UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE BAURU

THAIS MAIA

**Complexo P1-N1-P2 em usuários de implante coclear bilateral com
ativação sequencial: estudo longitudinal em adolescentes**

BAURU
2016

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE BAURU

THAIS MAIA

**Complexo P1-N1-P2 em usuários de implante coclear bilateral com
ativação sequencial: estudo longitudinal em adolescentes**

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

Orientador: Prof. Dr. Orozimbo Alves Costa Filho

BAURU
2016

Maia, Thaís
M28c Complexo P1-N1-P2 em usuários de implante
coclear bilateral com ativação sequencial: estudo
longitudinal em adolescentes./ Thaís Maia. – Bauru,
2016.
94 p. : il. ; 31cm.

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

Orientador: Prof. Dr. Orozimbo Alves Costa
Filho

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 da FOB-USP
Protocolo nº:
Data:

DEDICATÓRIA

A **Deus**, por iluminar minha jornada com ensinamentos e pessoas maravilhosas.

Aos meus amados pais, **Carlos Magno e Fátima**, por todo amor e apoio incondicional. Vocês são meus maiores exemplos, meus verdadeiros mestres. Obrigada pelas palavras de consolo e incentivo, pelos conselhos valiosos, por compreenderem a minha ausência nestes anos e por sempre me incentivar nas minhas escolhas. Amo vocês imensamente!

Aos meus queridos avós, **Eunam e Antônio Carlos**, a minha tia **Débora** e demais familiares por todo o amor, carinho e incentivo.

AGRADECIMENTOS

À **Universidade de São Paulo, especialmente à Faculdade de Odontologia de Bauru e o Departamento de Fonoaudiologia**, por ter proporcionado apoio técnico e científico de excelência para minha formação acadêmica e profissional.

À **Comissão Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Fonoaudiologia**, pelo meu aprendizado e dedicação dos membros para o aprimoramento dos programas de pós-graduação oferecidos por esta unidade.

Ao **Prof. Dr. Orozimbo Alves da Costa**, por me conduzir durante a realização deste trabalho. Muito obrigada pela preocupação, incentivo e compreensão nos momentos de orientações acadêmicas e profissionais.

À **Profa Dra Kátia de Freitas Alvarenga**, pelos momentos valiosos de ensino, discussão e orientação e por ter despertado em mim o amor que sinto pela audilogia.

À equipe da **Seção de Implante Coclear** do Centro de Pesquisas Audiológicas, pela consulta de dados sempre realizados com muita rapidez pela **Rô**, pelo carinho das secretárias **Adabiana e Claudia**, pelos momentos de amizade e crescimento profissional com os alunos dos cursos de pós-graduação, pela disponibilidade nos momentos de dúvidas das profissionais **Luzia, Karina, Liege e Eliene**, e por todo o apoio, auxílio, ensino e paciência nas pesquisas realizadas neste mestrado pelas Fonoaudiólogas **Bete e Leandra**.

À psicóloga **Midori**, por me ajudar com seus conselhos em momentos difíceis da minha vida.

Aos **pacientes e suas famílias**, por terem contribuído de forma tão gentil com este estudo. Muito obrigada pela paciência e compreensão durante as avaliações.

À fonoaudióloga **Raquel Agostinho** pelos momentos de ensino e por ter me auxiliado inúmeras vezes em situações técnicas e pessoais.

À fonoaudióloga **Alana** e ao otorrinolaringologista **Fernão** pela convivência e muito aprendizado na Clínica de Audiologia Infantil.

Às secretárias do Departamento de Fonoaudiologia **Karina, Renata e**

Claudia, por toda a ajuda prestada.

Aos queridos amigos **Vanessa Destro, Mary Rê, Taciane Alves, Mariane Pachelli, Mahyara Jacob, Priscila Takemoto, Luana Caetano, Daniela Brioschi, Luiz Gustavo e Rafael Natal**, por toda a paciência, alegria, compreensão e ajuda.

À minha estimada amiga **Amanda Giorgetto, por ouvir meus desabafos, ajuda com as coletas e incentivo acadêmico**. Obrigada por ter caminhado junto a mim em fases tão marcantes em minha vida, sempre sendo tão incentivadora, acolhedora e tão amiga.

À minha querida companheira de pesquisa e amiga **Leticia Cristina Vicente**, por toda ajuda com as coletas, revisões de literatura e dúvidas tiradas, por ouvir meus desabafos e meus sonhos, me ajudar a nunca desistir, sempre me incentivar com alegria e paciência tanto em questões pessoais quanto profissionais.

À **CAPES**, pelo apoio financeiro no primeiro trimestre de 2015 para a realização deste estudo.

A todos que me ajudaram nesta etapa, **MUITO OBRIGADA!**

“Eu acredito demais na sorte. E tenho constatado que, quanto mais duro eu trabalho, mais sorte eu tenho.”

Thomas Jefferson

RESUMO

O redirecionamento das estruturas auditivas centrais em pacientes que foram submetidos à cirurgia de implante coclear bilateral sequencial é pouco conhecido. Contudo, a pesquisa dos potenciais evocados auditivos corticais pode auxiliar na compreensão de como ocorrem o desenvolvimento, a plasticidade e a função cortical destes pacientes. Os objetivos deste trabalho foram caracterizar longitudinalmente o complexo P1-N1-P2 dos potenciais evocados auditivos corticais em usuários de implante coclear bilateral sequencial que realizaram a ativação do primeiro implante coclear na infância e a ativação do segundo dispositivo na adolescência; e analisar sua correlação com a percepção auditiva da fala. A casuística foi composta por indivíduos atendidos no Centro de Pesquisas Audiológicas, Seção de Implante Coclear, do Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais da Universidade de São Paulo, com perda auditiva pré-lingual e usuários de implante coclear bilateral. A pesquisa dos potenciais evocados auditivos corticais foi realizada com o estímulo de fala /da/, apresentado em campo livre em cinco momentos distintos: antes da cirurgia do segundo implante coclear, na ativação do segundo dispositivo e com três, seis e 12 meses após a ativação do segundo implante coclear. Os registros obtidos foram analisados pela pesquisadora e por um juiz experiente em eletrofisiologia a fim de verificar a concordância das análises. Houve concordância de 100% ($Kappa=1$) entre os juízes quanto à ocorrência dos componentes P1, N1 e P2, com coeficiente de correlação interclasse excelente para os valores de latência e amplitude. A resposta cortical obtida com o uso dos dois implantes cocleares ligados, aparentemente, reflete a melhor resposta cortical obtida, quanto à ocorrência e latência dos componentes, independente se registrada com o primeiro implante coclear ou com o segundo implante coclear ligado. Os componentes P1, N1 e P2 dos potenciais evocados auditivos corticais não são preditores dos resultados de percepção auditiva da fala tanto no silêncio quanto no ruído.

Palavras-chave: Eletrofisiologia. Implantes Cocleares. Perda Auditiva. Potenciais Evocados Auditivos.

Abstract

The redirection of central auditory structures in patients who underwent sequential bilateral cochlear implant surgery is little known. However, cortical auditory evoked potentials testing can aid in understanding how the development, the plasticity and cortical function of these patients, occur. This study aimed at characterizing, longitudinally, the P1-N1-P2 complex of cortical auditory evoked potentials in sequential bilateral cochlear implant users who had the first cochlear implant fitted in their childhood and the second device activated in their adolescence, and analyze its correlation with speech auditory perception. The sample consisted of individuals seen at the Audiological Research Center of the Craniofacial Anomalies Rehabilitation Hospital of the University of São Paulo, with pre-lingual hearing loss, users of bilateral cochlear implant. The cortical auditory evoked potentials research was performed with the /da/ speech stimulus, presented in free field, in five different times: before the second cochlear implant surgery, upon the fitting of the second device and three, six and 12 months following the activation of the second cochlear implant. The records obtained were analyzed by the researcher and by a judge experienced in electrophysiology, so as to verify the agreement of the analyses. A 100% agreement ($\kappa = 1$) was seen between judges as to the occurrence of P1, N1 and P2, with an excellent inter-class correlation coefficient for the latency and amplitude values. The cortical response obtained with the use of the two cochlear implants, turned on, apparently reflects the best cortical response accomplished, as to the occurrence and latency of the components, regardless of being recorded with the first cochlear implant, or with the second one, turned on. The P1, N1 and P2 components of cortical auditory evoked potentials are not predictors of the results of auditory speech perception, both in silence and in noise.

Key words: Electrophysiology. Cochlear Implants. Hearing Loss. Evoked Potentials, Auditory.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- FIGURAS

- Figura 1 - Posicionamento dos eletrodos nos potenciais evocados auditivos corticais..... 56
- Figura 2 - Registros obtidos na pesquisa dos potenciais evocados auditivos corticais com o 1º IC ligado; 2º IC ligado; e com os dois IC's ligados nos momentos de: avaliação inicial (pré 2º IC), ativação do 2º implante coclear, três meses de uso de IC bilateral, seis meses de uso do IC bilateral e 12 meses de uso do IC bilateral no paciente 1..... 65

- GRÁFICOS

- Gráfico 1 - Valores de latência (ms) dos componentes P1, N1 e P2 de acordo com a idade (anos) em que o paciente recebeu o primeiro implante coclear..... 66
- Gráfico 2 - Valores de latência (ms) dos componentes P1, N1 e P2 de acordo com a idade (anos) em que o paciente recebeu o segundo implante coclear..... 66
- Gráfico 3 - Valores de latência (ms) dos componentes P1, N1 e P2 de acordo com o intervalo de tempo (anos) entre as cirurgias dos dois implantes cocleares..... 67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Correlação entre a força de concordância e o valor de Kappa.....	59
Tabela 2 - Interpretação do Coeficiente de Correlação Interclasse.....	60
Tabela 3 - Caracterização dos dados de IC quanto à marca, componente interno do 1º IC, componente interno do 2º IC e estratégia de processamento.....	63
Tabela 4 - Dados demográficos dos pacientes.....	64
Tabela 5 - Valores de latência (ms) e amplitude (µv) dos componentes P1, N1 e P2 com apenas o primeiro implante coclear ligado.....	68
Tabela 6 - Valores de latência (ms) e amplitude (µv) dos componentes P1, N1 e P2 com apenas o segundo implante coclear ligado.....	69
Tabela 7 - Valores de latência (ms) e amplitude (µv) dos componentes P1, N1 e P2 com os dois implantes cocleares ligados.....	70
Tabela 8 - Percentual de acertos nos testes de percepção de fala no silêncio e no ruído com apenas o primeiro implante coclear ligado, apenas com o segundo implante coclear ligado e com os dois implantes cocleares ligados.....	71

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

AASI	Aparelho de amplificação sonora individual
CPA	Centro de Pesquisas Audiológicas
dB	Decibel
dBNA	Decibel Nível de Audição
dBNPS	Decibel Nível de Pressão Sonora
EEG	Encefalograma
HRAC	Hospital de Reabilitação e Anomalias Craniofaciais
Hz	Hertz
IC	Implante Coclear
IC's	Implantes cocleares
KHz	Kilo-hertz
Kohms	Kilo-ohms
ms	Milissegundos
OD	Orelha Direita
OE	Orelha Esquerda
PEA	Potenciais Evocados Auditivos
PEAC	Potenciais Evocados Auditivos Corticais
PEALL	Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência
PEATE	Potenciais Evocados Auditivos de Tronco Encefálico
μV	microvolts

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	25
2	REVISÃO DE LITERATURA	31
	POTENCIAIS EVOCADOS AUDITIVOS (PEA) EM USUÁRIOS COM LONGO TEMPO DE USO DO IC OU QUE RECEBERAM O IC	
2.1	UNILATERAL NA ADOLESCÊNCIA	33
2.2	PEAC EM ADULTOS USUÁRIOS DE IC BILATERAL	38
	PEAC EM USUÁRIOS DE IC BILATERAL QUE RECEBERAM O	
2.3	SEGUNDO IC APÓS LONGO TEMPO DE USO DO IC UNILATERAL	38
	PERCEPÇÃO AUDITIVA DA FALA EM ADOLESCENTES E	
2.4	ADULTOS USUÁRIOS DE IC BILATERAL	44
3	PROPOSIÇÃO	49
4	MATERIAL E MÉTODOS	53
4.1	SELEÇÃO DA CASUÍSTICA	55
4.1.1	CASUÍSTICA	55
4.2	PROCEDIMENTOS DE AVALIAÇÃO	56
4.2.1	POTENCIAIS EVOCADOS AUDITIVOS CORTICAIS	56
4.3	TESTE DE PERCEPÇÃO AUDITIVA DA FALA	58
4.4	FORMA DE ANÁLISE DOS RESULTADOS	58
5	RESULTADOS	61
5.1	MORFOLOGIA DOS PEAC	64
	CARACTERIZAÇÃO QUANTO À LATENCIA E À AMPLITUDE DOS	
5.2	COMPONENTES P1, N1 E P2	66
5.3	TESTES DE PERCEPÇÃO AUDITIVA DA FALA	71
6	DISCUSSÃO	73
6.1	APENAS O PRIMEIRO IC LIGADO	76
6.2	APENAS O SEGUNDO IC LIGADO	77
6.3	OS DOIS IC's LIGADOS CONCOMITANTES	79
	TESTE DE PERCEPÇÃO AUDITIVA DE SENTENÇAS NO SILÊNCIO	
6.4	E RUÍDO	79
6.5	COMENTÁRIOS ADICIONAIS	81
	CONCLUSÕES	83
	REFERÊNCIAS	87

1 Introdução

1 INTRODUÇÃO

Devido às queixas relacionadas às dificuldades de compreensão de fala no ruído, localização sonora e percepção musical apresentadas pelo paciente usuário de implante coclear (IC) unilateral, na última década o IC bilateral passou a ser considerado como uma possibilidade para melhorar as habilidades auditivas do usuário deste dispositivo em situações mais complexas de escuta.

A cirurgia do IC bilateral pode ser realizada em dois tipos de intervenção: a simultânea, que ocorre quando os dois dispositivos são implantados ou ativados juntos; ou a sequencial, quando os implantes cocleares (IC's) são implantados ou ativados em momentos diferentes para cada orelha.

Na literatura da área, observa-se que o consenso direciona-se para a indicação do IC bilateral simultâneo nas crianças com idade dentro do período sensível para a estimulação elétrica, situação que fornece melhores benefícios com o uso dos dispositivos, incluindo a binauralidade.

A Portaria GM/MS Nº 2.776 do SUS (BRASIL, 2014) estendeu a obrigatoriedade da realização da cirurgia do IC bilateral para os indivíduos com perda auditiva, caso os beneficiados se encontrassem dentro dos critérios de indicação estabelecidos. No ano de 2013, a Seção de Implante Coclear do Centro de Pesquisas Audiológicas (CPA) do Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais, Universidade de São Paulo, (HRAC-USP), iniciou a realização da cirurgia de implante coclear bilateral, o que criou a situação de poder estudar a resposta do sistema auditivo cortical ao IC bilateral realizado de forma sequencial.

Estudos realizados com IC bilateral de forma sequencial têm direcionado para a existência de melhora nas habilidades auditivas de localização e percepção de fala no ruído quando comparado ao IC unilateral por meio de métodos comportamentais (LASKE et al., 2009; SMULDERS et al., 2011).

Entretanto, é sabido que um longo tempo em privação sensorial faz com que áreas corticais auditivas sejam recrutadas por outras funções sensoriais, como, por exemplo, a visão. Desta forma, estudos têm demonstrado que pacientes que receberam o IC sequencial com um longo intervalo de tempo entre a primeira implantação e a segunda apresentaram resultados menos satisfatórios quando comparados àqueles que receberam o IC de forma simultânea ou sequencial, porém

dentro do período sensível (GORDON; PAPSIN, 2009; OFFECIERS et al., 2005; SMULDERS et al., 2011).

Na literatura consultada, estudos que analisaram o benefício do IC bilateral geralmente estão voltados para a análise do desempenho na percepção de fala (GORDON; PAPSIN, 2009; LASKE et al., 2009; OFFECIERS et al., 2005; SMULDERS et al., 2011), sendo que há poucos estudos que utilizaram métodos eletrofisiológicos (BAUER et al., 2006; GORDON; JIWANI; PAPSIN, 2011; JOHNSTON et al., 2009).

O laboratório de eletrofisiologia do CPA, Seção de Implante Coclear do HRAC-USP, possui uma linha de pesquisa voltada à análise do desenvolvimento do sistema auditivo cortical auditivo em indivíduos normais e usuários de implante coclear unilateral (AGOSTINHO-PESSE; ALVARENGA, 2014; ALVARENGA et al., 2012, 2013; LOPES, 2013; VENTURA; COSTA FILHO; ALVARENGA, 2009; VICENTE, 2014) por meio dos Potenciais Evocados Auditivos Corticais (PEAC).

Neste contexto, pesquisas iniciaram-se com pacientes submetidos à cirurgia do IC bilateral. Analisando a literatura da área, constatou-se que mais estudos são necessários para compreender o comportamento do sistema auditivo cortical em pacientes adolescentes com longo tempo de uso de IC unilateral após a estimulação elétrica propiciada pelo IC bilateral realizado de forma sequencial. Assim, avaliar por meio de métodos eletrofisiológicos a resposta do sistema auditivo cortical de adolescentes com deficiência auditiva (DA) pré-lingual usuários a longo tempo de IC unilateral frente à nova estimulação oferecida pelo IC bilateral será fundamental para compreender os benefícios obtidos com os dois dispositivos e, conseqüentemente, fundamentar os critérios para a indicação clínica e auxiliar o paciente e família na decisão pelo segundo dispositivo.

Assim, surgiu o interesse em compreender como o sistema auditivo cortical que foi estimulado pelo IC unilateral por um longo período responderá à estimulação elétrica que será apresentada pelo segundo IC. Como consequência, surgiram os seguintes questionamentos:

- É possível registrar os PEAC na orelha estimulada com o segundo IC?
- Caso registrado, quais as características quanto à latência e à morfologia do complexo P1-N1-P2 quando obtido na estimulação monoaural – 1º IC; estimulação monoaural – 2º IC e binaural?

-
- Há diferença no registro dos PEAC de acordo com o intervalo de tempo entre as cirurgias?
 - Há correlação entre os componentes P1-N1-P2 e os resultados nos testes de percepção auditiva da fala?

2 Revisão de Literatura

2 REVISÃO DE LITERATURA

Na literatura pesquisada foram selecionados os estudos que tiveram como foco avaliar os PEAC em usuários com longo tempo de uso do IC ou que receberam o IC na adolescência e na idade adulta e, usuários de IC bilateral sequencial com mais de dois anos entre as cirurgias.

Para maior compreensão, os estudos serão apresentados em subitens.

2.1 POTENCIAIS EVOCADOS AUDITIVOS (PEA) EM USUÁRIOS COM LONGO TEMPO DE USO DO IC OU QUE RECEBERAM O IC UNILATERAL NA ADOLESCÊNCIA

Ponton et al. (1996) verificaram a plasticidade do sistema auditivo em crianças mesmo após longo período de surdez. A casuística foi composta por oito adultos e 31 crianças com audição normal, seis adultos e 12 crianças com perda auditiva sensorioneural profunda bilateral que faziam uso de IC unilateral e não apresentavam benefício prévio com o aparelho de amplificação sonora individual (AASI) e, após o IC, apresentaram bom desempenho na percepção auditiva da fala. Caracteristicamente, os adultos apresentavam perda auditiva pós-lingual e as crianças perda auditiva diagnosticada com média de idade de um ano e três meses (faixa etária entre nascimento e cinco anos e um mês), sendo que em três crianças foi confirmada a perda auditiva congênita. Foi realizada a pesquisa dos PEAC com estímulo clique na intensidade de 65 Decibel Nível de Audição (dBNA) apresentado por fone de ouvido nos indivíduos com audição normal e por meio da interface do dispositivo nos usuários de IC com apresentação de pulso bifásico de 200 μ V, com nível de corrente confortável.

Os indivíduos foram divididos em três grupos: curto período de privação sensorial (média de 1,1 ano), médio período de privação sensorial (média de 4,9 anos) e longo período de privação sensorial (superior a 8 anos de idade). Os resultados obtidos permitiram concluir que a latência do componente P1 diminuiu com a idade auditiva. A estimulação elétrica do nervo auditivo em crianças com audição normal e com períodos de surdez menores que nove anos é capaz de restaurar o tempo de curso normal da maturação de alguns, se não todos, os

aspectos da função auditiva cortical, representada pelas mudanças na latência do componente P1 plotadas em função da idade auditiva. O processo maturacional do componente P1 se completa com 15 anos de idade, sendo que para cada ano de privação auditiva se aumenta um ano de atraso no processo maturacional do sistema auditivo. Adicionalmente, os autores sugeriram a necessidade de mais estudos para determinar qual a idade de início e/ou duração da surdez que poderia limitar a completa maturação cortical e, conseqüentemente, as funções correlacionadas.

Ponton e Eggermont (2001) pesquisaram os PEAC em 118 ouvintes com idade entre cinco e 20 anos e nove usuários de IC com perda auditiva diagnosticada até 3,5 anos (média de idade de 1,2 anos) e período médio de privação sensorial de 3,6 anos (faixa etária de 2,5 a 5,6 anos). Todos os usuários de IC apresentavam perda auditiva bilateral profunda com início precoce e não apresentavam benefícios com o AASI na orelha contralateral antes a após a cirurgia de IC. O reconhecimento da linguagem oral foi classificado como moderado ou bom. Os PEAC foram pesquisados com o estímulo clique em intensidade de 65 Decibel Nível de Pressão Sonora (dBNPS), de forma longitudinal, totalizando de duas a oito sessões em indivíduos normais. Nos indivíduos com IC *Nucleus 22*, os PEAC foram pesquisados por meio de um *hardware* de computador especializado. Os principais resultados e comentários obtidos estão descritos a seguir:

- Os PEA apresentaram morfologia semelhante em adultos normais e usuários de IC, entretanto, a latência do componente P2 mostrou-se prolongada mas dentro do limite de normalidade, considerando um intervalo de confiança de 95%;
- Os PEA são caracterizados por uma grande positividade (P1), seguido de uma negatividade prolongada, e finalmente por uma segunda positividade em uma latência de 250 ms;
- Nas crianças mais jovens, tanto normais quanto usuárias de IC, o registro mostrou largo pico positivo denominado P1, com latência aproximada de 80 a 100 ms. O valor de amplitude do componente P1 se mostrou maior tanto em crianças mais jovens ouvintes quanto em indivíduos usuários de IC;
- Adicionalmente, o pico N1 não pode ser correlacionado diretamente à percepção de fala, uma vez que nem todos os indivíduos apresentaram este pico no

registro dos PEAC, apesar de todos os indivíduos apresentarem percepção de fala classificada como boa e moderada.

Os autores concluíram que o complexo P1-N1-P2 dos PEAC registrado em usuários de IC não é igual ao de indivíduos ouvintes. Entretanto, mesmo com atraso na maturação do sistema cortical dos indivíduos testados foi observado que a estimulação do sistema auditivo por meio do IC é suficiente para restaurar aspectos da maturação cortical até os 12 anos de idade e propiciar benefícios como por exemplo, o desenvolvimento da linguagem oral.

Singh et al. (2004) categorizaram o desempenho de percepção de fala de pacientes usuários de IC por meio dos potenciais evocados auditivos de longa latência (PEALL) realizados com estímulo de fala. A casuística foi composta por 35 indivíduos que apresentavam perda auditiva sensorineural profunda bilateral com idade entre sete e 17 anos, sendo que destes, 27 receberam o IC na orelha direita e oito na orelha esquerda. O tempo de uso do IC variou de um a dez anos. Dois indivíduos apresentavam perda auditiva pós-lingual, 26 indivíduos perda auditiva congênita e sete apresentavam perda auditiva progressiva pré-lingual. A audição de todos os indivíduos foi categorizada e todos realizaram testes de percepção auditiva da fala. Os resultados revelaram que indivíduos com boa inteligibilidade de fala e categoria de audição mais avançada apresentavam componente P1 precedido por uma negatividade (N2), achado este encontrado em 30 dos 35 indivíduos. A latência do componente P1 reduziu de acordo com o tempo de uso do IC e o componente N1 não foi observado nos indivíduos avaliados. Concluiu-se que, considerando a maturação das vias auditivas, o IC não substitui a audição normal e o componente P1 não está relacionado com a linguagem expressiva ou receptiva, uma vez que não foi observado nenhum padrão de maturação entre a latência do componente P1 e os testes comportamentais realizados.

Gordon et al. (2008) realizaram a pesquisa dos PEAC com estímulo *tone burst* (0,5 kHz, 2 kHz e 6 kHz) em 14 ouvintes e 16 pacientes usuários de IC com idade entre 11 e 18 anos que apresentavam perda auditiva pré-lingual do tipo sensorineural de grau profundo bilateral. O tempo de uso do IC variou de dois a 15 anos e a idade na cirurgia de três a 14 anos. Considerou-se um bom resultado de percepção de fala a pontuação acima de 50% no *Phonetically Balanced Kindergarten* e um resultado ruim, a pontuação abaixo de 50%. Os pacientes com

boa percepção de fala demonstraram componentes P1 e P2 semelhantes ao de ouvintes. Por outro lado, em pacientes com percepção de fala ruim observou-se a presença de um pico negativo seguido de um pico positivo com amplitude reduzida e latência aumentada. O complexo P1-N1-P2 foi observado em três pacientes que apresentaram idade auditiva inferior a nove anos. Os autores concluíram que a morfologia de respostas corticais em usuários de IC difere da morfologia encontrada em ouvintes, porém indivíduos com boa percepção de fala apresentaram valores dos PEAC próximos da normalidade.

Hossain et al. (2013) realizaram a pesquisa dos PEAC com estímulo de fala (/t/, /m/ e /g/) em 30 indivíduos com perda auditiva pré-lingual, divididos em dois grupos de acordo com a idade: G1 foi formado por pacientes com idade entre zero e oito anos; e o G2 por indivíduos com idade entre oito e 15 anos. Os PEAC foram pesquisados em duas etapas, aos seis meses e com um ano de uso do implante, sendo analisadas a latência, amplitude e morfologia do componente P1. Os resultados demonstraram que no G1, o componente P1 apresentou amplitude aumentada no início do acompanhamento e com o decorrer do tempo de experiência auditiva, a latência e amplitude foram diminuindo. A morfologia das ondas neste grupo foi estatisticamente melhor que no G2. As crianças que implantaram antes dos três anos de privação sensorial apresentaram latência do componente P1 com seis meses de uso do IC semelhante às crianças com audição normal. Por outro lado, no G2 foram encontrados valores de latência anormais de P1. Como conclusão, constatou-se que os PEAC são uma maneira objetiva de avaliar o córtex auditivo; existe uma idade crítica para se estimular o córtex auditivo; e crianças que receberam o IC antes dos oito anos de idade apresentaram respostas corticais melhores que os indivíduos que receberam o dispositivo após esta idade.

Com o objetivo de comparar o desenvolvimento auditivo cortical de indivíduos usuários de IC unilateral com seus pares ouvintes, Jiwani, Papsin e Gordon (2013) pesquisaram os PEAC com estímulo elétrico em 79 indivíduos usuários de IC que apresentavam perda auditiva sensorioneural bilateral de grau severo e profundo, sendo 56 indivíduos com DA pré-lingual, 10 peri-lingual e 13 pós-lingual, além de registrar os PEAC com estímulo acústico em 58 ouvintes. A idade dos indivíduos durante o estudo variou de um ano e meio a 17 anos e o tempo de uso do IC, de seis meses a 16 anos. Os achados indicaram que até os sete anos de

experiência auditiva foi registrado um grande pico positivo seguido por um grande pico negativo; a amplitude do pico positivo diminuiu conforme o tempo de experiência com o som; entre sete e 10 anos de experiência sonora começou a surgir o componente N1 e, após dez anos de experiência sonora, foi observado o complexo P1-N1-P2 tanto nos indivíduos usuários de IC quanto nos ouvintes. As respostas corticais de P1-N1 foram semelhantes entre os ouvintes e indivíduos com tempo de experiência sonora entre sete e 13 anos, porém o componente P2 se manteve com amplitude e latência levemente maiores em indivíduos usuários de IC se comparado a ouvintes, mesmo após 15 anos de experiência sonora. Desta forma, concluiu-se que após 15 anos de experiência sonora com o IC pôde-se verificar que as respostas dos PEAC se apresentaram semelhantes se comparadas com indivíduos ouvintes.

Lammers et al. (2015) realizaram a pesquisa dos PEAC com estímulo elétrico em três eletrodos (apical, medial e basal) em 11 adultos com perda auditiva pré-lingual de grau severo a profundo bilateral que receberam o IC apenas na idade adulta, ou seja, após os 18 anos de idade, e os comparou com 11 adultos usuários de IC que tiveram perda auditiva bilateral pós-lingual a partir dos 16 anos de idade, de grau severo a profundo. O tempo de privação sensorial no grupo de indivíduos com surdez pré-lingual foi superior a 20 anos e a experiência sonora variou de seis meses a nove anos. Já para os indivíduos com surdez pós-lingual, o tempo de privação sensorial variou de um a 34 anos e o tempo de experiência sonora variou de um ano e nove meses a 14 anos e quatro meses. Foi realizado o teste de percepção de palavras por meio de uma lista de palavras no formato consoante vogal consoante (CVC) em 65 dBNPS, sendo que o escore foi tabulado de acordo com a porcentagem de fonemas corretos. O escore no teste de percepção de palavras variou de 0 a 82% no grupo de indivíduos com DA pré-lingual e de 60 a 97% nos indivíduos com DA pós-lingual. Em relação aos PEAC, foi possível observar a presença do complexo N1-P2 em todos os indivíduos avaliados, porém nos indivíduos com DA pós-lingual a morfologia do traçado encontrado foi semelhante ao traçado encontrado em indivíduos ouvintes. Nos indivíduos com DA pré-lingual, o componente N1 pôde ser observado com latência diminuída e amplitude aumentada em relação ao grupo com DA pós-lingual, porém não foi observada diferença significativa na latência do componente P2 entre os dois grupos.

Este estudo demonstrou que os PEAC podem ser evocados em indivíduos com surdez pré-lingual que receberam o IC após um longo período de privação sensorial, porém o pico N1 com latência diminuída e amplitude aumentada indica ativação da rede cortical auditiva inata e menos complexa.

2.2 PEAC EM ADULTOS USUÁRIOS DE IC BILATERAL

McNeill, Sharma e Purdy (2009) e McNeill et al. 2012 realizaram estudo de caso de um indivíduo do sexo masculino com 70 anos de idade que apresentava perda auditiva unilateral profunda à direita desde os oito anos de idade devido à Caxumba e queixas relacionadas à perda auditiva unilateral, como, por exemplo, efeito sombra de cabeça, dificuldade de percepção de fala no ruído e localização sonora. Aos 63 anos, o indivíduo adquiriu perda auditiva sensorioneural severa na orelha esquerda devido à Síndrome de Menière, com posterior adaptação de AASI nesta orelha e cirurgia de IC na orelha direita. Foi realizada a pesquisa dos PEAC na estimulação monoaural com AASI, monoaural com IC e bimodal, no qual foi constatado que a resposta cortical dominante na situação bimodal era provinda da orelha esquerda (com AASI), mesmo após seis meses de uso do IC. Com nove meses de uso do IC, as respostas corticais se equipararam tanto na estimulação monoaural quanto na bimodal. Com 70 anos, o indivíduo recebeu o 2º IC na orelha esquerda, porém não foi possível registrar os PEAC com os dois IC's ligados devido à grande quantidade de artefatos captados no exame, dificultando, desta forma, a identificação de respostas corticais. Um ano após a estimulação bilateral, o indivíduo apresentou a habilidade de localização sonora e escore de 90% na percepção de sentenças com a presença de ruído *bubble* com relação sinal/ruído de +10dB. Concluiu-se que o indivíduo apresentou comportamentos auditivos relacionados à audição binaural, como percepção de fala no ruído e localização sonora com o uso do IC bilateral.

2.3 PEAC EM USUÁRIOS DE IC BILATERAL QUE RECEBERAM O SEGUNDO IC APÓS LONGO TEMPO DE USO DO IC UNILATERAL

Sharma, Dorman e Kral (2005) realizaram os PEAC com estímulo de fala

a fim de verificar se crianças que receberam IC unilateral ou bilateral antes ou depois do período sensível apresentavam semelhanças na morfologia e latência do componente P1. O exame foi realizado em até seis momentos, sendo eles: ativação do IC, uma semana após a ativação e mais cinco vezes - entre três e 24 meses após a ativação. A casuística foi composta por 21 crianças usuárias de IC unilateral e duas crianças usuárias de IC bilateral com perda auditiva bilateral congênita de grau profundo. Os participantes foram divididos em dois grupos: 11 crianças que receberam o IC antes dos três anos e seis meses, com média de idade na ativação em torno de dois anos; e oito crianças que receberam o IC após os sete anos de idade, com média de idade na ativação em torno de 12 anos. Dentre estas, duas crianças eram usuárias de IC bilateral, sendo que uma recebeu os dois dispositivos no período sensível (1º IC com um ano de idade e 2º IC com dois anos de idade) e outra recebeu apenas um dispositivo dentro do período sensível (1º IC com dois anos de idade e o 2º IC com 10 anos e 10 meses de idade). Os resultados demonstraram no momento da ativação do IC a presença de um pico negativo que precedeu o componente P1 tanto no grupo de participantes que receberam o implante cedo quanto no grupo de participantes que receberam o IC tardio. Contudo, no segundo grupo, o pico negativo estava por volta de 100 ms anterior ao pico negativo encontrado no primeiro grupo. O pico negativo que precedeu o componente P1 no primeiro grupo diminuiu consideravelmente no período de um ano após a ativação, porém este mesmo pico no segundo grupo manteve sua morfologia e latência durante este mesmo período. A latência do componente P1 diminuiu nos dois grupos, porém no grupo de crianças que receberam o implante antes dos três anos e seis meses de idade, os valores de latência e a morfologia alcançaram a normalidade em até oito meses após a ativação. Por outro lado, no grupo de participantes que receberam o IC tardio, o valor de latência do componente P1 não se assemelhou à latência encontrada em indivíduos com audição normal, mesmo após 12 meses da ativação do IC. O participante que utilizava IC bilateral e recebeu os dois dispositivos durante o período sensível apresentou morfologia e latência do componente P1 dentro da normalidade em três meses após a ativação do primeiro IC e com um mês após a ativação do segundo dispositivo. O segundo participante que utilizava IC bilateral, mas recebeu apenas o primeiro IC dentro do período sensível, apresentou valores de latência do componente P1 dentro da normalidade

para o primeiro IC, porém mesmo nove meses após a ativação do segundo IC, o componente P1 não apresentou valores de latência dentro da normalidade para esse dispositivo. A morfologia do traçado nos indivíduos que receberam o IC dentro do período sensível se assemelhou à morfologia de indivíduos com audição normal, porém, nos participantes que receberam o IC após os sete anos, a morfologia do componente P1 apresentou-se contrastante, com maior amplitude e traçado diferente do encontrado em indivíduos com audição normal. Os autores concluíram que há um período sensível para o desenvolvimento cortical em crianças pequenas.

Gordon, Wong e Papsin (2010) realizaram a eletroencefalografia com o objetivo de mensurar a atividade cortical de 156 indivíduos com DA bilateral congênita de grau profundo que faziam uso do IC bilateral sequencial ou simultâneo e dois participantes sem perda auditiva. Do total de pacientes, oito apresentavam mais que três anos de experiência de uso com o IC bilateral. Como resultados, observou-se a presença de um pico positivo dominante em crianças usuárias de IC e indivíduos com audição normal; a atividade cortical dominante observada nos indivíduos sem perda auditiva foi observada no córtex auditivo primário/secundário contralateral independente do lado da fonte do estímulo, assim como, em crianças usuárias de IC que realizaram a segunda cirurgia com curto intervalo de tempo (inferior a dois anos) ou em indivíduos que receberam os dois dispositivos na mesma cirurgia. Entretanto, indivíduos que receberam o segundo IC após longo tempo de intervalo entre as cirurgias dos dispositivos (mais que dois anos) apresentaram atividade parietal ipsilateral anormal quando o estímulo foi apresentado na orelha esquerda e, independente do estímulo ser dado na orelha direita ou esquerda houve lateralização de resposta para o hemisfério cortical esquerdo. Os resultados permitiram concluir que, indivíduos que receberam o segundo IC com longo tempo entre a primeira e a segunda cirurgia apresentaram atividade cortical anormal na região ipsilateral ao estímulo apresentado enquanto que as crianças que receberam o IC com diferença de até dois anos entre as cirurgias apresentavam padrão cortical normal.

Gordon, Jiwani e Papsin (2011) realizaram um estudo com objetivo de verificar o processamento auditivo binaural em crianças com perda auditiva do tipo sensorioneural de grau severo/profundo bilateral e que receberam o IC bilateral sequencial ou simultâneo. Das 156 crianças que participaram do estudo, 146

indivíduos estavam em privação auditiva bilateral por menos de três anos e 10 indivíduos apresentavam longo período de privação auditiva bilateral. O IC bilateral foi realizado simultaneamente em 72 crianças (grupo simultâneo) e sequencialmente em 74, que foram divididas nos seguintes grupos: 19 crianças receberam o 2º dispositivo com menos de um ano entre a cirurgia do primeiro e do segundo IC (curto tempo); 55 indivíduos receberam o segundo dispositivo cinco anos após a realização da primeira cirurgia (longo tempo), sendo que 10 crianças faziam uso do IC unilateral por mais de dois anos, porém receberam o dispositivo após longo tempo de surdez profunda bilateral (longa privação sensorial e longo tempo entre cirurgias). Foi realizada a pesquisa dos Potenciais Evocados Auditivos de Tronco Encefálico (PEATE) no primeiro dia de uso do IC bilateral, sendo encontrado que as crianças que receberam o IC de forma simultânea não apresentaram assimetria de respostas do tronco encefálico, porém as crianças que receberam o IC de forma sequencial apresentaram assimetria de respostas entre as orelhas, com maior assimetria nas crianças do grupo de longo tempo quando comparadas às crianças que receberam o segundo IC com curto tempo de intervalo entre as cirurgias. Nos testes de percepção de fala realizados aos seis e 12 meses de uso do IC bilateral, todos os indivíduos apresentaram dificuldade em reconhecer a fala no ruído, porém as crianças que receberam o IC simultâneo ou com curto intervalo entre as cirurgias apresentaram maiores escores de percepção de fala, tanto no silêncio quanto no ruído. Os autores concluíram que crianças que receberam o segundo IC de forma sequencial com longo tempo de intervalo entre as cirurgias apresentaram piores resultados de percepção de fala, tanto no silêncio quanto no ruído, com o segundo IC quando comparado ao primeiro. Por outro lado, crianças submetidas à cirurgia do segundo IC até dois anos após a cirurgia do primeiro IC apresentaram desempenho semelhante nos testes de percepção auditiva da fala com os dois dispositivos ligados separadamente.

Sparreboom et al. (2013) realizaram um estudo de coorte prospectivo com o objetivo de avaliar o efeito do IC bilateral sequencial na maturação do córtex auditivo em indivíduos que usaram IC unilateral por longo tempo. A casuística foi composta por 27 crianças ouvintes e 30 crianças com perda auditiva pré-lingual bilateral de grau severo/profundo que receberam o primeiro IC com média de idade de um ano e oito meses; e o segundo IC com média de idade de cinco anos e três

meses. Foram pesquisados os PEAC elétrico com os dois IC's separadamente após 12 e 24 meses de uso dos dispositivos. Os resultados demonstraram diminuição de latência dos componentes corticais P1-N2 ao longo do tempo em ambos os IC, porém os valores de latência e amplitude para o componente P1 obtidos com o 2º IC foram significativamente diferentes se comparado aos valores do componente P1 obtidos com o 1º IC. Ao comparar os PEAC obtidos aos 12 e aos 24 meses de uso dos dispositivos, os valores de latência e amplitude do componente N2 encontraram-se semelhantes tanto com o 1º IC quanto com o 2º IC. Foi observado que os indivíduos que receberam o 2º IC três anos após a cirurgia do primeiro IC apresentaram morfologia do traçado dos PEAC com o 2º IC diferente da morfologia dos PEAC encontrada com o 1º IC, mesmo após os 24 meses de uso do IC bilateral. Os autores concluíram que novos estudos devem ser realizados para verificar a resposta cortical em indivíduos que receberam o 2º IC após três anos da 1ª cirurgia de IC.

Gordon, Wong e Papsin (2013) realizaram a eletroencefalografia multicanal com o intuito de verificar se há anormalidade no desenvolvimento das vias auditivas corticais em indivíduos com surdez bilateral que fazem uso do IC unilateral e, caso sim, se o IC bilateral consegue reverter tais alterações provocadas pela privação sensorial. A casuística foi composta por sete crianças sem DA e 34 crianças com DA bilateral pré-língual do tipo sensorioneural de grau severo/profundo, divididas em dois grupos, sendo eles: oito crianças que faziam uso do IC unilateral; e 26 crianças que faziam uso do IC bilateral sequencial ou simultâneo. Foram realizados testes de percepção de fala de acordo com a idade (*Phonemically Balanced Kindergarten*, *Lexical Neighbourhood*, *Multisyllabic Lexical Neighbourhood* e *Glendonald Auditory Speech Perception*) em campo com a caixa acústica a 0º azimuth e intensidade de 65 dBNPS. Os resultados demonstraram que crianças que faziam uso do IC unilateral por tempo superior a um ano e meio apresentavam respostas do córtex auditivo contralateral mais elevadas que o normal, resultando em um aumento da atividade de lateralização do córtex auditivo contralateral à orelha estimulada e diminuição na atividade contralateral normal em resposta à estimulação da orelha recém-implantada. Este comportamento do córtex auditivo interferiu nos testes de percepção de fala, que se apresentaram com escores inferiores ao esperado, demonstrando que a estimulação unilateral interfere

em um maior esforço das vias auditivas a partir da orelha estimulada. Tais resultados não se modificaram mesmo após três anos de uso do IC bilateral. Adicionalmente, crianças que receberam o segundo IC após longo período de uso do IC unilateral apresentaram maior resposta do córtex ipsilateral à orelha estimulado pelo 2º IC, mostrando atividade anormal das vias auditivas da orelha estimulada. Em contrapartida, crianças usuárias de IC bilateral, após pouca ou nenhuma exposição ao IC unilateral, apresentaram atividade cortical normal, lateralizada para o hemisfério contralateral ao lado de estímulo. Os resultados demonstraram que o córtex auditivo humano imaturo se reorganiza com estimulação unilateral e que a implantação do segundo dispositivo antes de um ano e meio após a primeira cirurgia pode proteger o cérebro de tais mudanças. Estes resultados indicaram que existe um período sensível para a estimulação auditiva bilateral no desenvolvimento humano que implicam na função auditiva.

Jiwani, Papsin e Gordon (2015) pesquisaram as respostas corticais evocadas com estímulo *tone burst* de 500Hz com 62 eletrodos posicionados na região cefálica de 34 adolescentes usuários de IC na orelha direita, com tempo médio de uso de 12,4 anos. A média de idade na realização da primeira cirurgia foi de 3,2 anos, sendo que 21 adolescentes receberam o segundo IC na orelha esquerda após 12 anos, em média, de privação sensorial. O registro das respostas corticais foi realizado na ativação do segundo implante. Os indivíduos foram pareados quanto à idade cronológica e tempo de experiência auditiva com 16 adolescentes com audição normal. Os componentes P1, N1 e P2 foram caracterizados de acordo com a atividade registrada em Cz quanto à latência e amplitude em ambas as orelhas nos adolescentes com audição normal e nos usuários de IC, considerando os dispositivos separadamente. Como resultados, obteve-se que as latências dos componentes P1, N1 e P2 obtidas com a estimulação do primeiro IC foram semelhantes aos indivíduos com audição normal, porém a amplitude de P2 foi maior nos usuários de IC. Ao estimular o 2º IC, observou-se um pico negativo com grande amplitude (N1) seguido de um pico positivo proeminente (P). Apesar da semelhança entre as latências com o 1º IC, os valores de amplitude dos componentes foram maiores em relação ao primeiro IC e aos indivíduos com audição normal. Nos adolescentes com audição normal, a ativação cortical foi maior no hemisfério direito, principalmente ao estimular a orelha

esquerda. Em uma análise avançada, constatou-se que no primeiro IC há uma forte ativação contralateral da região temporoparietal. Esta região na via ipsilateral foi fortemente ativada na captação dos componentes com latência tardia (P2 para o 1º IC e P para o 2º IC). Além disso, foi possível verificar que os usuários de IC recrutam áreas adicionais para o processamento sonoro, de forma mais evidente quando a estimulação ocorre no segundo IC. O desempenho na percepção auditiva da fala foi obtido após seis meses de uso do IC bilateral com o teste *Phonemic Balanced Kindergarten*, correspondente a uma lista de 25 monossílabos apresentados a 0º azimuth na intensidade 65 dB nível de pressão sonora. Quanto à percepção de fala, constatou-se que a performance com o primeiro IC é boa (em torno do escore 77%), enquanto com o segundo IC é baixa (escore por volta de 14%). Não houve correlação da percepção de fala com o tempo de uso tanto do primeiro IC quanto do segundo IC. Em nível cortical, houve significância com a lateralização do hemisfério esquerdo para o P2. Em relação ao primeiro IC, houve correlação da percepção de fala com o aumento de atividade no córtex auditivo esquerdo. Com esses achados, os autores concluíram que a organização das vias auditivas corticais nos adolescentes que utilizaram o IC unilateral por muito tempo é diferente dos adolescentes com audição normal.

2.4 PERCEPÇÃO AUDITIVA DA FALA EM ADOLESCENTES E ADULTOS USUÁRIOS DE IC BILATERAL

Para complementar a literatura foram selecionados estudos que abordaram a percepção auditiva de fala em indivíduos adolescentes ou adultos usuários de IC bilateral com perda auditiva pré-lingual.

Zeitler et al. (2008) analisaram os resultados de percepção auditiva de fala para determinar o impacto do tempo de cirurgia entre os implantes no desempenho de usuários de IC bilateral. Participaram deste estudo 43 crianças e 22 adultos, com pelo menos seis meses de intervalo entre as cirurgias. A média de idade das crianças no momento da segunda cirurgia foi em torno de oito anos e em adultos; 47 anos. Todos os indivíduos apresentavam perda auditiva profunda bilateral, sendo que os adultos receberam o primeiro IC já na idade adulta e apresentavam perda auditiva, em sua grande maioria, congênita ou progressiva. Os

indivíduos foram avaliados antes da cirurgia do segundo dispositivo e com três meses de uso do 2º dispositivo. A percepção auditiva da fala foi avaliada no silêncio e no ruído por meio do *Hearing in Noise Test* e um teste de reconhecimento de palavras consoante vogal consoante. Os resultados mostraram que após três meses de uso do novo dispositivo, os indivíduos conseguiram reconhecer sentenças tanto no silêncio quanto no ruído com apenas o 2º dispositivo ligado, porém com desempenho inferior ao observado com apenas o 1º dispositivo ligado. Adicionalmente, o desempenho da percepção auditiva da fala tanto no silêncio quanto no ruído com os dois IC's ligados se encontravam com resultados semelhantes aos obtidos com apenas o 1º IC ligado. Após três meses de uso de IC bilateral, todos os indivíduos apresentaram melhora no reconhecimento auditivo de sentenças tanto no silêncio quanto no ruído com o 1º IC. Desta forma, concluiu-se que o IC bilateral ajudou a melhorar o desempenho da percepção auditiva da fala no ruído tanto de adultos quanto de crianças, porém, as crianças apresentaram melhor performance que os adultos nos testes percepção auditiva da fala com ambos os dispositivos.

Graham et al. (2009) investigaram a possibilidade de haver um período crítico para receber o 2º IC, no qual os pacientes apresentariam bom desempenho de percepção auditiva da fala. A casuística foi composta por 34 indivíduos com perda auditiva congênita que receberam os IC's de forma sequencial em diversas idades. Os indivíduos foram submetidos a testes de percepção de fala de reconhecimento de sentenças ou de palavras, dependendo da idade do indivíduo. Os resultados demonstraram que indivíduos que receberam o 2º IC até os 13 anos de idade apresentaram desempenho de 60%, ou superior, no teste de percepção auditiva de sentenças apenas com o segundo dispositivo ligado. Em contrapartida, os indivíduos que receberam o 2º IC com 15 anos ou mais não apresentaram níveis de percepção auditiva da fala adequados, apresentando escores de 7% a 30% com apenas o segundo dispositivo ligado. Os autores concluíram que, o indivíduo que recebe o segundo IC após os 15 anos de idade não apresentará bons níveis de percepção auditiva da fala se depender exclusivamente deste implante. Desta forma, há uma idade crítica para se receber o segundo dispositivo para que haja reais benefícios.

Gordon e Papsin (2009) verificaram a correlação do tempo de privação

sensorial e o intervalo de tempo entre as cirurgias dos dois IC's com as habilidades de percepção auditiva de fala no silêncio e ruído em crianças de diversas idades usuárias de IC's bilaterais. A casuística foi composta por 58 indivíduos, sendo que 51 indivíduos receberam o primeiro dispositivo antes dos três anos de idade e sete indivíduos receberam o IC após o período crítico. Os testes de percepção de fala foram realizados na intensidade de 65 dBNPS em campo livre. A percepção auditiva da fala foi avaliada no silêncio e com ruído competitivo, sendo que na situação de silêncio, os testes foram realizados em três situações: com apenas o 1º IC ligado; apenas o 2º IC ligado; e com ambos os dispositivos ligados. Os pacientes submetidos aos testes de percepção auditiva da fala com ruído realizaram os procedimentos com apenas o 1º IC ligado e com os dois dispositivos ligados. Os resultados demonstraram que o desempenho dos indivíduos nos testes de percepção auditiva de fala no silêncio foi maior que no ruído, porém houve melhora estatisticamente significativa quando os indivíduos se encontravam na situação de escuta em que os dois dispositivos estavam ligados concomitantemente. Os indivíduos que receberam o segundo dispositivo após curto tempo de intervalo entre as cirurgias apresentaram melhores escores de percepção auditiva da fala com o 2º IC. Os indivíduos que receberam o segundo dispositivo após longo tempo de intervalo entre as cirurgias não apresentaram bom desempenho nas situações de escuta com apenas o segundo IC ligado. Concluiu-se que o IC bilateral propiciou benefícios para a percepção auditiva de fala tanto em indivíduos que receberam o segundo dispositivo com curto tempo entre as cirurgias quanto para os indivíduos que receberam o segundo dispositivo com longo tempo de intervalo entre as cirurgias. Porém, o primeiro grupo apresentou resultados mais satisfatórios, demonstrando que quanto menor o tempo de intervalo entre as cirurgias dos IC, melhor será o benefício obtido.

Galvin, Hughes e Mok (2010) verificaram os benefícios do IC bilateral sequencial em adolescentes e adultos após 12 meses de uso do segundo dispositivo. Participaram deste estudo nove indivíduos com perda auditiva severa/profunda pré-lingual e que receberam o 2º IC após os dez anos de idade. Para avaliar o desempenho dos participantes em situações de rotina de escuta foi realizado um questionário de discurso, espaço e escala de audição e, para avaliar a percepção adutiva da fala com ruído foi utilizado o *software AdSpon*. Neste

procedimento, os participantes devem reconhecer as sentenças fornecidas pelo programa na presença de ruído competitivo, por meio de duas caixas acústicas posicionadas em 0° e 90° azimuth, nas condições: somente o primeiro IC ligado; somente o segundo IC ligado; e ambos dispositivos ligados. O ruído foi apresentado de duas formas: ipsilateral e contralateral ao implante ligado. Os resultados obtidos no questionário demonstraram que houve melhora no desempenho nas situações da vida diária que se envolvem a audição. Dos nove participantes, seis apresentaram benefício com o segundo dispositivo na situação de percepção auditiva da fala no ruído. Não houve diferença de desempenho estaticamente significativa na situação de escuta apenas com o primeiro IC ou com os dois IC juntos com ruído associado, sendo que nenhum participante apresentou desempenho superior na condição bilateral. Na situação em que o ruído foi apresentado ipsilateralmente ao dispositivo ligado, houve melhor desempenho dos participantes na situação bilateral (dois implantes funcionando) do que com apenas um dos dispositivos ligados separadamente. Os autores concluíram que os adolescentes e adultos jovens até a idade de 19 anos podem obter o benefício adicional de um segundo implante coclear, mesmo que a sua perda auditiva seja congênita e com longo tempo de intervalo entre as cirurgias de IC.

Illg et al. (2013) realizaram um estudo com o objetivo de verificar os benefícios da implantação bilateral após longo tempo entre as cirurgias dos dispositivos. Participaram deste estudo 73 crianças e adolescentes com perda auditiva congênita e que receberam o primeiro IC até cinco anos de idade e o segundo IC por volta dos 11 anos de idade. Os participantes foram divididos em grupos de acordo com o tempo de uso do segundo dispositivo, tempo de intervalo entre as cirurgias e uso de AASI prévio ao segundo dispositivo. Os participantes realizaram os testes de reconhecimento de palavras monossilábicas e testes de sentenças no silêncio e no ruído +10db. Todas as orelhas foram avaliadas separadamente e a intensidade dos testes se manteve em 65 dB NPS. Os resultados demonstraram que não foram encontradas diferenças significativas entre o primeiro IC e o modo bilateral em situação de silêncio. No modo bilateral, os resultados da percepção de fala no ruído foram significativamente melhores do que os do primeiro IC, mas apenas para o grupo de crianças que receberam o seu primeiro implante em uma idade entre 2 e 3 anos. A idade em que foi realizada a

cirurgia do IC influencia no desempenho de percepção de fala no silêncio, uma vez que os participantes com mais tempo de uso do primeiro IC apresentaram melhores desempenhos no teste de sentenças no silêncio. Todos os participantes apresentaram desempenho similar nos testes de percepção auditiva de sentenças com ruído. Os participantes que receberam o segundo IC com menos tempo de intervalo entre a primeira cirurgia apresentaram melhores benefícios com o segundo dispositivo nos testes de percepção auditiva da fala no silêncio e no ruído, porém se comparado os dois IC ligados juntos e apenas o IC com mais tempo de uso ligado não houve diferenças entre o desempenho dos participantes nos testes tanto de reconhecimento de palavras quanto de sentenças no silêncio e no ruído. Desta forma concluiu-se que o segundo dispositivo traz benefícios para o usuário mesmo após longo tempo de intervalo entre as cirurgias, porém quanto menor o tempo entre as cirurgias maior será o benefício dos indivíduos em situações de escuta tanto no silêncio quanto no ruído com o novo dispositivo.

Kim, Kim e Jeong (2013) realizaram um estudo com o objetivo de identificar a influência de um longo intervalo entre as cirurgias de dois implantes cocleares em crianças mais velhas. Participaram deste estudo 42 crianças com perda auditiva pré-lingual e usuárias de IC bilateral sequencial que receberam o primeiro IC com média de idade de quatro anos e o segundo IC; por volta dos nove anos e sete meses. O intervalo entre os IC's foi em torno de cinco anos e meio. A percepção da fala foi medida usando o teste de palavras monossílabas, frases comuns e teste de sentença no silêncio e ruído (Relação sinal/ruído+10db) e categoria de performance auditiva. A avaliação foi realizada em três momentos após a cirurgia do segundo dispositivo, sendo estes: três; seis; e doze meses de uso. Um questionário sobre desempenho da função auditiva no cotidiano foi aplicado aos pais dos pacientes. As crianças apresentaram benefícios auditivos significativamente melhores em ambiente ruidosos após o uso do IC bilateral por mais de seis meses em comparação à situação monoaural (primeiro implante). Até os seis meses de uso do IC bilateral, nenhum participante apresentou desempenho superior com o segundo IC em comparação com o primeiro IC. Em compensação, com um ano de uso do novo dispositivo, o desempenho dos participantes nos testes de percepção auditiva da fala com os IC separados se assemelhou. Concluiu-se que crianças que apresentam excelentes performances com o primeiro implante são suscetíveis a

desenvolver melhores habilidades de percepção auditiva da fala e benefícios funcionais em situações ruidosas usando o segundo implante após um curto período de tempo da implantação do mesmo. O IC bilateral pode ser altamente recomendável para este grupo de crianças mais velhas, apesar do longo intervalo de cirurgia entre os IC's, por volta dos cinco anos. Deve ser fornecido aconselhamento, apoio focado e reabilitação para os indivíduos que receberam um segundo implante coclear.

Na literatura nacional não foram encontrados estudos relacionando potenciais evocados auditivos corticais e IC bilateral.

3 Proposição

3 PROPOSIÇÃO

Caracterizar longitudinalmente o complexo P1-N1-P2 dos potenciais evocados auditivos corticais em usuários de implante coclear bilateral sequencial que realizaram a ativação do primeiro IC na infância e a ativação do segundo dispositivo na adolescência; e analisar sua correlação com a percepção auditiva da fala.

4 Material e Métodos

4 MATERIAL E MÉTODOS

Estudo clínico não controlado longitudinal prospectivo que foi realizado no Centro de Pesquisas Audiológicas, Seção de Implante Coclear do HRAC-USP, aprovado pelo Comitê de Ética da Instituição, número CAAE: 39251914.9.0000.5441.

4.1 SELEÇÃO DA CASUÍSTICA

Trata-se de uma casuística de conveniência, após análise dos prontuários de pacientes residentes no Estado de São Paulo, possíveis candidatos ao IC bilateral.

- Critérios de inclusão

A indicação do IC bilateral foi realizada por equipe interdisciplinar formada por médico, fonoaudiólogo, psicólogo e assistente social, de acordo com os critérios de indicação e contraindicação do IC (BEVILACQUA; MORET; COSTA, 2011). Foram selecionados os pacientes que tiveram a indicação do segundo implante na idade igual ou superior a dez anos.

- Critérios de exclusão

Foram excluídos da casuística pacientes usuários de IC com diagnóstico de Desordem do Espectro da Neuropatia Auditiva, pacientes que foram submetidos a reimplante, pacientes que apresentaram meningite ou pacientes que apresentassem algum distúrbio neurológico comprovado.

4.1.1 CASUÍSTICA

Foram avaliados oito participantes adolescentes, na faixa etária entre dez e 19 anos (OMS, 1995), com perda auditiva sensorineural de grau severo/profundo pré-lingual que foram submetidos ao IC bilateral sequencial no CPA, Seção de Implante Coclear, HRAC-USP.

4.2 PROCEDIMENTOS DE AVALIAÇÃO

4.2.1 POTENCIAIS EVOCADOS AUDITIVOS CORTICAIS

A pesquisa dos PEAC foi realizada em cinco momentos: no máximo um mês antes da implantação do segundo IC (pré 2º IC), após a ativação do segundo IC, com três meses, seis meses e 12 meses de uso do segundo IC. O paciente estava com o dispositivo eletrônico ligado no mapa mais utilizado diariamente. O exame foi realizado com base na metodologia proposta por Ventura, Costa Filho e Alvarenga (2009), descrita a seguir.

Foi utilizado o aparelho *Smart EP USB Jr* da *Intelligent Hearing Systems®*, de dois canais. Os eletrodos foram posicionados para que o registro dos potenciais evocados auditivos ocorresse no canal A e os movimentos oculares e piscada no canal B. No canal A, o eletrodo ativo foi posicionado em Cz, conectado à entrada (+) do pré-amplificador e o eletrodo de referência na mastoide contralateral ao IC estimulado (M1 ou M2) e em Oz quando os dois implantes foram estimulados ao mesmo tempo, conectado à entrada (-). O eletrodo terra foi posicionado em Fpz à esquerda, conectado na posição *ground*. No canal B, o eletrodo ativo foi colocado na posição supra-orbital do lado direito conectado na entrada (+) e o eletrodo de referência, no mesmo lado, na posição infra-orbital, conectado à entrada (-), possibilitando a verificação da amplitude do movimento ocular e piscada anterior à pesquisa do potencial, a fim de delimitar o nível de rejeição para o canal A, e, conseqüentemente, minimizar a interferência do movimento ocular. O esquema de disposição do posicionamento dos eletrodos está demonstrado na figura 1.

Figura 1 – Posicionamento dos eletrodos nos potenciais evocados auditivos corticais

Foram utilizados eletrodos descartáveis para encefalograma (EEG) da marca 3M, com pasta condutiva para EEG da marca Ten 20TM®, colocados após a limpeza da pele do indivíduo com Gel Abrasivo para Eletrocardiograma (ECG)/EEG da marca NUPREP®. O nível de impedância para os eletrodos foi mantido em até 3 KOhms.

Para evocar os potenciais auditivos corticais, foi utilizado o estímulo de fala /da/, proposto por Banhara (2007). A amostra de fala foi desenvolvida em uma sala acusticamente tratada do Laboratório de Fonética e Psicolinguística do Instituto de Estudos da Linguagem da Universidade Estadual de Campinas. As emissões foram gravadas por meio de microfone unidirecional, diretamente na placa de computador, pelo programa livre *Praat*® (www.praat.org), com amostragem de 22 kHz. Solicitou-se que o locutor (homem, 22 anos de idade com qualidade vocal fluida) realizasse as emissões naturalmente. A sílaba [da] foi extraída da segunda sílaba da palavra [da'da] emitida. A partir da sílaba isolada, verificaram-se os valores de F₁, F₂ e F₃ em sua porção inicial e estável. Com os valores das larguras de banda da região estável das frequências formantes, compilou-se um script no *Praat*® (versão 4.2.31). O tempo de duração da sílaba [da] é de 180 ms.

O estímulo /da/ foi apresentado com 526ms de intervalo interestímulo, com taxa de apresentação de 1,9 estímulos por segundo, filtro passa-banda de 1 a 30 Hz e janela de análise da resposta de -100ms pré-estímulo a 500ms pós-estímulo. O procedimento foi realizado em campo livre, calibrado em decibel nível de dB NPS, com duas caixas acústicas posicionadas a 90° azimuth, uma do lado direito e outra do lado esquerdo, a 40cm de distância da orelha estimulada.

Os PEAC foram realizados em três condições de avaliação: com apenas o 1º IC ligado; com apenas o 2º IC ligado e com os implantes ligados simultaneamente e em cinco momentos de avaliação: pré ativação do 2º IC; ativação do 2º IC; 3 meses de uso IC bilateral; 6 meses de uso IC bilateral; 12 meses de uso IC bilateral. Com o objetivo de controlar a variável sequência do teste, orelha direita (OD), orelha esquerda (OE) ou duas orelhas juntas, foi definida de forma randomizada, de acordo com o início no paciente anterior, independente de ser o primeiro ou segundo IC. Importante destacar que a sequência definida foi mantida nos cinco momentos de avaliação.

O exame foi realizado em um ambiente silencioso, com o indivíduo sentado confortavelmente em uma cadeira e orientado a assistir a um vídeo mudo. As séries foram promediadas com 150 estímulos e replicadas duas vezes em 70 dBNPS a fim de verificar reprodutibilidade de ondas e uma série foi realizada em 0 dBNPS para validar o registro obtido. Quando identificada resposta na faixa de latência de 40 a 500 ms, os componentes P1-N1-P2 foram marcados no ponto de maior amplitude do pico da onda, determinando assim, sua latência e amplitude.

4.3 TESTE DE PERCEPÇÃO AUDITIVA DA FALA

Em quatro momentos de avaliação foi aplicada a lista de reconhecimento de sentenças do dia a dia (OLIVEIRA, 1992). Trata-se de um teste foneticamente balanceado composto por 20 sentenças que são apresentadas por meio de CD, realizado em cabina acústica. O paciente deve reconhecer sentenças que serão apresentadas em intensidade fixa de 60 dBNA sem e com a apresentação de ruído associado (ruído de festa) com relação sinal/ruído fixa de +10dB. O teste foi realizado em campo livre com caixas acústicas posicionadas a 0° azimuth, com ruído e fala sendo apresentados na mesma caixa. O escore é dado em porcentagem, no qual é contabilizado o número de palavras chaves acertadas pelo paciente.

O *Glendonald Auditory Screening Procedure* (GASP) é um procedimento de avaliação da percepção auditiva da fala em crianças com DA profunda a partir dos cinco anos de idade, que foi adaptado para a Língua Portuguesa por Bevilacqua e Tech (1996). O procedimento envolve seis provas teste, sendo que a prova utilizada foi a prova número cinco, no qual o paciente deve reconhecer as palavras apresentadas. O escore é dado por porcentagem de acerto de palavras.

4.4 FORMA DE ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os componentes do complexo P1-N1-P2, quando presentes, foram analisados no domínio da latência (ms) e amplitude (μ V), sendo considerados para P1 e P2, os picos de maior amplitude positiva e para N1, a maior amplitude negativa. A amplitude foi considerada a partir da linha de base do registro 0.0 μ V.

O componente P1 dos PEAC caracterizou-se como o primeiro pico

positivo com valor de latência entre 40 e 170ms. O pico negativo subsequente foi analisado como N1 e o segundo pico positivo do complexo, que ocorre após este componente, como P2.

O componente N1 quando apresentou uma morfologia com característica de duplo pico, denominamos como N1a e N1b, porém como critério de análise para latência e amplitude, tomamos como base os valores do primeiro pico do componente.

A morfologia do complexo P1-N1-P2 foi considerada, contudo, a onda foi marcada se a amplitude, valor em microvolts, de P1 e P2 apresentava valor positivo e o de N1, negativo. Por outro lado, se semelhante morfologia foi constatada na pesquisa realizada em 0 dBNPS no canal A ou no canal B na intensidade de 70 dBNPS, não foi considerada presença de resposta.

A reprodutibilidade foi analisada entre as ondas registradas em duas séries diferentes, sendo que nos casos em que esta era questionável, a definição da presença da onda baseou-se na concordância da avaliação independente entre os dois juízes.

Os registros foram analisados por um juiz atuante na área de eletrofisiologia da audição e pela pesquisadora em momentos distintos, sendo que o juiz realizou a devida marcação sem o conhecimento de dados prévios do paciente. Com o objetivo de verificar a concordância das análises do complexo P1-N1-P2 foram utilizados os métodos estatísticos de Kappa (LANDIS; KOCH, 1997), apresentado na tabela 1, e o Coeficiente de Relação Interclasse (FLEISS, 1986), apresentado na tabela 2.

Tabela 1 - Correlação entre a força de concordância e o valor de Kappa

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

Tabela 2 - Interpretação do Coeficiente de Correlação Interclasse

Coeficiente de Correlação Interclasse	Força de correlação
I < 0,4	Pobre
0,4 - 0,75	Satisfatório
> 0,75	Excelente

A morfologia das ondas e os componentes do complexo P1-N1-P2 foram avaliados pelo método descritivo qualitativo.

5 Resultados

5 RESULTADOS

Foram avaliados oito indivíduos com perda auditiva severa ou profunda bilateral que receberam o primeiro IC no período sensível ou crítico e o segundo IC após os 10 anos de idade.

A caracterização da casuística quanto aos dados de IC referente à marca, aos componentes internos do 1º e do 2º IC e à estratégia de processamento estão descritos na tabela 3.

Tabela 3 - Caracterização dos dados de IC quanto à marca, componente interno do 1º IC, componente interno do 2º IC e estratégia de processamento

Paciente	Marca	Componente Interno 1º IC	Componente Interno 2º IC	Estratégia de Processamento
1	Cochlear	NUCLEUS 24K	Freedom Contour	ACE
2	Cochlear	NUCLEUS 24K	Freedom Contour	ACE
3	MEDEL	COMBI 40+	SONATA TI100 +MEDIUM	FS4-p
4	MEDEL	PULSARci 100	Mi1000+Standard	FS4-p
5	Cochlear	NUCLEUS 24K	Freedom Contour	ACE
6	MEDEL	PULSARci 100	SONATA TI100 +STANDARD	FS4-p
7	Cochlear	Nucleus 24K	Freedom Contour	ACE
8	Cochlear	Nucleus 24K	Freedom Contour	ACE

Os dados demográficos dos pacientes quanto à etiologia da deficiência auditiva, orelha em que recebeu o 1º IC, idade na ativação do 1º IC, idade na ativação do 2º IC e tempo de intervalo entre as cirurgias de IC estão descritos na tabela 4.

Tabela 4 - Dados demográficos dos pacientes

Paciente	Etiologia	Orelha do 1º IC	Idade ativação 1º IC	Idade ativação 2º IC	Intervalo entre IC's
1	Idiopática	OE	2a 2m	11a 4m	9a 2m
2	Idiopática	OD	2a 3m	10a 6m	8a 3m
3	Rubéola Congênita	OD	2a 9m	18a 2m	15a 5m
4	Genética	OD	2a 11m	10a	7a 1m
5	Idiopática	OE	3a 2m	12a 6m	9a 4m
6	Genética	OD	4a	11a 4m	7a 4m
7	Idiopática	OD	5a	17a 5m	12a 5m
8	Idiopática	OD	7a 4m	17a 3m	9a 11m

Legenda: OD – orelha direita, OE – orelha esquerda, IC – implante coclear, a – ano, m - meses

Os resultados obtidos quanto à morfologia dos PEAC, os valores de latência e amplitude dos componentes P1, N1 e P2 com apenas o 1º IC ligado, 2º IC ligado e com os dois dispositivos ligados estão apresentados a seguir.

5.1 MORFOLOGIA DOS PEAC

Os traçados dos PEAC obtidos no paciente 1 estão apresentados na figura 2. Observou-se o complexo P1-N1-P2 em quase todos os momentos de avaliação.

Figura 2 - Registros obtidos na pesquisa dos potenciais evocados auditivos corticais com o 1º IC ligado; 2º IC ligado; e com os dois IC's ligados nos momentos de: Primeira avaliação (pré 2º IC), ativação do 2º implante coclear, três meses de uso de IC bilateral, seis meses de uso do IC bilateral e 12 meses de uso do IC bilateral no paciente 1

5.2 CARACTERIZAÇÃO QUANTO À LATÊNCIA E À AMPLITUDE DOS COMPONENTES P1, N1 E P2

Os gráficos 1, 2 e 3 apresentam os valores de latência dos componentes P1, N1 e P2 na última avaliação de registro, de acordo com a idade em que os pacientes receberam o 1º IC, o 2º IC ou tempo de intervalo entre a cirurgias dos IC's.

Gráfico 1 - Valores de latência (ms) dos componentes P1, N1 e P2 de acordo com a idade (anos) em que o paciente recebeu o primeiro implante coclear

Gráfico 2 - Valores de latência (ms) dos componentes P1, N1 e P2 de acordo com a idade (anos) em que o paciente recebeu o segundo implante coclear

Gráfico 3 - Valores de latência (ms) dos componentes P1, N1 e P2 de acordo com o intervalo de tempo (anos) entre as cirurgias dos dois implantes cocleares

Os valores de amplitude encontraram-se variáveis. Dado este fato, não foi possível observar um padrão de tendência aplicado a esta variável (Tabelas 5, 6 e 7).

O valor de Kappa= 1 indicou 100% de concordância com relação à análise da ocorrência dos PEAC entre a avaliadora e o juiz, indicando força de concordância perfeita (Tabela 1).

O Coeficiente de Correlação Interclasse (CCI) para a latência dos componentes P1, N1 e P2 foi de 0,995, 0,997 e 0,998, respectivamente e para a amplitude, o CCI foi de 0,977, 0,949 e 0,894, respectivamente, indicando uma correlação excelente para as duas variáveis (Tabela 2).

Tabela 5 - Valores de latência (ms) e amplitude (μ v) dos componentes P1, N1 e P2 com apenas o primeiro implante coclear ligado

Valores de latência e amplitude de P1 com o 1º IC											
P	Idade	PréL	Préa	AL	Aa	3L	3a	6L	6a	12L	12a
1	2a 2m	92	3.18	100	3.67	94	3.78	107	4.60	95	5.78
2	2a 3m	91	1.57	98	3.48	NA	NA	93	2.73	91	2.11
3	2a 9m	74	4.30	73	3.25	73	4.17	71	4.28	NA	NA
4	2a 11m	86	0.86	95	2.05	78	1.28	73	0.67	81	1.11
5	3a 2m	115	1.64	NR	NR	159	2.24	62	2.11	76	1.34
6	4a	81	5.63	89	6.97	80	4.65	81	5.38	96	2.79
7	5a	NR	NR	87	1.55	98	1.82	104	2.20	NA	NA
8	7a 4m	93	0.42	128	1.28	97	1.63	NR	NR	134	1.08
Valores de latência e amplitude de N1 com o 1º IC											
1	2a 2m	208	3.03	205	1.76	189	3.82	187	3.42	240	4.26
2	2a 3m	137	1.23	191	2.45	NA	NA	184	2.27	146	2.37
3	2a 9m	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NA	NA
4	2a 11m	147	1.63	140	1.94	117	0.43	137	1.49	131	0.95
5	3a 2m	160	0.94	NR	NR	NR	NR	111	1.51	125	1.82
6	4a	160	2.73	141	3.10	140	4.15	137	2.86	135	1.62
7	5a	NR	NR	153	2.24	221	2.10	182	1.32	NA	NA
8	7a 4m	151	0.92	223	0.86	157	0.54	NR	NR	209	0.64
Valores de latência e amplitude de P2 com 1º IC											
1	2a 2m	281	1.90	NR	NR	281	1.23	293	1.23	302	0.52
2	2a 3m	269	2.88	271	1.53	NA	NA	278	2.51	228	1.27
3	2a 9m	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NA	NA
4	2a 11m	223	1.17	202	2.43	188	1.31	179	1.64	182	1.03
5	3a 2m	270	4.81	NR	NR	278	0.96	158	2.39	196	0.28
6	4a	227	0.17	191	0.38	208	0.11	NR	NR	200	0.29
7	5a	NR	NR	192	0.20	281	1.97	237	0.84	NA	NA
8	7a 4m	219	0.66	292	0.61	268	1.47	NR	NR	261	0.38

Legenda: P – paciente, NA- Não Avaliado, NR – Não Registrado, IC- Implante Coclear, PréL – Avaliação pré ativação 2º IC latência, Préa - Avaliação pré ativação 2º IC amplitude, AL – Ativação latência, Aa – Ativação amplitude, 3L – três meses latência, 3a - três meses amplitude, 6L – seis meses latência, 6a - seis meses amplitude, 12L – doze meses latência, 12a - doze meses amplitude.

Tabela 6 - Valores de latência (ms) e amplitude (μV) dos componentes P1, N1 e P2 com apenas o segundo implante coclear ligado

Valores de latência e amplitude de P1 com o 2º IC											
P	Idade	PréL	Préa	AL	Aa	3L	3a	6L	6a	12L	12a
1	11a 4m			NR	NR	102	1.32	126	2.07	103	2.31
2	10a 6m			92	0.99	NA	NA	101	2.01	108	1.42
3	18a 2m			70	0.82	78	0.36	74	0.07	NA	NA
4	10a			NR	NR	NR	NR	82	2.13	NR	NR
5	12a 6m			186	1.97	145	1.07	157	1.26	NR	NR
6	11a 4m			74	2.11	165	0.17	114	1.80	64	1.97
7	17a 5m			NR	NR	72	0.96	46	0.41	NA	NA
8	17a 3m			NR	NR	NR	NR	59	0.61	63	0.25
Valores de latência e amplitude de N1 com o 2º IC											
1	11a 4m			NR	NR	157	0.95	228	3.29	212	3.09
2	10a 6m			156	3.58	NA	NA	184	0.65	200	1.90
3	18a 2m			131	2.40	109	1.32	107	1.20	NA	NA
4	10a			102	3.29	98	1.01	117	1.72	NR	NR
5	12a 6m			248	1.96	224	1.96	208	1.77	NR	NR
6	11a 4m			175	7.49	194	2.29	161	0.30	147	1.99
7	17a 5m			124	3.15	106	1.63	103	2.22	NA	NA
8	17a 3m			129	3.41	112	2.86	107	1.90	97	1.95
Valores de latência e amplitude de P2 com o 2º IC											
1	11a 4m			NR	NR	204	0.64	307	3.64	287	2.76
2	10a 6m			262	3.80	NA	NA	282	1.28	182	1.26
3	18a 2m			228	4.29	165	1.61	152	1.68	NA	NA
4	10a			180	1.81	188	1.13	196	2.05	NR	NR
5	12a 6m			340	3.66	277	1.07	288	3.23	154	1.10
6	11a 4m			272	7.51	280	1.92	294	0.94	251	0.14
7	17a 5m			204	1.89	158	2.54	152	1.68	NA	NA
8	17a 3m			225	3.52	188	1.71	163	1.29	153	1.05

Legenda: P – paciente, NA - Não Avaliado, NR – Não Registrado, IC- Implante Coclear, PréL – Avaliação pré ativação 2º IC latência, Préa - Avaliação pré ativação 2º IC amplitude, AL – Ativação latência, Aa – Ativação amplitude, 3L– três meses latência, 3a três meses amplitude, 6L– seis meses latência, 6a seis meses amplitude, 12L– doze meses latência, 12a doze meses amplitude

Tabela 7 - Valores de latência (ms) e amplitude (μV) dos componentes P1, N1 e P2 com os dois implantes cocleares ligados

Valores de latência e amplitude de P1 com IC bilateral											
P	Idade	PréL	Préa	AL	Aa	3L	3a	6L	6a	12L	12a
1	9a 2m			88	3.21	117	2.86	103	4.91	101	6.28
2	8a 3m			92	2.74	NA	NA	98	2.83	85	1.29
3	15a 5m			74	4.37	69	1.91	69	3.39	NA	NA
4	7a 1m			NR	NR	76	0.30	75	2.13	NR	NR
5	9a 4m			144	2.19	NR	NR	158	2.18	91	2.63
6	7a 4m			86	2.77	82	3.30	89	3.10	84	2.57
7	12a 5m			110	2.13	76	2.56	80	1.09	NA	NA
8	9a 11m			82	1.36	74	1.15	66	1.66	63	0.79
Valores de latência e amplitude de N1 com IC bilateral											
1	9a 2m			215	2.74	189	2.74	NR	NR	236	5.98
2	8a 3m			167	2.89	NA	NA	154	2.94	114	1.30
3	15a 5m			131	3.33	96	0.80	115	2.46	NA	NA
4	7a 1m			NR	NR	127	2.54	128	0.56	153	1.48
5	9a 4m			210	1.86	NR	NR	242	1.57	215	2.86
6	7a 4m			147	3.65	139	3.16	157	0.77	137	1.95
7	12a 5m			149	0.84	NR	NR	130	0.70	NA	NA
8	9a 11m			146	1.53	108	1.42	128	1.24	99	1.27
Valores de latência e amplitude de P2 com IC bilateral											
1	9a 2m			300	1.26	270	2.42	NR	NR	272	0.40
2	8a 3m			263	2.52	NA	NA	227	0.94	224	0.96
3	15a 5m			199	2.00	150	0.88	NR	NR	NA	NA
4	7a 1m			NR	NR	237	4.98	180	2.47	237	2.70
5	9a 4m			305	3.40	NR	NR	306	1.38	329	1.49
6	7a 4m			241	3.26	NR	NR	211	1.35	189	0.10
7	12a 5m			175	0.90	148	1.21	202	1.88	NA	NA
8	9a 11m			221	2.65	175	1.99	154	0.74	158	0.64

Legenda: NA- Não Avaliado, NR – Não Registrado, IC- Implante Coclear, PréL – Avaliação pré ativação 2º IC latência, Préa - Avaliação pré ativação 2º IC amplitude, AL – Ativação latência, Aa – Ativação amplitude, 3L– três meses latência, 3a três meses amplitude, 6L– seis meses latência, 6a seis meses amplitude, 12L– doze meses latência, 12a doze meses amplitude

5.3 TESTES DE PERCEPÇÃO AUDITIVA DA FALA

Os resultados dos testes de percepção de fala tanto no silêncio quanto no ruído, dado em percentual de acertos, realizado pelos indivíduos avaliados estão apresentados na tabela 8.

Tabela 8 - Percentual de acertos nos testes de percepção de fala no silêncio e no ruído com apenas o primeiro implante coclear ligado, apenas com o segundo implante coclear ligado e com os dois implantes cocleares ligados

Testes de percepção de fala com o 1º IC									
Silêncio (%)						Ruído (%)			
Pac.	Idade	Pré	3 m	6 m	12 m	Pré	3 m	6 m	12 m
1	2a 2m	89	98	96	99	75	81	93	68
2	2a 3m	15	24	27	21	0	19	11	14
3	2a 9m	34	89	65	NA	24	47	52	NA
4	2a 11m	0	0	8	16	0	0	0	14
5	3a 2m	16	7	9	17	0	5	0	0
6	4a	36	16	11	12	NA	6	0	0
7	5a	90	95	100	NA	76	99	92	NA
8	7a 4m	65	38	64	69	NA	0	45	51
Testes de percepção de fala com 2º IC									
Silêncio (%)						Ruído (%)			
Pac.	Idade	Pré	3 m	6 m	12 m	Pré	3 m	6 m	12 m
1	11a 4m		52	94	92		33	51	20
2	10a 6m		0	12	16		0	0	14
3	18a 2m		70	NA	NA		0	NA	NA
4	10a		0	9	17		0	0	9
5	12a 6m		0	0	17		0	0	0
6	11a 4m		NR	0	10		NA	0	0
7	17a 5m		0	0	NA		0	0	NA
8	17a 3m		0	22	22		0	0	17
Testes de percepção de fala com IC bilateral									
Silêncio (%)						Ruído (%)			
Pac.	Idade	Pré	3 m	6 m	12 m	Pré	3 m	6 m	12 m
1	9a 2m		95	94	99		80	87	80
2	8a 3m		16	24	36		14	19	12
3	15a 5m		69	74	NA		35	50	NA
4	7a 1m		0	10	22		0	0	9
5	9a 4m		6	9	35		7	0	0
6	7a 4m		17	16	18		7	0	0
7	12a 5m		99	96	NA		95	89	NA
8	9a 11m		41	63	67		0	30	26

Legenda: Pac. – pacientes, a – anos, m – meses, IC – implante coclear, NA – Não avaliado

O paciente nº 7 foi avaliado até os seis meses de uso do IC bilateral, sendo que não adquiriu a habilidade de percepção de sentenças no silêncio e no ruído, alcançando apenas a habilidade de reconhecimento de palavras (50%) do GASP com o 2º IC.

6 Discussão

6 DISCUSSÃO

Adolescentes com deficiência auditiva profunda bilateral que utilizaram o IC unilateral por um longo período de tempo apresentam organização cortical diferente dos indivíduos com audição normal, uma vez que a maturação do córtex auditivo é um processo que depende da experiência auditiva (GILLEY; SHARMA; DORMAN, 2008; GORDON; WONG; PAPSIN, 2013; JIWANI; PAPSIN; GORDON, 2015). Estudos anteriores (JIWANI; PAPSIN; GORDON, 2015; KRAL et al., 2013) apontaram que nesta situação há um aumento de atividade no córtex ipsilateral, o que indica mudanças plásticas do cérebro a fim de compensar a entrada sonora atípica e/ou a estimulação das vias auditivas fornecida pelo IC unilateral. Segundo Scheffler et al. (1998), a privação sensorial unilateral leva a uma reorganização cortical, na qual o córtex auditivo de pacientes com deficiência auditiva apresentam resposta cortical bilateral simétrica na estimulação monoaural equivalente à quando são estimulados bilateralmente.

As respostas do córtex auditivo em adultos usuários de IC unilateral são simétricas, ou seja, o córtex ipsilateral e contralateral respondem de maneira semelhante a um determinado estímulo, sendo estas respostas diferentes das encontradas em indivíduos sem perda auditiva, uma vez que o córtex contralateral responde em maior quantidade se comparado ao córtex ipsilateral ao estímulo (GORDON; WONG; PAPSIN, 2010). Portanto, ao implantar um segundo dispositivo em usuários com longo tempo de uso do IC unilateral assume-se que tanto o córtex ipsilateral referente ao novo dispositivo quanto o córtex contralateral não são os mesmos quando comparados ao momento de implantação do primeiro dispositivo, uma vez que ambos os córtex foram estimulados pelo IC unilateral.

Estudos eletrofisiológicos, principalmente os que investigaram o complexo P1-N1-P2, tem auxiliado pesquisadores a compreender as modificações corticais decorrentes da estimulação elétrica propiciada pelo IC após o período de privação sensorial. No presente estudo, foi realizada a avaliação longitudinal após realização do 2º IC de oito pacientes que receberam o segundo dispositivo de forma sequencial na fase da adolescência.

Inicialmente, é importante relatar a presença de um artefato elétrico inicial imediatamente após a apresentação do estímulo em todos os registros, assim como descrito por Sharma, Dorman e Kral (2005). Contudo, a presença deste não

impossibilitou a marcação dos componentes do complexo P1-N1-P2, uma vez que entre nove e 12 anos de idade há o desenvolvimento das conexões tálamo-corticais e cortico-cortical nas camadas mais superficiais do córtex auditivo, possibilitando registros dos PEAC com os componentes N1 e P2 mais definidos (GORDON; JIWANI; PAPSIN, 2013; LAUFFER et al., 1993; SHARMA et al., 1997).

A seguir, a discussão sobre os componentes do complexo P1-N1-P2 nos pacientes avaliados será de acordo com a condição e momento de avaliação.

6.1 APENAS O PRIMEIRO IC LIGADO

Ponton e Eggermont (2001); Jiwani, Papsin e Gordon (2013) relataram a presença do complexo P1-N1-P2 em crianças com idade superior a sete anos. Neste estudo, conforme é possível observar na tabela 5, o registro do complexo P1-N1-P2 não foi consistente em todos os momentos de avaliação, sendo que em um mesmo paciente ora poderia estar presente, ora ausente, ou com apenas um ou mais componentes registrados. Importante salientar que em um paciente, apenas o componente P1 esteve presente em todas as situações de avaliação, sugerindo imaturidade do córtex auditivo, uma vez que o paciente era usuário de implante coclear unilateral há 15 anos e cinco meses. Entretanto, estes achados não foram preditores do benefício na percepção auditiva da fala (tabela 8), visto que o desempenho satisfatório no reconhecimento de sentenças no silêncio e no ruído não estavam correlacionados com a presença ou ausência dos componentes.

Adicionalmente, independente da condição de avaliação, observou-se variabilidade nos valores de amplitude do componente P1 ao comparar os momentos de avaliação, o que impossibilitou utilizar esse parâmetro para analisar o processo maturacional decorrente da estimulação bilateral. Este achado está condizente com a literatura específica, na qual os estudos em eletrofisiologia da audição utilizam como principal parâmetro de análise a latência dos PEA ao invés da amplitude, devido a ampla variabilidade desta em indivíduos normais. Contudo, observou-se a tendência do componente P1 apresentar maior amplitude se comparado com o componente P2 e, no momento de avaliação 12 meses, o P1 apresentou amplitude maior do que o componente P2 em todos os pacientes avaliados, ou seja, morfologicamente há a presença de pico P1 proeminente.

De acordo com Ponton e Eggermont (2001); Ponton et al., (2002); Vicente (2014) e Gordon, Jiwani e Papsin (2013), o componente P1 é um biomarcador do processo maturacional do córtex auditivo, uma vez que a latência deste componente diminui conforme o tempo de estimulação auditiva. Além disso, acredita-se que o componente P1 proeminente está associado a respostas providas da atividade elétrica gerada nas vias tálamo-corticais, cortico-corticais e camadas mais profundas do córtex auditivo, como, por exemplo, as áreas associativas.

Como pode ser observado na tabela 5, caracteristicamente, os valores de latência dos componentes P1, N1 e P2 mantiveram-se semelhantes na primeira e na última avaliação em que estes foram observados considerando todos os momentos de avaliação. Entretanto, para alguns pacientes observou-se aumento ou redução dos valores de latência dos componentes, sendo consideradas mudanças significativas na latência as que ocorreram acima de 30 ms, uma vez que os PEAC são um teste que envolvem estruturas corticais superiores. Contudo, não há como afirmar que a mudança nos valores de latência do componente P1 se modificaram devido à influência do uso do 2º IC na estimulação do córtex auditivo.

6.2 APENAS O SEGUNDO IC LIGADO

O comportamento do complexo P1-N1-P2 no 2º IC foi semelhante ao observado no 1º IC quanto à inconsistência do registro (Tabela 6). Entretanto, a ocorrência do componente P1 difere significativamente. Diferentemente de estudos anteriores que descreveram os PEAC na ativação do IC unilateral, situação na qual registra-se um P1 proeminente (ALVARENGA et al., 2013; JIWANI; PAPSIN; GORDON, 2013; PONTON; EGGERMONT, 2001), observou-se a tendência do componente P2 apresentar maior amplitude se comparado com o componente P1.

Adicionalmente, alguns pacientes não apresentaram o registro do componente P1, mas apenas dos componentes N1 e P2 (Tabela 6). Este achado também foi descrito por Jiwani, Papsin e Gordon (2015). Este dado, a princípio não é significativo, podendo refletir apenas uma dificuldade de registro, uma vez que a ausência do componente P1 é incompatível, pois o mesmo reflete o início do processamento cortical do sinal e todos os pacientes apresentavam percepção auditiva da fala (Tabela 8).

Pode-se inferir que a ativação do 2º IC mostrou atividade cortical que sugere um processo maturacional mais avançado. Isto porque, dois ou mais componentes do complexo P1-N1-P2 foram registrados já na ativação, o que reforça a compreensão de que o usuário de IC unilateral há vários anos, ao receber o 2º IC possui um córtex auditivo estimulado e com uma reorganização cortical diferente.

Na análise da latência dos componentes P1-N1-P2, alguns achados são relevantes (Tabela 6). A latência do componente P1 não se modificou, mantendo-se semelhante em todos os momentos de avaliação, sugerindo um processo maturacional completo deste componente. A estabilização de valores na latência do componente P1 foi descrito por Musiek, Verkest e Gollegly (1988), ao relatarem que essa estabilidade indica possivelmente que o processo maturacional dos sítios geradores deste componente está completo, uma vez que a mielinização das estruturas centrais se completa a partir dos doze anos de idade (EGGERMONT; PONTON, 2003).

A mudança na latência dos componentes N1 e P2 refletem a mudança na atividade cortical em estruturas superiores, pois os sítios geradores do componente P2 podem sofrer influência do processo maturacional até os 20 anos de idade, como descrito por Fuchigami et al. (1993); Ponton et al. (1996) e Sharma et al. (1997).

Ao realizar uma análise comparativa dos PEAC gerados pela estimulação do 1º IC com o 2º IC, alguns aspectos adicionais podem ser apontados:

- Os valores de latência do componente P1 com o 1º IC mantiveram-se semelhantes quando comparado os momentos de avaliação pré 2º IC e a ativação do 2º IC. Com esse resultado, pode-se afirmar que a ativação do 2º IC não teve reflexo na atividade cortical do componente P1. Contudo, na análise longitudinal foi observado em apenas dois pacientes mudanças nos valores de latência do componente P1 do 1º IC (acima de 30 ms), achado que a princípio não tem uma justificativa aparente;
- Os valores de latência do componente P1 com o 2º IC após seis ou 12 meses de uso do implante coclear bilateral ficou semelhante à latência obtida com 1º IC na maioria dos pacientes ou até mesmo inferior, como observado em dois pacientes. Estes achados demonstraram que o 2º IC, mesmo que implantado com longo tempo após a cirurgia do 1º IC, pode levar a uma atividade cortical satisfatória, como encontrada com o 1º IC.

6.3 OS DOIS IC's LIGADOS CONCOMITANTES

O complexo P1-N1-P2 na condição de avaliação em que os dois IC's estão ligados concomitantes foi semelhante ao observado anteriormente quanto à inconsistência do registro, mas, principalmente, não houve correlação da presença ou ausência considerando o registro obtido individualmente com o 1º IC e 2º IC (Tabela 7).

A resposta cortical obtida com o uso dos dois IC's ligados aparentemente reflete a melhor resposta cortical obtida quanto à ocorrência e latência dos componentes, independente se registrada com o 1º IC ou com o 2º IC ligado. Porém, após seis meses de uso do IC bilateral as respostas corticais obtidas com os PEAC em todas as condições de avaliação se assemelharam.

No gráfico de dispersão 1, é possível observar correlação positiva entre as latências dos componentes P1, N1 e P2 e a idade em que o paciente recebeu o 1º IC, achado condizente com estudos anteriores (EGGERMONT et al., 1997; PONTON et al., 1996; SHARMA; DORMAN; SPAHR, 2002a, 2002b).

Contudo, na análise do 2º IC observou-se correlação negativa entre os valores de latência dos componentes P1, N1 e P2 e a idade em que o paciente recebeu o 2º IC (Gráfico 2). Achado similar foi obtido quando a correlação foi feita entre o tempo de intervalo entre as cirurgias (Gráfico 3). Estes achados não foram encontrados em estudos anteriores (BAUER et al., 2006; SHARMA; DORMAN; KRAL, 2005), porém, ressalta-se que a casuística destes estudos era composta por crianças que apesar de terem recebido o 2º IC de forma sequencial, apresentavam idade inferior a casuística deste estudo, formada por adolescentes.

6.4 TESTE DE PERCEPÇÃO AUDITIVA DE SENTENÇAS NO SILÊNCIO E RUÍDO

Todos os pacientes voltaram a realizar terapia fonoaudiológica após a ativação do 2º IC. O desempenho nos testes de percepção auditiva da fala é dependente de diversas variáveis, dentre elas está a reabilitação auditiva, engajamento da família, tecnologia do IC, estratégia de processamento e tempo de uso do IC.

O IC unilateral proporciona ao usuário o benefício da percepção e boa compreensão auditiva da fala no silêncio, entretanto, uma das principais queixas

relacionadas ao uso de apenas um dispositivo de IC é a percepção auditiva da fala no ruído (CHING et al., 2006; GORDON; JIWANI; PAPSIN, 2011; KIEFER et al., 1997; MELO; BEVILACQUA; TANAMATI, 2013).

Neste estudo foi analisada a habilidade de reconhecimento de sentenças no silêncio e no ruído, de acordo com as condições de avaliação.

Ao analisar o desempenho de cada paciente no momento pré 2º IC e após seis/12 meses de uso do IC bilateral foi possível constatar na situação de silêncio que, caracteristicamente, os escores de percepção auditiva de sentenças na situação de silêncio obtidos com o 1º IC mantiveram-se semelhantes, o que sugere que a estimulação cortical bilateral não influenciou na percepção auditiva de sentenças em ambiente silencioso (tabela 8). Por outro lado, com o 2º IC ligado a maioria dos pacientes alcançaram semelhante desempenho na percepção auditiva da fala ao obtido com o 1º IC, o que pôde ser observado no estudo de Kim et al. (2013), demonstrando que o 2º IC tornou esta orelha funcional, ou seja, o 2º IC pode funcionar como *backup* em caso de falha do 1º IC, corroborando com o descrito por Smulders et al. (2011); Melo, Bevilaqua e Tanamati (2013); Papsin e Gordon (2008). Entretanto, este achado é contrário ao apresentado por Illg et al. (2013), mas é importante ressaltar a heterogeneidade da casuística deste estudo que envolveu crianças, adolescentes e adultos.

Apesar da maioria dos pacientes terem apresentado melhora no reconhecimento auditivo de sentenças no silêncio com até seis meses de uso do 2º IC (tabela 8), apenas dois pacientes ultrapassaram o escore de 60% no reconhecimento auditivo de sentenças no silêncio com o 2º IC, independente do benefício alcançado com o 1º IC. Este resultado é compatível com os achados de Graham et al. (2009).

Para a análise do reconhecimento de sentenças no ruído, habilidade relacionada à binauralidade, constatou-se que o desempenho não foi homogêneo, uma vez que parte da casuística não adquiriu tal habilidade auditiva mesmo após 12 meses de estimulação bilateral (tabela 8). Este achado também foi encontrado no estudo de Gordon, Jiwani e Papsin (2011). Ressalta-se que o resultado obtido com os dois IC's ligados refletiu o resultado obtido com o 1º IC, o que está de acordo com o descrito por Zeitler et al. (2008); Illg et al. (2013); Kim et al. 2013; Galvin, Hughes e Mok (2010). Contudo, este resultado não exclui a influência da estimulação cortical

do 2º IC, visto que alguns pacientes só passaram a ter a habilidade com o 1º IC após receber o IC bilateral.

6.5 COMENTÁRIOS ADICIONAIS

Neste estudo, os valores de latência para os componentes P1, N1 e P2 mostraram-se aumentados para alguns pacientes quando comparados com os valores de latência padronizados para indivíduos adultos sem deficiência auditiva propostos por Ventura (2008), o que pode indicar uma ativação da rede cortical auditiva inata e menos complexa (LAMMERS et al., 2015), o que também foi observado no estudo de Jiwani, Papsin e Gordon (2013).

Entretanto, a fragilidade deste estudo está relacionada à impossibilidade de analisar quais estruturas corticais estão envolvidas nos potenciais evocados registrados, devido ao método de captação utilizado.

Na maioria dos pacientes, não houve impacto imediato da ativação do 2º IC em relação ao desempenho no reconhecimento auditivo de sentenças tanto no silêncio quanto no ruído com o 1º IC, porém observou-se que para alguns pacientes pode ocorrer um efeito imediato negativo, piorando o desempenho do paciente, mas que se recupera após três meses de uso de IC bilateral (tabela 8). Este achado é importante ao considerar as orientações ao paciente e família na etapa pré-cirúrgica.

Na análise qualitativa dos dados, o registro dos componentes P1, N1 e P2 não foram preditores dos resultados de reconhecimento de sentenças tanto no silêncio quanto no ruído, ou seja, a presença ou ausência dos componentes, assim como os valores de latências, não apresentaram correlação com o desempenho do paciente nos testes de percepção auditiva da fala. Este achado permite questionar se o desempenho em testes com habilidades auditivas mais complexas, como o reconhecimento de sentenças, pode ter influência das capacidades linguísticas e cognitivas, como memória, como consequência da terapia fonoaudiológica. São necessários mais estudos nesta área.

Ainda não há consenso e nem estudos que abordem como tema o benefício que o IC bilateral pode trazer aos adolescentes deficientes auditivos. O benefício que a implantação do 2º dispositivo pode trazer aos indivíduos com DA bilateral pode ser interpretado como uma das seguintes formas citadas abaixo:

- Resgatar a binauralidade.
- Tornar o ouvido que recebeu o 2º dispositivo funcional, o que remeteria à percepção auditiva da fala e à atividade cortical presente.

Novos estudos devem ser realizados, com métodos que permitam avaliar todas as habilidades relacionadas à binauralidade.

Os resultados obtidos neste estudo contribuem com a área específica, pois traz achados que contribuem para a orientação do paciente e da família quanto aos benefícios da indicação do IC bilateral sequencial em usuários de implante coclear bilateral sequencial que realizaram a ativação do 1º IC na infância e a ativação do segundo dispositivo na adolescência. Entretanto, a expectativa do paciente e da família devem ser muito bem trabalhadas em conjunto com os profissionais envolvidos no processo.

Conclusões

7 CONCLUSÕES

Com os resultados obtidos, pode-se concluir que:

- Houve presença dos componentes P1, N1 e P2 dos PEAC, mesmo que inconstante em todas as condições e momentos de avaliação.
- As respostas dos componentes P1, N1 e P2 dos PEAC com o 2º IC se assemelharam às respostas obtidas para os componentes P1, N1 e P2 nos PEAC com o 1º IC.
- A resposta cortical obtida com o uso dos dois IC's ligados refletiu a melhor resposta cortical obtida, independente se registrada com o 1º IC ou com o 2º IC ligado.
- Os componentes P1, N1 e P2 dos PEAC não foram preditores dos resultados de percepção auditiva da fala tanto no silêncio quanto no ruído.

Referências

REFERÊNCIAS

- AGOSTINHO-PESSE, R. S.; ALVARENGA, K. F. Late auditory evoked potentials to speech stimuli presented with different transducers. **Rev. CEFAC**, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 13–22, 2014.
- ALVARENGA K. F. et al. Development of P1 cortical auditory evoked potential in children presented with sensorineural hearing loss following cochlear implantation: a longitudinal study. **CoDAS**, São Paulo, v. 25, n. 6, p. 521–526, 2013.
- ALVARENGA, K. F. et al. Speech perception and cortical auditory evoked potentials in cochlear implant users with auditory neuropathy spectrum disorders. **Int J Pediatr Otorhinolaryngol**, Amsterdam, v. 76, n. 9, p. 1332–1338, 2012.
- BANHARA, M. R. **Potenciais auditivos de longa latência: N1, P2, N2 e P300, evocados por estímulo de fala em usuários de implante coclear**. 2007. 79 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.
- BAUER, P. W. et al. Central Auditory Development in Children With Bilateral Cochlear Implants. **Arch Otolaryngol Head Neck Surg**, Chicago, v. 132, n. 10, p. 1133–1136, 2006.
- BEVILACQUA, M. C.; MORET, A. L. M.; COSTA, A. O. Conceituação e indicação do implante coclear. In: BEVILACQUA, M. C. e (org). **Tratado de audiologia**. São Paulo: Livraria Santos, 2011. p. 407-425.
- 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. L.; GOMES, I. C. D. (Ed.). **Tópicos em fonoaudiologia**. São Paulo: Lovise, 1996. p. 411-433
- BRASIL. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. Portaria nº 2.776, de 18 de dezembro de 2014. Aprova diretrizes gerais, amplia e incorpora procedimentos para a atenção especializada às pessoas com deficiência auditiva no Sistema Único de Saúde (SUS). **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 19 de dezembro de 2014. Seção 1, nº246: 183-184.
- CHING et al. Performance in children with hearing aids or cochlear implants: bilateral stimulation and binaural hearing. **Int J Audio**, Hamilton, v. 45, n. 1, p. S108–S112, 2006. Supplement 1.

EGGERMONT, J. J. et al. Maturational delays in cortical evoked potentials in cochlear implant users. **Acta otolaryngol**, Stockolm, v. 117, n. 2, p. 161–3, 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**, Stockolm, v. 123, n. 2, p. 249–252, 2003.

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

FUCHIGAMI, T. et al. Auditory event-related potentials and reaction time in children: evaluation of cognitive development. **Dev Med Child Neurology**, London, v.35, n.3, p.230-7, 1993.

GALVIN, K. L.; HUGHES, K. C.; MOK, M. Can adolescents and young adults with prelingual hearing loss benefit from a second, sequential cochlear implant? **Int J Audio**, Hamilton, v. 49, n. 5, p. 368–377, 2010.

GILLEY, P. M.; SHARMA, A.; DORMAN, M. F. Cortical reorganization in children with cochlear implants. **Brain Res**, Amsterdam, v. 1239, n. 1999, p. 56–65, 2008.

GORDON, K. A; JIWANI, S.; PAPSIN, B. C. What is the optimal timing for bilateral cochlear implantation in children? **Cochlear Implants Int**, London, v. 12, p. 8–14, 2011. Supplement 2.

GORDON, K. A; JIWANI, S.; PAPSIN, B. C. Benefits and detriments of unilateral cochlear implant use on bilateral auditory development in children who are deaf. **Front Psychol**, Lausanne, v. 4, p. 1-14, 2013.

GORDON, K. A; PAPSIN, B. C. Benefits of short interimplant delays in children receiving bilateral cochlear implants. **Otol Neurotol**, Hagerstown, v. 30, n. 3, p. 319–331, 2009.

GORDON, K. A; WONG, D. D. E.; PAPSIN, B. C. Cortical function in children receiving bilateral cochlear implants simultaneously or after a period of interimplant delay. **Otol Neurotol**, Hagerstown, v. 31, n. 8, p. 1293–1299, 2010.

GORDON, K. A. et al. Characterizing responses from auditory cortex in young people with several years of cochlear implant experience. **Clin Neurophysiol**, Limerick, v. 119, n. 10, p. 2347–2362, 2008.

GORDON, K. A.; WONG, D. D. E.; PAPSIN, B. C. Bilateral input protects the cortex from unilaterally-driven reorganization in children who are deaf. **Brain**, London, v. 136, n. 5, p. 1609–1625, 2013.

GRAHAM, J. Bilateral sequential cochlear implantation in the congenitally deaf child: evidence to support the concept of a 'critical age' after which the second ear is less likely to provide an adequate level of speech perception on its own. **Cochlear Implants Int**, London, v. 10, n. 3, p. 119-141, 2009.

HOSSAIN, M. D. et al. A Clinical Study of Cortical Auditory Evoked Potentials in Cochlear Implantees. **Indian J Otolaryngol Head Neck Surg**, Mumbai, v. 65, p. 1–7, 2013. Supplement 3.

ILLG, A. et al. Speech comprehension in children and adolescents after sequential bilateral cochlear implantation with long interimplant interval. **Otol Neurotol**, Hagerstown, v. 34, n. 4, p. 682-689, 2013.

JIWANI, S.; PAPSIN, B. C.; GORDON, K. A. Central auditory development after long-term cochlear implant use. **Clin Neurophysiol**, Limerick, v. 124, n. 9, p. 1868–1880, 2013.

JIWANI, S.; PAPSIN, B. C.; GORDON, K. A. Early unilateral cochlear implantation promotes mature cortical asymmetries in adolescents who are deaf. **Hum Brain Mapp**, New York, v. 37, n. 1, p. 135–152, 2015.

JOHNSTON, J. C. et al. Bilateral paediatric cochlear implants: a critical review. **Int J Audiol**, Hamilton, v. 48, n. 9, p. 601–617, 2009.

KIEFER J. et al. Speech understanding in quiet and in noise with the CIS speech-coding strategy (MED EL Combi-40) compared to the MPEAK and SPEAK strategies (Nucleus). **Adv Otorhinolaryngol**, Basel, v. 52, p. 286-290, 1997.

KIM, J.; KIM, L.; JEONG, S. Functional benefits of sequential bilateral cochlear implantation in children with long inter-stage interval between two implants. **Int J Pediatr Otorhinolaryngol**, Amsterdam, v. 77, n. 2, p. 162-169, 2013.

KRAL, A. et al. Single-sided deafness leads to unilateral aural preference within an early sensitive period. **Brain**, London, v. 136, n. 1, p. 180–193, 2013.

LAMMERS, M. J. W. et al. Altered Cortical Activity in Prelingually Deafened Cochlear Implant Users Following Long Periods of Auditory Deprivation. **J Assoc Res Otolaryngol**, New York, v. 16, n. 1, p. 159–170, 2015.

LANDIS, J.R.; KOCH, G.G. An application of hierarchical kappa-type statistics in the assessment of majority agreement among multiple observers. **Biometrics**, Washington, v. 33, n. 2, p. 363-374, 1977.

LASKE, R. D. et al. Subjective and objective results after bilateral cochlear implantation in adults. **Otol Neurotol**, Hagerstown, v. 30, n. 3, p. 313–8, 2009.

LAUFFER, H. et al. Simultaneous recording of brainstem and cortical acoustic evoked potentials in children: Methodical aspects and normative data. **Eur J Pediatr**, Heidelberg, v. 152, n. 8, p. 682–685, 1993.

LOPES, R. C. F. **Caracterização dos potenciais evocados auditivos corticais em indivíduos com longo tempo de uso do implante coclear**. 2013. 102 p. Dissertação (Mestrado em Fonoaudiologia) - Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, Bauru, 2013.

MCNEILL, C. et al. Bilateral Cochlear Implants in Long-Term and Short-Term Deafness. **Cochlear Implants Int**, London, v. 13, n. 1, p. 50–53, 2012.

MCNEILL, C.; SHARMA, M.; PURDY, S. C. Are cortical auditory evoked potentials useful in the clinical assessment of adults with cochlear implants? **Cochlear Implants Int**, London, v. 1, p. 78–84, 2009.

MELO, T. M. DE; BEVILACQUA, M. C.; TANAMATI, L. Resultados do implante coclear bilateral em crianças e adultos: Revisão de literatura. **Distúrb Comun**, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 267–276, 2013.

MUSIEK, F. E.; VERSKEST, S.; GOLLEGLY, K. Effects of neuromaturation of auditory evoked potentials. **Semin Hear**, New York, v. 9, n. 1, p. 1-13, 1988.

OFFECIERS, E. et al. International consensus on bilateral cochlear implants and bimodal stimulation. **Acta otolaryngol**, Stockolm, v. 125, n. 9, p. 918–919, 2005.

OLIVEIRA, S. T. **Avaliação da percepção de fala utilizando sentenças do dia a dia**. 1992. 83 p. Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica, São Paulo, 1992.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde**, 10^a revisão. São Paulo: Centro Colaborador da OMS para a Classificação de Doenças em Português; 1995. Disponível em: <http://www.who.int/topics/adolescent_health/en/> Acesso em 16 set 2014.

PAPSIN, B. C.; GORDON, K. A. Bilateral cochlear implants should be the standard for children with bilateral sensorineural deafness. **Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg**, Philadelphia, v. 16, n. 1, p. 69–74, 2008.

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

PONTON, C. et al. Maturation of human central auditory system activity: separating auditory evoked potentials by dipole source modeling. **Clin Neurophysiology**, Limerick, v. 113, n. 3, p. 407–420, 2002.

PONTON, C. W.; EGGERMONT, J. J. Of kittens and kids: Altered cortical maturation following profound deafness and cochlear implant use. **Audiol Neurotol**, Basel, v. 6, n. 6, p. 363–380, 2001.

SCHEFFLER, K. et al. Auditory cortical responses in hearing subjects and unilateral deaf patients as detected by functional magnetic resonance imaging. **Cereb Cortex**, New York, v. 8, n. 2, p. 156–163, 1998.

SHARMA, A; DORMAN, M. F.; SPAHR, A J. 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. 532–539, 2002a.

SHARMA, A. et al. Developmental changes in P1 and N1 central auditory responses elicited by consonant-vowel syllables. **Electroencephalogr Clin Neurophysiol**, Amsterdam, v. 104, p. 540–545, 1997.

SHARMA, A.; DORMAN, M. F.; KRAL, A. 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. 134–143, 2005.

SHARMA, A.; DORMAN, M. F.; SPAHR, A. J. Rapid development of cortical auditory evoked potentials after early cochlear implantation. **Neuroreport**, Oxford, v. 13, n. 10, p. 1365–1368, 2002b.

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

SMULDERS, Y. E. et al. What is the effect of time between sequential cochlear implantations on hearing in adults and children? A systematic review of the literature. **Laryngoscope**, St Louis, v. 121, n. 9, p. 1942–1949, 2011.

SPARREBOOM, M. et al. Auditory cortical maturation in children with sequential bilateral cochlear implants. **Otol Neurotol**, Hagerstown, v. 35, n. 1, p. 35–42, 2013.

VENTURA, L. M. P. **Maturação do Sistema Auditivo em Crianças Ouvintes Normais: Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência**. 2008. 159 p. Dissertação (Mestrado em Fonoaudiologia) - Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, Bauru, 2008.

VENTURA, L. M. P.; COSTA FILHO, O. A.; ALVARENGA, K. D. F. Maturação do sistema auditivo central em crianças ouvintes normais. **Pró-Fono**, Barueri, v. 21, n. 2, p. 101–106, 2009.

VICENTE, L. C. **Componente P1 do potencial evocado auditivo cortical nos primeiros meses de uso do implante coclear na desordem do espectro da neuropatia auditiva**. 2014. 83 p. Dissertação (Mestrado em Fonoaudiologia) - Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, Bauru, 2014.

ZEITLER, D. M. et al. Speech perception benefits of sequential bilateral cochlear implantation in children and adults: A retrospective analysis. **Otol Neurotol**, v. 29, n. 3, p. 314–325, 2008.