UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE BAURU

RAQUEL BELTRÃO AMORIM

**Desenvolvimento do sistema auditivo central em crianças com
Espectro da Neuropatia Auditiva usuárias de implante coclear**

BAURU
2011

RAQUEL BELTRÃO AMORIM

**Desenvolvimento do sistema auditivo central em crianças com
Espectro da Neuropatia Auditiva usuárias de implante coclear**

Dissertação apresentada à Faculdade de
Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo
para obtenção do título de Mestre em Ciências obtido
no programa de Fonoaudiologia.

Área de concentração: Fonoaudiologia
Orientadora Profa. Dra. Kátia de Freitas Alvarenga

BAURU
2011

Am68d Amorim, Raquel Beltrão
Desenvolvimento do sistema auditivo central
em crianças com Espectro da Neuropatia Auditiva
usuárias de implante coclear / Raquel Beltrão
Amorim. -- Bauru, 2011.
88 p. : il. ; 30cm.

Dissertação (Mestrado) -- Faculdade de
Odontologia de Bauru. Universidade de São Paulo

Orientadora: Profa. Dra. Kátia de Freitas
Alvarenga

Autorizo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a
reprodução total ou parcial desta dissertação/tese, por processos
fotocopiadores e outros meios eletrônicos.

Assinatura:

Data:

Comitê de Ética em Pesquisa Nacional
Protocolo nº: 181/2004
Data: 26/08/2009

DADOS CURRICULARES

RAQUEL BELTRÃO AMORIM

22 de agosto de 1985	Nascimento, Varginha – MG.
Filiação	Roberto Henrique Amorim Maria de Fátima Beltrão
2004 - 2007	Graduação em Fonoaudiologia pela Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo – FOB/USP.
2008	Prática profissionalizante em Fonoaudiologia, na Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo – FOB/USP.
2008 - 2009	Especialização em Audiologia Clínica, no Instituto de Comunicação e Audição – Alfa. Monografia: “O processo maturacional do sistema auditivo no primeiro ano de vida caracterizado pelos potenciais evocados auditivos de tronco encefálico”.
2009 - 2011	Pós-graduação em Fonoaudiologia, nível Mestrado, pela Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo – FOB/USP.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus queridos pais ***Fátima*** e ***Roberto***, por serem o alicerce da minha vida. Que nunca mediram esforços para fazer o melhor por mim, dedicando suas vidas à minha educação e formação e sempre me guiando pelo melhor caminho, com base no amor, na compreensão e na verdade. Por me transmitirem além do amor, paz, serenidade e uma felicidade sem tamanho. Os valores que sempre me ensinam tornam a minha vida mais fácil.

Pai, Mãe, muito obrigada por tudo.

Mestres da minha vida, amo vocês!

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Agradeço, primeiramente, a Deus, meu Pai, minha Fortaleza. Base da vida, da verdade e do amor. Essencial na minha vida.

À Profa. Dra. Kátia de Freitas Alvarenga, pela confiança em mim depositada, pelos momentos dispensados com orientações acadêmicas, profissionais e pessoais, pela amizade cultivada e por sua valiosa contribuição para a minha formação em Audiologia, sempre ensinando com muito entusiasmo e amor. Meus sinceros agradecimentos.

Aos meus amados irmãos Hygor, Rodrigo e Débora, pelo companheirismo, amor, amizade e todo o apoio que me deram em toda a minha caminhada.

À minha avó Marcelina e a todos os meus tios, primos e afilhado, que sempre torceram e rezaram por mim. Que compreenderam os meus momentos de ausência em função do caminho que optei em seguir.

Aos meus queridos primos Ana Paula e Liverson, que apesar do pouco tempo em Bauru, estiveram sempre presentes e dispostos a me ajudar e apoiar nos momentos de ansiedade nas etapas finais do mestrado e por tornarem os meus dias em Bauru mais acolhedores e felizes.

Ao meu amor Karlos, por estar ao meu lado em todas as situações, me dando apoio, motivação, carinho e amor. Por ouvir os meus anseios, dúvidas e angústias sempre com paciência e disposição para ajudar. Pela confiança e respeito adquiridos durante esses anos de cumplicidade e amor. Obrigada por me tornar muito mais feliz, você é um presente de Deus na minha vida.

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Odontologia de Bauru, por me proporcionar a base e extensão da minha formação acadêmica e profissional, com aparato técnico e científico de excelência.

À coordenadora do Programa de Pós-graduação em Fonoaudiologia, Profa. Dra. Alcione Ghedine Brasolotto e à vice-coordenadora Profa. Dra. Kátia de Freitas Alvarenga, por toda dedicação, visando sempre à qualidade do Programa.

À Profa. Dra. Mariza Ribeiro Feniman, chefe do Departamento de Fonoaudiologia da FOB/USP.

A cada indivíduo que participou da casuística deste trabalho, permitindo que os resultados de sua avaliação fossem aqui publicados e contribuindo, assim, para o avanço da Audiologia no Brasil.

Ao Prof. Dr. José Roberto Pereira Lauris, por sua valiosa contribuição no estudo estatístico deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Orozimbo Costa Filho e à Profa. Dra. Maria Cecília Bevilacqua, pelo auxílio concedido nas discussões para a análise dos dados.

Aos professores do Departamento de Fonoaudiologia da FOB/USP, por seus ensinamentos durante toda a minha formação acadêmica.

Aos funcionários do Departamento de Fonoaudiologia da FOB/USP, Cláudia, Daniele, Éliton, Karina e Renata, pela costumeira ajuda com prontidão e atenção.

Aos funcionários do Centro de Pesquisas Auditivas do HRAC/USP, em especial à Carmem e à Edilene e às fonoaudiólogas Elizabeth, Leandra, Marta e Luzia pela disposição em ajudar sempre no que foi preciso.

Aos funcionários da pós-graduação, pela disposição e paciência em todas as orientações.

Aos funcionários do Serviço de Biblioteca e Documentação da FOB/USP, pelo trabalho fundamental realizado, com tanta dedicação e atenção.

Aos meus queridos colegas e amigos da turma de mestrado de 2009 e 2010, em especial aos de 2009, por compartilharmos momentos de anseios, dúvidas, e sucesso em nossa caminhada.

A todos os meus colegas de trabalho e amigos da Clínica de Fonoaudiologia da FOB/USP, em especial às fonoaudiólogas Ana Cristina, Fabiana, Gessyka, Josilene, Luciane, Patrícia, Raquel Agostinho, Tatiana e Thaís, por estarem sempre me apoiando, ouvindo, orientando e tornando os meus dias de trabalhos muito mais felizes. Obrigada pela amizade cultivada.

A todos que direta ou indiretamente me ajudaram a chegar até aqui.

MUITO OBRIGADA!

*“Existem apenas duas maneiras de ver a vida.
Uma é pensar que não existem milagres e a
outra é que tudo é um milagre.”*

Albert Einstein

RESUMO

O implante coclear tem sido indicado para a reabilitação de crianças com Espectro da Neuropatia Auditiva, com ampla variação no desempenho na percepção de fala. Caso o desenvolvimento das estruturas auditivas centrais não ocorra normalmente, pode-se presumir que as habilidades perceptuais que são a base para a percepção e produção da fala também não se desenvolverão normalmente. Nesse contexto, é possível questionar se a maneira como o sistema auditivo dessas crianças responde à estimulação elétrica após o período de privação sensorial poderia ser uma das justificativas para a variabilidade no resultado obtido com o implante coclear. O objetivo deste estudo foi caracterizar o componente P_1 dos potenciais evocados auditivos de longa latência em indivíduos com Espectro da Neuropatia Auditiva usuários de implante coclear e correlacioná-los com o desempenho na percepção de fala e secundariamente a outras variáveis relacionadas ao implante coclear. Participaram do estudo 14 crianças com Espectro da Neuropatia Auditiva, usuárias de implante coclear, de ambos os sexos, na faixa etária de 4 a 11 anos. Foi realizada a pesquisa dos potenciais evocados auditivos de longa latência com estimulação acústica, utilizando estímulo de fala /da/ apresentado em campo livre, e a avaliação da percepção de fala por meio do protocolo GASP (BEVILACQUA; TECH, 1996). Como resultado, foi constatado que foi possível registrar o componente P_1 em 85,7% desta população, sendo que o valor da latência do componente P_1 apresentou correlação significativa com o tempo de privação sensorial demonstrando que quanto maior o tempo de privação sensorial, maior a latência do componente P_1 . Não foi observada correlação significativa entre o componente P_1 e o tempo de uso do implante coclear. Foi observado que quando separados os indivíduos em grupos de acordo com o desempenho na percepção de fala, aqueles que apresentaram um melhor desempenho possuíam a latência do componente P_1 estatisticamente menor, comparados ao de pior desempenho. Com os resultados obtidos neste estudo foi possível caracterizar o componente P_1 dos potenciais evocados auditivos de longa latência em crianças com Espectro da Neuropatia Auditiva usuárias de implante coclear e demonstrar a correlação com o desempenho de percepção de fala e tempo de privação sensorial. Em crianças com

Espectro da Neuropatia Auditiva, o componente P_1 pode servir como um preditor do desempenho da criança usuária de implante coclear para a percepção de fala.

Palavras-chave: Potenciais Evocados Auditivos; Córtex Auditivo; Implantes Cocleares.

ABSTRACT

Development of the central auditory system in cochlear implanted children with Auditory Neuropathy Spectrum

The cochlear implant has been recommended for the rehabilitation of children with Auditory Neuropathy Spectrum, with wide variation in performance in speech perception. If the development of central auditory structures does not occur normally, one can assume that the perceptual abilities that are the basis for the perception and speech production will not develop normally either. In this context one might question if the way the auditory system of these children respond to electrical stimulation after a period of sensory deprivation could be one of the reasons for this variability in the results obtained with the cochlear implant. The aim of this study was to characterize the P₁ component of long-latency auditory evoked potentials in cochlear implanted individuals with Auditory Neuropathy Spectrum and correlate it with performance in speech perception and secondarily to other variables related to cochlear implant. The study included 14 cochlear implanted children with Auditory Neuropathy Spectrum, of both sexes, aged from four to eleven years. We studied the long-latency auditory evoked potential with acoustic stimulation, using speech stimuli presented in open field, and assessment of speech perception by means of GASP test (BEVILACQUA; TECH, 1996). As a result, we found that it was possible to register the P₁ component in 85.7% of this population, and the P₁ component latency value showed a significant correlation with the duration of sensory deprivation showing that the longer the duration of sensory deprivation, the greater the latency of the P₁ component. There was no significant correlation between the P₁ component and the time of cochlear implant use. It was observed that when the individuals were separated into groups according to performance on speech perception, those who performed better had the P₁ component latency statistically lower when compared to the worst performers. With the results obtained from this study it was possible to characterize the P₁ component of long-latency auditory evoked potentials in cochlear implanted children with Auditory Neuropathy Spectrum and demonstrate a correlation with the performance of speech perception. In children with Auditory Neuropathy Spectrum,

the P₁ component may serve as a predictor of the performance of a cochlear implanted child for speech perception.

Keywords: Evoked Potentials; Auditory Cortex; Cochlear Implants.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- FIGURAS

- Figura 1 - (A) Registro dos PEALL do indivíduo seis, com identificação dos componente P_1 evocado por estímulo de fala; (B) Registro do indivíduo quatro, com ausência de resposta neural..... 49

- GRÁFICOS

- Gráfico 1 - Dispersão entre os valores de latência e o tempo de privação sensorial, com reta estimada..... 52
- Gráfico 2 - Média, mínimo, máximo e desvio padrão do desempenho do Grupo1 e do Grupo 2 definido pelo procedimento das k-médias nas provas 5 e 6 do protocolo GASP..... 53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estratégia de busca utilizada nas bases de dados.....	27
Tabela 2 - Caracterização da casuística quanto ao sexo (F: feminino, M: masculino), idade, modelo do componente interno, modelo do processador e estratégia de processamento do sinal.....	41
Tabela 3 - Valores de Kappa e a força de concordância segundo Landis e Koch (1977).....	46
Tabela 4 - Porcentagem de Concordância, valor de Kappa e tipo de concordância segundo classificação de Landis e Koch (1977).....	50
Tabela 5 - Média e desvio padrão da latência (Lat) e amplitude (Ampl) do componente P_1 , diferença média das duas avaliações, teste t pareado e erro de Dahlberg (1940) para avaliar o erro sistemático e o erro casual.....	50
Tabela 6 - Média, desvio padrão, mínimo e máximo da latência e amplitude do componente P_1 dos PEALL, do tempo de privação sensorial e do tempo de uso do IC.....	51
Tabela 7 - Valores de p e de r obtidos na Correlação de Pearson da latência e amplitude do componente P_1 com o tempo de privação sensorial.....	51
Tabela 8 - Valores de p e de r obtidos na Correlação de Pearson da latência e amplitude do componente P_1 com o tempo de uso do IC.....	52
Tabela 9 - Agrupamento dos indivíduos de acordo com o desempenho no protocolo GASP, alocados pelo procedimento das k-médias.....	53

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

AASI	Aparelho de Amplificação Sonora Individual
ACC	Mudança de Complexo Acústico
A1	Lóbulo esquerdo
A2	Lóbulo direito
BVS	Biblioteca Virtual em Saúde
cm	Centímetro
CPA	Centro de Pesquisas Audiológicas
Cz	Coronal, linha média
dB NA	Decibel Nível de Audição
DENA	Desordem do Espectro da Neuropatia Auditiva
ECG	Eletrocardiograma
EEG	Eletroencefalograma
ENA	Espectro da Neuropatia Auditiva
Hz	Hertz
IC	Implante Coclear
IEL	Instituto de Estudos da Linguagem
kHz	Quilohertz
kOhms	Quilo-ohms
LFAPE	Laboratório de Fonética e Psicolinguística
ms	Milissegundos
PEA	Potencial Evocado Auditivo
PEALL	Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência
PEATE	Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico
P1	Componente do Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência
P2	Componente do Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência
P3	Componente do Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência
RMS	Root Mean Square
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
USP	Universidade de São Paulo
μV	Microvolt

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
1.1	JUSTIFICATIVA	22
2	REVISÃO DE LITERATURA	25
3	PROPOSIÇÃO	35
4	CASUÍSTICA E MÉTODOS	39
4.1	CASUÍSTICA	41
4.2	MÉTODOS	42
4.2.1	Potenciais evocados auditivos de longa latência	42
4.2.2	Avaliação da percepção de fala	45
4.2.3	Análise estatística	45
5	RESULTADOS	47
5.1	MORFOLOGIA DOS REGISTROS	49
5.2	CONCORDÂNCIA INTERAVALIADORAS	50
5.2.1	Ocorrência dos PEALL	50
5.2.2	Erro Sistemático e Erro Casual	50
5.3	ANÁLISE DESCRITIVA	51
5.4	ANÁLISE INFERENCIAL	51
5.4.1	Correlação do tempo de privação sensorial auditiva com o componente P_1 do PEALL	51
5.4.2	Correlação do tempo de uso do IC com o componente P_1 do PEALL	52
5.4.3	Comparação do desempenho no protocolo GASP com o componente P_1 do PEALL	52
6	DISCUSSÃO	55
7	CONCLUSÕES	63
	REFERÊNCIAS	67
	BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	75
	APÊNDICES	79
	ANEXOS	83

1 Introdução

1 INTRODUÇÃO

A indicação do implante coclear (IC) no tratamento de indivíduos com perda auditiva do tipo sensorial de grau severo ou profundo já foi amplamente estudada e conseqüentemente é aceita pela comunidade científica. O resultado benéfico dessa intervenção na percepção de fala desses indivíduos é comprovado e demonstra que, após o início da estimulação elétrica propiciada pelo IC, ocorre uma reorganização cortical no sistema auditivo da criança que permaneceu por um período com privação sensorial e o desenvolvimento das estruturas auditivas passa a ocorrer, muitas vezes, de forma semelhante ao de uma criança ouvinte. Guiada pela estimulação, a capacidade das estruturas auditivas para se reorganizar é maior nos primeiros anos de vida, período considerado crítico para o desenvolvimento, ou seja, de maior plasticidade neuronal. De modo que, o tempo de privação sensorial é uma variável que influencia diretamente nos resultados obtidos com o IC, o que faz com que esse dispositivo eletrônico seja indicado para crianças tão novas quanto menores que um ano de idade.

Na última década, no Programa de Implante Coclear do Centro de Pesquisas Audiológicas do Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais da Universidade de São Paulo – Campus Bauru – CPA-HRAC/USP, o IC tem sido indicado para a reabilitação de crianças com Espectro da Neuropatia Auditiva (ENA), que se caracteriza por uma alteração na sincronia neural, na presença da funcionalidade das células ciliadas externas. Como resultado, esses pacientes têm apresentado diferentes desempenhos na percepção de fala com o uso do IC. É sabido que, caso o desenvolvimento das estruturas auditivas centrais não ocorra normalmente, pode-se presumir que as habilidades perceptuais, que são a base para a percepção e produção de fala, também não se desenvolverão normalmente. Será que a maneira como o sistema auditivo dessas crianças responde à estimulação elétrica após o período de privação sensorial poderia ser uma das justificativas para essa variabilidade no resultado obtido com o implante coclear?

A pesquisa dos potenciais evocados auditivos (PEA) é um método objetivo de se obter informações sobre a via e as estruturas que foram ativadas com a

estimulação auditiva, assim como possibilita estudar o processo de desenvolvimento do sistema auditivo periférico e central. Isso porque as mudanças fisiológicas no sistema auditivo decorrentes desse processo refletem-se nos PEA (latência e amplitude), o que permite determinar a relação existente entre essas mudanças e o desenvolvimento das habilidades auditivas comportamentais.

Diante do exposto, surgiu o interesse em verificar a resposta do sistema auditivo em crianças com ENA para a estimulação elétrica por meio do implante coclear e analisar sua correlação com o desempenho da percepção de fala.

1.1 JUSTIFICATIVA

A literatura da área já conseguiu caracterizar o quadro audiológico do ENA. O diagnóstico é definido quando constata-se comprometimento neural por meio da alteração no reflexo acústico e no potencial evocado auditivo de tronco encefálico (PEATE), com a presença da funcionalidade das células ciliadas externas demonstrada pelo registro do microfonismo coclear e das emissões otoacústicas evocadas (SININGER et al., 1995). Na audiometria tonal liminar é possível encontrar desde o limiar auditivo dentro da normalidade até a deficiência auditiva de grau profundo, geralmente acompanhada de um pobre reconhecimento/percepção de fala (HOOD, 2000; BERLIN, 2003; SPINELLI et al., 2001).

Até o presente momento, não existe clareza quanto ao local da alteração do ENA, que podem ser as células ciliadas internas, o nervo auditivo ou os neurotransmissores presentes nas sinapses entre estas estruturas (STARR et al., 1996; HOOD, 1998, 2000; SININGER; TRAUTWEN, 2002; VLASTARAKOS et al., 2008), situações que levam a uma ausência de sincronia neural no nervo auditivo. A diversidade na fisiopatologia pode ser um dos fatores que justifica a variabilidade observada na manifestação clínica do problema.

Nos últimos anos, estudos estão voltados para que seja possível compreender melhor a fisiopatologia dessa desordem, assim como a intervenção a ser assumida. Nesse contexto, é dado destaque ao implante coclear, que se trata de um dispositivo que assume parcialmente a função das células ciliadas internas ao

realizar a estimulação elétrica diretamente nas células ganglionares do nervo auditivo, restabelecendo assim, a sincronia dos disparos das fibras neurais.

Diversos estudos focaram a avaliação da função auditiva em usuários de IC a fim de verificar como ocorre o processamento do sinal acústico. Dentre os procedimentos para esse fim, foi utilizado o potencial evocado auditivo de longa latência (PEALL), o qual registra a atividade elétrica gerada de um modo geral, por estruturas provenientes das vias tálamo-corticais e cortico-corticais, córtex auditivo primário e áreas corticais associativas (PONTON et al., 2002).

A pesquisa dos PEALL em indivíduos com IC na perda auditiva sensorial foi amplamente estudada (PELIZZONE et al., 1991; MICCO et al., 1995; PONTON et al., 1996a; 1996b; EGGERMONT et al., 1997; SHARMA et al., 2002a, 2005; BAUER et al., 2006; BURDO et al., 2006; FRIESEN; TREMBLAY, 2006; GUIRAUD et al., 2007), assim como a correlação dos resultados dos PEALL com a performance da percepção de fala (GROENEN et al., 1996; KILENY et al., 1997; OKUSA et al., 1999; BEYNON et al., 2002; MAURER et al., 2002; PANTEV et al., 2002; SHARMA et al., 2004; SINGH et al., 2004; GORDON et al., 2005; KELLY et al., 2005; ROMAN et al., 2005; MCNEILL et al., 2007; GORDON et al., 2008; KURNAZ et al., 2009; MCNEILL et al., 2009). Dessa maneira, a efetividade do PEALL para avaliar o sistema auditivo em indivíduos usuários de IC já foi devidamente demonstrada.

Nessa população, os estudos demonstraram que há uma correlação entre o tempo de uso do IC e a latência dos componentes dos PEALL, que diminui gradativamente (PONTON et al., 1996; EGGERMONT et al., 1997; SHARMA et al., 2002, 2005; BAUER et al., 2006). Entretanto, com relação ao tempo de privação sensorial, foi observado que quando o indivíduo é implantado mais tardiamente, menor é a variabilidade da latência do componente P_1 ao longo do uso do IC (SHARMA et al., 2005).

Considerando que nos indivíduos com ENA usuários de IC são observados diferentes resultados na percepção de fala, avaliar o processamento do sinal acústico nesses indivíduos por meio do registro dos PEALL poderá fornecer informações importantes para a compreensão da variabilidade dos resultados apresentados nessa população.

2 Revisão de Literatura

2 REVISÃO DE LITERATURA

Neste estudo, optou-se por realizar uma revisão sistemática da literatura, a fim de apresentar a bibliografia com alta evidência científica. Os aspectos metodológicos da mesma foram estabelecidos de acordo com o proposto no Curso de Revisão Sistemática desenvolvido pelo Centro Cochrane do Brasil e pelo Laboratório de Educação a Distância – LED-DIS¹. Para a classificação dos estudos quanto ao nível de evidência científica e grau de recomendação, foram utilizados os critérios propostos por Cox (2005) para a Audiologia.

Como parte da metodologia proposta, a busca pelos estudos procurou a seguinte pergunta: “Quais são as características, quanto à latência e amplitude, dos componentes do potencial evocado auditivo de longa latência em indivíduos com Espectro da Neuropatia Auditiva usuários de implante coclear?”.

A busca pelos artigos científicos foi realizada no Portal Cochrane da Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) – endereço: <http://cochrane.bvsalud.org> e nas bases de dados Lilacs, Medline, Pubmed, *Web of Science* e *Science Direct* utilizando descritores específicos e atentando-se para a não utilização de seus sinônimos e subordinados. Para a definição dos descritores, empregou-se o vocabulário estruturado e trilingue DeCS/Mesh – Descritores em Ciências da Saúde criado pela BIREME. Pelo fato de existirem poucos descritores relacionados ao assunto, estabeleceu-se também a utilização de termos para uma busca mais refinada. A Tabela 1 apresenta a estratégia de busca utilizada nas bases de dados.

Tabela 1 - Estratégia de busca utilizada nas bases de dados

Estratégia de Busca
“Evoked potentials, auditory” and “Cochlear Implants” and “Auditory neuropathy”
“Evoked potentials, auditory” and “Cochlear Implants” and “Auditory dys-synchrony”
“Evoked potentials, auditory” and “Cochlear Implants” and “Auditory synaptopathy”
“Evoked potentials, auditory” and “Cochlear Implants” and “Auditory neuropathy spectrum”

continua

¹ Curso on-line de Revisão Sistemática desenvolvido pelo Centro Cochrane do Brasil e pelo Laboratório de Educação a Distância – LED-DIS do Departamento de Informática em Saúde da Universidade Federal de São Paulo/Escola Paulista de Medicina, disponível no site: <http://www.virtual.epm.br/cursos/metanalise/>.

continuação

Estratégia de Busca

"Auditory Cortical event related potentials" and "Cochlear Implants" and "Auditory neuropathy"
 "Auditory Cortical event related potentials" and "Cochlear Implants" and "Auditory dys-synchrony"
 "Auditory Cortical event related potentials" and "Cochlear Implants" and "Auditory synaptopathy"
 "Auditory Cortical event related potentials" and "Cochlear Implants" and "Auditory neuropathy spectrum"
 "Auditory event related potentials" and "Cochlear Implants" and "Auditory neuropathy"
 "Auditory event related potentials" and "Cochlear Implants" and "Auditory dys-synchrony"
 "Auditory event related potentials" and "Cochlear Implants" and "Auditory synaptopathy"
 "Auditory event related potentials" and "Cochlear Implants" and "Auditory neuropathy spectrum"
 "Long latency auditory evoked potentials" and "Cochlear Implants" and "Auditory neuropathy"
 "Long latency auditory evoked potentials" and "Cochlear Implants" and "Auditory dys-synchrony"
 "Long latency auditory evoked potentials" and "Cochlear Implants" and "Auditory synaptopathy"
 "Long latency auditory evoked potentials" and "Cochlear Implants" and "Auditory neuropathy spectrum"
 "Auditory cortex" and "Cochlear Implants" and "Auditory neuropathy"
 "Auditory cortex" and "Cochlear Implants" and "Auditory dys-synchrony"
 "Auditory cortex" and "Cochlear Implants" and "Auditory synaptopathy"
 "Auditory cortex" and "Cochlear Implants" and "Auditory neuropathy spectrum"
 "Acoustic stimulation" and "Cochlear Implants" and "Auditory neuropathy"
 "Acoustic stimulation" and "Cochlear Implants" and "Auditory dys-synchrony"
 "Acoustic stimulation" and "Cochlear Implants" and "Auditory synaptopathy"
 "Acoustic stimulation" and "Cochlear Implants" and "Auditory neuropathy spectrum"
 "Response latency" and "Cochlear Implants" and "Auditory neuropathy"
 "Response latency" and "Cochlear Implants" and "Auditory dys-synchrony"
 "Response latency" and "Cochlear Implants" and "Auditory synaptopathy"
 "Response latency" and "Cochlear Implants" and "Auditory neuropathy spectrum"

Para a busca, não houve restrição quanto ao ano de publicação, portanto foram analisados todos os estudos publicados até janeiro de 2011. Como critério de inclusão nesta pesquisa estabeleceu-se que no título ou no resumo constassem informações sobre a metodologia, no caso, os PEALL e a casuística necessariamente formada por indivíduos com ENA usuários de IC.

Como resultado da busca, seguindo as estratégias acima citadas e excluindo os estudos repetidos, foram encontrados 81 estudos. Contudo, 80 não foram selecionados por não se enquadrarem nos critérios preestabelecidos e, conseqüentemente, por não responderem à pergunta determinada para a revisão sistemática, pois utilizavam as seguintes metodologias: potenciais de curta latência (PEATE, PEATE por estimulação elétrica e eletrococleografia), pesquisa do potencial de ação composto do nervo auditivo, pesquisa do reflexo estapediano, testes genéticos no ENA e testes de percepção de fala na população em estudo.

Assim, na literatura específica existe apenas um artigo científico que fez uso dos PEALL para estudar o sistema auditivo em indivíduos com ENA usuários de IC, assim, lido em sua íntegra.

Martin (2007) realizou um estudo de caso para determinar como o complexo de mudança acústica (ACC) $P_1-N_1-P_2$ pode ser registrado em um indivíduo com implante coclear. Em usuários desse dispositivo, o artefato gerado pelo implante pode sobrepor o potencial evocado de interesse, dificultando a identificação de qual registro é a resposta neural e qual é um simples reflexo do artefato. O estudo foi realizado em um indivíduo de 24 anos de idade com diagnóstico de Neuropatia Auditiva/Dessincronia Auditiva e usuário de implante coclear MED-EL Tempo⁺ na orelha esquerda há 2 anos. Os componentes do ACC foram evocados por vogais sintéticas com pequenas mudanças na frequência de suas formantes apresentadas de forma randomizada na intensidade de 75 dB NPS, por meio de caixa acústica posicionada à 0º azimuth. O procedimento foi realizado em duas condições: o paciente ignorando o estímulo sonoro e com a atenção voltada para ele e atendendo a uma tarefa quando identificada uma mudança no estímulo. Os componentes do ACC foram registrados por meio de 32 eletrodos colocados no couro cabeludo. Os métodos utilizados pelo autor para a identificação no registro do que era resposta neural e artefato foram: inversão da polaridade do estímulo; mudança de posição do eletrodo de referência; utilização de filtros; análise dos componentes principais e dos componentes independentes e técnicas de cancelamento utilizando a EEG. O estudo demonstrou que a ACC estava presente nesse indivíduo e que pode ser separada do artefato gerado pelo IC. Dos métodos citados, os que podem ser úteis na identificação da resposta neural, segundo o autor, são o de ter a atenção voltada ao estímulo, que faz com que a amplitude da resposta aumente, e a mudança de posicionamento dos eletrodos, pois existem posições em que o artefato inverte a polaridade e a resposta neural não. No entanto, nenhum método foi capaz de eliminar ou cancelar completamente o artefato. É possível constatar que o principal objetivo desse estudo foi mostrar se há ou não a possibilidade de registrar os componentes $P_1-N_1-P_2$, avaliando um indivíduo com ENA usuário de IC, porém não caracterizá-los quanto à latência e amplitude. Na classificação de acordo com Cox (2004), por se tratar de um estudo de caso, foi considerado como nível de evidência científica 5 e grau de recomendação C; sendo

assim, não foi considerado um estudo de alta evidência científica e não seria incluso na revisão sistemática. Entretanto, sendo o único estudo realizado na temática proposta, o mesmo foi apresentado neste estudo.

Para complementação da literatura, considerando a temática proposta, foi realizada uma busca por estudos que abordassem a pesquisa do PEALL em indivíduos com ENA. Foram encontrados oito estudos, que estão descritos a seguir:

Rance et al. (2002) realizou um estudo com os potenciais corticais (P_1 , N_1 e P_2) em 2 grupos de usuários de aparelho de amplificação sonora individual, 18 crianças com perda auditiva sensorial e 18 com Neuropatia Auditiva, com idade entre 6 meses e 7,6 anos. Os resultados obtidos foram correlacionados com o desempenho na percepção de fala obtido por meio do teste PBK, que utiliza palavras foneticamente balanceadas. Os potenciais corticais foram evocados por estímulo *tone burst* e por estímulo de fala e foram presentes em uma grande proporção (17/18) de crianças com perda auditiva sensorioneural, e em uma quantidade menor em crianças com Neuropatia Auditiva (11/18). Não houve correlação significativa entre a idade do indivíduo, o nível de audição, e a categoria da perda auditiva (sensorial ou Neuropatia Auditiva) com a latência e amplitude dos potenciais corticais. Por outro lado, houve uma tendência de aumento na latência para os componentes P_1 e N_1 conforme o aumento do grau da perda auditiva. Considerando a percepção de fala, houve forte correlação entre a ocorrência dos potenciais corticais e o escore obtido na percepção de fala com o AASI. Os autores afirmaram que os potenciais corticais podem ser um meio de prever as habilidades perceptuais em jovens recém-diagnosticados por meio da presença dos potenciais corticais e relacioná-los com as habilidades de percepção de fala em conjunto aberto e o benefício com a amplificação.

Sharma et al. (2011) utilizou a morfologia, latência e amplitude do componente P_1 do potencial evocado auditivo cortical para avaliar a maturação auditiva em 21 crianças com Desordem do Espectro da Neuropatia Auditiva (DENA) na faixa etária de 9 meses a 11,5 anos, e a escala IT-MAIS para verificar a relação entre os resultados eletrofisiológicos e o desenvolvimento comportamental auditivo. Foi utilizado o estímulo de fala /ba/ em campo livre na intensidade de 75 dB NA. Os registros foram classificados em 3 tipos: latência e morfologia do P_1 normal;

morfologia do P_1 normal com latência aumentada; e resposta ausente ou anormal, dessa maneira, foi observado que não houve diferença estatisticamente significativa entre os 3 grupos. Contudo, a diminuição esperada da latência do componente P_1 com o aumento da idade foi geralmente visto no grupo que apresentou morfologia e latência do P_1 normal e também maior desenvolvimento das habilidades auditivas comportamentais refletidas na pontuação da escala IT-MAIS. Os autores consideraram que a resposta do P_1 parece ser um bom preditor dos resultados comportamentais e na população com DENA esse componente pode ser uma ferramenta clínica para orientar as decisões de intervenção e avaliação da eficácia da mesma nessa população.

Kraus et al. (2000) realizaram um estudo de caso com uma mulher, 24 anos, com limiares audiométricos dentro da normalidade (entre 5 e 15 dB NA), diagnosticada com Neuropatia Auditiva aos 18 anos de idade. Caracteristicamente, sempre apresentou queixas auditivas, contudo, ao realizar as avaliações os limiares audiométricos encontravam-se dentro da normalidade. Para o estudo foi realizado imitanciometria com ausência de reflexos acústicos, EOA-DP com presença de resposta na banda de frequência de 1,5 a 6 kHz e PEATE com ausência de resposta neural e presença de microfonismo coclear. Nos testes de percepção de fala com diferentes complexidades fonéticas, observou-se no silêncio excelente desempenho, porém, quando apresentado com ruído competitivo, o desempenho foi marcadamente comprometido, assim como quando ocorria o aumento do nível de complexidade fonética ou a fala era apresentada por múltiplos falantes. Os potenciais de média latência, P_1 , N_1 e P_2 , mismatch negativity (MMN) e P300 foram robustos e presentes no silêncio. Os potenciais corticais desviaram do normal quando elicitados por sons refinados e estruturas de sons de fala com mudanças nos aspectos temporais.

Michalewski et al. (2005) estudaram o processamento auditivo temporal em um grupo de 12 sujeitos com audição normal, com idade entre 18 e 30 anos, e um grupo de 14 com Neuropatia Auditiva, com idade entre 9 e 60 anos, utilizando de métodos eletrofisiológicos e psicoacústicos. Realizaram o estudo por meio do registro dos potenciais evocados por breves intervalos de silêncio (*gaps*) variando de 2 a 50 ms incorporado em um ruído contínuo. A latência e amplitude dos

componentes N_{100} e P_{200} foram mensuradas e analisadas em duas condições: ativa, quando utilizado um botão para responder aos *gaps*; e passiva, ouvindo os estímulos, mas não sendo necessária uma resposta. Nos indivíduos normais os componentes N_{100} e P_{200} dos potenciais evocados foram registrados em resposta aos *gaps* de 5 ms nas duas condições de respostas. Os potenciais nos indivíduos com Neuropatia Auditiva apresentaram-se com duração dos *gaps* prolongados (10-50ms) em relação aos indivíduos normais. Houve uma forte associação entre os limiares da detecção dos *gaps* mensurados psicoacusticamente e eletrofisiologicamente nos dois grupos avaliados. Nos indivíduos com Neuropatia Auditiva, quatro dos 14 indivíduos, apresentaram ausência dos potenciais na condição de escuta passiva, mas os potenciais foram claramente identificados quando mudou-se para a condição ativa. O estudo demonstrou que os potenciais auditivos corticais podem fornecer medidas objetivas do processamento auditivo temporal.

Kumar e Jayaram (2005) estudaram os potenciais evocados auditivos e habilidades psicofísicas em 14 adultos com Neuropatia Auditiva para caracterizar suas capacidades perceptuais. Foi realizado teste de percepção de fala em conjunto aberto, teste para identificar a diferença na duração da sílaba /da/, e outro para identificar a modulação temporal. Foi realizado o registro dos potenciais evocados auditivos P_1/N_1 , P_2/N_2 e MMN. Todos os 14 indivíduos apresentaram o complexo P_2/N_2 e o complexo P_1/N_1 não foi obtido em quatro indivíduos. Sempre que os potenciais estiveram presentes, apresentaram-se com latência e amplitude dentro da faixa de normalidade. Todos os indivíduos com Neuropatia Auditiva tiveram déficits severos no processamento temporal, e este déficit apresentou correlação significativa com as habilidades de percepção de fala. Nenhum dos parâmetros dos potenciais evocados mensurados correlacionou com os escores de percepção de fala.

Pearce, Golding e Dillon (2007) apresentaram um estudo de dois casos de crianças com Neuropatia Auditiva para demonstrar como as respostas eletrofisiológicas podem ser utilizadas no controle audiológico e adaptação de AASI em algumas delas. Os autores citaram que a indicação do AASI geralmente é baseada nos limiares obtidos pelo PEATE com frequência específica, só que em

casos em que a Neuropatia Auditiva é presente, esta abordagem é altamente problemática uma vez que a resposta do PEATE é pobremente formada ou ausente e potencialmente enganosa. Os limiares auditivos comportamentais geralmente são muito melhores do que os estimados pelos resultados do PEATE, podendo assim, superestimar o ganho prescrito no AASI ao utilizar somente os limiares do PEATE. Embora nenhuma tentativa tenha sido realizada neste estudo para obter os limiares por meio dos PEALL, os autores afirmaram que a presença ou ausência dos PEALL para estímulos de fala apresentados em níveis de conversação podem auxiliar nas tomadas de decisões clínicas para estas crianças.

Narne e Vanaja (2008) investigaram a relação entre os escores de identificação de fala no silêncio com a latência e amplitude dos componentes P_1 , N_1 e P_2 em 10 indivíduos com Neuropatia Auditiva, sendo 5 homens e 5 mulheres e, 10 indivíduos com audição normal, na faixa de 12 a 39 anos. Os resultados demonstraram que os indivíduos com Neuropatia Auditiva apresentaram escores de identificação de fala significativamente piores do que os indivíduos com audição normal. Os indivíduos com Neuropatia Auditiva foram classificados em dois grupos de acordo com a performance na identificação de fala, boa ou pobre. Foi observado que a média da amplitude de N_1/P_2 dos que apresentavam pobre performance foi significativamente menor quando comparados com os indivíduos com boa performance e normais. A identificação de fala apresentou boa correlação com a amplitude dos potenciais corticais (complexo N_1/P_2), mas não mostrou correlação significativa com a latência dos potenciais corticais. Os autores concluíram que mensurar os potenciais corticais pode oferecer um meio de prever as habilidades perceptuais nos indivíduos com Neuropatia Auditiva.

Michalewski et al. (2009) avaliaram o processamento auditivo temporal por meio do registro e análise do componente N_{100} (latência e amplitude) em 8 indivíduos com Neuropatia Auditiva e 12 com audição normal, com idade entre 18 e 33 anos. Os registros foram realizados em quatro condições, no silêncio (passiva e ativa) e no ruído (passiva e ativa). Os autores demonstraram que em geral a morfologia da onda no grupo com Neuropatia Auditiva foi similar aos indivíduos com audição normal, mas com perceptível diferença, na latência do componente N_{100} que se mostrou aumentada e a amplitude reduzida em relação aos indivíduos normais

nas quatro condições realizadas. As mudanças na latência do N_{100} em indivíduos com Neuropatia Auditiva apresentaram relação com a avaliação psicoacústica do processamento auditivo temporal (limiares de detecção dos gaps no ruído e reconhecimento de fala). Os resultados do estudo forneceram evidências que a sincronia do nervo auditivo pode ser refletida na latência do componente cortical N_{100} . Os autores sugeriram que a definição da latência do N_{100} pode fornecer medidas objetivas da atividade interrompida no nervo auditivo de crianças e adultos onde as habilidades do processamento auditivo podem ser difíceis de serem avaliadas por medidas comportamentais.

3 Proposição

3 PROPOSIÇÃO

Caracterizar o componente P_1 dos potenciais evocados auditivos de longa latência em indivíduos com Espectro da Neuropatia Auditiva usuários de implante coclear e correlacioná-los com o desempenho na percepção de fala e secundariamente a outras variáveis relacionadas ao implante coclear.

4 Casuística e Métodos

4 CASUÍSTICA E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado no Centro de Pesquisas Audiológicas (CPA) da Universidade de São Paulo (USP) com aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa Nacional sob processo nº181/2004 (Anexo A). Os responsáveis pelas crianças foram informados sobre a finalidade da pesquisa e receberam o termo de consentimento livre e esclarecido no momento da realização do teste.

4.1 CASUÍSTICA

Fizeram parte deste estudo 14 indivíduos que são atendidos no CPA, com ENA usuários de IC, de ambos os sexos, na faixa etária de 4 a 11 anos, com surdez de grau profundo pré-lingual. A caracterização da casuística quanto ao sexo, idade, modelo do componente interno, modelo do processador e estratégia de processamento do sinal está apresentada na tabela 2. O diagnóstico do ENA foi definido por uma equipe interdisciplinar baseado nos resultados obtidos nos exames da etapa pré-cirúrgica. Os indivíduos não apresentam comprometimentos neurológicos associados, bem como outras alterações que comprometam o desenvolvimento auditivo e da linguagem. Foram excluídos da casuística os pacientes com hipoplasia ou agenesia do nervo auditivo constatada por meio da ressonância magnética realizada na etapa pré-cirúrgica.

Tabela 2 - Caracterização da casuística quanto ao sexo (F: feminino, M: masculino), idade, modelo do componente interno, modelo do processador e estratégia de processamento do sinal

Indivíduo	Sexo	Idade	Modelo componente interno IC	Processador	Estratégia de processamento do sinal
1	F	8	Nucleus 24 K	Sprint	ACE
2	F	6	HiRes 90K	Platinum Sound	HR-P Fidelity 120
3	F	6	Nucleus 24 K	Sprint	ACE
4	F	8	Nucleus 24 K	Sprint	ACE
5	F	10	Nucleus 24 K	Sprint	ACE

continua

continuação

Indivíduo	Sexo	Idade	Modelo componente interno IC	Processador	Estratégia de processamento do sinal
6	M	11	Nucleus 24 K	Sprint	ACE
7	M	6	Nucleus 24 K	Sprint	ACE
8	F	6	Nucleus 24 K	Sprint	ACE
9	M	5	Pulsar CI 100	Opus 1	FSP
10	M	4	HiRes 90K	Harmony	HR-P Fidelity 120
11	F	8	Nucleus 24 K	Sprint	ACE
12	F	11	Nucleus 24 K	Sprint	ACE
13	M	9	Nucleus 24 K	Sprint	ACE
14	M	9	Pulsar CI 100	Opus 1	FSP

4.2 MÉTODOS

Para o estudo foi realizada a pesquisa dos potenciais evocados auditivos de longa latência e a avaliação da percepção de fala como descrito a seguir:

4.2.1 Potenciais evocados auditivos de longa latência

A pesquisa dos PEALL foi realizada baseada na metodologia proposta por Ventura, Costa e Alvarenga (2009) descrita a seguir. O equipamento utilizado foi o *Smart EP USB Jr* da *Intelligent Hearing Systems* que disponibiliza dois canais de registro. Desse modo, os eletrodos foram colocados para que o registro dos potenciais evocados auditivos ocorresse no canal A e o registro dos movimentos oculares e piscada, no canal B. No canal A, o eletrodo ativo foi posicionado em Cz conectado na entrada (+) do pré-amplificador e o eletrodo de referência, posicionado no lóbulo da orelha em que é utilizado o IC (A1/A2) e conectado na entrada (-). O eletrodo terra foi posicionado em Fpz, conectado na posição *ground*. No canal B, o eletrodo ativo foi colocado na posição supra-orbital contralateral ao lado do IC conectado na entrada (+) do pré-amplificador e o eletrodo de referência, na posição infra-orbital desse mesmo lado, conectado na entrada (-). Com essa disposição de eletrodos, buscou-se verificar a amplitude do movimento ocular e piscada anterior à pesquisa dos potenciais, a fim de delimitar o nível de rejeição que seria utilizado em

cada exame. Com esse procedimento, foi minimizada a interferência do artefato do movimento ocular, visto que foi adotado esse limite de rejeição para o canal A e, conseqüentemente, os movimentos oculares não foram captados pelo mesmo, não interferindo no registro do potencial evocado auditivo de longa latência.

Para o registro dos potenciais evocados auditivos e oculares, foram utilizados eletrodos descartáveis para ECG da marca MEDITRACETM 200, com pasta condutiva para EEG da marca Tem 20TM, que foram colocados após a limpeza da pele do indivíduo com Gel Abrasivo para ECG/EEG da marca NUPREP. O nível de impedância foi mantido entre 1 e 3 Kohms para os eletrodos.

A pesquisa dos PEALL foi realizada por meio de estimulação acústica, com o mesmo estímulo de fala /da/, utilizado por Banhara, Costa e Alvarenga (2007). A amostra de fala foi construída em uma sala acusticamente tratada do Laboratório de Fonética e Psicolinguística (LAFAPE) do Instituto de Estudos da Linguagem (IEL) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). As emissões foram gravadas por meio de microfone unidirecional, diretamente na placa de computador, pelo programa livre *Praat* (www.praat.org), numa amostragem de 22 kHz. Inicialmente, trabalhou-se no contraste por meio do ponto de articulação /ba-/da/ determinado por sua definição espectral. Foi utilizado como sinal de fala padrão a voz de um adulto jovem do sexo masculino, 22 anos de idade, com qualidade vocal fluida. Em seguida, foi construído um contraste por meio do traço de sonoridade /ba-/pa/. As sílabas [ba] e [da] foram extraídas da emissão das palavras [ba'ba] e [da'da], respectivamente, sendo correspondentes à segunda sílaba. A partir da sílaba isolada, verificou-se os valores de F_1 , F_2 e F_3 em sua porção inicial e estável. Suas larguras de banda foram colhidas da região estável das frequências formantes. De posse desses valores, compilou-se um script no Praat (versão 4.2.31) e uma re-síntese de cada sílaba foi realizada. A duração das sílabas [ba] e [da] é de 180 ms. Os estímulos linguísticos produzidos, previamente manipulados e gravados em CD pelo LAFAPE / UNICAMP, foram digitalizados e inseridos na unidade C do computador conectado ao software do *Smart EP USB Jr* da *Intelligent Hearing Systems*. O EP realizou o registro dos potenciais evocados pelos estímulos acústicos apresentados aos indivíduos.

O estímulo de fala foi apresentado com 526ms de intervalo interestímulo, na intensidade de 70 dB NA, taxa de apresentação de 1,9 estímulo por segundo. Os parâmetros de avaliação utilizados foram: filtro passa-banda de 1 a 30 Hz, ganho de 100.000 nos 2 canais, promediação de 512 estímulos e a janela de análise da resposta de -100 ms pré-estímulo e 500 ms pós-estímulo.

O procedimento foi realizado em campo livre, com a caixa posicionada a 90° azimuth, a 40 cm de distância da orelha implantada.

A calibração do sistema de campo livre foi realizada em nível de audição (dB NA) previamente ao início do estudo, seguindo tais características:

- Amplificador de potência, com saída de 30 Watts RMS, em conjunto com uma caixa acústica de 50 Watts RMS, com tripé;

- Na entrada de sinal do amplificador, entrada passiva, foi instalado um transformador isolador com impedância de entrada de 440 Ohms (impedância igual a saída dos fones de inserção usados no PEATE) e saída 5 Kohms para o amplificador.

Os exames foram realizados em ambiente silencioso, com o indivíduo sentado confortavelmente em uma cadeira reclinável e orientado a assistir a um vídeo mudo.

Quando identificada a presença do potencial evocado auditivo no registro do exame por meio de observação visual, foi feita a identificação do componente P_1 e analisada a latência e amplitude do mesmo. A variável amplitude foi determinada como a diferença entre o ponto correspondente a $0,0\mu V$ (linha de base do registro) e o valor máximo positivo. O componente P_1 , bem como o valor de latência foi marcado considerando-se o ponto de máxima amplitude.

Os registros foram analisados pela pesquisadora e por outra avaliadora experiente em Eletrofisiologia da audição, a fim de verificar a concordância das análises.

4.2.2 Avaliação da percepção de fala

Para avaliar a percepção de fala dos indivíduos foram aplicadas e analisadas as provas 1, 5 e 6 do protocolo GASP adaptado por Bevilacqua e Tech (1996), elaborado por Erber (1982), que propõe classificar a habilidade de percepção de fala em três níveis específicos: detecção de sons de fala, reconhecimento de palavras e compreensão de sentenças, respectivamente, com quadro de registro das respostas nos anexos B, C e D. Foram aplicadas as provas 1, 5 e 6 por conterem maiores informações linguísticas do que as demais provas, que são mais indicadas para auxiliarem na indicação e adaptação de aparelho de amplificação sonora. O teste foi realizado em cabina acústica e as provas foram aplicadas por meio do audiômetro MD622 da marca Madsen na intensidade de 60 dB NA com apresentação em campo livre a 0º azimuth (SANTOS et al., 2009). Com o objetivo de descartar variáveis quanto à aplicação do teste, foi utilizado o material das provas gravado em CD (QUINTINO, 2007) e no início de cada aplicação do teste foi realizada a calibração pelo VU meter do audiômetro. A análise dos resultados das provas foi de acordo com o proposto pelos autores da adaptação do protocolo GASP, no qual, em cada prova o desempenho poderia ser de 0 a 100% e foi aplicada a prova seguinte quando o indivíduo obteve um percentual de acerto de 50% ou mais na prova aplicada.

4.2.3 Análise Estatística

A análise das variações interavaliadoras foi realizada pelo método estatístico de Kappa, que avalia a concordância entre as avaliadoras por meio da análise pareada e apresenta a porcentagem e a força de concordância, que é interpretada pelo valor de Kappa. A Tabela 3 apresenta a interpretação dos valores de Kappa segundo Landis e Koch (1977).

Tabela 3 - Valores de Kappa e a força de concordância segundo Landis e Koch (1977)

Kappa	Força de Concordância
<0.00	Pobre
0.00–0.20	Desprezível
0.21–0.40	Fraca
0.41–0.60	Moderada
0.61–0.80	Substancial
0.81–1.00	Quase perfeita

Para verificar o erro sistemático e o erro casual das análises interavaliadoras foi utilizado o teste t pareado e o cálculo de erro proposto por Dahlberg (1940), respectivamente. O erro sistemático é significativo e sua interpretação indica que uma avaliadora tende a identificar valores maiores quando $p < 0,05$. O erro casual é um valor “médio” do erro de marcação dos componentes apresentado na mesma unidade em que foi medido, nesse estudo a latência em ms e a amplitude em μV .

Para verificar a distribuição das diferenças, a fim de determinar se seriam utilizados testes paramétricos ou não paramétricos, foi utilizado o teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov (CHAKRAVARTI; LAHA; ROY, 1967).

Para analisar as variáveis tempo de uso do IC e tempo de privação sensorial auditiva com o componentes P_1 dos PEALL, foi utilizado a Correlação de Pearson.

Foi utilizado o procedimento de agrupamento das k-médias para alocar os indivíduos em grupos considerando os resultados do protocolo de percepção de fala GASP. Após o agrupamento dos indivíduos, foi realizado o teste t de Student entre os grupos considerando os componentes do PEALL.

Foi adotado como nível de significância $p \leq 0,05$.

5 Resultados

5 RESULTADOS

Os valores de latência e amplitude do componente P_1 dos PEALL, os limiares audiométricos obtidos anteriores à cirurgia de IC, o desempenho no protocolo de percepção de fala GASP para cada indivíduo e os tempos de privação sensorial e uso do IC encontram-se nos Apêndices A e B.

No teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov (CHAKRAVARTI; LAHA; ROY, 1967) foi verificado que todos os dados passaram pelo teste, ou seja, apresentaram distribuição normal. Desse modo, para as análises posteriores foram utilizados testes paramétricos.

5.1 MORFOLOGIA DOS REGISTROS

Os registros foram analisados quanto à ocorrência ou não do componente P_1 e quando presente foi analisada a latência e a amplitude.

As Figuras 1 (A) e 1 (B) apresentam os registros obtidos dos PEALL, no qual foi claramente identificado o componente P_1 e com ausência do componente, respectivamente.

Figura 1 - (A) Registro dos PEALL do indivíduo seis, com identificação do componente P_1 evocado por estímulo de fala; (B) Registro do indivíduo quatro, com ausência de resposta neural

5.2 CONCORDÂNCIA INTERAVALIADORAS

5.2.1 Ocorrência dos PEALL

Na análise da concordância da ocorrência dos PEALL considerando as análises da autora do estudo (1ª avaliadora) e da avaliadora experiente em eletrofisiologia da audição (2ª avaliadora), foi utilizada a estatística Kappa com os resultados apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Porcentagem de Concordância, valor de Kappa e tipo de concordância segundo classificação de Landis e Koch (1977) para a identificação do componente P₁ do PEALL

Porcentagem de Concordância	Kappa	Concordância
92,86	0,76	Substancial

5.2.2 Erro Sistemático e Erro Casual

Após a análise de concordância da ocorrência, nos indivíduos que o componente foi identificado pelas duas avaliadoras, foi realizada a análise do erro sistemático e erro casual. A Tabela 5 apresenta a média e desvio padrão da latência e amplitude do componente P₁, assim como os resultados do cálculo do erro sistemático e do erro casual.

Tabela 5 - Média e desvio padrão da latência (Lat) e amplitude (Ampl) do componente P₁, diferença média das duas avaliações, teste t pareado e erro de Dahlberg (1940) para avaliar o erro sistemático e o erro casual

	1ª avaliadora		2ª avaliadora		diferença	t	p	erro casual
	média	DP	média	DP				
Lat	110,00	29,506	107,45	28,133	-2,545	0,955	0,362	6,22
Amp	2,80	1,358	2,83	1,372	0,029	0,335	0,744	0,20

*p≤0,05: estatisticamente significante

Como houve concordância entre as avaliadoras, para a análise, serão considerados os valores obtidos pela pesquisadora.

5.3 ANÁLISE DESCRITIVA

A Tabela 6 apresenta a média, desvio padrão, mínimo e máximo da latência e amplitude do componente P_1 dos PEALL, do tempo de privação sensorial e do tempo de uso do IC.

Tabela 6 - Média, desvio padrão, mínimo e máximo da latência e amplitude do componente P_1 dos PEALL e do tempo de privação sensorial e do tempo de uso do IC

	Média	DP	Mínimo	Máximo
Tempo privação sensorial	43,14	15,431	23	75
Tempo uso do IC	51,50	17,172	20	75
Latência	109,41	28,205	67	166
Amplitude	2,71	1,333	0,8	5,45

5.4 ANÁLISE INFERENCIAL

5.4.1 Correlação do tempo de privação sensorial auditiva com o componente P_1 dos PEALL

Ao realizar a Correlação de Pearson do tempo de privação sensorial auditiva com o componente P_1 do PEALL, considerando a latência e amplitude do mesmo, foi obtido resultado significativo para a latência com correlação positiva. Os valores de p e r estão descritos na Tabela 7.

Tabela 7 - Valores de p e de r obtidos na Correlação de Pearson da latência e amplitude do componente P_1 com o tempo de privação sensorial

	Valor de p	Valor de r
Latência	0,007*	0,7278
Amplitude	0,171	-0,4224

* $p \leq 0,05$: estatisticamente significativa

O Gráfico 1 mostra a correlação positiva do tempo de privação sensorial com a latência do componente P_1 .

* $p \leq 0,05$: estatisticamente significante

Gráfico 1 - Dispersão entre os valores de latência e o tempo de privação sensorial, com reta estimada

5.4.2 Correlação do tempo de uso do IC com o componente P₁ do PEALL

Ao realizar a Correlação de Pearson do tempo de uso do IC com o componente P₁ dos PEALL, considerando a latência e amplitude do mesmo, não foi obtido resultado significativo nos dados analisados. Os valores de p e r estão descritos na Tabela 8.

Tabela 8 - Valores de p e de r obtidos na Correlação de Pearson da latência e amplitude do componente P₁ com o tempo de uso do IC

	Valor de p	Valor de r
Latência	0,181	0,4142
Amplitude	0,921	0,0323

* $p \leq 0,05$: estatisticamente significante

5.4.3 Comparação do desempenho no protocolo GASP com o componente P₁ do PEALL

Após os indivíduos serem alocados em dois grupos pelo procedimento de agrupamento das k -médias de acordo com o desempenho no protocolo GASP (Tabela 9 e gráfico 2), foi realizado o teste t de Student entre os grupos e constatou-se diferença significativa quando comparado a latência do componente P₁, com valor

de $p=0,022^*$, sendo que o Grupo 1 apresenta valores de latência maiores do que o Grupo 2.

Tabela 9 - Agrupamento dos indivíduos de acordo com o desempenho no protocolo GASP, alocados pelo procedimento das k-médias

Grupo	Indivíduos
Grupo 1	5, 6, 9, 10 e 11
Grupo 2	1, 2, 3, 4, 7, 8, 12, 13 e 14

Gráfico 2 - Média, mínimo, máximo e desvio padrão do desempenho do Grupo 1 e do Grupo 2 definido pelo procedimento das k-médias nas provas 5 e 6 do protocolo GASP

6 Discussão

6 DISCUSSÃO

O desenvolvimento e a organização neural das estruturas corticais são dependentes de experiências sensoriais, ou seja, esse processo ocorre guiado pela estimulação proveniente do meio ambiente (EGGERMONT; PONTON, 2003).

A deficiência auditiva ocorrendo no período de maior plasticidade, ou seja, nos primeiros anos de vida, acarretará em uma privação sensorial que impedirá o normal crescimento e o início das conexões necessárias para formar um sistema sensorial funcional.

Dessa forma, a alteração anatômica e funcional decorrente da privação sensorial no período crítico do desenvolvimento, não permitirá que a criança com deficiência auditiva explore todo o seu potencial e todas as possibilidades que uma prótese auditiva, como o implante coclear, por exemplo, pode oferecer, visto que o sistema nervoso não foi suficientemente treinado para analisar a atividade elétrica aferente (SHARMA et al., 2002a; 2002b; 2004). É importante ressaltar que, caso o desenvolvimento das estruturas auditivas centrais não ocorra normalmente, pode-se presumir que as habilidades perceptuais que são a base para a percepção e produção da fala também não se desenvolverão normalmente.

Por outro lado, quando o diagnóstico e a intervenção ocorre precocemente, a restauração da função pode ser possível com o implante coclear, isto enquanto o sistema auditivo central permanecer com sua maior plasticidade e os efeitos da degeneração não tenham acontecido completamente (GILLEY et al., 2008).

Nos últimos anos, a pesquisa dos PEALL tem sido utilizada para estudar o processo maturacional do sistema auditivo central em indivíduos ouvintes e com histórico de privação sensorial, relacionando os achados com o desempenho lingüístico. O componente P_1 dos PEALL, gerado pelo tálamo auditivo e fontes corticais, tem sido utilizado como um biomarcador para inferir no processo maturacional das estruturas auditivas em infantis e crianças (DORMAN et al., 2007).

Inúmeros estudos foram realizados com indivíduos com perda auditiva sensorial usuários de implante coclear, nos quais foi constatado que quanto menor o tempo de privação, o componente P_1 terá um comportamento semelhante ao de crianças ouvintes, com correlação significativa com o desempenho de percepção de fala (GROENEN et al., 1996; KILENY et al., 1997; OKUSA et al., 1999; BEYNON et al., 2002; MAURER et al., 2002; PANTEV et al., 2002; SHARMA et al., 2004; SINGH et al., 2004; GORDON et al., 2005; KELLY et al., 2005; ROMAN et al., 2005; MCNEILL et al., 2007; GORDON et al., 2008; KURNAZ et al., 2009; MCNEILL et al., 2009).

O ENA trata-se de uma alteração no sistema auditivo que se caracteriza pelo comprometimento da sincronia neural que é a base para o aparecimento do potencial de ação composto do nervo auditivo, ou seja, a atividade elétrica que ocorre no momento da codificação da energia elétrica existente na cóclea em impulsos elétricos, que ocorrerão sucessivamente até o córtex auditivo.

É possível supor que, na criança com ENA congênita também ocorrerá uma privação sensorial e conseqüentemente uma alteração no processo maturacional das estruturas do sistema auditivo central. Estudos com os PEALL e indivíduos com ENA fazendo uso do AASI demonstrou aumento na latência do componente P_1 em alguns indivíduos demonstrando que o sistema auditivo central está respondendo aquém do esperado, com correlação significativa com a percepção de fala (RANCE et al., 2002; SHARMA et al., 2011).

O presente estudo caracterizou o componente P_1 dos PEALL em indivíduos com ENA usuários de IC e correlacionou-o com o desempenho na percepção de fala e, secundariamente, com diferentes variáveis.

Inicialmente, os registros do P_1 obtidos neste estudo foram analisados pela pesquisadora e por um juiz para que se pudesse verificar a concordância interavaliadora. Conforme observado nas Tabelas 4 e 5, houve forte concordância (Kappa=0,76, substancial), com erro sistemático não significativo para latência e amplitude ($p=0,362$, $p=0,744$) e erro casual de 6,22 ms para a latência e 0,2 μV para a amplitude, o que confirma a confiabilidade interavaliadora na análise do registro,

aspecto importante ao considerarmos a subjetividade da análise dos potenciais evocados auditivos.

Desse modo, foi possível registrar o componente P_1 em 85,7% das crianças com ENA, o que demonstra que a estimulação elétrica proveniente do IC supriu a dessincronia neural inicial e gerou o componente P_1 com morfologia típica, conforme observado em indivíduos com perda auditiva sensorial usuários de implante coclear (KELLY et al., 2005; GORDON et al., 2008; MAURER et al., 2002), em crianças ouvintes (MICHALEWSKI et al., 2005; NARNE; VANAJA, 2008) e em crianças com ENA com AASI (RANCE et al., 2002; SHARMA et al., 2011).

Nas crianças com diagnóstico de ENA, a indicação do IC requer a certeza de que o AASI não trará benefícios para a percepção de fala, resultado observado em um percentual pequeno de crianças, mas passível de ocorrer. Esse fato reflete diretamente na idade de indicação do IC, normalmente por volta dos dois anos de idade conforme recomendações internacionais da *NHS Confederation (2008)*, e consequentemente no tempo de privação sensorial.

No presente estudo, conforme descrito na Tabela 7, foi observada correlação significativa e positiva ($p=0,007^*$, $r=0,7278$) entre o tempo de privação sensorial auditiva e a latência do componente P_1 , sendo que, quanto maior o tempo de privação sensorial, maior é a latência do componente P_1 . Esse resultado vem confirmar que a dessincronia observada nessas crianças também pode levar a um padrão anormal de maturação do sistema auditivo (EGGERMONT et al., 1997; SHARMA et al., 2005; GORDON et al., 2008). Assim, esse dado é importante e deve ser considerado nas tomadas das decisões clínicas com os indivíduos com ENA para qual é o momento adequado para submeter à criança à cirurgia de IC. Deve-se questionar se, a realização por um tempo prolongado, de teste com os AASIs, nessa população, antes da indicação do IC, não estaria deixando de estimular o sistema auditivo em período determinante para o desenvolvimento das estruturas corticais e aquisição das habilidades auditivas e de linguagem.

Entretanto, não foi observada correlação do componente P_1 com o tempo de uso do IC (Tabela 7) como descrito na literatura (PONTON et al., 1996; EGGERMONT et al., 1997; SHARMA et al., 2002a, 2005; BAUER et al., 2006),

provavelmente porque, para esse aspecto, deve-se considerar outras variáveis inerentes à questão do uso do IC, como a estimulação que a criança recebe, a colaboração e envolvimento familiar, a participação em terapia fonoaudiológica, entre outros.

Ao analisar os grupos que foram alocados de acordo com o desempenho no protocolo de percepção de fala GASP e correlacioná-los com os componentes do PEALL, foi observado que o desenvolvimento que ocorre nas estruturas centrais do sistema auditivo frente à estimulação, verificado pelo componente P_1 , é refletido em um melhor desempenho nas habilidades auditivas comportamentais (RANCE et al., 2002; KUMAR; JAYARAM, 2005; GORDON et al., 2005; NARNE; VANAJA, 2008), ou seja, quanto menor a latência do P_1 melhor foi o desempenho apresentado no protocolo GASP.

Neste estudo, foi constatada ausência de resposta neural em duas crianças (14,3%), com diferentes desempenhos na percepção de fala, considerando a prova 6 (compreensão de sentenças) do protocolo GASP, com valor 0 e 100%. O achado inesperado entre a ausência do componente P_1 em uma criança com adequada habilidade de fala, a princípio, pode ser justificada pela forma como o PEALL foi evocado, ou seja, por meio de um paradigma passivo, no qual a criança não foi solicitada a prestar atenção ao estímulo apresentado. Michalewski et al. (2005) demonstraram que a atenção ao estímulo pode ter um grande efeito no registro dos potenciais corticais em indivíduos com ENA, passando de ausência para a presença de resposta, mesmo que com latência aumentada, quando os indivíduos foram orientados a prestar atenção ao estímulo.

A correlação do componente P_1 com o desempenho na percepção de fala é de extrema importância, visto que na criança com ENA a determinação do ganho funcional com o AASI, ou seja, do limiar audiométrico comportamental para as frequências da fala com a criança utilizando o AASI, não tem valor preditivo para o desempenho na percepção de fala, diferentemente da perda auditiva sensorial que, quanto mais rebaixado o limiar audiométrico, pior esse desempenho. Assim, como constatado em crianças com perda auditiva sensorial, em crianças com ENA o componente P_1 pode servir como um preditor no desempenho da criança usuária de

IC para a percepção de fala (RANCE et al., 2002; MICHALEWSKI et al., 2009; PEARCE et al., 2007; CONE, 2008).

7 Conclusões

7 CONCLUSÕES

Os resultados do presente estudo possibilitaram a caracterização do componente P_1 dos PEALL dos indivíduos participantes, bem como verificar a correlação significativa entre a latência do componente P_1 com o desempenho na percepção de fala e o tempo de privação sensorial. Em crianças com ENA, o componente P_1 pode servir como um preditor do desenvolvimento das estruturas auditivas corticais bem como do desempenho da criança usuária de IC para a percepção de fala.

Referências

REFERÊNCIAS

BAUER, P. *et al.* Central auditory development in children with bilateral cochlear implants. **Arch Otolaryngol Head Neck Surg**, Chicago, v. 132, n. 10, p. 1133-6, Oct 2006.

BANHARA, M. R. **Potenciais auditivos de longa latência: N1, P2, N2 e P300 evocados por estímulo de fala em usuários de implante coclear.** 2007. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

BEVILACQUA, M. C.; TECH, E. A. Elaboração de um procedimento de avaliação de percepção de fala em crianças deficientes auditivas profundas a partir de cinco anos de idade. In: MARCHESAN, I. Q.; ZORZI, J. M.; GOMES, I. C. D. (Org.). **Tópicos em Fonoaudiologia**. São Paulo: Lovise, 1996. p. 411-33.

BERLIN, C. *et al.* Auditory neuropathy/dys-synchrony: diagnosis and management. **Ment Retard Dev Disabil Res Rev**, New York, v. 9, n. 4, p. 225-31, 2003.

BEYNON, A. *et al.* Evaluation of cochlear implant benefit with auditory cortical evoked potentials. **Int J Audiol**, Hamilton, v. 41, n. 7, p. 429-35, Oct 2002.

BURDO, S. *et al.* Auditory cortical responses in patients with cochlear implants. **Acta Otorhinolaryngol Ital**, Pisa, v. 26, n. 2, p. 69-77, Apr 2006.

CONE, B. The electrophysiology of auditory neuropathy spectrum disorder. In: **Guidelines for identification and management of infants and young children with auditory neuropathy spectrum disorder**. Aurora: NHS Confederation, 2008. p. 20-7.

COX, R. M. Evidence-based practice in provision of amplification. **J Am Acad Audiol**, Burlington, v. 16, n. 7, p. 419-38, Jul 2005.

DAHLBERG, G. **Statistical methods for medical and biological students**. New York: Interscience, 1940.

DORMAN, M. F. *et al.* Central auditory development: evidence from CAEP measurements in children fit with cochlear implants. **J Commun Disord**, Amsterdam, v. 40, n. 4, p. 284-94, 2007 Jul-Aug 2007.

EGGERMONT, J. *et al.* Maturational delays in cortical evoked potentials in cochlear implant users. **Acta Otolaryngol**, London, v. 117, n. 2, p. 161-3, Mar 1997.

EGGERMONT, J. J.; PONTON, C. W. Auditory-evoked potential studies of cortical maturation in normal hearing and implanted children: correlations with changes in structure and speech perception. **Acta Otolaryngol**, London, v. 123, n. 2, p. 249-52, Jan 2003.

ERBER, N.P. **Auditory Training**. Washington: Alexander Graham Bell Association for the Deaf, 1982.

FRIESEN, L.; TREMBLAY, K. Acoustic change complexes recorded in adult cochlear implant listeners. **Ear Hear**, Baltimore, v. 27, n. 6, p. 678-85, Dec 2006.

GILLEY, P. M. *et al.* Cortical reorganization in children with cochlear implants. **Brain Res**, Amsterdam, v. 1239, p. 56-65, Nov 2008.

GORDON, K. *et al.* Atypical cortical responses underlie poor speech perception in children using cochlear implants. **Neuroreport**, Oxford, v. 16, n. 18, p. 2041-5, Dec 2005.

_____. Characterizing responses from auditory cortex in young people with several years of cochlear implant experience. **Clin Neurophysiol**, Amsterdam, v. 119, n. 10, p. 2347-62, Oct 2008.

GROENEN, P. *et al.* The relation between electric auditory brain stem and cognitive responses and speech perception in cochlear implant users. **Acta Otolaryngol**, London, v. 116, n. 6, p. 785-90, Nov 1996.

Guidelines Development Conference at NHS, 2008, Como, Italy. **Guidelines for identification and management of infants and young children with auditory neuropathy spectrum disorder**. Aurora, 2008.

GUIRAUD, J. *et al.* Effects of auditory pathway anatomy and deafness characteristics? Part 2: On electrically evoked late auditory responses. **Hear Res**, Amsterdam, v. 228, n. 1-2, p. 44-57, Jun 2007.

HOOD, L. J. Auditory Neuropathy: What is it and what can we do about it? **Hear J**, Harvard, v. 51, n. 8, p. 10-8, 1998.

_____. Suppression of otoacoustic emissions in normal individuals and in patients with auditory disorders. In: **Otoacoustic Emissions: Clinical Applications**. New York: Thieme, 2000. p. 325-46.

KELLY, A. *et al.* Electrophysiological and speech perception measures of auditory processing in experienced adult cochlear implant users. **Clin Neurophysiol**, Amsterdam, v. 116, n. 6, p. 1235-46, Jun 2005.

KILENY, P. *et al.* Cognitive evoked potentials to speech and tonal stimuli in children with implants. **Otolaryngol Head Neck Surg**, Rochester, v. 117, n. 3 Pt 1, p. 161-9, Sep 1997.

KRAUS, N. *et al.* Consequences of neural asynchrony: a case of auditory neuropathy. **J Assoc Res Otolaryngol**, New York, v. 1, n. 1, p. 33-45, Aug 2000.

KUMAR, A. U.; JAYARAM, M. Auditory processing in individuals with auditory neuropathy. **Behav Brain Funct**, London, v. 1, p. 21, 2005.

KURNAZ, M. *et al.* Evaluation of cochlear implant users' performance using middle and late latency responses. **Eur Arch Otorhinolaryngol**, Heidelberg, v. 266, n. 3, p. 343-50, Mar 2009.

MARTIN, B. Can the acoustic change complex be recorded in an individual with a cochlear implant? Separating neural responses from cochlear implant artifact. **J Am Acad Audiol**, Burlington, v. 18, n. 2, p. 126-40, Feb 2007.

MAURER, J. *et al.* Auditory late cortical response and speech recognition in Digisonic cochlear implant users. **Laryngoscope**, St. Louis, v. 112, n. 12, p. 2220-4, Dec 2002.

MCNEILL, C. *et al.* Are cortical auditory evoked potentials useful in the clinical assessment of adults with cochlear implants? **Cochlear Implants Int**, London, v. 10 Suppl 1, p. 78-84, 2009.

_____. Cortical auditory evoked responses from an implanted ear after 50 years of profound unilateral deafness. **Cochlear Implants Int**, London, v. 8, n. 4, p. 189-99, Dec 2007.

MICCO, A. *et al.* Speech-evoked cognitive P300 potentials in cochlear implant recipients. **Am J Otol**, Philadelphia, v. 16, n. 4, p. 514-20, Jul 1995.

MICHALEWSKI, H. J. *et al.* Auditory temporal processes in normal-hearing individuals and in patients with auditory neuropathy. **Clin Neurophysiol**, Amsterdam, v. 116, n. 3, p. 669-80, Mar 2005.

_____. N100 cortical potentials accompanying disrupted auditory nerve activity in auditory neuropathy (AN): effects of signal intensity and continuous noise. **Clin Neurophysiol**, Amsterdam, v. 120, n. 7, p. 1352-63, Jul 2009.

NARNE, V. K.; VANAJA, C. Speech identification and cortical potentials in individuals with auditory neuropathy. **Behav Brain Funct**, London, v. 4, p. 15, 2008.

OKUSA, M. *et al.* Effects of discrimination difficulty on cognitive event-related brain potentials in patients with cochlear implants. **Otolaryngol Head Neck Surg**, Rochester, v. 121, n. 5, p. 610-5, Nov 1999.

PANTEV, C. *et al.* Acoustically and electrically evoked responses of the human cortex before and after cochlear implantation. **Hear Res**, Amsterdam, v. 171, n. 1-2, p. 191-5, Sep 2002.

PEARCE, W. *et al.* Cortical auditory evoked potentials in the assessment of auditory neuropathy: two case studies. **J Am Acad Audiol**, Burlington, v. 18, n. 5, p. 380-90, May 2007.

PELIZZONE, M. *et al.* Bilateral electrical stimulation of a congenitally-deaf ear and of an acquired-deaf ear. **Acta Otolaryngol**, London, v. 111, n. 2, p. 263-8, 1991.

PONTON, C. *et al.* Auditory system plasticity in children after long periods of complete deafness. **Neuroreport**, Oxford, v. 8, n. 1, p. 61-5, Dec 1996 a.

_____. Maturation of human cortical auditory function: differences between normal-hearing children and children with cochlear implants. **Ear Hear**, Baltimore, v. 17, n. 5, p. 430-7, Oct 1996 b.

_____. Maturation of human central auditory system activity: separating auditory evoked potentials by dipole source modeling. **Clin Neurophysiol**, Amsterdam, v. 113, n. 3, p. 407-20, Mar 2002.

QUINTINO, C. A. **Desenvolvimento de um software para avaliação da percepção de fala em crianças deficientes auditivas**. 2007. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

RANCE, G. *et al.* Speech perception and cortical event related potentials in children with auditory neuropathy. **Ear Hear**, Baltimore, v. 23, n. 3, p. 239-253, Jun 2002.

ROMAN, S. *et al.* Relationship between auditory perception skills and mismatch negativity recorded in free field in cochlear-implant users. **Hear Res**, Amsterdam, v. 201, n. 1-2, p. 10-20, Mar 2005.

SANTOS, K. T. P. *et al.* Avaliação da percepção de fala no ruído em diferentes posições em adultos com implante coclear. **Arq Int Otorrinolaringol**, São Paulo, v. 13, n. 1, p. 16-23, 2009.

SHARMA, A. *et al.* Rapid development of cortical auditory evoked potentials after early cochlear implantation. **Neuroreport**, Oxford, v. 13, n. 10, p. 1365-8, Jul 2002a.

_____. A sensitive period for the development of the central auditory system in children with cochlear implants: implications for age of implantation. **Ear Hear**, Baltimore, v. 23, n. 6, p. 532-9, Dec 2002b.

_____. Central auditory maturation and babbling development in infants with cochlear implants. **Arch Otolaryngol Head Neck Surg**, Chicago, v. 130, n. 5, p. 511-6, May 2004.

_____. The influence of a sensitive period on central auditory development in children with unilateral and bilateral cochlear implants. **Hear Res**, Amsterdam, v. 203, n. 1-2, p. 134-43, May 2005.

_____. Cortical maturation and behavioral outcomes in children with auditory neuropathy spectrum disorder. **Int J Audiol**, Hamilton, v. 50, n. 2, p. 98-106, Feb 2011.

SINGH, S. *et al.* Event-related potentials in pediatric cochlear implant patients. **Ear Hear**, Baltimore, v. 25, n. 6, p. 598-610, Dec 2004.

SININGER, Y. S. *et al.* Hearing Loss due to Auditory Neuropathy. **Audiol Today**, Burlington, v. 7, p. 10-3, 1995.

SININGER, Y.; TRAUTWEIN, P. Electrical stimulation of the auditory nerve via cochlear implants in patients with auditory neuropathy. **Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl**, St. Louis, v. 189, p. 29-31, May 2002.

SPINELLI, M.; FÁVERO-BREUEL, M. L.; SILVA, C. M. S. Neuropatia auditiva: aspectos clínicos, diagnósticos e terapêuticos. **Rev Bras Otorrinolaringol**, São Paulo, v. 67, n. 6, p. 863-7, 2001.

STARR, A. *et al.* Auditory neuropathy. **Brain**, London, v. 119 (Pt 3), p. 741-53, Jun 1996.

VENTURA, L. M. P.; COSTA FILHO, O. A.; ALVARENGA, K. F. Maturação do sistema auditivo central em crianças ouvintes normais. **Pro Fono**, Carapicuíba, v. 21, p. 101-6, 2009.

VLASTARAKOS, P. *et al.* Auditory neuropathy: endocochlear lesion or temporal processing impairment? Implications for diagnosis and management. **Int J Pediatr Otorhinolaryngol**, Amsterdam, v. 72, n. 8, p. 1135-50, Aug 2008.

Bibliografia Consultada

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

CHAKRAVARTI, I. M.; LAHA, R. G.; ROY, J. **Handbook of methods of applied Statistics**. Volume I. John Wiley and Sons, 1967. p. 392-94.

COX, R. M. Waiting for evidence-based practice for your hearing aid fittings? It's here! **Hear J**, Harvard, v. 57, n. 8, p. 10-7, 2004.

FLEISS, J. L. **Statistical methods for rates and proportions**. New York: John Wiley & Sons, 1973.

LANDIS, J. R.; KOCH, G. G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, Princeton, v. 33, p. 159-174, 1977.

Apêndices

APÊNDICE A – Caracterização da casuística quanto ao tempo de privação sensorial, tempo de uso do IC e desempenho em porcentagem nas Provas 1, 5 e 6 do protocolo de percepção de fala GASP.

n	Tempo privação sensorial (meses)	Tempo uso IC (meses)	GASP Prova 1 /a/	GASP Prova 1 /i/	GASP Prova 1 /u/	GASP Prova 1 /s/	GASP Prova 1 /ʒ/	GASP Prova 1 /m/	GASP Prova 5	GASP Prova 6
1	34	65	100	100	100	100	100	100	100	100
2	49	24	100	100	100	100	100	100	100	60
3	24	41	100	100	100	100	100	100	100	100
4	37	63	100	100	100	100	100	100	100	100
5	47	75	100	100	100	100	100	100	100	10
6	75	56	100	100	60	60	100	60	8,3	0
7	24	53	100	100	100	100	100	100	100	100
8	23	48	100	100	100	100	100	100	100	100
9	39	29	100	100	100	100	100	100	41,7	0
10	37	20	100	100	100	100	100	100	41,7	0
11	41	65	100	100	100	100	100	100	100	30
12	63	70	100	100	100	100	100	100	100	90
13	58	55	100	100	100	100	100	100	100	60
14	53	57	100	100	100	100	100	100	100	100

APÊNDICE B – Caracterização da casuística quanto à latência (L) e amplitude (A) do componente P_1 , mensurados pelas duas avaliadoras, e limiares audiométricos em dB NA obtidos em campo livre anteriormente à cirurgia de IC nas frequências de 500, 1k, 2k e 4kHz.

n	P₁L1	P₁L2	P₁A1	P₁A2	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz
1	67	66	1,95	2,74	90	100	110	105
2	83	85	0,8	0,83	75	85	75	90
3	95	95	3,91	3,91	60	90	90	90
4	↓	↓	↓	↓	100	↓	↓	↓
5	134	105	1,5	1,04	90	85	↓	↓
6	166	166	2,49	2,49	90	90	↓	↓
7	91	91	3,87	3,87	90	95	90	↓
8	86	88	5,45	5,43	90	↓	↓	↓
9	↓	↓	↓	↓	80	85	100	100
10	102	102	2,49	2,49	90	90	↓	↓
11	135	135	2,03	2,03	85	95	90	↓
12	132	131	4,06	4,03	↓	↓	↓	↓
13	119	118	2,29	2,3	75	90	105	90
14	103	↓	1,7	↓	70	85	↓	↓

Legenda: ↓: ausente.

Anexos

ANEXOS

ANEXO A – Ofício do Comitê de Ética em Pesquisa para inclusão da autora no projeto de pesquisa (Processo nº 181/2004).

Universidade de São Paulo
Faculdade de Odontologia de Bauru
Al. Dr. Octávio Pinheiro Brisolla, 9-75 – Bauru-SP – Brasil – CEP 17012-901 – C.P. 73
PABX (0XX14)3235-8000 – FAX (0XX14)3223-4679
Comitê de Ética em Pesquisa (14)3235-8356
e-mail: mferrari@fob.usp.br

Proc. CEP nº 181/2004

Bauru, 26 de agosto de 2009.

Senhora Professora,

Em atenção à solicitação de Vossa Senhoria para alterações no projeto de pesquisa **“Plasticidade e desenvolvimento do sistema auditivo central em crianças usuárias de implante coclear e crianças com audição normal: Estudo eletrofisiológico e comportamental”**, de sua autoria juntamente à Profª Drª Maria Cecília Bevilacqua; Prof. Dr. Orozimbo Alves Costa; Profª Drª Adriane L. Mortari Moret e Dr. Paul Kileny, informamos que somos favoráveis, tendo em vista não haver impedimentos éticos, quais sejam:

Inclusão das Fonoaudiólogas *Raquel Beltrão Amorim* e *Raquel Sampaio Agostinho-Pesse*, no desenvolvimento dos trabalhos:

- 1) O DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA AUDITIVO CENTRAL EM CRIANÇAS COM DESORDEM DO ESPECTRO DA NEUROPATIA AUDITIVA USUÁRIAS DO IMPLANTE COCLEAR, a ser realizado pela Fgª Raquel Beltrão Amorim;
- 2) POTENCIAL EVOCADO DE LONGA LATÊNCIA PARA O ESTÍMULO DE FALA APRESENTADO COM DIFERENTES TRANSDUTORES EM CRIANÇAS NORMAIS, a ser realizado pela Fgª Raquel Sampaio Agostinho-Pesse.

Lembramos que, qualquer outra alteração no trabalho de pesquisa deverá ser comunicada ao CEP-FOB/USP, bem como ao final do trabalho enviar um Relatório para novo parecer, o qual será utilizado para publicação científica.

Atenciosamente,

Profª Drª Maria Teresa Atta
Coordenadora

Profª Drª Kátia de Freitas Alvarenga
Docente do Departamento de Fonoaudiologia

ANEXO B – Folha de registro das respostas da Prova 1 do protocolo GASP.

AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO DE FALA EM CRIANÇAS DEFICIENTES AUDITIVAS PROFUNDAS A PARTIR DE 5 ANOS DE IDADE – ADAPTAÇÃO GASP (Tech, EA; Bevilacqua, MC, 1996)

Prova 1: DETECÇÃO DOS SONS DO LING

	s	a	m	ç	m	i	m	u	u	a	m	ç	a	s	a	s	i	s	u	ç	u	i	m	i	s	u	i	ç	ç	a
I																														
C																														

RESPOSTAS:

	/a/	/i/	/u/	/s/	/ç/	/m/
IC	%	%	%	%	%	%

PROVA 5: RECONHECIMENTO DE PALAVRAS

[illegible]

ANEXO D – Folha de registro das respostas da Prova 6 do protocolo GASP.

PROVA 6: COMPREENSÃO DE SENTENÇAS

Treinamento:

1. Qual o nome da sua professora?
2. Onde está a sua boca?
3. Quantos irmãos você tem?

QUESTÕES	Resposta	Comentários
1. Qual o seu nome?		
2. Quantos anos você tem?		
3. Qual a cor do seu sapato?		
4. Onde você mora?		
5. Com quem você veio?		
6. Qual o nome do seu irmão?		
7. Onde está o seu aparelho auditivo/papapá?		
8. Onde está a mamãe?		
9. Você está na escola?		
10. Vamos contar de 1 a 5?		

SCORE
%