do Registro dos PEALL nos testes com AASI relacionado com: grau de perda auditiva, idade auditiva, idade de início do uso do AASI, terapia fonoaudiológica e uso sistemático do AASI.

Resultados

Nesta pesquisa não foi possível obter uma correlação significativa entre as variáveis – idade auditiva, idade de início do uso do AASI, horas semanais de terapia, abordagem terapêutica e uso

sistemático do AASI – os resultados dos PEALL, devido à heterogeneidade da amostra.

Os limites de normalidade dos componentes P1-N1-P2, para criança, segundo a literatura¹³, estão apresentados no quadro 1

Componente	0-35 meses	36-144 meses
P1	92ms	54-75ms
N1	208ms	83-135ms
P2	296ms	137-194ms

Quadro 1 – Padrão de normalidade infantil dos valores de latência dos componentes P1-N1-P2 por faixa etária, segundo McPherson (1996)

Realizaram-se dois registros em cada exame (sem e com AASI) para verificar a reprodutibilidade dos valores de latência dos componentes P1, N1 e P2. Foi realizada uma análise estatística para verificar a correlação intraclassa²³ entre os valores de latência dos dois registros para os referidos componentes, e os coeficientes da análise indicaram forte concordância entre os valores de latência encontrados nos registros de P1, N1 e P2. Por esta razão, nas seguintes análises estatísticas foram consideradas as médias dos valores de latência de cada componente.

Na detecção do complexo P1-N1-P2 no teste sem AASI, cinco voluntários apresentaram respostas dos PEALL nos registros. Os componentes P1-N1 foram identificados em três voluntários, e o complexo P1-N1-P2 foi identificado em apenas dois. Os valores de latência dos componentes P1-N1-P2 estão aumentados em comparação com a literatura¹³.

Registro dos PEALL nos testes sem AASI relacionado com o grau de perda auditiva

Os valores de latência dos componentes P1-N1-P2 no teste sem AASI estão na tabela 2

Tabela 2 – VALORES DE LATÊNCIA DOS COMPONENTES P1-N1-P2 NO TESTE SEM AASI

Voluntários	Latência sem AASI		
	P1	N1	P2
1	---	---	---
2	---	---	---
3	156	263	---
4	141	294	351
5	111	283	---
6	---	---	---
7	117	265	---
8	141	256	349
9	---	---	---
10	---	---	---

Os voluntários que apresentaram presença de resposta dos PEALL no teste sem AASI tinham perda auditiva de grau moderado e iniciaram o uso do AASI com menos de dois anos de idade.

Os voluntários 3, 5, e 7 apresentaram os componentes P1-N1. Os voluntários 4 e 8 apresentaram o complexo P1-N1-P2. Dos cinco voluntários que não apresentaram respostas dos PEALL no teste

sem AASI, quatro tinham perda auditiva de grau severo e um tinha perda auditiva de grau profundo.

Os voluntários que apresentaram ausência de respostas dos PEALL no teste sem AASI tinham o grau mais elevado de perda auditiva. No teste estatístico de Kruskal-Wallis²⁴ obteve-se p -valor=0,070, e a falta de poder estatístico pode ser atribuída ao pequeno tamanho da amostra. Esse resultado sugere que os voluntários que não apresentaram os PEALL no teste sem AASI tinham maior grau de perda auditiva.

Registro dos PEALL nos testes com AASI

Na detecção do complexo P1-N1-P2 no teste com AASI, todos os voluntários apresentaram respostas dos PEALL nos registros. O componente P1 foi identificado em apenas um voluntário, os componentes P1-N1 foram identificados em seis voluntários, e o complexo P1-N1-P2 foi identificado em três voluntários.

Todas as crianças nos testes com AASI apresentaram respostas dos PEALL. Os cinco

voluntários que apresentaram ausência de respostas dos PEALL nos testes sem AASI apresentaram presença de respostas nos testes com AASI.

No teste com AASI, os dez voluntários apresentaram o componente P1, com valores aumentados de latência, comparados com a literatura¹³. Em relação ao componente N1, apenas o voluntário 3 (idade cronológica de 24 meses) apresentou a latência de N1 em 196ms, que indica um valor de latência dentro da normalidade segundo a literatura¹³. Para o componente P2, apenas o voluntário 2 (idade cronológica de 31 meses) apresentou a latência de P2 em 263ms, indicando um valor de latência dentro da normalidade segundo a literatura¹³.

Registro dos PEALL no teste com AASI relacionado com o grau de perda auditiva

Na tabela 3 estão apresentados os dados sobre a perda auditiva e os valores de latência dos PEALL no teste com AASI.

Tabela 3– DADOS DA PERDA AUDITIVA E VALORES DE LATÊNCIA DE P1-N1-P2 NO TESTE COM AASI DOS VOLUNTÁRIOS ESTUDADOS

Voluntários	Grau de perda auditiva	Latência com AASI		
		P1	N1	P2
	dB	Ms		
1	Severa	276	---	---
2	Severa	151	201	263
3	Moderada	154	196	---
4	Moderada	147	316	394
5	Moderada	110	291	---
6	Profunda	141	168	---
7	Moderada	123	254	---
8	Moderada	138	249	299
9	Severa	132	263	---
10	Severa	148	182	---

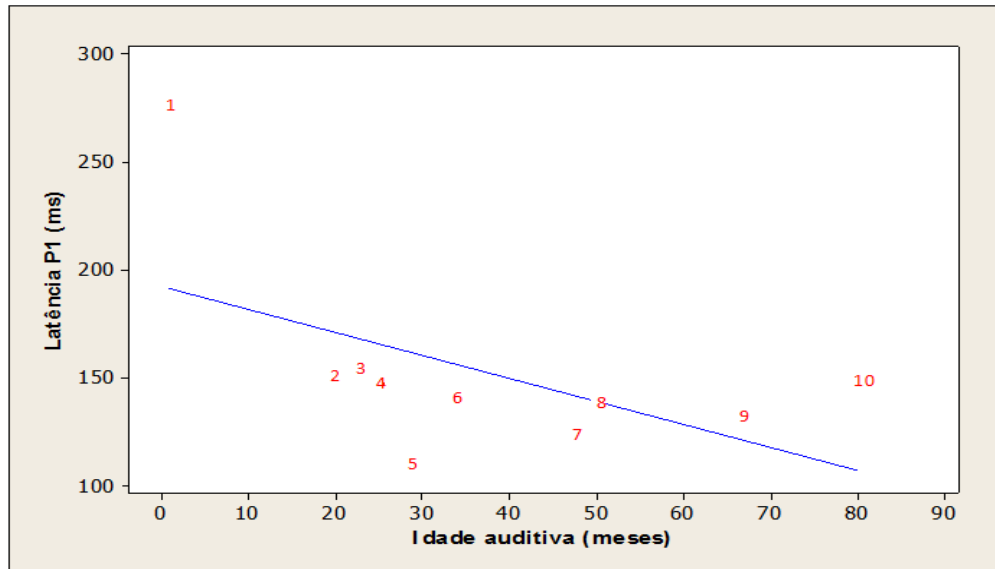


Figura 1 – Diagrama de dispersão da latência de P1 de acordo com a idade auditiva dos voluntários no teste com AASI (N=10)

Os voluntários 4 e 8 apresentaram o complexo P1-N1-P2. Essas crianças tinham perda auditiva de grau moderado e iniciaram o uso do AASI com menos de seis meses de idade. No voluntário 2 também foi identificado o complexo P1-N1-P2. Essa foi a única criança com grau de perda auditiva severo em que foi identificado o complexo no exame com AASI, e essa criança iniciou o uso do AASI com 11 meses de idade.

Para o voluntário 2, no teste com AASI, apenas a latência de P2 em 263ms estava dentro da normalidade comparado com a literatura¹³. Para o voluntário 3, no teste com AASI, a latência de P1 estava em 154ms e de N1 em 196ms; este último componente tem o valor de latência dentro da normalidade comparado com a literatura¹³.

Registro dos PEALL no teste com AASI relacionado com a idade auditiva

O componente P1 foi identificado em todos os voluntários do estudo. Os valores da latência de P1 no teste com AASI em função da idade auditiva estão representado na figura 1. Os números se referem a cada criança da amostra. Os voluntários apresentaram a latência de P1 aumentada no teste com AASI, comparada com a literatura¹³.

A idade auditiva dos voluntários estava entre um e 80 meses. A criança com a menor idade auditiva foi o voluntário 1, que tinha idade cronológica de 42 meses. Esse voluntário apresentou ausência de respostas dos PEALL no teste sem AASI, e apresentou o componente P1 com o valor de latência em 276ms no teste com AASI, sendo o maior tempo de latência em relação à amostra.

O voluntário 10 apresentou a maior idade auditiva, ou seja, usou do AASI por mais tempo. Essa criança tinha a idade cronológica de 104 meses e iniciou o uso do AASI com 24 meses. Esse voluntário apresentou ausência de respostas dos PEALL no teste sem AASI, e os componentes P1-N1 no teste com AASI, com a latência de P1 em 148ms e N1 em 182ms. O componente P2 não foi identificado, mesmo sendo a criança com a maior idade auditiva da amostra. O voluntário 5 apresentou o menor valor de latência de P1 da amostra em 110ms. Essa criança tinha perda auditiva de grau moderado e as médias de 500, 1.0 e 2.0kHz em 50dBNA, sendo o voluntário com o menor grau de perda auditiva da amostra.

Analisou-se a associação dos valores do coeficiente de correlação de Spearman “r”²⁴ com os valores de latência de P1-N1 relacionados com idade auditiva dos dez voluntários da amostra. O valor de “r” para P1 foi de -0,58 e o p-valor obtido foi de 0,082 (N=10). O valor de “r” para N1 foi de

-0,10 e o p-valor obtido foi de 0,789 (N=9). Nos testes de hipótese foi fixado o nível de significância de 0,05. Os p-valores foram apenas sugestivos da significância dos coeficientes, fato ocorrido devido ao pequeno tamanho da amostra. Houve uma correlação moderada entre os valores de latência de P1 e idade auditiva, que foram sugestivos de significância. ▾

Devido ao reduzido tamanho da amostra, não houve correlação da latência dos PEALL com as variáveis: idade de início do uso do AASI, terapia fonoaudiológica e uso sistemático do AASI. Os p-valores obtidos nos testes de hipótese foram apenas sugestivos da ocorrência. Para fazer comparações mais significantes seria preciso aumentar o número da amostra.

Discussão

No teste sem AASI utilizando o fone de inserção na intensidade de 85dBNPS, observou-se que os cinco voluntários que apresentaram presença dos PEALL tinham perda auditiva de grau moderado, e os outros voluntários que tiveram ausência de respostas dos PEALL tinham o grau de perda auditiva severo e profundo. Os voluntários que não apresentaram os PEALL no teste sem AASI tinham maior grau de perda auditiva. Esses achados mostram a influência do grau de perda auditiva nos resultados de latência de P1-N1-P2 e corroboram a literatura^{22,25}, sugerindo que o elevado grau de perda auditiva foi uma variável que alterou os resultados de latência dos PEALL. A estimulação apresentada em 85dBNPS (intensidade máxima do equipamento) não foi suficiente para gerar uma resposta cortical nos voluntários com perda auditiva de grau severo e profundo. A literatura relata que quanto maior o grau da perda auditiva, maior a dificuldade de detecção do som no teste dos PEALL²². Para o registro dos PEALL o estímulo deve ser 10-20dB acima do limiar auditivo quando testado com AASI, para obter audibilidade suficiente⁸. Esses achados indicam que os voluntários com o grau de perda auditiva deste estudo tinham respostas dos PEALL no teste sem AASI utilizando o fone de inserção. Para pesquisas futuras é sugerido a utilização de 10-20dB acima do limiar auditivo, para que se obtenham melhores registros dos PEALL e para que as respostas sejam mais significativas.

O teste com AASI foi realizado em campo livre utilizando o estímulo em 100dBNPS por meio de um alto-falante; todos os voluntários apresentaram

respostas dos PEALL no teste com AASI. O componente P1 foi o de maior ocorrência nos registros dos voluntários. Os registros com AASI mostram valores de latência de P1 entre 110ms a 276ms; esses achados corroboram a literatura²⁶, que sugere que crianças com perda auditiva sensorioneural apresentam a latência entre 100ms e 300ms no teste com AASI. Os PEALL são mais bem detectados em exames quando o som amplificado ocorre por meio dos AASI²⁷. Esses achados indicam que os valores do ganho funcional dos AASI foram suficientes para obter uma resposta cortical e que as vias auditivas centrais estão sendo estimuladas pelo AASI, com o aparecimento dos PEALL^{8,9}. Se houvesse ausência de respostas repetidamente, isso poderia ser um indicativo que auxiliaria pais e profissionais a considerarem a indicação do implante coclear²⁸.

Os resultados do teste com AASI foram analisados de acordo com a idade auditiva e houve uma correlação sugestiva de significância com os valores de latência dos componentes P1-N1. Os voluntários da amostra, por serem crianças com deficiência auditiva, tinham idade auditiva menor do que a idade cronológica. Todas as crianças deste estudo apresentaram o componente P1, que foi a onda de maior ocorrência dos PEALL, de acordo com a literatura^{15,19}. Os valores de latência de P1 dos dez voluntários estavam aumentados segundo a literatura¹³. Em relação aos valores de latência de P1 e à idade auditiva, houve uma correlação moderada, sugestiva da significância. O voluntário com apenas um mês de idade auditiva apresentou um componente dos PEALL no teste com AASI, ou seja, houve a estimulação das vias auditivas com o uso do AASI. O voluntário que tinha a maior idade auditiva, de 80 meses, e o voluntário que tinha 50dBNA de perda auditiva, apresentando o menor grau de perda auditiva da amostra, apresentaram os componentes P1-N1 no teste com AASI, e não houve presença de P2. A perda auditiva provoca um atraso no processo de maturação do SNAC, apresentando uma latência aumentada e uma morfologia alterada nos exames dos PEALL^{8,9,29}. A diminuição da latência dos PEALL ocorre por meio da estimulação das vias auditivas centrais, indicando o amadurecimento e o desenvolvimento do SNAC^{6,8,9,15-19}.

Na análise entre a idade de início do uso do AASI, o tempo semanal de terapia e o uso sistemático do AASI não houve correlação; contudo, a terapia fonoaudiológica é importante para que

as crianças adquirem experiências sonoras significativas, assim como o uso sistemático do AASI contribui para o desenvolvimento das habilidades auditivas a partir da estimulação do AASI. Para Souza e Tremblay (2006)³⁰ o desenvolvimento das vias auditivas centrais depende também da reabilitação e da efetividade terapêutica.

O registro dos PEALL em crianças usuárias de AASI foi um estudo clínico viável. Apesar de ser uma população infantil, não houve grandes dificuldades em realizar os exames dos PEALL com fone de inserção e também em campo livre. O estímulo sonoro utilizado para o registro deve ser explorado antes do início da pesquisa. As informações sobre o tipo, tempo de duração, intervalo interestímulo, o nível de intensidade do estímulo, o processamento deste estímulo no AASI e o funcionamento do AASI em campo livre devem ser analisados anteriormente, pois podem alterar as respostas de latência dos PEALL.

Conclusão

Os voluntários com o grau de perda auditiva moderado apresentaram presença de respostas dos PEALL nos testes sem e com AASI. Os voluntários com grau severo e profundo de perda auditiva apresentaram ausência de respostas dos PEALL nos testes sem AASI. No teste com AASI todos os voluntários apresentaram presença de resposta dos PEALL independente do grau de perda auditiva. Nos testes sem e com AASI, quando os componentes são identificados, o valor de latência de P1 foi aumentado, independentemente da idade auditiva.

Referências Bibliográficas

1. Yoshinaga-Itano C, Sedey AL, Coutler DK, Mehl AL. Language of early- and later-identified children with hearing loss. *Pediatrics*. 1998;102(5):1161-71.
2. Moeller MP. Early intervention and language development in children who are deaf and hard of hearing. *Pediatrics*. 2000;106,1-9.
3. Kennedy CR, Mccann DC, Campbell MJ. Language ability after early detection of permanent childhood hearing impairment. *N Engl J Med*. 2006;354:2131-41.
4. Ching TYC, Dillon H, Day J, Crowe K. The NAL Longitudinal Study on Outcomes of Hearing-Impaired Children: Interim Findings on Language of Early and Later-Identified Children at Six Months after Hearing Aid Fitting. In: Seewald R, Bamford J (Eds.). *A sound foundation through early amplification*. Chicago: Phonak AG; 2007. p185-200.
5. Sharma A, Tobey E, Dorman M, Bharadwaj S, Martin K, Gilley P, Kunkel F. Central auditory maturation and babbling development in infants with cochlear implants. *Arch Otolaryngol head neck surg*. 2004;130:511-6.
6. Ponton CW, Eggermont JJ, Kwong B, Don M. Maturation of human central auditory system activity: evidence from multi-channel evoked potentials. *Clin Neurophysiol*. 2000;111:220-36.
7. Ponton CW, Vasama J, Tremblay K, Khosla D, Kwong B, Don M. Plasticity in the adult human central auditory system: evidence from late-onset profound unilateral deafness. *Hearing Research*. 2001;154:32-44.
8. Sharma A, Martin K, Roland P, Bauer P, Sweeney MH, Gilley P, Dorman M. P1 latency as a biomarker for central auditory development in children with hearing impairment. *J Am Acad Audiol*. 2005;16:564-73.
9. Sharma A, Nash AA, Dorman M. Cortical development, plasticity and re-organization in children with cochlear implants. *J Communication Disorders*. 2009;42:272-9.
10. Boechat EM. Plasticidade do sistema auditivo central. In: Bevilacqua et al. *Tratado de Audiologia*. São Paulo: Santos. 2011. p.51-9.
11. Reis ACMB, Frizzo ACF. Potencial evocado auditivo de longa latência. In: Bevilacqua et al. *Tratado de audiologia*. São Paulo: Santos; 2011. p.231-2.
12. Davis PA. Effects of acoustic stimuli on the waking human brain. *J Neurophysiology*. 1939;2:494-9.
13. McPherson DL. *Late potentials of the auditory system*. San Diego: Singular. 1996.
14. Misulis KE. Tipos de PAE, princípios e métodos gerais de estimulação e registro In: Misulis K.E. *Potencial evocado de Spehlmann*. 2ª.ed. Rio de Janeiro: Revinter; 2003. p.115-21.
15. Sharma A, Kraus N, McGee TJ, Nicol TG. Developmental changes in P1 and N1 central auditory responses elicited by consonant-vowel syllables. *Electroencephal Clin. Neuro*. 1997;104:540-5.
16. Kraus N., Nicol T. Auditory evoked potentials. In: Binder MD, Hirokawa N, Windhorst U. (eds.) *Encyclopedia of Neuroscience*, Springer: Berlin. 2009; 214-8.
17. Sharma A, Dorman MF, Spahr A. Rapid development of cortical auditory evoked potentials after early cochlear implantation. *NeuroReport*. 2002a;13(10):1365-8.
18. Sharma A, Dorman MF, Spahr A. A sensitive period for the development of the central auditory system in children with cochlear implants: implications for age of implantation. *Ear & Hearing*. 2002b; 23:532-9.
19. Gilley PM, Sharma A, Dorman M, Martin K. Developmental changes in refractoriness of the cortical auditory evoked potential. *Clinical*



- Neurophysiol. 2005;116:648-57.
20. Jerger J. Clinical experience with impedance audiometry. *Arch Otolaryngol.* 1970;92:311.
21. Audioscan. Verifit® User's Guide Version 3.6. Outubro, 2010.
22. Martin BA, Tremblay KL, Stapells DR. Principles and applications of cortical auditory evoked potentials. In: Burkard RF, Don M, Eggermont JJ. *Auditory evoked potentials: basic principles and clinical application.* Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2007. p.82-507.
23. Fleiss JL. *Design and Analysis of Clinical Experiments.* New York: John Wiley & Sons; 1986.
24. Fisher LD, Van Belle G. *Biostatistics.* New York: John Wiley & Sons; 1993.
25. Hoshii LA. *Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência em crianças deficientes auditivas usuárias de aparelho de amplificação sonora individual: estudo de caso [dissertação].* São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo; 2010.
26. Van Dum B, Carter L, Dillon H. Sensitivity of cortical auditory evoked potential detection for hearing-impaired infants in response to short speech sounds. *Audiol Res.* 2012;2:13.
27. Chang HW, Dillon H, Carter L, Van Dun B, Young ST. The relationship between cortical auditory evoked potential (CAEP) detection and estimated audibility in infants with sensorineural hearing loss. *Int J Audiol,* 2012;51:663–70.
28. Ching TYC, King A, Dillon H. Evidence-based practice for cochlear implant referrals for infants, National Acoustic Laboratories 2013. Disponível em: <http://www.outcomes.nal.gov.au/papers.html>. Acesso em 20/01/2014.
29. Koravand A, Jutras B, Lassonde M. Cortical auditory evoked potentials in children with a hearing loss: a pilot study. *Inter J Ped.* 2012;2012:1-8.
30. Souza PE, Tremblay KL. New perspectives on assessing amplification effects. *Trends in amplification.* 2006;10(3):119-43.

