

Potencial evocado auditivo de longa latência em crianças com desenvolvimento típico

Long-latency auditory potential in children with typical development

Potencial evocado auditivo de larga latencia en niños con desarrollo típico

*Amália El Hatal de Souza**

*Laís Ferreira**

*Bianca Bertuol**

*Simone Nicolini de Simoni**

*Eliara Pinto Vieira Biaggio**

Resumo

Introdução: O Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência é utilizado para avaliar o processamento cortical da informação acústica. **Objetivo:** Descrever e comparar os valores de latência e amplitude do Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência em crianças. Além disso, fornecer valores de referência. **Material e Método:** Estudo transversal e quantitativo, no qual foram avaliados 20 indivíduos com idade entre 5 e 9 anos e 11 meses, com desenvolvimento típico. Realizou-se tal potencial auditivo, com o equipamento Smart EP (*Intelligent Hearing Systems*), com estímulos verbais utilizando fones de inserção. Teste de *Wilcoxon* e teste de *Mann-Whitney* foram utilizados. **Resultados:** Não houve diferença estatisticamente significativa em relação aos valores de latência e amplitude dos componentes deste potencial, considerando as variáveis orelha e gênero. Forneceram-se os valores de referência para latência e amplitude dos componentes deste potencial. **Conclusão:** A partir deste estudo foi possível propor valores de referência para os componentes deste potencial para a amostra estudada, considerando que não houve diferença estatisticamente significativa para as variáveis estudadas.

Palavras-chave: Eletrofisiologia; Potenciais evocados auditivos; Potencial evocado P300; Crianças; Audição.

* Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil

Contribuição dos autores:

AEHS, LF - ideia, coleta, análise dos dados, redação

SNS - ideia, redação

BB - coleta, redação, co-orientação

EPVB - ideia, redação, análise dos dados, orientação

E-mail para correspondência: Amália El Hatal de Souza amalia_souzaa@hotmail.com

Recebido: 10/12/2017

Aprovado: 02/04/2018

Abstract

Introduction: The Long Latency auditory evoked potential is used to evaluate the cortical processing of the acoustic information. **Objective:** To describe and compare the values of latency and amplitude of the Long Latency Evoked Potential in children. Also, to provide reference values. **Material and Method:** Quantitative and cross-sectional study. 20 individuals were evaluated with ages between 5:00 -9:11 with typical development. Evoked Potential was performed with the equipment Smart Ep (Intelligent Hearing Systems) with verbal stimuli using insert headphones. Wilcoxon test and Mann-Whitney test were used. **Results:** There were no statistical significant differences between latency values and components amplitude of this potential, considering variables of ear and gender. The following reference values for components latency and amplitude potential were obtained. **Conclusion:** By this study, it was possible to propose values of reference for the components of the potential into the sample, considering that no statistically significance difference was found in the variables studied.

Keywords: Electrophysiology; Evoked Potentials Auditory; Event-Related Potentials, P300; Child; Hearing.

Resumen

Introducción: El Potencial Evocado Auditivo de Larga Latencia es usado para evaluar el procesamiento cortical de la información acústica. **Objetivo:** Describir y comparar los valores de latencia y amplitud del Potencial Evocado Auditivo de Larga Latencia en niños. Además, proporcionar valores de referencia. **Material y método:** Estudio transversal y cuantitativo, en el cual fueron evaluados 20 individuos con edad entre 5 a 9 años y 11 meses, con desarrollo típico. El potencial auditivo se evaluó con el equipo Smart EP (*Intelligent Hearing Systems*), con estímulos verbales utilizando auriculares de inserción. La prueba de *Wilcoxon* y la prueba de *Mann-Whitney* fueron utilizadas. **Resultados:** No hubo diferencia estadísticamente significativa en relación a los valores de latencia y amplitud de los componentes de este potencial, considerando las variables oreja y género. Se han proporcionado los valores de referencia para la latencia y la amplitud de los componentes de este potencial. **Conclusión:** A partir de este estudio fue posible proponer valores de referencia para los componentes de este potencial para la muestra estudiada, considerando que no hubo diferencia estadísticamente significativa para las variables estudiadas.

Palabras claves: Electrofisiología; Potenciales evocados auditivos; Potencial Evocado Evento P300; Niños; Audición.

Introdução

Os Potenciais Evocados Auditivos (PEAs) investigam a integridade das vias centrais, processo maturacional e as disfunções que podem ser causadas por patologias. Estes potenciais são sensíveis às mudanças neuroelétricas, que ocorrem em resposta a um estímulo sonoro¹. A partir da década de 1990, aumentou-se o interesse por estudos com o Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência (PEALL). Este potencial destaca-se nas pesquisas e na prática clínica com indivíduos com transtorno do processamento auditivo (TPA) e alterações cognitivas e de linguagem, por serem menos influenciados por propriedades físicas dos estímulos e mais influenciados pelo uso funcional que o sujeito faz de tal estímulo^{2,3,4,5,6,7}. Além disso,

pode ser utilizado para monitoramento ou como marcador biológico de processo terapêutico^{8,9,10}.

Os componentes dos PEALL são representados por ondas sequenciais, classificadas conforme a polaridade e com um determinado valor de latência, sendo (P) positiva e (N) negativa. Os potenciais P1, N1, P2 e N2 são considerados componentes exógenos, visto que são influenciados pelas características do estímulo, como intensidade, duração e frequência e não dependem do estado atencional e atividade voluntária do indivíduo. Enquanto o potencial P3 é considerado endógeno, uma vez que, depende de eventos intrínsecos, como a capacidade de percepção e cognição do indivíduo^{1,11}.

Os sítios gerados do PEALL englobam a região do córtex auditivo, especificamente as estruturas oriundas das vias auditivas tálamo-cortical e córtico-corticais, córtex auditivo primário e áreas

corticais associativas. Os potenciais P1, N1, P2, N2 são os componentes que trazem as informações da chegada acústica ao córtex auditivo e o início do processamento auditivo cortical, mostrando se o sinal acústico foi recebido adequadamente. O componente P300 demonstra respostas de habilidades cognitivas, representando fenômenos fisiológicos envolvidos no processo de atenção, discriminação e memória auditiva¹.

Na população infantil, é indispensável entender o funcionamento das estruturas corticais e considerar o processo maturacional na interpretação do PEALL, por isso, a importância de traçar valores de referência, em diferentes faixas etárias, metodologias e equipamentos. Neste contexto, não foram encontrados, na literatura compulsada, estudos que relatem valores de referência do PEALL com estímulos verbais em crianças típicas brasileiras, com a utilização do equipamento *Smart Ep* da *Intelligent Hearing Systems*® (IHS) utilizando fones de inserção. Além disso, como se sabe, os valores de latência e amplitude do PEALL sofrem influência tanto do estímulo acústico, como das questões intrínsecas da amostra. Sendo assim, estudar o registro do PEALL, com o equipamento da IHS é imprescindível para a clínica da avaliação da audição e para as pesquisas científicas nacionais.

Diante do descrito, o objetivo desta pesquisa foi descrever e comparar os valores de latência e amplitude do PEALL para estímulos verbais em crianças com desenvolvimento típico. Além disso, fornecer valores de referência para próximas pesquisas e prática clínica utilizando o equipamento IHS.

Método

Este estudo consiste em uma pesquisa com caráter transversal quantitativa, aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Instituição de origem (sob o número 14804714.2.0000.5346). Atendeu-se a todas as recomendações obrigatórias para pesquisas com seres humanos (Resolução Nº 466/12).

Para a composição amostral considerou-se os seguintes critérios de inclusão: 1) crianças com idades entre 5 e 9 anos e 11 meses, de ambos os gêneros, 2) limiares auditivos tonais dentro dos padrões de normalidade em ambas as orelhas¹², 3) curva timpanométrica do tipo A¹³, 4) reflexos acústicos presentes em níveis normais, 5) desen-

volvimento escolar adequado para a idade e 6) aquisição fonológica típica.

Os critérios de exclusão previstos foram os seguintes: 1) apresentar alguma patologia associada, história de problemas auditivos ou demais problemas de saúde, 2) alteração no rastreamento do processamento auditivo realizado previamente e 3) não colaborar para a conclusão das avaliações elencadas no presente estudo.

Foram convidados a participar deste estudo 53 indivíduos. Destes, 16 não compareceram para realização do exame e dois não permitiram o término da avaliação. Assim, considerando os critérios de elegibilidade, avaliaram-se 35 indivíduos (66% da amostra inicial), sendo 15 excluídas por apresentarem alteração no sistema fonológico, avaliação na avaliação de imitancimetria e/ou alteração no rastreamento do processamento auditivo. Desta forma, o arranjo amostral do presente estudo foi composto por 20 indivíduos, cinco do gênero feminino e 15 do gênero masculino, com idades entre 5 a 9 anos e 11 meses (média de idade 7,45 anos). Destaca-se que os sujeitos excluídos receberam os encaminhamentos necessários.

Os procedimentos realizados para composição do grupo amostral foram: Anamnese; Teste de linguagem infantil – ABFW (área de fonologia)¹⁴; Inspeção do meato acústico externo; Audiometria Tonal Limiar (ATL)¹²; e Imitancimetria¹³; Rastreamento do processamento auditivo utilizando o teste de processamento auditivo Teste de inteligibilidade de fala pediátrica adaptado para o português - *Pediatrics Speech Inteligibility* (PSI)¹⁵ e o questionário Escala de Funcionamento Auditivo – *Scale of Auditory Behavior* (SAB)¹⁶. Este rastreamento teve por objetivo descartar qualquer alteração ou queixa relacionada a transtorno do processamento auditivo (TPA).

Os equipamentos utilizados para os procedimentos de avaliação audiológica foram: otoscópio clínico da marca *KlinikWelch-Allyn*, audiômetro AD629 da marca *Interacoustics* e o equipamento AT235 da *Interacoustics*, para pesquisa da curva timpanométrica e dos reflexos acústicos. Considerou-se como critério de normalidade limiar de reflexo acústico encontrados entre 70 e 90 dBNA¹³.

Nos indivíduos que atenderam todos os critérios de elegibilidade realizou-se o registro e análise Potencial Auditivo de Longa Latência. Para tanto foi utilizado o módulo *Smart EP* da *Intelligent Hearing Systems* (IHS), de dois canais, com eletrodos

de superfície descartáveis, após a limpeza da pele da criança com pasta abrasiva (Nuprep®). O eletrodo ativo foi posicionado em Cz (vértex craniano) e conectado nos canais A e B, na entrada positiva do pré-amplificador. Os eletrodos de referência foram colocados nas posições M1 que refere-se à mastóide direita e M2 refere-se à mastóide esquerda e foram conectados nos canais A e B, na entrada negativa do pré-amplificador, respectivamente. O eletrodo terra (Fpz) foi posicionado na frente. A impedância foi mantida entre 1-3 *kohm* se foram utilizados fones de inserção.

Para a realização do procedimento as crianças estavam descansadas e foram acomodadas em uma poltrona reclinável, de maneira confortável. Os indivíduos passaram por um treinamento com

os estímulos apresentados no exame, para melhor compreensão do exame, principalmente por tratar-se de uma população pediátrica. Para a realização do exame, a criança estava em estado de alerta, em silêncio e atenta aos estímulos acústicos e foi orientada a prestar atenção apenas nos estímulos raros, marcando no papel todas as vezes que os ouviu. Foram considerados os exames em que a criança acertou a porcentagem de 90 a 95% dos estímulos raros.

O quadro 1 apresenta os parâmetros do estímulo utilizados para o registro dos PEALL do presente estudo. Porém destaca-se que se seguiram os parâmetros já adotados em estudos anteriores com o mesmo equipamento^{5,17,8,6,18}.

Quadro 1. Parâmetros do estímulo utilizado no registro do Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência em crianças com desenvolvimento típico

Módulo: <i>Smart EP</i>	<i>Intelligent Hearing Systems (IHS)</i>
Estímulos frequentes	/Ba/
Estímulos raros	/Di/
Número de estímulos	300 (240 frequentes e 60 raros)
Paradigma	Oddball
Fase	Rarefação
Polaridade	Alternada
Filtros	100-3000 Hz
Ganho	100.000
Janela	512 ms
Transdutor	ER-3 ^a
Intensidade de apresentação	75 dBnHL
Taxa de aceitação de artefatos	Até 10% do total dos estímulos apresentados
Reprodutibilidade dos traçados	Não

Legenda: μ s; micro segundos; Hz: Hertz; ms; milissegundos

Utilizou-se o estímulo verbal /Ba/ x /Di/ considerando um estudo¹⁸, no qual os autores relatam que tal contraste de fala é considerado o de maior facilidade de percepção e menor latência do P300.

Em relação à marcação da onda P3, foi considerado apenas o traçado dos estímulos raros. Marcou-se a onda de maior pico e amplitude após o complexo P1-N1-P2-N2. Já o complexo P1-N1-P2-N2 foi marcado no traçado dos estímulos frequentes. Como parâmetro de identificação destes componentes utilizou-se os dados de McPherson (1996)¹. Identificou-se a latência absoluta dos componentes P1, N1, P2, N2 e P3, em milissegundos (ms) e a amplitude de P1-N1, P2-N2 e P3, em

microvolts (μV), considerando a amplitude do pico ao vale seguinte, conforme orientação no manual do próprio equipamento da IHS.

Todos os procedimentos foram realizados em uma única sessão, mas foram oferecidos intervalos entre as avaliações para descanso. Os voluntários eram capazes de compreender os procedimentos.

Os exames foram analisados por dois juízes capacitados com conhecimento teórico/prático em eletrofisiologia da audição, em especial PEALL. Os juízes realizaram as marcações dos componentes deste potencial de forma cega, isto é, realizaram as marcações independentemente, no registro impresso dos exames. Logo após as pesquisado-

ras reproduziram tais marcações nos respectivos exames no *software* do equipamento em questão, para obtenção dos valores de latência e amplitude com precisão.

Os dados de latência e amplitude das ondas foram tabelados em uma planilha do *Excel* para realização do estudo estatístico. Primeiramente analisou-se a concordância entre os juízes, para tanto foi utilizado o teste de *Wilcoxon*, uma vez que os dados foram pareados; observou-se que não existiu diferença estatisticamente significativa entre os juízes, isso tanto em latência quanto em amplitude. Assim, optou-se por realizar as análises com valores médios entre tais marcações.

A partir de então foram analisadas as variáveis orelha e gênero, sempre considerando os valores de latência (P1, N1, P2, N2 e P3 em ms) e amplitude (P1-N1, P2-N2 e P3 em μV). O modelo estatístico adotado englobou o teste de *Wilcoxon* e teste de

Mann-Whitney e definiu-se para este estudo um nível de significância de 0,05 (5%). Além disso, todos os intervalos de confiança foram construídos com 95% de confiança estatística.

Resultados

Na tabela 1 apresenta-se a comparação entre os valores de latência, em milissegundos (ms), dos diferentes componentes do PEALL, considerando a variável “orelha avaliada”, por meio do teste de *Wilcoxon*. Aponta-se que o número amostral foi diferente no P1, visto que um dos sujeitos não apresentou este componente.

A comparação entre os valores de amplitude, em microvolt (μV), dos componentes P1-N1, P2-N2 e P3, considerando a variável “orelha avaliada” também foi efetuada por meio do teste de *Wilcoxon* (Tabela 2).

Tabela 1. Comparação dos valores de latência (ms) entre orelha direita e orelha esquerda para os diferentes componentes do Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência em crianças com desenvolvimento típico (n= 20)

	Latência	Média	Mediana	Desvio Padrão	Q1	Q3	N	IC	Valor de p
P1	OD	89,6	90	12,2	83	96	19	5,5	0,129
	OE	91,6	90	11,2	84	99	19	5,1	
N1	OD	135,4	138	13,7	126	142	20	6,0	0,099
	OE	137,6	140	12,4	128	143	20	5,4	
P2	OD	180,7	178	16,1	169	193	20	7,1	0,234
	OE	177,7	178	16,6	171	185	20	7,3	
N2	OD	239,2	249	30,1	235	253	20	13,2	0,913
	OE	240,2	248	24,7	238	253	20	10,8	
P3	OD	347,1	353	48,7	336	377	20	21,4	0,601
	OE	347,4	354	47,9	338	381	20	21,0	

Teste de *Wilcoxon*

Legenda: OD: orelha direita; OE: orelha esquerda; Q1: 1º quartil; Q3: 3º quartil; N: número amostral; IC: intervalo de confiança.

Tabela 2. Comparação dos valores de amplitude (μV) entre orelha direita e orelha esquerda para os diferentes componentes do Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência em crianças com desenvolvimento típico (n= 20)

	Amplitude	Média	Mediana	Desvio Padrão	Q1	Q3	N	IC	Valor de p
P1-N1	OD	5,14	5,27	2,07	3,66	5,91	19	0,93	0,376
	OE	5,85	4,81	3,08	4,11	6,51	19	1,39	
P2-N2	OD	6,93	5,80	3,80	4,71	8,13	20	1,67	0,247
	OE	6,97	6,48	3,76	5,11	6,98	20	1,65	
P3	OD	7,17	6,23	3,19	4,78	9,18	20	1,40	0,117
	OE	7,72	6,98	3,16	5,89	9,20	20	1,38	

Legenda: OD orelha direita, OE orelha esquerda, Q1 1º quartil, Q3 3º quartil, N número amostral, Q3 3º quartil e IC intervalo de confiança.

Teste de *Wilcoxon*

Como não existe diferença estatisticamente significativa entre as orelhas optou-se por analisar a influência do gênero nos diferentes componentes do PEALL considerando a média entre as orelhas. Neste caso, utilizou-se o teste de *Mann-Whitney* e

não foi observada diferença estatisticamente significativa entre os gêneros. Na figura 2 comparou-se os valores de latência (ms) de P1, N1, P2, N2 e P3 entre os gêneros, enquanto na figura 3 os valores de amplitude (μV) de P1-N1, P2-N2 e P3.

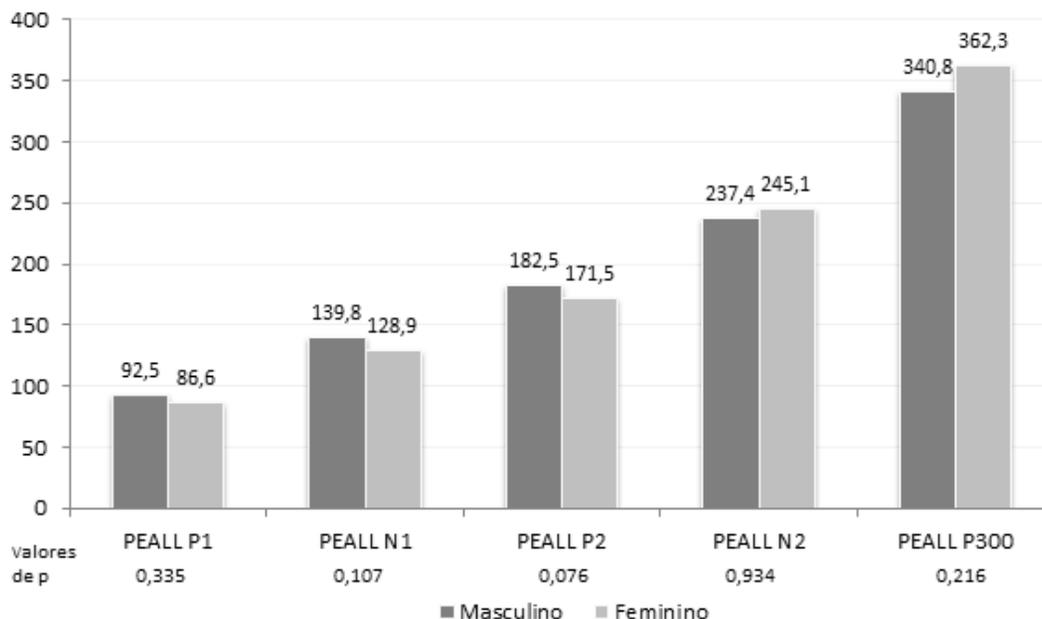


Figura 1. Comparação dos valores de latência (ms) entre os gêneros masculino e feminino para os diferentes componentes do Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência em crianças com desenvolvimento típico (n= 20)

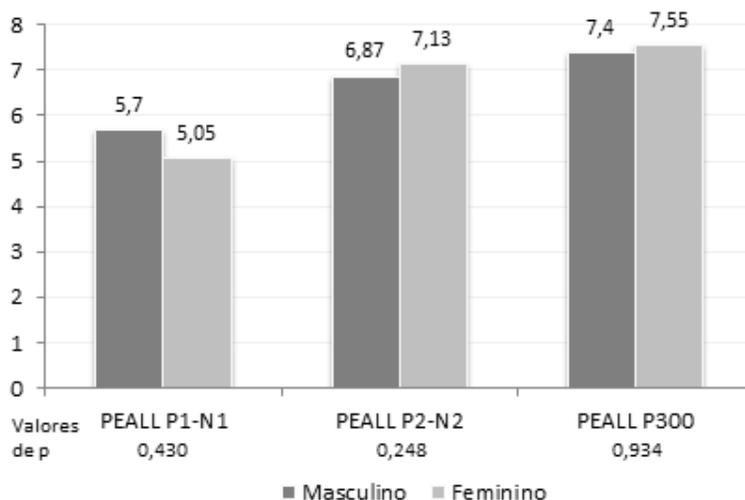


Figura 2. Comparação dos valores de amplitude (μV) entre os gêneros masculino e feminino para os diferentes componentes do Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência em crianças com desenvolvimento típico (n= 20)

Pode-se observar que não houve diferença estatisticamente significativa no que se refere à latência e amplitude dos componentes do PEALL ao comparar o gênero masculino e o gênero feminino.

Após estas análises puderam-se estabelecer valores de referência do PEALL com estímulos verbais para crianças com desenvolvimento típico, com idades entre 5 a 9 anos e 11 meses, utilizando o equipamento *Smart EP* da *Intelligent Hearing*

Systems (IHS). Como forma de visualizar tais dados elaborou-se uma tabela na qual os valores médios dos diferentes componentes do PEALL do presente estudo são comparados com o referencial teórico clássico. Não se considerou as variáveis “orelha avaliada” e “gênero”, em razão de, como evidenciado anteriormente, não foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre tais.

Tabela 3. Comparação dos valores de referência de latência (ms) dos componentes do Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência do presente estudo com o referencial teórico clássico

Latência	Média presente estudo	McPherson (1996)
P1	90,6	54-75
N1	136,5	83-135
P2	179,2	137-194
N2	239,7	200-280
P3	347,25	241-396

Tabela 4. Valores de referência da amplitude (μV) de P1-N1, P2-N2, P3 do presente estudo (n=20)

	Amplitude
P1-N1	5,49
P2-N2	6,95
P3	7,44

Discussão

Com relação aos valores de latência dos componentes do PEALL (P1, N1, P2, N2 e P3) com estímulo verbal, considerando a variável orelha avaliada, não foi observado diferença estatisticamente significativa entre orelha direita e esquerda (Tabela 1). Outras pesquisas também confirmam a equivalência do processo maturacional entre os lados direito e esquerdo na população pediátrica^{3,4,5} e adulta^{19,18,20} tanto para estímulos verbais quanto para não verbais¹⁹. Desta forma, infere-se que a maturação da via auditiva é semelhante entre as orelhas, isto é, o desenvolvimento das habilidades auditivas ocorre de forma sincrônica entre ambas.

Um dado que se evidenciou no presente estudo foi o valor de desvio padrão em relação à latência do componente P3, em ambas as orelhas. Acredita-se que essa diferença ocorre em razão do P3 ser um componente endógeno, isto é, que necessita da

atuação voluntária do indivíduo¹. Sendo assim, as respostas podem sofrer influência dos processos atencionais, cabe ressaltar que foi observada diferença no envolvimento dos indivíduos da amostra coletada durante a realização do exame. Isto é, alguns indivíduos estavam mais envolvidos e conseqüentemente mais atentos ao exame. Na literatura compulsada também se observou um maior desvio padrão na variável latência do componente P3^{21,22,6,17,23,24}.

Na análise dos valores de amplitude de P1-N1, P2-N2 e P3, considerando a variável orelha avaliada, não foram evidenciadas diferenças estatisticamente significantes entre o lado direito e esquerdo. Este achado corrobora com outros estudos que também avaliaram a amplitude desses complexos e não observaram tal diferença^{5,6}. Observa-se que os valores de amplitude são pouco estudados e citados na literatura compulsada. Entretanto, sabe-se que a amplitude tem relação com a magnitude da atividade sináptica envolvida durante o processa-

mento perceptual dos estímulos acústicos^{1,5}, e o estudo da amplitude do PEALL pode trazer mais contribuições ao entendimento do processamento auditivo cortical.

Ao comparar os valores de latência e amplitude dos componentes do PEALL entre o gênero masculino e feminino, não foi verificada diferença estatisticamente significativa entre eles (FIGURA 2 e 3). Estudos também indicam que essa diferença não é encontrada^{2,5,25,24}. Autores que estudaram a comparação entre os gêneros com diferentes fixações dos eletrodos também não encontraram diferença estatisticamente significativa^{25,24}. Ao pesquisar a diferença entre gêneros comparando os componentes P1, N1 e P2, registrados por meio da utilização de fones de inserção e caixa acústica, não se observou tal diferença⁵. Diante do exposto, afirma-se que o processo maturacional do sistema auditivo central ocorre de forma semelhante entre os gêneros masculino e feminino². Dessa forma, entende-se que os valores de referência descritos nesta pesquisa podem ser utilizados para ambos os gêneros.

Este estudo descreveu valores de referência de latência para os componentes P1, N1, P2, N2 e P3 e amplitude de P1-N1, P2-N2 e P3, com estímulo verbal.

Os valores médios de latência encontrados para tais componentes apresentam-se na Tabela 3. Para a população pediátrica, na faixa etária de 5 a 12 anos, a literatura clássica destaca¹ os seguintes valores de latência: 54 – 75 ms para P1; 83 -135 ms para N1; 137 – 194 ms para P2; 200 – 280 ms para N2 e 241 e 396 ms para P3. Na comparação dos valores de latência dos componentes exógenos e endógenos do PEALL entre o presente estudo e a literatura clássica verifica-se maior latência do P1 e do N1 no presente estudo. Acredita-se que tal diferença, justifica-se por a presente pesquisa ser realizada com estímulo verbal e a clássica com estímulo tonal. O estímulo verbal é considerado mais complexo quando comparado ao estímulo tonal, além disso, apresenta uma duração maior²¹. Sendo assim, o processamento da informação acústica leva um tempo maior, quando se utiliza estímulos verbais⁶. Cabe destacar que diferentes pesquisadores observaram que mesmo não havendo diferença estatisticamente significativa, há aumento das latências médias e diminuição da amplitude nos traçados do PEALL, ao comparar o registro deste potencial com estímulo verbal e não verbal

em indivíduos adultos com limiares dentro dos padrões de normalidade^{19,5}.

Outra razão para tal achado seriam as modificações durante o processo maturacional do sistema auditivo central. O estudo que serviu de base para comparação supracitada¹ descreve valores para população até 12 anos, enquanto o presente estudo até 9 anos e 11 meses. Desta forma, justifica-se também a diferença entre tais dados. Ainda em relação à maturação da via auditiva, outros autores realizaram o PEALL, em crianças, em três momentos no período de nove meses. Os pesquisadores observaram estabilidade dos componentes N1 e N2 e redução da latência de P1, P2 e P3 com estímulo verbal ao longo das avaliações. Esses resultados indicam mudança maturacional do sistema nervoso central (SNC) no desenvolvimento infantil⁶. Ressalta-se que os componentes P1, N1 e P2 sofrem modificações do processo maturacional até a segunda década de vida^{1,2}, demonstrando, assim, redução de latência e aumento da amplitude considerando a faixa etária².

Localizaram-se dois estudos cujas amostras eram com população pediátrica, que utilizaram o mesmo equipamento da presente pesquisa e apresentavam metodologia semelhante. Na avaliação em campo livre os valores observados foram entre 96,67 e 104,83 ms para P1; 144,25 e 150,7 ms para N1; 181,7 e 194,28 ms para P2; 247,55 e 251,93 ms para N2 e 283,5 e 300,47 ms para P3⁶.

Na comparação dos achados do presente estudo, que foi realizado com fone de inserção, e os da pesquisa citada anteriormente⁶, observou-se menores latências de P1, N1, P2 e N2 e maior latência de P3 no presente estudo com a utilização de fone de inserção. Essa diferença provavelmente justifica-se pela diferença do transdutor utilizado para o registro do PEALL. Em outro estudo⁵, os autores realizaram a busca de valores de latência e amplitude de P1, N1 e P2, em crianças com idades entre 4 a 12 anos, comparando a utilização do fone de inserção e caixa acústica com estímulo verbal, não sendo identificada diferença significativa em relação aos valores de latência e amplitude dos componentes com diferentes transdutores. Verificou-se que os valores de latência encontrados no referido estudo⁵ foram maiores que os valores do presente estudo, e ressalta-se que ambos foram realizados com fones de inserção e com estímulos verbais.

Os valores médios de amplitude de P1-N1, P2-N2 e P3 também foram pesquisados (Tabela

4). Outros autores também estudaram valores médios de amplitude para a população pediátrica no equipamento *IHS* e evidenciaram valores de P1-N1 e P2-N2 compatíveis com o presente estudo⁶. Porém, tais autores encontram valores maiores de amplitude para o P3. Valores menores de amplitude do P3 encontrados no presente estudo justificam-se, pois a idade da amostra desta pesquisa foi de 5 a 9 anos e 11 meses e por o estudo citado anteriormente ter avaliado crianças de 6 a 13 anos de idade. A hipótese para esta diferença é que os valores de amplitude do P3 tendem a aumentar durante o processo maturacional do sistema auditivo central^{1,6}.

Encontram-se na literatura compulsada, outras pesquisas, com a população pediátrica, em que são referidos valores de latência e amplitude dos componentes do PEALL em crianças audiológicamente normais^{5,6} e/ou crianças com patologias^{3,4,26,27,28}. Entretanto, a presente pesquisa expõe uma proposta de valores referência para o registro e análise do PEALL, com estímulos verbais e fones de inserção, no equipamento *Smart EP* da IHS, de crianças típicas com idade entre 5 e 9 anos e 11 meses.

Ressalta-se que a confiabilidade do PEALL já foi pesquisada anteriormente^{26,29} e tal procedimento traz informações relevantes sobre o processamento auditivo central dos estímulos acústicos. Além disso, este instrumento de avaliação assume um lugar de importância, tanto na prática clínica de avaliação dos distúrbios da audição, quanto das pesquisas científicas relacionadas à Eletrofisiologia da audição.

Conclusão

Os achados obtidos permitem concluir que não há diferença estatisticamente significativa em relação aos valores de latência dos componentes P1, N1, P2, N2 e P3 e amplitude de P1-N1, P2-N2 e P3 para estímulo verbal, considerando as variáveis “orelha” e “gênero”. Foi possível propor valores de referência para os componentes do PEALL com estímulo verbal, em crianças com desenvolvimento típico de 5 a 9 anos e 11 meses de idade, estando os valores de latência e amplitude próximos aos da literatura clássica especializada.

Referências bibliográficas

1. McPherson DL. Late potentials of the auditory system. San Diego: Publishing Group; 1996.

2. Ventura LMP, Filho OAC, Alvarenga KF. Maturação do sistema auditivo central em crianças ouvintes normais. *Pró-Fono*. 2009; 21 (2): 101-6. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-56872009000200003>

3. Almeida RP, Matas CG. Long latency auditory evoked potentials in malnourished children. *CoDAS*. 2013; 25(5): 407-12.

4. Oliveira JC, Murphy CFB, Schochat E. Auditory processing in children with dyslexia: electrophysiological and behavior evaluation. *CoDAS*. 2013; 25(1): 39-44. <http://dx.doi.org/10.1590/S2317-17822013000100008>

5. Agostinho-Pesse RS, Alvarenga KF. Late auditory evoked potentials to speech stimuli presented with different transducers in hearing children. *Rev CEFAC*. 2014; 16(1): 13-22. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-18462013005000028>

6. Matas CG, Silva FBL, Carrico B, Leite RA, Magliaro FCL. Long-latency auditory evoked potentials with sound field in normal-hearing children. *Audiol Commun Res*. 2015; 20 (4): 305-12. <http://dx.doi.org/10.1590/2317-6431-2014-1525>

7. Lopez-Soto T, Postigo- Madueno, A, Nunez- Abades, P. Evaluating long-latency auditory evoked potentials in the diagnosis of cortical hearing loss in children. *Oxford medical case reports*. 2016; 3: 51-4. <https://doi.org/10.1093/omcr/omw011>

8. Freitas TVD, Lewis DR. Potencial evocado auditivo de longa latência em crianças com deficiência auditiva sensorioneural e usuárias de aparelho de amplificação sonora individual. *Distúrbios Comun*. 2015; 27(3): 454-65.

9. Francelino EG, Reis CFC, Melo T. O uso do P300 com estímulo de fala para monitoramento do treinamento auditivo. *Distúrbios Comun*. 2014; 26(1): 27-34.

10. Silva LAF, Couto MIV, Tsuji RK, Bento RF, Matas CG, Carvalho AC. Estudo da maturação das vias auditivas pós-implante coclear por meio dos potenciais evocados auditivos de longa latência. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2014; 80(2): 131-7.

11. Reis ACMB, Frizzo ACF. Potencial Evocado Auditivo Cognitivo. In: Boechat EM, Menezes PL, Couto CM, Frizzo ACF, Scharlach RC, Anastasio ART. *Tratado de Audiologia*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2015.p.140-50.

12. Organização Mundial da Saúde. WHO/PDH/97.3 Geneva: WHO; 1997.

13. Jerger S, Jerger J. Alterações auditivas: um manual para avaliação clínica. São Paulo: Atheneu; 1989.

14. Wertzner HF. Fonologia (Parte A). In: Andrade CRF, Befi-Lopes DM, Fernandes FDM, Wertzner HF. *Teste de Linguagem Infantil nas Áreas de Fonologia, Vocabulário, Fluência e Pragmática*. São Paulo: Pró-Fono; 2000.p.5-40.

15. Zillio KN, Kalil DM, Almeida CIR. SSI em português. In: Pereira LD, Schochat E. *Processamento auditivo central: Manual de avaliação*. São Paulo: Lovise, 1997.p.113-28.

16. Nunes CL, Pereira LD, Carvalho GS. Scale of Auditory Behaviors and auditory behavior tests for auditory processing assessment in Portuguese children. *CoDAS*. 2013; 25(3): 209-15.

17. Oppitz SJ, Didoné DD, Silva DD, Gois M, Folgearini J, Ferreira GC et al. Long-latency auditory evoked potentials with verbal and nonverbal stimuli. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2015; 81(6): 647-52.



18. Didoné DD, Garcia MV, Oppitz SJ, Silva FFT, Santo SN, Bruno RS et al. Auditory evoked potential P300 in adults: reference values. *Einstein*. 2016; 14(2): 208-12. doi: 10.1590/S1679-45082016AO3586
19. Massa CGP, Rabelo CM, Matas CG, Schochat E, Samelli AG. P300 with verbal and nonverbal stimuli in normal hearing adults. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2011; 77(6): 686-90. <http://dx.doi.org/10.1590/S1808-86942011000600002>
20. Didoné DD, Oppitz SJ, Folgearingini J, Biaggio EPV, Garcia MV. Auditory Evoked Potentials with Different Speech Stimuli: a Comparison and Standardization of Values. *Int Arch Otorhinolaryngol*. 2016; 20(2): 99-104. <http://dx.doi.org/10.1055/s-0035-1566133>
21. Alvarenga KF, Vicente LC, Lopes RCF, Silva RA, Banhara MR, Lopes AC et al. The influence of speech stimuli contrast in cortical auditory evoked potentials. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2013; 79(3): 336-41. <http://dx.doi.org/10.5935/1808-8694.20130059>
22. Alvarenga KF, Bernardes-Braga GRA, Zucki F, Duarte JL, Lopes AC, Feniman MR. Correlation analysis of the long latency auditory evoked potential N2 and cognitive P3 with the level of lead poisoning in children. *Int Arch Otorhinolaryngol*. 2013; 17(1):41-6. doi: 10.7162/S1809-97772013000100007
23. Bruno RS, Oppitz SJ, Garcia MV, Biaggio EPV. Potencial de longa latência: diferenças na forma de contagem do estímulo raro. *Rev CEFAC*. 2016; 18(1): 14-26. doi: 10.1590/1982-021620161816415
24. Simões HO, Frizzo ACF, Zanchetta S, Hyppolito MÂ, Reis ACMB. Variables in P300 recording: task type and electrode position. *CoDAS*. 2016; 28(4): 355-61. doi: 10.1590/2317-1782/20162015189
25. Reis ACMB, Frizzo ACF, Lozano AC, Santos FRD, Anastasio ART, Hyppolito MA. Variability of registration latency and amplitude of the auditory evoked potential long latency (P3) in the condition test and retest. *Audiol Commun Res*. 2014; 19(3): 293-8. <http://dx.doi.org/10.1590/S2317-643120140003000014>
26. Romero ACL, Capellini SA, Frizzo ACF. Potencial cognitivo em crianças com transtorno do déficit de atenção com hiperatividade. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2013; 79(5): 609-15. <http://dx.doi.org/10.5935/18088694.20130109>.
27. Regaçone SF, Gução ACB, Giacheti CM, Romero ACL, Frizzo ACF. Potenciais evocados auditivos de longa latência em escolares com transtornos específicos de aprendizagem. *Audiol Commun Res*. 2014; 19(1): 13-8. <http://dx.doi.org/10.1590/S2317-64312014000100004>
28. Alvarenga KF, Morata TC, Lopes AC, Feniman MR, Corteletti LCBJ. Potencial evocado auditivo de tronco encefálico em crianças com exposição ao chumbo. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2015; 81(1): 37-43.
29. Perez AP, Ziliotto K, Pereira LD. Test-Retest of Long Latency Auditory Evoked Potentials (P300) with Pure Tone and Speech Stimuli. *Int Arch Otorhinolaryngol* 2017; 21(2): 134–139. <http://dx.doi.org/10.1055/s-0036-1583527>.