UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE PSICOLOGIA

ANA CLAUDIA DE FREITAS MARTINHO

Neuropatia Auditiva/Dessincronia Auditiva em crianças usuárias de implante coclear

São Paulo
2007

ANA CLAUDIA DE FREITAS MARTINHO

Neuropatia Auditiva/Dessincronia Auditiva em crianças usuárias de implante coclear

Tese apresentada ao Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Psicologia.

Área de Concentração: Neurociências e Comportamento

Orientador: Prof. Dr. Koichi Sameshima

São Paulo
2007

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Catalogação na publicação
Serviço de Biblioteca e Documentação
Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo

Martinho, Ana Claudia de Freitas.
Neuropatia auditiva/dessincronia auditiva em crianças usuárias de implante coclear / Ana Claudia de Freitas Martinho; orientador Koichi Sameshima. -- São Paulo, 2007.
185 p.
Tese (Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Psicologia. Área de Concentração: Neurociências e Comportamento) – Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo.

1. Implante coclear 2. Percepção auditiva 3. Deficiente auditivo I. Título.

RF305

FOLHA DE APROVAÇÃO

Ana Claudia de Freitas Martinho
Neuropatia Auditiva/Dessincronia Auditiva e Implante Coclear em crianças usuárias implante coclear.

Tese apresentada ao Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Psicologia.
Área de Concentração: Neurociências e Comportamento.

Aprovada em: ____/____/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr:_____

Instituição:_____ Assinatura:_____

Prof. Dr:_____

Instituição:_____ Assinatura:_____

Prof. Dr:_____

Instituição:_____ Assinatura:_____

Prof. Dr:_____

Instituição:_____ Assinatura:_____

"Você pode sonhar, criar e construir uma idéia maravilhosa, mas são necessárias pessoas para fazer o sonho virar realidade" .

Walt Disney

Aos meus pais, Waldyr e Zina, pelo carinho e dedicação com que iluminam o meu caminho, pelo apoio incondicional em todos os momentos e, acima de tudo, por me amarem tanto e compreenderem meus longos momentos de ausência.

Dedico este trabalho.

Ao Fabio, pelo amor e companheirismo incondicionais. Por acreditar e compartilhar e por tornar esta trajetória verdadeiramente especial. Por estar ao meu lado agora e para sempre.

A minha irmã Ana Paula, companheira de todas as horas e grande incentivadora. Pelo amor e cumplicidade eternos e por todas as alegrias e conquistas compartilhadas.

Agradecimentos Especiais

À Profa Dra Maria Cecília Bevilacqua, pelo exemplo de luta e dedicação profissional. Por me incentivar na busca do conhecimento e guiar sabiamente minha trajetória profissional.

Obrigada pelo carinho e disponibilidade com que sempre acompanhou este trabalho, pelo apoio e confiança ao longo destes anos e por tantas oportunidades!

Ao Prof Dr Koichi Sameshima, pelo incentivo e disponibilidade oferecidos desde o início deste trabalho. Pela confiança em mim depositada e pela generosidade em partilhar seus conhecimentos.

Agradecimentos

Ao Prof Dr Orozimbo A. Costa, pelo exemplo de postura científica e profissional. Pela oportunidade em compartilhar da sua sabedoria e humildade. Agradeço por acreditar no meu trabalho e pelo apoio e disponibilidade com que sempre acompanhou este trabalho.

Ao Prof Dr Ronald Ranvaud, pela disponibilidade e valiosas sugestões no exame de qualificação deste trabalho.

À Profa Dra Dóris R. Lewis, pelo apoio e incentivo constantes, por incentivar-me na busca do conhecimento e por estar sempre tão presente. Agradeço pela troca de conhecimentos, por todos os conselhos e pela amizade sincera.

À Profa Dra Collete McKay, pelo carinho e entusiasmo com que me acolheu no Departamento de Neurociências da Universidade Aston e pelas valiosas contribuições na análise dos dados deste trabalho.

A todos os profissionais do Programa de Implante Coclear em Crianças de Birmingham, pelo acolhimento e apoio incondicionais e pela oportunidade de aperfeiçoar meus conhecimentos científicos.

A todos os profissionais do Centro de Pesquisas Audiológicas, por sempre me receberem de maneira tão especial. Agradeço por todo o apoio e carinho na coleta de dados deste trabalho.

À querida amiga e fonoaudióloga Regina Amantini e toda sua família, por estarem sempre tão disponíveis, por me acolherem com tanto carinho e por serem verdadeiramente especiais.

À querida amiga e fonoaudióloga Liege F. Tanamati, por compartilhar alegrias e angústias ao longo desta caminhada. Pela amizade sincera e por estar sempre tão disponível.

Às queridas, Mari, Marli, Márcia, Leandra, Elisabeth e Adriane, por tantas vibrações positivas e pela amizade, carinho e incentivo.

Às queridas fonaoudiólogas Déborah Ferrari e Natália Frederigue, pelas inúmeras palavras de carinho e incentivo e por disponibilizarem auxílio sempre.

À amiga e fonoaudióloga Ana Claudia Fiorini, pela torcida carinhosa, pela amizade sincera e por tantos momentos de descontração.

Às amigas Daniela Andrade, Fabricia Botelho, Maely Galvão, Patrícia Scurti e Sandra Tabata, pelos telefonemas não atendidos, pelos compromissos adiados. Por todos estes anos de amizade, por estarem sempre tão perto e se preocuparem tanto comigo.

À amiga Marette John, pelo carinho e atenção a mim dispensados, por sua alegria e generosidade e por ter me prestigiado com sua sincera e acolhedora amizade.

À família Carvalho, pelo carinho e incentivo constantes e por compreenderem meus momentos de ausência.

A todos os profissionais da POLITEC Importação e Comércio, pelo apoio e incentivo constantes e pela oportunidade de compartilhar valiosas experiências profissionais.

Aos colegas da CAS Produtos Médicos, por valorizarem minha trajetória profissional e compreenderem os momentos da minha ausência na etapa final deste trabalho.

À fonoaudióloga Claudia Perrota, pela disponibilidade e preciosa revisão de texto.

À Carmen S. de André, pela paciência, dedicação e primorosa assessoria na análise estatística da pesquisa.

A todos os funcionários da secretaria de Pós-Graduação do Instituto de Psicologia da USP, por todas as informações e orientações recebidas.

À Idalina, por estar sempre tão disponível.

À CAPES pela bolsa de estudos concedida, e pela oportunidade de realizar o estágio de doutoramento no exterior.

A todas as crianças desta pesquisa e seus familiares, pelo consentimento em participar do estudo.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a conclusão deste trabalho.

Muito Obrigada!

Sumário

Lista de Abreviaturas
Lista de Figuras
Lista de Tabelas
Resumo
Abstract

1. INTRODUÇÃO 1

2. BASES TEÓRICAS DO ESTUDO 6

2.1 Neuropatia Auditiva / Dessincronia Auditiva 7
2.2 Resultados do implante coclear em crianças 35

3. REVISÃO DE LITERATURA 47

3.1 Neuropatia Auditiva / Dessincronia Auditiva e Implante Coclear 48
3.2 Potencial de ação composto do nervo auditivo evocado eletricamente 56

4. PROPOSIÇÃO 77

5. MATERIAL E MÉTODOS 80

4.1 Casuística 82
4.2 Caracterização dos sujeitos 85
4.3 Procedimentos 88
4.4 Metodologia Estatística 97

6. RESULTADOS 101

7. DISCUSSÃO 126

8. CONCLUSÕES 148

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 151

ANEXOS 166

Lista de Abreviaturas e Siglas

AASI – Aparelho de Amplificação Sonora Individual

CPA – Centro de Pesquisas Audiológicas

CCE – Células ciliadas externas

CCI – Células ciliadas internas

CG – Common ground

DA – Dessincronia Auditiva

DANS – Deficiência Auditiva Neurossensorial

DB – Decibel

ECAP – Potencial de Ação Composto do Nervo Auditivo Evocado Eletricamente

EOA – Emissões Otoacústicas

EOAET – Emissões Otoacústicas Evocadas por Estímulo Transiente

FM – Freqüência Modulada

kHz – Quilohertz

HRAC – Hospital de Reabilitação de Anomalias Crâniofaciais

Hz – Hertz

MC – Microfonismo Coclear

MPI – Intervalo inter-pulso

MP1 – Monopolar 1

MP2 – Monopolar 2

MP1+2 – Monopolar 1 e 2

MV – Mile volts

NA – Neuropatia Auditiva

NA/DA – Neuropatia Auditiva/Dessincronia Auditiva

NRT – Telemetria de Respostas Neurais

p-NRT – Limiar extrapolado da resposta neural

PEATE – Potencial Evocado Auditivo do Tronco Encefálico

PET – Tomografia de Emissão de Positrons

SDT – Limiar de Detecção de Fala

UC – Unidades de corrente

USP – Universidade de São Paulo

μs – Microssegundos

μV – Microvolts

V – Volts

Lista de Figuras

Figura 1 - Equipamentos utilizados na obtenção do registro da telemetria de respostas neurais (LAI, 1999)..... 58

Figura 2 - Demonstração do paradigma da subtração do artefato elétrico (LAI, 1999)..... 61

Figura 3 - Tipos de resposta neural segundo LAI e DILLIER, (2000)..... 67

Figura 4 - Resposta neural com muito ruído (LAI e DILLIER 2000). 67

Figura 5 - Registro da curva de crescimento da amplitude da resposta neural com analise do limiar visual, limiar extrapolado, amplitude da resposta *slope*, disponível no *software* NRT 3.1 da *Cochlear Corporation*. 70

Figura 6 - Função de recuperação do nervo auditivo disponível no *software* NRT 3.1 da *Cochlear Corporation*..... 74

Figura 7 - Registro da série de otimização de parâmetros da resposta neural disponível no software NRT 3.1 da *Cochlear Corporation*. 93

Figura 8 - Registro da série de amplitude da resposta neural disponível no software NRT 3.1 da *Cochlear Corporation.*..... 94

Figura 9 - Classificação da resposta neural segundo LAI e DILLER (2000) 96

Figura 10 - Fatores etiológicos relacionados à deficiência auditiva encontrados nos grupos experimental e controle..... 102

Figura 11 - Avaliação da percepção da fala nos grupos controle e experimental 103

Figura 12 - Valores individuais e médios da idade na cirurgia (meses) nos grupos controle e experimental, segundo as habilidades auditivas de reconhecimento de fala em conjunto aberto e conjunto fechado. 104

Figura 13 - Valores individuais e médios do tempo de uso do IC (meses) nos grupos controle e experimental, segundo as habilidades auditivas de reconhecimento de fala em conjunto aberto e conjunto fechado. 105

Figura 14 - Resultados do registro das EOAET nas orelhas direita e esquerda em relação às habilidades auditivas de reconhecimento de fala em conjunto aberto e conjunto fechado no grupo experimental. 106

Figura 15 - Resultados dos limiares auditivos em campo livre (dB) nas freqüências de 0,5, 1, 2 e 4 kHz no grupo experimental. 108

Figura 16 - Resultados dos limiares auditivos em campo livre (dB) nas freqüências de 0,5, 1, 2 e 4 kHz no grupo controle. 108

Figura 17 - Resultados do limiar de detecção fala (dB) nos grupos experimental e controle. 109

Figura 18 - Resultados individuais e médios dos limiares auditivos nas freqüências de 0,5; 1 e 2 kHz no que se refere às habilidades auditivas nos grupos experimental e controle. 110

Figura 19 - Classificação da resposta neural em presente e indeterminada no grupo controle. 111

Figura 20 - Tipos de resposta neural presente nos grupos experimental e controle. 112

Figura 21 - Resultados das médias ± erros padrão do limiar visual da resposta neural (nível de corrente) nos eletrodos 20, 15, 10 e 5 nos grupos experimental e controle. 113

Figura 22 - Resultados das médias ± erros padrão do **limiar extrapolado** nos eletrodos 20, 15, 10 e 5 nos grupos controle e experimental. 114

Figura 23 - Diagramas de dispersão dos limiares extrapolado e visual nos eletrodos 20, 15, 10 e 5 no grupo experimental. 116

Figura 24 - Diagramas de dispersão dos limiares extrapolado e visual nos eletrodos 20, 15, 10 e 5 no grupo controle. 116

Figura 25 - Resultados das médias ± erros padrão da amplitude da resposta neural obtidas nos eletrodos 20, 15, 10 e 5 nos grupos controle e experimental. 118

Figura 26 - Resultados das médias ± erros padrão das curvas de crescimento da amplitude da resposta neural (slope) nos eletrodos 20, 15, 10 e 5 nos grupos controle e experimental. 119

Figura 27 - Resultados do tempo de recuperação do nervo auditivo nos eletrodos 20, 15, 10 e 5 nos grupos controle e experimental. 120

Figura 28 - Resultados das médias ± erros padrão do limiar visual da resposta neural nos eletrodos 20, 15, 10 e 5 no grupo experimental para as freqüências de estimulação de 35 e 80 Hz. 122

Figura 29 - Resultados das médias ± erros padrão da amplitude da resposta neural nos eletrodos 20, 15, 10 e 5 do grupo experimental para as freqüências de estimulação de 35 e 80 Hz. 124

Figura 30 – Resultados das médias ± erros padrão das curvas de crescimento da amplitude da resposta neural (*slope*) no grupo experimental para as freqüências de estimulação de 35 e 80Hz. 125

Lista de Tabelas

Tabela 1. Caracterização da idade na cirurgia (meses) e tempo de uso (meses) nos grupos experimental e controle..... 85

Tabela 2. Características do modelo do dispositivo, modo de estimulação, estratégia de codificação e modelo de processador de fala nos grupos experimental e controle 86

Tabela 3. Distribuição de freqüências e porcentagens do grau de perda auditiva nos grupos experimental e controle..... 86

Tabela 4. Caracterização da avaliação eletrofisiológica nos grupos experimental e controle 87

Tabela 5 – Resultados dos coeficientes de correlação intraclasse entre limiares extrapolado e visual e intervalos de confiança nos grupos experimental e controle 117

Resumo

MARTINHO, A.C.F. – **Neuropatia Auditiva/Dessincronia Auditiva em crianças usuárias de Implante Coclear**. 2007. 185f. Tese (Doutorado) – Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

Introdução: A estimulação elétrica gerada pelo Implante Coclear (IC) pode ser capaz de melhorar a sincronia neural e contribuir para o desenvolvimento das habilidades auditivas de sujeitos portadores de Neuropatia Auditiva/Dessincronia Auditiva (NA/DA). **Objetivo:** Esta pesquisa teve como objetivo avaliar o desempenho auditivo e as características do Potencial de Ação Composto Eletricamente Evocado no Nervo Auditivo Evocado Eletricamente (ECAP) em um grupo de 18 crianças portadoras de NA/DA e usuárias de IC, comparando os resultados obtidos com um grupo controle de crianças usuárias de IC portadoras de deficiência auditiva neurossensorial (DANS). **Método:** A avaliação da percepção auditiva foi composta pela determinação dos limiares tonais em campo livre e a realização de testes de percepção de fala. Para a avaliação das características do ECAP, foram realizadas as medidas de limiar e amplitude da resposta neural, bem como a curva de crescimento da amplitude e a função de recuperação do nervo auditivo na freqüência de estimulação de 80Hz. Para os sujeitos pertencentes ao grupo da NA/DA, os valores de limiar e amplitude da resposta neural foram também registrados na freqüência de estimulação de 35Hz. **Resultados:** Diferenças estatisticamente significantes não foram encontradas no desenvolvimento das habilidades auditivas entre o grupo de crianças portadoras de NA/DA e o grupo controle. As características do registro do ECAP não apresentaram diferenças estatisticamente significantes nos dois diferentes grupos e não foram observadas modificações estatisticamente significantes nas características do potencial com a utilização da freqüência de estimulação de 35Hz no grupo de sujeitos portadores de NA/DA. **Conclusões:** O IC caracterizou-se como um efetivo recurso para o desenvolvimento das habilidades auditivas em 94% dos sujeitos portadores de NA/DA avaliados ao longo do estudo. Os benefícios na percepção auditiva observados, bem como a possibilidade do registro do ECAP demonstraram que a estimulação elétrica foi capaz de compensar a alteração da sincronia neural decorrente da NA/DA. Diante da heterogeneidade existente, uma conduta clínica comum a todos os sujeitos portadores de NA/DA ainda não pode ser definida e adotada. A avaliação criteriosa de cada caso de maneira específica deve ser realizada no momento anterior à indicação cirúrgica.

Palavras-chave: Implante Coclear. Percepção Auditiva. Deficiente Auditivo.

Abstract

MARTINHO, A.C.F. – **Auditory Neuropathy / Auditory Dys-synchrony in children with Cochlear Implants**. 2007. 185f. Thesis (Doctoral) – Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

Introduction: The electrical stimulation generated by the Cochlear Implant (CI) may improve the neural synchrony and hence contribute to the development of auditory skills in patients with Auditory Neuropathy / Auditory Dys-synchrony (AN/AD). **Goal:** The goal of the research was to evaluate the auditory performance and the characteristics of the electrically evoked compound action potential (ECAP) in a group of 18 cochlear implants recipients with AN/AD. The results were compared with the control group composed of cochlear implants recipients with sensorial hearing loss. **Method:** The auditory perception was evaluated by sound field thresholds and speech perception tests. To evaluate ECAP's characteristics, the threshold and amplitude of neural response together with the amplitude growth and recovery functions were evaluated at 80Hz stimulation rate. For the patients with AN/AD, the threshold and amplitude of neural response were also evaluated at 35Hz stimulation rate. **Results:** No significant statistical variance for the development of auditory skills was found when comparing children with AN/AD and the control group. The ECAP's characteristics variance between the patients with AN/AD and the control group at 80Hz stimulation rate as well as at 35Hz stimulation rate were also not statistically significant. **Conclusion:** The CI was seen as an efficient resource to develop auditory skills in 94% of the AN/AD patients considered by the research. The auditory perception benefits as well as the possibility to measure the ECAP showed that the electrical stimulation could compensate the neural dys-synchrony caused by the AN/AD. However, a unique clinical procedure cannot be proposed at this point. Therefore, a careful and complete evaluation of each AN/AD patient before recommending the Cochlear Implant is advised.

Key - words: Cochlear Implants. Auditory Perception. Hearing Loss

1. INTRODUÇÃO

O implante coclear (IC) ou ouvido biônico representa um dos avanços tecnológicos mais significativos na área de bioengenharia. Por meio desse dispositivo eletrônico, capaz de estimular diretamente as fibras do nervo auditivo, a função sensorial do órgão da audição pode ser parcialmente substituída, permitindo aos sujeitos portadores de deficiência auditiva de grau severo a profundo e/ou profundo a possibilidade de conhecer ou reconhecer o mundo sonoro.

Especialmente nas últimas duas décadas, importantes avanços vêm sendo descritos pela comunidade científica no que diz respeito ao desenvolvimento de dispositivos mais sofisticados e fidedignos para a reprodução do código sonoro em impulsos elétricos.

A utilização do IC em ambos os ouvidos, bem como o desenvolvimento de estratégias de processamento de sinais capazes de beneficiar a percepção de fala em situações de ruído e a compreensão de música constituem possibilidades clínicas do cenário atual.

Paralelo a isso, o desenvolvimento de um dispositivo totalmente implántavel e de proteínas capazes de regenerar as células do ouvido interno representam os desafios a serem investigados e alcançados pelos pesquisadores que atuam na área.

Na perspectiva dos desafios científicos atuais, a conduta a ser adotada na habilitação e reabilitação de indivíduos portadores de Neuropatia Auditiva/Dessincronia Auditiva (NA/DA) tem levado a questionamentos e opiniões divergentes, uma vez que estes sujeitos, ainda hoje, estão inseridos no grupo de casos especiais para a indicação do IC.

A NA/DA é descrita pela literatura científica como uma alteração na sincronia neural, caracterizada por um comportamento auditivo no qual a função das células ciliadas externas (CCE) mostra-se preservada, ao mesmo tempo em que a transmissão neural aferente encontra-se alterada.

Assim sendo, o termo Neuropatia Auditiva (NA) vem sendo utilizado de maneira genérica para nomear discrepâncias entre as funções coclear e neural do sistema auditivo. No entanto, até o momento, o local exato correspondente à lesão ainda não pôde ser precisamente determinado pelos métodos diagnósticos existentes na prática clínica[1].

No que diz respeito aos achados audiológicos e eletrofisiológicos da população clínica aqui em foco, destacam-se: evidências da integridade das CCE avaliadas por meio do registro presente das Emissões Otoacústicas (EOA) e/ou do Microfonismo Coclear (MC), em associação com a alteração na transmissão neural, indicada pela ausência ou severa alteração da atividade neural evocada no nervo auditivo ou tronco encefálico, registrada por meio do Potencial Evocado Auditivo do Tronco Encefálico (PEATE). Também pode ocorrer variabilidade nos resultados da audiometria tonal, sugerindo limiares audiométricos próximos da normalidade até perdas auditivas de grau profundo, de diferentes configurações, com valores de discriminação de fala incompatíveis com os limiares tonais, bem como ausência de reflexos do músculo do estapédio (SININGER et al., 1995; STARR et al., 1996).

No que se refere à etiologia, múltiplos fatores parecem constituir as possíveis causas dessa patologia auditiva. Entre elas, mutações genéticas, causas infecciosas, metabólicas, além de processos tumorais e questões relacionadas à prematuridade.

---

[1] O presente estudo utilizará a nomenclatura Neuropatia Auditiva/ Dessincronia Auditiva (NA/DA) para referir-se aos sintomas clínicos pertinentes a esta alteração auditiva e presentes na população estudada.

As dificuldades clínicas encontradas para a determinação do local exato da alteração, associadas à diversidade de achados audiológicos e neurológicos têm dificultado a determinação da conduta a ser utilizada na habilitação e reabilitação desses sujeitos.

A NA/DA é capaz de afetar de maneira significativa a compreensão e produção da fala. Nesse sentido, uma conduta de habilitação e reabilitação adequada deve ser considerada, especialmente em crianças que se encontram no período crítico para o desenvolvimento das habilidades de audição e linguagem.

O uso de Aparelho de Amplificação Sonora Individual (AASI) parece não demonstrar bons resultados, uma vez que a amplificação pode ser capaz de contribuir para uma melhor detecção dos sons, sem, no entanto, beneficiar o desenvolvimento das habilidades auditivas de discriminação, reconhecimento e compreensão dos sons da fala (BERLIN, 1999; DOYELE et al., 1998; SININGER et al., 1995).

Outras estratégias de comunicação, entre elas a comunicação gestual, a leitura orofacial e os sistemas de freqüência modulada (FM), vêm sendo discutidas como possibilidades a serem utilizadas no processo de habilitação e reabilitação desse grupo clínico de casos (BERLIN, 1999; HOOD et al., 2003; SININGER et al., 1995)

Porém, segundo SININGER e TRAUTWEIN (2002), aproximadamente um terço dos sujeitos portadores de NA/DA apresentam deficiência auditiva de grau severo a profundo e podem ser, então, candidatos ao IC.

A indicação do IC nesse grupo clínico fundamenta-se no fato de que esse dispositivo eletrônico, capaz de substituir parcialmente as funções das células sensoriais auditivas e estimular diretamente o nervo auditivo, pode beneficiar a sincronia neural e contribuir, portanto, para o desenvolvimento das habilidades de audição e linguagem (BUSS et al, 2002 ; HOOD et al., 2003; MASON et al.,

2003 ; SHALLOP et al, 2001 ; SHALLOP, 2002 ; VERMEIRE et al., 2003 ; TRAUTWEIN et al, 2001).

Paralelo a isso, o registro do Potencial de Ação Composto do Nervo Auditivo Eletricamente Evocado (ECAP) ou resposta neural em usuários de IC é capaz de demonstrar, de maneira objetiva, modificações na função auditiva após a estimulação elétrica do sistema auditivo de sujeitos portadores de NA/DA.

No entanto, apenas um reduzido número de estudos discutiu a indicação cirúrgica e os benefícios obtidos para a percepção dos sons da fala com a utilização da estimulação elétrica do sistema auditivo nessa população clínica.

Então, diante da possibilidade de a estimulação elétrica gerada pelo IC melhorar a sincronia neural e contribuir para o desenvolvimento das habilidades auditivas, foi objeto de análise desta pesquisa a avaliação do desempenho auditivo e das características do ECAP em um grupo de crianças portadoras de NA/DA e usuárias do dispositivo de IC. Os resultados obtidos foram comparados com um grupo de crianças portadoras de deficiência auditiva neurossensorial (DANS) e usuárias de IC.

2. BASES TEÓRICAS DO ESTUDO

2.1 NEUROPATIA AUDITIVA / DESSINCRONIA AUDITIVA

Segundo KRAUS (2001), há quase vinte anos, audiologistas passaram a encontrar pacientes que apresentavam ausência de respostas no Potencial Evocado Auditivo do Tronco Encefálico (PEATE) e alteração do reflexo estapediano ao mesmo tempo em que os limiares audiométricos encontravam-se dentro dos padrões de normalidade ou muito próximos deles.

Com a identificação de sujeitos que apresentavam resultados audiológicos paradoxais, em que os limiares tonais mostravam-se incompatíveis com o registro do PEATE, esse tipo de alteração passou a ser discutido por uma série de autores, sendo denominado, então, com uma variedade de nomes, entre eles, disfunção auditiva central, síndrome do processamento auditivo do tronco encefálico, alteração da sincronia auditiva neural (HILDESHEIMER et al., 1985; KRAUS et al., 1984; LUTMAN et al., 1989).

Mais recentemente, SININGER et al. (1995) introduziram a nomenclatura Neuropatia Auditiva (NA) associando-a a um tipo de desordem da sincronia neural, caracterizada pela função normal de células ciliadas externas (CCE), identificadas com a presença de Emissões Otoacústicas (EOA) e/ou do Microfonismo Coclear[2] (MC), e pela alteração da função neural, verificada por meio de respostas ausentes ou severamente alteradas na pesquisa do PEATE.

[2] Microfonismo Coclear (MC) é o potencial evocado por meio de corrente elétrica alternada, representando a atividade coclear das células ciliadas, especialmente das células ciliadas externas (HALL, 1990).

Para esses estudiosos, a ausência de respostas no registro do PEATE não define a localização da lesão auditiva, podendo sugerir tanto uma deficiência auditiva de grau profundo como uma alteração no nervo auditivo ou no tronco encefálico. A sincronia neural parece ser essencial para a obtenção de respostas durante a pesquisa do PEATE, sem, no entanto, ser obrigatoriamente necessária para a percepção do estímulo auditivo. A alteração da sincronia das fibras nervosas certamente indica uma condição patológica, mas não necessariamente uma surdez severa (HILDESHEIMER et al., 1985; KRAUS et al., 1984).

Do mesmo modo, o registro presente das EOA nem sempre sugere audição dentro dos padrões de normalidade, uma vez que lesões em estruturas localizadas posteriormente à cóclea, particularmente aquelas relacionadas às alterações neurais, não determinam audição dentro dos padrões de normalidade. (BULLINGTON, 1999; LUTMAN et al., 1989, SEIFERT et al., 1997).

Como forma de diferenciar sujeitos que apresentam deficiência e/ou ausência do nervo coclear, BUCHMAN et al. (2006) destacaram a importância da realização da ressonância magnética em pacientes com características audiológicas e eletrofisiológicas sugestivas de NA. Em seu estudo, de um total de 51 crianças que apresentaram essas características, 18% apresentaram deficiência do nervo auditivo. Os autores alertaram, então, para a necessidade de investigação detalhada nos casos em que a alteração ocorre de maneira unilateral e associada à perda auditiva de grau profundo.

Localização da Alteração

O local exato da alteração relacionada à Neuropatia Auditiva/Dessincronia Auditiva (NA/DA) ainda não é possível de ser determinado. Segundo SININGER e

TRAUTWEIN (2002), o registro presente das EOA e do MC indicam funcionamento normal das CCE. Entretanto, a ausência da onda I durante o registro do PEATE sugere alteração da porção mais periférica do nervo auditivo.

A NA/DA resulta em uma dificuldade auditiva significativa, podendo apresentar-se isoladamente ou concomitantemente a outras anormalidades de nervos periféricos, como nos casos de Neuropatia Sensório Motora Hereditária. A alteração pode também representar falha na função das células ciliadas internas (CCI) e/ou na junção sináptica entre essas células e as fibras do VIII º par craniano; e/ou nas próprias fibras do VIII º par craniano (vestíbulo coclear); e/ou na base bioquímica e liberação dos neurotransmissores ou ainda ser uma combinação das estruturas citadas (BERLIN, 1999b; HOOD, 1998; HOOD, 2000; STARR et al., 1996;).

No que diz respeito à fisiopatologia, segundo definição neurológica, o termo neuropatia refere-se à alteração das fibras nervosas periféricas, derivada de questões desmelienizantes, axonais ou mistas (RAPIN e GRAVEL, 2003).

A alteração fisiológica que acompanha a NA decorrente da desmielinização representa uma alteração na velocidade de condução dos potenciais de ação e é originada por meio da alteração das células de Schwann, as quais envolvem os axônios para formar a bainha de mielina, ou em decorrência de alterações nas proteínas ou lipídios da mielina. Dependendo do número de fibras atingidas pela alteração da mielina, a amplitude do potencial de ação pode também estar comprometida (RAPIN e GRAVEL, 2003; STARR et al., 2001 a).

A neuropatia derivada da alteração do próprio axônio é caracterizada pela morte das partes mais distais do nervo periférico. A velocidade de condução nesse tipo de alteração pode estar normal; no entanto, o número de fibras nervosas mostra-se reduzido (RAPIN e GRAVEL, 2003; STARR et al., 2001 a).

Segundo a literatura científica, a fronteira entre a neuropatia derivada da desmielinização e aquela relacionada à alteração do axônio é muito tênue, uma vez que axônios e bainha de mielina estão intimamente ligados. A neuropatia axonal freqüentemente acompanha evidências histológicas de desmielinização secundária e re-mielinização, da mesma maneira que neuropatias desmielinizantes apresentam, comumente, evidências histológicas de perda axonal (RAPIN e GRAVEL, 2003; STARR et al., 2001 a).

Em 1999, BERLIN (1999b) sugeriu uma nova definição para esse tipo de alteração, utilizando a nomenclatura “dessincronia auditiva”, justificando ser esta mais adequada para tal patologia, uma vez que descreve essa parcela de indivíduos que apresentam função normal de CCE e alteração no que diz respeito à função neural.

E em 2001, BERLIN et al. sugeriram que o termo dessincronia auditiva (DA) deveria substituir ou ser adicionado à nomenclatura NA. Segundo os autores, o termo NA associa-se, necessariamente, ao comprometimento do nervo auditivo. Assim sendo, pelo fato de nem todos os indivíduos portadores dessa patologia apresentarem alteração no nervo auditivo, a utilização do termo DA pareceu ser mais adequada para os que apresentam quadro clínico descrito em estudos anteriores como NA. Os autores justificaram também que a realização do IC é válida nos casos de dessincronia auditiva, uma vez que, necessariamente, a função do nervo auditivo deve estar preservada.

RAPIN e GRAVEL (2003) realizaram uma revisão das bases anatômicas relacionada à NA, no sentido de enfatizar a necessidade de um diagnóstico preciso desse grupo clínico de casos, uma vez que apenas os resultados encontrados na avaliação eletrofisiológica e audiológica e descritos até o momento não justificariam tal diagnóstico. Segundo os autores, a larga utilização do termo NA pode acabar

incluindo nesse grupo uma heterogeneidade de indivíduos que apresentam alterações auditivas de diferentes etiologias e que, conseqüentemente, necessitam de diferentes condutas no que diz respeito ao processo de reabilitação. Concluíram enfatizando que o termo NA deve restringir-se às alterações originadas nas células do gânglio espiral ou no VIII par craniano, devendo o termo perda auditiva neural ser utilizado para as alterações referentes às estruturas mais altas da via auditiva.

Aspectos Etiológicos

A NA é causada, provavelmente, por múltiplos fatores etiológicos. Entre eles estão incluídos os fatores tóxicos e metabólicos, além de questões ligadas à hiperbilirrubinemia, anoxia e prematuridade, a desordens mitocondriais e imunes e alterações genéticas (dominantes ou recessivas) (ABDALLA et al., 2001; FUJIKAWA e STARR, 2000; HOOD, 1998 ; HOOD, 2002; LÓPEZ DIAZ DE LEON et al., 2003; STARR et al., 1996).

Desde a década de 1970, foram relatados casos de pacientes que apresentavam comprometimento auditivo associado à Neuropatia Sensório-Motora Hereditária (Doença de Charcot-Marie-Tooth). Diante de achados audiológicos incompatíveis em seus resultados, sugeriu-se que, provavelmente, o nervo auditivo e o gânglio espiral apresentam um processo fisiopatológico análogo ao processo de outros nervos periféricos comprometidos pela Neuropatia Sensório-Motora Hereditária. Sendo assim, a deficiência auditiva pode estar associada a uma alteração do VIII º par craniano, decorrente de uma desmilienização ou de uma possível perda das células ganglionares (BUTINAR et al., 1999; NEVSIMALOVÁ et al., 1988; RAGLAN et al., 1987; STARR et al., 2001b; SATYA-MURTI et al, 1979; WANG et al., 2003).

JUTRAS et al. (2003) apresentaram o estudo de caso de dois irmãos com diagnóstico de NA associado à Síndrome de Waardenburg, ocorrência que, até a data desse estudo, não havia sido registrada na literatura científica.

Em 2003, VARGA et al., por meio de um estudo genético em quatro famílias, relacionaram um tipo de NA recessiva não-sindrômica à mutação de um gene denominado otoferlin (OTOF).

Outros autores observaram relações entre a NA e aspectos ligados a intercorrências e doenças neonatais (DELTENRE et al., 1997; RANCE et al., 1999).

DELTENRE et al. (1997) relataram, em seus estudos, três casos de crianças que apresentavam ausência de respostas no PEATE ao mesmo tempo em que o MC e as EOA mostravam-se presentes. Segundo os autores, esse estudo diferenciou-se das publicações anteriores sobre NA, as quais descreviam casos de crianças ou adultos jovens. Nessa pesquisa, todos os casos descritos apresentavam NA secundária a doenças neonatais, sendo que os sintomas foram evidentes nos primeiros anos de vida.

Os autores alertaram, ainda, para a possibilidade de resultados falso-negativos quando a triagem auditiva neonatal é restrita ao uso apenas das EOA. Concluíram então que, devido à necessidade de se conhecer mais detalhadamente a incidência desses casos, é aconselhável a utilização do PEATE em bebês que apresentam complicações no período neonatal, mesmo quando as EOA encontram-se presentes.

MARTINHO (2002) realizou o estudo de caso de três crianças que apresentaram história de hiperbilirrubinemia neonatal com realização de exsangüineotransfusão e resultados na avaliação audiológica sugestivos de NA/DA. Os resultados encontrados na bateria de testes eletrofisiológicos demonstraram

ausência de respostas durante o registro do PEATE e da pesquisa do reflexo acústico, ao mesmo tempo em que o MC se fazia presente em todas as crianças estudadas. Segundo o autor, a pesquisa do MC caracterizou-se como um instrumento de grande fidedignidade para a realização do diagnóstico diferencial da NA/DA. A pesquisa concluiu que níveis elevados de hiperbilirrubinemia ao nascimento pareceram constituir um importante indicador de risco para a ocorrência da NA/DA, uma vez que o sistema auditivo mostrou-se susceptível aos efeitos neurotóxicos dessa substância.

HARRISON (2001) realizou uma pesquisa de dois modelos de NA em animais (chinchilas), baseando-se na lesão de CCI em suas sinapses com o neurônio aferente primário. Segundo o autor, a função auditiva desses animais apresentava muitas características associadas aos casos de NA em humanos. No primeiro modelo, o animal apresentava uma condição de extensa, mas não total degeneração das CCI, produzida pelo produto anticancerígeno carboplatina. O segundo modelo mostrou a diferença na vulnerabilidade das CCI e CCE em função de hipóxia em experimentos separados, por meio da infusão de glutamato na cóclea, aproximando o efeito dessa hipóxia crônica da cóclea àquele que pode ocorrer com bebês de alto risco que apresentaram anóxia ao nascimento.

O autor caracterizou então a indução da lesão por carboplatina na cóclea da chinchila em vários graus de degeneração das CCI e com pequena lesão das CCE, salientando a tendência de maior lesão na região basal da cóclea. Deve-se levar em conta que, quando as CCI estão degeneradas, ocorre também a degeneração das células do gânglio espiral (aferência primária da cóclea), sendo que, além disto, podem ocorrer também modificações nos neurônios de segunda e terceira ordem ao longo das vias auditivas.

STARR (2001a) realizou uma revisão dos aspectos neurológicos e fisiológicos da NA encontrados em 70 pacientes. Em relação à etiologia presente nesses casos, 40% dos sujeitos apresentaram NA de causa hereditária, havendo associação com neuropatia periférica em 18%. Em 40% dos indivíduos a causa mostrou-se idiopática, e os 20% restantes apresentaram outras causas, entre elas, hiperbilirrubinemia, prematuridade, causas imunológicas e pós-infecção.

Segundo o autor, dentre os casos de NA em que havia a neuropatia periférica associada, não foi possível estabelecer quais dos sintomas surgiram primeiro, uma vez que em alguns pacientes ocorreram inicialmente desordens dos nervos periféricos, e em outros, perda auditiva. Dos sujeitos descritos, 18 deles apresentavam neuropatia hereditária sensório-motora, mais conhecida como Doença de Charcot-Marie-Tooth. Em uma das famílias, o modo de hereditariedade era recessivo, e o defeito genético pôde ser localizado no cromossomo 8q.24. Os pacientes apresentaram alterações motora e sensitiva dos membros antes dos 20 anos de idade e perda auditiva posterior a essa idade. Em outra família, a herança era dominante.

A maioria dos pacientes com NA sem evidências de neuropatia periférica associada era criança. Por fim, o autor destacou o caso de três delas que, quando em estado não febril, apresentaram audição normal com ausência da onda I no PEATE, aumento da latência e diminuição da amplitude da onda V, EOA presentes, reflexos estapedianos ausentes, MC e potencial de somação preservados; no entanto, durante episódios de febre, essas crianças apresentaram EOA presentes, ausência de respostas no PEATE, com limiares tonais e compreensão de fala muito prejudicados. O autor relacionou então o aumento da temperatura do corpo com a perda da função neural às desordens desmielinizantes do sistema nervoso, sugerindo assim que essas crianças apresentavam uma desordem desmielinizante relacionada ao sistema auditivo.

Um caso clínico de retinose pigmentar foi descrito por SPINELLI et al. (2001). Os resultados audiológicos compatíveis com o diagnóstico da NA demonstraram: perda auditiva neurossensorial bilateral de grau leve a moderado, ausência de respostas durante o registro do PEATE e a pesquisa do reflexo acústico, ao mesmo tempo em que as EOA e o MC faziam-se presentes.

Em 2006, NGO et al. apresentaram os indicadores de perdas auditivas na infância presentes em nove crianças com NA, diagnosticadas em um programa de triagem auditiva: quatro casos apresentaram questões ligadas à prematuridade; três casos, a complicações neonatais e seis casos apresentaram hiperbilirrubinemia neonatal. Os casos de alteração unilateral não apresentaram história de complicações neonatais e hiperbilirrubinemia ao nascimento. A utilização de drogas ototóxicas foi observada em cinco casos. Durante o acompanhamento audiológico, nenhum caso apresentou evidências de neuropatia periférica associada ou história familiar de doença neurológica. Após 24 meses de diagnóstico, dois casos ainda apresentaram registro presente das EOA.

O estudo salientou a importância da utilização do PEATE durante a realização da triagem auditiva neonatal como forma de diagnosticar o mais precocemente possível crianças que apresentam resultados nos testes eletrofisiológicos compatíveis com o diagnóstico da NA/DA.

Características Audiológicas

Os achados audiológicos encontrados em pacientes portadores de NA/DA indicam evidências de função normal de CCE, avaliadas por meio do registro das EOA, ausência de respostas ou alterações severas no PEATE, MC presente, além de

ausência dos reflexos estapedianos e supressão das EOA[3]. Os resultados da audiometria tonal limiar apresentam-se bastante variáveis, sugerindo desde limiares audiométricos muito próximos da normalidade até perdas auditivas de grau profundo, de diferentes configurações audiométricas, sendo predominantes os audiogramas de configuração ascendente. Na grande maioria dos indivíduos, a queixa mais evidente em relação à alteração auditiva diz respeito à dificuldade de compreensão de fala, especialmente nas situações de ruído competitivo, com resultados nos testes de inteligibilidade de fala desproporcionais aos valores dos limiares tonais encontrados (BERLIN, 1999 a; HOOD, 1998; SPINELLI, et al, 2001; STARR et al., 1996).

DOYLE et al (1998) enfocaram a apresentação clínica e os achados audiológicos de oito pacientes pediátricos com NA, da faixa etária de quatro a quinze anos de idade. Os resultados da Audiometria Tonal mostraram cinco sujeitos com perda auditiva neurossensorial de configuração ascendente, dois com perda auditiva nas freqüências altas e um com audiograma de configuração plana. Em relação à discriminação auditiva, apenas dois sujeitos mostraram boa discriminação para sons de fala, enquanto nos seis pacientes restantes a discriminação auditiva encontrava-se prejudicada. Tanto as EOAET como as EOAPD estavam presentes em todos os sujeitos pesquisados, ao mesmo tempo em que o registro do PEATE mostrou ausência de respostas ou respostas com alteração severa.

RANCE et al. (1999) relataram os achados clínicos de crianças com resultados eletrofisiológicos compatíveis com NA, avaliando a prevalência desse tipo de desordem em sujeitos com indicadores de perdas auditivas na infância. Fizeram parte desse estudo 20 crianças que apresentavam presença de MC concomitantemente à

---

[3] A supressão das EOAs caracteriza-se pela diminuição nos valores de amplitude das emissões otoacústicas, por meio da estimulação ipsi ou contralateral , utilizando ruídos de banda larga ou estreita, com participação do sistema nervoso olivocolear eferente, principalmente de seu feixe médial (HALL,2000).

ausência de respostas na pesquisa do PEATE. Além desses procedimentos, também foram realizadas avaliação comportamental, de percepção de fala e pesquisa das EOA, quando possível. Os resultados da avaliação comportamental variaram entre audiogramas dentro dos padrões de normalidade até presença de perdas auditivas de grau profundo. As EOAET estiveram presentes em apenas oito dos sujeitos.

Os autores enfatizaram a utilização da pesquisa do MC como procedimento mais fidedigno para verificação da função das CCE nesse grupo de pacientes. As EOA apresentaram-se bastante susceptíveis às influências de alterações da orelha média, prejudicando assim o seu registro.

SHEYKHOLESLAMI et al (2001) descreveram cinco pacientes de diferentes faixas etárias que apresentavam dificuldades na discriminação de fala, principalmente no uso do telefone. Todos apresentaram ausência de respostas ou alterações severas no PEATE e função normal de CCE, identificada por meio da presença das EOA. Os resultados encontrados na avaliação audiológica para tons puros sugeriram perdas auditivas de grau leve a moderado, de diferentes configurações, com predomínio de curvas audiométricas de configuração ascendente em quatro sujeitos. Apenas um sujeito apresentou curva audiométrica de configuração plana. Os reflexos estapedianos estavam ausentes em todos os casos, e os testes de inteligibilidade de fala eram desproporcionais aos limiares audiométricos encontrados durante a avaliação para tom puro. Todos os sujeitos apresentaram resultados neurológicos normais, sendo o comprometimento auditivo a manifestação inicial da alteração.

Para KRAUS (2001), a NA afeta significantemente a percepção de fala, mesmo naqueles sujeitos que apresentam limiares audiométricos normais ou muito próximos da normalidade. O autor salientou que, pelo fato de a maioria dos casos

apresentar elevação dos limiares audiométricos, muitas vezes a compreensão das conseqüências perceptuais causadas pela NA é dificultada, já que não é possível diferenciar os efeitos da diminuição da acuidade e da NA.

A desordem do nervo auditivo na NA pode ser capaz de fornecer a fundamentação da perda dos reflexos acústicos. Segundo STARR (2001a), nos casos de NA, o nervo auditivo pode não realizar suficientemente uma alta taxa de descarga, necessária para a ativação das contrações do reflexo acústico dos músculos da orelha média ou do reflexo olivococlear.

STARR et al. (2001b) relacionaram os aspectos fisiopatológicos encontrados na NA com os sinais e sintomas encontrados na avaliação clínica de pacientes que apresentavam NA. Segundo os autores, a alteração da sincronia é capaz de prejudicar o disparo das fibras auditivas a repetidos sinais, justificando a ausência do PEATE, além de prejudicar a percepção auditiva, a qual é dependente de pistas temporais. A dificuldade de percepção dos sons de baixas freqüências observada em pacientes portadores de NA pode estar associada à alteração da sincronia neural, visto que a codificação dos sinais auditivos de baixa freqüência está diretamente relacionada à atividade neural sincrônica. Por outro lado, a alteração na sincronia neural não justifica a ausência do reflexo do músculo do estapédio e o olivococlear presente na NA, podendo a perda dos reflexos acústicos ser secundária à perda axonal. O processamento auditivo temporal também é afetado em função da redução da sincronia neural, justificando, desta maneira, a alteração do processamento temporal encontrado em pacientes portadores desta alteração.

A combinação de medidas eletrofisiológicas objetivas que avaliem tanto a função das CCE como a função neural apresenta-se como protocolo de grande valor para o diagnóstico da NA. Assim sendo, a pesquisa dos reflexos estapedianos, o

registro das EOA e do PEATE, além da pesquisa do MC e da supressão das EOA passaram a integrar a bateria de testes audiológicos utilizados durante o diagnóstico diferencial da NA (BERLIN, 1999 a; BERLIN et al., 2001; BULLINGTON, 1999; HOOD, 1999; HOOD, 2002; KAGA et al. 2002 TAPIA, 2001;).

BERLIN et al. (1996) estudaram cinco crianças que haviam sido diagnosticadas como portadores de deficiência auditiva periférica por meio da análise apenas do PEATE, mas que na realidade apresentavam EOA normais ou muito próximas da normalidade e ausência de reflexos estapedianos. Todos os casos descritos apresentavam algum indicador de risco para perdas auditivas na infância, como prematuridade, baixo peso, hiberbilirrubinemia e uso de medicação ototóxica, entre outros.

Os autores concluíram que uma bateria de testes eletrofisiológicos, incluindo a realização do PEATE e das EOA, se faz necessária para categorizar esses pacientes em relação à função das CCE (EOA) e à sincronia neural (PEATE). Salientaram também que esses sujeitos não podem ser vistos como portadores de uma “desordem central”, sendo mais consistente a idéia de que a alteração encontra-se entre as CCI e as fibras aferentes primárias.

ABDALLA et al. (2001) enfatizaram o uso da supressão das EOA como procedimento a ser utilizado no diagnóstico diferencial da NA. Os autores compararam a supressão eferente das EOA entre um grupo de 10 pacientes diagnosticados como portadores de NA e 10 sujeitos controles que apresentavam audição dentro dos limites de normalidade. Verificaram que os pacientes do grupo experimental não apresentaram supressão das EOA quando comparados com indivíduos do mesmo sexo e idade do grupo controle. Portanto, a dessincronia auditiva presente na NA afeta a função eferente das vias auditivas.

Segundo os autores, a alteração da sincronia neural parece ser o fator determinante para as respostas alteradas tanto no PEATE, como nos reflexos estapedianos e na supressão das EOA.

MESQUITA NETO (2001) destacou que, se estivermos diante de uma criança com NA, ambos os testes, isoladamente, poderão levar a conclusões errôneas.

Segundo STARR (2001b), alguns sujeitos com NA podem apresentar perdas das EOA, sugerindo assim evidências de uma disfunção coclear associada à NA. No entanto, ainda não é possível distinguir se a alteração das células ciliadas ocorre como uma causa ou como uma conseqüência da atividade desordenada do nervo auditivo.

NICASTRO (2003) estudou seis crianças com resultados audiológicos e eletrofisiológicos sugestivos de NA de variadas etiologias. Todas apresentavam ausência no registro do PEATE e ausência da supressão das EOA, sendo que apenas uma delas apresentou reflexo do músculo do estapédio em níveis elevados. Em relação à função coclear, todos os sujeitos da pesquisa apresentaram EOA e pesquisa do MC presentes. Segundo o autor, um atraso significativo no processo diagnóstico foi observado, com intervalo de aproximadamente dois anos entre o aparecimento dos primeiros sintomas e a conclusão do diagnóstico.

Por meio de um estudo retrospectivo, KUMAR et al. (2006) descreveram as seguintes características audiológicas encontradas em um grupo composto por 61 sujeitos portadores de NA/DA: em relação à configuração audiométrica, 26 pacientes apresentaram ocorrência de pico em uma freqüência específica (77% apresentaram pico em 2kHz), havendo imediata piora do limiar nas freqüências adjacentes. Os autores ressaltaram que 40% dos pacientes apresentaram respostas inconsistentes durante a avaliação. No que diz respeito à avaliação da percepção de fala, os

resultados obtidos variaram entre zero e 90% de pontuação. A maior parte dos pacientes (60%) não apresentou resultados de percepção de fala mensuráveis, sendo que aqueles com configuração audiométrica com presença de pico em uma freqüência específica apresentaram melhores resultados nesse aspecto. Em relação ao registro das EOA, todos os sujeitos apresentaram respostas de grande amplitude em ambos os ouvidos. Por fim, não foi observada correlação significativa entre o valor de amplitude encontrado no registro das EOA e os resultados de percepção de fala.

Prevalência

RANCE et al. (1999) avaliaram a prevalência de NA em crianças com indicadores de perdas auditivas na infância. Os achados do estudo demonstraram ocorrência da NA em 11% da população estudada que apresentavam algum tipo de alteração auditiva. Segundo os autores, o estudo alertou para o fato de que essa desordem na população infantil mostrou-se mais comum do que se suspeitava.

Também NGO et al. (2006) realizaram um estudo das características e da história natural de nove crianças portadoras de NA, diagnosticadas pelo programa de triagem auditiva neonatal. De um total de 14.807 bebês avaliados, 52 apresentaram deficiência auditiva. E deste total de 52 casos, nove apresentaram resultados eletrofisiológicos compatíveis com NA; seis apresentaram alteração bilateral e três, NA unilateral. Os autores destacaram a incidência de NA encontrada na população avaliada: 0,6% em cada 1.000 neonatos avaliados e 17,3% dos recém-nascidos com deficiência auditiva.

FOERST et al. (2006) avaliaram a prevalência de NA em um grupo de crianças portadoras de deficiência auditiva de grau profundo. Ao longo de sete anos, 5190 crianças entre um e 15 anos de idade e com fatores de risco para a deficiência

auditiva foram avaliadas pela equipe. Destas, 3415 participaram da triagem, que utilizou: audiometria tonal, impedanciometria, EOAET e PEATE, sendo que 379 sujeitos apresentaram resultados no PEATE sugestivos de deficiência auditiva de grau profundo. O diagnóstico de NA foi evidente em 32 casos, os quais apresentaram EOA e/ou MC presentes na presença de PEATE alterado. Os resultados do estudo demonstraram prevalência da NA em 0,94% do grupo de crianças de risco para a deficiência auditiva e em 8,44% do grupo de crianças portadoras de deficiência auditiva de grau profundo. A ocorrência de NA bilateral esteve presente em 28 casos.

Em relação à idade no momento do diagnóstico, a maioria das crianças avaliadas (65,6% - 21 crianças) o recebeu em idade inferior aos dois anos. No que se referiu aos fatores etiológicos, mais da metade das crianças diagnosticadas ao longo do estudo como portadoras de NA apresentaram um ou mais indicadores de perdas auditivas ao nascimento. De acordo com os valores de prevalência encontrados, os autores concluíram que a NA é relativamente comum no grupo de crianças portadoras de alterações auditivas, e salientaram a importância do diagnóstico precoce, já que alguns casos podem não ser constatados em função da perda das EOA. Por fim, destacaram que as variações encontradas entre os sujeitos sugerem múltiplos mecanismos e diversas etiologias relacionadas à NA. Nos casos de NA com alteração auditiva de grau profundo e perda das EOA, a eletrococleografia pode ser capaz de avaliar a função do nervo auditivo.

Em 2001, TANG et al. e LEE et al. descreveram a ocorrência de NA/DA em sujeitos portadores de deficiência auditiva que freqüentavam escolas especiais em Hong Kong. A triagem dos sujeitos foi realizada por meio de uma bateria de testes composta por: otoscopia, timpanometria e registro das EOAET, sendo que aqueles

que apresentaram presença do registro das EOAET unilateral ou bilateralmente foram submetidos à avaliação audiológica completa. De um total de 123 casos avaliados, pertencentes à divisão primária de escolas para deficientes auditivos de Hong Kong, três casos (2,44%) apresentaram resultados audiológicos e eletrofisiológicos compatíveis com o diagnóstico de NA/DA. As três crianças faziam uso de AASI, e outros modos de comunicação não haviam sido considerados.

Os autores concluíram que, diante da ocorrência de NA/DA encontrada, esta desordem não deveria ser considerada como uma alteração auditiva rara. Além disso, a avaliação das diferentes estratégias de reabilitação disponíveis necessita ser realizada com o objetivo de propiciar maiores benefícios para a compreensão dos sons da fala em sujeitos portadores de NA/DA.

MADDEN et al. (2002) realizaram o estudo retrospectivo de 428 crianças portadoras de deficiência auditiva, no qual a prevalência de NA na população portadora de deficiência auditiva neurossensorial (DANS) foi de 5,1%. Foram descritos no estudo 22 sujeitos com características audiológicas e eletrofisiológicas compatíveis com o diagnóstico de NA, sendo que, entre os indicadores de risco observados, 15 crianças apresentavam história de complicações perinatais, incluindo hiperbilirrubinemia, prematuridade, uso de medicação ototóxica e ventilação mecânica. Influência genética pareceu ser um fator determinante em 36% dos casos. Os autores salientaram que, em 50% das crianças que apresentavam inicialmente limiares tonais sugestivos de alteração auditiva de grau severo ou profundo, uma melhora espontânea dos limiares auditivos foi observada de um a 15 meses após o diagnóstico, especialmente naquelas com história de icterícia.

No que diz respeito à conduta de reabilitação adotada, 73% fizeram uso de AASI e/ou sistema de freqüência modulada (FM), 18% receberam o IC e 18% que

apresentaram melhora espontânea das habilidades auditivas não necessitaram de dispositivos de auxílio para a surdez.

KUMAR et al. (2006) realizaram um estudo retrospectivo dos pacientes avaliados em um departamento de audiologia localizado no Sudoeste da Índia, no período de 2000 a 2003, com o objetivo de avaliar a prevalência de NA/DA e apresentar os resultados encontrados na bateria de testes audiológicos.

Um total de 21.236 pacientes foi revisado, sendo que, de todos esses registros, 11.205 pacientes apresentaram deficiência auditiva neurossensorial. Os critérios utilizados para a realização do diagnóstico da NA/DA foram: amplificador coclear preservado, observado por meio do registro das EOA, alteração na resposta neural durante registro do PEATE, nenhuma evidência de tumores durante a avaliação neurológica clínica ou nos estudos por imagem e achados otológicos e timpanométricos normais.

Dos 11.205 casos avaliados, 61 foram diagnosticados como portadores de NA/DA, sugerindo que um em cada 183 (0,54%) sujeitos portadores de deficiência auditiva neurossensorial apresentaram características audiológicas compatíveis com a NA/DA. Todos os 61 sujeitos identificados apresentaram alteração auditiva bilateral de grau leve a severo, de diferentes configurações audiométricas, e 59% apresentaram os primeiros sintomas entre 14 e 24 anos de idade. Alteração auditiva de caráter progressivo foi relatada em 81% dos casos e zumbido bilateral, em 50%. Dois pacientes apresentaram desordem neurovegetativa associada aos sintomas auditivos e dois, do sexo feminino, relataram surgimento da alteração auditiva após a primeira gestação.

Por fim, os autores destacaram a maior ocorrência de NA/DA em sujeitos do sexo feminino e o fato de terem ocorrido dois casos em que os primeiros sintomas

da doença surgiram após a primeira gestação, sugerindo, então, a necessidade de uma investigação detalhada da influência hormonal para o diagnóstico da NA/DA.

Percepção de Fala e Processo de Habilitação e Reabilitação

A habilitação e reabilitação dos sujeitos portadores de NA constitui-se, ainda hoje, como um desafio para os pesquisadores da área. Uma vez que essa população configura-se de forma bastante heterogênea, com diferentes resultados audiológicos e neurológicos, diferentes autores discutem as estratégias a serem adotadas para a habilitação e reabilitação desses sujeitos, levando, muitas vezes, a controvérsias (BERLIN, 1999 a; DOYELE et al.,1998; SININGER et al., 1995).

Para a compreensão dos sons da fala, faz-se necessária a integridade e precisão dos aspectos relacionados à capacidade de resolução temporal. A ausência de estímulos neurais sincronizados caracteriza as dificuldades vivenciadas por indivíduos portadores de NA/DA na percepção das pistas acústicas presentes nos sinais de fala (HOOD, 2003; RANCE et al., 2002; ZENG et al.,1999; ZENG, 2000; ZENG et al., 2001).

Segundo BERLIN et al. (1996), a utilização de Aparelho de Amplificação Sonora Individual (AASI) deve ser indicada apenas para os casos em que as EOA encontram-se ausentes. Assim sendo, pacientes com NA primária não devem ser considerados candidatos ao uso da amplificação.

CONE-WESSON et al. (2000) descreveram as estratégias de comunicação e o uso de AASI em pacientes com NA. Segundo os autores, os princípios de intervenção e reabilitação precoces para o desenvolvimento de fala e linguagem nos pacientes com esse tipo de desordem assemelham-se àqueles utilizados em crianças com perdas auditivas neurossensoriais. Faz-se necessária, no entanto, a

utilização de estratégias de comunicação que apresentem suporte visual e manual associados, entre elas o *Cued Speech*[4], a Comunicação Total ou a língua de sinais, como forma de contribuir para o desenvolvimento de linguagem.

Nesse estudo, os autores ressaltaram o fato de alguns pacientes apresentarem benefícios com o uso de AASI, enfocando a necessidade de monitorização da função das CCE por meio do registro das EOA nos indivíduos em testes de AASI e EOA presentes.

Segundo HOOD (2002), a experiência clínica com pacientes portadores de NA mostrou que eles são capazes de discriminar algumas palavras ou sentenças no silêncio, mas que apresentam muitas dificuldades de discriminação de fala na presença de ruído competitivo. A utilização de AASI, embora possa contribuir para uma melhora na detecção de sons, não leva necessariamente à discriminação da fala. Para a autora, quando as CCI apresentarem alterações no seu funcionamento, e desde que a função neural esteja preservada, a realização de IC pode ser uma conduta viável para esses sujeitos. Em seu estudo, nos casos em que o IC não foi realizado, o desenvolvimento de fala e linguagem encontrava-se bastante dificultado, com a utilização, apenas, da pista auditiva como estratégia de comunicação.

RIBEIRO (2002) descreveu os resultados da utilização do AASI em cinco sujeitos adultos portadores de NA, sendo que a amplificação foi utilizada por um período de seis semanas. Os resultados da pesquisa demonstraram benefícios reduzidos nesses casos para a percepção dos sons da fala com a utilização da amplificação convencional.

A utilização da comunicação gestual, como a língua de sinais ou o *Cued Spech,* além da leitura orofacial e do uso de sistemas de freqüência modulada (FM)

[4] *Cued Speech* é um sistema visual de comunicação que utiliza os movimentos reais da boca durante a fala, combinados a oito movimentos das mãos em quatro diferentes posições próximas à boca, com o objetivo de facilitar a distinção entre consoantes e vogais da língua inglesa (AMIN et al. 2002).

apresentam-se como estratégias de comunicação válidas para os sujeitos portadores de NA (BERLIN, 1999 a; SININGER et al., 1995).

Os estudos têm demonstrado que o baixo índice de reconhecimento de fala encontrado na população portadora de NA mostra-se compatível com o grau de comprometimento no processamento temporal. Os sujeitos demonstram dificuldades na discriminação de freqüências baixas, sem, no entanto ocorrer comprometimentos na discriminação de intensidade. Diante disso, o sistema auditivo parece não ser suficientemente hábil para lidar com as modificações no sinal de fala no que diz respeito à resolução temporal (MICHALEWSKI et al., 2005; ZENG et al., 1999; ZENG, 2000; ZENG et al., 2001a; ZENG et al., 2005).

RANCE et al (2002) investigaram a percepção de fala de crianças com NA com e sem o uso do AASI, comparando os resultados encontrados com um grupo de crianças portadoras de DANS. Foi também objetivo do estudo verificar a relação entre a presença da resposta cortical e os resultados de percepção de fala encontrados.

Participaram do estudo 18 crianças portadoras de NA/DA, sendo que um grupo controle foi constituído por 18 crianças portadoras de DANS, levando em consideração o grau de perda auditiva e a idade.

O protocolo utilizado para o estudo consistiu na obtenção dos limiares tonais e testes de percepção de fala nas condições com e sem AASI, bem como no registro dos potenciais evocados corticais. Três crianças no grupo da NA não foram capazes de realizar o teste de percepção de fala em função de imaturidade ou inabilidade física.

Os resultados encontrados ao longo do estudo demonstraram que o grau de deficiência auditiva variou de leve a profundo em ambos os grupos. No grupo de crianças portadoras de NA, 14 delas obtiveram o diagnóstico da deficiência

auditiva até os seis meses de idade, das quais 13 receberam os AASI até completarem um ano de idade.

Todas as crianças portadoras de NA avaliadas (15) apresentaram percepção de fala pobre na condição sem AASI. No entanto, sete sujeitos apresentaram benefícios significativos com o uso da amplificação convencional. Não foi observada correlação entre o grau de deficiência auditiva e a habilidade de percepção de fala com AASI.

Segundo os autores, o desenvolvimento das vias corticais poderia estar associado às experiências auditivas precoces originadas do uso da amplificação convencional. Concluíram, então, que a utilização dos potenciais corticais nos casos de NA é capaz de fornecer informações adicionais em relação à sincronia neural e auxiliar na conduta a ser adotada para a reabilitação dos sujeitos.

Em 2002, KAGA et al. descreveram as características de percepção de fala em uma criança de sete anos de idade, portadora de NA. Os resultados audiológicos e eletrofisiológicos demonstraram: audiometria tonal com valores dentro dos padrões de normalidade, discriminação de fala muito prejudicada, ausência de resposta a 90 dBNA para o registro do PAETE e EOA presentes.

A queixa principal dizia respeito a atraso no desenvolvimento da fala e à suspeita de alteração do aprendizado verbal. A criança era capaz de falar, ler e repetir sentenças curtas com certa disartria; no entanto, a compreensão de fala mostrava-se muito alterada, e ela não era capaz de ler ou dizer para si mesmo, necessitando, na maioria das vezes, da repetição do interlocutor e do apoio da leitura orofacial. O diagnóstico do caso clínico correspondia, então, ao tipo puro de alteração do nervo auditivo, uma vez que não havia outros sintomas que caracterizassem a ocorrência de neuropatia periférica. Os autores alertaram para o

fato de as características clínicas na NA serem semelhantes àquelas observadas na agnosia auditiva verbal. Em função disto, o comprometimento da percepção de fala deve ser avaliado em cada sujeito de maneira específica, com o objetivo de se aperfeiçoar o método de reabilitação adotado.

HOOD et al. (2003) discutiram o uso de FM em pacientes portadores de NA/DA que apresentam habilidade residual de percepção de fala, com ou sem o uso do IC. Os autores avaliaram 65 pacientes, com idade igual ou superior a quatro anos, verificando o desempenho de reconhecimento de fala no silêncio e em situação de ruído. Desse total, 42% apresentaram reconhecimento de palavras mensurável (acima de 0%). No entanto, na maioria o reconhecimento de palavras mostrou-se inferior aos valores previstos de acordo com os limiares tonais. A média de pontuação no teste de reconhecimento de palavras no silêncio foi de 44,7% e 48,9% nos ouvidos direito e esquerdo, respectivamente. Na presença de ruído, apenas quatro sujeitos foram capazes de realizar a avaliação, sendo que a média de reconhecimento de palavras na presença de ruído competitivo para esses quatro casos avaliados foi de 17% no ouvido direito e 29% no ouvido esquerdo.

Segundo a experiência clínica dos autores, a utilização de métodos de comunicação visual deve ser indicada para o desenvolvimento de linguagem em crianças portadoras de NA/DA. A terapia auditiva verbal deve ser recomendada apenas para os casos de crianças que receberam o IC.

Em relação ao benefício obtido com AASI, do total de pacientes analisados, 24 revelaram melhora com a utilização da amplificação convencional, sendo que, destes, três relataram melhora na habilidade de interação, cinco referiram benefícios na detecção auditiva e 16 pacientes descreveram habilidade para ouvir apenas sons ambientais.

Os autores enfatizaram também a utilização do Implante Coclear (IC) como estratégia de reabilitação nesse grupo clínico de pacientes. Segundo eles, após a inserção do dispositivo, os resultados observados durante a telemetria de respostas neurais, potencial evocado eletricamente no tronco encefálico, entre outras avaliações, vêm demonstrando recuperação da sincronia neural e respostas comparáveis àquelas observadas em pacientes portadores de surdez neurossensorial e usuários de IC.

Já o sistema de FM é capaz de beneficiar os sujeitos portadores de NA/DA porque, diante das dificuldades encontradas por esses pacientes para a percepção de fala em situação de ruído de fundo, remove a interferência deste, melhorando a relação sinal/ruído e, conseqüentemente, a percepção de fala. Esse aspecto foi confirmado em um estudo com 72 pacientes portadores de NA/DA, sendo que 25% deles utilizavam o sistema de FM, com ou sem o uso de IC, na escola ou em outras situações do cotidiano.

Por fim, os autores salientaram a importância da distinção entre detecção de sons e discriminação auditiva no momento de avaliação da função auditiva e dos benefícios do AASI em pacientes portadores de NA/DA.

Em 2004, ZDANSKI et al. examinaram o processo de reabilitação de 32 crianças portadoras de NA/DA. A avaliação dos sujeitos foi composta pela obtenção dos limiares audiométricos, registro das EOA, imitância acústica, PEATE diagnóstico e testes de percepção de fala. Os autores salientaram que as crianças que não obtiveram benefícios significativos para a percepção da fala com o uso da amplificação convencional foram consideradas para a indicação do IC. Do total de participantes, 15 faziam uso do AASI, 13 receberam o IC, três apresentaram níveis de audição dentro dos padrões de normalidade na condição sem AASI e em uma criança muito jovem não foi possível a obtenção de respostas comportamentais

consistentes. Os resultados obtidos com o uso do IC demonstraram similaridade em relação ao grupo controle de crianças usuárias do dispositivo e foram descritos anteriormente, de maneira detalhada por BUSS et al. (2002).

RANCE et al. (2004) realizaram um estudo de caracterização das habilidades perceptuais em um grupo de crianças portadoras de NA, correlacionando os resultados dos testes psicofísicos de resolução de freqüência, resolução temporal e discriminação de freqüência com o desempenho de percepção de fala em conjunto aberto. O objetivo do estudo foi compreender a maneira pela qual a alteração do processamento é capaz de afetar a percepção de fala de crianças portadoras de NA e como essas habilidades se diferem daquelas observadas em crianças portadoras de deficiência auditiva neurossensorial.

Participaram do estudo 34 crianças, das quais 10 apresentavam audição dentro dos padrões de normalidade, 10 eram portadoras de deficiência auditiva neurossensorial e 14 haviam sido diagnosticadas como portadores de NA. No caso destas últimas, os critérios para o diagnóstico foram: ausência do PEATE e evidências de função coclear pré-neural preservada, incluindo a presença das EOA e do MC. A idade das crianças portadoras de NA variou de 48 a 120 meses. O total de crianças participantes desse estudo apresentava limiares audiométricos de grau leve a moderado.

Os resultados de percepção de fala encontrados no grupo de crianças portadoras de NA foram muito variáveis. A média de pontuação de fonemas foi de 49,1%, havendo uma variação entre 5,3% e 98,7%. Também não foi observada correlação entre os resultados encontrados no teste de percepção de fonemas com os limiares tonais. Em função da variabilidade dos resultados, os sujeitos foram divididos em dois grupos, a partir da pontuação obtida nos testes de percepção de

fala, sendo eles: grupo 1, composto por aqueles com resultados nos testes de fonemas inferiores a 30%; grupo 2, formado por aqueles com resultados para a percepção de fonemas superiores a 30%.

Para o teste de resolução de freqüência, todas as crianças portadoras de NA não apresentaram resultados significativamente diferentes daqueles encontrados no grupo com audição normal, sugerindo, desta maneira, função de resolução de freqüência normal na maioria delas. Segundo os autores, esse achado é consistente com a presença das EOA nesse grupo clínico de casos.

Na avaliação da resolução temporal, os resultados obtidos no experimento mostraram uma significativa diferença entre o grupo de crianças ouvintes e o grupo de crianças portadoras de NA pertencentes ao grupo 2, nas freqüências de 50Hz e 150Hz, indicando um leve comprometimento na percepção das mudanças do envelope temporal em velocidades altas de modulação. Para as crianças portadoras de NA do grupo 1, a sensibilidade à modulação de amplitude mostrou-se alterada em todos os casos. No grupo dos sujeitos portadores de NA pertencentes ao grupo 2, foi observada uma forte relação entre o limiar de detecção da amplitude de modulação em cada freqüência testada e os resultados encontrados no teste de percepção de fonemas.

A habilidade de discriminação de freqüência variou significativamente entre os sujeitos portadores de NA. O grupo 1 apresentou habilidade reduzida na utilização da pista temporal para a discriminação de baixas freqüências. Uma forte relação foi observada entre a habilidade de discriminação de freqüência e os testes de percepção de fala em ambos os grupos de crianças portadoras de NA.

Os autores concluíram que crianças portadoras de NA apresentaram características perceptuais diferentes das encontradas em crianças portadoras de

deficiência auditiva neurossensorial. O grupo de crianças portadoras de NA apresentou resolução de freqüência normal e variabilidade na alteração da resolução temporal, resultados esses consistentes com a função normal de células ciliadas externas e processamento auditivo alterado para estímulos que necessitam do uso da informação temporal. O grau de severidade de comprometimento temporal, capaz de alterar tanto a resolução temporal como os aspectos temporais da discriminação de freqüência, apresentou-se extremamente relacionado ao desempenho obtido durante a avaliação da percepção de fala. Ainda não está claro, porém, como a variabilidade encontrada nos achados psicofísicos é capaz de refletir diferentes mecanismos patológicos ou diferentes graus da mesma desordem.

Em 2005, ZENG et al. descreveram as conseqüências perceptuais da interrupção na atividade do nervo auditivo encontradas em 21 sujeitos portadores de NA. As evidências neurológicas e eletrofisiológicas sugeriram que a interrupção na atividade do nervo auditivo pode estar relacionada à alteração na sincronia da atividade neural. As medidas psicofísicas demonstraram que a interrupção da atividade neural representa um mínimo efeito sobre a percepção de intensidade, a discriminação da sensação de crescimento da intensidade, a discriminação de freqüência para as freqüências agudas e para a localização sonora, utilizando-se diferentes níveis de intensidade inter-aural. No entanto, a alteração na sincronia da atividade neural é capaz de interferir significantemente na percepção temporal, tal como na percepção de freqüências graves, integração temporal, detecção de intervalos (*gap*), detecção da modulação temporal, mascaramento, detecção do sinal na presença de ruído e localização sonora, utilizando-se diferenças temporais inter-aurais no sinal.

MICHALEWSKI et al. (2005) avaliaram o processamento auditivo temporal em um grupo de 14 sujeitos portadores de NA/DA por meio de métodos

eletrofisiológicos e psicoacústicos, comparando os resultados encontrados ao desempenho de 12 sujeitos ouvintes. A idade dos sujeitos pertencentes ao grupo da NA/DA variou de nove a 60 anos, e o grau de perda auditiva esteve entre leve e profundo. Os resultados de percepção de fala obtidos ao longo da pesquisa foram: dez sujeitos com desempenho de percepção de fala incompatíveis com os limiares tonais, um sujeito com desempenho dentro da normalidade e dois outros pacientes com percepção de fala compatível com o grau de surdez. Todos os sujeitos apresentaram alteração durante o registro do PEATE, ao mesmo tempo em que as EOA e/ou o MC estavam presentes. O procedimento de teste consistiu na realização dos Potenciais Evocados Corticais (N100, P200), evocados por estímulos com intervalos no ruído (*gap in noise*) nas condições ativa e passiva, além de medidas psicoacústicas de detecção dos intervalos, audiometria tonal e testes de reconhecimento de fala.

Os resultados da pesquisa demonstraram que, em sujeitos com audição normal, os potenciais evocados corticais foram registrados como resposta a intervalos menores do que 5 milesegundos, em ambas as condições: ativa e passiva. No grupo de sujeitos portadores de NA/DA, o registro do potencial evocado foi verificado apenas para duração de intervalos prolongados, entre 10 e 50 ms. Uma relação significativa foi observada entre os limiares de detecção de intervalos mensurados por meio de métodos eletrofisiológicos e psicoacústicos tanto para sujeitos com audição normal, como para pacientes portadores de NA/DA.

Os autores concluíram o estudo destacando a importância da utilização combinada de métodos eletrofisiológicos e psicoacústicos como forma de avaliar de maneira objetiva o processamento auditivo temporal cortical em ouvintes e em sujeitos portadores de alterações auditivas.

ZENG e LIU (2006) salientou o fato de que a NA/DA é a única alteração auditiva que apresenta conseqüências perceptuais diferenciadas das dificuldades observadas na perda sensorial. A alteração do processamento temporal observada neste grupo clínico de casos não é auxiliada pela utilização da amplificação convencional. Em função disto, o uso do IC em sujeitos portadores de NA/DA vem se consolidando como uma opção bastante efetiva a ser considerada na conduta de habilitação e reabilitação destes indivíduos, uma vez que a estimulação elétrica é capaz de reconstituir, de maneira artificial, a atividade neural sincronizada. Segundo o autor, os dados psicofísicos e de percepção de fala apresentados na literatura intrenacional suportam a indicação do IC em sujeitos portadores de NA/DA.

2.2 RESULTADOS DO IMPLANTE COCLEAR EM CRIANÇAS

Nos últimos 15 anos, o IC consolidou-se como um eficaz dispositivo a ser utilizado no processo de habilitação e reabilitação de crianças portadoras de deficiência auditiva de grau severo a profundo e/ou profundo. Resultados satisfatórios no que diz respeito aos benefícios da estimulação elétrica para o desenvolvimento das habilidades de audição e linguagem vêm sendo descritos pela literatura científica (MONDAIN et al., 1997; LIN e NIPARKO, 2006; SVIRKY et al., 2004; TOMBLIN et al., 1999).

As evidências demonstram que a utilização do IC em crianças possibilita importantes benefícios para a audição, habilidades de comunicação e questões educacionais, resultando em uma melhor qualidade de vida aos sujeitos portadores de deficiência auditiva de grau profundo (WALTZMAN et al., 2002a).

Entretanto, diferenças significativas entre os sujeitos são observadas. Idade da implantação, etiologia da deficiência auditiva, idade do surgimento da deficiência auditiva e grau da perda, além do número de fibras neurais sobreviventes e das expectativas em relação aos benefícios do IC vêm sendo discutidas como variáveis importantes na justificativa da variabilidade de resultados encontrados entre os sujeitos que receberam o IC (FISHMAN et al., 1997).

É consenso que melhores resultados são encontrados em crianças que receberam o dispositivo mais precocemente, ou seja, com menor tempo de privação sensorial. Os estudos sugerem que, quanto mais jovem a criança for implantada, maiores e melhores serão as possibilidades de compreensão de fala em situação de conjunto aberto (ANDERSON et al., 2004; COHEN, 1998; FRYAUF-BERTSCHY et al., 1997; HASSANZADEH et al., 2002; ILLG et al., 1999; LENARZ, 1998; NIKOLOPOLOUS et al.,1999; WALTZMAN et al., 2002 a; WALTZMAN et al., 2002b).

Para DOWELL et al., 1995, cerca de 60 a 80% das crianças implantadas são capazes de perceber palavras e sentenças em situação de conjunto aberto.

No entanto, mesmo diante de estudos que demonstraram que a idade na implantação pode ser considerada como um fator determinante nos resultados do IC em crianças, devido à variabilidade dos resultados encontrada entre os sujeitos de cada faixa etária, crianças em idades mais avançadas não devem ser excluídas da indicação do IC baseando-se apenas no fator idade. Outros fatores devem ser considerados e avaliados na indicação do IC em crianças de idade mais avançada (HASSANZADEH et al., 2002).

Um progressivo desenvolvimento nas habilidades de percepção de fala tem sido descrito pela literatura científica internacional. De fato, melhoras significativas podem ser observadas mesmo após três anos de uso do IC (GEERS et al, 1994; LEE e VAN HASSELT, 2004; MONDAIN et al.,1997).

BEVILACQUA (1998) enfatizou a efetividade da utilização do IC para o desenvolvimento das habilidades de audição e linguagem por meio da avaliação de 30 crianças usuários de IC modelos Nucles 22 e Nucleus 24.Os resultados da pesquisa demonstraram a relação existente entre a idade de implantação e o ritmo de desenvolvimento das habilidades auditivas. Em relação ao desenvolvimento da linguagem, as variáveis grau de perda auditiva e idade na cirurgia destacaram-se como importantes aspectos a serem considerados.

MIYAMOTO et al. (1999) realizaram um estudo longitudinal com o objetivo de investigar os benefícios do IC para a percepção e produção de fala e para o desenvolvimento de linguagem em um grupo de 31 crianças, levando-se em consideração a idade em que foi realizada a cirurgia. Todos os sujeitos pesquisa receberam o IC até os seis anos de idade e o modo de comunicação utilizado pelos sujeitos variou entre comunicação oral e comunicação total.

Os resultados do estudo demonstraram que tanto a idade da implantação como o modo de comunicação utilizado foram capazes de interferir de maneira significativa no desenvolvimento das habilidades de comunicação em crianças com deficiência auditiva profunda. Segundo os autores, aquelas que receberam o dispositivo antes dos três anos de idade apresentaram melhor desempenho em relação ao reconhecimento de palavras e inteligibilidade de fala. Por outro lado, diferenças mínimas em relação à avaliação da linguagem receptiva e expressiva foram observadas entre os grupos. Este achado foi justificado pelo fato de que os efeitos da implantação precoce para o desenvolvimento de linguagem possivelmente devem ser observados após um período maior de tempo de uso do dispositivo. No que diz respeito ao modo de comunicação, crianças usuárias da comunicação oral apresentaram melhores resultados para o reconhecimento de palavras,

inteligibilidade de fala e linguagem expressiva, quando comparadas às crianças usuárias da comunicação total.

NIKOLOPOULOS et al. (1999) realizaram um estudo longitudinal com o objetivo de avaliar a percepção de fala em 133 crianças usuárias de IC, com idade de implantação inferior a oito anos. Os resultados do estudo demonstraram que, após quatro anos de uso do IC, 70% das crianças foram capazes de compreender a fala sem a utilização da leitura orofacial. Após seis anos de uso, a porcentagem de crianças capazes de compreender a fala apenas pela pista auditiva aumentou para 82%.

Em 2000, O' DONOGHUE et al. estudaram os fatores determinantes para a percepção de fala em crianças usuárias de IC. Participaram da pesquisa 40 crianças portadoras de surdez congênita ou adquirida até os três anos de idade. A pesquisa teve como objetivo avaliar a possível influência dos fatores idade na implantação, número de eletrodos inseridos, origem da surdez (congênita ou meningite), modo de comunicação e grupo socioeconômico para o desenvolvimento das habilidades auditivas. Os resultados do estudo demonstraram um progresso em relação às habilidades auditivas ao longo do tempo, mesmo após cinco anos de uso do IC. A idade na implantação e o modo de comunicação utilizado mostraram-se como variáveis significativas durante a análise dos resultados da pesquisa, uma vez que crianças implantadas precocemente e usuárias de modo de comunicação oral demonstraram melhores resultados de percepção dos sons de fala.

GSTOETTNER et al. (2000) descreveram o desempenho de percepção de fala em 31 crianças portadoras de surdez pré-lingual e usuárias de IC por tempo mínimo de seis meses. Segundo os autores, resultados variáveis foram observados entres os sujeitos avaliados; no entanto, todas as crianças apresentaram melhora significativa da percepção de fala ao longo do tempo.

Os autores concluíram o estudo enfatizando que uma contínua melhora nas habilidades de percepção de fala pode ser observada em crianças usuárias de IC mesmo após três anos de uso do dispositivo.

MONDAIN et al. (2002) demonstraram os benefícios obtidos com o IC em sete crianças portadoras de deficiência auditiva neurossensorial profunda, pré-lingual, as quais apresentavam resultados de percepção de fala em conjunto aberto, anterior à indicação cirúrgica, inferiores a 30% com o uso da amplificação convencional. Após doze meses de uso do IC, os resultados do estudo demonstraram média de 83% de pontuação para os testes de percepção de fala em conjunto aberto. A pontuação elevada nos questionários de avaliação da informação auditiva nas atividades de vida diária confirmou os benefícios da estimulação elétrica, demonstrando melhora na habilidade de utilização da informação auditiva nas situações cotidianas.

Os autores concluíram enfatizando que o IC deve ser considerado como estratégia de habilitação e reabilitação em crianças portadoras de deficiência auditiva que apresentarem reconhecimento auditivo em conjunto aberto, igual ou inferior a 30% com a utilização do AASI.

WALTZMAN et al. (2002a) exploraram os efeitos do IC em um grupo heterogêneo de 81 crianças usuárias do dispositivo, acompanhadas durante o período de cinco a treze anos. Os fatores desempenho dos sujeitos ao longo do tempo, necessidade de re-implantação e influência educacional compuseram as variáveis de análise da pesquisa.

Os resultados do estudo demonstraram que, do total de crianças avaliadas, oito necessitaram realizar nova cirurgia em função de mau funcionamento do dispositivo. Os autores destacaram que, mesmo após a segunda cirurgia, todas as

crianças permaneceram demonstrando benefícios com o uso do IC. Nove crianças abandonaram o acompanhamento pós-cirúrgico e quatro crianças deixaram de usar o dispositivo ao longo do tempo.

Uma melhora progressiva das habilidades auditivas foi observada ao longo do tempo de uso do IC. Após cinco ou mais anos de uso, todas as crianças foram capazes de realizar os procedimentos utilizados para a avaliação da percepção dos sons da fala. Mesmo após um longo tempo de uso do IC, uma diferença significativa foi encontrada em relação ao reconhecimento de fala em situação de conjunto aberto e idade da implantação, uma vez que crianças que realizaram a cirurgia em idade precoce apresentaram a maior pontuação observada nos testes de percepção de fala. Em relação ao modo de comunicação utilizado, crianças que faziam uso da comunicação oral apresentaram melhor desempenho do que as usuárias da comunicação total. Não foram observadas piora no desempenho de percepção de fala e/ou modificações na área dinâmica de estimulação com o aumento do tempo de uso do dispositivo.

Por fim, os autores destacaram o fato de que todas as crianças que abandonaram o acompanhamento pós-cirúrgico e que deixaram de usar o dispositivo foram implantadas em idade mais avançada, acima dos oito anos. E concluíram que, possivelmente, os resultados limitados observados no início do processo diminuíram a motivação para o uso do IC.

Em 2003, GEERS et al. investigaram os fatores capazes de contribuir para a percepção de fala em crianças portadoras de surdez pré-lingual, após quatro a sete anos de uso do IC. Participaram do estudo 181 crianças implantadas até os cinco anos de idade. Dados demográficos, características do IC, bem como a proposta educacional utilizada constituíram as variáveis analisadas ao longo da pesquisa. Os

autores destacaram a importância da seleção de testes de percepção de fala adequados à competência lingüística das crianças avaliadas. Os resultados da pesquisa demonstraram que 50% das crianças foram capazes de reconhecer os sons de fala utilizando apenas a pista auditiva, sendo este valor aumentado para 80% de reconhecimento auditivo quando a leitura labial foi adicionada à pista auditiva. O estudo destacou que a característica mais importante durante a tarefa de aprender a perceber os sons da fala em crianças usuárias de IC relaciona-se a uma boa inteligência não-verbal.

Nesse estudo, a idade na implantação não demonstrou significativo efeito em relação aos resultados de percepção de fala. Para os autores, possivelmente, este achado se deveu ao fato de que a idade de implantação observada entre os sujeitos da pesquisa, entre dois e quatro anos, não representa intervalo suficientemente capaz de originar diferenças nos resultados do grupo. Características familiares também não representaram modificações significativas em relação aos resultados. No entanto, foi observada uma tendência de melhor percepção de fala em crianças advindas de famílias pequenas. O estudo concluiu que o fator mais relacionado a uma boa percepção de fala diz respeito à ênfase educacional na comunicação aurioral. Segundo os autores, o modo de comunicação mostrou-se como fator determinante para o desenvolvimento das habilidades auditivas, quando comparado com outros fatores de reabilitação analisados durante a pesquisa, como o tipo de escola (publica, particular, regular ou de educação especial), número de terapias, a experiência do terapeuta e a participação dos pais em terapia.

OH et al. (2003) descreveram o desempenho das habilidades auditivas ao longo do tempo em usuários de IC, portadores de surdez pré e pós linguais, comparando os benefícios observados em relação à percepção de fala em ambos os

grupos. Foi também objetivo do trabalho a análise do metabolismo de glicose no córtex cerebral como fator capaz de predizer os benefícios do IC, por meio da utilização da tomografia de emissão de positrons (PET). Participaram do estudo 38 crianças e 28 adultos avaliados ao longo de quatro anos de uso do dispositivo. Os resultados do estudo demonstraram que, na população infantil, o desempenho de percepção de fala melhora de maneira contínua, até o período de quatro anos de uso do dispositivo. Crianças implantadas até os cinco anos de idade apresentaram melhores resultados. Já no grupo de adultos, a melhora das habilidades auditivas foi observada até dois anos de uso do IC. Os resultados demonstraram melhor desempenho e recuperação mais veloz das habilidades auditivas após um ano de uso do dispositivo para o grupo de sujeitos com tempo menor de surdez.

Os autores destacaram o fato de que, no grupo de crianças portadoras de surdez pré-lingual, crianças implantadas entre cinco e sete anos de idade apresentaram resultados de percepção de fala mais variáveis do que os encontrados em outras faixas etárias analisadas durante o estudo. Dentro dessa faixa etária, as imagens da PET de três crianças foram analisadas, sendo que os resultados de percepção de fala encontrados pareceram estar relacionados com a extensão do hipometabolismo cerebral cortical, uma vez que os sujeitos com área hipometabólica mais larga apresentaram melhor desempenho de percepção de fala. A variabilidade dos resultados de percepção de fala encontrada durante a pesquisa sugeriu que outros fatores associados à idade, tais como habilidade de leitura labial, origem e a idade da surdez e a utilização prévia do AASI, devem ser analisados durante a indicação do IC em crianças com idade mais avançada ou adultos com tempo maior de surdez. A observação preliminar do metabolismo cerebral analisada pelos

autores inferiu que, possivelmente em um futuro breve, a utilização da PET poderá ser capaz de prever os resultados do IC em cada candidato.

ANDERSON et al. (2004) reportaram o desenvolvimento da percepção de fala ao longo do tempo em um grupo de 41 crianças portadoras de deficiência auditiva neurossensorial pré-lingual, com idade variando entre dois e quinze anos e tempo de uso do dispositivo igual ou superior a três anos. Os resultados do estudo demonstraram que o desenvolvimento da habilidade de reconhecimento dos sons da fala em conjunto aberto ocorreu de maneira constante, mesmo após três anos de uso do dispositivo. Uma significativa melhora pode ser verificada após um ano de uso do IC.

Os autores concluíram destacando os benefícios da indicação precoce do IC, uma vez que crianças implantadas mais precocemente apresentaram resultados de percepção de fala significativamente melhores do que as crianças implantadas em idade mais avançada.

SPENCER (2004) descreveu as diferenças individuais no desempenho de linguagem em treze crianças portadoras de surdez pré-lingual e usuárias de IC. Os resultados do estudo demonstraram desenvolvimento de linguagem muito diversificado, variando desde extremamente atrasado até apropriado para a idade. As crianças que apresentaram um tempo mínimo de experiência auditiva (apenas duas) anterior à aquisição da surdez obtiveram maior pontuação em todas as habilidades de linguagem avaliadas. A idade na implantação apresentou-se como variável significativa para o desenvolvimento da linguagem no grupo de crianças portadoras de surdez congênita. Melhores resultados em relação à linguagem foram observados nas crianças em que os pais mostraram-se mais motivados e participativos em relação à opção pelo IC.

LEE e VAN HASSELT (2004) estudaram o efeito da idade da realização da cirurgia para inserção do IC na habilidade de reconhecimento de palavras em 61 crianças implantadas entre um e quatorze anos. Todas faziam uso do IC unilateral por um tempo mínimo de doze meses.

Os resultados do estudo demonstraram uma relação positiva entre o tempo de experiência com o IC e o desempenho no reconhecimento de palavras, sendo que diferenças significativas neste aspecto foram observadas entre os grupos, especialmente entre as crianças que receberam o dispositivo em idade inferior aos três anos e aquelas que foram implantadas a partir dos seis anos de idade. Para o grupo de crianças menores, o ritmo de desenvolvimento das habilidades auditivas mostrou-se mais lento no primeiro ano de uso do IC. No entanto, ao longo do tempo, à medida que apresentavam desenvolvimento de linguagem significativo, melhores resultados foram observados em relação à percepção de fala aos dois e três anos de uso do dispositivo, quando comparados ao desempenho das crianças que receberam o dispositivo em idade mais avançada.

CALMES et al. (2004) avaliaram de maneira longitudinal a percepção e inteligibilidade de fala em um grupo de 63 crianças usuárias de IC, as quais receberam o dispositivo entre um e dez anos de idade. Um rápido progresso foi observado no que se referiu às habilidades de percepção de palavras e sentenças em conjunto fechado. Já a percepção de fala em conjunto aberto, por se tratar de uma aquisição mais complexa, desenvolveu-se de maneira mais lenta, sendo mais significativa após um ano de uso do IC.

Os resultados do estudo demonstraram uma média de percepção de palavras em conjunto fechado de 16% aos três meses de uso do IC até 95% após cinco anos de implantação. Da mesma maneira, a porcentagem de percepção de sentenças em conjunto fechado aumentou de 15 a 94% entre os três meses e cincos anos de uso

do IC. Para a percepção de sentenças em conjunto aberto, os resultados variaram de nove a 76%.

No que diz respeito à inteligibilidade de fala avaliada ao longo da pesquisa, os resultados do estudo demonstraram que, após três meses da implantação, a maioria das crianças apresentou fala ininteligível para ouvintes com pouca experiência na compreensão de crianças surdas. Uma melhor inteligibilidade de fala só foi observada por volta dos três anos de uso do IC, sendo a mesma progressiva após os cinco anos de uso do dispositivo.

HOLT et al. (2004) compararam os resultados de percepção de fala em crianças portadoras de deficiência auditiva congênita, as quais receberam o dispositivo de IC com um, dois, três e quatro anos de idade. Os resultados da pesquisa demonstraram que quanto menor a idade na implantação, maiores foram as vantagens em relação ao reconhecimento da fala. Segundo os autores, o desempenho de percepção de fala de crianças implantadas ao longo do primeiro ano de vida foi similar ao das crianças que receberam o IC aos dois anos de idade. As crianças implantadas durante o segundo ano de vida apresentaram um desenvolvimento de 10 a 20% maior do que as crianças que receberam o IC aos três anos de idade. Da mesma maneira, as crianças implantadas aos quatro anos de idade apresentaram resultados inferiores aos observados nas crianças implantadas aos três anos.

Os autores concluíram que a realização do IC nos primeiros dois anos de vida, possivelmente, resulta em uma melhor trajetória do desenvolvimento das habilidades de percepção de fala.

MILDNER et al. (2006) estudaram os resultados de percepção de fala encontrados em crianças implantadas, comparando-os ao desempenho de crianças

usuárias da amplificação convencional. Participaram do estudo 29 usuárias de IC e 20 adaptadas com AASI, todas elas envolvidas no método de reabilitação Verbotonal. Os resultados do estudo demonstraram que, em ambos os grupos (implantados e usuários de AASI), as vogais caracterizaram-se como os sons de mais fácil discriminação. Maior dificuldade foi observada durante a discriminação de vogais próximas. Crianças usuárias de IC apresentaram significativa melhora de discriminação de vogais entre os pares mínimos do que aquelas usuárias de amplificação convencional.

No que diz respeito à discriminação de consoantes, no grupo de crianças usuárias de AASI, maior dificuldade foi encontrada para a percepção dos sons africativos. Inversamente, para o grupo de crianças usuárias de IC, melhores resultados foram identificados para as consoantes africativas.

Segundo os autores, as vantagens observadas no desempenho de percepção de fala em crianças usuárias de IC devem ser atribuídas a uma união de fatores, entre eles, implantação precoce e reabilitação, acompanhamento terapêutico e melhora dos níveis auditivos após a cirurgia do IC.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 NEUROPATIA AUDITIVA / DESSINCRONIA AUDITIVA E IMPLANTE COCLEAR

Nos últimos anos, a literatura científica vem descrevendo a utilização do Implante Coclear (IC) nos casos de Neuropatia Auditiva/Dessincronia Auditiva (NA/DA) como conduta que pode contribuir para a percepção dos sons da fala. A estimulação elétrica nesse grupo clínico pode ser capaz de compensar a alteração das células ciliadas internas e/ou da sinapse delas com o VIII par, características da patologia. Nos casos de Neuropatia Auditiva (NA) associados às questões desmelienizantes ou à perda axonal, a indicação do IC fundamenta-se no fato de a estimulação elétrica propiciar uma atividade neural mais sincronizada (BUSS et al., 2002; HOOD et al., 2003; MASON et al., 2003; ZENG et al., 1999; TRAUTWEIN et al., 2000; SHALLOP et al., 2001; TRAUTWEIN et al., 2001; SININGER e TRAUTWEIN, 2002; ZENG et al., 2001b; ZENG e LIU, 2006).

MIYAMOTO et al. (1999) relataram os resultados encontrados em uma criança com NA associada à ataxia de Friedrich, a qual recebeu o IC, comparando-os a um grupo controle de crianças implantadas da mesma faixa etária que apresentavam deficiência auditiva neurossensorial. Os autores sugeriram então cautela na indicação do IC no primeiro grupo clínico, uma vez que as respostas para os testes de discriminação de fala após o IC foram inferiores ao esperado no caso relatado.

RANCE et al. (1999) descreveram os resultados do IC em uma criança com NA e história de prematuridade e hiperbilirrubinemia, implantada aos três anos e nove meses de idade. As respostas verificadas após o implante mostraram-se pouco encorajadoras no que diz respeito à melhora na discriminação de fala. Os autores associaram esses resultados à possibilidade da localização da alteração, nesse caso, estar relacionada a uma alteração do tronco encefálico; ou seja, os resultados do IC em sujeitos com NA apresentam-se intimamente relacionados à localização da alteração. A estimulação elétrica fornecida pelo IC pode ser capaz de melhorar a sincronia neural nos casos em que a lesão encontra-se nas células ciliadas internas e/ou nas sinapses dessas células com o nervo auditivo, mas necessariamente com a função neural preservada.

Os autores recomendaram, então, a utilização de testes de função pré-neural na bateria de exames dos candidatos a IC, com diagnóstico de NA.

TRAUTWEIN et al. (2000) enfatizaram os benefícios obtidos com o IC em uma criança com NA que não apresentava benefícios com o uso de Aparelho de Amplificação Sonora Individual (aasi), tendo recebido o implante aos três anos e três meses de idade. Os resultados demonstraram benefícios significativos na percepção de fala após o IC, com respostas semelhantes àquelas encontradas em crianças implantadas com perdas auditivas cocleares. No caso descrito, os autores consideraram que a estimulação elétrica gerada pelo IC pode ter sido capaz de produzir respostas neurais evocadas, contribuindo assim para a melhora das habilidades de percepção de fala.

Os autores salientaram a importância de um período de teste com amplificação convencional para, em seguida, verificar os possíveis benefícios do IC. Por fim, destacaram a necessidade de estudos em relação ao diagnóstico, etiologia

e fisiopatologia da NA, como forma de avaliar os verdadeiros candidatos ao IC que não apresentam benefícios com o uso da amplificação.

Em 2001, TRAUTWEIN et al. descreveram a utilização do IC em seis crianças com diagnóstico de NA. Foram encontrados benefícios significativos na percepção de fala em cinco crianças, com melhora no potencial evocado eletricamente no tronco encefálico. A criança que não apresentou sucesso com o IC passou a utilizar a língua de sinais mesmo após a cirurgia. A partir desse exemplo, os autores destacaram que o IC não garante, necessariamente, melhora na percepção de fala em todos os casos de NA.

SHALLOP et al (2001) descreveram os mesmos cinco casos relatados por TRAUTWEIN et al. (2001), associando os benefícios obtidos com o IC ao fato de os sujeitos não apresentarem outros comprometimentos neurológicos concomitantemente à NA. Com os resultados encontrados na pesquisa, sugeriram que a via auditiva é capaz de apresentar melhoras na sincronia diante da estimulação elétrica, o que pode ser verificado durante a obtenção das ondas I e V do potencial evocado eletricamente no tronco encefálico com a utilização da estimulação elétrica provida pelo IC.

SININGER e TRAUTWEIN (2002) discutiram os resultados encorajadores encontrados em sujeitos portadores de NA e usuários de IC. Segundo os autores, mesmo diante das dificuldades clínicas em determinar o local exato da lesão, os progressos observados na percepção dos sons da fala e a possibilidade de registro do ECAP nesse grupo clínico de casos justificam a maneira pela qual a estimulação elétrica é capaz de contribuir no processo de habilitação e reabilitação dos sujeitos portadores de NA. Porém, mesmo diante de resultados promissores, concluíram que um número maior de estudos deve ser realizado com o objetivo de determinar os benefícios obtidos em portadores de NA e usuários de IC.

Em 2002, BUSS et al. compararam os resultados obtidos nos testes de percepção de fala após o IC em quatro crianças com NA com um grupo controle de crianças com deficiência auditiva neurossensorial, implantadas e da mesma faixa etária. Os autores salientaram que a indicação do IC foi realizada após um período de teste com a amplificação convencional, no qual não foram observados benefícios significativos para o desenvolvimento das habilidades auditivas. A idade na cirurgia dos sujeitos avaliados variou de dois anos e um mês a cinco anos e dois meses de idade. O protocolo de avaliação foi composto de audiometria em campo livre com a utilização do IC, teste de percepção de fala e registro do Potencial Evocado Eletricamente no Tronco Encefálico e do reflexo estapediano evocado eletricamente. O estudo demonstrou que, após um ano de uso do IC, todas as crianças avaliadas apresentaram resultados nos testes de percepção de fala semelhantes àqueles encontrados na população pediátrica usuária de IC. Em relação ao registro do Potencial Evocado Eletricamente no Tronco Encefálico, a presença da onda V foi observada em pelo menos dois dos três eletrodos testados, indicando uma resposta neural sincronizada com a utilização da estimulação elétrica. Todos os sujeitos apresentaram, também, presença do reflexo estapediano evocado eletricamente em pelos menos um dos eletrodos testados. Por fim, os autores concluíram que, diante da hipótese de a NA ser causada por uma alteração na sincronia neural, um grau mínimo de respostas sincronizadas pode ser obtido por meio do IC, justificando, portanto, a indicação desse dispositivo nessa população clínica.

Para MADDEN et al. (2002), o IC pode ser capaz de compensar a alteração encontrada nos casos de NA associada à lesão das células ciliadas internas e/ou das sinapses dessas células com o nervo auditivo. Os autores descreveram então os benefícios obtidos na percepção de fala de quatro crianças com diagnóstico de

neuropatia que receberam IC, sendo que todas apresentavam deficiência auditiva de grau profundo, sem evidências de melhora nas habilidades auditivas com o uso do AASI e/ou do sistema de FM, após um ano de acompanhamento.

As crianças realizaram a cirurgia entre um e três anos de idade, com média de idade na implantação de dois anos. Todas toleraram a estimulação elétrica sem complicações. Os dois primeiros sujeitos que receberam o dispositivo apresentaram melhora significativa nas habilidades de audição e comunicação, com discriminação de fala em conjunto aberto acima de 70%. Os outros dois casos descritos receberam o IC apenas seis meses antes da finalização do estudo, e os resultados preliminares sugeriam um potencial benefício semelhante aos primeiros.

PETERSON et al. (2003) compararam os resultados pré e pós-cirúrgicos de dez crianças portadoras de NA e usuárias de IC com crianças portadoras de DANS que receberam o IC. A bateria de testes foi composta por avaliação audiológica, avaliação da percepção de fala, bem como avaliação psicofísica e avaliação dos benefícios do IC observados pelos familiares. Os resultados da pesquisa demonstraram que, no momento pré-cirúrgico, as crianças do grupo controle apresentaram melhores limiares audiométricos em todas as freqüências testadas, com exceção da freqüência de 6kHz. Após a cirurgia, foi observada uma tendência de melhores limiares audiométricos para o grupo de crianças portadoras de NA e usuárias de IC. No que se refere aos resultados do limiar da resposta neural obtidos após a cirurgia do IC, não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre os grupos avaliados. Em relação ao desenvolvimento das habilidades auditivas após o IC, 18 crianças, do total de 20, apresentaram progressos significativos em relação à percepção dos sons da fala. Os autores concluíram que não foram observadas diferenças significativas no que diz respeito

ao registro da resposta neural, aos níveis mínimos e máximos de estimulação, aos limiares audiométricos em campo livre e ao desenvolvimento das habilidades auditivas entre as crianças portadoras de NA e as crianças pertencentes ao grupo controle. Sugeriram, então, que o IC caracteriza-se como um dispositivo capaz de beneficiar na população portadora de NA.

MASON et al (2003) realizaram uma revisão dos achados audiológicos em seis pacientes portadores de NA de diferentes etiologias. Em relação à conduta adotada para o processo de reabilitação, quatro sujeitos realizaram cirurgia para inserção do IC. Os resultados do estudo demonstraram benefícios significativos na percepção auditiva, além de ser possível o registro do potencial auditivo evocado eletricamente no tronco encefálico. Os autores concluíram que, diante das dificuldades na localização da lesão originada pela NA, a possibilidade de estimulação do promontório, especialmente na população adulta, caracteriza-se como um procedimento de grande importância para a indicação cirúrgica do IC. Portanto, o IC não deve ser indicado em sujeitos portadores de NA que não apresentaram percepção auditiva durante a estimulação do promontório.

VERMEIRE et al. (2003) descreveram melhoras significativas nas habilidades de identificação e reconhecimento dos sinais de fala em uma criança portadora de NA/DA que realizou cirurgia para inserção do dispositivo de IC. Segundo os autores, a utilização do IC no caso analisado foi de grande importância para o desenvolvimento de fala e linguagem.

MIKOLAJESWSKA et al. (2005) relataram os benefícios obtidos com a utilização do IC em um sujeito portador de NA e alteração visual. Segundo os autores, durante o período de testes com a amplificação convencional, não foram observados resultados significativos para a percepção dos sons da fala. Porém,

após um ano de uso do dispositivo de IC, foram observados benefícios significativos na inteligibilidade de fala. Os testes utilizados durante a pesquisa foram realizados em campo livre e eram compostos por lista de monossílabos, polissílabos e sentenças. O sujeito avaliado durante o estudo apresentou também melhora no reconhecimento de instrumentos musicais. Segundo os autores, sujeitos portadores de NA que não apresentam benefícios com o uso do AASI devem ser considerados como candidatos ao IC.

Em 2005, SHALLOP et al. realizaram a comparação das características dos potenciais evocados antes e após o IC em duas crianças portadoras de NA. O primeiro caso recebeu o dispositivo aos quatro anos de idade. Os registros da resposta neural foram realizados em diferentes freqüências de estimulação, variando entre 5 e 300 Hz. À medida que a freqüência de estimulação foi aumentada, uma diminuição na amplitude de N1 P1/P2 foi observada, com um pequeno aumento do tempo de latência de N1. As respostas neurais registradas demonstraram a presença de respostas de pico duplo nos eletrodos apicais (15 e 20) e resposta de pico simples para os eletrodos basais. Após 21 meses de uso do IC, ocorreu uma modificação na morfologia das respostas nos eletrodos apicais avaliados, tornando-se as mesmas respostas de pico simples. Os autores ressaltaram que não possuíam uma interpretação para o fato de as respostas de pico duplo não terem permanecido ao longo do tempo de uso do IC. A segunda criança apresentada no estudo recebeu o IC aos 16 meses de idade, sendo observadas fortes evidências de sincronia neural durante o registro do ECAP.

Nesse estudo, as mensurações realizadas no momento pré, peri e pós-operatórios dos dois sujeitos portadores de NA/DA, os quais se submeteram a testes diagnósticos apropriados, indicação cirúrgica precisa e acompanhamento pós-

operatório efetivo, indicaram que a restauração da sincronia neural pode ocorrer em vários níveis ao longo da via auditiva.

ROUILLON et al (2006) apresentaram os resultados do IC em duas crianças portadoras de surdez relacionada à mutação do gene Otoferlin (OTOF) e com resultados audiológicos e eletrofisiológicos sugestivos de NA/DA. O registro da telemetria de respostas neurais (NRT) no momento intra-operatório apresentou respostas positivas em ambos os casos.

O primeiro caso descrito na pesquisa recebeu o IC aos 35 meses de idade. Após três anos de uso do dispositivo, foram observados benefícios significativos em relação ao desenvolvimento das habilidades de audição e linguagem. A média dos limiares tonais em campo livre foi de 37 dB com o IC e de 75dB com o AASI no ouvido não implantado. Os testes de percepção de fala demonstraram 100% de identificação de palavras e 60% de identificação de sentenças em situação de conjunto aberto. A criança possuía comunicação oral espontânea e boa inteligibilidade de fala.

A segunda criança descrita ao longo do estudo foi implantada aos quatro anos de idade. Após 18 meses de uso do dispositivo, um progresso significativo foi observado em relação à percepção dos sons da fala. A média dos limiares tonais foi de 45dB com o IC, e os testes de percepção de fala demonstraram 100% de identificação de sentenças em conjunto fechado. Na situação de teste em conjunto aberto, a criança foi capaz de identificar 50% de palavras e 45% de sentenças. Aliado a isso, ela apresentava comunicação oral espontânea, com produção de frases simples.

Os autores salientaram que os resultados positivos do IC nos dois casos descritos indicam que o nervo auditivo apresenta-se, no mínimo, parcialmente

preservado para responder de maneira significativa à estimulação elétrica. A satisfatória evolução clínica observada nos sujeitos da pesquisa sugere origem endococlear para os casos de surdez relacionados à mutação do gene OTOF. Por fim, os autores destacaram a importância da avaliação genética nos casos de resultados sugestivos de NA/DA, uma vez que o IC parece ser uma eficaz conduta para os casos relacionados a essa mutação genética.

WEINSTOCK et al. (2007) avaliaram os resultados do registro do ECAP em crianças diagnosticadas como portadoras de NA/DA e usuárias de IC. O registro do potencial foi obtido em 12 desses pacientes, no momento intra-operatório e ao longo do acompanhamento pós-cirúrgico, sendo que, na maioria, não foi observada alteração nas características de morfologia do ECAP. Ou seja, a presença da NA/DA pareceu não influenciar a possibilidade do registro do potencial em grande parte dos sujeitos avaliados. Por fim, os autores destacaram a ocorrência de uma relação significativa entre percepção de fala com desempenho limitado e morfologia do ECAP alterada.

3.2 POTENCIAL DE AÇÃO COMPOSTO DO NERVO AUDITIVO EVOCADO ELETRICAMENTE

Inicialmente descrito em animais, o Potencial de Ação Composto Evocado Eletricamente (*eletrically evoked compound action potential* – ECAP*)* representa a somatória dos potenciais de ação gerados no nervo auditivo. A partir da década de 1990, as pesquisas em relação a esse potencial passaram a descrever os procedimentos e técnicas necessárias para o registro da resposta neural em

usuários de implante coclear (IC), utilizando para tal, eletrodos intracocleares do sistema de IC modelo (BROWN e ABBAS, 1990).

O ECAP representa a atividade neural da porção periférica do sistema auditivo, não sendo afetado por questões relacionadas ao desenvolvimento global, atenção ou outros fatores cognitivos. Caracteriza-se como um potencial neural de curta duração, capaz de refletir o disparo sincronizado de um grande número de fibras do nervo auditivo estimuladas eletricamente. (ABBAS et al. 1999; LUNTZ e SHPAK 2004)

Entre as aplicações clínicas do ECAP, é possível destacar: confirmação da resposta do nervo auditivo frente à estimulação elétrica; estimativa da integridade do nervo auditivo; monitoramento das respostas neurais ao longo do tempo, além da capacidade de auxiliar na determinação dos parâmetros utilizados na programação do processador de fala (BROWN et al., 2000 THAI VAN et al., 2001; KIEFER et al., 1999; HUGHES et al., 2000; BROWN, 2003; MASON, 2004; SMOORENBURG et al., 2002)

Em 1992, um sistema de telemetria bi-direcional foi incorporado no sistema de IC Nucleus, possibilitando o registro do ECAP. O termo telemetria de respostas neurais (*neural response telemetry* – NRT) foi introduzido pelo fabricante a partir das pesquisas realizadas na Universidade de Iowa com modelos animais e usuários de implante coclear Inneraid (BROWN e ABBAS, 1990; SHALLOP et al., 1999; DILLIER et al., 2002).

Para o registro da telemetria de respostas neurais, um computador e uma interface de programação são utilizados para a estimulação de eletrodos específicos. Pulsos de rádio freqüência são transmitidos por meio da interface de programação para o processador de fala, os quais serão enviados para a antena externa e, em seguida, para o receptor-estimulador interno. O código de rádio freqüência será

decodificado e enviado para o par de eletrodos selecionado, gerando o disparo dos neurônios do nervo coclear e, conseqüentemente, o potencial de ação composto evocado eletricamente. A voltagem registrada no par de eletrodos será amplificada e codificada pelo receptor-estimulador interno e enviada respectivamente para a antena externa e processador de fala e transmitida para a interface de programação, onde a informação será analisada e registrada como onda do potencial (ABBAS et al., 1999; SHALLOP et al., 1999; DILLIER et al., 2002).

A figura 1 demonstra a maneira pela qual o registro do ECAP é obtido durante o registro da telemetria de respostas neurais.

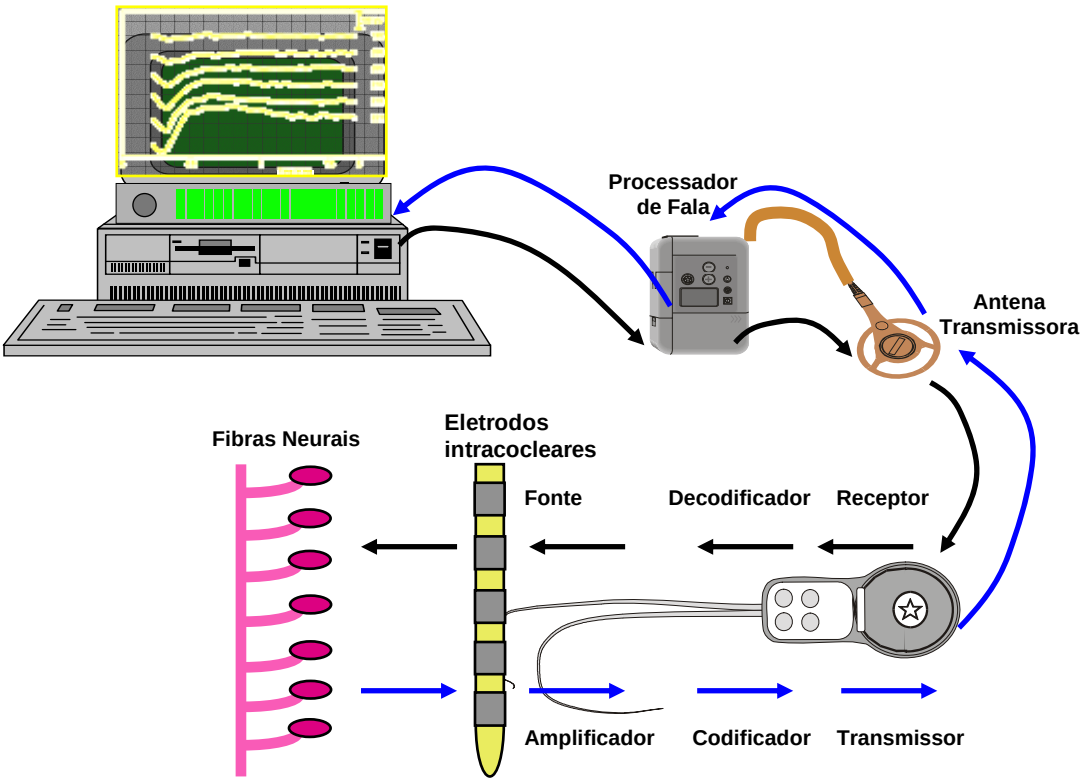

Figura 1 - Equipamentos utilizados na obtenção do registro da telemetria de respostas neurais (LAI, 1999).

Os pesquisadores da área passaram a investigar, então, parâmetros encontrados na telemetria de respostas neurais e os protocolos necessários para a obtenção de um melhor registro (GANTZ et al., 1994; BROWN et al., 1998; ABBAS et al., 1999; SHALLOP et al., 1999; DILLIER et al., 2002).

Em função da proximidade do eletrodo de registro em relação aos elementos neurais estimulados, o ECAP apresenta largas amplitudes de registro, sendo, desta maneira, uma importante ferramenta clínica para a avaliação eletrofisiológica de usuários de IC. (BROWN, 2003a).

Por outro lado, pelo fato de o registro do potencial estar muito próximo do local de estimulação, o ECAP apresenta um grande artefato de estímulo. Vários estudos demonstraram que o potencial neural registrado é muito pequeno quando comparado ao artefato do estímulo, o que levou à criação de inúmeras técnicas com o objetivo de minimizar os efeitos da contaminação elétrica sobre a resposta neural. O paradigma de subtração do artefato elétrico, descrito por BROWN e ABBAS (1990), vem sendo amplamente utilizado na prática clínica, tendo como princípio a utilização das propriedades refratárias do nervo coclear.

Os tópicos a seguir descrevem a técnica de subtração do artefato elétrico, proposta por BROWN et al. (2000).

- No registro A, uma corrente de pulso bifásica simples é utilizada, denominada estímulo prova, com o objetivo de registrar a resposta neural e o artefato do estímulo prova.

- No segundo registro (B), dois pulsos de estímulos são apresentados: o estímulo mascarador e o estímulo prova, separados por um curto intervalo de tempo, denominado intervalo inter-pulso (MPI), tipicamente determinado em 500us ou em um menor valor. Se o intervalo inter-pulso é

suficientemente pequeno, os neurônios auditivos disparados diante da apresentação do estímulo mascarador estarão no período refratário no momento da apresentação do estímulo prova, não respondendo, portanto, a esta segunda apresentação de estímulo (prova). O registro obtido nesta condição conterá o artefato do estímulo e a resposta neural produzida diante da apresentação do estímulo mascarador, além do artefato do estímulo prova, sem, no entanto, apresentar a resposta neural ao estímulo prova.

- Em um terceiro intervalo (C), apenas o estímulo mascarador é apresentado, produzindo, dessa maneira, o artefato do estímulo e a atividade neural diante deste estímulo.

- A quarta e ultima condição (D) representa o artefato do amplificador, produzido pelo sistema quando o mesmo encontra-se ligado. Nesse registro, os estímulos mascarador e prova são apresentados em níveis mínimos de amplitude. Em função disso, não haverá artefatos advindos da apresentação do estímulo mascarador e prova em baixas amplitudes.

A resposta neural será, portanto, extraída dessa seqüência de registros a partir da subtração: A – (B – (C-D)), conforme figura 2.

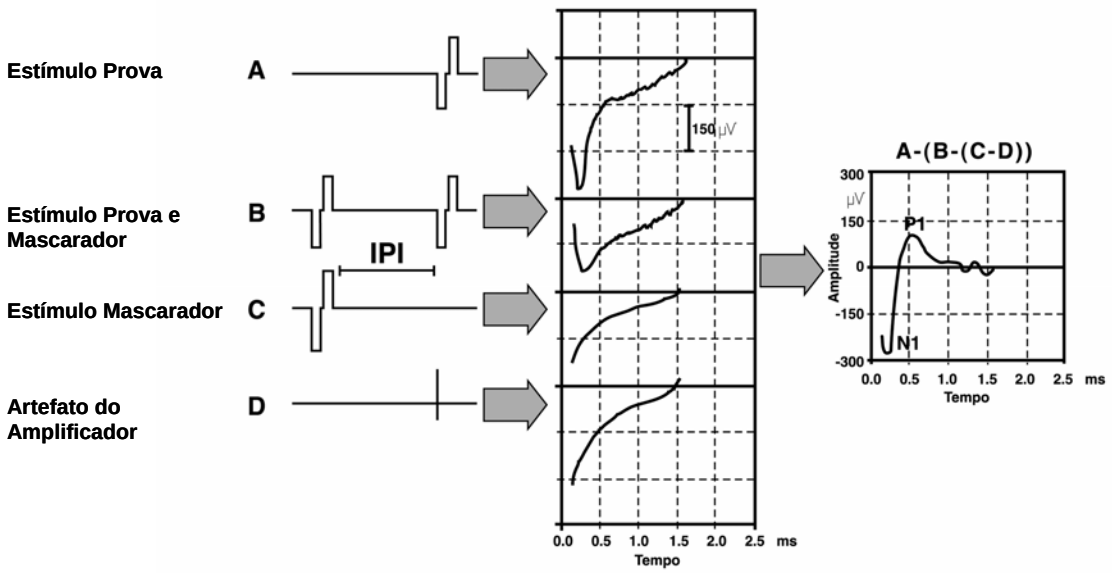

Figura 2 - Demonstração do paradigma da subtração do artefato elétrico (LAI, 1999).

Em humanos, essa resposta consiste em uma deflexão negativa, usualmente denominada N1, com período de latência de 0,2 a 0,5 ms. Em níveis de estimulação elevados, o pico negativo inicial é comumente seguido por um pico positivo menos robusto, denominado P1 ou P2, com tempo de latência variando de 0,6 a 0,8 ms. A amplitude da resposta é determinada entre os picos negativo e positivo ou entre o pico negativo e a linha de base e está diretamente relacionada com o número de fibras do nervo auditivo responsivas à estimulação elétrica (LAI, 1999; LAI e DILLIER, 2000).

O grande desafio dos pesquisadores da área é compreender a maneira pela qual a manipulação dos diferentes parâmetros de estimulação e registro é capaz de afetar a resposta neural quando utilizado o método de subtração para a eliminação do artefato do estímulo.

É consenso que o sucesso na obtenção da resposta neural durante o registro da resposta neural está diretamente relacionado à determinação de diferentes parâmetros, entre eles: a freqüência de estimulação, o ganho do amplificador, o nível de apresentação do estímulo prova e do estímulo mascarador, a largura do intervalo entre o estímulo mascarador e o estímulo prova (MPI), além do tempo de atraso de medição (*delay*) (ABBAS et al., 1999; BROWN, 2003b; DEES et al., 2005).

A seguir, são descritos os principais parâmetros de estimulação e registro necessários para a obtenção da resposta neural, pertinentes ao estudo, segundo BROWN (2003b).

Modo de estimulação

O modo monopolar caracteriza-se como o modo de estimulação padrão para o registro da resposta neural. No dispositivo interno do IC modelo *Nucleus,* tanto o eletrodo bola (MP1), localizado no músculo temporal, como o eletrodo terra (MP2), localizado no receptor estimulador do dispositivo, podem ser utilizados como eletrodos de referência. É possível utilizar, ainda, o modo de estimulação bipolar, sendo indicado, no entanto, largura de pulsos superiores a 50us para a obtenção da resposta neural.

Posição dos eletrodos de estimulação e registro

A proximidade entre o eletrodo de registro e o eletrodo de estimulação é capaz de afetar a amplitude da resposta neural e a quantidade de artefatos do estímulo. É recomendado que os eletrodos de registro estejam localizados a dois ou três eletrodos de distância do eletrodo de estimulação. Os eletrodos de registro

podem ser sistematicamente modificados com o objetivo de maximizar a amplitude da resposta neural.

Nível de apresentação do estímulo prova e mascarador

A efetividade do paradigma de subtração está diretamente relacionada com o nível de apresentação dos estímulos. O nível de apresentação do estímulo prova e do estímulo mascarador pode modificar de maneira significativa a amplitude da resposta neural e o limiar de resposta. O estímulo mascarador deverá ser suficientemente intenso para assegurar que a maioria das fibras neurais esteja no período refratário no momento da apresentação do estímulo prova. Neste sentido, o nível de apresentação do mascarador deverá ser igual ou superior ao nível de apresentação do estímulo prova.

No software de registro da resposta neural (NRT 3.1 *Cochlear Corporation*) o nível de corrente do estímulo é expresso em unidades de corrente, representado pela expressão logarítmica na qual 34 unidades de corrente (uc) correspondem a um fator 2 de corrente elétrica ou 6dB.

Intervalo entre estímulo mascarador e estímulo prova (MPI)

De acordo com o paradigma da subtração, as fibras do nervo auditivo deverão estar no período refratário no momento da apresentação do estímulo prova. Desta maneira, faz-se necessário determinar o intervalo de tempo entre o estímulo mascarador e o estímulo prova. Se o intervalo de tempo for muito longo, possivelmente as fibras neurais não estarão no estado refratário durante a apresentação do estímulo prova. Da mesma maneira, se o intervalo de tempo for

muito curto, o amplificador possivelmente entrará em saturação no momento da apresentação do estímulo prova e a resposta será, portanto, contaminada.

Estudos em animais demonstraram que a maioria das fibras do nervo auditivo encontrava-se ainda no período refratário após um MPI de 300us (MILLER et al., 2000).

Em humanos, é recomendada a utilização de um MPI de 500us. No paradigma da subtração, à medida que o MPI é aumentado, ocorre a diminuição da amplitude da resposta neural (BROWN, 2003b).

Tempo de atraso de medição (*delay*)

O intervalo de tempo compreendido entre a apresentação do estímulo prova e o início da amostra é denominado tempo de atraso de medição (*delay*), e tem como objetivo evitar a saturação do amplificador pelo artefato do estímulo.

O tempo de atraso de medição deve estar ajustado no menor valor possível, com o objetivo de capturar a resposta neural sem que ocorra a saturação do amplificador, sendo ao mesmo tempo preservadas as características temporais do registro, as quais ocorrem em um tempo de latência muito reduzido (LAI, 1999; BROWN, 2003b).

Segundo DILLIER et al. (2002), valores de tempo de atraso de medição entre 35 e 100 μs são suficientes para a visualização da resposta neural. No entanto, esse parâmetro deve ser ajustado para cada sujeito e, em alguns casos, para cada eletrodo especificamente, estando susceptível ao valor determinado para o ganho do amplificador.

Ganho do Amplificador

Para evitar a saturação do amplificador, o ajuste do ganho do amplificador interno deve ser realizado com o objetivo de otimizar o registro da resposta neural. O amplificador deve posicionar-se dentro da saída de operação do sistema, de aproximadamente 3.1V.

Duas possibilidades de ganho do amplificador podem ser determinadas no *software* NRT do dispositivo *Nucleus*: 40dB e 60dB, correspondendo à amplificação de 100 e 1000 vezes, respectivamente.

O ganho do amplificador utilizado como padrão diz respeito a 60dB. A utilização de ganho de 40dB pode ser capaz de diminuir o artefato do estímulo e minimizar as possibilidades de distorção da resposta neural em função da saturação do amplificador de registro. Por outro lado, o ganho de 40 dB apresenta uma pior relação sinal/ruído, e, conseqüentemente, um número maior de estímulos se faz necessário para a obtenção de um registro fidedigno.

Número de apresentação de estímulos (*sweep*)

Como em qualquer outro potencial evocado, o número de estímulos necessários para a obtenção de uma resposta clara está diretamente relacionado com a amplitude da resposta e a quantidade de ruído presente no registro. Os estudos sugerem que, com a utilização do ganho de 60 dB, uma resposta clara pode ser obtida apresentando-se de 50 a 100 estímulos. Para o ganho do amplificador fixado em 40dB, o número de apresentação de estímulos deve variar entre 200 e 300 para estimulação próxima ao nível do limiar e em sujeitos que apresentam amplitude de resposta reduzida (LAI, 1999; BROWN, 2003b).

LAI e DILLIER (2000) enfatizaram a avaliação das características da resposta neural, no sentido de supor informações a respeito das fibras do nervo auditivo. Desta maneira, a amplitude da resposta pode estar relacionada à densidade dos neurônios, bem como as propriedades temporais do registro podem representar a possibilidade das fibras nervosas de transmitirem informações codificadas no que diz respeito à velocidade de estimulação. Segundo os autores, a análise do formato da onda é capaz de sugerir, ainda, informações em relação ao local em que a resposta neural foi gerada.

Os autores propuseram uma classificação da resposta neural de acordo com a morfologia do registro, levando-se em consideração a presença dos picos negativo e positivo (N1 e P1 ou P2) do ECAP.

A resposta do tipo **Ia** apresenta picos N1 e P1 ou P2 bem definidos e visíveis. A amplitude desse tipo de resposta neural é facilmente determinada, e o pico N1 é tipicamente maior do que o pico P1 ou P2.

Na resposta neural do tipo **Ib**, apenas o pico P1 ou P2 pode ser observado. A ausência do pico N1 pode ser capaz de dificultar a mensuração da amplitude da resposta neural.

A resposta do tipo **Ic** caracteriza-se pela presença do pico N1 e ausência do pico P1 ou P2.

Na resposta do tipo **II**, dois picos positivos são observados. Os estudos sugerem que esse tipo de resposta não é comum de ser registrado.

A classificação das respostas neurais, segundo LAI e DILLIER (2000), é exposta na figura 3.

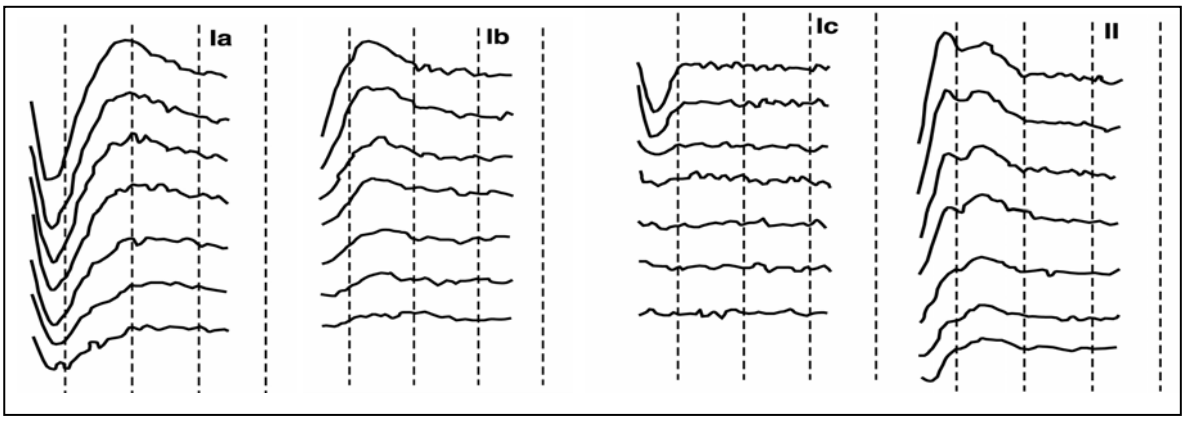

Figura 3 - Tipos de resposta neural segundo LAI e DILLIER, (2000).

Pode também ser observado um padrão de resposta neural em que, devido à presença de ruído, não é possível a determinação dos picos N1 e P1 ou P2 (figura 4).

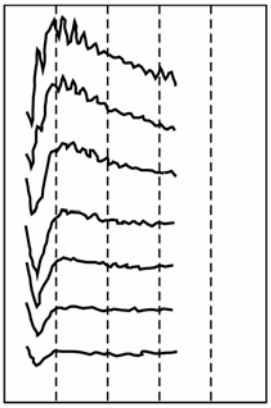

Figura 4 - Resposta neural com muito ruído (LAI e DILLIER 2000).

No que se refere à freqüência de estimulação utilizada para o registro do ECAP, os estudos sugerem que uma notável diminuição do número de registros válidos e da qualidade da resposta neural tem sido observada em freqüências de estimulação elevadas. CHARASSE et al. (2004) avaliaram as modificações encontradas no registro do ECAP em seis adultos usuários de IC, utilizando

diferentes freqüências de estimulação, sendo elas: 20, 80, 150, 250 e 365Hz. Os resultados do estudo demonstraram que a qualidade do registro da resposta neural está diretamente relacionada com a freqüência de estimulação utilizada. A amplitude da resposta neural também se mostrou diminuída para os registros obtidos nas freqüências de estimulação acima de 150Hz. Os autores concluíram que a sincronia dos neurônios do nervo auditivo envolvida no registro da resposta neural diminui à medida que a freqüência de estimulação é aumentada.

DEES et al. (2005) relataram que sujeitos com maior tempo de surdez apresentaram uma menor tolerância aos níveis de apresentação do estímulo elétrico e necessitaram velocidade de estimulação abaixo de 80Hz para o registro da resposta neural.

Análise do Potencial de Ação Composto do Nervo Auditivo (ECAP)

Para a análise da resposta neural, três diferentes funções podem ser interpretadas: o limiar do ECAP, a função de crescimento de amplitude e a função de recuperação do nervo auditivo (BROWN, 2003b).

A análise dos valores do limiar do ECAP, da amplitude da resposta neural e da morfologia dos registros é capaz de inferir informações a respeito da sobrevivência neural e da maneira como se comportam as fibras do nervo auditivo diante da estimulação elétrica provida pelo IC (MILLER et al. 1993; BROWN 2003b).

Para a obtenção do limiar do ECAP e da curva de crescimento de amplitude da resposta, faz-se necessária a mensuração da amplitude desse potencial, a qual pode ser definida pela medida encontrada entre o pico N1 e P1 ou P2. Para os casos de resposta neural em que não é possível a visualização do pico P1 ou P2

(respostas do tipo Ic), a amplitude da resposta deve ser mensurada entre N1 e a linha de base (BROWN, 2003b).

Segundo BROWN et al. (2000), a amplitude da resposta neural usualmente apresenta uma variação entre 50 μV e 1.5 mV.

Limiar do Potencial de Ação do Nervo Auditivo Evocado Eletricamente

Segundo BROWN (2003), esta função caracteriza-se como a medida que apresenta maior aplicação na prática clínica. Para sua determinação, diferentes registros, com diversos níveis de apresentação do estímulo elétrico devem ser apresentados com o objetivo de determinar o menor nível de apresentação capaz de disparar a resposta das fibras do nervo auditivo. Dois diferentes métodos podem ser utilizados, então, a partir da versão atual do *software* de registro da resposta neural: o limiar de detecção visual e o limiar extrapolado (p-NRT).

Para o método de determinação visual, o limiar é definido visualmente, a partir do menor nível de apresentação do estímulo elétrico em que o pico negativo inicial pode ser registrado e replicável.

O método de extrapolação linear requer um registro mais completo da função de crescimento de amplitude. A partir da determinação da amplitude de respostas nos diferentes níveis de apresentação do estímulo prova, a técnica de regressão linear é aplicada sobre o gráfico de resposta em função do nível de apresentação do estímulo.

O valor originário dessa equação refere-se ao limiar extrapolado (p-NRT), representado pelo nível de estimulação que resulta em uma amplitude de resposta em 0 μV. Os estudos sugerem que, em geral, o limiar extrapolado encontra-se em valor inferior ao limiar determinado pelo método visual .

Função de Crescimento da Amplitude

As modificações na amplitude da resposta neural em função do nível de apresentação do estímulo elétrico são observadas por meio do ângulo de inclinação da curva de crescimento de amplitude, denominado *slope* e mensurado em μV/uc.

Os estudos sugerem que os valores de inclinação da curva de crescimento de amplitude podem estar relacionados ao número de neurônios excitáveis (CHARASSE et al., 2004).

Segundo BROWN (2003a), quanto maior o valor do *slope,* maior parece ser o número de células ganglionares responsivas à estimulação elétrica.

A figura 5 apresenta a pesquisa da curva de crescimento da amplitude da resposta neural, contendo a obtenção do limiar visual e do limiar extrapolado, a determinação da amplitude da resposta e valor do *slope*.

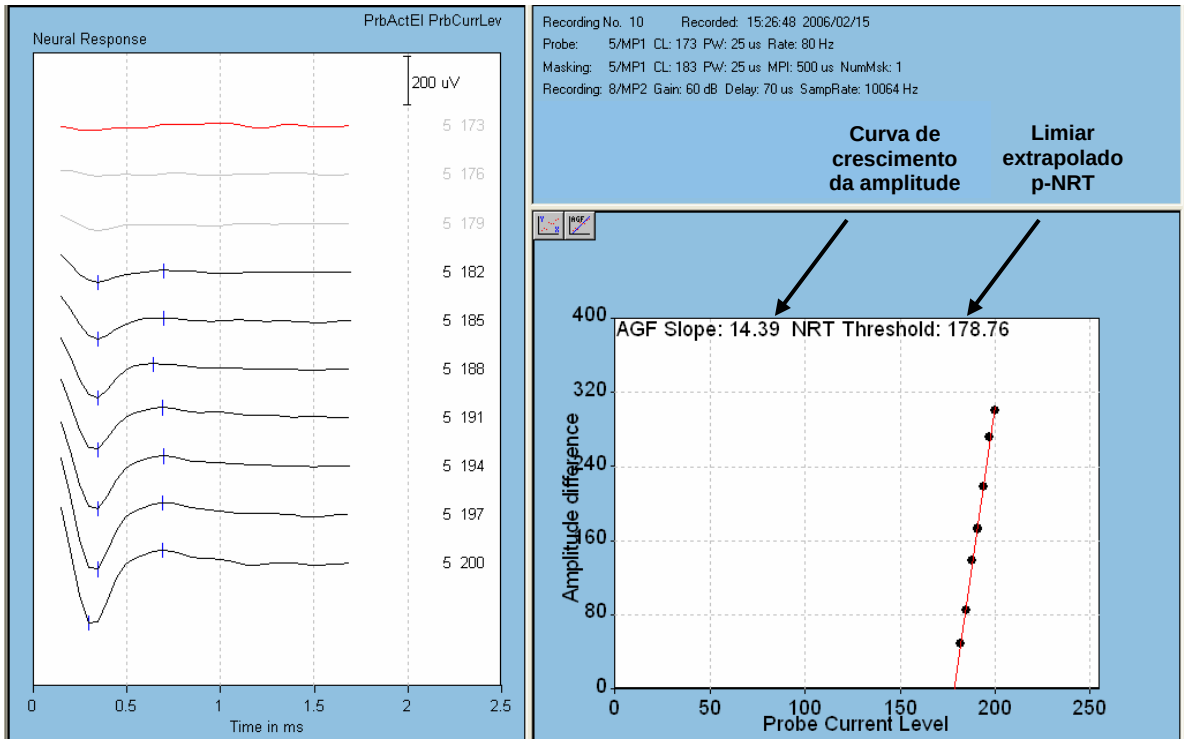

Figura 5 - Registro da curva de crescimento da amplitude da resposta neural com analise do limiar visual, limiar extrapolado, amplitude da resposta *slope*, disponível no *software* NRT 3.1 da *Cochlear Corporation*.

GORDON et al. (2002) realizaram o registro da resposta neural em 37 crianças que receberam o dispositivo de IC modelo *Nucleus* 24 entre os 12 e 24 meses de idade. O registro do ECAP foi realizado em três eletrodos, alocados nas porções apical, medial e basal da cóclea. O resultados da pesquisa demonstraram amplitudes da resposta neural significativamente maiores nos eletrodo localizados na região apical da cóclea. Segundo os autores, os resultados obtidos no registro da resposta neural podem ser utilizados para estimar os níveis mínimos utilizados na programação do processador de fala. Por fim, salientaram que, em alguns casos, o nível de apresentação do estímulo capaz de desencadear o ECAP pode estar acima dos níveis de conforto do paciente.

DILLIER et al. (2002) realizaram a validação da mensuração da resposta neural em 38 adultos usuários do IC modelos Nucleus 24, determinando, para isso, os parâmetros necessários para a obtenção de uma resposta neural mensurável. O registro da resposta neural foi obtido em 81,6% dos casos e em 82,5% do total de eletrodos testados. Em 31 sujeitos, a resposta neural foi registrada nas freqüências de estimulação de 35 e 80Hz. Não foram observadas diferenças significantes entre os resultados da resposta neural nas duas freqüências de estimulação testadas.

Por meio de um estudo longitudinal composto por 33 crianças usuárias do IC modelo *Nucleus* 24, FERRARI et al. (2004) avaliou a relação existente entre os limiares da resposta neural e as curvas de crescimento de amplitude com os níveis psicofísicos, com a duração e a etiologia da surdez e com o desempenho da percepção de fala. Os resultados do estudo demonstraram a possibilidade de registro do ECAP em 80% dos indivíduos e eletrodos testados. No que diz respeito à relação da resposta neural com as medidas psicofísicas, 80% dos casos apresentaram limiar da resposta neural entre a área dinâmica de estimulação

elétrica determinada na programação do IC. Não foi detectada diferença entre os limiares da resposta neural e as curvas de crescimento de amplitude entre os eletrodos testados. Segundo o autor, uma tendência de melhores limiares da resposta neural na região apical da cóclea foi observada. Em relação ao desempenho da percepção de fala nos sujeitos de pesquisa, não houve correlação dos limiares da resposta neural e das curvas de crescimento da amplitude com as habilidades de reconhecimento da fala.

DEES et al. (2005) realizaram um estudo normativo dos achados de ECAP em 147 adultos usuários de IC modelo *Nucleus 24*, com idade superior a quinze anos. O estudo teve como objetivo caracterizar o registro do ECAP no que diz respeito à presença, morfologia e curva de crescimento de amplitude. O registro da resposta neural foi obtida em pelo menos um eletrodo em 96% dos sujeitos. Em 72% dos sujeitos foi possível registrar o ECAP nos eletrodos 20, 10 e 5. Os autores avaliaram os efeitos da etiologia e do tempo de surdez para o registro do ECAP. Os resultados da pesquisa demonstraram grande variabilidade das características da resposta neural entre os sujeitos e entre os eletrodos avaliados. Segundo os autores, os fatores etiológicos relacionados à DA apresentaram efeitos mínimos em relação às características do ECAP. Entretanto, o fator idade interferiu de maneira significativa nas características de amplitude e curva de crescimento de amplitude (*slope*) da resposta neural.

Em relação à morfologia do ECAP encontrada no estudo, as respostas do tipo I foram encontradas em 93% dos registros. Respostas do tipo II foram encontradas em apenas 7% dos registros, especialmente nos eletrodos localizados na região apical da cóclea.

No que se referiu à amplitude das respostas neurais, segundo os autores, apesar das diferenças encontradas entre os sujeitos, os valores de amplitude do ECAP variaram de 12 a 633μV. A inclinação da curva de crescimento de amplitude apresentou variação de 1,2 μV/uc a 63,3μV/uc. O limiar do ECAP nos sujeitos de pesquisa variou de 104 a 228uc. Foram encontrados menores limiares para os eletrodos 20 e 15 sucessivamente. Por fim os autores concluíram que não foi encontrada relação estatisticamente significante entre o limiar do ECAP e as variáveis idade, tempo de surdez e etiologia da deficiência auditiva.

TANAMATI (2007) avaliou as características do ECAP encontradas em crianças ao longo dos primeiros meses de uso do IC, sendo que todas elas receberam o dispositivo em idade inferior aos três anos. Os resultados do estudo demonstraram aumento na amplitude de N1 para os eletrodos basais após o segundo e terceiro retorno de avaliação. Os eletrodos localizados na região apical da cóclea apresentaram maiores amplitudes e melhores limiares quando comparados aos eletrodos basais. No que se refere à morfologia das respostas encontradas, as resposta do tipo Ia foram mais freqüentes para os eletrodos 10, 15 e 20 e do tipo Ic para o eletrodo 5. O autor concluiu, então, que, ao longo do primeiro ano de uso do IC, não foram observadas modificações significativas em relação às características do ECAP na população avaliada, com exceção do aumento da amplitude do pico N1.

Função de Recuperação do Nervo Auditivo

Os estudos sobre a função de recuperação do nervo auditivo a relacionam à excitabilidade do nervo auditivo. As variações na função de recuperação do nervo auditivo encontradas em sujeitos usuários de IC são capazes de sugerir diferenças

nas propriedades de processamento temporal na população neural estimulada (ABBAS e BROWN, 1991; CHATTERJEE, 1999; MILLER et al., 2000; COLLET et al., 2004; SHEPHERD et al., 2004).

A função de recuperação do estado refratário do nervo auditivo pode ser obtida por meio da manipulação do valor do intervalo inter-pulso (MPI), conforme figura 6.

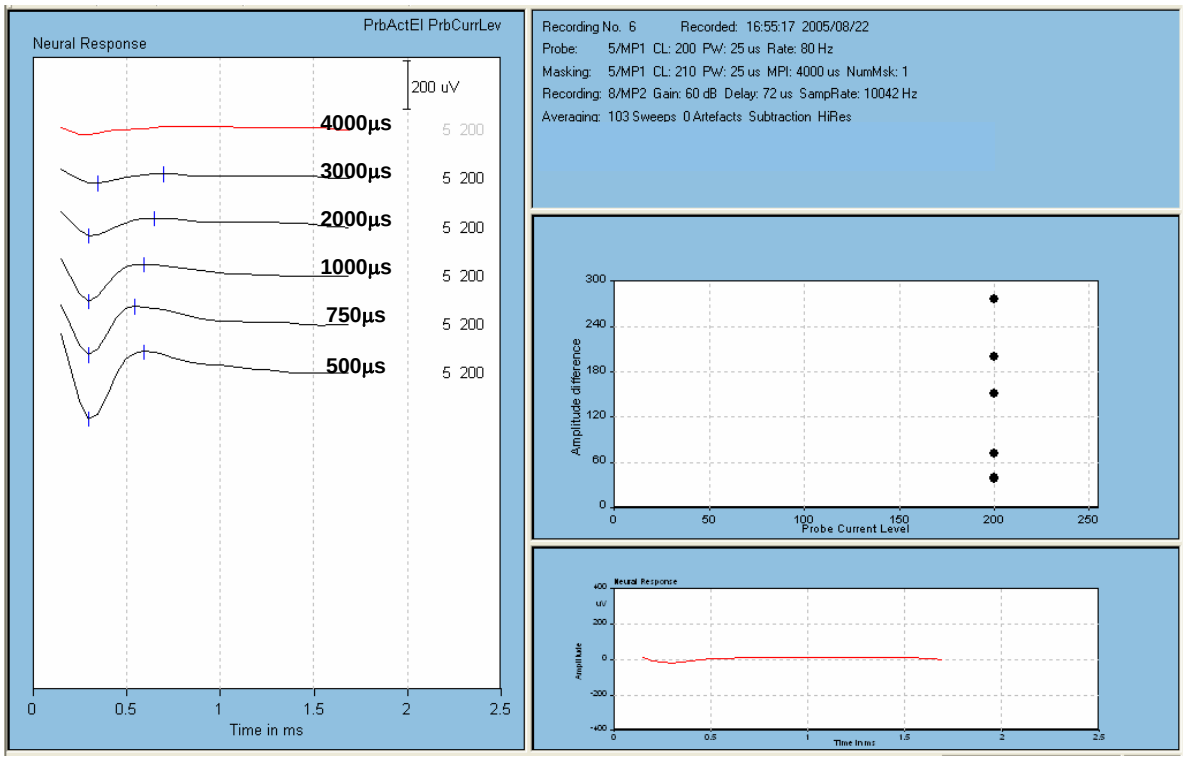

Figura 6 - Função de recuperação do nervo auditivo disponível no *software* NRT 3.1 da *Cochlear Corporation*.

À medida que o MPI é aumentado, progressivamente, um número maior de fibras estará recuperado e apto para responder ao estímulo prova apresentado. Presumidamente, quanto mais rápida for a recuperação das fibras, melhor será a codificação da informação temporal (BROWN, 2003b).

Os estudos sugerem que essa função pode variar entre sujeitos (BROWN e ABBAS, 1990; BROWN et al., 1998) e entre os diferentes locais de estimulação na cóclea (BROWN et al., 1996).

GANTZ et al. (1994) avaliaram a função de crescimento de amplitude da resposta neural e a recuperação do nervo auditivo em 46 usuários de IC, que foram divididos em quatro grupos, de acordo com o tempo de surdez. Fizeram parte da pesquisa 14 crianças com surdez congênita, cinco com deficiência auditiva pré-lingual decorrente de meningite e 27 adultos portadores de deficiência auditiva pós-lingual. Os resultados do estudo demonstraram variações similares em relação às funções de crescimento da amplitude da resposta neural e recuperação do nervo auditivo entre os sujeitos. Períodos de recuperação mais longos foram observados nos eletrodos localizados na região basal da cóclea.

No que diz respeito às aplicações clínicas da mensuração da função de recuperação do nervo auditivo, essa medida pode ser capaz de aperfeiçoar ajustes no processador de fala, contribuindo para um melhor desempenho auditivo de usuários de IC (COLLET et al., 2004; SHEPHERD et al., 2004).

A tendência atual da literatura científica tem sido relacionar o registro objetivo da recuperação do nervo auditivo com os possíveis ajustes necessários para a programação do processador de fala (COLLET et al., 2004; SHEPHERD et al., 2004; LUNTZ e SHPAK, 2004)

Com o objetivo de avaliar a função refratária dos neurônios auditivos primários, SHEPHERD et al. (2004) realizaram um estudo em 23 ratos, divididos de acordo com o tempo de surdez, sendo que um grupo controle foi constituído por animais que apresentavam audição normal. Não houve diferenças significativas entre o grupo experimental e o grupo controle no que diz respeito ao aumento da

probabilidade de disparo, à diminuição na latência da resposta e à diminuição na dispersão temporal. Entretanto, um prolongamento do período refratário absoluto foi observado em animais com tempo de surdez superior a 12 meses. Segundo os autores, os resultados da pesquisa demonstraram a possibilidade de haver uma relação significativa entre o período refratário dos neurônios auditivos e o desempenho auditivo de usuários de IC. Desta maneira, o desempenho auditivo limitado com a utilização do IC pode estar associado a efeitos refratários prolongados responsáveis pela redução na condução nervosa.

TANAMATI (2007) avaliou, ao longo do primeiro ano de uso do IC, as modificações ocorridas no tempo de recuperação do nervo auditivo de 13 crianças que receberam o IC até os três anos de idade. Segundo o autor, o tempo de recuperação do nervo auditivo na avaliação inicial foi identificado, para a maioria dos sujeitos, em 1000 μs no eletrodo 5 e em 2000 μs para os eletrodos 20, 15 e 10. No terceiro retorno, foi observado um aumento do tempo de recuperação para 2000 μs no eletrodo 5, ao mesmo tempo em que a recuperação do nervo auditivo diminuiu para 1000 μs no eletrodo 20.

4. PROPOSIÇÃO

Diante das dificuldades encontradas na determinação do local exato da alteração relacionada à Neuropatia Auditiva/Dessincronia Auditiva (NA/DA), a conduta a ser adota na habilitação e reabilitação de sujeitos portadores de NA/DA ainda hoje é discutida pelos profissionais da área.

Os questionamentos e controvérsias oriundos da indicação do Implante Coclear (IC) neste grupo clínico de casos estão sendo superados com os resultados clínicos descritos pela literatura científica internacional no que diz respeito aos benefícios obtidos para o desenvolvimento das habilidades de audição e linguagem após a implantação de sujeitos portadores de NA/DA.

Um dos possíveis mecanismos relacionados à NA/DA diz respeito à alteração na sincronia das descargas das fibras nervosas do nervo auditivo. Neste sentido, a estimulação elétrica advinda da utilização do IC pode contribuir para a sincronia neural e com isso, beneficiar o desenvolvimento das habilidades auditivas e de linguagem.

Diante do exposto, esta pesquisa teve como objetos de análise:

1) Avaliar a relação existente entre o desempenho da percepção auditiva com o uso do IC no grupo de sujeitos portadores de NA/DA e no grupo controle;
2) Verificar a relação existente entre a idade em que foi realizada a cirurgia para inserção do IC e o tempo de uso do dispositivo para o desempenho das habilidades auditivas no grupo de sujeitos portadores de NA/DA e no grupo controle;

3) Comparar as características do Potencial de Ação Composto do Nervo Auditivo Evocado Eletricamente (ECAP) encontradas no grupo de sujeitos portadores de NA/DA e no grupo controle, para a freqüência de estimulação de 80Hz;
4) Avaliar as características de limiar e amplitude do ECAP encontradas no grupo de sujeitos portadores de NA/DA para as freqüências de estimulação de 35 e 80Hz;

5. MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa teve como objeto de análise a avaliação do desempenho auditivo e das características do Potencial de Ação Composto do Nervo Auditivo Evocado Eletricamente (ECAP) em um grupo de 18 crianças portadoras de Neuropatia Auditiva/Dessincronia Auditiva (NA/DA) e usuárias do dispositivo de Implante Coclear (IC), denominado grupo experimental. Os resultados foram comparados com aqueles obtidos junto a 17 crianças portadoras de deficiência auditiva neurossensorial (DANS) e usuárias de IC, intitulado grupo controle.

As crianças do grupo experimental pertenciam ao Centro de Pesquisas Audiológicas do Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais da Universidade de São Paulo – campus Bauru – CPA-HRAC/USP e ao Núcleo do Ouvido Biônico do Hospital Samaritano – São Paulo. E as do grupo controle, ao Núcleo do Ouvido Biônico do Hospital Samaritano – São Paulo.

A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética e Pesquisa em Seres Humanos do HRAC/USP, conforme anexo A.

Os responsáveis pelos participantes deste estudo foram informados sobre os procedimentos a serem realizados, de acordo com a Carta de Informação ao Sujeito de Pesquisa (anexo B), assinando o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (anexo C).

A coleta de dados do presente estudo foi realizada no período de agosto de 2005 a outubro de 2006.

4.1 Casuística

A indicação cirúrgica para o IC em crianças portadoras de deficiência auditiva pré-lingual é feita a partir de critérios internacionais, utilizados e adotados pelo CPA-HRAC/USP e pelo Núcleo do Ouvido Biônico do Hospital Samaritano. São eles:

- Idade igual ou superior a 12 meses;
- Permeabilidade coclear para a inserção cirúrgica dos eletrodos;
- Perda auditiva neurossensorial de grau severo a profundo e/ou profundo bilateral;
- Limiares auditivos com amplificação convencional superiores a 60 dB nas freqüências de 500, 1000 e 2000 Hz, após habilitação auditiva intensa e efetiva;
- Benefício limitado das habilidades auditivas com o uso do Aparelho de Amplificação Sonora Individual (AASI);
- Ausência de comprometimentos de natureza intelectual ou emocional;
- Motivação da família para o uso do IC e para o desenvolvimento de atitudes de comunicação favoráveis pela criança;
- Expectativas familiares adequadas quanto aos resultados do IC;
- Participação da criança em programa de habilitação e reabilitação auditiva na cidade de origem.

Outras particularidades clínicas, específicas de cada paciente, as quais não contemplam os critérios descritos anteriormente são analisadas e definidas como casos especiais.

Quanto aos critérios de contra-indicação do IC em crianças deficientes auditivas pré-linguais, os dois programas, CPA-HRAC/USP e Núcleo do Ouvido Biônico do Hospital Samaritano, também seguem as seguintes recomendações internacionais:

- Comprometimentos neurológicos graves associados à deficiência auditiva;
- Condições médicas ou psicológicas que contra-indiquem a cirurgia;
- Deficiência auditiva causada por agenesia de cóclea, de nervo auditivo ou lesões centrais;
- Infecção ativa do ouvido médio;
- Expectativas irreais quanto aos benefícios, resultados e limitações do IC por parte da família.

No que diz respeito ao presente estudo, foram então organizados dois grupos, descritos a seguir, respeitando os critérios multifatoriais mencionados acima. A utilização do dispositivo de IC por tempo igual ou superior a seis meses também foi critério de inclusão na pesquisa.

Seleção do grupo experimental

As características audiológicas e eletrofisiológicas correspondentes ao diagnóstico da NA/DA no grupo de sujeitos avaliados nos dois respectivos centros de IC relacionaram-se:

- À função normal de células ciliadas externas, identificada por meio da presença de Emissões Otoacústicas (EOA) e/ou do Microfonismo Coclear (MC);

- À alteração da função neural, com respostas para Potencial Evocado Auditivamente no Tronco Encefálico severamente alteradas ou ausentes;
- À alteração dos limiares audiométricos e
- Aos resultados limitados com o uso da amplificação convencional para o desenvolvimento das habilidades de audição e linguagem.

Até a data de finalização do presente estudo, nos dois centros em que a pesquisa foi realizada, havia 24 crianças com as características descritas acima e usuárias de IC. Porém, seis delas foram excluídas do estudo: duas que apresentaram outros comprometimentos associados à alteração auditiva, não se encaixando nos critérios multifatoriais determinados na seleção dos sujeitos de pesquisa; uma que apresentou falha no dispositivo interno durante a realização da pesquisa; duas que não compareceram para a avaliação e uma que apresentava tempo de uso do dispositivo inferior a seis meses.

Sendo assim, as 18 crianças selecionadas eram portadoras de NA/DA e usuárias do dispositivo de IC há mais de seis meses, além de não apresentarem múltiplas deficiências.

Seleção do grupo controle

O grupo controle foi constituído por 17 sujeitos de ambos os gêneros, portadores de deficiência auditiva neurossensorial bilateral de grau severo ou profundo, de variadas etiologias e usuários de IC, levando-se em consideração a idade de implantação e o tempo de uso do dispositivo. No caso deste último aspecto, foi observado o intervalo entre a data de ativação dos eletrodos e a data da realização do protocolo de testes da pesquisa.

A seleção dos sujeitos do grupo controle se baseou nos critérios de seleção e indicação do IC em crianças, utilizados nos dois respectivos centros em que a pesquisa foi realizada, já descritos anteriormente.

4.2 Caracterização dos sujeitos

A idade na cirurgia no grupo experimental variou de um ano e oito meses a seis anos e 11 meses, e o tempo de uso do dispositivo apresentou uma variação de 10 meses a três anos e cinco meses.

No grupo controle, a idade na cirurgia variou de um ano e quatro meses a oito anos. O tempo de uso do IC variou entre oito meses e três anos e quatro meses.

A tabela 1 apresenta a caracterização dos sujeitos pertencentes ao grupo experimental e ao grupo controle, respectivamente, no que diz respeito à idade na cirurgia e ao tempo de uso do IC.

Tabela 1. Caracterização da idade na cirurgia (meses) e tempo de uso (meses) nos grupos experimental e controle

Variável	Grupo	N	Média	Mínimo	Máximo
Idade na cirurgia	Experimental	18	44,7	20	83
	Controle	17	45,7	14	96
Tempo de uso	Experimental	18	21,2	10	41
	Controle	17	19,9	8	40

A marca e o modelo do IC utilizado pelos sujeitos da pesquisa não foram considerados como critérios de inclusão e/ou exclusão do estudo. No entanto, todos os sujeitos faziam uso do dispositivo de IC modelo Nucleus 24 (*Cochlear Corporation*) e apresentaram inserção total dos eletrodos. A tabela 2 apresenta as características relacionadas ao modelo do dispositivo e aos parâmetros de programação nos grupos experimental e controle.

Tabela 2. Características do modelo do dispositivo, modo de estimulação, estratégia de codificação e modelo de processador de fala nos grupos experimental e controle

Grupo	**Modelo do Dispositivo**		**Modo de Estimulação**	**Estratégia de Codificação**	**Processador de Fala**	
	N24ST	N24Contour	MP1+2	ACE	Sprint	3G
	n	n	n	n	N	n
Experimental	17	1	18	18	18	---
Controle		17	17	17	12	5

O grau de perda auditiva na população de crianças avaliadas nos grupos experimental e controle está representado na tabela 3.

Tabela 3. Distribuição de freqüências e porcentagens do grau de perda auditiva nos grupos experimental e controle

Grupo	Profunda	Severa	Total
Experimental	9	9	18
	50%	50%	100%
Controle	17	0	17
	100%	0%	100%

A tabela 4 descreve a avaliação eletrofisiológica, no que se refere ao registro das Emissões Otoacústicas Evocadas por Estímulo Transiente (EOAET); PEATE e pesquisa do MC, encontrados nos grupos experimental e controle, respectivamente.

Tabela 4. Caracterização da avaliação eletrofisiológica nos grupos experimental e controle

Experimental				**Controle**			
Sujeito	**EOAET**	**PEATE**	**MC**	**Sujeito**	**EOAET**	**PEATE**	**MC**
1	Ausente	Ausente	Presente	1	Ausente	Ausente	Ausente
2	Presente	Ausente	Presente	2	Ausente	Ausente	Ausente
3	Ausente	Ausente	Presente	3	Ausente	Ausente	Ausente
4	Presente	Ausente	Presente	4	Ausente	Ausente	Ausente
5	Ausente	Ausente	Presente	5	Ausente	Ausente	Ausente
6	Ausente	Ausente	Presente	6	Ausente	Ausente	Ausente
7	Presente	Ausente	Presente	7	Ausente	Ausente	Ausente
8	Presente	Ausente	Presente	8	Ausente	Ausente	Ausente
9	Presente	Ausente	Presente	9	Ausente	Ausente	Ausente
10	Ausente	Ausente	Presente	10	Ausente	Ausente	Ausente
11	Presente	Ausente	Presente	11	Ausente	Ausente	Ausente
12	Presente	Ausente	Presente	12	Ausente	Ausente	Ausente
13	Presente	Ausente	Presente	13	Ausente	Ausente	Ausente
14	Ausente	Ausente	Presente	14	Ausente	Ausente	Ausente
15	Ausente	Ausente	Presente	15	Ausente	Ausente	Ausente
16	Ausente	Ausente	Presente	16	Ausente	Ausente	Ausente
17	Ausente	Ausente	Presente	17	Ausente	Ausente	Ausente
18	Ausente	Ausente	Presente	---	---	---	---

4.3 Procedimentos

A coleta de dados do estudo foi composta pelos procedimentos descritos a seguir.

Levantamento de dados

- Entrevista familiar para coleta de dados pré, peri e pós natais, indicadores de perdas auditivas na infância, história familiar, passado otológico e desenvolvimento de fala e linguagem;
- Levantamento de dados referentes à etiologia da deficiência auditiva, bateria de testes audiológicos e eletrofisiológicos (audiometria tonal, EOA, impedanciometria, PEATE, pesquisa do MC e audiometria tonal);

  A categoria multifatorial foi atribuída aos sujeitos de pesquisa que apresentaram mais de um indicador de perdas auditivas ao nascimento.
- Levantamento de dados referentes à cirurgia do IC.

Coleta de dados

Avaliação da Percepção Auditiva

- **Avaliação Comportamental**

Audiometria Lúdica para determinação dos limiares audiométricos em campo livre, com a utilização do dispositivo de IC, nas freqüências de 500 Hz, 1kHz, 2kHz, e 4kHz.

- **Avaliação da Percepção de Fala**

Para a avaliação da percepção de fala dos sujeitos desta pesquisa, foram aplicados os testes correspondentes à idade e ao desenvolvimento de suas habilidades auditivas, de acordo com os instrumentos adaptados para a língua portuguesa em cada faixa etária. Os procedimentos utilizados estão descritos a seguir:

a) Procedimento para a Avaliação de Crianças Deficientes Auditivas Profundas

Esse procedimento, proposto por BEVILACQUA e TECH (1996) foi adaptado para a língua portuguesa de acordo com o *Glendonald Auditory Screening Procedure (GASP)*, desenvolvido por ERBER (1982). Tem como objetivo avaliar a percepção de fala de crianças a partir de 5 anos de idade, compreendendo seis provas, as quais avaliam desde as habilidades auditivas de detecção à compreensão da fala, sendo elas: detecção dos sons do LING (1976) e do fonema /m/; discriminação vocálica (fonemas /a/,/i/ e /u/); discriminação da extensão das vogais: som curto X som longo (fonema /a/); reconhecimento de palavras monossílabas, dissílabas, trissílabas e polissílabas e compreensão de sentenças. Apenas a prova de compreensão de sentenças foi realizada em conjunto aberto; as demais foram realizadas em conjunto fechado, com o auxílio de figuras. As respostas foram anotadas em folhas de registro próprias apresentadas no anexo D.

b) Avaliação da Percepção dos Sons da Fala para Crianças Deficientes Auditivas – Lista de Palavras.

Este procedimento, proposto por DELGADO & BEVILACQUA (1999), é caracterizado pela apresentação de uma lista composta por 20 palavras dissílabas,

apresentadas à viva-voz, sem a utilização de repetições e pausas entre os fonemas. As respostas foram anotadas em folhas de registro próprias apresentadas no anexo E.

As provas para avaliação da percepção da fala foram aplicadas à viva voz, em intensidade ao redor de 70 dB, em sala silenciosa, sendo que a distância entre a criança e o avaliador não ultrapassou um metro, e este esteve posicionado ao lado do ouvido implantado da criança. Um anteparo foi colocado abaixo dos olhos do examinador durante realização de cada prova, com o objetivo de impedir o apoio da leitura orofacial durante os procedimentos.

Após a aplicação dos procedimentos de avaliação da percepção de fala, a natureza da tarefa das habilidades auditivas dos sujeitos da pesquisa foi classificada de acordo com as habilidades auditivas observadas, sendo elas: detecção de sons, reconhecimento de fala em conjunto fechado e reconhecimento de fala em conjunto aberto.

A categoria detecção de sons foi utilizada para as crianças com resultados de percepção de fala limitados, capazes apenas de realizar a Prova 1 do procedimento GASP.

A categoria conjunto fechado (*closed-set*) foi atribuída às crianças capazes de realizar a Prova 5 do procedimento GASP, na qual alternativas de resposta são apresentadas à criança (GEERS, 1994).

As crianças que possuíam habilidades auditivas suficientes para a realização da Prova 6 do procedimento GASP e, conseqüentemente, para a lista de palavras dissílabas foram classificadas na categoria conjunto aberto. Nela, a criança não possui alternativa de resposta, requerendo, normalmente, habilidades auditivas mais complexas (GEERS, 1994).

Avaliação da Resposta Neural

- **Telemetria Reversa – Teste de Impedância dos eletrodos**

A telemetria de impedância dos eletrodos caracterizou-se como o primeiro procedimento a ser realizado durante o protocolo de testes da pesquisa. O teste foi realizado em todos os modos de estimulação presentes no sistema de IC Nucleus 24 e disponíveis no software de programação Nucleus R 126 versão 2.1, sendo eles: *common ground* (CG), monopolar 1(MP1), monopolar 2(MP2), monopolar 1 e 2(MP1+2). Este procedimento teve como objetivo avaliar a integridade do dispositivo no que diz respeito ao funcionamento dos eletrodos intracocleares.

Foram considerados os valores de impedância dos eletrodos intracocleares avaliados no estudo, sendo eles: eletrodos 20, 15, 10 e 05.

A determinação desses eletrodos para o protocolo de pesquisa esteve fundamentada na possibilidade de obtenção de informações a respeito das fibras neurais em diferentes regiões da cóclea, sendo elas: a região apical, referente ao eletrodo 20; a região medial, mensurada nos eletrodos 15 e 10; e a região basal, a partir dos resultados da resposta neural no eletrodo 5.

Os eletrodos que apresentaram alteração em seus valores de impedância, caracterizando curto circuito (impedância maior que 20 kOhm) ou circuito aberto (impedância menor que 200 Ohm), foram excluídos da avaliação. O eletrodo apical adjacente com valores de impedância dentro dos padrões de normalidade foi considerado para o protocolo da pesquisa.

No grupo experimental, do total de 72 eletrodos avaliados, quatro eletrodos apresentaram alteração nos valores de impedância, sendo utilizado, portanto, o eletrodo apical adjacente. No grupo controle, não foi observada alteração nos valores de impedância nos 68 eletrodos avaliados.

- **Pesquisa do Potencial de Ação Composto do Nervo Auditivo Evocado Eletricamente (ECAP)**

Na pesquisa do ECAP foi utilizado o *software Neural Response Telemetry* (NRT), versão 3.1, da empresa *Cochlear Americas*. Para o registro, foi utilizado um computador acoplado à interface de programação do sistema e ao processador de fala modelo *Sprint*, com os respectivos cabos necessários.

A avaliação foi realizada nos eletrodos 20, 15, 10 e 5, presentes no feixe de eletrodos inseridos cirurgicamente.

Os parâmetros utilizados durante o registro da resposta neural foram determinados a partir das recomendações propostas nos estudos de ABBAS et al. (1999); SHALLOP et al. (1999); LAI (1999) e LAI e DILLER (2000). São eles:

- Utilização de pulsos bifásicos com duração de 25 microssegundos (μs) por fase;
- Definição do nível máximo de conforto para apresentação do estímulo elétrico em cada sujeito, nos diferentes eletrodos de registro;
- Parâmetros de ganho e atraso de medição necessários para o registro, definidos a partir da função de otimização dos parâmetros (*optmize delay and gain*) realizada pelo software, na freqüência de estimulação de 80Hz;

Nesta condição, o estímulo prova é apresentado no nível de maior conforto do paciente, e os respectivos parâmetros de ganho e tempo de atraso na medição são variados durante a série de registro, a fim de que sejam selecionados os parâmetros capazes de produzir uma resposta neural de melhor qualidade. A figura 7 apresenta uma série de otimização dos parâmetros realizada no eletrodo 5;

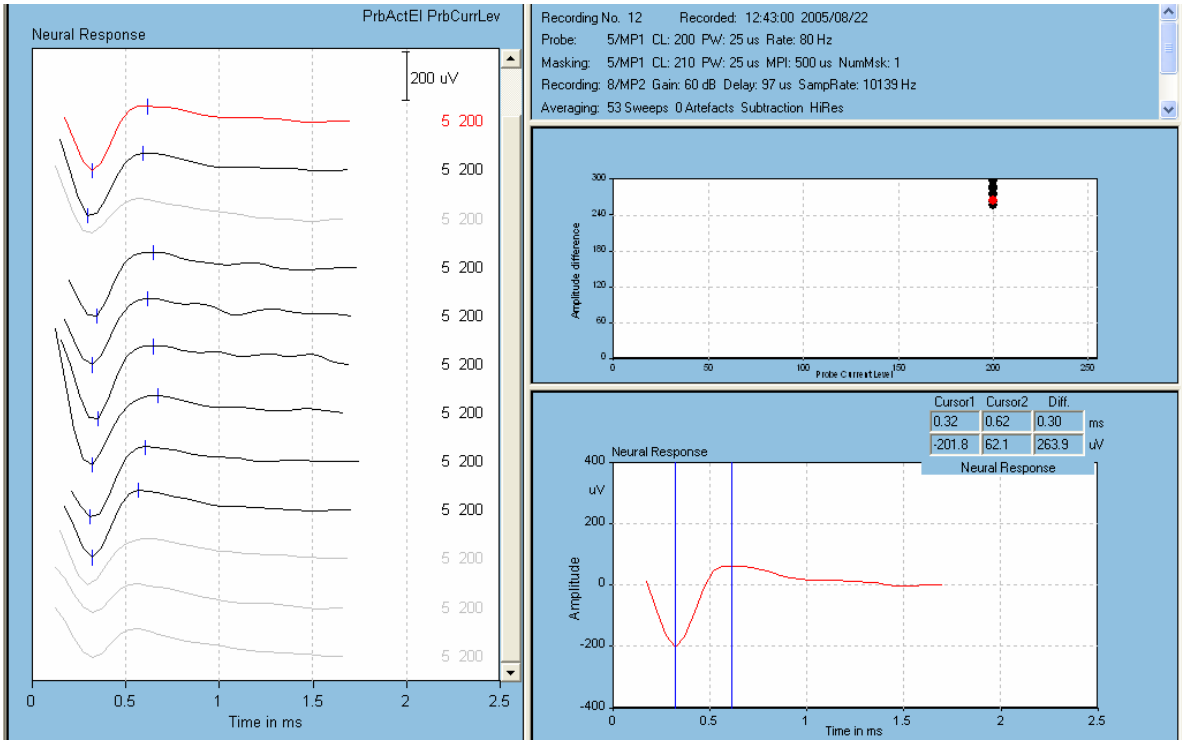

Figura 7 - Registro da série de otimização de parâmetros da resposta neural disponível no software NRT 3.1 da *Cochlear Corporation*.

- Posição do eletrodo de registro localizada a dois ou três eletrodos de distância do eletrodo de estimulação. A resposta de maior amplitude obtida na série de otimização dos parâmetros foi utilizada para a determinação da posição do eletrodo de registro em relação ao eletrodo de estimulação;
- Intervalo entre o estímulo mascarador e o estímulo prova (MPI) fixado em 500 μs para todos os registros realizados;
- Nível do estímulo mascarador fixado em 10 incrementos acima do nível de apresentação do estímulo prova;
- Apresentação de 100 estímulos (*sweeps)* para ganho do amplificador definido em 60dB e 200 estímulos quando utilizado ganho do amplificador em 40dB.

O ganho do amplificador de 60dB foi determinado como parâmetro padrão durante o registro da resposta neural. O ganho do amplificador de 40dB foi selecionado nos registros em que não foi possível a obtenção de uma resposta neural mensurável com a utilização do ganho de 60dB.

- Determinação dos limiares do ECAP na freqüência de estimulação de 80Hz, por meio da série de amplitude existente no software, composta por sete estágios decrescentes, com variação de três níveis de corrente em cada apresentação. A série de amplitude utilizada durante a pesquisa está apresentada na figura 8.

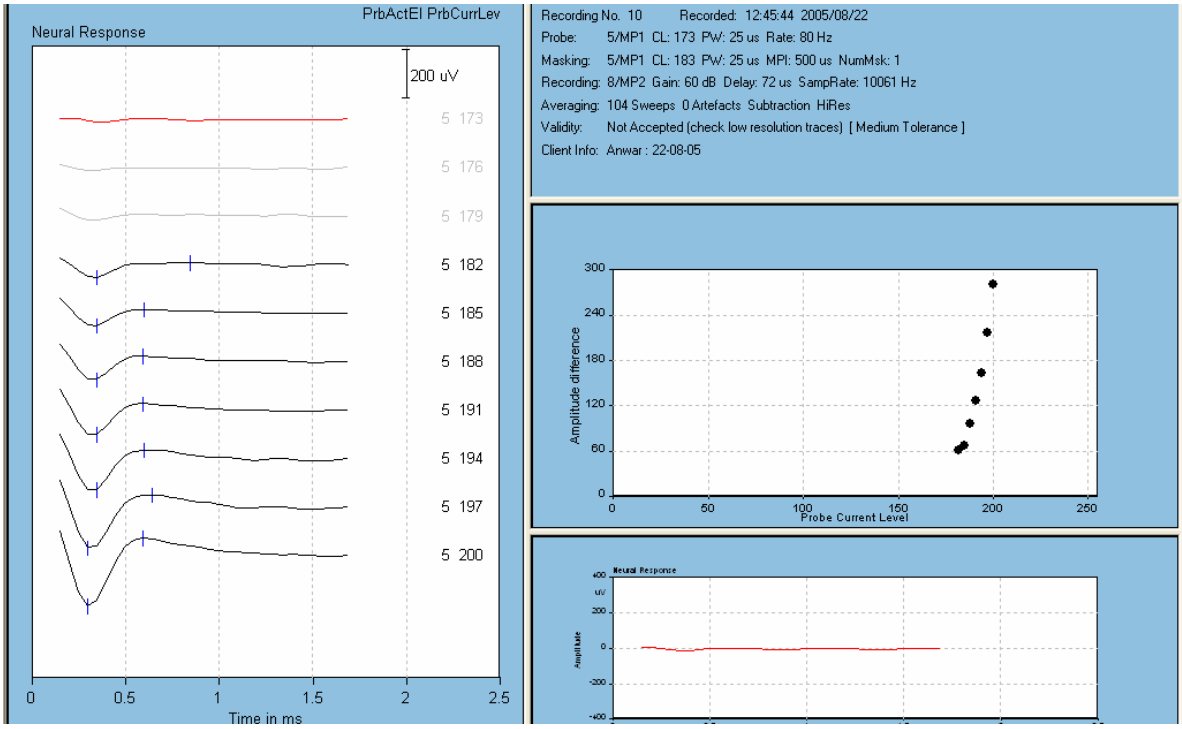

Figura 8 - Registro da série de amplitude da resposta neural disponível no software NRT 3.1 da *Cochlear Corporation.*

Para o grupo experimental, a determinação dos limiares do ECAP foi também realizada na freqüência de estimulação de 35Hz, com o objetivo de avaliar possíveis modificações nas características da resposta neural com a apresentação de estímulos em menor freqüência de estimulação. Os parâmetros utilizados para o registro da resposta neural na freqüência de estimulação de 80Hz foram mantidos durante os registros realizados na freqüência de estimulação de 35Hz.

Para a análise do registro do ECAP, as respostas foram classificadas de acordo com os parâmetros a seguir:

a) Presença de N1(pico mensurável);
b) Presença de P1/P2 (pico mensurável);
c) Morfologia da resposta;
d) Reprodutibilidade da resposta;
e) Presença consecutiva de registros válidos

Os registros presentes foram avaliados de maneira qualitativa e quantitativa, utilizando-se os seguintes critérios de análise:

a) Limiar extrapolado sugerido pelo software;
b) Amplitude da resposta neural;
c) Inclinação da curva de crescimento de amplitude indicada pelo software;
d) Classificação das formas de onda da resposta neural sugeridas por LAI e DILLER (2000), de acordo com a morfologia do registro, levando-se em consideração a presença dos picos negativo e positivo (N1 e P1/P2) do ECAP. As categorias de classificação da resposta neural estão apresentadas na figura 9.

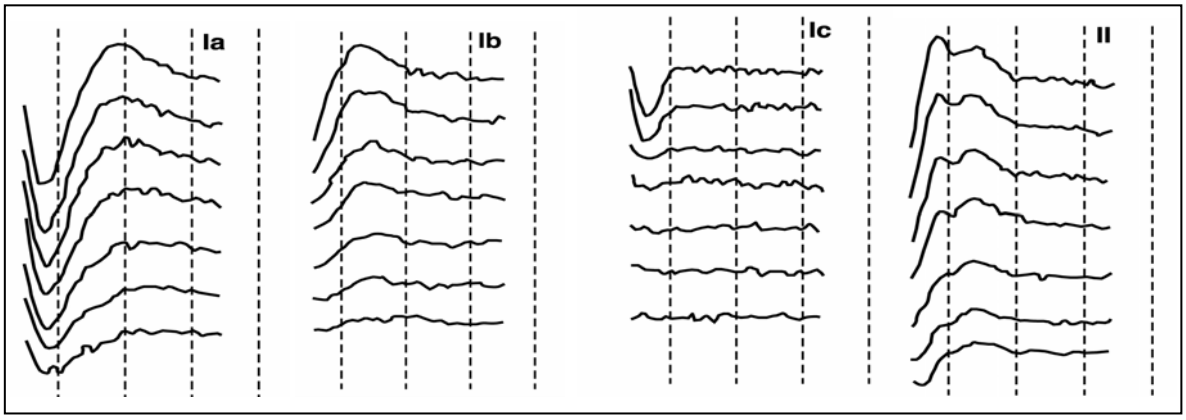

Figura 9 - Classificação da resposta neural segundo LAI e DILLER (2000)

Para os registros obtidos na freqüência de estimulação de 35Hz no grupo experimental, foram analisados os valores dos limiares visual e extrapolado e da amplitude da resposta neural.

As respostas classificadas como ausentes corresponderam aos registros em que não foi possível observar uma resposta válida utilizando-se os parâmetros existentes no software.

Um padrão de respostas denominado indeterminado foi atribuído às respostas cujos parâmetros não se mostravam consistentes com a classificação do registro presente ou ausente, descritas anteriormente. Os critérios utilizados para tal classificação estão expostos a seguir:

a) N1 não mensurável;

b) Ausência de reprodutibilidade dos registros;

c) Ausência de registros seqüenciais validos.

Para o grupo de respostas indeterminadas, a análise qualitativa e quantitativa não foi realizada, uma vez que a inconsistência apresentada pelo registro é capaz de significar uma resposta não válida e mensurável.

- **Pesquisa da Função de Recuperação do Nervo Auditivo**

A pesquisa da Função de Recuperação do Nervo Auditivo foi realizada utilizando-se o mesmo material necessário para o registro do ECAP.

A avaliação foi realizada nos eletrodos 20, 15, 10 e 5 presentes no feixe de eletrodos intracocleares. Foram utilizados os mesmos parâmetros de ganho e tempo de atraso de medição definidos durante o registro do ECAP na freqüência de estimulação de 80HZ.

Para a pesquisa deste procedimento os intervalos entre o estimulo mascarador e o estimulo prova foram definidos nos períodos de 500, 750, 1.000, 2.000, 3.000 e 4.000 μs.

O tempo de recuperação do nervo auditivo foi definido a partir do maior intervalo entre estímulos (MPI) que apresentou uma resposta válida e mensurável.

As informações relacionadas aos procedimentos utilizados no presente estudo, no que diz respeito ao levantamento de dados, avaliação da percepção auditiva e avaliação da resposta neural, foram registradas no protocolo de avaliação apresentado no anexo F.

4.4 Metodologia Estatística

Com o objetivo de constituir amostras pareadas entre os dois diferentes grupos, os sujeitos de pesquisa pertencentes ao grupo controle foram inicialmente determinados, levando-se em consideração as variáveis idade na cirurgia e tempo de uso do IC relacionadas aos sujeitos do grupo experimental.

No entanto, em função da heterogeneidade observada nos sujeitos do grupo experimental, não foram detectadas correlações estatisticamente significantes entre os resultados de percepção de fala e da resposta neural nos grupos experimental e controle. As amostras apresentaram-se independentes e, por essa razão, o pareamento dos grupos não foi considerado para a análise inferencial da pesquisa.

Com isso, o estudo estatístico da presente pesquisa foi realizado em três seguimentos, sendo eles:

- Resultados da percepção auditiva obtidos nos grupos experimental e controle, segundo as habilidades auditivas de percepção de fala e limiares auditivos;
- Comparação dos resultados da resposta neural observados nos grupos experimental e controle para a freqüência de estimulação de 80Hz e
- Comparação das características de limiar e de amplitude das respostas neurais obtidas no grupo experimental para as freqüências de estimulação de 35 e 80Hz .

Com o objetivo de resumir os resultados observados na amostra, para as variáveis quantitativas, foram construídas tabelas contendo os valores de média, desvio padrão (DP), mínimo, mediana e máximo, decorrentes do estudo estatístico.

A comparação das distribuições da percepção de fala nos grupos experimental e controle foi realizada por meio do Teste Qui-quadrado.

Para avaliar a existência de correlação entre idade na cirurgia e tempo de uso do IC com a percepção de fala em cada grupo, as médias dessas variáveis nas populações definidas pelo resultado da percepção de fala e grupo foram comparadas por meio da técnica de análise de variância com dois fatores. As

suposições de normalidade e igualdade de variâncias foram verificadas por meio da análise dos resíduos. Quando foram observados desvios grosseiros da distribuição Normal, os dados foram transformados de forma que sua distribuição se tornasse mais próxima da Normal.

Para a avaliação da relação existente entre as EOAET e os resultados de percepção de fala, foi adotado o teste exato de Fisher.

Para a determinação da correlação existente entre idade na cirurgia e tempo de uso do IC e os limiares auditivos e de detecção de fala foi adotado o coeficiente de correlação de Spearman.

A técnica de análise de variância com medidas repetidas foi adotada na comparação dos limiares auditivos médios nos dois grupos e nas quatro freqüências consideradas no estudo. A validade da suposição de normalidade das observações foi verificada por meio da construção de gráficos de probabilidade normal.

Para a comparação das médias do limiar de detecção de fala nos dois grupos foi adotado o teste t-Student.

Para a análise da presença e do tipo da resposta neural nos diferentes eletrodos avaliados nos grupos controle e experimental, foi utilizada a técnica de análise de variância não paramétrica de dados ordinais com medidas repetidas.

Para a análise das variáveis da resposta neural correspondente ao limiar visual, limiar extrapolado, amplitude da resposta e curva de crescimento de amplitude (*slope*) nos quatro eletrodos avaliados, foi adotada a técnica de análise de variância com medidas repetidas.

O método de comparação múltipla de Tukey foi utilizado na continuidade da análise, quando a hipótese de igualdade das médias nos quatro eletrodos foi rejeitada pela técnica de análise de variância.

A suposição de normalidade foi avaliada por meio da construção de gráficos de probabilidade normal de resíduos. Foram realizadas transformações das variáveis nas quais foi observado desvio grosseiro da normalidade; isto é: nos casos em que um ou dois pontos apresentaram comportamento fora do padrão, uma análise de sensibilidade foi aplicada, comparando os resultados a partir da inclusão e exclusão destes pontos.

O coeficiente de correlação intraclasse foi adotado como medida de concordância entre os limiares visuais e extrapolados da resposta neural.

Em todos os testes realizados, foi adotado o nível de significância de 5% ($p<0,05$).

6. RESULTADOS

Fatores etiológicos relacionados à deficiência auditiva

A deficiência auditiva de causa desconhecida ou idiopática foi o fator etiológico mais freqüente encontrado tanto no grupo experimental quanto no grupo controle, como pode ser observado na figura 10.

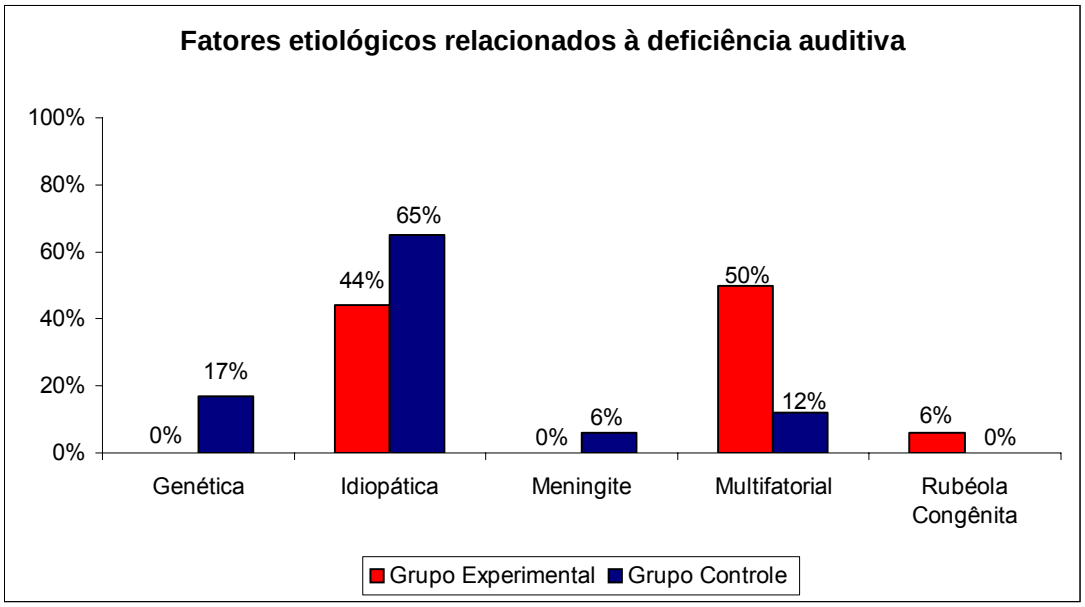

Figura 10 - Fatores etiológicos relacionados à deficiência auditiva encontrados nos grupos experimental e controle.

Percepção de fala nos grupos experimental e controle

Os resultados de percepção de fala, no que diz respeito às habilidades auditivas de detecção de fala, reconhecimento auditivo em conjunto fechado e reconhecimento auditivo em conjunto aberto, encontrados nos grupo experimental e controle estão apresentados na figura 11.

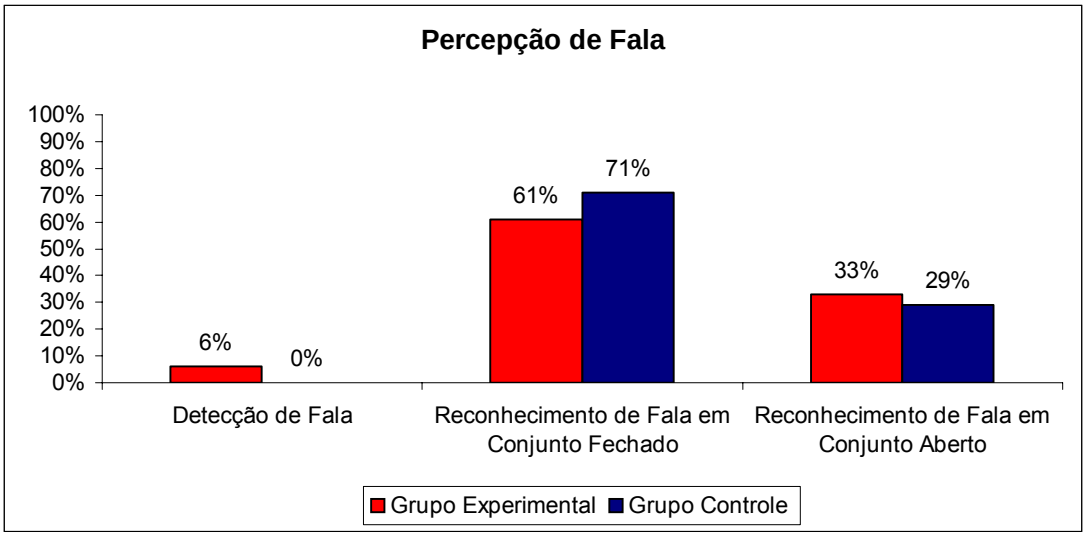

Figura 11 - Avaliação da percepção da fala nos grupos controle e experimental

Uma maior ocorrência de reconhecimento de fala em conjunto aberto foi observada no grupo experimental. No entanto, com a exclusão da habilidade auditiva de detecção de fala observada no grupo experimental e por meio da utilização do teste Qui-quadrado, não foi observada diferença estatisticamente significante entre as distribuições de probabilidade da percepção de fala nos grupos experimental e controle (p=0,714). A probabilidade de reconhecimento de fala em conjunto aberto foi igual tanto para o grupo experimental quanto para o grupo controle.

Os valores individuais e médios para a idade na cirurgia nos grupos experimental e controle, segundo as habilidades de reconhecimento de fala em conjunto aberto e conjunto fechado, estão demonstrados na figura 12. Cada ponto apresentado representa o valor observado em um sujeito da pesquisa.

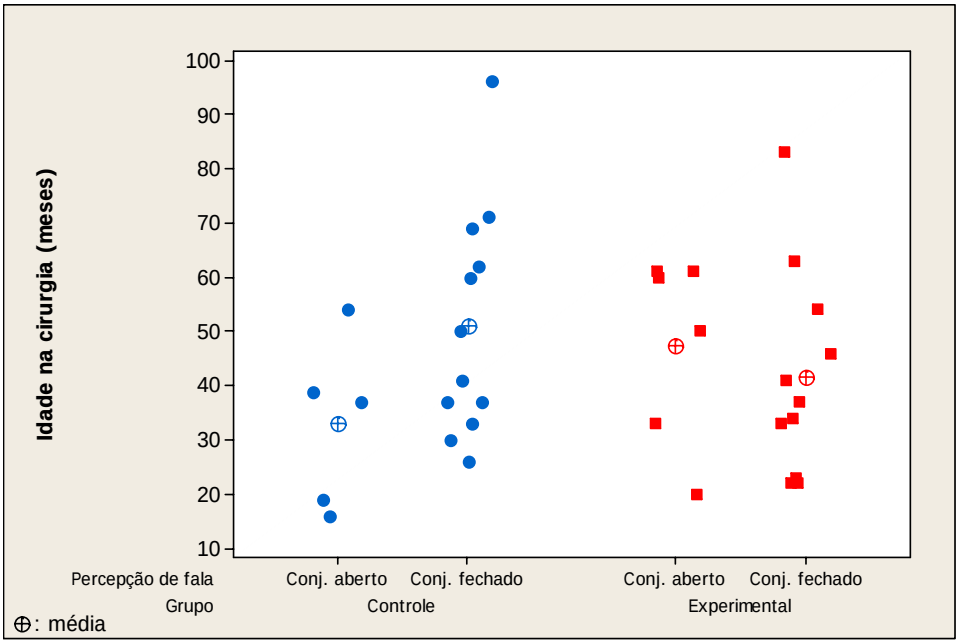

Figura 12 - Valores individuais e médios da idade na cirurgia (meses) nos grupos controle e experimental, segundo as habilidades auditivas de reconhecimento de fala em conjunto aberto e conjunto fechado.

No grupo experimental, a média amostral da idade na cirurgia dos sujeitos que apresentaram reconhecimento de fala em conjunto aberto foi maior do que a média dos sujeitos com reconhecimento de fala em conjunto fechado. De maneira inversa, a idade na cirurgia dos sujeitos do grupo controle que apresentaram reconhecimento de fala em conjunto aberto foi, em média, menor do que nos sujeitos com reconhecimento de fala em conjunto fechado.

A correlação entre idade na cirurgia e os resultados de percepção de fala foi avaliada nos grupos experimental e controle por meio da técnica de análise de variância com dois fatores.

Não foram verificadas diferenças estatisticamente significantes entre as médias da idade na cirurgia e as habilidades auditivas de reconhecimento de fala em conjunto aberto e fechado (p=0,338). Esta conclusão foi válida tanto para o grupo experimental quanto para o grupo controle (p=0,070).

A relação existente entre o tempo de uso do IC e os resultados de percepção de fala encontrados nos grupos experimental e controle está descrita na figura 13.

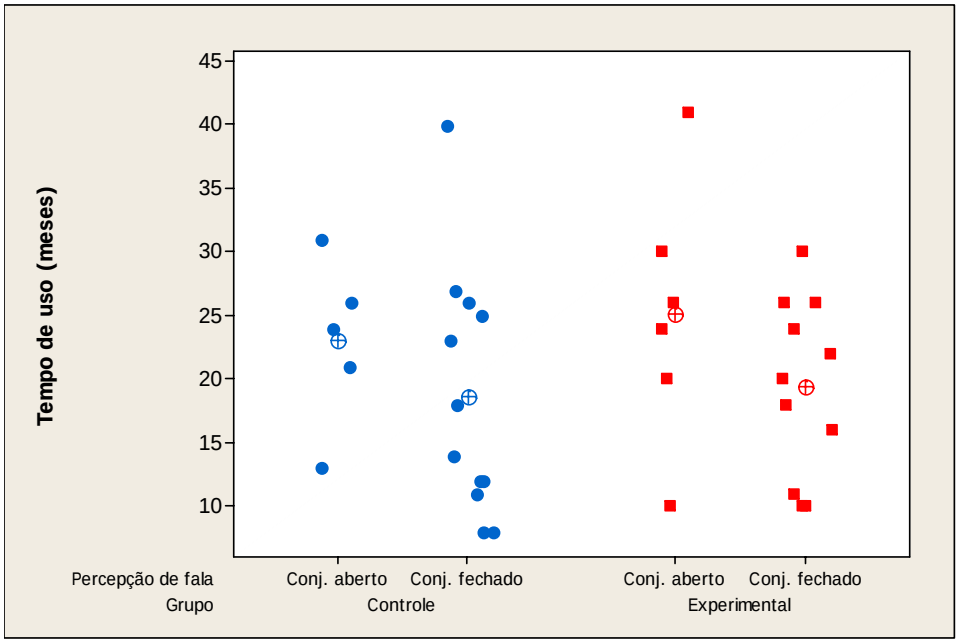

Figura 13 - Valores individuais e médios do tempo de uso do IC (meses) nos grupos controle e experimental, segundo as habilidades auditivas de reconhecimento de fala em conjunto aberto e conjunto fechado.

Tanto no grupo experimental quanto no grupo controle, os sujeitos da pesquisa capazes de reconhecer os sons da fala em conjunto aberto apresentaram, em média, maior tempo de uso do dispositivo do que os sujeitos com reconhecimento de fala em conjunto fechado.

Com o objetivo de avaliar a correlação existente entre idade na cirurgia e os resultados de percepção de fala nos grupos experimental e controle, foi utilizada a técnica de análise de variância com dois fatores.

Não foram detectadas diferenças estatisticamente significantes entre as médias do tempo de uso do IC e as habilidades de reconhecimento de fala em conjunto aberto e conjunto fechado (p=0,117). Esse resultado foi válido para o grupo controle e para o grupo experimental (p=0,893).

Nos anexos G e H estão expostos os resultados da análise descritiva da idade na cirurgia e do tempo de uso do IC em relação aos resultados das habilidades auditivas de detecção de fala, reconhecimento auditivo em conjunto fechado e reconhecimento auditivo em conjunto aberto nos grupos experimental e controle, respectivamente.

Registro das Emissões Otoacústicas Evocadas por Estímulo Transiente (EOAET) e resultados de percepção de fala no grupo experimental

O teste exato de Fisher foi adotado para a verificação da relação existente entre os resultados obtidos no registro das EOAET e as habilidades auditivas de reconhecimento de fala em conjunto aberto e conjunto fechado observadas no grupo experimental.

Os resultados do registro das EOAET e das habilidades auditivas de reconhecimento de fala em conjunto aberto e conjunto fechado no grupo experimental estão expostos na figura 14.

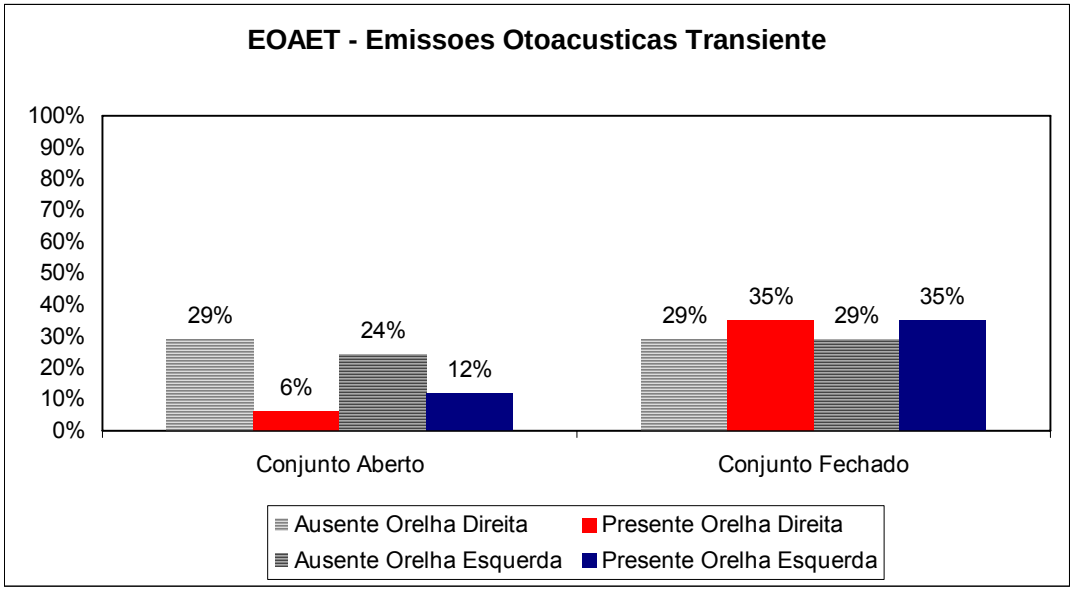

Figura 14 - Resultados do registro das EOAET nas orelhas direita e esquerda em relação às habilidades auditivas de reconhecimento de fala em conjunto aberto e conjunto fechado no grupo experimental.

Não foi observada relação estatisticamente significante entre o desempenho da percepção de fala para as habilidades de reconhecimento de fala em conjunto aberto e conjunto fechado e a presença das emissões otoacústicas no momento pré-cirurgico, tanto na orelha direita (p=0,304) quanto na orelha esquerda (p=0,620).

Limiares audiometricos e limiares de detecção de fala (SDT) nos grupos experimental e controle

No anexo I estão descritos os resultados da análise descritiva dos limiares auditivos em campo livre obtidos nos grupos experimental e controle.

As figuras 15 e 16 apresentam os resultados dos limiares auditivos obtidos em campo livre nas freqüências de 0,5; 1; 2 e 4 kHz de cada sujeito da pesquisa pertencente aos grupos experimental e controle. Cada linha tracejada representa os limiares audiométricos obtidos em cada sujeito, nas diferentes faixas de freqüência testadas. As médias dos limiares auditivos em campo livre observadas em cada freqüência nos grupos experimental e controle foram destacadas, respectivamente, nas cores vermelha e azul.

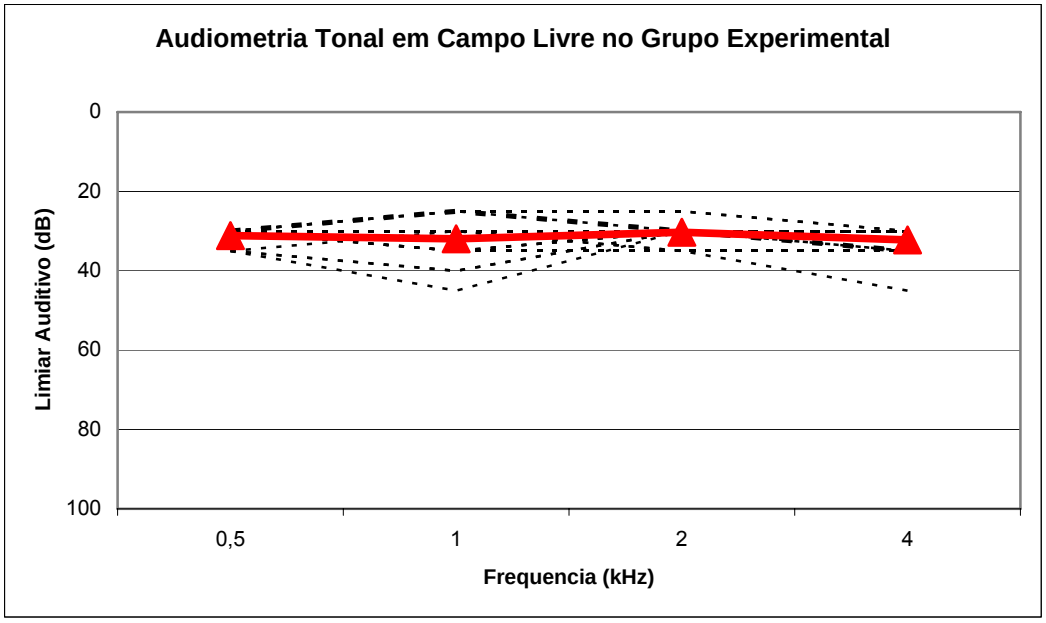

Figura 15 - Resultados dos limiares auditivos em campo livre (dB) nas freqüências de 0,5, 1, 2 e 4 kHz no grupo experimental.

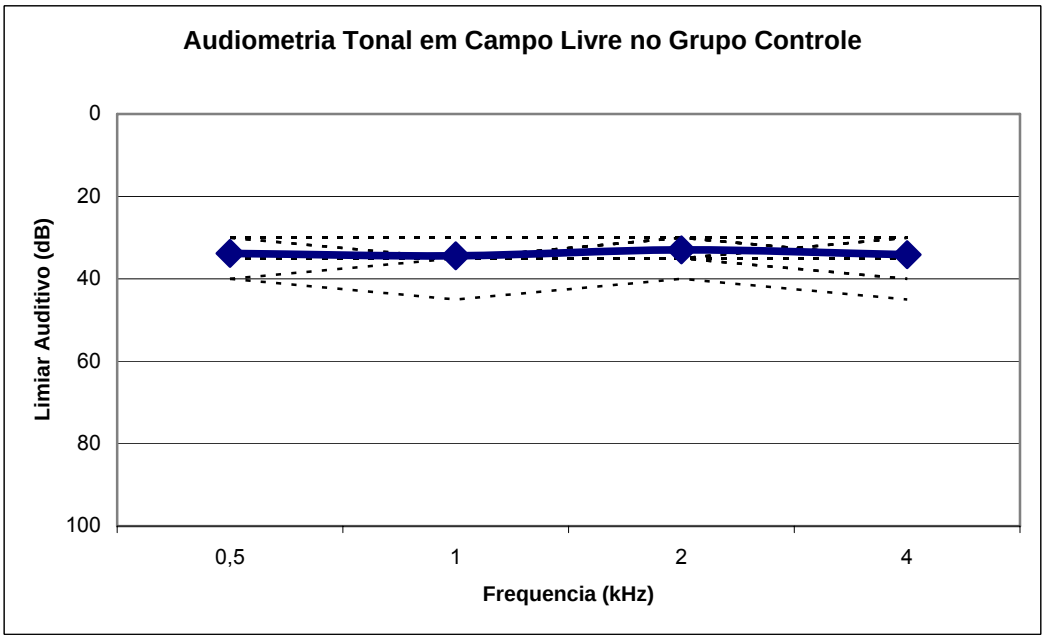

Figura 16 - Resultados dos limiares auditivos em campo livre (dB) nas freqüências de 0,5, 1, 2 e 4 kHz no grupo controle.

Em todas as faixas de freqüências analisadas, as médias dos limiares auditivos observadas no grupo experimental foram menores que a média dos limiares auditivos obtidos no grupo controle.

Os valores descritivos do limiar de detecção de fala (SDT) obtidos em campo livre nos grupos experimental e controle estão apresentados no Anexo J.

A figura 17 descreve os valores do SDT observados em cada sujeito da pesquisa pertencente aos grupos experimental e controle.

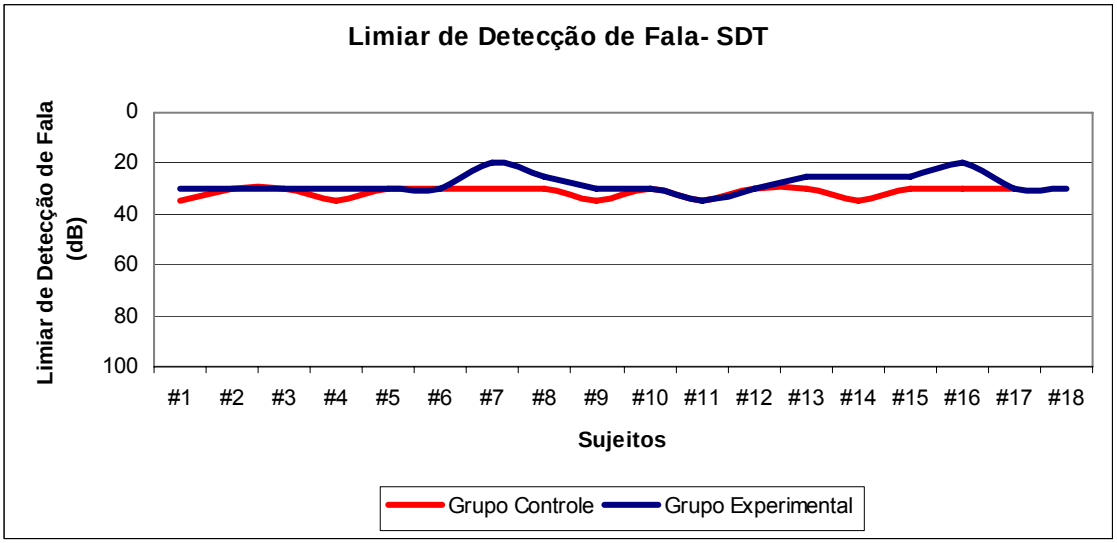

Figura 17 - Resultados do limiar de detecção fala (dB) nos grupos experimental e controle.

De maneira semelhante ao limiar auditivo, a média do limiar do SDT observada no grupo experimental foi menor do que a média obtida no grupo controle.

A relação existente entre a média do limiar auditivo nas freqüências da fala (0,5; 1 e 2 kHz) e os resultados de reconhecimento de fala em conjunto aberto e fechado, em cada sujeito pertencente aos grupos experimental e controle, está exposta na figura 18.

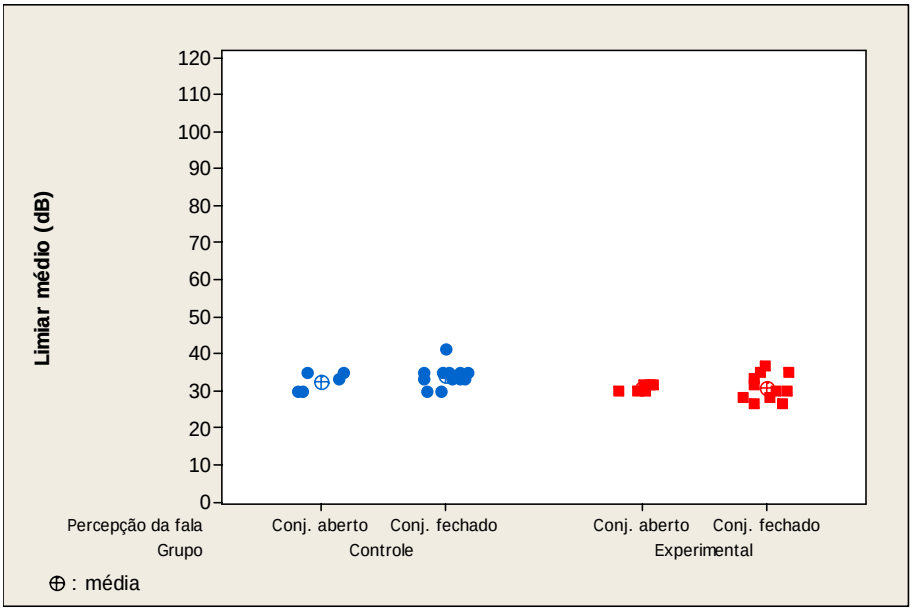

Figura 18 - Resultados individuais e médios dos limiares auditivos nas freqüências de 0,5; 1 e 2 kHz no que se refere às habilidades auditivas nos grupos experimental e controle.

A média do limiar auditivo nas freqüências da fala no grupo experimental foi menor do que a média dos limiares auditivos obtida no grupo controle (p=0,025).

Entretanto, utilizando a técnica de análise de variância com medidas repetidas, não foi observada diferença estatisticamente significante entre as médias dos limiares tonais nas freqüências da fala e as habilidades auditivas de reconhecimento de fala em conjunto aberto e conjunto fechado (p=0,485). Esta conclusão foi válida tanto para o grupo experimental como para o grupo controle, uma vez que não foi verificado efeito de interação grupo e habilidade auditiva de reconhecimento de fala em conjunto aberto e fechado (p=0,522).

Resposta neural nos grupos experimental e controle para a freqüência de estimulação de 80Hz

Para o resultados apresentados a seguir, as mensurações foram obtidas nos eletrodos 20,15, 10 e 5, com freqüência de estimulação definida em 80Hz, tanto no grupo experimental quanto no grupo controle.

A classificação da resposta neural no grupo experimental para a freqüência de estimulação de 80 Hz caracterizou-se pela ocorrência de registros presentes, indeterminados e ausentes.

No grupo controle, a classificação da resposta neural foi caracterizada pela ocorrência de registros presentes e indeterminados. Não foi observada ausência de resposta no grupo controle para todos os eletrodos avaliados.

Os resultados da presença da resposta neural nos grupos experimental e controle estão descritos na figura 19.

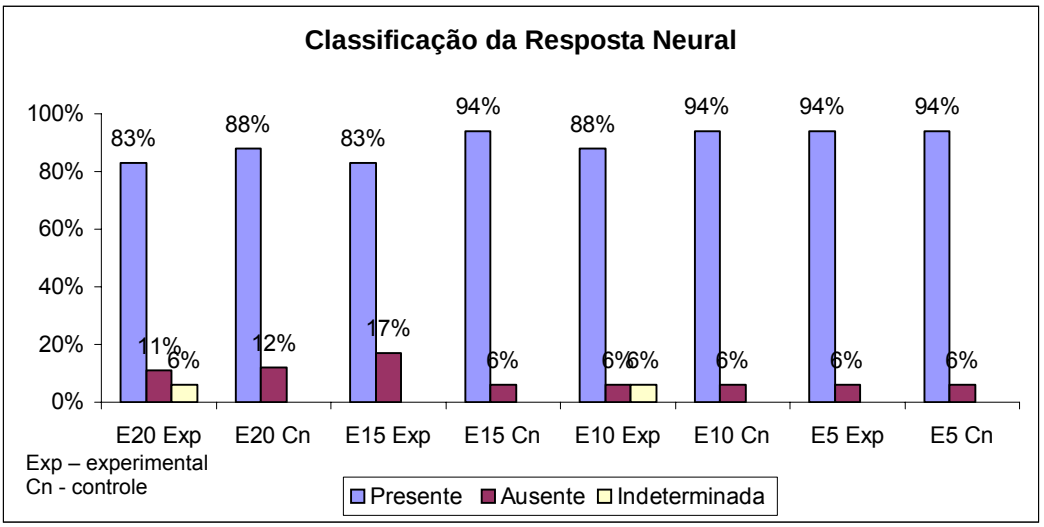

Figura 19 - Classificação da resposta neural em presente e indeterminada no grupo controle.

A técnica de análise de variância não paramétrica de dados ordinais com medidas repetidas foi utilizada para avaliar a presença da resposta neural nos grupos experimental e controle, nos diferentes eletrodos pesquisados.

Não foi detectada diferença estatisticamente significante entre a presença da resposta neural nos grupos controle e experimental (p=0,544) e entre os eletrodos analisados (p=0,274). Também não foi observada relação estatisticamente significante no que diz respeito à interação grupo e eletrodo (p=0,496).

Os registros determinados como presente foram classificados de acordo com as características de morfologia da resposta neural. A classificação do tipo da resposta neural nos grupos experimental e controle está apresentada na figura 20.

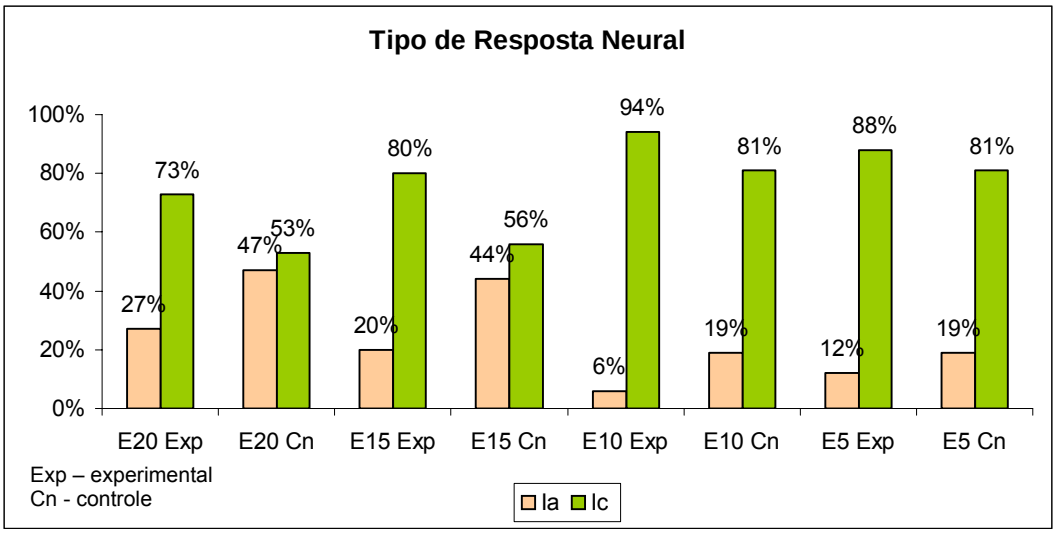

Figura 20 - Tipos de resposta neural presente nos grupos experimental e controle.

Tanto no grupo experimental quanto no grupo controle, as respostas do tipo Ic apresentaram maior ocorrência em todos os eletrodos avaliados na freqüência de estimulação de 80Hz.

Com a utilização da técnica de análise de variância não paramétrica de dados ordinais com medidas repetidas, não foi constatada diferença estatisticamente significaticante entre a ocorrência da resposta neural do tipo Ia nos grupos controle e experimental (p=0,177), para os quatro eletrodos analisados.

As porcentagens de ocorrência da resposta do tipo Ia não foram iguais para os quatro eletrodos analisados (p=0,021). Os resultados da análise demonstraram que a ocorrência da resposta neural do tipo Ia foi igual para os eletrodos 20 e 15 (p>0,999), e para os eletrodos 10 e 5 (p>0,999). A ocorrência da resposta neural do tipo Ia foi mais freqüente nos eletrodos 20 e 15, quando comparados aos eletrodos

10 e 5 (p=0,021). Estas análises foram válidas para os dois grupos, uma vez que não foi detectado efeito de interação entre grupo e eletrodo (p=0,621).

Os resultados da análise descritiva do limiar visual da resposta neural observados nos eletrodos 20, 15, 10 e 5 nos grupos experimental e controle estão apresentados, respectivamente, nos anexos K e L.

A figura 21 apresenta as médias do limiar visual da resposta neural obtidas nos eletrodos 20, 15, 10 e 5 nos grupos experimental e controle.

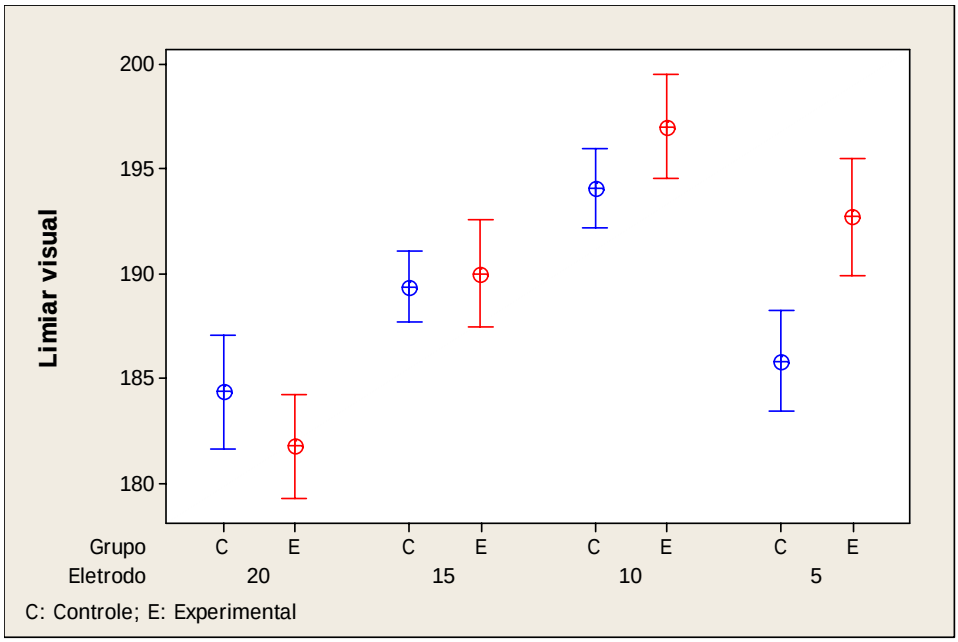

Figura 21 - Resultados das médias ± erros padrão do limiar visual da resposta neural (nível de corrente) nos eletrodos 20, 15, 10 e 5 nos grupos experimental e controle.

Por meio da técnica de análise de variância com medidas repetidas, não foram observadas diferenças estatisticamente signifcantes entre as médias do limiar visual da resposta neural nos eletrodos 20, 15, 10 e 5 no grupo experimental e no grupo controle (p=0,102).

No entanto, as médias do limiar visual da resposta neural não foram iguais para os quatro eletrodos avaliados (p=0,000). Com o objetivo de localizar as

diferenças entre as médias do limiar visual dos eletrodos no grupo experimental e controle, foi realizada uma comparação entre cada eletrodo.

Os resultados dessa comparação demonstraram, tanto no grupo experimental quanto no grupo controle, que o limiar visual médio da resposta neural no eletrodo 20 foi menor que a média do limiar visual da resposta neural nos eletrodos 15 e 10 (p=0,000) e igual à média do limiar visual do eletrodo 5 (p=0,111). O eletrodo 15 apresentou média de limiar visual menor do que a média encontrada no eletrodo 10 (p=0,001). No eletrodo 10, a média do limiar visual da resposta neural foi maior que a média do limiar visual observado no eletrodo 5 (p=0,000).

Os resultados da análise descritiva do limiar extrapolado (p-NRT) obtidos nos eletrodos 20, 15, 10 e 5 nos grupos experimental e controle estão descritos, respectivamente, nos anexos M e N.

A figura 22 apresenta o gráfico das médias do limiar extrapolado nos eletrodos 20, 15, 10 e 5 nos grupos experimental e controle.

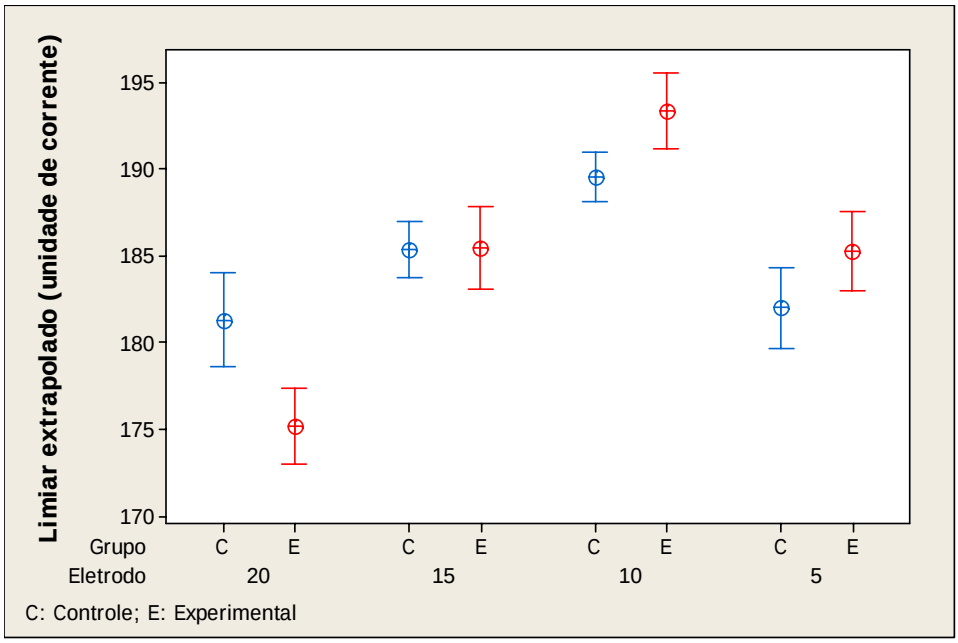

Figura 22 - Resultados das médias ± erros padrão do **limiar extrapolado** nos eletrodos 20, 15, 10 e 5 nos grupos controle e experimental.

A análise de variância com medidas repetidas aplicada aos resultados obtidos para o limiar extrapolado da resposta neural nos grupos controle e experimental demonstrou que existe interação entre grupo e eletrodo (p=0,028).

No grupo controle, não foram detectadas diferenças estatisticamente significantes entre as médias dos eletrodos 5 e 15 (p=0,730), 5 e 20 (p>0,999), 10 e 15 (p=0,322) e 15 e 20 (p=0,480). A média no eletrodo 10 foi maior do que a média do eletrodo 5 (p=0,006) e eletrodo 20 (p=0,003).

Para o grupo experimental, não foram detectadas diferenças estatisticamente significantes entre as médias do limiar extrapolado nos eletrodos 5 e 10 (p=0,072), nos eletrodos 5 e 15 (p>0,999) e nos eletrodos 10 e 15 (p=0,090). A média do limiar extrapolado no eletrodo 20 foi menor que a média obtida nos demais eletrodos, sendo: no eletrodo 5 (p=0,002); no eletrodo 10 (p=0,000) e no eletrodo15 (p=0,003).

Não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre os limiares extrapolados nos grupos controle e experimental em cada eletrodo, sendo p=0,380 no eletrodo20; p>0,999 nos eletrodos 15 e 5 e p= 0,616 no eletrodo 10.

As figuras 23 e 24 apresentam, respectivamente, os diagramas de dispersão dos limiares extrapolado e visual da resposta neural em cada eletrodo avaliado no grupo experimental e controle.

Em cada diagrama está representada a reta limiar extrapolado igual ao limiar visual. Cada ponto apresentado no diagrama representa a concordância entre as duas medidas. Quanto maior a concordância entre as duas medidas, maior deve ser a proximidade dos pontos a essa reta.

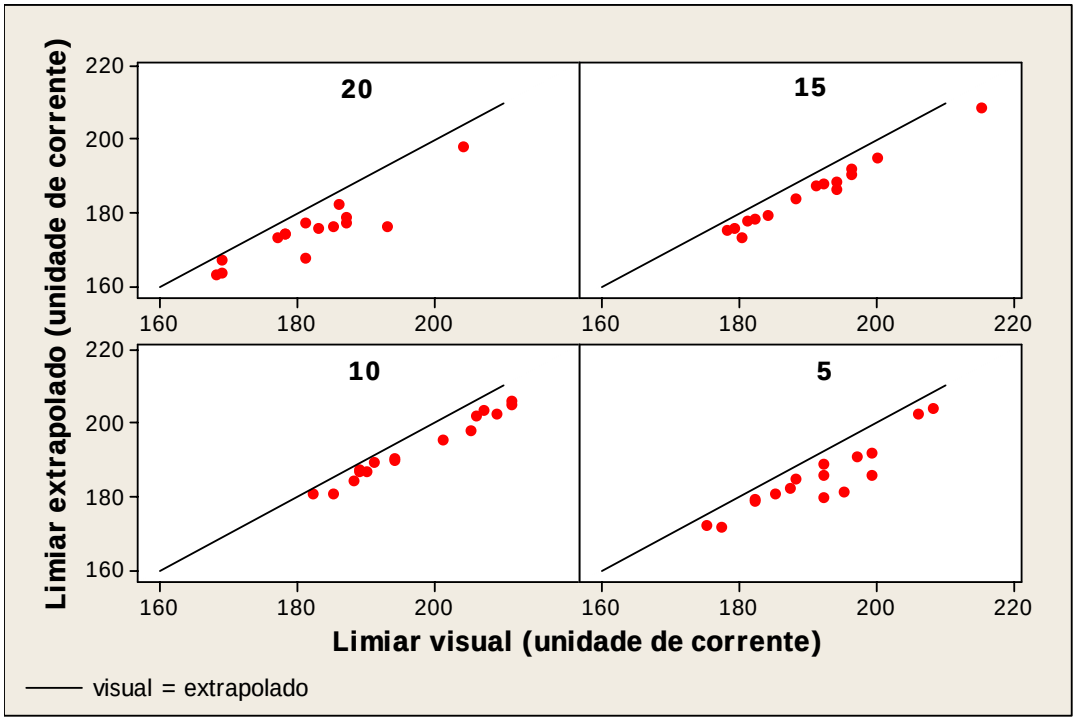

Figura 23 - Diagramas de dispersão dos limiares extrapolado e visual nos eletrodos 20, 15, 10 e 5 no grupo experimental.

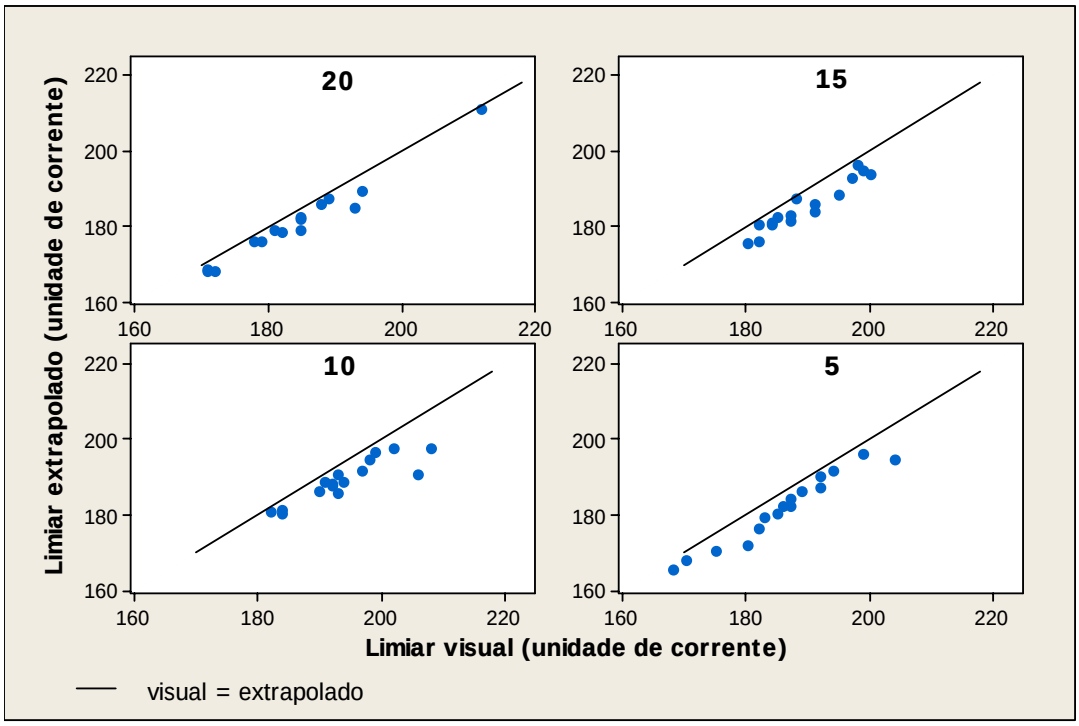

Figura 24 - Diagramas de dispersão dos limiares extrapolado e visual nos eletrodos 20, 15, 10 e 5 no grupo controle.

Na apresentação das figuras, para todos os eletrodos analisados, tanto no grupo experimental quanto no grupo controle, os pontos se localizam próximos à reta, porém um pouco abaixo desta. Este resultado mostra que os valores do limiar extrapolado da resposta neural tendem a ser menores do que o limiar visual da resposta neural em todos os eletrodos testados e nos dois diferentes grupos.

Os valores dos coeficientes de correlação intraclasse adotados na análise dos limiares extrapolado e visual da resposta neural e os intervalos de confiança referentes aos grupos experimental e controle estão apresentados na tabela 5.

Tabela 5 – Resultados dos coeficientes de correlação intraclasse entre limiares extrapolado e visual e intervalos de confiança nos grupos experimental e controle

Grupo	Freqüência	Eletrodo	Coeficiente	Intervalo de confiança de 95%	
Experimental	80Hz	20	0,90	0,73	0,97
		15	0,99	0,97	0,99
		10	0,98	0,95	0,99
		5	0,92	0,79	0,97
Controle	80Hz	20	0,99	0,96	0,99
		15	0,96	0,88	0,98
		10	0,86	0,64	0,94
		5	0,98	0,93	0,99

Os resultados dessa correlação indicaram forte concordância entre os limiares extrapolado e visual da resposta neural em todos os eletrodos avaliados, tanto no grupo experimental, quanto no grupo controle. Foram observados altos valores de coeficientes intraclasse, indicando forte concordância entre as duas medidas.

A análise descritiva dos valores de amplitude da resposta neural obtidos nos eletrodos avaliados ao longo da pesquisa nos grupos experimental e controle está descrita no anexo O.

No grupo experimental, a amplitude da respota neural variou de 27,7 μV a 103,1 μV nos eletrodos 20, 15, 10 e 5. Para o grupo controle, a amplitude da resposta neural apresentou uma variação de 20,2 μV a 244,4μV entre os eletrodos testados.

A figura 25 apresenta os valores médios de amplitude da resposta neural obtidos nos grupos experimental e controle.

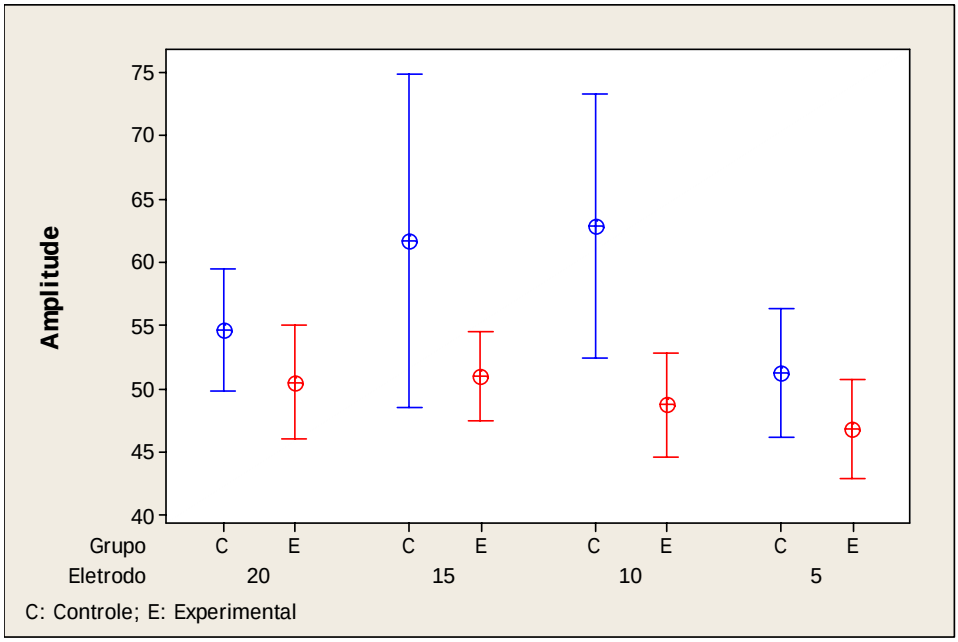

Figura 25 - Resultados das médias ± erros padrão da amplitude da resposta neural obtidas nos eletrodos 20, 15, 10 e 5 nos grupos controle e experimental.

Por meio da técnica de análise de variância com medidas repetidas, não foi observada diferença estatisticamente significante entre as médias da amplitude da resposta neural encontradas no grupo experimental e controle em todos os eletrodos avaliados (p=0,274). Também não foram detectadas diferenças estatisticamente significantes entre os eletrodos avaliados (p= 0,588), sendo esta conclusão válida tanto para o grupo experimental quanto para o grupo controle (p=0,850).

Os valores descritivos dos resultados da curva de crescimento de amplitude da resposta neural (*slope)*, obtidos no grupo experimental e controle, estão apresentados no anexo P.

A figura 26 apresenta os resultados médios da curva de crescimento da amplitude da resposta neural (*slope*), obtidos nos eletrodos 20, 15, 10 e 5, nos grupos experimental e controle.

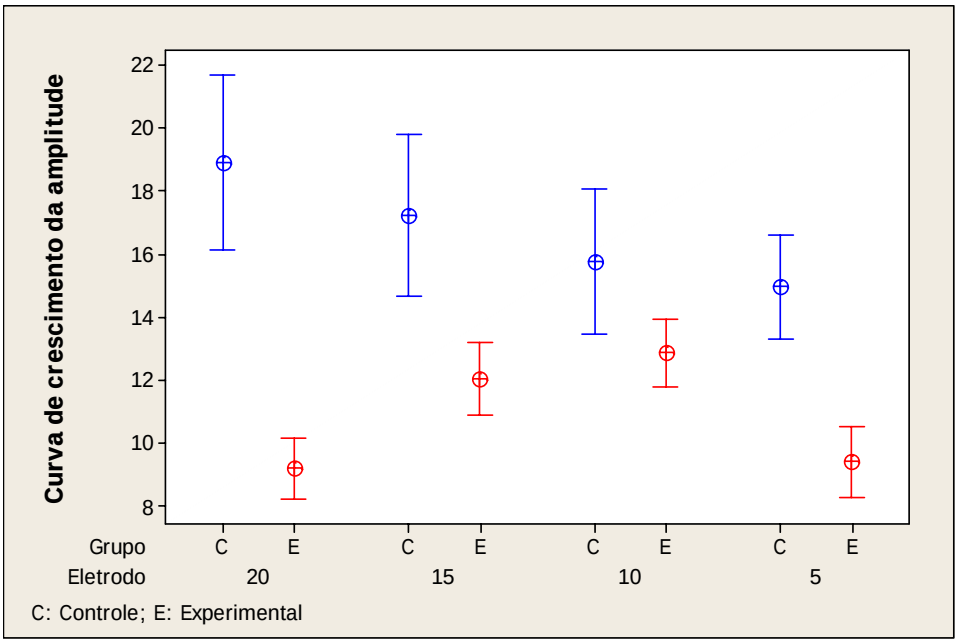

Figura 26 - Resultados das médias ± erros padrão das curvas de crescimento da amplitude da resposta neural (slope) nos eletrodos 20, 15, 10 e 5 nos grupos controle e experimental.

Utilizando a técnica de análise de variância com medidas repetidas, no grupo experimental, não foram detectadas diferenças estatisticamente significantes entre as médias da curva de crescimento da amplitude nos eletrodos 5 e 15 (p> 0,999), 5 e 20 (p=0,116), 10 e 15 (p>0,999) e 15 e 20 (p=0,106). A média da curva de crescimento da amplitude no eletrodo 10 foi maior do que no eletrodo 5 (p=0,011) e no eletrodo 20 (p=0,010).

Para o grupo controle, também não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre as médias da curva de crescimento da amplitude da resposta neural nos quatro eletrodos analisados (p=0,696).

Na comparação dos resultados das curvas de crescimento da amplitude da resposta neural entre os grupos, a média da curva de crescimento da amplitude no grupo controle foi considerada maior do que no grupo experimental, quando avaliados os eletrodos 20 (p=0,004) e 5 (p=0,044). Nos eletrodos 15 e 10, não foram detectadas diferenças estatisticamente significantes entre as médias da curva de crescimento da amplitude entre os dois grupos (p>0,999).

Os resultados da função de recuperação do nervo auditivo (*recovery*) nos grupos experimental e controle estão apresentados no anexo Q.

A figura 27 apresenta os resultados da função do tempo de recuperação do nervo auditivo observados nos grupos experimental e controle.

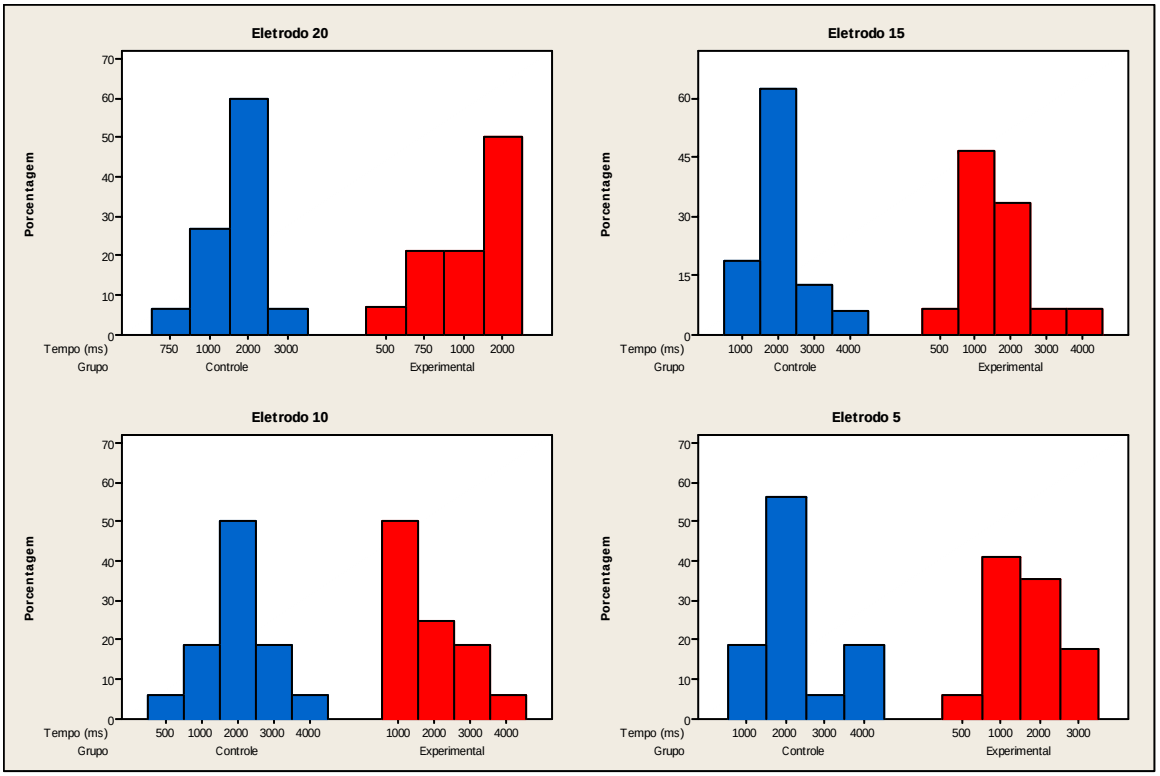

Figura 27 - Resultados do tempo de recuperação do nervo auditivo nos eletrodos 20, 15, 10 e 5 nos grupos controle e experimental.

Embora o tempo de recuperação do nervo auditivo seja uma variável discreta, na avaliação do efeito entre grupo e eletrodo sobre esta variável foi possível adotar a técnica de análise de variância com medidas repetidas.

Não foram detectadas diferenças estatisticamente significantes entre as médias do tempo de recuperação do nervo auditivo no grupo experimental e no grupo controle (p=0,057) e entre os eletrodos 20, 15, 10 e 5 (p=0,090). Também não foi observada interação grupo e eletrodo (p=0,654).

A análise dos resultados demonstrou que o tempo de recuperação do nervo auditivo foi, em média, o mesmo para os quatro eletrodos avaliados e igual nos dois grupos estudados.

Resposta neural no grupo experimental para as freqüências de estimulação de 35 e 80Hz

Para o resultados apresentados a seguir, as mensurações foram obtidas nos eletrodos 20,15, 10 e 5 dos sujeitos pertencentes ao grupo experimental, utilizando as freqüências de estimulação de 35 e 80Hz.

O anexo R apresenta os valores da análise descritiva do limiar visual da resposta neural no grupo experimental, para as freqüências de estimulação de 35 e 80Hz.

A comparação dos limiares visuais da resposta neural para as freqüências de estimulação de 35 e 80Hz, observada nos eletrodos 20,15, 10 e 5 no grupo experimental, está apresentada na figura 28.

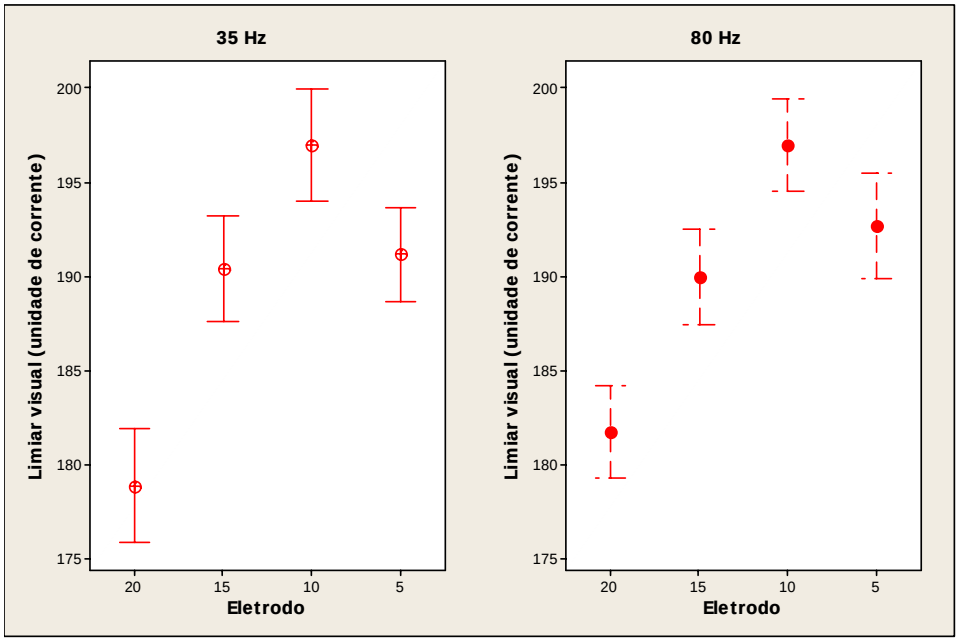

Figura 28 - Resultados das médias ± erros padrão do limiar visual da resposta neural nos eletrodos 20, 15, 10 e 5 no grupo experimental para as freqüências de estimulação de 35 e 80 Hz.

Por meio da técnica de análise de variância com medidas repetidas, foi detectada diferença entre as médias dos limiares nos quatro eletrodos avaliados (p=0,000). Este resultado foi válido tanto para a freqüência de estimulação de 35Hz quanto para a freqüência de estimulação de 80Hz (p=0,849).

Na análise específica por eletrodo, não foram observadas diferenças entre as médias do limiar visual nas freqüências de estimulação de 35 e 80Hz (p=0,566).

Os resultados da comparação entre os eletrodos analisados demonstraram que a média do limiar visual foi menor no eletrodo 20, quando este eletrodo foi comparado aos demais (p=0,000). O eletrodo 15 apresentou média do limiar visual menor que o eletrodo 10. A comparação entre as médias do limiar visual obtidas nos eletrodos 10 e 5 apresentou um valor de p marginal (p=0,051).

No anexo S encontra-se a análise descritiva dos valores do limiar extrapolado, obtidos nos eletrodos 20, 15, 10 e 5 no grupo experimental para as freqüências de estimulação de 35 e 80Hz.

Com o objetivo de verificar a concordância entre os limiares visual e extrapolado da resposta neural, foi calculado o coeficiente de correlação intraclasse em cada eletrodo, para as duas freqüências de estimulação utilizadas. Os valores observados dos coeficientes de correlação para a freqüência de estimulação de 35 Hz foram: 0,98 nos eletrodos 20 e15; 0,97 no eletrodo 10 e 0,96 no eletrodo 5. Conforme apresentado anteriormente na tabela 5, para a freqüência de estimulação de 80 Hz, os seguintes coeficientes de correlação intraclasse foram obtidos: 0,90 no eletrodo 20; 0,99 no eletrodo 15; 0,98 no eletrodo 10 e 0,92 no eletrodo 5.

Os resultados acima apresentados demonstraram que existe forte concordância entre os limiares extrapolado e visual da resposta neural em todos os eletrodos avaliados, tanto para a freqüência de estimulação de 35Hz quanto para a de 80Hz.

Os resultados da análise descritiva da amplitude da resposta neural obtida na freqüência de estimulação de 35 e 80Hz encontram-se no anexo T.

Para a freqüência de estimulação de 35Hz, a amplitude da resposta neural variou entre 21, 8μV e 128μV nos eletrodos 20, 15, 10 e 5. Para a freqüência de estimulação de 80Hz, a amplitude da resposta neural apresentou uma variação de 27,7 μV a 103,1 μV entre os eletrodos testados.

A figura 29 apresenta os valores médios da amplitude da resposta neural obtidos nos eletrodos 20, 15, 10 e 5 no grupo experimental, para as freqüências de estimulação de 35 e 80Hz.

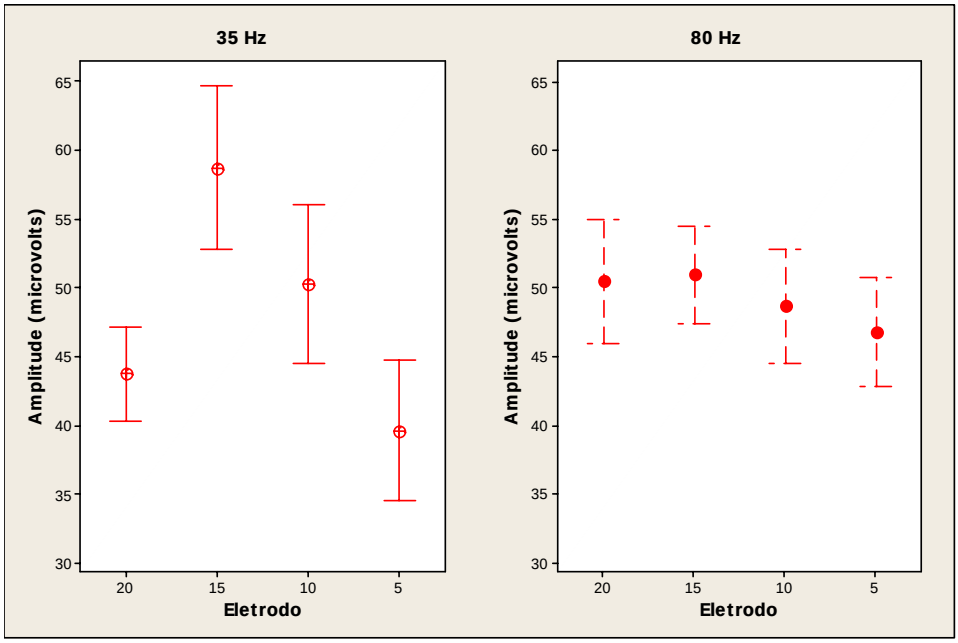

Figura 29 - Resultados das médias ± erros padrão da amplitude da resposta neural nos eletrodos 20, 15, 10 e 5 do grupo experimental para as freqüências de estimulação de 35 e 80 Hz.

Utilizando a técnica de análise de variância com medidas repetidas, não foram detectadas diferenças estaticamente significantes entre as médias da amplitude da resposta neural no grupo experimental para as freqüências de estimulação de 35 e 80Hz (p=0,969), sendo esta conclusão válida para todos os eletrodos analisados.

A comparação das amplitudes da resposta neural entre os eletrodos avaliados demonstrou não haver diferenças estatisticamente significantes entre as médias da amplitude da resposta neural nos eletrodos 20,15, 10 e 5 (p=0,096), tanto na freqüência de estimulação de 35Hz quanto na freqüência de estimulação de 80Hz (p=0,527).

Os resultados da análise descritiva da curva de crescimento de amplitude da resposta neural verificada no grupo experimental para as freqüências de estimulação de 35 e 80Hz estão descritos no anexo U.

A figura 30 descreve os valores médios da curva de crescimento de amplitude da resposta neural observados nos eletrodos 20, 15, 10 e 5 nas freqüências de estimulação de 35 e 80Hz.

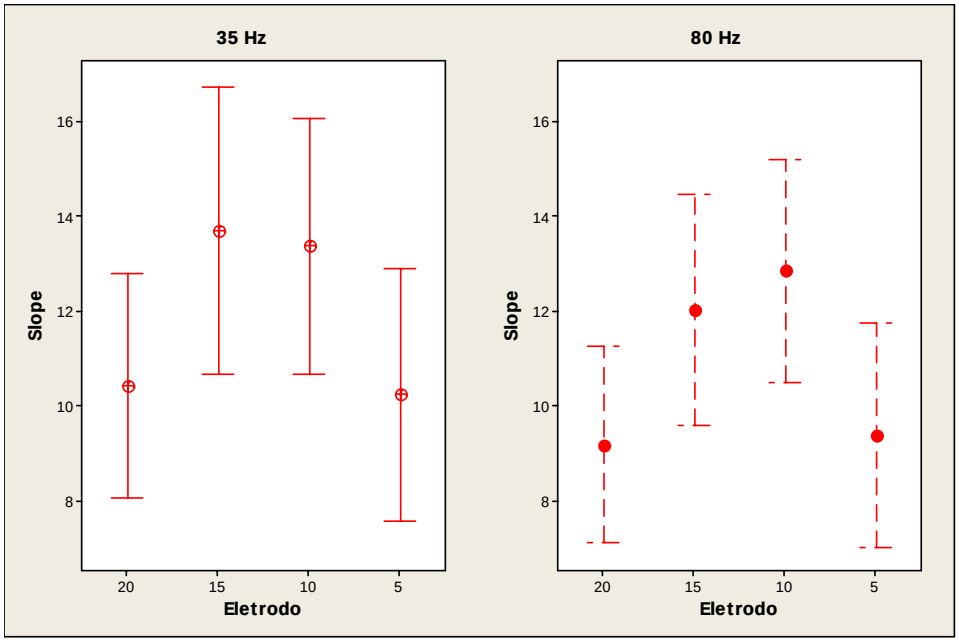

Figura 30 – Resultados das médias ± erros padrão das curvas de crescimento da amplitude da resposta neural (*slope*) no grupo experimental para as freqüências de estimulação de 35 e 80Hz.

Utilizando a técnica de análise de variância com medidas repetidas, não foi observado efeito da freqüência de estimulação nos valores médios da curva de crescimento de amplitude (p=0,106). Os valores médios da curva de crescimento de amplitude da resposta neural não foram iguais nos quatro eletrodos (p=0,000), sendo o padrão de diferença entre os eletrodos igual para as duas freqüências de estimulação (p=0,735).

No que se refere às diferenças encontradas entre as médias da curva de crescimento de amplitude nos quatro eletrodos, as médias encontradas nos eletrodos 10 e 15 foram iguais (p=0,899) e maiores do que no eletrodo 20 (p=0,000 em cada comparação) e do que no eletrodo 5 (p=0,000 em cada comparação). As médias nos eletrodos 5 e 20 foram iguais (p=0,999).

7. DISCUSSÃO

A variabilidade de resultados encontrados na população clínica usuária de Implante Coclear (IC) está intimamente relacionada a fatores intrínsecos pertinentes ao sistema auditivo de cada indivíduo, e a fatores extrínsecos, como motivação para o uso do dispositivo, apoio familiar, método de habilitação e reabilitação, entre outros.

Especialmente na população portadora de Neuropatia Auditiva/Dessincronia Auditiva (NA/DA), a diversidade de achados pode ainda representar diferentes graus de comprometimento relacionados a essa patologia, ou ainda alterações diversas ao longo da via auditiva.

Com uma população clínica restrita, ou seja, com um número reduzido de sujeitos portadores de NA/DA e usuários de IC, os pesquisadores da área freqüentemente encontram dificuldades para estabelecer um padrão de características clínicas que possa ser generalizado. Nessa medida, é comum encontrarmos na literatura científica estudos de casos individuais ou a análise das peculiaridades de pequenos grupos.

Como já foi ressaltado, até mesmo a nomenclatura a ser utilizada para descrever o conjunto de características audiológicas e eletrofisiológicas relacionadas a esse grupo clínico de casos é discutida pela literatura científica, sendo que ainda não se chegou a um consenso (BERLIN et al., 2001; RAPIN e GRAVEL, 2003; SININGER et al., 1995).

Isso porque o termo neuropatia auditiva (NA) refere-se, necessariamente, a uma alteração das fibras neurais periféricas e, sendo assim, decorreria da alteração das fibras do nervo auditivo. Por outro lado, a utilização do termo dessincronia

auditiva (DA) abrangeria as alterações das CCI e/ou das sinapses destas células com o nervo auditivo.

Diante das dificuldades encontradas na determinação do local exato da alteração, a utilização combinada dos termos NA/DA tem sido a maneira encontrada por alguns pesquisadores para evitar possíveis erros na nomeação desse heterogêneo grupo clínico de casos (BERLIN et al., 2001).

No que se refere às possíveis etiologias, uma diversidade de causas pode estar relacionada à NA/DA. Especialmente na população infantil, complicações durante e/ou após o nascimento freqüentemente integram os fatores relacionados ao diagnóstico dessa patologia, como já foi descrito na literatura por BERLIN et al. (1996); DELTENRE et al. (1997); FOERST et al. (2006); MADDEN et al. (2002); NGO et al. (2006); RANCE et al. (1999) e STARR et al. (2001a). A presença de NA/DA secundária a doenças neonatais também pôde ser constatada na população estudada nesta pesquisa, em que indicadores de perdas auditivas na infância estiveram presentes em 50% das crianças do grupo experimental (figura 10).

As dificuldades encontradas na determinação do fator etiológico relacionado ao diagnóstico da NA/DA ficaram evidentes no estudo - 44% dos sujeitos da pesquisa apresentaram NA/DA de causa desconhecida. Esse alto índice foi também encontrado nos estudos de STARR et al. (2001a), no qual, em um total de 70 pacientes, 40% apresentaram NA/DA de causa idiopática.

A presença de mutações genéticas relacionadas ao diagnóstico da NA/DA foi relatada por LÓPEZ DIAZ DE LEON et al. (2003); WANG et al. (2003) e VARGA et al. (2003). No presente estudo, porém, não foi possível determinar essa relação. Diante de novos genes a serem identificados, um posterior estudo genético da população pertencente ao grupo experimental poderá ser capaz de reduzir o número de sujeitos com etiologia de causa desconhecida.

Por fim, a ocorrência de rubéola congênita como fator etiológico relacionado à NA/DA ainda não foi descrita na literatura científica, talvez pelo fato de que, em países desenvolvidos, a rubéola esteja controlada pela imunização de mulheres em idade fértil.

No que se refere ao IC, resultados encorajadores foram alcançados ao longo deste estudo. Uma melhora significativa das habilidades auditivas foi observada em 94% das crianças pertencentes ao grupo experimental, portadoras de NA/DA e usuárias de IC. Como pode ser observado claramente na figura 11, 33% das crianças avaliadas no grupo experimental reconheceram a fala em conjunto aberto, e 61% delas, em conjunto fechado.

Resultados promissores do IC em sujeitos portadores de NA/DA foram também apresentados por TRAUTWEIN et al. (2001), ao descreverem os benefícios obtidos na percepção dos sons da fala em seis crianças. Em 2002, BUSS et al. demonstraram o progresso no desenvolvimento das habilidades auditivas em quatro crianças portadoras de NA e usuárias de IC. MADDEN et al. (2002) apresentaram os resultados da estimulação elétrica para o desenvolvimento das habilidades de comunicação e audição em quatro crianças portadoras de NA, sendo que duas delas apresentaram discriminação de fala em conjunto aberto em valores superiores a 70%. PETERSON et al. (2003) encontraram progressos significativos em relação ao desenvolvimento das habilidades auditivas em dez crianças portadoras de NA que utilizavam o IC. E, mais recentemente, ROUILLON et al. (2006) apresentaram os resultados do IC em duas crianças portadoras de NA/DA relacionada à alteração genética, encontrando 100% de identificação de palavras e 60% de identificação de sentenças em conjunto aberto na primeira criança avaliada e 50% de reconhecimento de palavras e 45% de reconhecimento de sentenças em conjunto aberto na segunda criança participante da pesquisa.

No caso da presente pesquisa, na comparação entre os resultados de percepção de fala do grupo experimental e do grupo controle não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre as habilidades de reconhecimento de fala em conjunto fechado e em conjunto aberto (p=0,714). A possibilidade de as crianças avaliadas evoluírem auditivamente para o reconhecimento dos sons da fala em conjunto aberto foi igual em ambos os grupos. Nesse sentido, o IC parece ser suficientemente capaz de promover o desenvolvimento das habilidades auditivas independentemente do diagnóstico da NA/DA. Esse achado está de acordo com a similaridade encontrada por BUSS et al. (2002) entre os resultados de percepção de fala de crianças portadoras de NA/DA e crianças portadoras de deficiência auditiva neurossensorial (DANS). Do mesmo modo, PETERSON et al. (2003) encontraram desenvolvimento das habilidades auditivas semelhante entre um grupo de dez crianças portadoras de NA/DA e um grupo com DANS.

No que diz respeito à variável idade na cirurgia, avaliada em relação ao desenvolvimento das habilidades auditivas de reconhecimento de fala em conjunto aberto e conjunto fechado, não foi encontrada, no presente estudo, correlação significativa, tanto no grupo experimental quanto no grupo controle. Entretanto, conforme apresentado na figura 12, no grupo controle, a média amostral da idade na cirurgia dos sujeitos que apresentaram reconhecimento de fala em conjunto aberto (33 meses) foi menor do que a média encontrada nos sujeitos com reconhecimento de fala em conjunto fechado (51 meses). A partir dessa tendência, mesmo não havendo uma diferença estatisticamente significante (p=0,338), pode-se concluir que, quanto menor a idade de implantação nos sujeitos do grupo controle, maiores as possibilidades de reconhecimento de fala em conjunto aberto.

A ocorrência de melhores resultados em crianças que receberam o IC mais precocemente também foi destacada nos estudos de ANDERSON et al. (2004);

BEVILACQUA (1998); COHEN (1998); FRYAUF-BERTSCHY et al. (1997); HASSANZADEH et al. (2002); HOLT et a. (2004); ILLG et al. (1999); LENARZ (1998); MILDNER et al. (2006); NIKOLOPOLOUS et al. (1999); O´DONOGHUE et al. (2000); OH et al. (2003). OSBERGER (1997) e WALTZMAN et al. (2002 a), ao avaliarem os resultados obtidos em diferentes grupos de crianças usuárias de IC levando-se em consideração a idade em que a cirurgia para inserção do dispositivo foi realizada.

De maneira inversa, no grupo experimental do presente estudo, a média amostral da idade na cirurgia dos sujeitos que apresentaram reconhecimento de fala em conjunto aberto (47,5 meses) foi maior do que a média encontrada nos sujeitos com reconhecimento de fala em conjunto fechado (41,64 meses). A partir desse achado, mesmo não ocorrendo diferença estatisticamente significante entre os grupos (p=0,070), a idade na cirurgia pareceu não ser uma variável determinante para o desenvolvimento das habilidades auditivas com a utilização da estimulação elétrica no grupo de sujeitos portadores de NA/DA que realizaram a cirurgia após um ano e oito meses de idade. Nesse sentido, podemos ressaltar que, em função das características da patologia em questão, possivelmente os sujeitos portadores de NA/DA não sofrem de maneira efetiva os efeitos decorrentes da privação sensorial existente na DANS, uma vez que, mesmo de maneira inadequada, em casos de NA/DA as estruturas auditivas centrais permanecem recebendo estímulos acústicos.

Sendo assim, um maior tempo de avaliação e acompanhamento do desenvolvimento das habilidades auditivas com o uso do AASI no momento anterior à indicação cirúrgica do IC em sujeitos portadores de NA/DA não implicaria, possivelmente, em benefícios limitados do IC em relação à percepção dos sons da fala. Entretanto, essa questão deve ser acompanhada com cautela, no sentido de observar o impacto da idade na implantação para o desenvolvimento da linguagem. Estudos futuros que avaliem o desenvolvimento das habilidades de linguagem,

certamente, contribuirão para uma investigação mais detalhada da relação existente entre idade na implantação e desenvolvimento da linguagem em crianças portadoras de NA/DA e usuárias de IC.

Outro aspecto a ser destacado diz respeito ao tempo de uso do IC. De acordo com a figura 13, mesmo não havendo diferenças estatisticamente significantes entre esse tempo e as habilidades de reconhecimento de fala em conjunto aberto e em conjunto fechado (p=0,117), em ambos os grupos, experimental e controle, quanto maior foi o tempo de uso do IC, melhores foram os resultados de percepção de fala.

De fato, ANDERSON et al. (2004); CALMES et al. (2004); GEERS et al. (1994); GSTOETTNER et al. (2000); LEE e VAN HASSELT (2004); MONDAIN et al. (1997); NIKOLOPOULOS et al. (1999); O´DONOGHUE et al. (2000); OH et al. (2003) e WALTZMAN et al. (2002a) também destacaram o desenvolvimento progressivo das habilidades de percepção de fala ao longo do tempo de uso do IC em distintos grupos de crianças usuárias do dispositivo. Isso ocorre porque as propriedades do sistema nervoso central relacionadas à plasticidade neural vão se estabelecendo, além do fato de as crianças apresentaram um desenvolvimento maturacional e cognitivo mais avançado.

No que se refere ao registro das Emissões Otoacústicas (EOA), o mecanismo de deteriorização ou ausência das EOA em sujeitos portadores de NA/DA ainda é desconhecido, não sendo possível estabelecer uma relação significativa entre a ausência e/ou possível perda das EOA e uma alteração específica relacionada à NA/DA.

De acordo com a figura 14, os resultados deste estudo demonstraram que a presença das EOA durante a avaliação pré-cirúrgica pareceu não ser uma variável determinante para o desenvolvimento das habilidades auditivas, uma vez que não foi encontrada correlação significativa entre a presença das EOA, tanto na orelha direita

(p= 0,304) quanto na orelha esquerda (p=0,620), e as habilidades auditivas de reconhecimento de fala em conjunto aberto e conjunto fechado. Diante desse resultado, a presença das EOA na avaliação pré-cirúrgica pareceu não determinar, necessariamente, um melhor prognóstico após o IC.

A ausência de correlação significativa entre a presença das EOA e os resultados de percepção de fala para usuários de AASI foi também descrita por KUMAR et al. (2006).

Em relação aos limiares auditivos e de detecção de fala obtidos em campo livre com a utilização do IC nos grupos experimental e controle, e de acordo com as figuras 15,16 e 17, uma tendência de limiares melhores no grupo experimental foi observada em todas as freqüências avaliadas e no limiar de detecção de fala. Esse resultado está de acordo com os achados descritos por PETERSON et al. (2003), nos quais melhores limiares audiométricos foram encontrados após o IC em grupo de dez sujeitos portadores de NA/DA. Todos os sujeitos da presente pesquisa pertencentes ao grupo experimental apresentaram limiares audiométricos dentro dos valores médios encontrados na população usuária de IC. A pequena variação observada em cada sujeito pode ser atribuída ao fato de que a pesquisa dos limiares audiométricos constitui-se como um teste de caráter subjetivo, no qual a atenção, concentração e motivação no momento da avaliação podem justificar modificações mínimas entre duas ou mais situações de teste.

De acordo com a figura 18, não foi detectada diferença estatisticamente significante entre os valores médios dos limiares auditivos nas freqüências da fala (0,5; 1 e 2 kHz) e o desenvolvimento das habilidades auditivas (p=0,485) em ambos os grupos (p=0,522). As pequenas variações dos limiares auditivos observadas não devem interferir nos resultados das habilidades auditivas, uma vez que o limiar audiométrico representa apenas a habilidade de detecção de sons. Outras funções

relacionadas ao sistema auditivo central apresentam-se associadas ao desenvolvimento das habilidades auditivas mais complexas de discriminação, reconhecimento e compreensão da fala.

Análise da resposta neural

Em relação ao registro da resposta neural, um número reduzido de estudos descreveu as características do ECAP em sujeitos portadores de NA/DA, não sendo observados nessa população aspectos específicos relacionados ao registro desse potencial. Entre esses estudos, encontramos: MASON et al. (2003), que avaliarem quatro sujeitos portadores de NA/DA e usuários de IC; PERTERSON et al. (2003), que descreverem as características do ECAP após o IC em dez crianças com NA/DA; SHALLOP et al. (2005), em estudo dos resultados da resposta neural em duas crianças com NA/DA e usuárias de IC, e TRAUTWEIN et al. (2000), por meio do estudo de caso de uma criança diagnosticada com NA/DA e usuária do dispositivo.

Também não foram encontradas no presente estudo características específicas relacionadas ao registro do ECAP no grupo de crianças portadoras de NA/DA. A presença dessa patologia pareceu não ser, portanto, um fator determinante para o registro do ECAP. Variações observadas nas características das respostas neurais foram identificadas nesta pesquisa tanto nos sujeitos portadores de NA/DA como nos sujeitos pertencentes ao grupo controle. Os estudos de DEE et al (2005); SHALLOP et al. (2005) e WEINSTOCK et al. (2007) também descreveram uma grande variabilidade no registro do ECAP entre sujeitos e entre os eletrodos testados em suas respectivas investigações.

Diante da similaridade encontrada nas características do ECAP entre os grupos experimental e controle e na escassez de estudos que descrevam de maneira específica as características da resposta neural nos sujeitos portadores de NA/DA, a análise do presente estudo foi realizada a partir das investigações já existentes no que se refere às características de registro do ECAP na população usuária de IC em geral.

No que se refere à possibilidade de registro da resposta neural nos dois grupos (p=0,544) deste estudo, e em todos os eletrodos testados (p=0,274), não foram observadas diferenças significativas. A resposta neural esteve presente em valores superiores a 80% dos registros obtidos (figura 19). Possibilidades semelhantes de registro do ECAP também foram descritas em outros estudos: em DILLIER et al. (2002), a partir da mensuração do ECAP em 38 adultos usuários de IC, uma resposta neural mensurável foi obtida em 81,6% dos casos e em 82,5% do total de eletrodos testados; FERRARI et al. (2004), por meio do estudo longitudinal de 33 crianças usuárias de IC, obtiveram a possibilidade de registro da resposta neural em 80% dos indivíduos e eletrodos testados ao longo do estudo; e do mesmo modo, DEES et al. (2005) obtiveram o registro do ECAP nos eletrodos 20, 10 e 5 em 72% dos 147 sujeitos avaliados.

Em relação à morfologia da resposta neural encontrada nos sujeitos aqui avaliados, as respostas do tipo I estiveram presentes em 100% dos registros válidos, tanto no grupo experimental, quanto no grupo controle (figura 20). Essa predominância foi também destacada por DEES et al. (2005), em 93% dos registros obtidos, e por TANAMATI (2007), na avaliação das características do ECAP de 13 crianças usuárias de IC.

No presente estudo, não foram obtidas respostas do tipo II em ambos os grupos. SHALLOP et al. (2005), ao avaliarem as características do ECAP em dois

sujeitos portadores de NA/DA, encontraram respostas de pico duplo nos eletrodos 20 e 15. No entanto, após 21 meses de uso do IC, foi observada uma modificação na morfologia das respostas nos eletrodos apicais, que passaram para pico simples. Os autores, porém, não encontraram uma interpretação para essa ocorrência.

Na figura 20, observamos que uma maior ocorrência de respostas do tipo Ic foi observada em todos os eletrodos avaliados neste estudo, tanto no grupo experimental quanto no grupo controle. Mesmo que em menor número, as respostas do tipo Ia foram mais freqüentes nos eletrodos 20 e 15 (p=0,021). TANAMATI (2007) descreveu um maior número de respostas do tipo Ia nos eletrodos 20, 15 e 10, e uma predominância de respostas do tipo Ic nos registros obtidos no eletrodo 5.

Embora LAI e DILLIER (2000) salientem a possibilidade de haver relação entre a morfologia da resposta neural encontrada e a participação de diferentes componentes neurais, no presente estudo esse tipo de análise não foi evidente. Não foi possível, portanto, determinar se a maior ocorrência de repostas neurais do tipo Ic decorreu da participação de componentes neurais específicos capazes de diminuir a amplitude da resposta neural, e com isso inibir a presença do pico positivo da resposta neural (P1 ou P2); ou se, em função da idade da população investigada, não foi possível utilizar níveis máximos de estimulação confortáveis, nos quais a amplitude desse componente pudesse ser evidente e mensurada.

No que se refere aos limiares da resposta neural obtidos nos eletrodos avaliados, não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre os valores encontrados no grupo experimental e no grupo controle, tanto para a análise do limiar visual (p= 0,102), apresentada na figura 21, quanto para análise do limiar extrapolado (p=0,380 no eletrodo 20; p>0,999 nos eletrodos 15 e 5 e p=0,616 no eletrodo 5), exposta na figura 22.

Os valores dos limiares extrapolados observados nos dois grupos avaliados e em todos os eletrodos testados foram menores do que os valores obtidos por meio da análise visual do limiar do ECAP (figuras 23 e 24). Uma forte concordância entre os valores dos limiares da resposta neural obtidos por meio da análise visual e da análise automática do *software* (limiar extrapolado – p-NRT) foi encontrada no presente estudo (tabela 5). Essa característica, já descrita anteriormente por BROWN (2003), representa a possibilidade de utilização do limiar extrapolado como uma mensuração fidedigna no que diz respeito à determinação do menor nível de estimulação elétrica capaz de desencadear o ECAP. Com isso, os registros do ECAP obtidos por profissionais com menor experiência na análise de potenciais evocados estariam menos vulneráveis às variáveis decorrentes da análise subjetiva presente na determinação do limiar visual da resposta neural.

Neste estudo não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre as médias do limiar visual da resposta neural nos eletrodos testados nos dois diferentes grupos (p=0,102). Uma tendência de melhores limiares da resposta neural foi encontrada no eletrodo 20, localizado na região apical da cóclea, tanto no grupo experimental quanto no grupo controle. A ocorrência de melhor limiar do ECAP para os registros obtidos em eletrodos localizados no ápice da cóclea foi também observada nos estudos de DEES et al. (2005); FERRARI et al. (2004); GORDON et al. (2002) e TANAMATI (2007).

Segundo Brown et al. (2000), variações observadas entre os limiares do ECAP podem ser atribuídas à contribuição de populações neurais diversas responsivas ao estímulo elétrico. Partindo dessa afirmação, melhores limiares encontrados para o eletrodo 20, localizado na porção mais apical da cóclea, poderiam representar a presença de uma população neural mais densa nessa região e, portanto, mais responsiva à estimulação elétrica. Assim sendo, menores níveis de

estimulação seriam necessários para desencadear o ECAP nos eletrodos localizados no ápice da cóclea. Entretanto, são ainda necessários estudos experimentais e pesquisas que avaliem as características do ECAP em diversos locais da cóclea e em um grande número de sujeitos, para que se possa determinar a relação existente entre os valores do limiar da resposta neural e a sobrevivência de elementos neurais.

A amplitude da resposta neural parece estar relacionada à maneira pela qual as fibras do nervo auditivo se comportam diante da estimulação elétrica (MILLER et al., 1993; BROWN, 2004). No presente estudo, não foram detectadas diferenças estatisticamente significantes entre os valores de amplitude do ECAP encontrados nos grupos experimental e controle (p=0,274), conforme exposto na figura 25. A variação encontrada nos valores de amplitude da resposta neural mensurados nos eletrodos 20, 15, 10 e 5, tanto no grupo experimental quanto no grupo controle desta pesquisa, está de acordo com os valores de amplitudes do ECAP descritos no estudo de DEES et al (2005), no qual, entre os sujeitos avaliados, os valores de amplitude do ECAP variaram de 12 a 633μV.

Em FERRARI et al. (2004); GORDON et al. (2002); TANAMATI (2007) maiores amplitudes da resposta neural foram obtidas nos eletrodos localizados na região apical da cóclea. Já no presente estudo não foram observadas diferenças significativas na amplitude da resposta neural quando cada eletrodo foi analisado separadamente (p=0,588). A realização de outros estudos, os quais avaliem as características de amplitude da resposta neural em um número maior de sujeitos, poderá ser capaz de justificar a grande variabilidade encontrada na amplitude da resposta neural observada nos sujeitos aqui avaliados, e também encontrada por DEES et al. (2005) na análise do ECAP de 147 adultos usuários de IC.

Outro aspecto analisado foi o *slope*. Trata-se da curva de crescimento da amplitude da resposta neural que representa as modificações dessa amplitude em função do nível de estimulação utilizado. De acordo com BROWN (2003), quanto maior o valor do *slope,* um número maior de células ganglionares parece responder à estimulação elétrica. No presente estudo a média da curva de crescimento da amplitude nos eletrodos 20 (p=0,004) e 5 (p=0,044) do grupo controle foi considerada maior do que no grupo experimental, conforme indica a figura 26. Essa tendência de maiores valores de *slope* encontrados no grupo controle, especialmente nos eletrodos 20 e 5, poderia sugerir que um maior número de neurônios excitáveis estaria presente nas estruturas do sistema auditivo desses sujeitos. Porém, não nos foi possível determinar se a tendência de valores reduzidos de *slope* observada no grupo de sujeitos portadores de NA/DA esteve relacionada, de maneira específica, a uma característica inerente à população de neurônios ativada frente ao estímulo elétrico, ou à sincronia neural nesse grupo clínico de casos. Até o momento, a literatura encontrada também não apresentou estudos que caracterizem os valores do *slope* na população clínica portadora de NA/DA e usuária de IC.

Mesmo diante de valores reduzidos de *slope*, o grupo de sujeitos portadores de NA/DA avaliado ao longo da pesquisa apresentou desenvolvimento das habilidades auditivas muito semelhante àquele observado nos sujeitos do grupo controle. Essa questão pode nos levar a pensar que, possivelmente, os valores da curva de crescimento de amplitude da resposta neural não estariam diretamente relacionados ao desenvolvimento das habilidades auditivas. A utilização de parâmetros de registro do ECAP específicos a cada sujeito, especialmente no que diz respeito aos níveis de estimulação apresentados, possivelmente podem ter influenciado os valores de *slope* encontrados. Dessa maneira, os sujeitos desta pesquisa com níveis máximos de conforto para a estimulação elétrica reduzidos

tenderiam a apresentar menor inclinação da curva de crescimento de amplitude da resposta neural. A realização de estudos posteriores, capazes de excluir a possibilidade de interferência de fatores externos ou subjetivos, e que investiguem as características da curva de crescimento da amplitude da resposta neural em sujeitos portadores de deficiência auditiva de diferentes etiologias, poderá contribuir para a determinação das aplicações clínicas e das características da mensuração do *slope* na população usuária de IC.

Em relação à função de recuperação do nervo auditivo, presumidamente, quanto mais rápida a recuperação das fibras neurais, melhor será a codificação da informação temporal (BROWN, 2003).

Partindo do pressuposto de que sujeitos portadores de NA/DA apresentam dificuldades na habilidade de codificar a informação temporal, a avaliação da função de recuperação do estado refratário do nervo auditivo poderia evidenciar características específicas na propriedade de recuperação das fibras neurais nos sujeitos pertencentes ao grupo experimental. No entanto, de acordo com a figura 27, não foram aqui observadas diferenças estatisticamente significantes nos valores de recuperação do nervo auditivo encontrados nos grupos experimental e controle ($p=0,057$), nos quatro eletrodos avaliados ($p=0,090$). O tempo de recuperação das fibras do nervo auditivo foi, em média, o mesmo para os dois grupos e em todos os eletrodos avaliados. A grande maioria dos sujeitos, tanto no grupo experimental, quanto no grupo controle, apresentou tempo de recuperação variando entre 1000 e 2000 μs. Valores semelhantes de recuperação das fibras do nervo auditivo foram descritos por LUNTZ e SHPAK (2004), ao avaliarem a relação existente entre o tempo para essa recuperação e a preferência subjetiva da velocidade de estimulação em onze sujeitos usuários de IC.

Os resultados da pesquisa apontam para a hipótese de que, após a estimulação elétrica provida pelo IC, as fibras do nervo auditivo dos sujeitos portadores de NA/DA parecem se comportar de maneira semelhante às fibras neurais dos sujeitos portadores de DANS. A alteração na codificação da informação temporal característica dos sujeitos portadores de NA/DA seria, portanto, retomada frente à estimulação elétrica. Vale ressaltar que o estudo dessa mensuração deve ser ampliado, com o objetivo de se avaliar as variações encontradas na recuperação das fibras do nervo auditivo levando-se em consideração diferentes etiologias de surdez.

Análise da freqüência de estimulação

Segundo CHARASSE et al. (2004), a freqüência de estimulação utilizada para registrar o ECAP é capaz de interferir no número de registros válidos e na qualidade da resposta neural da população usuária de IC. Com isso, a sincronia dos neurônios do nervo auditivo, necessária para o registro da resposta neural, pode apresentar-se diminuída diante de freqüências de estimulação elevadas.

No estudo de DEES et al. (2005), em sujeitos nos quais não foi possível o registro da resposta neural na freqüência de 80Hz, a diminuição da freqüência de estimulação do registro para 35Hz possibilitou, eventualmente, a mensuração do ECAP.

Presumidamente nos casos de NA/DA, em que a alteração da sincronia neural pode ser a causa das dificuldades encontradas na percepção de fala, a utilização de freqüências de estimulação reduzidas tenderia a originar respostas neurais mais robustas.

Nesta pesquisa, a hipótese de que, na população clínica portadora de NA/DA, o sistema auditivo responderia de maneira mais lenta em função da alteração nos disparos dos neurônios do nervo auditivo e, com isso, menores taxas de

apresentação dos estímulos, supostamente, produziriam respostas neurais mais evidentes, motivou a mensuração das características da resposta neural nas freqüências de estimulação de 35 e 80Hz.

No entanto, como apresentado na figura 28, não foram detectadas diferenças estatisticamente significantes entre os limiares visuais da resposta neural quando as duas freqüências de estimulação foram comparadas no grupo experimental (p=0,566). Esses resultados corroboram com os achados de DILLIER et al. (2002), nos quais não foram observadas diferenças significativas entre os resultados do registro do ECAP nas freqüências de estimulação de 35 e 80Hz em 38 adultos usuários de IC.

Da mesma maneira, conforme apresentado na figura 29, a amplitude da resposta neural não apresentou, aqui, diferenças estatisticamente significantes à medida que a freqüência de estimulação foi diminuída para 35Hz (p=0,069). Entretanto, os valores médios da amplitude da resposta neural foram maiores para a freqüência de 35Hz em todos os eletrodos avaliados, indicando, assim, uma melhor determinação da resposta neural para essa freqüência de estimulação. A tendência de aumento na amplitude da resposta neural para freqüências de estimulação reduzidas foi também reportada por SHALLOP et al. (2005), durante a análise do registro do ECAP em diferentes freqüências de estimulação em uma criança portadora de NA/DA e usuária de IC.

A similaridade encontrada nas características da resposta neural para as freqüências de estimulação de 35 e 80Hz sugere que o sistema auditivo na população investigada neste estudo, após a estimulação elétrica, foi capaz de recuperar as propriedades temporais presentes na codificação das informações, independentemente da freqüência de estimulação utilizada. CHARASSE et al. (2004) identificaram diferenças significativas na qualidade da resposta neural

apenas para os registros obtidos nas freqüências de estimulação superiores a 150HZ. Estudos posteriores que investiguem as características da resposta neural em sujeitos portadores de NA/DA para freqüências de estimulação acima de 80Hz poderão contribuir para a análise da qualidade do registro da resposta neural à medida que a freqüência de estimulação é significativamente aumentada para valores superiores a 150Hz.

Quando os valores da curva de crescimento de amplitude da resposta neural foram analisados nas duas freqüências de estimulação testadas neste estudo (figura 30), de 35 e 80Hz, não foram encontradas diferenças significantes (p=0,106). Diante da possibilidade da curva de crescimento de amplitude estar relacionada ao número de fibras responsivas à estimulação elétrica, a utilização de uma menor freqüência de estimulação pareceu não influenciar no recrutamento de um número maior de fibras neurais capazes de responder ao estímulo elétrico.

No presente estudo, os benefícios para a percepção auditiva observados nas crianças portadoras de NA/DA e usuárias de IC, bem como a possibilidade do registro do ECAP demonstraram que a estimulação elétrica advinda do IC foi capaz de compensar a alteração da sincronia neural decorrente da NA/DA.

Uma criança do grupo experimental, entretanto, apresentou desenvolvimento das habilidades auditivas limitado após a implantação. A habilidade de detecção de sons pôde ser observada a partir dos limiares auditivos obtidos em campo livre dentro dos valores esperados em crianças usuárias de IC. Entretanto, não foi observada evolução das habilidades auditivas quanto à discriminação e ao reconhecimento dos sons da fala após um período de 17 meses de uso do IC. Essa ocorrência também foi constatada por MIYAMOTO et al. (1999) no estudo de caso de uma criança portadora de NA/DA associada à ataxia de *Friedrich*, e por RANCE

et al. (1999), ao descreverem os benefícios do IC em criança portadora de NA/DA com histórico de prematuridade e hiperbilirrubinemia.

A possibilidade de registro do ECAP nesse caso da presente pesquisa não determinou, portanto, desenvolvimento das habilidades auditivas semelhante àquele avaliado nas demais crianças participantes. Porém, não foi possível constatar se essa limitação ocorreu, necessariamente, devido à presença de comprometimentos localizados em outras estruturas do sistema auditivo, ou à possibilidade de um ritmo mais lento em relação ao desenvolvimento das habilidades auditivas. Possivelmente, a avaliação longitudinal desse caso, de maneira particular, seria capaz de responder a esse questionamento.

De maneira inversa, a ausência de respostas do ECAP não foi determinante para o desenvolvimento das habilidades auditivas em uma criança pertencente ao grupo experimental. Após um ano e dez meses de uso do IC, mesmo com a impossibilidade de registro do ECAP em todos os eletrodos avaliados, ela apresentou evolução das habilidades auditivas semelhante àquela verificada nos demais sujeitos de pesquisa. A ausência da resposta neural nesse sujeito poderia estar relacionada a um nível máximo de conforto de apresentação do estímulo insuficiente para desencadear o ECAP, ou ao fato de a combinação dos parâmetros de estimulação disponíveis na Telemetria de Respostas Neurais não ter sido efetiva para um registro mensurável da resposta neural, mesmo diante da manipulação de todos os parâmetros recomendados pela literatura existente.

Com exceção de apenas um sujeito avaliado nesta pesquisa, após a utilização do IC, as crianças portadoras de NA/DA avaliadas apresentaram desenvolvimento das habilidades auditivas semelhante àquele observado na população infantil usuária do mesmo dispositivo. Variáveis intrínsecas, inerentes ao processo fisiopatológico relacionado à NA/DA, pareceram não interferir no

desenvolvimento das habilidades auditivas dos sujeitos portadores de NA/DA após a utilização da estimulação elétrica. Para a programação do processador de fala, as crianças portadoras de NA/DA não necessitaram ajustes específicos relacionados aos parâmetros de programação utilizados.

A similaridade encontrada nesta pesquisa no que diz respeito à avaliação do desenvolvimento das habilidades auditivas e nas características do registro da resposta neural entre os sujeitos portadores de NA/DA e os portadores de DANS corrobora com os estudos de HOOD et al. (2003); MADDEN et al. (2002) e PETERSON et al. (2003), os quais também compararam os resultados obtidos após o IC entre crianças portadoras de NA/DA e crianças com DANS.

É importante destacar que os resultados do IC em sujeitos portadores de NA/DA apresentam-se intimamente relacionados à localização da alteração. Entretanto, ainda não é possível a determinação do local exato correspondente à lesão, no sentido de inferir os sujeitos portadores de NA/DA que poderão apresentar um benefício mais significativo com o IC. Os resultados encorajadores no que diz respeito ao desenvolvimento das habilidades auditivas no grupo de sujeitos portadores de NA/DA usuários de IC avaliados neste estudo indicam preservação da função neural. A alteração da sincronia neural presente nesses casos, possivelmente, esteve relacionada à alteração das CCI e/ou da sinapse dessas células com o nervo auditivo.

A realização de estudos por imagem no momento pré-cirúrgico representa um diferencial importante na indicação do IC. A identificação dos sujeitos com alterações no nervo auditivo, os quais, em função dos resultados audiológicos e eletrofisiológicos, estariam incluídos no grupo de sujeitos diagnosticados como portadores de NA/DA, provavelmente, reduziu de maneira efetiva a possibilidade de resultados limitados após a implantação nos sujeitos deste estudo.

A avaliação longitudinal dos sujeitos portadores de NA/DA e usuários de IC poderá inferir nuances específicas no processo de reabilitação desse grupo clínico de casos ao longo do tempo de uso do IC. Paralelo a isso, a utilização de um protocolo de testes que inclua a avaliação das habilidades auditivas na presença de ruído competitivo, bem como a avaliação das habilidades de linguagem e de produção de fala, poderá contribuir para a determinação de características clínicas específicas aos sujeitos portadores de NA/DA e usuários de IC.

A avaliação do processamento temporal não esteve presente na bateria de testes do presente estudo em função das dificuldades encontradas na aplicação do protocolo de testes na população infantil. Entretanto, a habilidade de processar as informações temporais presentes na fala também pode estar afetada em decorrência da redução na sincronia neural (RANCE et al., 2004; ZENG et al., 2005; MICHALEWSKI et al., 2005). A avaliação do processamento temporal em sujeitos portadores de NA/DA e usuários de IC contribuirá, em um futuro breve, para um detalhamento na análise dos benefícios da estimulação elétrica para essa população.

Diante dos resultados promissores no que diz respeito ao desenvolvimento das habilidades auditivas das crianças portadoras de NA/DA usuárias de IC avaliadas neste estudo, esse dispositivo deve ser considerado para o processo de habilitação e reabilitação em crianças portadoras de NA/DA que não apresentaram benefícios significativos com a amplificação convencional. Entretanto, a heterogeneidade pertinente a esse grupo clínico de casos indica que uma conduta clínica comum a todos os portadores de NA/DA ainda não pode ser definida e adotada. A avaliação criteriosa de cada caso de maneira específica deve ser realizada no momento anterior à indicação cirúrgica, no sentido de considerar os possíveis benefícios da estimulação elétrica frente às características de cada sujeito isoladamente.

A possibilidade de melhor definição do local da alteração correspondente à NA/DA, à medida que outros métodos diagnósticos sejam desenvolvidos e incorporados à prática clínica, bem como a experiência clínica com um maior número de sujeitos portadores dessa patologia usuários de IC certamente reduzirão os questionamentos decorrentes das variáveis existentes para a indicação desse dispositivo.

8. CONCLUSÕES

A partir da análise do desenvolvimento das habilidades auditivas e das características do registro do Potencial de Ação composto do Nervo Auditivo Evocado Eletricamente (ECAP) após o IC no grupo de crianças portadoras de Neuropatia Auditiva/Dessincronia Auditiva (NA/DA) e no grupo de crianças portadoras de deficiência auditiva neurossensorial (DANS) foi possível concluir que:

- O IC caracterizou-se como um efetivo recurso para o desenvolvimento das habilidades auditivas em 94% dos sujeitos portadores de NA/DA avaliados ao longo deste estudo;
- Não foram encontradas diferenças significativas no desenvolvimento das habilidades auditivas no grupo de crianças portadoras de NA/DA e no grupo de crianças portadoras de DANS;
- A idade na cirurgia não foi estatisticamente significante para o desenvolvimento das habilidades auditivas nos dois diferentes grupos. Entretanto, qualitativamente no grupo controle, quanto menor foi a idade na implantação, maior foi a possibilidade de desenvolvimento das habilidades auditivas;
- O tempo de uso do dispositivo não foi estatisticamente significante para o desenvolvimento das habilidades auditivas tanto no grupo experimental quanto no grupo controle. No entanto a análise qualitativa dos resultados demonstrou que quanto maior o tempo de uso do IC, mais elaboradas foram as habilidades auditivas encontradas tanto nos sujeitos portadores de NA/DA quanto nos sujeitos portadores de DANS;

- As características do registro do ECAP relacionadas ao limiar e amplitude da resposta neural, bem como a curva de crescimento de amplitude e a função de recuperação do nervo auditivo não apresentaram diferenças estatisticamente significantes entre os grupos controle e experimental. Uma tendência de menores valores de curva de crescimento de amplitude foi encontrada no grupo de crianças portadoras de NA/DA e usuárias de IC;
- A utilização da freqüência de estimulação reduzida de 35Hz não determinou modificações estatisticamente significantes nas características de limiar e amplitude da resposta neural e na curva de crescimento de amplitude no grupo de sujeitos portadores de NA/DA.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBAS, P. J.; BROWN, C. - Assessment of the status of the auditory nerve. In: COOPER, H. (ed.) **Cochlear implants**: a practical guide. London: Whurr, 1991.

ABBAS, P. J.; BROWN, C. J.; SHALLOP, J.K.; FIRSZT, J. B.; HUGHES, M. L.; HONG, S. H.; STALLER, S. J. - Summary of results using the Nucleus CI24M Implant to Record the Electrically Evoked Compound Action Potential. **Ear Hear**., 20 (1): 45-59, 1999.

ABDALLA,C.; SININGER,Y., STARR, A. – Distortion product otoacostic emission supression in subjects with auditory neuropathy. **Ear Hear**., 21: 542-553, 2001.

AMIN, S. B.; AHLFORS, C.; ORLANDO, M.S.; DALZELL, L.E.; MERLE, K.S.; BECK, P. – **An outline of Cued Speech**, 2002. Disponível em: <http// www.audiologyonline.com/audiology/newroot/articles/arc_disp.asp?catid=3&id=249>. Acesso em: 13 de junho de 2002.

ANDERSON, I.; WEICHBOLD, V.; D'HAESE, P. – Three year follow-up of children with open-set speech recognition who use the MED-EL cochlear implant system. **Cochlear Implant International**, 5(2): 45-57, 2004.

BERLIN, C. I.; HOOD, L. J.; HURLEY, A.; WEN, H. – Hearing aids: only for hearing-impaired patients with abnormal otoacoustic emissions. In: **Hair Cells and Hearing Aids.** Singular. San Diego, 1996.

BERLIN, C.I. – Auditory neuropathy: using OAEs and ABRs from screening to management. **Seminars in Hearing**, 20 (4): 307-315, 1999a.

BERLIN, C. I. **Managing patients with auditory neuropathy dys-synchrony**, 1999 b. Disponível em: <http://www.medschool.lsumc.edu/otor/dys.html>. Acesso em 12/03/2001.

BERLIN, C.; HOOD, L.; ROSE, K. – On renaming auditory neuropathy as auditory dys-synchrony. **Audiol Today**, 13 (6): 15-17, 2001.

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

BEVILACQUA, M. C.- Implante coclear multicanal: uma alternativa na habilitação de crianças surdas. Bauru, 1998 (Tese – Universidade de São Paulo)

BROWN, CJ; ABBAS, P. - Electrically evoked whole-nerve action potentials: Parametric data from the cat. **J Acoust Soc Am**, 88 (5): 2205-2210, 1990.

BROWN, C. J. et al. Electrically evoked whole-nerve action potentials in Ineraid cochlear implant users: responses to different stimulating electrode configurations and comparison to psychophysical responses. **J. Speech Hear. Res.**, 39 (3): 453-467, 1996.

BROWN, C. J.; ABBAS, P. J.; GANTZ, B. J. Preliminary experience with neural response telemetry in the nucleus CI24M cochlear implant. **Am. J. Otol.**, Philadelphia, 19 (3): 320-327, 1998.

BROWN, C.J.; HUGHES, M. L.; LUK, B.; ABBAS, P.J.; WOLAVER, A.; GERVAIS, J. – The relationship between EAP and EABR thresholds and levels used to program the Nucleus 24 speech processor: data from adults. **Ear Hear**, 21 (2): 151-163, 2000.

BROWN, C.J. Clinical uses of electrically evoked auditory nerve and brainstem responses. **Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg,** 11: 383-387, 2003a.

BROWN, C.J. The electrically evoked whole nerve action potential. In: CULLINGTON, H. E. - **Cochlear Implants Objective Measures**. Los Angeles: 96-129, 2003b.

BROWN, C. J. - Using electrically evoked auditory potentials in the clinical management of cochlear implant candidates and recipients. **Sem. Hear**., 3 (4): 389-401, 1996.

BUCHMAN, C. A.; ROUSH, P. A.; TEAGLE, H. F. B.; BROWN, C. J.; ZDANSKI, C. J.; GROSE, J. H. – Auditory neuropathy characteristics in children with cochlear nerve deficiency. **Ear and Hear**, 27 (4): 399-408, 2006.

BULLINGTON, F.B. – **"Hearing loss in newborns and infants: deafness vs auditory neuropaty...The earlier they can be differentiated, the better they can managed."**, 1999. Disponível em: <http://www.medschool.lsumc.edu/otor/iden.htm>**.** Acesso em 12/03/2001.

BUSS, E.; LABADIE, R.F.; BROWN, C.J.; GROSS, A.J.; GROSE, J.H.; PILLSBURY, H.C. Outcome of cochlear implantation in pediatric auditory neuropathy. **Otol. Neurotol**, 23 (3): 328-332 – 2002.

BUTINAR, D.; ZIDAR, J.; LEONARDIS, L.; POPOVIC, M.; KALAYDJIEVA, L.; ANGELICHEVA, D.; SININGER, Y.; KEATS, B.; STARR, A.- Hereditary auditory, vestibular, motor, and sensory neuropathy in a Slovenian Roma (gypsy) kindred. **Annal of Neurology** 46 (1): 36-44, 1999.

CALMES, M. N.; SALIBA, I.; WANNA, G.; COCHARD, N.; FILLAUX, J.; DEGUINE, O.; FRAYSSE, B. – Speech perception and speech inteligibility in children after cochlear implantation. **Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol**. 68: 347-351, 2004.

CHARASSE, B.; CHANAL, J. M.; BERGER-VACHON, C.; COLLET, L. Influence of stimulus frequency on NRT recordings. **Int. J. Audiol**., 43 (4): 236-244, 2004.

CHATTERJEE, M. – Temporal mechanisms underlying recovery from forward masking in multielectrode-implant listeners. **J. Acoust. Soc. Am**., 105 (3): 1853, 1863, 1999.

CLARK , G. Cochlear Implants: Fundamentals & Applications. East Melbourne: Modern Acoustics and Signal Processing, 2003.

CONE-WESSON, B; VOHR, B.R; SININGER, Y.S; WIDEN, J.E; FOLSOM, R.C; GORGA, M.P.; NORTON, S.J. - Identification of neonatal hearing impairment: infants with hearing loss. **Ear Hear**, Oct;21(5):488-507, 2000.

COLLET, L.; CHARASSE, B.; THAI-VAN, H. - Correlations between auditory nerve recovery functions and the offset between behavioural hearing thresholds and the Neural Response Telemetry thresholds. **Cochlear Collaborative Research Report**, 2004.

DESS, D.; DILLIER, N.; LAI, W. K. et al. – Normative findings of electrically evoked compound action potencial measurements using the neural response telemetry of the Nucleus CI24M cochlear implant system. **Audiol. Neurootol**., 10: 105-116, 2005.

DELGADO, E. M. C.; BEVILACQUA, M. C. – Lista de palavras com procedimento de avaliação da fala em deficientes auditivos. **Pro-Fono**, 11 (1): 59,64, 1999.

DELTENRE, P.; MANSBACH, A.L.; BOZET, C.; CLERCX, A.; HECOX, K. E.- Auditory neuropathy : a report on three cases with early onsets and major neonatal illnesses. **Electroencephalogr Clin Neurophysiol**, 104: 17-22, 1997

DELTENRE, P.; MANSBACH,L.; BOZET; CHISTIANENS; BARTHELEMY; PAULISSEN; RENGLET – Auditory neuropathy with preserved cochlear microphonics and secondary loss of otoacoustic emissions. **Audiology**, 38: 187-195, 1999.

DILLIER, N.; LAI W.K.; ALMQVIST, B.; FROHNE, C.; MÜLLER-DEILE. J.; STECKER, M.; VON WALLENBERG, E. - Measurement of the electrically evoked compound action potential via a neural response telemetry system. **Ann. Otol. Rhinol. Laryingol.**, St. Louis, v. 111: 407-414, 2002.

DOYLE, K.J; SININGER, Y.; STARR. A. – Auditory neuropathy in childhood. **Laryngoscope**, 108 (9): 1374-77, 1998.

DOWELL, R. C.; BLAMEY, P. J; CLARK, G. M. – Potential and limitations of cochlear implants in children. **Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl**., 166: 324-7, 1995.

ERBER, N. P. – Use of the auditory numbers test to evaluate speech perception abilities of hearing-impaired children. **J. Speech Hear**. Dis., 45: 527-32, 1980.

FERRARI, D. V.; COSTA, O. A.; BEVILACQUA, M. C.; SAMESHIMA, K. - A telemetria de respostas neurais no sistema de implante coclear multicanal Nucleus CI24M: revisão de literatura. **Rev. Soc. Bras**. **Otor**, 2004.

FISHMAN, K. E.; SHANNON, R. V.; SLATTERY, W. H. - Speech recognition as a function of the number of electrodes used in the SPEAK cochlear implant speech processor. **J. Speech Lang. Hear. Res.**, Rockville, 40.(5): 1201-1215, 1997.

FOERST, A.; BEUTNER, D.; LANG-ROTH, R.; HUTTENBRINK, K.; WEDEL, H.; WALGER, M. – Prevalence of auditory neuropathy/synaptopathy in a population of children with profound hearing loss. **Int. J. Ped. Otorhinolaryngol.,** 70 (8): 1415-22, 2006.

FRYAUF-BERTSCHY H.; TYLER, R.; KELSAY, D. – Cochlear implants use by prelingually deafened children: the influence of age at implantation and length of device use. **J Speech Hear Res,** 40: 183-99, 1997

FUJIKAWA, S.; STARR, A. - Vestibular neuropathy accompanying auditory and peripheral neuropathies**. Arch Otolaryngol Head Neck Surg.,** 126(12):1453, 2000.

GANTZ, B. J.; BROWN, C. J.; ABBAS, P. J. - Intraoperative measures of electrically evoked auditory nerve compound action potential. **Am. J. Otol.**, Philadelphia, v. 15, (2) :137-144, 1994

GEERS, A.; BRENNER, C.; DAVIDSON, L. – Factors associated with development of speech perception skills in children implanted by age five. **Ear and Hear**, 24: 24S – 35S, 2003.

GEERS, A. E. – Techniques os assessing auditory speech perception and lipreading enhancement in young deaf children. **Volta R**., 96: 85-96, 1994.

GORDON, K.A.; EBINGER, K.A.; GILDEN, J.E.; SHAPIRO,W.H. - Neural response telemetry in 12 ro 24 month old children. **Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl**, 189: 42-48, 2002.

GSTOETTNER, W. K.; HAMZAVI, J.; EGELIERLER, B.; BAUMGARTNER, W.D. – Speech perception perfomance in prelingually deaf children with cochlear implants. **Acta Otolaryngol**., 120 (2): 209-13, 2000.

HALL, R. D. - Estimation of surviving spiral ganglion cells in the deaf rat using the electrically evoked auditory brainstem response. **Hear. Res**., 45: 123-36, 1990.

HARRISON, R. V. – Models of auditory neuropathy based on inner cell damage. In: SININGER, Y.; STARR, A. - **Auditory neuropathy: a new perspective on hearing disorders.** San Diego, Singular: 51-66, 2001.

HASSANZADEH, S.; FARHADI, M.; DANESHI, A.; EMAMDJOMEH, H. – The effects of age on auditory speech perception development in cochlear-implanted prelingually deaf children. **Otolaryngol Head Neck Sur**, 126: 524-527, 2002.

HILDESHEIMER, M.; MUCHNIK, C.; RUBINSTEIN, M. – Problems in Interpretation os Brainstem-Evoked Response Audiometry Results. **Audiology**, 24: 374-379,1985.

HOLT, R. F.; SVIRSKY, M. A.; NEUBURGER, H.; MIYAMOTO, R. T. – Age at implantation and communicative outcome in pediatric cohlear implant users: Is younger always better? **International Congress Series**, 1273: 368-371, 2004.

HOOD, L. J. – Auditory neuropathy/auditory dys-synchrony: new insights. **Hearing Journal**, 55 (2): 10-20 – 2002.

HOOD, L. J. – Auditory Neuropathy: What is it and what can we do about it**?** **Hearing Journal** 51 (8): 10-18, 1998a.

HOOD, L. J. – A review of objective methods of evaluating auditory neural pathways. **Laryngoscope,** 109: 1745-48, 1999.

HOOD, L. J. – Supression of otoacoustic emissions in normal individuals and in patients with auditory disorders. In: **Otoacoustic Emissions Clinical Aplications**. Ed Thieme, 2ª ed: 325-346, 2000.

HOOD, L. J.; WILENSKY, D.; LI, L.; BERLIN, C. – The role of FM techonology in the management of patients with auditory neuropathy/auditory dys-synchrony. Achieving clear communication employing sound solution – **Proceedings of the first international FM Conference**: 107-111, 2003.

HUGHES, M. L.; BROWN, C. J.; ABBAS, P. J.; WOLAVER, A. A.; GERVAIS, J.P. Comparison of EAP threshold with map levels in the Nucleus 24 cochlear implant: data from children. **Ear Hear**, 21 (2): 164-174, 2000.

ILLG, A.; VON DER HAAR-HEISE, S.; GOLDRING, J. E.; LESINSKI_SCHIEDAT, A.; BATTMER, R. D.; LENARZ, T. – Speech perception results for children implanted with the CLARION cochlear implant at the Medical University of Hannover. **Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl**., 177: 93-8, 1999.

JUTRAS, B.; RUSSEL, L.J.; HURTEAN, A-M.; CHAPDELAINE, M. – Auditory Neruopathy in siblings with Waardenburg´s syndrome. **. Int. J. Otorhinolaryngol,** 67, 2003.

KAGA, M.; KON, K.; UNO, A.; HORIGUCHI, T.; YONEYAMA, H; INAGAKI, M. – Auditory perception in auditory neyropathy: clinical similarity with auditory verbal agnosia. **Brain & Development**, 24: 197-2002, 2002

KIEFER, J.; HOHL, S.; STURZEBECHER, E.; PFENNIGDORFF, T.; GSTOETTNER, W. Comparison of speech recognition with different speech coding relationship to telemetric measures of compound action potentials in the Nucleus CI 24M cochlear implant system. **Laryngoscope**, 109: 1755-1759, 1999.

KOCH, D.B. – Commercial cochlear implants. **Semn Hear**, 17: 317-26, 1996

KRAUS, N.; ÖZDAMAR, Ö.; STEIN, L.; REED, N. – Absent auditory brainstem response: peripheral hearing loss or brainstem dysfunction? **Laryngoscope**, 94: 400-406, 1984.

KRAUS, N; BRADLOW, A.R; CHEATHAM, M.A.; CUNNINGHAM, J; KING, C.D; KOCH, D.B; NICOL, T.G; MCGEE, T.J; STEIN, L.K; WRIGHT, B.A. – **Consequences of neural asynchrony: a case of auditory neuropathy**, 2000**.** Disponível em: <http://link.springerny.com/journals/jaro/contents/00/10004/ html> Acesso em 13/03/2001.

KRAUS, N. Auditory neuropathy: AN historical and current perspective. In: SININGER, Y.; STARR, A. - **Auditory neuropathy: a new perspective on hearing disorders.** San Diego, Singular: 1-14**,** 2001.

KUMAR, U. A.; JAYARAM, M.M. – Prevalence and audiological characteristics in individuals with auditory neuropathy/auditory dys-synchrony. **Int. J. Audiol.**, 46: 360-366, 2006.

LAI, W. **A NRT cookbook: guidelines for making NRT measurements**. Cochlear Corporation, 1999.

LAI, W.; DILLIER, N. A simple two-component model of the electrically evoked compound action potential in the human cochlea. **Audiol. Neuro-otol.**, 5:333-345, 2000.

LEE, J. S. M.; MCPHERSON, B.; YUEN, K. C. P.; WONG, L. L. N – Screening for auditory neuropathy in a school for hearing-impaired children. **Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.** 61: 39-46, 2001

LEE, K. Y.S.; VAN HASSELT, C. A. – Long-term outcome on spoken word recognition ability of young children with cochlear implants. **International Congress Series**, 1273: 300-303, 2004.

LENARZ, T. – Cochlear implants: selection criteria and shifting borders. **Acta Otorhinolaryngol Bel**., 52(3): 183-99, 1998.

LIN, F.R.; NIPARKO, J.K. – Measuring health-related quality of life after pediatric cochlear implantation: a systematic review. **Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol**., 70 (10): 1695-706, 2006.

LING, D. – **Speech and hearing impaired child: theory and practice**. Washington, 1997.

LOPEZ-DIAZ-DE-LEON, E.; SILVA-ROJAS, A.; YSUNZA, A.; AMAVISA, R.; RIVIERA, R. – Auditory Neuropathy in Friedreich Ataxia a reporto of two cases. . **Int. J. Otorhinolaryngol**, 67: 641-48, 2003.

LUNTZ, M.; SHPAK, T. – Correlation between subjective rate preference and objective neural response telemetry measures. **Cochlear Collaborative Research Report**, University of Melbourne: 30-31, 2004.

LUTMAN, M.E.; MASON, S.M.; SHEPPARD, S.; GIBBIN, K.P. – Differential diagnostic potential of otoacoustic emissions: a case study. **Audiology**, 28 (4): 205-10, 1989

MADDEN, C.; HILBERT, L.; RUTTER, M.; GREINWALD, J.; CHOO, D. – Pediatric cochlear implantation in auditory neuropathy. **Otol. Neurotol**, 23 (2):163-168, 2002.

MASON, J. C.; DE MICHELI, A.; STEVENS, C. ; RUTH, R, A. ; HASHISAKI, G. T. – Cochlear implantation in patients with auditory neuropathy of varied etiologies. **Laryngoscope**, 113(1): 45-49 – 2003.

MASON,S. - Eletrophysiologic and objective monitoring of cochlear implant during surgery: implementation, audit and outcomes. **Int. J. Audiol**., 43: S33-S38, 2004

MARTINHO, A.C.F. – **Achados audiológicos em crianças com hiperbilirrubinemia neonatal: um enfoque na neuropatia auditiva**. São Paulo 2002- (Dissertação de Mestrado- Pontifícia Universidade Católica de São Paulo).

MESQUITA NETO, O S.- **Aspectos clínicos no diagnóstico da neuropatia auditiva**. São Paulo 2001- (Dissertação de Mestrado- Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo).

MICHALEWSKI, H.J.; STARR, A.; NGUYEN, T. T.; KONG, Y.; ZENG, F. – Auditory temporal processes in normal-hearing individuals and in patients with auditory neuropathy. **Clin. Neurophysiol.**, 116: 669-680, 2005

MIKOLAJESWSKA, L.; NIEMCZYK, K.; PIERCHALA, K.; WOZNIAK, A.; KOCHANEK, K. Results of hearing perception after cochlear implantation with patient with auditory neropathy. **Otolaryngol Pol,** 59(4): 597-601, 2005.

MILDNER, V.; SINDIJA, B.; ZRINSKI, K. V. – Speech perception of children with cochlear implants and children with traditional hearing aids. **Clinical Linguistics & Phonetics**, 20 (2/3): 219-229, 2006.

MILLER, C.A.; ABBAS, P.J.; BROWN, C.J. An improved method of reducing stimulus artifact in the electrically evoked whole-nerve potential. **Ear Hear**, 21: 280-290, 2000.

MILLER, C.A.; ABBAS, P.J.; BROWN, C.J. Electrically evoked auditory brainstem response to stimulation of different sites in the cochlea. Hear Res., 66 (2): 130-142, 1993.

MIYAMOTO, R. T.; KIRK, K. I.; SVIRSKY, M. A.; SEHGAL, S. T. – Communication skills in pediatric cochlear implant recipients. **Acta Otolaryngol** (Stock), 119: 219-224, 1999.

MIYAMOTO, R.T.; KIRK, K.I.; RENSHAW, J.; HUSSAIN, D. – Cochlear implantation in auditory neuropathy. **Laryngoscope**, 109: 181-185 – 1999.

MONDAIN, M.; SILLON, M.; VIEU, A.; LANVIN, M.; REUILLARD-ARTIERES, F. ; TOBEY, E.; UZIEL, A. – Speech perception skills and speech production intelligibility in French children with prelingual deafness and cochlear implants. Arch Otolaryngol Head Neck Surg, 123 (2): 181-4, 1997.

MONDAIN, M.; SILLON, M.; VIEU, A.; LEVI, A. ; REUILLARD-ARTIERES, F. ; DEGUINE, O. ; FRAYSSE, B. ; COCHARD, N. ; TRUY, E. ; UZIEL, A. – Cochlear implantation in prelingually deafened children with residual hearing. **Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol**. 63: 91-97, 2002.

NEVSIMALOVA, S.; DLOUBA, O.; ROTH, B. – BAEPs in hereditary motor-sensory neuropathies. Involvement of central brain-stem parts of the auditory pathway. **Schweiz Arch Neurol Psychiatr**., 139(6):23-32, 1988.

NGO, R. Y.S.; TAN, H. K.K.; BALAKRISHNAN, A.; LIM, S. B.; LAZAROO, D. T. – Auditory neuropathy/auditory dys-synchrony detected by universal newborn hearing screening. . **Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol**., 70(7):1299-306, 2006.

NICASTRO, F., S. – **Neuropatia Auditiva: estudo clínico em seis crianças**. São Paulo 2003- (Dissertação de Mestrado- Pontifícia Universidade Católica de São Paulo).

NIKOLOPOULOS, T. P.; ARCHBOLD, S. M.; O' DONOGHUE, G. M. – The development of auditory perception in children following cochlear implantation. **Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol**. 49: S189-S191, 1999.

NIPARKO, J. K.; KIRK, K. I.; MELLON, N. K.; ROBBINS, A. .M.; TUCCI, D. L.; WILSON, B. S. – **Cochlear implants, principles & practices**. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelfia 2000, 396p.

O' DONOGHUE, G. M.; NIKOLOPOULOS, T. P.; ARCHBOLD, S. M. – Determinants of speech perception in children after cochlear implantation. **The Lancet**, 356: 466-468, 2000.

OH, S.; KIM, C.; KANG, E. J.; LEE, D. S.; LEE, H. J.; CHANG, S.; AHN, S.; HWANG, C. H.; PARK, H. J.; KOO, J. W. – Speech perception after cochlear implantation over a 4-year time period. **Acta Otolaryngol**, 123: 148-153, 2003.

OSBERGER, M. J.; KOCH, D. W. Cochlear implants. In: SANDLIN, R. (ed). Textbook of hearing aid amplification. San Diego: Singular, 2000.

PETERSON, A.; SHALLOP, J.; DRISCOLL, C.; BRENEMAN, A.; BABB, J.; STOECKEL, R.; FABRY, L – Outcomes of cochlear implantation in children with auditory neuropathy. **J. Am. Acad. Audio**l., 14 (4): 188-201, 2003.

RAGLAN, E.; PRASHER, D.K., TRINDER, E.; RUDGE, P. – Auditory function in Hereditary Motor and Sensory Neuropathy (Charcot-Marie-Tooth Disease**). Acta Otolaryngology**, 103: 50-55, 1987.

RANCE, G.; BEER, D.E.; CONE-WESSON, B.; SHEPHERD, R.K.; DOWELL, R.C.; KING, A.M.; RICKARDS, F.W.; CLARK, G. – Clinical finfings for a group of infants and young chlidren with auditory neuropathy. **Ear Hear**, 20 (3): 238-257, 1999.

RANCE, G.; MCKAY, C.; GRAYDEN, D. – Perceptual characterization of children with auditory neuropathy. **Ear and Hear**, 25(1): 34-46, 2004.

RAPIN, I.; GRAVEL, J. – Auditory Neuropathy: physiologic and pathologic evidence calls for more diagnostic specifity. **Int. J. Otorhinolaryngol**, 67: 707-28, 2003.

RIBEIRO, C.L. – **Estudo clínico da neuropatia auditiva de caráter familiar**. São Paulo 2002- (Dissertação de Mestrado- Pontifícia Universidade Católica de São Paulo).

ROUILLON, I.; MARCOLLA, A.; ROUX, I.; MARLIN, S.; FELDMAN, D.; COUDERC, R.; JONARD, L.; PETIT, C.; DENOYELLE, F.; GARABEDIAN, E. N.; LOUNDON, N. – Results of cochlear implantation in two children with mutations in the OTOF gene. **Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol**, 70: 689-696, 2006.

SATYA-MURTI, S.; CACACE, A.T.; HANSON, A. - Abnormal auditory evoked potentials in hereditary motor-sensory neuropathy. **Annals of Neurology** 5 (5): 445-456, 1979.

SEIFERT, E.; HARTMANN, S.;WEBER, P. Otoacoustic emissions as indicators of neurologically based hearing loss in childhood. **Neuropediatrics** , 28: 289-291,1997.

SHALLOP, J.K.; PETERSON, A.; FACER, G.; FABRY, L.; DRISCOLL, C.L. – Cochlear implants in five cases of auditory neuropathy: postoperative findings and progress. **Laryngoscope**, 11 (4): 555-562, 2001.

SHALLOP, J.K.; JIN, S.H.; DRISCOLL, C.L.; TIBESAR, R.J. Characteristics of electrically evoked potentials in patients with auditory neuropathy/auditory dys-synchrony. **Int J Audiol**, 43 Suppl 1: S22-S27, 2005.

SHALLOP, J. K.; FACER, G.; PETERSON, A. Neural response telemetry with the Nucleus CI24M cochlear implant. **Laryngoscope**, 109 (11): 1755-1759, 1999.

SHANNON, R. Phychophysics. In: **Cochlear Implants – Audiological Foudations**, INC. 3ª ED. APRIL, 1998. London, .359-389 .

SHEPHERD, R.K.; ROBERTS, L.A.; PAOLINI, A.G. Long-term sensorineural hearing loss induces functional changes in the rat auditory nerve. **Eur J Neuros**, 20:. 3131-3140, 2004.

SHEYKHOLESLAMI, K.; KAGA, K.; KAGA, M. – An isolated and sporadic auditory neuropathy (auditory nerve disease): report of five patients. **J. Laryngol. Otol.**, 115: 530-534, 2001.

SININGER, Y.S; HOOD, L.J.; STARR, A.; BERLIN, C.I.; PICTON, T.W. – Hearing loss due to auditory neuropathy. **Audiology Today**, 7: 10-13, 1995.

SININGER, Y.S; STARR A. - **Auditory neuropathy: a new perspective on hearing disorders.** San Diego: Singular - 2001.

SININGER, Y.S; TRAUTWEIN, P. – Electrical stimulation of the auditory nerve via cochlear implants in patients with auditory neuropathy. **Ann Otol Rhinol Laringol suppl**, 189: 29-31, 2002

SMOORENBURG, G. F.; WILLEBOER, C.; VAN DIJK, J. E. – Speech perception in Nucleus CI24M cochlear implant users with processor settings based on electrically evoked compound action potencial thresholds. **Audiol Neurootol**, 7 (6): 335-347, 2002.

SPENCER, P. E. – Individual differences in language performance after cochlear implantation at one to three years of age: child, family and linguistic factors. **Journal of deaf studies and deaf education**, 9 (4): 395-412, 2004.

SPINELLI, M.; BREUEL, M.L.F.; SILVA, C.M.S. – Neuropatia Auditiva: aspectos clínicos, diagnósticos e terapêuticos. **Rev. Bras. Otorrinolaringol.**, 67(6): 2001.

STARR, A.; PICTON, T. W.; SININGER, Y.; HOOD, L.J.;BERLIN, C.I.- Auditory neuropathy. **Brain**, 119: 741-753, 1996.

STARR, A – The neurology of auditory neuropathy. In: SININGER, Y.; STARR, A. - **Auditory neuropathy: a new perspective on hearing disorders.** San Diego, Singular: 37-50, 2001 a.

STARR, A.; SININGER, Y.; PRATT, H. – The varieties of auditory neuropathy. **J. Bas. Clin. Physiol. Pharmacol.**, 11 (3): 215-227, 2001 b.

SVIRSKY, M. A.; TEOH, H.; NEUBURGE, H. – Development of language and speech perception in congenitally, profoundly deaf children as a function of age at implantation, **Audiol. Neurootol**, 9: 224-233, 2004.

TANAMATI, L. F. **Telemetria de respostas neurais: avaliação do potencial de ação composto do nervo auditivo em crianças**. São Paulo, 2007. (Dissertação de Mestrado - Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo)

TANG, T. P. Y.; MCPHERSON, B.; YUEN, K. C. P.; WONG, L. L. N.; LEE, J. S.M. – Auditory neuropathy/auditory dys-synchrony in school children with hearing loss: frequency of occurrence. **Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol,** 68: 175-183, 2004**.**

TAPIA, M.C. – Neuropatía Auditiva Infantil. **Revista electronica de Audiolígia**, 1(1): 3-5, 2001.

THAI VAN, H.; CHANAL, J.M.; COUDERT, C.; VEUILLET, E.; TRUY, E.; COLLET, L. – Relationship between NRT measurement and behavioral levels in children with Nucleus 24 cochlear implant may change over time: preliminary report. **Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol**, 58: 153-162, 2001

TOMBLIN, J. B.; SPENCER, L.; FLOCK, S.; TYLER, R.; GANTZ, B. – A comparison of language achievement in children with cochlear implants and children using hearing aids. **J. Speech Lang. Hear Res**., 42: 497-509, 1999

TRAUTWEIN, P. G.; SININGER, Y.S.; NELSON, R. – Cochlear implantation in auditory neuropathy. **J. Am. Acad. Audiology**, 11: 309-315, 2000.

TYLER, R. S.; FRYAUF-BERTSCHY, H.; KELSAY, D. M. R.; GANTZ, B.J.; WOODWORTH, G. P.; PARKINSON, A. – Speech perception by prelingually deaf children using cochlear implants. **Otolaryngol Head Neck Surg**, 117: 180-7, 1997.

VARGA, R.; KELLEY, P.M; KEATS, B.J.; STARR, A.; LEAL, S.M; COHN E.; KIMBERLING, W.J. – Non-syndromic recessive auditory neuropathy in the result of mutations in the otoferlin (OTOF). **Gene I. Med Genet**, 40:45-50,2003.

VERMEIRE, K.; BROKX, J. P. L.; VAN DE HEYNING, P.H.; COCHET, E.; CARPENTIER, H. – Bilateral cochlear implantation in children. **Int. J. Otorhinolaryngol, 67: 67-70, 2003.**

WALTZMAN, S.; COHEN, N. – Cochlear implantation in children younger than 2 years old. **Am J Otol**, 19: 158-62, 1998.

WALTZMAN, S. B.; COHEN, N. L.; GREEN, J.; ROLAND, J. T. – Long-term effects of cochlear implants in children. **Otolaryngol Head Neck Surg**, 126: 505-11, 2002a.

WALTZMAN, S.; ROLAND, T.; COHEN, N. – Delayed implantation of congenitally deaf children and adults. **Otol Neurotol**, 23(3):333-40, 2002b.

WANG, Q.; GU, R.; HAN, D; YAUG, W. – Family auditory neuropathy. **Laryngoscope**, 113 (9): 1623-29, 2003.

WEINSTOCK, J.; TEAGLE, H.; BUCHMAN, C.; ZDANSKI, C. – Intracochlear ECAP testing in children with auditory neuropathy. **Annals of 11th International Conference on Cochlear Implants in Children**: 137, 2007

WOUTERS, J. GEUTRS, L.; PEETERS, S.; VANDEN BERG, J.; VAN WIERINGEN, A.- Developments in speech processing for cochlear implants. **Acta Otorhinolaryngol Belg**, 54: 129-32, 1998.

ZDANSKI, C. J.; BUCHMAN, C. A.; ROUSH, P. A.; TEAGLE, H. F. B.; BROWN, C. – Assessment and rehabilitation of children with auditory neuropathy. **International Congress Series,** 1273: 265-268, 2004.

ZENG, F.G.; OBA, S.; SMITA, G.; SININGER, Y.; STARR, A. – Temporal and speech processing deficits in auditory neuropathy. NeuroReport, 10 (16): 3429-35, 1999.

ZENG, F.G. – Auditory Neuropathy: Why some hearing-impaired listeners can hear but do not understand and how can DSP technology help then? 2000

ZENG, F.G.; OBA, S.; STARR, A. – Suprathreshold processing due to desynchronous neural activities in auditory neuropathy. 2001

ZENG, F. G.; OBA, S.;GARDE, S.; SININGER, Y.; STARR, A . – Psychoacoustics and speech perception in auditory neuropathy. In SININGER, Y.; STARR, A. - **Auditory Neuropathy: A new perspective on hearing disorders**. San Diego: Singular: 141-164, 2001

ZENG, F.G.; KONG, Y.Y.; MICHALEWSKI, H.J.; STARR, A. – Perceptual consequences of disrupted auditory nerve activity. **J. Neurophysiol**., 93: 3050-63, 2005.

ZENG, F. G.; LIU S. – Speech perception in individuals with auditory neuropathy. **J Speech Lang Hear Res**., 49(2):367-80, 2006.

ANEXOS

Anexo A

Aprovação Comitê de Ética em Pesquisa HRAC-USP

HOSPITAL DE REABILITAÇÃO DE ANOMALIAS CRANIOFACIAIS
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Unidade de Ensino e Pesquisa

Ofício nº 316/2005-UEP-CEP

Bauru, 01 de dezembro de 2005.

Prezado(a) Senhor(a)

O projeto de pesquisa encaminhado a este Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos, denominado "***Neuropatia auditiva/dessincronia auditiva e implante coclear: estudo de casos clínicos***", de autoria de **ANA CLAUDIA DE FREITAS MARTINHO** desenvolvido sob sua co-orientação, foi enviado ao relator para avaliação.

O parecer do relator, **aprovando o projeto**, foi aceito pelo Comitê, considerando que não existem infrações éticas pendentes para início da pesquisa. Solicitamos a V.Sª a gentileza de comunicar o parecer à pesquisadora.

A pesquisadora fica responsável pela entrega na Unidade de Ensino e Pesquisa dos relatórios semestrais, bem como comunicar ao CEP todas as alterações que possam ocorrer no projeto.

Informamos que após o recebimento do trabalho concluído, este Comitê enviará o parecer final para publicação.

Atenciosamente

PROF. DR. ROBERTO LOUREIRO MARINGONI
Coordenador do Comitê de Ética em Pesquisa do HRAC-USP

Ilma. Sra.
Dra. Maria Cecília Bevilacqua
CPA – HRAC/USP

Rua Silvio Marchione, 3-20 Bauru SP Brasil
Caixa Postal 1501 CEP 17.012-900
Tel. 55 14 3235 8421 Fax: 55 14 3234 7818
E-mail: anag@usp.br

Anexo B

CARTA DE INFORMAÇÃO AO SUJEITO DA PESQUISA

O implante coclear caracteriza-se como um dispositivo eletrônico, inserido cirurgicamente no ouvido interno com o objetivo de estimular diretamente as fibras remanescentes do nervo auditivo, possibilitando ao usuário a sensação de audição. Este dispositivo está indicado para os sujeitos portadores de deficiência auditiva neurossensorial de grau severo/profundo e/ou profundo que não obtiveram benefícios para a percepção dos sons da fala com o uso do aparelho de amplificação sonora convencional. Nos casos de Neuropatia Auditiva/Dessincronia Auditiva, a utilização do implante coclear pode ser capaz de melhorar a sincronia neural e contribuir para a percepção de fala desses indivíduos.

Assim sendo, esta pesquisa tem como objetivo avaliar o desempenho auditivo de indivíduos portadores de Neuropatia Auditiva/Dessincronia Auditiva e usuários do dispositivo de Implante Coclear.

Os procedimentos realizados ao longo da pesquisa relacionam-se a bateria de testes utilizados no acompanhamento pós-cirúrgico para mapeamento e balanceamento dos eletrodos do Implante Coclear, entre eles: telemetria de respostas neurais, pesquisa dos limiares psicofísicos para a estimulação elétrica e testes de percepção de fala.

Todas as avaliações a serem realizadas correspondem a procedimentos simples, não invasivos, onde não é esperado qualquer dor, desconforto ou risco aos sujeitos que a elas se submetem.

Os resultados encontrados neste estudo poderão contribuir para o melhor conhecimento do processo de reabilitação de sujeitos portadores de Neuropatia Auditiva/Dessincronia Auditiva.

O paciente ou responsável poderá obter esclarecimentos a qualquer pergunta ou esclarecimento acerca dos procedimentos, riscos, benefícios e outros assuntos relacionados à pesquisa.

O acesso aos resultados será livre, havendo a liberdade de retirar seu consentimento a qualquer momento, sem qualquer prejuízo à continuidade do tratamento na Instituição.

Os dados obtidos durante a pesquisa serão sigilosos, sendo os mesmos utilizados apenas para fins científicos, publicados e divulgados em congressos e/ou revistas científicas. A identidade do sujeito será preservada, mantendo-se todas as informações em caráter confidencial.

Caso o sujeito de pesquisa queira apresentar reclamações em relação a sua participação na pesquisa, poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos, do HRAC-USP, pelo endereço: Rua Silvio Marchione, 3-20, na Unidade de Ensino e Pesquisa ou pelo telefone (14) 3235-8421.

INFORMAÇÕES DE NOMES, ENDEREÇOS E TELEFONES DOS RESPONSÁVEIS PELO ACOMPANHAMENTO DA PESQUISA, PARA CONTATO EM CASO DE INTERCORRENCIAS CLÍNICAS E REAÇÕES ADVERSAS.

Nome do Pesquisador Responsável: Ana Claudia de Freita Martinho
Endereço: Cardoso de Almeida 457/31
São Paulo – SP CEP 05013-000
Telefone: 11 3666-5262

CONSENTIMENTO PÒS-ESCLARECIDO

Declaro que, após convenientemente esclarecido pelo pesquisador e ter entendido o que me foi explicado, consinto em participar do presente Protocolo de Pesquisa.

Bauru, _____ de _____ de 2005.

_____ _____
assinatura do sujeito ou responsável legal assinatura do pesquisador

Anexo C

HOSPITAL DE REABILITAÇÃO DE ANOMALIAS CRANIOFACIAIS
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Unidade de Ensino e Pesquisa

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Pelo presente instrumento que atende às exigências legais, o Sr (a) _____, responsável pelo paciente_____, após a leitura minuciosa da **CARTA DE INFORMAÇÃO AO SUJEITO DE PESQUISA**, devidamente explicada pelos profissionais em seus mínimos detalhes, ciente dos serviços e procedimentos aos quais será submetido, não restando quaisquer dúvidas a respeito do lido e explicado, firma seu **CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO** concordando em participar da pesquisa: **"NEUROPATIA AUDITIVA/DESSINCRONIA AUDITIVA E IMPLANTE COCLEAR: ESTUDO DE CASOS CLÍNICOS"** , realizada por Ana Claudia de Freitas Martinho, CRFa 9584, sob a orientação do Prof Dr Koichi Sameshima, CRM 53058.

Fica claro que o sujeito da pesquisa ou seu representante legal, pode a qualquer momento retirar seu **CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO** e deixar de participar desta pesquisa e ciente de que todas as informações prestadas tornaram-se confidenciais e guardadas por força de sigilo profissional (Art. 29 do Código de Ética do Fonoaudiólogo).

Por estarem de acordo assinam o presente termo.

Bauru – SP, _____ de _____ de 200__.

_____ _____
Assinatura do Sujeito da Pesquisa ou Responsável Assinatura do Pesquisador Responsável

Nome do Pesquisador Responsável: Ana Claudia de Freitas Martinho
Endereço do Pesquisador Responsável: Cardoso de Almeida 457/31
Cidade: São Paulo Estado: SP CEP 05013-000
Endereço Institucional: Conselheiro Brotero, 1486
Cidade: São Paulo Estado: SP CEP 01232-010
Telefone: 11 3281-5300 Ramal 5735

Anexo D

Anotação dos resultados do procedimento de avaliação de percepção de fala em crianças deficientes auditivas profundas a partir de cinco anos de idade (adaptação do GASP)

Nome: **Idade:**

Avaliador: **Dispositivo:** **Tempo de uso:**
Data de aplicação:

1ª PROVA- DETECÇÃO DOS SONS DE LING

s	a	M	Ş	m	I	m	u	u	a	m	Ş	a	s	a	s	i	s	u	Ş	u	i	m	i	s	u	i	Ş	Ş	a

Escore:
/a/:
/i/:
/u/:
/s/:
/Ş/:
/m/:

2ª PROVA- DISCRIMINAÇÃO DE VOZ MASCULINA X FEMININA

	MASCULINA	FEMININA
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

Escore:		

3ª PROVA- DISCRIMINAÇÃO VOCÁLICA

U	**i**	**i**	**u**	**I**	**a**	**u**	**a**	**i**	**u**	**i**	**a**	**u**	**a**	**a**

ESCORE:
/a/:
/i/:
/u/:

4ª PROVA- DISCRIMINAÇÃO DA EXTENSÃO DAS VOGAIS

	/aaaa/	/a/
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
Escore:		

5ª PROVA- RECONHECIMENTO DE PALAVRAS

											G	B
									C	T	E	I
									A	E	L	C
							S	M	C	L	A	I
							A	E	H	E	D	C
			F	G	B	C	P	N	O	F	E	L
		M	L	A	O	A	A	I	R	O	I	E
	P	Ã	O	T	L	S	T	N	R	N	R	T
RESPOSTA	É	O	R	O	A	A	O	O	O	E	A	A
PÉ												
MÃO												
FLOR												
GATO												
BOLA												
CASA												
SAPATO												
MENINO												
CACHORRO												
TELEFONE												
GELADEIRA												
BICICLETA												

RECONHECIMENTO:

CATEGORIZAÇÃO:

6ª PROVA-COMPREENSÃO DE SENTENÇAS

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

LEGENDA

Apoio visual: ⬭
Pausa: - - - - -
Ênfase: -------
Gestos: ▭

	NÚMERO DE APRESENTAÇÕES (PISTA UTILIZADA)	COMPREENDEU AUDITIVAMENTE
1 - Qual é o seu nome?		
2 - Quantos anos você tem?		
3 - Qual a cor do seu sapato?		
4 - Onde você mora?		
5 - Com quem você mora?		
6 - Qual o nome do seu irmão?		
7 - Onde está o seu aparelho auditivo?		
8 - Onde está a mamãe?		
9 - Você está na escola?		
10 - Vamos contar de 1 a 5?		

Escore:		

Anexo E

Anotação dos resultados da lista de palavras como procedimento de avaliação da percepção dos sons da fala para crianças deficientes auditivas

Nome: **DN:____/____/____**

IC: **Processador:**

Programa: **Volume:** **Sensibilidade:**

Data: ____/____/____

TREINO:

PALAVRAS		FONEMAS				PALAVRAS		FONEMAS			
Para						Nome					
Mesa						Curto					
Fecha						Casa					
Lixo						Livro					
Bola						Luva					
Total de fonemas:			***acertos,***		***%***	***Total de palavras:***			***acertos,***		***%***

AVALIAÇÃO

PALAVRAS		FONEMAS				PALAVRAS		FONEMAS			
Café						Gato					
Dedo						Nenê					
Quero						Vela					
Limão						Bicho					
Rosa						Toma					
Fogo						Bolo					
Chuva						Suco					
Maçã						Carro					
Pilha						Minha					
Pula						Nuvem					
Total de fonemas:			***acertos,***		***%***	***Total de palavras:***			***acertos,***		***%***

Anexo F

PROTOCOLO DE INVESTIGAÇÃO

Nome:
Data de Nascimento:
Idade no Diagnóstico:
Etiologia da NA:
História da DA na família:
Suspeita de Na hereditária:
Indicadores de perdas auditivas na infância:
Dados Audiológicos e Eletrofisiológicos
EOAET OD: OE:
EOADP OD: OE:
PEATE OD: OE:
MC OD: OE:

Adaptação de AASI:
Percepção de Fala com AASI:
Data da Cirurgia: Idade na Cirurgia:
Data da Ativação:
Tempo de uso do IC:
Modelo do IC:
Processador de Fala:
Estratégia de Codificação: Velocidade: Máximas:
Numero de canais ativos: Modo de Estimulação:
NRT intra-operatório:
Impedancia dos eletrodos:

TELEMETRIA DE RESPOSTAS NEURAIS

	Limiar 35Hz	Limiar 80Hz	Ganho	Delay	LAPL	Recovery
E20						
E15						
E10						
E5						

PERCEPÇÃO DE FALA

Gasp Detecção dos Sons do Ling:
Discriminação Vocálica:
Reconhecimento de Palavras:
Categorização:

DELGADO

Reconhecimento de fonemas
Reconhecimento de palavras

Outros testes:
Categoria de Audição:

Anexo G

Estatísticas descritivas para a idade na cirurgia e tempo de uso do IC segundo as habilidades auditivas no grupo experimental.

	Percepção	N	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
Idade na cirurgia	Conjunto aberto	6	47,5	17,28	20	55	61
	Conjunto fechado	11	41,64	19,01	22	37	83
	Detecção	1	62	0	62	62	62
Tempo de Uso	Conjunto aberto	6	25,17	10,32	10	25	41
	Conjunto fechado	11	19,36	6,99	10	20	30
	Detecção	1	17	0	17	17	17

Anexo H

Estatísticas descritivas para a idade na cirurgia e tempo de uso do IC segundo as habilidades auditivas no grupo controle

	Percepção	N	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
Idade na cirurgia	Conjunto aberto	5	33	15,64	16	37	54
	Conjunto fechado	12	51,0	21,0	26	45,5	96
Tempo de uso	Conjunto aberto	2	23	6,67	13	24	31
	Conjunto fechado	12	18,7	9,7	8	16	40

Anexo I

Estatísticas descritivas dos limiares auditivos (dB) dos grupos controle e experimental nas freqüências de 0,5, 1, 2 e 4 kHz.

Grupo	Freqüência (kHz)	N	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
Experimental	0,5	18	31,1	2,1	30	30	35
	1	18	31,9	5,7	25	30	45
	2	18	30,3	2,7	25	30	35
	4	18	32,2	3,9	30	30	45
Controle	0,5	17	33,8	3,3	30	35	40
	1	17	34,4	3,5	30	35	45
	2	17	32,9	3,1	30	35	40
	4	17	34,1	4,4	30	35	45

Anexo J

Estatísticas descritivas do limiar de detecção de fala (dB) nos grupos experimental e controle.

Grupo	N	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
Experimental	18	28,1	3,9	20	30	35
Controle	17	31,5	2,3	30	30	35

Anexo K

Estatísticas descritivas do limiar visual da resposta neural nos eletrodos 20, 15, 10 e 5 no grupo experimental para a freqüência de estimulação de 80Hz.

Eletrodo	N	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
20	15	181,73	9,54	168	181	204
15	15	190	9,94	178	191	215
10	16	197	9,93	182	194	211
5	17	192,71	11,63	175	192	220

Anexo L

Estatísticas descritivas do limiar visual da resposta neural nos eletrodos 20, 15, 10 e 5 no grupo controle.

Eletrodo	N	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
20	15	184,33	10,57	171	185	212
15	16	189,38	6,64	180	187,5	200
10	16	194,06	7,45	182	193	208
5	16	185,81	9,67	168	186,5	204

Anexo M

Estatísticas descritivas do limiar extrapolado (p-NRT) nos eletrodos 20, 15, 10 e 5 do grupo experimental para a freqüência de estimulação de 80Hz.

Eletrodo	N	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
20	15	175,21	8,51	163,16	176,19	198,34
15	15	185,49	9,28	173,64	186,73	208,9
10	16	193,37	8,72	181,15	190,34	206,5
5	16	185,3	9,16	172,05	183,85	204,44

Anexo N

Estatísticas descritivas do limiar extrapolado (p-NRT) nos eletrodos 20, 15, 10 e 5 do grupo controle.

Eletrodo	N	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
20	15	181,3	10,64	168,3	179,31	211,27
15	16	185,39	6,41	175,81	183,85	196,21
10	16	189,56	5,6	180,67	189,1	197,86
5	16	182,02	9,29	165,74	182,62	196,2

Anexo O

Estatísticas descritivas da amplitude da resposta neural obtida nos eletrodos 20, 15, 10 e 5 nos grupos experimental e controle para a freqüência de estimulação de 80Hz.

Grupo	Eletrodo	N	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
Experimental	20	15	50,52	17,47	28,5	48,4	103,1
	15	15	50,97	13,73	29,3	49,7	81,7
	10	16	48,72	16,55	31	45,75	94,2
	5	17	46,79	16,37	27,7	44,3	101,3
Controle	20	15	54,67	18,64	24,1	48,4	95
	15	16	61,7	52,7	20,2	46,8	244,4
	10	16	62,9	41,9	22,3	49,2	178,8
	5	16	51,19	20,36	25,1	46,45	96,1

Anexo P

Estatísticas descritivas para o *Slope* nos eletrodos 20, 15, 10 e 5 nos grupos experimental e controle.

Grupo	Eletrodo	N	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
Experimental	20	15	9,20	3,74	3,92	8,56	16,71
	15	15	12,04	4,40	5,83	11,01	22,75
	10	16	12,86	4,39	6,52	13,83	20,32
	5	16	9,4	4,44	2,85	8,78	16,32
Controle	20	15	18,91	10,71	8,19	15,06	45,38
	15	16	17,23	10,3	6,57	13,73	44,88
	10	16	15,77	9,17	4,74	13,12	34,13
	5	16	14,96	6,54	6,2	13,34	26,46

Anexo Q

Tempo de recuperação do nervo auditivo (*recovery*) nos grupos experimental e controle.

Grupo	Eletrodo	500	750	1000	2000	3000	4000	Total
Experimental	20	1	3	3	7	0	0	14
		7%	21,5%	21,5%	50%			100%
	15	1	0	7	5	1	1	15
		7%	0%	46%	33%	7%	7%	100%
	10	0	0	8	4	3	1	16
		0%	0%	50%	25%	19%	6%	100%
	5	1	0	7	6	3	0	17
		6%	0%	41%	35%	18%	0%	100%
Controle	20	0	1	4	9	1	0	15
		0%	7%	26%	60%	7%	0%	100%
	15	0	0	3	10	2	1	16
		0%	0%	19%	63%	13%	6%	100%
	10	1	0	3	8	3	1	16
		6%	0%	19%	50%	19%	6%	100%
	5	0	0	3	9	1	3	16
		0%	0%	19%	56%	6%	19%	100%

Anexo R

Estatísticas descritivas para o Limiar visual nos eletrodos 20, 15, 10 e 5 no grupo experimental para as freqüências de estimulação de 35 e 80Hz.

Freqüência	Eletrodo	N	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
35Hz	20	11	178,9	10,1	168	178	204
	15	15	190,4	10,9	176	191	218
	10	15	197,0	11,6	182	194	217
	5	16	191,2	10,0	175	192	209
80Hz	20	15	181,73	9,54	168	181	204
	15	15	190	9,94	178	191	215
	10	16	197	9,93	182	194	211
	5	17	192,71	11,63	175	192	220

Anexo S

Estatísticas descritivas do limiar extrapolado (p-NRT) nos eletrodos 20, 15, 10 e 5 do grupo experimental para as freqüências de estimulação de 35 e 80Hz

Freqüência	Eletrodo	N	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
35Hz	20	11	174,53	10,06	162,3	172,69	199,03
	15	15	185,84	9,95	172,52	186,9	210,62
	10	15	193,26	9,57	179,37	191,95	209,77
	5	16	186,37	10,12	172,2	185,96	206,88
80Hz	20	15	175,21	8,51	163,16	176,19	198,34
	15	15	185,49	9,28	173,64	186,73	208,9
	10	16	193,37	8,72	181,15	190,34	206,5
	5	16	185,3	9,16	172,05	183,85	204,44

Anexo T

Estatísticas descritivas da amplitude da resposta neural obtida nos eletrodos 20, 15, 10 e 5 do grupo experimental para as freqüências de estimulação de 35 e 80Hz.

Freqüência	Eletrodo	N	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
35Hz	20	11	43,79	11,29	27,7	45,7	62,3
	15	15	58,75	23,12	24,5	51,7	128,0
	10	15	50,3	22,24	21,8	43,1	95,9
	5	16	44,71	11,99	28,7	43,4	69,0
80Hz	20	15	50,52	17,47	28,5	48,4	103,1
	15	15	50,97	13,73	29,3	49,7	81,7
	10	16	48,72	16,55	31	45,75	94,2
	5	17	46,79	16,37	27,7	44,3	101,3

Anexo U

Estatísticas descritivas para o *Slope* nos eletrodos 20, 15, 10 e 5 no grupo experimental para as freqüências de estimulação de 35 e 80Hz.

Freqüência	Eletrodo	N	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
35Hz	20	11	10,43	3,53	6,32	9,56	18,67
	15	15	13,72	5,46	5,79	12,3	24,49
	10	15	13,38	4,89	6,18	13,35	22,68
	5	16	10,25	5,01	2,99	8,44	19,7
80Hz	20	15	9,20	3,74	3,92	8,56	16,71
	15	15	12,04	4,40	5,83	11,01	22,75
	10	16	12,86	4,39	6,52	13,83	20,32
	5	16	9,4	4,44	2,85	8,78	16,32

Anexo V

Caracterização dos sujeitos e resultados de percepção auditiva do grupo experimental.

Sujeito	Grau de Perda	Etiologia	Idade na Cirurgia	Tempo Uso	Modelo IC	Processador	Estrategia	Velocidade	Modo de Estimulacao	Habilidades Auditivas	Audiometria em Campo Livre				
											500 HZ	1kHz	2kHz	4kHz	SDT
1	profunda	idiopatica	5a 1m	3a 5m	24K	Sprint	ACE	1200	MP1+2	conjunto aberto	30	30	30	30	30
2	profunda	idiopatica	3a 10m	2a 6m	24K	Sprint	ACE	1200	MP1+2	conjunto fechado	30	30	30	30	30
3	severa	multifatorial	5a	2a 6m	24K	Sprint	ACE	1200	MP1+2	conjunto aberto	30	30	30	30	30
4	severa	multifatorial	2a 10m	2a 2m	24K	Sprint	ACE	1200	MP1+2	conjunto fechado	35	40	30	30	30
5	severa	rubeola congenita	1a 8m	2a 2m	24K	Sprint	ACE	1200	MP1+2	conjunto aberto	30	35	30	30	30
6	severa	idiopatica	2a 9m	2a 2m	24K	Sprint	ACE	1200	MP1+2	conjunto fechado	35	45	30	35	30
7	profunda	idiopatica	4a 2m	2a	24K	Sprint	ACE	1200	MP1+2	conjunto aberto	30	30	30	30	20
8	severa	multifatorial	4a 6	2a	24K	Sprint	ACE	1200	MP1+2	conjunto fechado	30	25	30	30	25
9	severa	idiopatica	6a 11m	1a 10m	24K	Sprint	ACE	720	MP1+2	conjunto fechado	30	35	35	45	30
10	severa	multifatorial	2a 9m	1a 8m	24K	Sprint	ACE	1200	MP1+2	conjunto aberto	30	35	30	30	30
11	profunda	idiopatica	5a 3m	1a 8m	24K	Sprint	ACE	1200	MP1+2	conjunto fechado	35	40	30	35	35
12	severa	idiopatica	3a 5m	1a 6m	24K	Sprint	ACE	1200	MP1+2	conjunto fechado	30	35	30	30	30
13	severa	multifatorial	5a 2m	1a 5m	24K	Sprint	ACE	1200	MP1+2	deteccao	35	30	35	35	25
14	profunda	multifatorial	1a 10m	1a 4m	24K	Sprint	ACE	1200	MP1+2	conjunto fechado	30	25	25	30	25
15	profunda	multifatorial	1a 10m	11m	24K	Sprint	ACE	1200	MP1+2	conjunto fechado	30	25	25	30	25
16	profunda	multifatorial	3a 1m	10m	24K	Sprint	ACE	1200	MP1+2	conjunto fechado	30	30	30	30	20
17	profunda	idiopatica	5a 1m	10m	24Contour	Sprint	ACE	1200	MP1+2	conjunto aberto	30	30	35	35	30
18	profunda	multifatorial	1a 11m	10m	24K	Sprint	ACE	1200	MP1+2	conjunto fechado	30	25	30	35	30

Anexo X

Registro do Potencial de Ação Composto do Nervo Auditivo Evocado Eletricamente no grupo experimental.

ELETRODO 5												
Sujeito	**80Hz**	**Tipo**	**Visual**	**Amplitude**	**p-NRT**	**Slope**	**35Hz**	**Tipo**	**Visual**	**Amplitude**	**p-NRT**	**Recovery**
1	presente	1c	182	54.4	179.44	12.42	presente	1c	179	28.7	178.38	3000
2	presente	1c	220	101.3	limiar	limiar	indeterminada					500
3	presente	1c	197	47.6	191.42	8.72	presente	1c	197	54.6	191.09	2000
4	presente	1c	192	40.7	188.97	12.18	presente	1c	192	46.4	188.95	2000
5	presente	1c	182	48.3	178.76	14.39	presente	1c	182	66.4	178.53	2000
6	presente	1c	199	38,3	185,88	2,85	presente	1c	199	29	193,64	1000
7	presente	1c	187	27.7	182.58	8.01	presente	1c	187	43.0	181.74	1000
8	presente	1c	195	52.7	181.59	4.64	presente	1c	192	35.2	185.70	1000
9	ausente						ausente					
10	presente	1c	192	33.5	186.01	5.04	presente	1c	195	42.9	188.58	1000
11	presente	1c	192	38.6	180.14	3.19	presente	1c	192	32.9	179.91	1000
12	presente	1c	177	32,4	172,05	6,9	presente	1c	177	33,9	172,49	1000
13	presente	1c	199	39,2	192,05	5,44	presente	1c	199	43,7	193,05	3000
14	presente	1a	206	47.7	202.93	13.29	presente	1a	209	69.0	205.17	1000
15	presente	1c	208	54,1	204,44	14,23	presente	1c	208	52	206,88	2000
16	presente	1c	185	44.3	180.95	8.84	presente	1c	188	51.9	179.34	2000
17	presente	1c	188	56.8	185.11	16.32	presente	1c	188	46.4	186.22	3000
18	presente	1a	175	37.9	172.52	13.92	presente	1a	175	39.3	172.20	2000

ELETRODO 10												
Sujeito	**80Hz**	**Tipo**	**Visual**	**Amplitude**	**p-NRT**	**Slope**	**35Hz**	**Tipo**	**Visual**	**Amplitude**	**p-NRT**	**Recovery**
1	presente	1c	182	47.7	181.24	20.32	presente	1c	182	34.4	182.05	3000
2	presente	1c	211	37.7	206.50	6.99	presente	1c	217	90.6	209.77	1000
3	presente	1c	205	62.1	198.50	8.79	presente	1c	202	37.5	198.63	1000
4	presente	1c	194	68.3	189.96	15.26	indeterminada					1000
5	presente	1c	188	53.2	184.82	15.15	presente	1c	185	39.6	183.58	1000
6	presente	1c	207	31,8	203,72	9,7	presente	1c	207	47	199,39	1000
7	presente	1c	189	31.0	187.72	15.55	presente	1c	189	41.2	186.51	2000
8	presente	1c	209	42.8	202.64	6.52	presente	1c	209	43.10	203.98	1000
9	ausente						ausente					
10	indeterminada						indeterminada					
11	presente	1c	201	49.6	195.6	8.33	presente	1c	201	50.1	195.5	1000
12	presente	1c	190	35,6	186,91	9,69	presente	1c	190	37,9	185,86	2000
13	presente	1c	185	60,1	181,15	14,85	presente	1c	182	50,9	179,37	2000
14	presente	1a	206	51.3	202.19	12.81	presente	1a	209	85.8	203.80	3000
15	presente	1c	211	94,2	205,6	17,46	presente	1c	211	95,9	204	1000
16	presente	1c	194	35.6	190.72	9.87	presente	1c	194	33.0	191.95	2000
17	presente	1c	191	43,8	189,46	19,55	presente	1c	191	45,7	189,58	4000
18	presente	1c	189	34.7	187.19	14.97	presente	1a	186	21.8	184.94	3000

ELETRODO 15												
Sujeito	**80Hz**	**Tipo**	**Visual**	**Amplitude**	**p-NRT**	**Slope**	**35Hz**	**Tipo**	**Visual**	**Amplitude**	**p-NRT**	**Recovery**
1	presente	1a	179	61.4	176.01	22.75	presente	1a	176	56.3	175.24	500
2	ausente						ausente					
3	presente	1c	200	57.7	195.15	10.86	presente	1c	200	51.7	196.41	2000
4	presente	1c	180	58.2	173.64	10.27	presente	1c	180	69.3	172.52	2000
5	presente	1c	182	35.9	178.47	11.01	presente	1c	182	51.0	178.19	1000
6	presente	1c	191	29,3	187,46	7,66	presente	1c	191	24,5	187,9	1000
7	presente	1c	178	36.6	175.38	12.70	presente	1c	178	44.6	174.62	1000
8	presente	1c	215	49.7	208.90	8.69	presente	1c	218	78.7	210.62	1000
9	ausente						ausente					
10	ausente						ausente					
11	presente	1c	194	51.4	188.56	9.0	presente	1c	194	62.3	187.09	1000
12	presente	1a	196	42,4	192	9,93	presente	1a	196	41	192,69	2000
13	presente	1a	188	42,7	184,09	11,12	presente	1a	191	56,5	187,35	2000
14	presente	1c	194	41.5	186.73	5.83	presente	1c	194	49.7	185.56	1000
15	presente	1c	192	48,4	187,94	12,41	presente	1c	192	49	186,9	1000
16	presente	1c	184	66.5	179.59	14.96	presente	1c	184	68.8	180.24	3000
17	presente	1c	181	61,2	177,97	19,41	presente	1c	181	49,9	179,08	4000
18	presente	1c	196	81.7	190.46	14.0	presente	1c	199	128.0	193.18	2000
ELETRODO 20												
Sujeito	**80Hz**	**Tipo**	**Visual**	**Amplitude**	**p-NRT**	**Slope**	**35Hz**	**Tipo**	**Visual**	**Amplitude**	**p-NRT**	**Recovery**
1	presente	1c	169	55.7	163.60	9.37	presente	1c	169	62.3	162.30	2000
2	indeterminada						indeterminada					
3	presente	1c	186	31.7	182.41	7.35	presente	1c	186	33.6	183.55	2000
4	presente	1c	178	28.5	174.34	10.55	presente	1c	178	55.2	172.46	750
5	presente	1c	181	48.4	177.38	13.61	presente	1c	181	55.2	176.88	
6	presente	1c	183	47,7	176,19	6,7	presente	1c	180	29,9	175,45	1000
7	presente	1c	178	45.3	174.33	14.38	presente	1c	175	27.7	172.69	750
8	presente	1c	204	49.8	198.34	8.56	presente	1c	204	45.7	199.03	2000
9	ausente						ausente					
10	indeterminada						indeterminada					
11	presente	1c	181	61.7	168.0	4.83	presente	1c	181	48.5	173.4	1000
12	presente	1a	187	39,3	177,57	4,97	indeterminada					1000
13	presente	1a	187	103,1	178,9	11,91	indeterminada					2000
14	presente	1a	193	59.7	176.46	3.92	indeterminada					500
15	presente	1c	177	39,4	173,38	10,21	presente	1c	177	39	172,4	2000
16	presente	1c	168	48.8	163.16	8.33	presente	1c	168	47.9	163.78	2000
17	presente	1a	169	41,1	167,36	16,71	presente	1a	169	36,7	167,85	2000
18	presente	1c	185	57.6	176.68	6.61	indeterminada					750

Anexo Y

Caracterização dos sujeitos e resultados de percepção auditiva do grupo controle.

Sujeito	Grau de Perda	Etiologia	Idade na Cirurgia	Tempo Uso	Modelo IC	Processador	Estrategia	Velocidade	Modo de Estimulação	Habilidades Auditivas	Audiometria Tonal				
											500	1k	2k	4k	SDT
1	profunda	multifatorial	5a	3a 4m	24 Contour	3G	ACE	1200	MP1+2	conjunto fechado	35	35	35	30	35
2	profunda	idiopatica	3a 5 m	2a 3m	24Contour	Sprint	ACE	1200	MP1+2	conjunto fechado	35	35	35	35	30
3	profunda	genetica	3a 3m	2a 7m	24Contour	Sprint	ACE	1200	MP1+2	conjunto aberto	30	30	30	30	30
4	profunda	genetica	1a 7m	2a 2m	24Contour	Sprint	ACE	1200	MP1+2	conjunto aberto	35	35	35	40	35
5	profunda	Meningite	2a 9m	2a 1m	24Contour	Sprint	ACE	1200	MP1+2	conjunto fechado	30	35	35	30	30
6	profunda	idiopatica	4a 6m	2a	24Contour	Sprint	ACE	1200	MP1+2	conjunto aberto	30	30	30	35	30
7	profunda	idiopatica	8a	2a 2m	24Contour	3G	ACE	900	MP1+2	conjunto fechado	30	30	30	30	30
8	profunda	idiopatica	3a 1m	1a 9m	24Contour	Sprint	ACE	1200	MP1+2	conjunto aberto	30	35	35	30	30
9	profunda	idiopatica	5a 11m	1a 11m	24Contour	3G	ACE	1200	MP1+2	conjunto fechado	35	35	35	35	35
10	profunda	idiopatica	4a 2m	1a 6m	24Contour	Sprint	ACE	1200	MP1+2	conjunto fechado	30	30	30	30	30
11	profunda	multifatorial	5a 9m	1a 2m	24Contour	3G	ACE	1200	MP1+2	conjunto fechado	35	35	35	40	35
12	profunda	idiopatica	1a4m	1a 1m	24Contour	Sprint	ACE	1200	MP1+2	conjunto aberto	35	35	35	35	30
13	profunda	genetica	2a 2m	1a	24Contour	Sprint	ACE	1200	MP1+2	conjunto fechado	40	35	30	35	30
14	profunda	idiopatica	3a 1m	8m	24Contour	3G	ACE	1200	MP1+2	conjunto fechado	40	45	40	45	35
15	profunda	idiopatica	5a 2m	8m	24Contour	Sprint	ACE	1200	MP1+2	conjunto fechado	35	35	30	30	30
16	profunda	idiopatica	2a 6m	11m	24Contour	Sprint	ACE	1200	MP1+2	conjunto fechado	35	35	30	35	30
17	profunda	idiopatica	3a 1m	1 ano	24 contour	Sprint	ACE	1200	MP1+2	conjunto fechado	35	35	30	35	30

Anexo Z

Registro do Potencial de Ação Composto do Nervo Auditivo Evocado Eletricamente no grupo controle.

ELETRODO 5								ELETRODO 10							
Sujeito	**80Hz**	**Tipo**	**Visual**	**Amplitude**	**p-NRT**	**Slope**	**Recovery**	**Sujeito**	**80Hz**	**Tipo**	**Visual**	**Amplitude**	**p-NRT**	**Slope**	**Recovery**
1	presente	1c	183	38,7	179,73	13,09	2000	1	presente	1c	194	61,4	189,06	12,57	2000
2	presente	1c	187	32,8	184,61	9,27	3000	2	presente	1c	193	36,1	191,13	18,57	3000
3	presente	1c	194	51,3	191,8	22,74	2000	3	presente	1c	199	38,7	196,89	16,95	2000
4	presente	1c	185	38	180,66	9,6	2000	4	presente	1a	206	178,8	191,21	12,74	500
5	presente	1a	175	70,1	171,06	18,79	4000	5	presente	1a	182	62,4	181,27	34,13	4000
6	presente	1a	168	62,7	165,74	26,46	4000	6	presente	1a	184	124,2	180,67	33,56	2000
7	presente	1c	204	67,7	194,8	6,89	1000	7	presente	1c	208	52,8	197,86	4,74	2000
8	presente	1c	199	25,1	196,2	6,2	1000	8	presente	1c	202	26,5	197,82	6,37	1000
9	presente	1c	180	83,8	172,54	10,59	1000	9	indeterminada						
10	presente	1c	187	57	182,56	11,86	2000	10	presente	1c	197	47,6	192,11	10,02	2000
11	indeterminada							11	presente	1c	190	35,5	186,47	10.05	2000
12	presente	1c	189	44,5	186,61	20,68	2000	12	presente	1c	198	44,1	195,15	13,5	1000
13	presente	1c	192	96,1	187,56	21,68	2000	13	presente	1c	193	74,6	186,18	10,32	2000
14	presente	1c	182	41,5	176,83	7,77	2000	14	presente	1c	192	22,3	188,35	6,09	1000
15	presente	1c	186	48,4	182,67	13,59	2000	15	presente	1c	191	36,9	189,14	17,63	3000
16	presente	1c	192	31,1	190,7	22,76	4000	16	presente	1c	192	113	188,08	28,83	2000
17	presente	1a	170	30,2	168,22	17,41	2000	17	presente	1c	184	50,8	181,55	16,2	3000

ELETRODO 15								ELETRODO 20							
Sujeito	**80Hz**	**Tipo**	**Visual**	**Amplitude**	**p-NRT**	**Slope**	**Recovery**	**Sujeito**	**80Hz**	**Tipo**	**Visual**	**Amplitude**	**p-NRT**	**Slope**	**Recovery**
1	presente	1c	194	61,4	189,06	12,57	2000	1	presente	1c	183	38,7	179,73	13,09	2000
2	presente	1c	193	36,1	191,13	18,57	3000	2	presente	1c	187	32,8	184,61	9,27	3000
3	presente	1c	199	38,7	196,89	16,95	2000	3	presente	1c	194	51,3	191,8	22,74	2000
4	presente	1a	206	178,8	191,21	12,74	500	4	presente	1c	185	38	180,66	9,6	2000
5	presente	1a	182	62,4	181,27	34,13	4000	5	presente	1a	175	70,1	171,06	18,79	4000
6	presente	1a	184	124,2	180,67	33,56	2000	6	presente	1a	168	62,7	165,74	26,46	4000
7	presente	1c	208	52,8	197,86	4,74	2000	7	presente	1c	204	67,7	194,8	6,89	1000
8	presente	1c	202	26,5	197,82	6,37	1000	8	presente	1c	199	25,1	196,2	6,2	1000
9	indeterminada							9	presente	1c	180	83,8	172,54	10,59	1000
10	presente	1c	197	47,6	192,11	10,02	2000	10	presente	1c	187	57	182,56	11,86	2000
11	presente	1c	190	35,5	186,47	10.05	2000	11	indeterminada						
12	presente	1c	198	44,1	195,15	13,5	1000	12	presente	1c	189	44,5	186,61	20,68	2000
13	presente	1c	193	74,6	186,18	10,32	2000	13	presente	1c	192	96,1	187,56	21,68	2000
14	presente	1c	192	22,3	188,35	6,09	1000	14	presente	1c	182	41,5	176,83	7,77	2000
15	presente	1c	191	36,9	189,14	17,63	3000	15	presente	1c	186	48,4	182,67	13,59	2000
16	presente	1c	192	113	188,08	28,83	2000	16	presente	1c	192	31,1	190,7	22,76	4000
17	presente	1c	184	50,8	181,55	16,2	3000	17	presente	1a	170	30,2	168,22	17,41	2000