JANAINA PATRICIO DE LIMA

Influência da musicoterapia em usuários de implante coclear

Tese apresentada à Faculdade de Medicina da
Universidade de São Paulo para obtenção do título de
Doutora em Ciências

Programa de Ciências da Reabilitação
Orientadora: Profa. Dra. Eliane Schochat

São Paulo

2017

Dedicatória

Aos meus pais, sempre.

Agradecimientos

AGRADECIMENTOS

Obrigada à **Deus** pela vida e por todas as minhas conquistas;

Aos meus pais, **Geneceuda e Manuel**, pelo amor, paciência, ensinamentos e por todo incentivo aos meus estudos.

À minha orientadora **Profa. Eliane Schochat**, que além da sua orientação impecável, me incentivou sempre e me permitiu voar. *Obrigada Eliane, por toda sua generosidade, paciência, cumplicidade e amizade! Você é muito importante na minha vida!*

À equipe do **LIF** em Processamento Auditivo pelo exemplo de profissionalismo, em especial à fga. **Caroline Nunes Rocha** por todas as estatísticas realizadas;

Às fonoaudiólogas **Sônia Ievolino, Cilmara Levy e Ana Paula Pacheco** e todo setor de Fonoaudiologia da Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo que me receberam de braços abertos e me auxiliaram com a convocação dos pacientes do presente estudo;

Aos doutores **Dr. Manuel Manrique e Dra. Alicia Huarte**, e toda a equipe da “**Clinica Universid de Navarra**”. *Muchísimas gracias por todas las enseñanzas, atención y cariño en mi estancia. ¡Llevaré conmigo esa experiencia para siempre!*

À musicista **Marília Nunes-Silva** pela atenção e generosidade de me conceder o teste MBEA utilizado nesse estudo;

Às professoras **Alessandra Samelli, Ana Claudia Martino e Valéria Goffi** por todas as sugestões dadas no exame de qualificação;

Ao **Dr. Iulo Barauna** pela cumplicidade no trabalho com implante coclear;

Aos **meus amigos** pelo apoio e cumplicidade; em especial às minhas amigas de infância: **Lídia, Lívia, Luciana e Rogéria**; a **Hellen Fernanda**, que acompanhou cada parte desse estudo; e aos meus amigos na Espanha que tornaram a minha estadia mais bonita: **Göksu, Vanesa e Jon**;

À minha **família** pelo incentivo e pensamentos positivos;

Aos **colegas de profissão** que fazem da Audiologia uma profissão grande;

Aos **pacientes** por permitirem que eu entrasse nas suas vidas. Sem vocês nada disso seria possível;

À **CAPES** pela bolsa auxílio no estágio na Espanha.

MUITO OBRIGADA!

There's nothing you can do that can't be done

Nothing you can sing that can't be sung

Nothing you can say but you can learn how to play the game

ALL YOU NEED IS LOVE 🎵

NORMALIZAÇÃO ADOTADA

Esta dissertação ou tese está de acordo com as seguintes normas, em vigor no momento desta publicação:

Referências: adaptado de *International Committee of Medical Journals Editors (Vancouver)*.

Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Divisão de Biblioteca e Documentação. Guia de apresentação de dissertações, teses e monografias. Elaborado por Anneliese Carneiro da Cunha, Maria Julia de A. L. Freddi, Maria F. Crestana, Marinalva de Souza Aragão, Suely Campos Cardoso, Valéria Vilhena. 3a ed. São Paulo: Divisão de Biblioteca e Documentação; 2011.

Abreviaturas dos títulos dos periódicos de acordo com *List of Journals Indexed in Index Medicus*.

Sumário

Lista de Abreviatura

Símbolos e siglas

Lista de Figuras

Lista de Quadros

Lista de Tabelas

Resumo/Summary

1. Introdução.....	1
2. Objetivos.....	5
2.1. Objetivo Geral.....	6
2.2. Objetivos Específicos.....	6
3. Revisão de Literatura.....	7
3.1. Fisiologia do Sistema Auditivo	8
3.2. Processamento Auditivo Temporal.....	12
3.3. Aspectos Auditivos na Perda Auditiva Neurosensorial.....	16
3.4. Implante Coclear.....	20
3.5. Avaliação dos Aspectos Temporais no Implante Coclear.....	28
3.6. Música, Musicoterapia e Implante Coclear	32
4. Método.....	41
4.1. Amostra.....	42
4.2. Material.....	44
4.3. Procedimentos.....	45
4.4. Método Estatístico	59
5. Resultados	61
5.1. Efeito Placebo.....	63

5.2. Efeito da Musicoterapia.....	68
5.3. Resultados individuais dos participantes.....	73
5.4. Questionário <i>Munich Music Questionnaire</i>	77
6. Discussão.....	83
6.1. Influência da musicoterapia na compreensão da linguagem oral em pacientes pós linguais usuários de implante coclear.....	85
6.2. Influência do efeito placebo em pacientes pós linguais usuários de implante coclear.....	89
6.3. Desempenho das habilidades de percepção musical pré e pós musicoterapia em pacientes pós linguais usuários de implante coclear.....	89
6.4. Desempenho das habilidades auditivas temporais de resolução e ordenação pré e pós musicoterapia em pacientes pós linguais usuários de implante coclear ..	93
6.5. Hábitos musicais em pacientes pós linguais usuários de implante coclear.....	98
7. Conclusões	102
8. Anexos.....	104
9. Referências Bibliográficas.....	120

Lista de Abreviatura

ASHA - *American Speech Language Hearing Association*

BP – bipolar

CC – Células ciliadas

CCE – célula ciliada externa

CCI – célula ciliada interna

ECAP – potencial de ação composto do nervo auditivo eletricamente evocado

FDA - *Food and Drug Administration*

GH - Giro de Heschl

GIN - *Gap* in Noise

IC - implante coclear

MAE – meato acústico externo

MB – membrana basilar

MBEA - *Montréal Battery of Evaluation of Amusia*

MT - Membrana timpânica

NA – nervo auditivo

OE - orelha externa

OI – orelha interna

OM – orelha média

PANS – perda auditiva neurosensorial

PLL – potencial de longa latência

RGDT - *Random Gap Detection Test*

RM – rampa média

RT – rampa timpânica

RV – rampa vestibular

SRT – *speech reception threshold*

TPD – teste de padrão de duração

TPF - teste de padrão de frequência

Símbolos e Siglas

Ca²⁺ - cálcio

dB- decibel

et al. – e outros

Hz- Hertz

K⁺ - potássio

ms- milissegundos

NA- nível de audição

NS- nível de sensação

Lista de Figuras

Figura 1: Modelo cognitivo-neuropsicológico do processamento musical.....	35
Figura 2: Exemplo de uma amostra do teste GIN (<i>Gap in Noise</i>).....	49
Figura 3: Exemplo do teste padrão de frequência: grosso-fino-fino.....	50
Figura 4: Fluxograma das etapas de realização do estudo.....	54
Figura 5: Resultado dos subtestes do MBEA (<i>Montreal Battery Evaluation of Amusia</i>) de cada participante do estudo na avaliação 1.....	74
Figura 6: Resultado dos subtestes do MBEA (<i>Montreal Battery Evaluation of Amusia</i>) de cada participante do estudo na avaliação 2.....	75
Figura 7: Resultado dos subtestes do MBEA (<i>Montreal Battery Evaluation of Amusia</i>) de cada participante do estudo na avaliação 3.....	76

Lista de Quadros

Quadro 1. Resultados médios e barra de erros indicando o IC (95%) entre as avaliações 1 e 2 para o teste de padrão de frequência, teste de fala, satisfação com IC, prazer musical e frequência musical.....	66
Quadro 2. Resultados médios e barra de erros indicando o IC (95%) entre os períodos 1 e 2 para os testes específico musical MBEA.....	67
Quadro 3. Resultados médios e barra de erros indicando o IC (95%) entre as avaliações 2 e 3 para o teste de padrão de frequência, teste de fala, satisfação com IC, prazer musical e frequência musical.....	71
Quadro 4. Resultados médios e barra de erros indicando o IC (95%) entre as avaliações 2 e 3 para os testes específico musical MBEA.....	72

Lista de Tabelas

Tabela 1: Caracterização dos participantes do estudo.....	43
Tabela 2. Estatística descritiva do desempenho dos indivíduos nos testes utilizados obtido durante o período placebo.....	63
Tabela 3. Estatística descritiva do desempenho dos indivíduos no teste específico musical MBEA durante o período placebo.....	64
Tabela 4. Descrição do desempenho dos três sujeitos que obtiveram pontuação no teste GIN nas avaliações 1 e 2.....	64
Tabela 5. Descrição do desempenho dos cinco sujeitos que obtiveram pontuação no teste Fala com Ruído nas avaliações 1 e 2.....	65
Tabela 6. Estatística descritiva do desempenho dos indivíduos nos testes aplicados obtido durante a avaliação 2 e 3.....	68
Tabela 7. Estatística descritiva do desempenho dos indivíduos no teste específico musical MBEA durante a avaliação 2 e 3.....	69
Tabela 8. Descrição do desempenho dos cinco sujeitos que obtiveram pontuação no teste GIN nos períodos 2 e 3.....	69
Tabela 9. Descrição do desempenho dos seis sujeitos que obtiveram pontuação no teste Fala com Ruído nos períodos 2 e 3.....	70
Tabela 10: Desempenho do teste de fala de cada participante em todas as avaliações realizadas.....	73
Tabela 11: Desempenho do teste de padrão de frequência de cada participante em todas as avaliações realizadas.....	73
Tabela 12: Número de participantes e porcentagem para cada resposta assinalada na pergunta “com que frequência você ouve/ouvia música”, antes do início da perda auditiva.....	77

Tabela 13: Número de participantes e porcentagem para cada resposta assinalada na pergunta “com que frequência você ouve/ouvira música”, durante a perda auditiva.....	78
Tabela 14: Número de participantes e porcentagem para cada resposta assinalada na pergunta “com que frequência você ouve/ouvira música”, após o uso do IC.....	78
Tabela 15: Número de participantes e porcentagem para cada resposta assinalada na pergunta “que papel a música desempenhou/desempenha na sua vida”, antes do início da perda auditiva.....	79
Tabela 16: Número de participantes e porcentagem para cada resposta assinalada na pergunta “que papel a música desempenhou/desempenha na sua vida”, durante a perda auditiva.....	80
Tabela 17: Número de participantes e porcentagem para cada resposta assinalada na pergunta “que papel a música desempenhou/desempenha na sua vida”, depois do uso do IC.....	80
Tabela 18: Número de participantes e porcentagem para cada resposta assinalada na pergunta “Quando você ouve/ouvira música, durante quanto tempo o faz/fazia? ”, antes do início da perda auditiva, durante a perda auditiva e após o uso do IC.....	81
Tabela 19: Número de participantes e porcentagem para cada resposta assinalada na pergunta “Porque você ouve música? ”.....	81
Tabela 20: Número de participantes e porcentagem para cada resposta assinalada na pergunta “Que tipo de música você ouve? ”.....	82

RESUMO

Lima JP. Influência da musicoterapia em usuários de implante coclear [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2017.

Introdução: O implante coclear (IC) é um dos adventos tecnológicos na área da saúde mais importantes dos últimos anos. Mesmo com todo avanço tecnológico, os pacientes ainda apresentam queixas quanto ao rendimento do IC. O treinamento auditivo é o procedimento que pode proporcionar a melhora do desempenho das habilidades auditivas do indivíduo. Uma das possibilidades de treinamento auditivo é a musicoterapia. **Objetivos:** Verificar a influência da musicoterapia na compreensão da linguagem oral em pacientes pós linguais usuários de implante coclear, além disso, verificar a influência do efeito placebo; o desempenho das habilidades de percepção musical; verificar o desempenho das habilidades auditivas temporais de resolução e ordenação pré e pós musicoterapia em pacientes pós linguais usuários de implante coclear; e descrever os hábitos musicais nesses pacientes. **Método:** Participaram do estudo 11 indivíduos (média idade: 47,64 anos), pós linguais implantados, que foram submetidos a 10 sessões de musicoterapia, sendo uma por semana. Para a avaliação auditiva foram utilizados o teste *Gap in Noise* (GIN), o *Montreal Battery Evaluation of Amusia*, o teste de padrão de frequência (TPF), o teste de compreensão de sentenças, e o questionário de *Munich Music Questionnaire*. Todos os participantes passaram por um momento placebo antes da musicoterapia, e foram avaliados em três momentos distintos. **Resultados:** Foi observado melhora significativa no teste de sentenças de compreensão de fala, bem como nas habilidades musicais de contorno e melodia após musicoterapia. Não foi observado efeito placebo e nem diferença do TPF após a musicoterapia. Foi observado um desempenho ruim entre os participantes no teste GIN. Além disso, foi observado a redução do hábito de escutar música após IC. **Conclusões:** A musicoterapia foi uma ferramenta útil para melhorar as habilidades auditivas e compreensão de fala em indivíduos adultos pós-linguais usuários de IC, além de melhorar a frequência de escuta musical entre os participantes.

Descritores: audição; perda auditiva; implante coclear; musicoterapia; plasticidade neural; música.

SUMMARY

Lima JP. The influence of music therapy in cochlear implant users [thesis]. São Paulo: "Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo"; 2017.

Introduction: Cochlear implants (CI) represent one of the most important technological innovations in the health care sector in recent years. Despite the technological advance, patients continue to complain about CI performance. Auditory training constitutes the procedure most capable of improving the performance of individual hearing skills. One possibility for auditory training is music therapy. **Objectives:** To verify the influence of music therapy on the understanding of spoken language by postlingual users of cochlear implants. In addition, verify the influence of the placebo effect; the performance of musical perception skills; verify the performance of temporal auditory resolution and ordering skills of pre- and post-music therapy patients with cochlear implants. **Method:** A total of 11 individual postlingual implant users participated in the study (average age: 47.64 years), consisting of 10 weekly sessions of music therapy. For purposes of the respective hearing evaluations, the Gap in Noise (GIN) test, Montreal Battery Evaluation of Amusia test, Frequency Pattern Test (FPT), sentence comprehension test, and Munich Music Questionnaire were applied. All participants were submitted to a placebo condition prior to music therapy and were evaluated at three different points. **Results:** A significant improvement was observed in the spoken sentence comprehension test, as well as enhanced musical contour and melody skills, following music therapy. No placebo effect was observed, nor any difference in FPT after music therapy. The participants registered poor performance on the GIN test. In addition, a reduction was observed in music listening habits after CI. **Conclusions:** Music therapy was a useful tool to improve hearing and speech comprehension skills in adult postlingual users of CI and to improve the frequency of music listening among participants.

Descriptors: hearing; hearing loss; cochlear implantation; music therapy; neuronal plasticity; music.

Introdução

1.Introdução

O implante coclear (IC) é um dos adventos tecnológicos na área da saúde mais importantes dos últimos anos. A possibilidade de (re) habilitar o indivíduo com perda auditiva é não somente proporcionar a entrada sensorial da audição, mas possibilitá-lo a inserção nas esferas educacional, social e emocional. Indicado para perdas severas e profundas em que o paciente não apresente ganho satisfatório com a prótese auditiva, o IC envia impulsos elétricos para o nervo auditivo que deverão ser codificados ao longo do sistema auditivo (Bilger *et al.*, 1977; Loizou, 1999).

O sistema de codificação do som no IC é complexo e envolve várias etapas. A maior preocupação se refere a tradução mais fidedigna dos aspectos de tempo e frequência do som. Por isso, os dispositivos contam com uma estratégia de codificação do sinal, responsável por manter as características do *input* auditivo. Sabe-se que o sistema auditivo é muito sensível as mudanças temporais, e que essa característica é de extrema importância para o reconhecimento de fala e percepção musical. Parte das habilidades temporais e espectrais auditivas são perdidas ou reduzidas frente a perda auditiva neurossensorial.

Ao longo dos anos, o IC sofreu grande avanço tecnológico, o som possui uma resolução melhor e, em alguns dispositivos, existe opção de algoritmos capazes de minimizar efeitos de ruído, vento, e reforçar aspectos temporais finos em situações de música, por exemplo. Porém, os usuários ainda possuem queixas relacionadas,

principalmente, às situações de difícil escuta, como por exemplo, fala na presença de ruído ou sons competitivos (McDermott, 2004; Tanamati, 2011).

A performance dos usuários de implante coclear, pode variar por influência de diversos fatores, dentre eles a idade do implante, o tempo de surdez, a inserção dos eletrodos na cóclea, a presença de fibrose ao redor do implante, a etiologia da surdez, o número de eletrodos, a limitação do processador, entre outros (Anderson *et al.*, 2016).

No processo de indicação e uso do IC o treinamento auditivo é o procedimento que pode proporcionar o aumento do desempenho das habilidades auditivas do indivíduo (Scaranello, 2005).

Uma das abordagens de treinamento auditivo é a musicoterapia. O uso da musicoterapia é descrito na literatura como forma de estimular o processamento auditivo nas mais diversas afecções (Gutgsell, *et al.* 2012; Raglio *et al.*, 2012). O processo de interpretação da música no cérebro humano é extremamente complexo e envolve diversas áreas cerebrais, incluindo a do processamento da linguagem. Os conceitos básicos da música, como frequência e intensidade, são percebidos na área auditiva primária, enquanto que os conceitos mais robustos como frases musicais são processados na área secundária e área de associação que possui sobreposição próxima das áreas da linguagem (Mc Dermott *et al.*, 2012). Além disso, há a participação do sistema límbico que está relacionado com as emoções transmitidas pela música. Dessa forma, o uso da música para a estimulação cerebral, na tentativa de melhorar a performance do desempenho auditivo deve ser considerado, principalmente na abordagem em que o paciente executa tarefas e se coloca de maneira ativa no processo terapêutico.

Assim, a hipótese levantada no presente estudo foi de que a musicoterapia poderia ser uma ferramenta capaz de estimular e promover a melhora das habilidades auditivas dos indivíduos implantados tanto nas questões de percepção musical, como na compreensão da linguagem oral.

Objetivos

2. Objetivos

2.1 - Objetivo Geral:

O objetivo geral deste estudo foi verificar a influência da musicoterapia na compreensão da linguagem oral em pacientes pós linguais usuários de implante coclear.

2.2 – Objetivos Específicos:

Especificamente, os objetivos foram:

- Verificar a influência do efeito placebo em pacientes pós linguais usuários de implante coclear;
- Verificar o desempenho das habilidades de percepção musical pré e pós musicoterapia em pacientes pós linguais usuários de implante coclear;
- Verificar o desempenho das habilidades auditivas temporais de resolução e ordenação pré e pós musicoterapia em pacientes pós linguais usuários de implante coclear;
- Descrever os hábitos musicais por meio de um questionário de auto avaliação em pacientes pós linguais usuários de implante coclear.

Revisão de Literatura

3. Revisão de Literatura

3.1. Fisiologia do Sistema Auditivo

Para entendermos a complexidade da funcionalidade do implante coclear, que foi o dispositivo usado nessa pesquisa, faz-se necessário a compreensão da fisiologia e da neurofisiologia do sistema auditivo humano.

O sistema auditivo é dividido anatomicamente em periférico e central. A parte periférica compreende a orelha externa, orelha média, orelha interna e o nervo auditivo. Já o sistema auditivo central abrange o núcleo coclear, complexo olivar superior, lemnisco lateral, colículo inferior, corpo geniculado medial, subcórtex auditivo, córtex e vias interhemisféricas (corpo caloso) (Anson e Donaldson, 1967).

A orelha externa (OE), formada pelo pavilhão auditivo e meato acústico externo (MAE), tem função de “coletar” e conduzir o som para a membrana timpânica. O pavilhão tem função também de localização sonora. A orelha média (OM) formada pela membrana timpânica (MT), os ossículos: martelo, bigorna e estribo, e a tuba de Eustáquio, tem funções de aumentar a energia sonora advinda da OE e equalizar a pressão da OM. Através do sistema de alavanca produzido pelos três ossículos e devido a diferença de área entre a MT e a superfície do estribo, há um aumento de intensidade do som de entrada. A tuba de Eustáquio funciona como um equalizador de pressão da OM, abrindo e fechando, quando necessário. Ainda na OM há presença de tendões de músculos e um ramo do nervo facial. Os músculos (tensor do tímpano e estapédio)

contraem na presença de um som forte, fenômeno conhecido como reflexo acústico (Rose, 1978; Honjo, 1985; Yost, 2000; Amaral e Carvalho, 2008).

A orelha interna (OI) é composta pela cóclea e labirinto. A cóclea é uma estrutura localizada dentro do labirinto ósseo que se encontra no osso temporal. Possui um formato que se assemelha a uma concha de caracol, sendo larga na base e mais estreita no seu ápice. A rampa vestibular (RV), a rampa média (RM) e a rampa timpânica (RT) são três estruturas (ductos) localizados dentro da cóclea. A RT e a RV são banhadas por um líquido chamado de perilinfa, que é rico em sódio (Na^+). Já a RM é banhada pela endolinfa, que tem alta concentração de potássio (K^+). Elas são separadas por duas importantes membranas: a membrana basilar (MB) e a membrana de Reissner (Hudspeth, 1989; Russo e Santos, 1993).

Sobre a MB se localiza o órgão de Corti, que contém várias células mecanossensíveis, chamadas de células ciliadas (CC), cuja função é gerar impulsos nervosos em resposta às vibrações sonoras. Há dois tipos de CC, as externas (CCE) e as internas (CCI). Essas vibrações iniciam-se na OM quando o som passa pela MT, fazendo com que os ossículos se movimentem. A base do estribo está ligada à janela oval e devido a essa movimentação, há um movimento para fora e para dentro da janela oval, o que causa movimentação dos líquidos da OI (perilinfa e endolinfa) (Hudspeth, 1989).

Esse movimento gera o deslocamento das CC e dos estereocílios, estrutura que está presente sobre as CC, de um lado para o outro. Os estereocílios contêm filamentos de actina que os enrijecem, sendo que filamentos transversais conectam os estereocílios de cada CC entre si, fazendo com que todas as células se movimentem juntas. Quando os estereocílios se inclinam em uma direção, a CC despolariza, e, quando, os

estereocílios se inclinam na outra direção a CC hiperpolariza. Quando uma onda sonora provoca o deslocamento dos estereocílios de um lado para o outro, a CC através de um canal de cátion, o TRPA1, gera um potencial receptor que despolariza e hiperpolariza alternadamente. Quando os estereocílios são empurrados, a tensão sobre eles faz com que o canal fique parcialmente aberto, permitindo a entrada de K^+ (presente na endolinfa) para dentro da célula. O deslocamento na direção oposta promove o contrário, ou seja, o fechamento do canal e a prevenção da entrada de K^+ . A entrada de K^+ promove uma despolarização que ativa os canais de cálcio (Ca^{2+}) dependentes de voltagem. A entrada de Ca^{2+} dispara a liberação de neurotransmissor que ativa os axônios do gânglio espiral, onde se localizam os corpos celulares do nervo auditivo (Hudspeth, 1989; Bear *et al.*, 2008).

As CCE têm função ativa no processo de transmissão sonora. Sabe-se que elas possuem papel de amplificar o som de entrada. Para cada frequência do som de entrada há um local de estimulação máxima das fibras nervosas do órgão de Corti, caracterizando, portanto, uma tonotopia coclear que seguirá em todo o processo de condução até o córtex auditivo (von Bekesy, 1960; Kurc, 1999).

A última estrutura do sistema auditivo periférico é o nervo auditivo (NA). O NA possui dois tipos de fibras, as do tipo I, que correspondem a 90% do total de fibras, são mais mielinizadas e fazem conexão com as CCI. Já as do tipo II, corresponde a 10%, são menos mielinizadas do que as do tipo I e fazem conexão com as CCE. O NA possui cerca de 30.000 fibras que serão responsáveis pela condução do estímulo até a próxima estação auditiva (núcleo coclear) (Spoendlin, 1972).

Cada fibra do NA possui uma sensibilidade maior para determinada frequência, esse fenômeno é conhecido como “característica de frequência”. A fibra poderá

responder para outras frequências, mas somente a fortes intensidades (von Békésy, 1970; Harrison, 2001). Além disso, a frequência é codificada, também, por uma característica temporal da informação, chamada de “*phase-locking*”. O “*phase-locking*” resulta nos intervalos entre os potenciais de ação que são múltiplos do período da onda sonora, representando assim a frequência. O período é o tempo necessário para um ciclo completo da onda senoidal. Existe uma resposta diferente das fibras do NA para sons de baixa e alta frequência. Nos estímulos de baixa frequência é observado que para cada ciclo da onda, há um “*phase-locking*” da fibra, enquanto que para os sons de alta frequência não há o mesmo padrão de resposta, e por isso, outras fibras são recrutadas para realizar a ação (princípio de Volley) (Johnson, 1978; Møller, 2000).

A intensidade é codificada no NA pelo número de fibras recrutadas, sendo observado um maior de fibras para fortes intensidades e, também pela taxa de disparo (taxas maiores para fortes intensidades). As fibras também apresentam uma sensibilidade para a intensidade, sendo que algumas respondem melhor para baixas intensidades e outras respondem melhor para fortes intensidades (Kim e Parham, 1997).

Essa especificidade que se inicia no sistema auditivo periférico é de extrema importância para os aspectos temporais do processamento auditivo.

3.2- Processamento Auditivo Temporal

O sistema auditivo é extremamente sensível a mudanças temporais do estímulo acústico. O processamento temporal pode ser definido como a percepção do som em um determinado período restrito e definido de tempo (Hirsh, 1959; Musiek e Chermak, 2007), sendo essencial para a percepção de fala e percepção da música (Bellis, 1996; Tallal *et al.*, 1998).

De acordo com a *American Speech Language Hearing Association- ASHA* (1996) os aspectos temporais da audição envolvem as habilidades de mascaramento, integração, ordem/ sequência e resolução temporal.

O mascaramento temporal refere-se ao mascaramento que ocorre quando o limiar de um som muda devido à presença de outro som que precede (*forward masking*) ou que se segue (*backward masking*). A integração temporal resulta da somação ou agregação de atividade neuronal como uma função de duração adicional de energia sonora. Ordenação temporal refere – se ao processamento de dois ou mais estímulos auditivos na sua ordem de ocorrência no tempo. E por fim, a resolução temporal pode ser definida como a capacidade do sistema auditivo de detectar a ocorrência de dois eventos auditivos consecutivos e evitar, consequentemente, que estes sejam detectados como um único evento (Pinheiro e Musiek, 1985; Gelfand, 1998).

Clinicamente só existem testes para avaliar a ordem ou sequência e resolução temporal.

A ordenação temporal tem sido amplamente investigada, principalmente pela sua importância na percepção de fala e na música (Hirsh, 1959; Balen, 2001; Santos *et*

al., 2010). A habilidade para reconhecer, identificar e sequencializar os padrões auditivos envolvem diversos processos, desde vias auditivas ipsi e contralaterais da orelha estimulada até os dois hemisférios corticais e corpo caloso (Colavita e Weisberg, 1977; Musiek, 1990). Consequentemente, testes de padrões temporais são sensíveis para lesões hemisféricas e disfunções inter-hemisféricas (Musiek *et al.*, 1990). Os testes de ordenação podem ser afetados por muitas variáveis, como por exemplo: tipo, duração e taxa de apresentação do estímulo acústico.

Os testes de padrão de frequência e de duração propostos por Musiek (1994), são opções para a avaliação clínica de ordenação temporal.

No teste de padrão de duração (TPD) de Musiek (1994), são apresentados 3 estímulos de frequência de 1000 Hz com durações de 250 ms e 500 ms. O intervalo entre os tons é de 300 ms. O indivíduo deve discriminar e ordenar a sequência apresentada. O padrão de normalidade é de 70% de acertos para indivíduos adultos normo-ouvintes.

No teste de padrão de frequência (TPF), a duração é mantida e os tons variam de 880 Hz e 1122 Hz, com 150 ms de intervalo entre eles. O padrão de normalidade é de 75% de acertos para indivíduos adultos normo-ouvintes. Esse teste pode ser realizado em indivíduos com perda auditiva periférica e pode ser também apresentado em campo livre com resultados similares àqueles com fone convencional (Musiek, 1994).

O TPD e o TPF proposto por Musiek (1994) foram padronizados por Corazza (1998) no Brasil. A autora estudou 80 universitários brasileiros com idade entre 17 e 30 anos, sendo 40 do sexo masculino e 40 do sexo feminino, sem histórico de alteração

auditiva. A autora não achou resultados com diferença significativa entre as orelhas e nem em relação ao nível de intensidade de aplicação dos testes (50 dBNS e 20 dBNS). Foi observado maior facilidade para o padrão de resposta tipo “*humming*” quando comparado com as respostas de nomeação. Quanto aos valores encontrados, para o TPF os resultados estavam entre 76 a 100% de acertos, e para o TPD entre 83 a 100% de acertos.

Como relatado anteriormente, a resolução temporal pode ser definida como a capacidade do sistema auditivo de discriminar o menor intervalo de tempo entre dois estímulos auditivos (Gelfand, 1998). Para sons breves, um indivíduo normo-ouvinte é capaz de identificar um intervalo de 2 a 3ms (Hirsh, 1959; Phillips, 1999).

Para a avaliação de resolução temporal, dentre outros, existem os testes *Gap In Noise* (GIN) (Musiek *et al.*, 2005), e o *Random Gap Detection Test* (RGDT), desenvolvido por Keith (2000).

O GIN utiliza o ruído branco como marcador. Cada segmento consiste em seis segundos de ruído branco com intervalos de silêncio apresentados entre 2 e 20 ms de duração, sendo: 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 15 e 20ms. Os segmentos podem apresentar um, dois três ou nenhum intervalo de silêncio. Cada intervalo de silêncio é apresentado seis vezes em cada uma das quatro faixas teste.

A fisiologia da detecção de *gap* ainda não é totalmente compreendida. Alguns autores relacionam essa percepção com os diferentes tipos de células encontradas no sistema auditivo. Essas células se comportam diferentemente frente a um estímulo recebido. As células “*on*” são ativadas no início do estímulo, e tem como característica uma resposta abrupta e curta. Já as células “*off*” são desencadeadas no final do estímulo

acústico. As células primárias permanecem ativas ao longo de todo o estímulo acústico. E por fim, as células “*on-off*” disparam tanto no início quanto no final do estímulo (Abeles e Goldstein Jr., 1972; Rouileer *et al.*, 1979).

Para Robin e Royer (1987) as células “*on*” e “*off*” possuem uma ação antagonista inibitória, de modo que quando as células “*on*” são ativadas, as células “*off*” se hiperpolarizam. Quando a atividade das células “*on*” decaem, as células “*off*” disparam, e isso só não acontece se houver um estímulo que ativar as células “*on*” antes das células “*off*” iniciarem o disparo. A percepção do *gap* aconteceria, portanto, no disparo das células “*off*”.

Outros estudiosos, entretanto, acreditam que a detecção do *gap* está relacionada com a adaptação neural. Fornecido um primeiro estímulo, a célula dispara, e em seguida sua atividade cai para uma resposta estável neural. Quando o “*gap*” é introduzido, essa resposta cessa, e assim permanece até o outro estímulo iniciar. Dependendo do tamanho do *gap*, essa segunda resposta (transitória) será mais evidente ou não. Quanto maior for o *gap*, maior será o intervalo de resposta neural e maior a resposta transitória entre um estímulo e outro (Schneider e Hamstra, 1999; Yuan *et al.*, 2014).

Existem também estudos relacionando a detecção do *gap* com respostas corticais. Phillips (1993) relata que o córtex auditivo primário é sensível tanto para frequência como para o tempo de surgimento do sinal.

Musiek *et al.* (2005), estudaram o teste GIN em um grupo normo-ouvintes (n=50) e em outro grupo com envolvimento neurológico confirmado do sistema auditivo central (n=18). Os resultados mostraram que o grupo com alteração

neurológica apresentou aumento da detecção de *gap*, com uma diferença de até 10 ms em relação ao grupo normal. Os resultados encontrados para indivíduos normais foi de 4,8 ms e 4,9 ms para a orelha esquerda e orelha direita, respectivamente.

Samelli e Schochat (2008) padronizaram o teste GIN no Brasil. Participaram do estudo 100 adultos sem alterações auditivas, sendo 50 do sexo masculino e 50 do sexo feminino. A média de limiar encontrado de detecção de *gap* foi de 4,19 ms.

Algumas características do sinal podem afetar a detecção do *gap*, tais como: a duração dos marcadores, a posição do *gap* dentro dos marcadores e o modo de apresentação do estímulo. Além disso, a característica “intracanal”, que é quando os marcadores que limitam o *gap* possuem frequência similares, ou a característica “intercanal”, quando os marcadores são compostos por frequência diferentes, influenciam nos resultados. Nesse caso, é observado um melhor limiar de *gap* na situação intracanal (Heinrich *et al.*, 2004).

3.3. Aspectos Auditivos na Perda Auditiva Neurosensorial

A perda auditiva neurosensorial (PANS) acarreta um dano nas células ciliadas na cóclea e/ou nas vias auditivas periféricas e centrais e, como consequência, ocorre uma atenuação do limiar auditivo e distorção dos estímulos auditivos recebidos. Essa distorção pode variar de indivíduo para indivíduo, e pode atingir desde as vias auditivas periféricas até o córtex auditivo central (Webster e Webster, 1977; Leake e Hradek, 1988; Abbas e Brown, 2014). A perda de células e a alteração de desmielinização da

fibra neuronal leva a elevação dos limiares e reduz a eficiência da transmissão da informação auditiva no NA (Shepherd e Javel, 1997; Smith e McDonald, 1999).

O aspecto de resolução de frequência é modificado na PANS. Pacientes que possuem esse tipo de perda, necessitam de mais energia sonora para separar dois tons diferentes quando comparados com indivíduos normo-ouvintes, e isso pode variar conforme o grau da perda (Freyman e Nelson, 1991).

Em relação a intensidade, pode ocorrer em pacientes com PANS uma alteração na sensação de *loudness*. É observado que a sensação de intensidade cresce rapidamente com pouco incremento do estímulo auditivo. Esse quadro, conhecido como recrutamento, pode variar entre os portadores de PANS e pode variar, inclusive, no mesmo indivíduo em frequências distintas (Metz, 1946; Schum, 2016). Essa característica deve ser levada em consideração, principalmente no processo de (re) habilitação do paciente, pois se acaso o sinal fornecido ao sistema auditivo estiver perto do limiar de desconforto do paciente, pode haver diminuição de extração das informações do sinal acústico (Studebaker *et al.*, 1999).

Quanto ao mascaramento temporal, pessoas com PANS apresentam maiores valores de identificação do sinal no *forward masking* quando comparadas as pessoas normo-ouvintes. Além disso, com o aumento do mascaramento, o crescimento do *forward masking* tende a ser mais acentuado (Kidd *et al.*, 1984). Para a característica temporal de integração, os indivíduos com PANS também apresentam um pior rendimento quando comparados a indivíduos normais. A melhora dos limiares auditivos com aumento da duração dos sinais tende a ser menor nos indivíduos com perda auditiva do que com os normais. Essa redução fica mais evidente nas frequências com maior perda auditiva (Chung, 1982; Carlyon *et al.*, 1990).

O desempenho de pacientes com PANS de graus leve e moderado na tarefa de ordenação de eventos temporais tende a ser satisfatório, desde que os estímulos sejam audíveis e que possam ser discriminados (Musiek *et al.*, 1990). Para o teste clínico proposto por Musiek (1994), explicado anteriormente, esses pacientes não apresentam dificuldade para realizá-lo (Rawool, 2006).

Quanto a resolução temporal, os estudos com indivíduos com PANS são controversos.

Azzolini e Ferreira (2010), compararam o desempenho entre 13 idosos sem perda auditiva e 08 idosos com perda auditiva de grau leve a moderadamente severo com os testes de padrão de frequência, padrão de duração e o RGDT. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos avaliados.

A mesma conclusão foi encontrada no estudo de Pinheiro *et al.* (2012), que avaliaram 57 idosos com perda auditiva neurossensorial bilateralmente com os testes temporal de padrão de duração (TPD) e teste GIN antes e após a adaptação de próteses auditivas convencionais. Os indivíduos foram divididos em dois grupos: G1 – perda auditiva neurossensorial bilateral simétrica, com média de 500 a 4000 Hz entre 41 a 50 dBNA, e G2: perda auditiva neurossensorial bilateral simétrica, com média de 500 a 4000 Hz entre 51 a 70 dBNA. Os indivíduos foram avaliados antes da protetização e após o uso das próteses, com um mínimo de uso de 3 meses e máximo de 10 meses. As autoras encontraram melhora significativa dos resultados nos 2 testes avaliados entre os dois momentos de avaliação, com melhores resultados na segunda avaliação, demonstrando que o uso efetivo das próteses auditivas melhora as habilidades auditivas de ordenação e resolução temporal. Não houve diferença entre os grupos estudados, mostrando que a perda auditiva não influenciou nos resultados; e os valores médios

encontrados estavam dentro da faixa de valores médios dos trabalhos em idosos com testes de avaliação dessas habilidades auditivas, que mostram que o processo de envelhecimento está mais relacionado com os piores desempenhos desse grupo do que a perda auditiva periférica.

Hoover *et al.* (2015) avaliaram a resolução temporal e compressão de fala em 11 pacientes jovens sem perda audição e em 19 idosos com PANS moderada. A resolução temporal foi avaliada por meio do teste GIN e por um teste desenvolvido por um software. Esse teste era composto por três segmentos de ruído de faixa de frequência entre 100 e 10.000 Hz, sendo que um deles apresentava um *gap*, e o participante deveria, então, identificá-lo. Nesse estudo, os pesquisadores justificaram a elaboração desse outro teste, devido a possibilidade, segundo eles, do GIN não refletir o limiar real de *gap*, devido a insegurança do participante em identificar o *gap* e, ainda, no julgamento do audiologista de considerar o quão próximo deve ser a resposta do indivíduo ao *gap* escutado. Os autores revelaram limiares de *gaps* piores no grupo de idosos nos dois testes temporais, sendo pior no GIN. Os autores atribuíram esse fato tanto a idade, como a presença de PANS, uma vez que a falta de audibilidade em frequências altas afetaria a identificação dos *gaps*. O teste de compreensão de fala apresentou correlação apenas com o teste temporal desenvolvido pelo estudo, e não apresentou correlação com o GIN.

Uma das maiores dificuldades que acontece na PANS é a compreensão de fala no ruído. Muitos são fatores que contribuem para esse quadro: 1) redução de seletividade de frequência da cóclea por diminuição de CC (Robles e Ruggero, 2001); 2) diminuição da supressão na cóclea, dificultando que as características de fala fiquem mais salientes, e portanto, mais difícil para serem separadas do ruído de fundo (Young,

2008); 3) Redução na capacidade da percepção de eventos acústicos quando o ruído de fundo flutuante diminui momentaneamente (Gregar *et al.*, 2013).

Além disso, a alteração dos níveis de mascaramento, podem influenciar na fala encadeada, já que pode ocorrer uma oscilação de até 30 dB entre os fonemas, e dessa maneira, um som mais fraco, seguido de um mais forte, seria mascarado pelo seguinte. Ainda, em uma situação cotidiana de compreensão de fala no ruído, o sistema auditivo extrai as informações relevantes do sinal durante os *gaps* no ruído de fundo. Indivíduos com PANS necessitam de maiores *gaps* para detectar o intervalo (Fitzgibbons e Wightman, 1982; Glasberg *et al.*, 1987). Uma vez que a detecção de *gaps* se torna pior, essa característica é perdida, dificultando, portanto, a análise das informações relevantes. Associado a isso, a falta de sincronia temporal, característica observada quando o sistema auditivo percebe que dois sons são da mesma fonte sonora ou não, maximizam mais ainda a dificuldade de entendimento de fala (Glasberg e Moore, 1987; Johannesen *et al.*, 2016). O prejuízo do processamento do sinal em pacientes com perda periférica não fica restrito apenas ao sistema periférico. Estudos revelam alteração da organização cortical associados a privação sensorial (Cardin, 2016). Portanto, fica claro, que qualquer perda auditiva periférica pode modificar o processamento do sinal acústico nas vias auditivas.

3.4. Implante Coclear

O Implante Coclear (IC) é um dispositivo eletrônico que estimula diretamente o nervo auditivo transformando o sinal acústico em sinal elétrico que será enviado pelas

vias auditivas até o córtex cerebral (Bilger *et al.*, 1977; Clark, 2003). O seu uso clínico começou em 1983 com a aprovação pela *Food and Drug Administration* (FDA) (Clark, 2003) para o uso em adultos, e a partir de então, com o avanço da tecnologia, esse dispositivo tem sido cada vez mais aprimorado.

O IC tem como objetivo reproduzir a codificação do som para o sistema auditivo o mais próximo possível para a melhor percepção sonora, possibilitando a aquisição de fala, no caso dos pacientes pré-linguais, e reabilitando o deficiente auditivo pós-lingual. Porém, essa tarefa não é tão simples assim. Para começar, existe uma limitação de quantidade de eletrodos, que no IC, tem a função de enviar a informação para o NA. O ouvido humano possui cerca de 3500 células ciliadas internas e 12000 células ciliadas externas, que são responsáveis pelo envio da informação auditiva com complexos padrões temporais e espectrais para as fibras do NA, além de realizar um processo de auto regulação com o sistema eferente. Atualmente, há disponível feixe de IC com até 22 eletrodos (*Nucleus/Cochlear Corporation*), que desempenham o papel de estimular o NA (Clark, 1996; Burguetti, 2008). Sem dúvida, existe uma limitação na reprodução do estímulo acústico, muito embora a extração de informações de fala possa possibilitar boa percepção de fala nos implantados (McDermott e McKay, 1992).

O desempenho do usuário de IC pode variar, e isso acontece porque existem muitos fatores que podem afetar a habilidade do implantado para identificar e discriminar sinais acústicos do meio ambiente, que podem ser: o modo como o processador de fala é programado; o número de eletrodos ativos; a extensão em que a estrutura fina temporal é transmitida; a inserção dos eletrodos; a interface entre os eletrodos intracocleares e as fibras do NA; o tempo de surdez; o nível residual pré-

implante; o uso de prótese auditiva convencional anterior ao IC; o nível socioeconômico; as malformações de orelha interna e até mesmo, as características do sistema auditivo central (Tyler *et al.*, 2000; Frijins *et al.*, 2001; Anderson *et al.*, 2016).

Atualmente, existem hoje no mundo quatro fabricantes de IC: *Cochlear Corporation*, MED-EL, *Advanced Bionics* e Neurelec, porém todos possuem as mesmas características básicas para o funcionamento do IC.

Wolfe e Schafer (2010), explicaram sobre o funcionamento do IC, afirmando que todos os implantes possuem um processador externo que capta o som do meio e transforma o sinal acústico em sinal elétrico; e um sistema de transmissão que envia esse sinal elétrico para o estimulador interno, que posteriormente enviará, para o feixe de eletrodos que estimulará, então, o nervo auditivo.

O microfone do processador capta o sinal acústico e o converte em sinal elétrico. Este sinal elétrico é enviado para um pré-amplificador para melhorar a relação sinal/ruído durante a transmissão para o processador. O sinal é analisado por um sofisticado processador digital no componente externo para que as características de intensidade, frequência e domínio de tempo do estímulo sejam mantidas Wolfe e Schafer (2010).

O sinal, então, é convertido em um sinal elétrico e enviado para a antena de rádio frequência via cabo. Na antena o sinal é transformado em sinal eletromagnético e transmitido via indução eletromagnética para a antena interna e, então, para o estimulador interno, que também contém um processador digital, que converte o sinal elétrico em código digital. O processador determina a estimulação necessária para ser usada e converte o código digital para pulsos elétricos baseados nas características do

signal de entrada e o conjunto de regras definido pela estratégia de código. Os pulsos elétricos então são enviados ao longo do cabo de eletrodos para estimular os eletrodos intracocleares, onde os pulsos estimulam fibras do nervo auditivo. A informação de fala de cada banda é apresentada para um eletrodo ao longo do feixe inserido na cóclea, que representa determinada região de frequência (Shannon *et al.*, 2002).

A tecnologia presente na prótese do IC extrai as características mais importantes e que são críticas para a compreensão de fala, enquanto aquelas menos importantes são descartadas (Shannon *et al.*, 2002). Inicialmente, o sinal acústico é analisado por pré-processadores que farão uma análise do som e para que as principais informações sejam mantidas, esse processo envolve a análise do sinal por localização do som em cada microfone do dispositivo; filtros de bandas, extração do envelope do sinal acústico, entre outros. Essas características podem variar conforme a marca do implante coclear.

O sinal é analisado, também, conforme a estratégia de codificação de fala. A estratégia de codificação do sinal acústico carrega a maneira como o sinal acústico de entrada será transformado em sinal elétrico. A estratégia de codificação deve abranger os seguintes parâmetros: frequência, amplitude e tempo, dessa forma, o sinal acústico de entrada manterá suas características (Loizou, 1999; Nie e Zeng, 2004). Atualmente, as estratégias de fala buscam enfatizar tanto o aspecto temporal como espectral, na tentativa de proporcionar melhor compreensão de fala ao usuário. Embora alguns indivíduos apresentem rendimento melhor de percepção de fala com determinada estratégia de codificação, os escores médios comparando estratégia presentes atualmente no mercado não demonstram superioridade de nenhuma marca (Rubinstein, 2004).

O reconhecimento de frequência no IC pode acontecer respeitando o lugar tonotópico, quando ocorre uma profunda inserção do feixe de eletrodos, ou por meio de taxa de estimulação (pista temporal). Dessa maneira, as pistas de periodicidade são também importantes para os usuários de IC, uma vez que muitas vezes a inserção dos eletrodos não atinge regiões tonotópicas abaixo de 1000Hz, as pistas através de taxas auxiliam na percepção de frequências (Fu, 2002). Porém, os usuários de IC podem acessar as informações temporais até 300-500Hz. Com essas taxas é observado uma melhor sincronia das fibras do NA, depois disso o aumento da taxa não produz aumento no *pitch* (Wilson, 1997). Entretanto, uma sequência rápida entre os eletrodos parece produzir frequências intermediárias, melhorando a percepção na estrutura temporal fina (Wilson e Dorman, 2008).

Como relatado anteriormente, indivíduos com perda auditiva, podem apresentar redução na área dinâmica do som, isso significa que pequenas mudanças de estímulo (intensidade) podem levar a uma grande mudança de percepção do som. O controle de crescimento de *loudness* na prótese de IC, é realizado por uma função logarítmica, que preservará a sensação entre os sons de fala em um estímulo (Zeng *et al.*, 1998).

O limiar e a *loudness* por meio de estimulação elétrica, estão relacionadas a quantidade de descarga elétrica em cada estimulação de pulso. Um pulso com uma fase de longa duração requer uma amplitude de corrente menor para produzir o mesmo efeito de um pulso de curta duração. Baixas amplitudes de correntes podem ser melhores para efeitos de tonotopia, já que os efeitos do campo de corrente cobrem uma região tonotópica menor. Por outro lado, para estimulação de eletrodos intercalados, uma fase de longa duração, requer taxa de pulso mais baixa, e uma fase de curta

duração, taxas mais altas, que podem provocar interações entre os eletrodos (Shannon *et al.*, 2002).

A interação entre os eletrodos pode reduzir a efetividade espectral dos canais do implante. Medidas atuais para avaliar a interação dos eletrodos no IC são complexas. Quando sinais elétricos são apresentados simultaneamente para dois eletrodos o campo de corrente pode somar ou diminuir completamente. Como a área dinâmica do implante é extremamente pequena, a soma de corrente de dois eletrodos pode causar um desconforto na sensação de intensidade. Essa interação pode ocorrer mesmo quando a estimulação não for simultânea, e for sequencial. Se um pulso é apresentado em um eletrodo e os neurônios nessa região são ativados, esses neurônios ficam inaptos para receber estimulação de outro eletrodo. Na medida em que as populações neurais excitadas por dois eletrodos se sobrepõem, então, mesmo a estimulação não apresentada de forma simultânea pode mostrar interação (Shannon *et al.*, 2002).

A ativação neuronal pode também estar relacionada com o modo de estimulação do eletrodo. A estimulação monopolar, que é quando o eletrodo terra (dissipador de corrente) está localizado fora da cóclea, o que provocaria uma ativação mais ampla das fibras nervosas do que a estimulação bipolar, quando o eletrodo ativo e o terra estão dentro da cóclea (Van den Honert e Stypulkoski, 1987).

Ainda existem muitos outros fatores que podem contribuir na interação entre os eletrodos, entre eles a localização do feixe de eletrodo, ossificação, tecido fibroso ao redor do implante e, ainda, a quantidade de células neuronais sobreviventes (Hanekon e Shannon, 1998).

Depois de realizada todas as análises do sinal recebido, a informação segue para os eletrodos, que estimularão o NA. Embora exista uma diferença do número de eletrodos entre as empresas que fabricam IC, estudos com implantados demonstram que existe uma grande variação para resolver picos espectrais até 8 eletrodos ativos e que depois disso o reconhecimento de fala não demonstra variação significativa (Friesen *et al.*, 2001; Henry e Turner, 2003). Em relação a posição do feixe de eletrodos na cóclea, alguns estudos revelam que a posição da guia de eletrodos inseridos pela escala timpânica é menos traumática quando comparado com a inserção pela escala vestibular. Ainda, eletrodos perimodiolares estão associados com uma melhor performance em usuários de IC (van der Beek *et al.*, 2005; Holden *et al.*, 2013).

Finalmente, estudos relacionam o desempenho do implante coclear com mudanças corticais causadas pela privação sensorial da perda auditiva.

Moore e Shannon (2009), apontaram a importância do tempo de privação sensorial causada pela perda auditiva periférica e a degeneração do sistema auditivo central. Eles relataram que essa modificação cortical pode afetar os resultados do IC e que podem ser, inclusive, mais importantes do que características periféricas como o número de eletrodos.

Um grande estudo envolvendo pesquisadores de vários países elencaram os fatores que influenciaram na performance dos usuários de IC em dois momentos diferentes. O primeiro estudo (Blamey *et al.*, 1996) contou com 808 usuários de IC. O segundo (Blamey *et al.*, 2013), avaliou 2251 pacientes. No primeiro estudo, os fatores de tempo de surdez, idade do início da surdez e idade da cirurgia do IC, influenciaram negativamente os resultados. Em relação a etiologia, a patologia que apresentou pior desempenho foi a labirintite bacteriana, e a doença de Mènière apresentou o melhor

desempenho. O tempo de experiência de até 3 anos com o IC apresentou papel positivo na performance dos usuários. No estudo de 2013, o efeito negativo do tempo de surdez foi menos importante do que o encontrado em 1996, a etiologia também teve um impacto menor, assim como a idade do início de uso do IC. Nesta última pesquisa, a experiência com o tempo de IC se tornou mais significativa. Os autores concluíram que os novos critérios de indicação de IC; as novas tecnologias dos dispositivos tanto dos IC, quanto das próteses convencionais (que antecedem os IC); as novas técnicas cirúrgicas; e ainda o acesso a novas tecnologias (como a internet, por exemplo), que auxiliaram no processo de reabilitação; influenciaram nessa mudança de perfis dos indivíduos usuários de IC estudados.

Tan *et al.* (2015) desenvolveram um estudo para relacionar dados de ressonância magnética funcional pré IC em 16 crianças (média de idade: 20 meses) com deficiência auditiva pré-lingual, e o desempenho delas de fala e linguagem após 2 anos de uso do IC. A avaliação de fala e linguagem foi feita por meio do teste CELF-P2 que avalia a linguagem em diferentes domínios, incluindo estrutura de palavra, vocabulário expressivo e conceitos. Os autores encontraram relação nas imagens da ressonância com a performance das crianças estudadas. As crianças que apresentaram melhores desempenhos no teste CELF-P2 tiveram os índices mais altos de ativação das áreas do giro temporal superior, responsável pela percepção de fala; e com o giro temporal médio, responsável pelo processamento de informação lexical e semântica da fala na ressonância pré IC. Os autores ressaltaram a importância de exames que possam ajudar o prognóstico de casos de implante coclear, devido tanto ao aspecto financeiro dos custos que envolvem o implante, como também na expectativa da família e profissional com o paciente.

3.5. Avaliação dos Aspectos Temporais no Implante Coclear

Seguindo o mesmo raciocínio já apresentado nesse estudo, os aspectos temporais da audição envolvem as habilidades de mascaramento, integração, ordem/sequência e resolução temporal (ASHA, 1996).

O funcionamento complexo e limitado do IC e as possíveis variáveis que interferem no desempenho do usuário, dificulta a análise de uma característica isolada do processamento auditivo no implantado, principalmente quando os testes são comportamentais (Shearer *et al.*, 2017). Por outro lado, testes comportamentais são de grande valia clínica, pois demonstram o comportamento auditivo do indivíduo frente a um estímulo (Hurley e Fulton, 2007).

Abaixo seguem estudos relacionados aos aspectos temporais de ordenação e resolução no IC.

Hanekon e Shannon (1998), avaliaram a detecção de *gaps* em três implantados de acordo com a localização dos dois estímulos marcadores que limitavam o *gap*, variando entre 1 eletrodo e 2 eletrodos espaçados do primeiro marcador (do eletrodo “padrão”), e ainda do modo de estimulação (pseudo – monopolar, bipolar, bipolar+1, BP+2, BP+3). A hipótese do estudo foi que quando dois estímulos que limitam o *gap* estimulam o mesmo eletrodo, e então a mesma população neural, o limiar de *gap* seria mais curto. E, quando dois estímulos são apresentados em dois eletrodos separados, a

quantidade de sobreposição neural diminui, e o limiar de *gap* tende a ser maior. Os achados revelaram que os limiares de *gaps* encontrados foram sempre menores quando os dois estímulos que limitavam o *gap* foram apresentados no mesmo eletrodo, variando o limiar entre 3-4 ms. O limiar do *gap* aumentou consideravelmente quando a distância entre os eletrodos aumentou, variando os resultados entre os participantes, com respostas de 10 a 200 ms de limiar. Quanto ao modo de estimulação, os achados variaram muito entre os participantes.

Frederigue (2006) analisou o reconhecimento de padrões auditivos de frequência e duração em crianças implantadas de 7 a 11 anos de idade, e grupo controle sem alterações auditivas. A autora constatou melhores respostas não verbais do que respostas verbais no teste de padrão de frequência, influência da idade no teste de padrão de duração (com respostas melhores em crianças mais velhas), e ainda, desempenho melhor no teste de padrão de frequência do que o de duração nas crianças implantadas. Nos dois testes o grupo implantado teve desempenho inferior quando comparado ao grupo controle.

Campos *et al.* (2008) compararam o desempenho nos testes de padrão de frequência e padrão de duração, propostos por Musiek em 14 indivíduos usuários de IC (grupo estudo-GE) e 14 indivíduos normo-ouvintes, sem histórico de alteração de processamento auditivo (grupo controle-GC). A idade média dos participantes, com grupos pareados, foi de 29 anos. Os resultados encontrados para o GE foram de 48,7% para o TPF e 59,6% para o TPD. Para o GC os resultados foram de 63,4% no TPF, e 64,6% TPD. Os autores não encontraram diferença estatisticamente significativa entre os grupos.

Daniels e Musiek (2009), utilizaram o teste GIN para avaliar 7 adultos implantados pós-linguais, com tempo de uso mínimo de implante de 6 meses, e 6 adultos normo-ouvintes. Foi aplicado o GIN em campo livre a 30 dBNS e 50 dBNS. Eles encontraram limiares de 8,79 ms para a apresentação do teste a 50 dBNS, e 17,60 ms para 30 dBNS. Os autores, portanto, encontraram uma melhora de limiar de *gap* quando o estímulo foi apresentado em maior intensidade. Além disso, houve diferença estatisticamente significativa entre o grupo estudo e o grupo controle.

Comerlatto (2011) avaliou a resolução temporal em crianças usuárias de IC e crianças normo-ouvintes. O autor utilizou os testes RGDT e GIN para avaliação dos indivíduos. Foi constatado maior facilidade para a realização do RGDT do que o GIN para as crianças implantadas, já que apenas quatro das vinte crianças do grupo estudo conseguiram realizar o teste GIN. Foi observado, também, que as crianças implantadas apresentam limiares de detecção de *gap* significativamente maiores em relação as crianças sem alterações auditivas. O limiar do RGDT para as crianças com IC foi de 74,13ms e para o GIN de 12,12ms, enquanto que para as crianças sem alteração foi de 18,77ms para o RGDT e 6,13 ms para o GIN.

Zhang *et al.* (2013) relacionaram o fenômeno de adaptação neural (citada nesse estudo no subitem 3.2 da fisiologia do sistema auditivo), avaliação temporal comportamental e teste de percepção de fala em 14 implantados. A adaptação neural foi avaliada por meio do potencial de ação composto do nervo auditivo eletricamente evocado (ECAP) e do potencial de longa latência (N1) - PLL. Os autores usaram o termo adaptação como termo geral para se referir a redução de resposta neural frente a repetição de um determinado estímulo. A avaliação comportamental foi realizada com o RGDT, avaliando *gaps* de 0, 2, 5, 10, 15, 20, 25, 30 e 40ms; nas frequências de 500,

1KHz, 2KHz e 4KHz. Os testes de fala utilizados foram o de monossílabos e o AzBio (lista de sentenças). Os autores não encontraram correlação entre as respostas de adaptação, ou seja, a diminuição de respostas no ECAP e no PLL em relação aos limiares de *gap* no RGDT (teste comportamental). Também, não houve correlação significativa entre o índice de resposta de adaptação e a média para os resultados de testes de fala. Porém, tanto no RGDT quanto na resposta de adaptação do PLL, indivíduos implantados apresentaram um rendimento pior em relação a indivíduos normo-ouvintes. A média de limiar de *gap* no RGDT nos implantados foi de 24,96 ms, e nos indivíduos normais foi de 5,58 ms.

Sharma e Yadav (2015) avaliaram os limiares de detecção de silêncio no ruído em pacientes implantados e indivíduos normo-ouvintes (G1). A amostra foi composta por pacientes entre 7 e 20 anos, e os *gaps* foram avaliados nas frequências de 500, 1000 e 4000 Hz. Os *gaps* foram gerados pelo *software Adobe Audition*. O grupo de implantados foi dividido conforme o tempo de implante: G2- indivíduos com 2 meses de IC, G3 - indivíduos com 5 meses de IC, G4 - indivíduos com 10 meses de IC e G5 - indivíduos com 15 meses de IC. Os resultados mostraram um pior desempenho dos grupos dos pacientes implantados. Os autores concluíram que isso ocorreu devido as limitações do implante coclear e que o sinal entregue pelo implante para o sistema auditivo é um som degradado. Porém, mesmo com limiares pobres de detecção de *gap*, os implantados são capazes de desenvolver habilidades de fala e linguagem.

Duarte *et al.* (2016) avaliaram adultos implantados pós-linguais e normo-ouvintes com o teste de padrão de frequência e teste GIN. Eles encontraram uma média de limiar do GIN de 16,33 ms para o grupo implantado (n=12) e uma média de 8,33 para o grupo controle (n=12). Já no teste de frequência, o escore no grupo IC foi de

47,7% e de 76,1% no grupo controle. O tempo médio de uso de IC foi de 1 ano e 2 meses. Os resultados demonstraram uma diferença significativa dos implantados em relação aos indivíduos normo-ouvintes.

Mesmo com o avanço tecnológico e os novos algoritmos que buscam a melhora de compreensão de fala, principalmente, em situações de sons competitivos, os usuários de implante coclear ainda apresentam dificuldades auditivas no processamento temporal. Com a perspectiva de maximizar o desempenho desses pacientes, a habilitação (para paciente pré-linguais) e reabilitação (para os pacientes pós-linguais) auditiva se tornam imprescindíveis nesse processo. Uma das possíveis abordagens terapêuticas é a musicoterapia (Buitrago, 2014).

3.6. Música, musicoterapia e IC

A organização musical no cérebro é um dos grandes desafios da neurociência contemporânea. Devido a sua complexidade, a música é capaz de ativar diversas áreas cerebrais em uma simples melodia. Estudos realizados em pacientes afásicos ou com outras lesões cerebrais, revelam que outras funções podem estar normais quando a percepção musical se encontra alterada, e o mesmo acontece quando existe um prejuízo na linguagem e a percepção musical continua intacta. Isso mostra o princípio da dissociação, implicando especificidade funcional e anatômica musical (Thaut e McIntosh, 2010; Thaut *et al.*, 2014).

O ritmo, a melodia e harmonia correspondem aos elementos básicos na música. O ritmo é o elemento de tempo da música e é composto pela duração do som, tempo da velocidade da batida e métrica, que é a representação da repetição dos ciclos das batidas fracas e fortes. A melodia é a apresentação horizontal do *pitch*, é a sequência de notas organizadas de forma a proporcionar sentido musical. E harmonia é a verticalização do *pitch*, quando duas ou mais notas são tocadas simultaneamente (Peretz e Zatorre, 2005; Thaut *et al.*, 2014).

A percepção e performance da música requerem a habilidade de construir uma arquitetura ordenada temporalmente das sequências de sons em sucessões rápidas. Experiências musicais envolvem interações complexas entre uma variedade de processos cognitivos, perceptuais, afetivo e motor. Recentes estudos sugerem distintos sistemas neurais para melodia, harmonia, timbre, emoção e ritmo (Peretz e Zatorre, 2005; Alluri *et al.*, 2012).

A fundamentação teórica apresentada aqui em relação ao sistema fisiológico cerebral envolvendo a música se refere a estudos com indivíduos com audição normal bilateralmente.

Como qualquer som, a música é processada primeiramente na via auditiva ascendente por meio da cóclea em direção ao córtex auditivo primário, que está localizado na parte medial do giro de *Heschl* (GH) no lobo temporal superior. A parte lateral do GH contém um centro para a percepção do *pitch*. Circundante ao GH está uma rede de áreas corticais superiores, conhecida como “áreas de associação auditivas” que processa determinadas propriedades do som. Posterior ao GH encontra-se um “*planum temporale*”, que tem sido implicada na análise de diferentes atributos da fonte sonora, incluindo sua localização espacial e características de identificação como o

timbre de uma voz ou instrumento musical, e informações sobre padrões de *pitch* que eles carregam. Anterior ao GH está o giro temporal superior que está envolvido na análise de fluxos de informação auditiva, como uma frase falada ou melodia musical. A ínsula e área temporal anterior estão envolvidas na identificação de sons não verbais e sons familiares (Peretz e Morais, 1980; Peretz *et al.*, 1994; Griffiths e Warren, 2002; Patterson *et al.*, 2002; Warren *et al.*, 2003; Satoh *et al.*, 2006). Áreas temporal lateral e parietal conectam as informações derivadas de outras modalidades sensoriais, como a visão. Há também participação da área frontal na memória de trabalho e na execução de algum instrumento musical (Warren, 2008), e ainda ativação da área occipital em tarefas que envolvam reconhecimento de altura sonora (Platel *et al.*, 1997).

Existe uma predominância do hemisfério direito cerebral quando ocorre exposição à música para indivíduos não músicos e, pode haver lateralização para indivíduos músicos, em que o hemisfério esquerdo passa a ser predominante nessa tarefa (Gaser e Schlaug, 2003).

Em uma abordagem cognitiva-neuropsicológica, Peretz *et al.*, 2003, propuseram um modelo que mostra a distribuição do *input* auditivo nas diferentes áreas de processamento. Segundo a autora, a música aciona paralelamente o sistema de processamento da linguagem (fala) e o sistema de processamento musical. Dessa forma, as letras de uma música seriam processadas no sistema de linguagem e o *input* musical seria analisado em dois sistemas paralelos e independentes: uma para a dimensão melódica e o outro para a dimensão temporal. Assim, as rotas de melodia e ritmo enviariam as análises realizadas para o repertório, que por sua vez, pode ativar representações de outros sistemas, como as representações lexicais, memórias

associativas, e ainda, sentimento de familiaridade, mesmo que a nomeação do trecho musical não seja realizada (Figura 1).

Figura 1: Modelo cognitivo-neuropsicológico do processamento musical, esquematizando os componentes e processos envolvidos no reconhecimento da música (Nunes-Silva e Haase, 2012).

A percepção na música com o IC pode estar prejudicada devido as limitações do IC. O processador do IC seleciona as informações relevantes que serão enviadas para o NA. Para a fala, essa seleção não é tão prejudicial, porém no caso da música, todas as informações do estímulo são relevantes e precisariam ser processadas (Stainsby, 2000).

Para Shannon (2014), o processamento típico do sinal acústico no IC, elimina a estrutura fina espectral e temporal do sinal, e o espaçamento entre os eletrodos é muito grosseiro para representar os harmônicos que são importantes para transmitir o tom musical.

A percepção musical nos usuários de IC não é somente afetada pelas limitações técnicas do IC, mas também pela (re) organização neural e a privação auditiva das vias auditivas periféricas e centrais. Essa privação resulta na degeneração das fibras do NA, e o córtex auditivo pode ser recrutado para outras áreas, como o sistema visual e somatossensorial (Collignon *et al.*, 2011; Lazzouni e Lepore, 2014).

Estudos com pacientes implantados e percepção musical revelam uma facilidade maior de percepção de ritmo, e pobre reconhecimento de melodia. A identificação do timbre também é insatisfatória. Além disso, a satisfação em ouvir música é menor em indivíduos implantados quando comparados aos normo-ouvintes (McDermott, 2004). Gfeller *et al.* (2000) chama a atenção para o fato dos implantados terem pouco hábito de escutarem música após o implante, devido a qualidade do som. Consequentemente, eles perdem a possibilidade de melhorar suas habilidades com a prática de escutar música.

Cooper, Tobey e Loizou (2008) aplicaram o teste *Montréal Battery of Evaluation of Amusia* (MBEA) (Peretz *et al.*, 2003) em implantados. O MBEA é um teste que avalia seis aspectos da percepção musical (Contorno, Intervalo, Escala, Ritmo, Métrica e Memória). Os autores optaram pelo teste por ser uma avaliação que delineia os diferentes aspectos da percepção musical, e não ser dependente de aspectos como memória familiar de melodias pré aprendidas pelo paciente (antes da surdez); além de ser um teste confiável e possuir boa sensibilidade.

Nesse estudo, os autores avaliaram o mínimo de canais necessários por normo-ouvintes (com simulação de IC) e usuários de IC para obtenção da melhor performance do teste. O objetivo foi entender melhor as habilidades de percepção musical usando um número de canais próximo da realidade clínica. Para os participantes normo-

ouvintes foi utilizado amostras do MBEA tratadas em um software com filtros e canais (4, 6, 8, 12 e 16 canais). Participaram 12 usuários de IC e 30 normo-ouvintes. Eles encontraram um escore maior para o subteste de ritmo e métrica em relação aos demais subtestes do MBEA para o grupo implantado. Para o grupo de normo-ouvinte que recebeu o som tratado em número de canais, foi verificado que também os subtestes de ritmo e métrica tiveram maior escore, porém não houve diferença para esses subtestes quanto a quantidade em relação ao número de canais (Cooper *et al.*, 2008).

Uma das possibilidades para tentar melhorar a percepção musical nos usuários de IC é a musicoterapia (Gfeller *et al.*, 2015), que se baseia na capacidade de neuroplasticidade do sistema nervoso auditivo por meio da música. A plasticidade no cérebro pode ser definida como uma propriedade do sistema nervoso para se adaptar e mudar a sua organização estrutural e funcional (Pascual – Leone *et al.*, 2005). O sistema auditivo pode se reorganizar frente a influências ambientais, como a variação na entrada auditiva, devido à diminuição (no caso de lesão colear), ou amento de novos estímulos (como o uso de IC e prótese auditiva convencional) (Musiek *et al.*, 2002; Knobel e Sanchez, 2005).

A musicoterapia é conhecida por modificar a organização cortical (Musacchia *et al.*, 2007). Diante da complexidade com que a música ativa redes neuronais no córtex, a musicoterapia vem sendo utilizada há muito tempo na tentativa de reabilitação de diversas afecções. As pesquisas variam quanto ao tipo de estímulo fornecido e a atividade solicitada ao paciente, podendo ter participação ativa ou passiva (Rauscher e Shaw, 1993; Hughes *et al.*, 1998). A execução da música, ao contrário da escuta passiva, engaja e integra múltiplos sistemas sensoriais e sistema motor, além de promover alta demanda em uma variedade de processos cognitivos de alta ordem. Além

disso, o envolvimento da música pode ser associado à excitação, recompensa, humor positivo e fatores sociais; e estes podem promover a atenção e um envolvimento sustentado (Herholz e Zatorre, 2012).

Strait e Kraus (2011), revelaram uma melhor performance de músicos quando comparados a não músicos no reconhecimento de fala no ruído. A autora explica que tal fato pode ser justificado por redes cerebrais no processo de atenção seletiva serem reforçadas em músicos em comparação aos não músicos, o que indica uma ativação mais forte da área pré-frontal e aumento do controle da função executiva auditiva, ou, em outras palavras, um melhor desempenho dos mecanismos *top-down* que orientam a resolução da competição imposta por uma gama de sinais de entrada.

Gfeller *et al.* (2002), avaliaram o efeito de treinamento musical em implantados pós-linguais. Eles estudaram 24 implantados que foram divididos em dois grupos: o controle, que foi exposto acidentalmente à música na rotina diária; e o grupo com treinamento musical, que consistiu na apresentação de quatro instrumentos familiares com diferentes frequências por meio de atividades no computador. Os resultados mostraram maior reconhecimento de melodia simples e complexas no grupo submetido ao treino musical em comparação ao grupo controle. Além disso, o grupo musical apresentou após o treino uma melhora na apreciação das músicas propostas em relação ao outro grupo.

Mitani *et al.* (2007), verificaram a influência da exposição musical caseira em 17 crianças implantadas entre 4 e 9 anos de idade. Os autores avaliaram a capacidade de reconhecimento de 14 músicas de programas de televisão em 3 versões: versão original, versão instrumental da música original, e versão melódica tocada por flauta com melodia da versão original. Além disso, houve avaliação com 25 palavras

trissílabas, nas quais as crianças deveriam repetir cada palavra escutada, e um questionário aplicado aos pais referente as atividades musicais das crianças (escutar música, cantar, dançar). Os resultados revelaram que houve uma correlação entre a idade de implantação e a idade que as crianças começaram a atividade de escuta musical, isso é, as crianças implantadas mais precocemente, iniciaram antes a atividade de escutar música e apresentaram maior pontuação no reconhecimento de palavras.

Yucel *et al.* (2009), compararam crianças implantadas (n=9) submetidas ao treinamento musical e crianças sem treinamento musical prévio (n=9). As crianças foram avaliadas pré implante, 1 mês, 3 meses, 6 meses, 12 meses e 24 meses após o implante. Aquelas submetidas ao treinamento musical demonstraram significativamente familiaridade de reconhecimento de diferentes *pitch* e maior habilidade quanto aos aspectos musicais (na avaliação de 24 meses) em relação ao outro grupo. Porém, não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos em relação à percepção de fala nas situações de conjunto fechado, semiaberto e aberto.

Chen *et al.* (2010), avaliaram o treinamento musical e a melhora do reconhecimento de *pitch* em crianças surdas pré-linguais (n=27). O treinamento consistia em ouvir, cantar, ler e tocar instrumentos musicais. Os resultados mostraram que o treinamento musical influenciou positivamente para a percepção correta do *pitch* em dois tons diferentes de piano. Os resultados foram melhores para crianças maiores que seis anos e não houve diferença de percepção do *pitch* e idade do implante, gênero e marca do IC. Os autores concluíram, portanto, que o treinamento musical deve ser utilizado nos programas de reabilitação pós IC.

Lima (2010) realizou um programa de treinamento musical em implantados pós-linguais com o objetivo de avaliar o desempenho dos indivíduos quanto à

discriminação e reconhecimento de frequência e duração, e descrever o processo perceptivo-musical desses pacientes. A autora encontrou que houve uma evolução no processo de desenvolvimento auditivo musical, com melhora nos testes temporais de frequência e duração, bem como melhora no aspecto de apreciação musical nos pacientes avaliados.

Buitrago (2014), desenvolveram um programa de treinamento de detecção, discriminação, identificação e compreensão sonora musical para 4 crianças implantadas de 8 a 10 anos pré-linguais, com no mínimo um ano de implante. A autora encontrou melhora em todas as respostas avaliadas pós terapia.

Fu *et al.* (2015) propuseram um treinamento musical para crianças implantadas (n=6) por meio de um programa de treinamento de computador. O treinamento consistia em no mínimo 18 semanas. As crianças desse estudo foram avaliadas quanto a percepção do *pitch* musical e contorno melódico. Após as sessões as crianças tiveram melhora na percepção do contorno melódico. Os autores concluíram que embora o contorno melódico inicial tenha sido insatisfatório (pré-treino), os escores aumentaram pós treinamento musical, mostrando a eficácia da terapia.

Método

4. Método:

O presente estudo foi realizado no Curso de Fonoaudiologia da Universidade de São Paulo - São Paulo. O trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (anexo I). Os indivíduos foram informados quanto aos objetivos deste estudo bem como sobre a importância de sua colaboração. Após aceitação quanto à participação no mesmo, foi solicitada leitura e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido no qual constavam informações acerca do estudo e dos direitos dos sujeitos participantes da pesquisa (Anexo II).

4.1. Amostra:

Participaram do estudo 11 indivíduos, sendo 5 do gênero masculino e 6 do gênero feminino, com idade entre 25 e 68 anos, média de 47,64 ($\pm 14,36$), que apresentaram os seguintes fatores de inclusão:

- Possuir perda auditiva neurossensorial pós-lingual de grau severo ou profundo bilateralmente;
- Fazer uso de implante coclear unilateral há, pelo menos, um ano;
- Não ter estudado música de maneira formal previamente;
- Apresentar ganho funcional do implante coclear de, pelo menos, 40dBNA em campo livre nas frequências de 500, 1k, 2k, 3k e 4kHz;

- Ter a língua portuguesa como a primeira língua aprendida;
- Não estar em terapia fonoaudiológica no momento do estudo. Devido a portaria que rege os serviços de IC no Brasil, todos os pacientes devem ser submetidos por terapia fonoaudiológica após o IC, e isso aconteceu com todos os pacientes participantes desse estudo, porém todos já não frequentavam terapia há, pelo menos, um ano.

Foram utilizados os seguintes critérios para exclusão dos indivíduos:

- Possuir alterações neurológicas e/ou psiquiátricas;
- Não frequentar a terapia proposta regularmente.

As características individuais dos participantes desse estudo (n=11) são mostradas na Tabela 1.

Tabela 1: Caracterização dos participantes do estudo

Sujeito	Idade	Gênero	Processador/ Estratégia	Etiologia	Tempo de surdez (anos)	Tempo de Ativação (anos)	Idade quando o ic foi ativado (anos)
1	67	M	Opus2/FS4	idiopática	47	3	64
2	29	F	Freedom/ACE	sífilis	7	3	26
3	55	F	N6/ACE	otosclerose	40	11	44
4	34	M	N6/ACE	ototóxico	29	5	29
5	52	M	Opus2/FS4	meningite	40	2	50
6	54	F	Harmony/HiRes120	idiopática	30	6	48
7	25	M	N5/ACE	idiopática	19	2	23
8	51	F	Harmony/HiRes120	meningite	42	17	34
9	51	F	N5/ACE	familiar	39	11	40
10	38	F	Naída/HiRes Optima	idiopática	30	1	37
11	68	M	Naída/HiRes Optima	idiopática	28	3	65
Média (DP)	47.6 (±14,3)	N/A	N/A	N/A	31.9 (±11,5)	5.8 (±5,0)	41.8 (±14,1)

DP- desvio padrão, N/A= não se aplica, N5- Nucleus 5, N6 – Nucleus 6, M- masculino, F-feminino

Como pode ser observado na Tabela 1, a amostra do presente estudo teve 5 participantes do gênero masculino e 6 do gênero feminino. Os processadores utilizados foram de três marcas diferentes: *Opus 2*, marca MED-EL; *Freedom*, *Nucleus 5* e *Nucleus 6*, marca *Cochlear Corporation*; *Harmony* e *Naída*, marca *Advanced Bionics*. A etiologia para perda auditiva se mostrou diversificada, sendo 5 de origem idiopática, 2 causada pós meningite, 1 por ototóxico, 1 por otosclerose, 1 por causas familiares e 1 pós sífilis. O tempo médio do início da surdez a cirurgia do IC foi de 31,9 anos ($\pm 11,5$). O tempo médio de uso do IC foi de 5,8 anos ($\pm 5,0$). E finalmente, a idade média que o paciente tinha quando foi implantado foi de 41,8 anos ($\pm 14,1$). Esses dados foram coletados a partir da evolução médica do prontuário do paciente.

4.2. Material:

Foram utilizados os seguintes materiais:

- Audiômetro da marca *Interacoustics*, modelo AC33;
- Caixa de som da marca *Interacoustics*;
- Lista de sentenças proposta por Valente (1998);
- Notebook da marca HP, modelo G42, que foi utilizado para a apresentação dos testes de processamento auditivo e teste de avaliação de percepção musical.

4.3. Procedimentos:

4.3.1. Anamnese:

Foi realizada uma entrevista inicial a fim de obtenção de dados de identificação, história pregressa da perda auditiva e saúde geral do paciente. Um modelo da anamnese está no anexo III.

4.3.2. Avaliação Audiológica Básica:

Os pacientes foram submetidos à avaliação audiológica básica, por meio da audiometria tonal e vocal. Na audiometria tonal foram pesquisados os limiares entre 250 a 8K Hz por via aérea com fone aural TDH-39, e de 500 a 4K Hz por via óssea com vibrador ósseo. A intensidade máxima para a pesquisa de via aérea foi de 110 dBNA e 70 dBNA por via óssea. Na audiometria vocal, foram pesquisados o nível mínimo de compreensão de fala (*Speech Reception Threshold –SRT*) ou detecção de fala.

4.3.3- Ganho Funcional do Implante Coclear:

O ganho funcional do implante coclear em campo livre foi realizado com o paciente sentado em posição 0° azimuth (frontal), com distância da caixa de som de 50 cm. Foram pesquisados os limiares entre 500 a 4000 Hz e as respostas anotadas em dBNA.

O paciente no momento da avaliação estava utilizando apenas o IC.

Os testes dos itens a seguir (4.3.4, 4.3.5, 4.3.6) foram apresentados em campo livre, com o paciente sentado em posição 0° azimuth, com distância da caixa de som de 50 cm, na intensidade de 40dBNS, com base no limiar da logaudiometria avaliada anteriormente. Estudo realizado mostra que não existe diferença significativa na posição do alto falante em 0° azimuth e ipsilateral ao lado do implante na avaliação proposta (Santos *et al.*, 2009).

Além disso, o paciente foi orientado a colocar o programa do processador mais utilizado no seu dia-a-dia, e retirar a prótese auditiva convencional, se fosse o caso.

4.3.4- Avaliação das habilidades de percepção musical:

Para essa avaliação, o teste utilizado foi o de *Montréal Battery of Evaluation of Amusia* (MBEA) desenvolvido por Peretz *et al.* (2003), e adaptado por Nunes- Silva *et al.* (2012), versão reduzida.

O MBEA, também, está disponível na versão online através do link: <https://www.brams.org/en/onlinetest/>

Esse teste musical consiste em seis subtestes que avaliam a discriminação de: escala, contorno, intervalo, ritmo, métrica e memória musical, respectivamente subtestes 1, 2, 3, 4, 5 e 6; ou seja, abrange tanto os aspectos espectrais da música (escala, contorno, intervalo), quanto os aspectos temporais (ritmo e métrica). Essa avaliação permite o diagnóstico de diferentes déficits musicais. A faixa de frequência dos trechos das apresentações varia de 247Hz a 988Hz, utilizando timbre de piano.

Cada subteste possui de 14 a 15 apresentações, e antes do início de cada subteste há um treino teste. O participante é avisado que a diferença é muito sutil entre uma apresentação e outra, portanto, ele deve ficar atento durante toda a avaliação. Para a pontuação final de cada subteste foi utilizado regra de três.

Nos quatro primeiros subtestes, o ouvinte deve discriminar se os dois trechos de sons apresentados são iguais ou diferentes, e correspondem as seguintes habilidades musicais:

- Discriminação de Escala: se refere a informação da escala ou tonalidade. Nesse teste há alteração da nota musical (altura), ou seja, ocorre uma nota fora da sintonia.

- Discriminação do Contorno: Esse teste altera o contorno da melodia mudando uma nota da melodia de tal forma que a altura da frequência, respectiva às suas notas vizinhas, é invertida. Então, se a nota for mais alta do que a nota que precede e a que sucede, ela será mudada para uma nota mais baixa em relação as mesmas.

- Discriminação de Intervalo: Nesse teste há uma mudança na distância de entre uma frequência e outra. O contorno da melodia é mantido.

- Discriminação de Ritmo: Nessa avaliação são utilizados os mesmos trechos com as frequências-base do teste, porém as durações de duas notas adjacentes são alteradas. Essa manipulação altera o agrupamento rítmico das melodias, mas não faz alterar a métrica ou o número de notas.

- Discriminação de Métrica: São utilizados os mesmos padrões melódicos dos outros testes, porém os estímulos são apresentados como sequências de duas fases ao invés de uma, como utilizado nos testes anteriores. O participante deve indicar se o

padrão melódico é binário ou triplo, usando os termos “marcha” ou “valsa”, respectivamente.

- Memória Incidental: O último subteste avalia a memória de melodia, e o participante é questionado se o padrão apresentado já foi escutado no decorrer do teste.

Em cada subteste existe uma amostra chamada de “item estratégico” que difere bastante entre uma apresentação e outra. Desse modo, o participante deverá identificar, obrigatoriamente, que aquela apresentação é diferente, caso não faça, todo o subteste será desconsiderado, pois isso mostra que o indivíduo não está atento ou não é capaz de diferenciar os outros itens do subteste avaliado (Nunes-Silva e Haase, 2012).

A escolha por esse teste foi devido à composição ser inteira instrumental, ou seja, não possuir melodias que em outra língua não poderia ser aplicada aos participantes desse estudo.

A pontuação de cada subteste é feito por meio de regra de três.

Em estudo realizado por Nunes-Silva (2012) em uma população brasileira normo-ouvintes, os resultados para esse teste foram de 80% de acertos.

4.3.5- Teste de detecção “*Gap in Noise*”- GIN:

O teste GIN foi desenvolvido por Musiek *et al.* (2005). O teste tem como objetivo determinar o limiar de detecção de *gap* tendo como estímulo ruído branco.

O teste GIN é composto por uma faixa treino e quatro faixas teste, sendo cada faixa composta por segmentos de ruído branco. Cada segmento consiste em seis segundos de ruído branco com intervalos de silêncio apresentados entre 2 e 20 ms de

duração, sendo: 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 15 e 20 ms. Os segmentos podem apresentar um, dois três ou nenhum intervalo de silêncio. Cada intervalo de silêncio é apresentado seis vezes em cada uma das quatro faixas teste.

Como resposta, o paciente deverá apertar o sinalizador visual toda vez que escutar o “*gap*”.

Foi utilizado para a avaliação apenas a faixa 1 do teste, com apresentação em 40dBNS em relação limiar de reconhecimento ou detecção de fala pesquisada durante o ganho funcional (anexo IV).

Figura 2: Exemplo de uma amostra do teste GIN (*Gap in Noise*), proposto por Musiek (2005).

Em estudo realizado por Samelli e Schochat (2008), o padrão de normalidade deste teste é de 4/6 acertos para o valor do *gap* ser considerado como limiar de detecção do *gap*. E este foi o critério usado no presente estudo para determinar o limiar do *gap*.

4.3.6- Teste de reconhecimento de padrão de frequência:

Para a avaliação de discriminação e ordenação temporal, foi escolhido o teste de padrão de frequência (TPF), proposto por Musiek *et al.* (1994). Nesse teste, cada estímulo dura 200 ms, o intervalo entre um estímulo e outro é de 150ms. A frequência utilizada para o tom agudo é de 1122Hz e para o grave é de 880Hz. Foram apresentadas dez sequências randomizadas compostas por três diferentes estímulos auditivos. O paciente deveria responder verbalmente a sequência ouvida utilizando o termo “fino” e “grosso” para o tom agudo e grave, respectivamente.

Foram utilizadas, apenas, dez sequências devido ao tempo de toda avaliação ser longo, podendo os resultados serem comprometidos por cansaço auditivo.

Respostas apresentadas com inversões, omissões e inserções de tons e padrões sequenciais foram consideradas erros. O anexo V mostra a folha de anotações desse teste.

Figura 3: Exemplo do teste padrão de frequência: grosso-fino-fino, proposto por Musiek *et al.* (1994).

4.3.7- Avaliação de compreensão de fala:

Os pacientes foram avaliados quanto a compreensão de fala através de uma lista de sentenças balanceada foneticamente, proposta por Valente (1998), apresentada em campo livre (sem pista visual) na intensidade de 40dBNS acima do limiar de reconhecimento ou detecção de fala pesquisada durante o ganho funcional. Cada lista contém 50 palavras que devem ser pontuadas e multiplicadas por 2 a cada acerto. No anexo VI está um exemplo de uma das dez listas disponíveis de aplicação. Para cada avaliação foi utilizada uma lista de frases diferente.

Caso o paciente apresentasse uma porcentagem maior que 80% de compreensão de sentenças, a avaliação era realizada, também, com ruído competitivo associado (*speech noise*), em uma relação S/R de +10dB.

Os resultados foram anotados em folha de avaliação em porcentagem de acertos (anexo V).

4.3.8. Questionário *Munich Music Questionnaire*:

O questionário *Munich Music Questionnaire* foi adaptado por Frederigue-Lopes *et al.* (2015). Esse questionário de auto avaliação foi desenvolvido Stark *et al.* (2003) para a população adulta com perda auditiva adquirida (pós-lingual) e usuária de IC. Esse questionário investiga a apreciação musical e questões relacionadas ao hábito de escutar música do indivíduo antes e após o uso de IC, permitindo, portanto, uma comparação nos diferentes momentos de vida do indivíduo. O questionário possui 25

questões com diversas opções de respostas. Nas questões que avaliaram o hábito musical pré implante, pós perda de audição, os pacientes do presente estudado, faziam uso de prótese auditiva convencional (Anexo VIII).

No presente estudo, o questionário foi aplicado, apenas, no primeiro momento do estudo (avaliação 1). Essa escolha foi devido à grande dificuldade de leitura de muitos participantes (nível sócio econômico cultural baixo). Como se trata de um questionário amplo, optou-se em caracterizar os aspectos de hábitos e apreciação musical do participante no primeiro momento, e depois, foram feitas questões simples e diretas com os pontos mais relevantes e que poderiam mudar ao longo do estudo, mostradas no próximo tópico.

4.3.9. Questionário de auto avaliação:

Foram elaboradas, portanto, três perguntas simples para auto avaliação dos participantes em relação ao IC e a música.

As três perguntas foram:

- 1- O quão satisfeito você está com o implante,
- 2- Você sente prazer em escutar música?
- 3- Qual a frequência que você escuta música.

Nas perguntas 1 e 2, o paciente tinha cinco opções de respostas em porcentagem distribuídas visualmente em uma régua:

Na pergunta 3, o paciente teve que indicar quantos dias na semana escutava música (1,2,3,4,5,6, ou 7x na semana).

As perguntas foram realizadas nos três momentos de avaliação abaixo relacionados.

4.3.10. Etapas das avaliações:

As avaliações foram realizadas em três momentos:

- Avaliação 1: antecedeu qualquer intervenção, realizada após a anamnese;
- Avaliação 2: realizada após o período placebo, antes da musicoterapia;
- Avaliação 3: avaliação final, após a musicoterapia.

Figura 4: Fluxograma das etapas de realização do estudo.

Para cada momento de avaliação foi gasto um tempo de, aproximadamente, 1h e meia. É válido lembrar que ao longo de toda a coleta, o paciente não teve a programação do seu implante modificada.

4.3.11. Caracterização das etapas:

A- Avaliação inicial – avaliação 1:

Após realizada a anamnese, os pacientes foram submetidos a avaliação inicial, avaliação 1. Essa avaliação foi composta pela avaliação auditiva básica, questionário de autoavaliação, questionário de *Munich*, avaliação de compreensão de fala, avaliação das habilidades musicais (teste MBEA) e avaliação com os testes temporais, descritos anteriormente nesse capítulo.

Essa avaliação serviu como referência, uma vez que foi realizada antes de qualquer procedimento do presente estudo. O tempo médio para a realização dessa avaliação foi de 2 horas.

B- Etapa período de placebo:

Após realizada anamnese e avaliação 1, todos os participantes foram submetidos a um período de atividade placebo. Esse treino placebo consistiu na solicitação para que o paciente assistisse duas vezes na semana algum jornal de televisão ou rádio, em um total de 4 semanas. A avaliadora ao final de cada semana fazia perguntas relacionadas às reportagens assistidas a fim de confirmar a realização da atividade. O

contato foi realizado via telefone, mensagem de celular diretamente com o paciente, e quando não foi possível, o contato foi feito com algum familiar/cuidador.

O objetivo dessa etapa foi avaliar o efeito teste-reteste proporcionando maior transparência na pesquisa.

Após a fase placebo, os participantes foram reavaliados (avaliação 2).

C – Avaliação 2:

Após o período placebo e antes do início da musicoterapia, os pacientes foram submetidos a avaliação 2. Essa avaliação foi composta pela avaliação auditiva básica, questionário de autoavaliação, avaliação de compreensão de fala, avaliação das habilidades musicais (teste MBEA) e avaliação com os testes temporais, descritos anteriormente nesse capítulo.

Essa avaliação ocorreu na semana seguinte após o período placebo, e foi realizada para verificar a possível influência do placebo no presente estudo. O tempo médio para a realização dessa avaliação foi de 1 hora e 30 minutos.

D - Etapa de treinamento musical:

Os participantes após a fase placebo e avaliação 2, foram submetidos a um treinamento musical.

Esse treinamento foi composto de atividades confeccionadas pela pesquisadora, uso de software e atividades para casa.

As atividades feitas pela pesquisadora envolveram exercícios de discriminação e ordenação de frequência e duração de tons, percepção de ritmo e métrica, reconhecimento de contorno melódico, reconhecimento de timbre, treino de resolução temporal, compreensão de letra de música com e sem apoio visual e uso de teclado para tocar música infantil conhecida.

Os exercícios de discriminação e ordenação de tons, foi realizado com diferentes apresentações de frequências e durações, e aumento do número de sequências. Os exercícios de entonação foram realizados com apoio visual, e depois sem pista visual. As diferenças entre as sequências foram gradativas, diminuindo a distância entre as oitavas.

Os exercícios de ritmo e métrica envolveram tanto atividades com metrômero, como músicas brasileiras. Primeiramente, nas atividades do metrômero, as sequências foram apresentadas com menos para mais elementos, e esses foram sendo modificados de mais lentos e mais espaçados para mais rápidos e menos espaçados.

Nas atividades envolvendo timbre, eram dados os modelos sonoros com os respectivos instrumentos musicais, depois era apresentada uma sequência e o participante tinha que escolher aquele correspondente ao modelo apresentado. No treino de resolução de frequência foi utilizado o teste RGDT.

Em todas as sessões eram realizadas atividades no teclado. As músicas escolhidas foram canções infantis, como “atirei o pau no gato”. A escolha por canções infantis se deve ao fato de serem popularmente conhecidas e por terem uma sequência curta. Em um primeiro momento, o participante tinha apoio visual das notas musicais (dó, ré, mi, fá, sol, lá, si) em uma folha e na marcação nas teclas do teclado. Quando o

participante conseguia tocar colocando a entonação correta, era então retirado o apoio visual da folha com as notas, porém a marcação nas teclas permanecia.

Em todas as sessões, também, o paciente escolhia uma música do seu repertório ou de um estilo musical que mais o agradasse para que fosse trabalhada. As letras das músicas eram apresentadas visualmente, num primeiro momento, e depois, a letra tinha lacunas para serem preenchidas pelo paciente. As atividades envolvendo música também incluía novas músicas fora do estilo musical que o paciente estava acostumado a ouvir.

O software utilizado foi desenvolvido pela Universidade de Southampton (Oliver; van Besouw; Nicholls, 2012) para pacientes implantados e dispõe de 25 sessões com atividades de treino das habilidades musicais. Nesse software o paciente pode manipular as informações musicais que ele quiser treinar.

As atividades para casa incluíram exercícios de treino das diferentes habilidades musicais, além de escuta passiva de trechos da sinfonia de Mozart. A apostila para casa possuía 100 exercícios, sendo realizados ao longo do programa.

A ordem dos exercícios em todas as atividades teve caráter progressivo de dificuldade. Quando o paciente atingia um escore de 80%, o nível de dificuldade avançava. As sessões presenciais foram realizadas 1x por semana, com duração de 40 minutos, por 10 semanas.

As sessões foram realizadas individualmente em ambiente silencioso, sempre com monitoramento da terapeuta. Durante a terapia, o paciente só fez uso do IC (caso usasse prótese auditiva convencional contralateral).

Por fim, depois de realizado os treinamentos, todos os participantes passaram por reavaliação (avaliação 3).

E – Avaliação 3:

Após o período da musicoterapia, os pacientes foram submetidos a avaliação final (avaliação 3). Essa avaliação foi composta pela avaliação auditiva básica, questionário de autoavaliação, avaliação de compreensão de fala, avaliação das habilidades musicais (teste MBEA) e avaliação com os testes temporais, descritos anteriormente nesse capítulo.

Essa avaliação foi realizada com o objetivo de verificar a influência da musicoterapia no presente estudo. O tempo médio para a realização dessa avaliação foi de 1 hora e 30 minutos.

4.4. Método Estatístico:

Conforme os objetivos já especificados, o método estatístico utilizado visou verificar o efeito da musicoterapia em pacientes usuários de IC.

Para isto, foram realizadas análises descritivas dos resultados obtidos nos testes comportamentais, por meio da construção de tabelas com valores observados das estatísticas descritivas: média, desvio padrão, mínimo e máximo (Bussab e Morettin, 2002).

Uma vez que a amostra desse estudo foi pequena e as hipóteses dos testes paramétricos não foram satisfeitas, foram utilizados testes estatísticos não-paramétricos em todas as análises as quais serão apresentadas. Para a comparação entre os períodos

de intervenção (Placebo e Treinamento) foi utilizado o teste dos postos com sinais de Wilcoxon (Wilcoxon, 1945).

Para complementar a análise descritiva, foi usado o Intervalo de Confiança, utilizado para verificar o quanto a média pode variar numa determinada probabilidade de confiança. O intervalo de confiança estabelecido para a análise dos dados foi de 95% de probabilidade de confiança e um nível de significância (p) de 0,05 (5%).

Resultados

5. Resultados

Neste capítulo, serão apresentados os resultados e análise dos testes comportamentais antes e após a musicoterapia.

É importante lembrar que para o estudo, o sujeito foi controle dele mesmo, devido as muitas variáveis encontradas nos grupos de pacientes implantados, e por se tratar de um “n” pequeno.

Para facilitar a apresentação, este capítulo será dividido em três partes, a saber:

5.1. Efeito Placebo

5.2. Efeito da Musicoterapia

5.3 Resultados individuais dos participantes

5.1. Efeito Placebo

As Tabelas 2 e 3 apresentam a estatística descritiva dos testes utilizados nas avaliações 1 e 2 (placebo) e a comparação entre elas.

Tabela 2. Estatística descritiva do desempenho dos indivíduos nos testes utilizados obtido durante o período placebo

Avaliações	TPF %		Teste de Fala %		Satisfação %		Prazer Musical %		Frequência Musical (Dias na semana)	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
N	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Média	25,45	29,09	47,45	50,18	95,45	95,45	65,91	65,91	2,82	2,82
Desvio padrão	32,05	33,60	38,54	41,50	15,08	15,08	37,54	37,54	2,23	2,23
Mínimo	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00	50,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Máximo	90,00	100,00	98,00	96,00	100,00	100,00	100,00	100,00	7,00	7,00
p-valor	0,38		0,51		1,00		1,00		1,00	

TPF- teste de padrão de frequência, N= número de participantes

A Tabela 2 mostra a porcentagem de acertos da média dos indivíduos participantes nos testes de padrão de frequência (TPF), teste de fala, satisfação com uso do IC, prazer musical; e a quantidade de dias na semana (frequência) que o paciente escutava música.

Nessa tabela os resultados foram divididos no período que antecede o treino placebo (avaliação 1), e no período após o treino placebo (avaliação 2). É possível observar que não há diferença estatisticamente significativa entre as avaliações 1 e 2 em nenhuma das avaliações acima relacionadas.

Tabela 3. Estatística descritiva do desempenho dos indivíduos no teste específico musical MBEA durante o período placebo

Avaliações	Subteste 1 %		Subteste 2 %		Subteste 3 %		Subteste 4 %		Subteste 5 %		Subteste 6 %	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
N	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Média	45,18	44,00	35,64	26,45	39,82	32,55	43,36	29,00	54,00	60,27	47,18	45,73
Desvio padrão	25,18	23,44	26,87	25,80	26,89	23,62	35,34	36,21	29,53	32,46	27,21	25,72
Mínimo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Máximo	80,00	66,00	80,00	60,00	73,00	73,00	86,00	93,00	86,00	93,00	86,00	78,00
p-valor	0,73		0,11		0,20		0,11		0,04*		0,68	

N= número de participantes

Na tabela 3 estão os resultados em porcentagem do teste MBEA nas avaliações 1 e 2. Os subtestes que compõem o teste MBEA são: 1- escala, 2- contorno, 3- intervalo, 4- ritmo, 5- métrica e 6- memória. O teste dos postos com sinais de Wilcoxon revelou que não houve uma diferença entre as duas avaliações realizadas no período placebo, com exceção do subteste 5 ($z = -2,103$, $p = 0,04$).

Uma vez que poucos sujeitos conseguiram realizar os testes GIN e Fala com Ruído (FR), foram construídas as tabelas 4 e 5 com a descrição do desempenho obtido por cada um dos sujeitos nas avaliações 1 e 2.

Tabela 4. Descrição do desempenho dos três sujeitos que obtiveram pontuação no teste GIN nas avaliações 1 e 2

	GIN (1) -ms	GIN (2) -ms
Sujeito 2	10	10
Sujeito 7	10	10
Sujeito 9	-	15

GIN- Gap in Noise, (1) - avaliação 1, (2) - avaliação 2, ms -milissegundos.

Na tabela 4 é possível observar que apenas 2 participantes do estudo conseguiram realizar o teste GIN na avaliação 1. E, 3 participantes realizaram o teste GIN na avaliação 2. Os resultados estão expressos em milissegundos.

Tabela 5. Descrição do desempenho dos cinco sujeitos que obtiveram pontuação no teste Fala com Ruído nas avaliações 1 e 2

	FR (1) %	FR (2) %
Sujeito 1	-	64
Sujeito 2	74	70
Sujeito 3	80	82
Sujeito 7	84	84
Sujeito 9	-	86

FR- Fala com ruído, FR (1) – avaliação 1, FR (2) – avaliação 2

Na tabela 5 estão os resultados em porcentagem de acertos do teste de fala no ruído, daqueles participantes que atingiram o teste de fala em 80% de acertos. Na avaliação 1, 3 sujeitos realizaram o teste de fala com ruído; e na avaliação 2, 5 participantes realizaram o teste.

Nos Quadros 1 e 2 é possível observar, nos diagramas de barra de erro, a existência de substancial sobreposição dos Intervalos de Confiança de 95% para todos os testes nos períodos avaliados (Avaliação 1 e Avaliação 2) no período placebo, sugerindo que não houve um efeito real do período na avaliação 2.

Quadro 1. Resultados médios e barra de erros indicando o intervalo de confiança (95%) entre as avaliações 1 e 2 para o teste de padrão de frequência, teste de fala, satisfação com IC, prazer musical e frequência musical

TPF- teste de padrão de frequência

Quadro 2. Resultados médios e barra de erros indicando o intervalo de confiança (95%) entre os períodos 1 e 2 para os testes específico musical MBEA

MBEA- *Montreal Battery Evaluation of Amusia*

5.2. Efeito da Musicoterapia

As Tabelas 6 e 7 apresentam a estatística descritiva dos testes utilizados nas avaliações 2 e 3 (treinamento auditivo) e a comparação entre elas.

Apesar de ser observado aumento dos valores médios entre as avaliações 2 e 3 (pré e pós treinamento auditivo) o teste dos postos com sinais de Wilcoxon revelou que houve diferença estatisticamente significativa entre as seguintes variáveis: Teste de Fala ($z = -2,317$, $p = 0,02$); Frequência Musical ($z = -2,414$, $p = 0,02$); Subteste 2 do MBEA ($z = -2,449$, $p = 0,01$) e Subteste 6 do MBEA ($z = -2,554$, $p = 0,01$).

Tabela 6. Estatística descritiva do desempenho dos indivíduos nos testes aplicados obtido durante a avaliação 2 e 3

Avaliações	TPF %		Teste de Fala %		Satisfação %		Prazer Musical %		Frequência Musical	
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
N	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Média	29,09	32,73	50,18	61,82	95,45	97,27	65,91	86,82	2,82	4,09
Desvio padrão	33,60	29,36	41,50	37,02	15,08	9,05	37,54	12,70	2,23	1,81
Mínimo	0,00	0,00	0,00	14,00	50,00	70,00	0,00	75,00	0,00	1,00
Máximo	100,00	80,00	96,00	98,00	100,00	100,00	100,00	100,00	7,00	7,00
p-valor	0,72		0,02*		0,32		0,09		0,02*	

N= número de participantes, TPF = teste de padrão de frequência

Na tabela 6 observa-se o desempenho dos participantes nos testes de padrão de frequência (TPF), teste de fala, satisfação com uso do IC, prazer musical; e a quantidade de dias na semana (frequência) que o paciente escutava música.

Foi observado uma diferença estatisticamente significativa no teste de fala e no item de frequência em escutar música entre as avaliações 2 e 3.

Tabela 7. Estatística descritiva do desempenho dos indivíduos no teste específico musical MBEA durante a avaliação 2 e 3

Avaliações	Subteste 1 %		Subteste 2 %		Subteste 3 %		Subteste 4 %		Subteste 5 %		Subteste 6 %	
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
N	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Média	44,00	54,18	26,45	54,18	32,55	43,45	29,00	42,18	60,27	59,55	45,73	62,18
Desvio padrão	23,44	20,90	25,80	11,79	23,62	30,82	36,21	42,42	32,46	21,17	25,72	17,67
Mínimo	0,00	0,00	0,00	33,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	21,00	0,00	43,00
Máximo	66,00	73,00	60,00	73,00	73,00	80,00	93,00	100,00	93,00	86,00	78,00	100,00
p-valor	0,33		0,01*		0,37		0,37		1,00		0,01*	

N = número de participantes

Na tabela 7 estão os resultados em porcentagem do teste MBEA nas avaliações 2 e 3. Os subtestes que compõem o teste MBEA são: 1- escala, 2- contorno, 3- intervalo, 4- ritmo, 5- métrica e 6- memória. É possível observar que diferença estatisticamente significativa nos subtestes 2 e 6 (contorno e memória).

Uma vez que poucos sujeitos conseguiram realizar os testes GIN e Fala com Ruído (FR), foram construídas as Tabelas 8 e 9 com a descrição do desempenho obtido cada um dos sujeitos nos períodos 2 e 3 (pré e pós musicoterapia).

Tabela 8. Descrição do desempenho dos cinco sujeitos que obtiveram pontuação no teste GIN nos períodos 2 e 3

	GIN (2) -ms	GIN (3) -ms
Sujeito 1	-	12
Sujeito 2	10	15
Sujeito 7	10	12
Sujeito 8	-	20
Sujeito 9	15	15

GIN- Gap in Noise, (1) - avaliação 1, (2) - avaliação 2, ms -milissegundos.

Na Tabela 8 é possível observar que três participantes do estudo conseguiram realizar o teste GIN na avaliação 2. E, cinco participantes realizaram o teste GIN na avaliação 3. Os resultados estão expressos em milissegundos.

Tabela 9. Descrição do desempenho dos seis sujeitos que obtiveram pontuação no teste Fala com Ruído nos períodos 2 e 3

	FR (2) %	FR (3) %
Sujeito 1	64	-
Sujeito 2	70	92
Sujeito 3	82	80
Sujeito 7	84	88
Sujeito 9	86	74
Sujeito 10	-	56

FR- Fala com ruído, FR (1) – avaliação 1, FR (2) – avaliação 2

Na Tabela 9 estão os resultados em porcentagem de acertos do teste de fala no ruído, daqueles participantes que atingiram o teste de fala em 80% de acertos. Na avaliação 2, os sujeitos 1, 2, 3, 7 e 9 realizaram o teste de fala com ruído; e na avaliação 3, os participantes 2, 3, 7, 9 e 10 realizaram o teste.

Nos Quadros 3 e 4 é possível observar nos diagramas de barra de erro que a sobreposição dos Intervalos de Confiança de 95% foi menor no teste de fala, teste frequência musical, teste 2 e teste 6 nos períodos 2 e 3 (pré e pós musicoterapia).

Quadro 3. Resultados médios e barra de erros indicando o intervalo de confiança (95%) entre as avaliações 2 e 3 para o teste de padrão de frequência, teste de fala, satisfação com IC, prazer musical e frequência musical

TPF- teste de padrão de frequência

Quadro 4. Resultados médios e barra de erros indicando o intervalo de confiança (95%) entre as avaliações 2 e 3 para o teste específico musical MBEA

MBEA- *Montreal Battery Evaluation of Amusia*

5.3 Resultados individuais dos participantes:

Para posterior discussão, serão expostos alguns resultados de cada participante do estudo.

Abaixo seguem as Tabelas com o desempenho de cada participante para o teste de fala e o teste de padrão de frequência TPF.

Tabela 10: Desempenho do teste de fala de cada participante em todas as avaliações realizadas

Sujeito	Avaliação 1 (%)	Avaliação 2 (%)	Avaliação 3 (%)
1	64	82	72
2	98	92	98
3	84	92	98
4	0	0	14
5	0	0	26
6	44	46	64
7	98	96	98
8	8	10	16
9	76	94	98
10	36	30	82
11	14	10	14

Tabela 11: Desempenho do teste de padrão de frequência de cada participante em todas as avaliações realizadas

Sujeito	Avaliação 1 (%)	Avaliação 2 (%)	Avaliação 3 (%)
1	20	10	10
2	80	60	80
3	40	70	60
4	0	0	30
5	0	0	50
6	0	0	0
7	90	100	70
8	10	10	0
9	20	30	40
10	0	10	0
11	20	30	20

As figuras abaixo mostram as pontuações de cada participante nos três momentos de avaliação dos subtestes do MBEA.

Figura 5: Resultado dos subtestes do MBEA (*Montreal Battery Evaluation of Amusia*) de cada participante do estudo na avaliação 1.

Figura 6: Resultado dos subtestes do MBEA (*Montreal Battery Evaluation of Amusia*) de cada participante do estudo na avaliação 2.

Figura 7: Resultado dos subtestes do MBEA (*Montreal Battery Evaluation of Amusia*) de cada participante do estudo na avaliação 3.

A comparação entre os subtestes que compõe a avaliação do MBEA, por meio da ANOVA de Friedman, não mostrou diferença estatisticamente significativa entre os subtestes, tanto na avaliação inicial ($\chi^2(5) = 5,02$, $p=0,41$) quanto na avaliação final ($\chi^2(5) = 3,45$, $p=0,63$), ou seja, no presente estudo nenhuma das habilidades musicais avaliadas no teste MBEA se mostrou mais significativa que outra.

5.4. Questionário *Munich Music Questionnaire*:

Para a análise dos resultados do questionário *Munich Music Questionnaire*, optou-se em selecionar algumas perguntas presentes no questionário e realizar uma descrição qualitativa. As perguntas selecionadas foram as de número 1,2, 3, 7 e 15.

Para as questões de número 1 e 2 foi utilizado a escala de Likert, como proposto por Frederigue-Lopes, Bevilacqua e Costa (2015) na adaptação do questionário para a língua portuguesa. A escala de Likert permite medir as atitudes e conhecer o grau de conformidade das respostas dadas pelo indivíduo. As respostas dadas nas questões selecionadas, foram divididas em 5 grupos (5 pontos), dessa maneira, foi possível caracterizar as respostas encontradas.

Pergunta 1: Com que frequência você ouve e/ou ouvia música?

a- Antes da perda auditiva:

Tabela 12: Número de participantes e porcentagem para cada resposta assinalada na pergunta “com que frequência você ouve/ouvira música”, antes do início da perda auditiva

Resposta	N	%
Sempre	3	27,27
Frequentemente	4	36,36
Ocasionalmente	2	18,18
Raramente	1	9,09
Nunca	1	9,09
--	11	100%

N=número de participantes

Como pode ser observado na tabela 12, dos 11 participantes do estudo, a maior parte escutava música sempre ou frequentemente (sete indivíduos). Dois participantes escutavam música ocasionalmente, 1 raramente e 1 nunca.

b- Durante a perda auditiva, antes do uso do IC:

Tabela 13: Número de participantes e porcentagem para cada resposta assinalada na pergunta “com que frequência você ouve/ouvía música”, durante a perda auditiva

Resposta	N	%
Sempre	1	9,09
Frequentemente	2	18,18
Ocasionalmente	1	9,09
Raramente	0	0
Nunca	7	63,63
--	11	100

N=número de participantes

Na tabela 13, pode ser observado uma inversão em relação a tabela 1. Durante a perda auditiva, antes do IC, sete indivíduos deixaram de escutar música. Apenas 1 dos participantes escutava sempre, 2 frequentemente e 1 ocasionalmente.

c- Após o IC:

Tabela 14: Número de participantes e porcentagem para cada resposta assinalada na pergunta “com que frequência você ouve/ouvía música”, após o uso do IC

Resposta	N	%
Sempre	2	18,18
Frequentemente	2	18,18
Ocasionalmente	4	36,36
Raramente	3	27,27
Nunca	0	0
	11	100

N=número de participantes

Já na tabela 14, que questionou a frequência que o indivíduo escuta música atualmente, ou seja, após o IC, pode-se observar um aumento de frequência em relação

à tabela anterior, que caracterizou a situação pré-implante, porém ainda não é a mesma frequência observada na tabela x, antes da perda auditiva. Nessa tabela, houve dois participantes que responderam escutar sempre música, 2 frequentemente, 4 ocasionalmente, 3 raramente.

Pergunta 2: Que papel a música desempenhou/desempenha na sua vida?

a- Antes da perda auditiva:

Tabela 15: Número de participantes e porcentagem para cada resposta assinalada na pergunta “que papel a música desempenhou/desempenha na sua vida”, antes do início da perda auditiva

Resposta	N	%
Muito importante	6	54,54
Importante	2	18,18
Médio	1	9,09
Pequeno	1	9,09
Nenhum	1	9,09
--	11	100

N=número de participantes

Na tabela 15 que questionou a importância da música do indivíduo antes da perda auditiva, 6 indivíduos responderam ser muito importante, 2 importante, 1 médio, 1 pequeno, e 1 nenhuma importância. Percebe-se, portanto, um papel positivo da música na maioria dos indivíduos do estudo antes da perda auditiva.

b- Durante a perda auditiva, antes do uso do IC:

Tabela 16: Número de participantes e porcentagem para cada resposta assinalada na pergunta “que papel a música desempenhou/desempenha na sua vida”, durante a perda auditiva

Resposta	N	%
Muito importante	1	9,09
Importante	1	9,09
Médio	5	45,45
Pequeno	0	0
Nenhum	4	36,36
--	11	100

N=número de participantes

Novamente, observa-se uma mudança na importância da música após a perda auditiva. Pode ser observado que a maioria dos indivíduos classificaram como médio ou nenhuma importância da música no momento que antecedeu o IC. Um participante classificou como muito importante a música na sua vida, 1 classificou como importante, 5 médio e 4 referiram nenhuma importância da música em sua vida nesse período.

c- Após o IC:

Tabela 17: Número de participantes e porcentagem para cada resposta assinalada na pergunta “que papel a música desempenhou/desempenha na sua vida”, depois do uso do IC

Resposta	N	%
Muito importante	6	54,54
Importante	1	9,09
Médio	3	27,27
Pequeno	0	0
Nenhum	1	9,09
--	11	100

N=número de participantes

Após o IC, foi observado a retomada da importância da música na vida dos participantes. Seis classificaram como muito importante, 1 como importante, 3 como médio e, apenas, classificou como nenhuma importância.

Pergunta 03: Quando você ouve/ouvira música, durante quanto tempo o faz/fazia?

Tabela 18: Número de participantes e porcentagem para cada resposta assinalada na pergunta “Quando você ouve/ouvira música, durante quanto tempo o faz/fazia? ”, antes do início da perda auditiva, durante a perda auditiva e após o uso do IC

	Menos de 30 min.	De 30 min. A 1 h.	De 1 a 2h.	Mais de 2h.	O dia todo	
Antes (n)	2	1	3	4	1	11
%	18,18	9,09	27,27	36,36	9,09	100%
Durante (n)	8	1	0	1	1	11
%	72,72	9,09	---	9,09	9,09	100%
Depois do IC (n)	1	3	2	3	2	11
%	9,09	27,27	18,18	27,27	18,18	100%

Na tabela 18 é possível observar que antes, durante e depois há uma mudança quanto ao hábito de escutar música, sendo muito evidente a diminuição do hábito de escutar música no período que antecedeu o IC.

Pergunta 7: Porque você ouve música? (antes da perda de audição, durante a perda de audição e após o IC).

Tabela 19: Número de participantes e porcentagem para cada resposta assinalada na pergunta “Porque você ouve música? ”

Motivo	N	%
Prazer	9	81,81
Satisfação emocional	5	45,45
Relaxar	4	36,36
Humor	1	9,09
Dançar	1	9,09
Profissional	0	0
Ficar acordado	0	0

O principal motivo pelo qual os participantes escutam música, foi o de prazer, sendo que 9 pessoas assinalaram essa opção, seguido pelo segundo principal motivo, que foi o de satisfação emocional. Nessa pergunta o participante podia assinalar mais de uma opção.

Pergunta 15: Atualmente, que tipo de música você ouve? (ou seja, com o uso de IC)

Nessa pergunta, o participante podia escolher mais de uma opção para assinalar.

Tabela 20: Número de participantes e porcentagem para cada resposta assinalada na pergunta “Que tipo de música você ouve? ”

Estilo Musical	N	%
Rock	6	54,54
MPB	4	36,36
Sertaneja	4	36,36
Religiosa	3	27,27
Música para dançar	3	27,27
Ópera	2	18,18
Clássica	2	18,18
Jazz	1	9,09

N=número de participantes

Como pode ser observado na tabela 20, o estilo musical mais escutado no momento do presente estudo, e, portanto, com o participante fazendo uso do IC, foi o *rock*, seguida de MPB, música sertaneja, religiosa, música para dançar, ópera, clássica e jazz.

Discussão

6. Discussão

A discussão será dividida em cinco tópicos de acordo com os objetivos propostos nesse trabalho:

6.1. Influência da musicoterapia na compreensão da linguagem oral em pacientes pós linguais usuários de implante coclear;

6.2. Influência do efeito placebo em pacientes pós linguais usuários de implante coclear;

6.3. Desempenho das habilidades de percepção musical pré e pós musicoterapia em pacientes pós linguais usuários de implante coclear;

6.4. Desempenho das habilidades auditivas temporais de resolução e ordenação pré e pós musicoterapia em pacientes pós linguais usuários de implante coclear;

6.5. Hábitos musicais em pacientes pós linguais usuários de implante coclear.

6.1. Influência da musicoterapia na compreensão da linguagem oral em pacientes pós linguais usuários de implante coclear.

O objetivo desse tópico foi correlacionar a performance do teste de fala utilizado nesse estudo, proposto por Valente (1998), após as sessões de musicoterapia. Cada participante foi controle dele mesmo. Não foi realizada estatística entre os participantes, devido a variabilidade entre os sujeitos da pesquisa.

Em um primeiro momento, na avaliação 1, como pode ser visto na tabela 2, houve um desempenho variável entre os participantes. A média para o teste de fala foi de 47,45% de acertos, porém com um desvio padrão de 38,54%, com um valor mínimo de 0% e máximo de 98%. Isso mostra o padrão heterogêneo dos participantes. Esta variabilidade é descrita na literatura e justificada devido a inúmeros fatores que podem influenciar nos resultados entre os implantados, dentre eles: tempo de surdez, inserção de eletrodos, número de eletrodos ativos, nível residual pré-implante, entre outros (Anderson *et al.*, 2016). Na tabela 1 é possível verificar a caracterização dos participantes e as diferenças entre eles. Por esse motivo, foi inserido a tabela 10, com a pontuação individual de cada indivíduo nas 3 avaliações.

Ainda na avaliação 1, foi realizado o teste de fala com ruído, para aqueles participantes que atingiram 80% de acertos para o teste de fala. Na tabela 5 é possível observar que apenas os sujeitos 2, 3 e 7 realizaram o teste de fala com ruído. É possível observar, também, que houve uma diminuição de compreensão desses indivíduos na presença de ruído, e isso se deve ao fato dos implantados apresentarem maior dificuldade nessa situação. Isso ocorre devido à perda de padrões auditivos que controlam o ruído de fundo e enfatizam sinais de fala na audição normal. Embora os processadores externos dos implantes cocleares tendem a melhorar cada vez mais essa

questão, os pacientes ainda apresentam um desempenho inferior em relação aos normo-ouvintes. (Glasberg, Moore, 1987; Johannesen *et al.*, 2016).

O IC preserva os envelopes de 6 a 22 canais de frequências, que são convertidos em sinais elétricos. O IC não é capaz, ainda, de fornecer características mais refinadas do estímulo acústico, que são essenciais para situações de difícil escuta, como fala no ruído, por exemplo, e percepção musical, muito embora exista considerável variabilidade de desempenho entre os implantados (Limb e Roy, 2014; Gfeller *et al.*, 2015).

A tabela 2 mostra, também, o desempenho dos participantes no momento da avaliação 2. Essa avaliação aconteceu após o período placebo de 4 semanas. Não foi observado diferença estatisticamente significativa entre a avaliação 1 e a avaliação 2 no teste de fala. Isso significa que as atividades diárias e as atividades solicitadas pela terapeuta no período placebo (assistir telejornal ou escutar a rádio), não influenciaram no desempenho auditivo dos participantes ao longo do estudo.

Foi observado, porém, que os participantes 1 e 9, que na avaliação 1 não atingiram o teto de 80% no teste de fala, na avaliação 2, atingiram. Uma possível explicação para tal achado se deve ao fato da influência de fatores como atenção e motivação e até mesmo, relação entre avaliador-participante em testes comportamentais. O teste de fala utilizado é pontuado por cada palavra na frase, ou seja, caso o paciente fique desatento ou nervoso em um curto momento, isso é suficiente para diminuir sua pontuação.

A Tabela 6 mostra o desempenho dos participantes no teste de fala após musicoterapia. Foi observado diferença estatisticamente significativa nesse teste após

musicoterapia. Especificamente, a tabela 10 mostra a pontuação por indivíduo, na qual pode ser verificado que exceto o sujeito 1, todos os demais apresentaram melhora na compreensão de fala, inclusive aqueles que tinham escores de zero nas avaliações anteriores. Na Tabela 9, também, é possível visualizar a melhora da pontuação, inclusive, na situação de fala com ruído.

A música é um instrumento de reabilitação de grande potencial. Ela ativa diversas áreas cerebrais simultaneamente, incluindo vias auditivas periféricas, córtex primário, ínsula, área temporal anterior e lateral, área parietal, área frontal e ainda occipital (Griffiths e Warren, 2002; Patterson *et al.*, 2002; Warren *et al.*, 2003; Satoh *et al.*, 2006). Em relação ao processamento de linguagem, há um funcionamento paralelo ao sistema do processamento musical (Breitling *et al.*, 1987; Polk e Kertesz, 1993; Peretz *et al.*, 2003). É esperado que em um trabalho envolvendo música, haja uma generalização para a codificação neural de fala, promovendo assim, uma melhora de compreensão oral nos implantados (Kraus *et al.*, 2009). Além disso, quando ocorre um trabalho terapêutico com participação ativa do indivíduo, a música promove a atenção sustentada, excitação, senso de recompensa e humor positivo (Gfeller *et al.*, 2000; Herholz e Zatorre, 2012).

No presente estudo, duas abordagens envolvendo o treinamento auditivo foram utilizadas. A primeira se refere a abordagem analítica, que enfatiza os processos perceptuais “*bottom-up*”. Nessa abordagem foram realizadas atividades envolvendo a análise de elementos com características musicais pelos participantes, como por exemplo, julgar e distinguir diferentes timbres, pitch, ritmo, identificação de *gap*, e ainda, contorno de trecho musical. A intenção da utilização desses recursos foi a de

aumentar a eficiência no processamento ao longo das vias auditivas (Moore e Amitay, 2007; Strait *et al.*, 2009).

A segunda abordagem se refere as características sintéticas, ou características “*top-down*” . Esse trabalho teve como objetivo promover mais eficiência do processamento central, como o uso de pistas contextuais. Para essas atividades foram utilizadas: letras de canções familiares e desconhecidas para que o participante completasse frases e parágrafos, atenção direcionada para a voz do cantor com instrumento musical de fundo, e ainda, uso de teclado para a prática de canções infantis, promovendo, dessa forma, integração dos sistemas visual, motor e auditivo.

Mitani *et al.* (2007), encontraram escores mais altos de reconhecimento de palavras em crianças implantadas com exposição musical caseira precoce. Já Yucel *et al.* (2009), encontraram melhora nas habilidades auditivas musicais em crianças implantadas que foram submetidas a musicoterapia, mas não observaram diferença estatisticamente significativa em relação à percepção de fala nas situações de conjunto fechado, semiaberto e aberto. No presente estudo foi possível observar melhora na compreensão de fala após musicoterapia, realizado por meio de avaliação com lista de palavras.

Os achados do presente estudo revelam a influência positiva da musicoterapia na habilidade de compreensão de fala de pacientes adultos pós linguais implantados, uma vez que foi observado melhora da compreensão de fala após musicoterapia, demonstrando, portanto, que o treinamento proposto foi efetivo no grupo estudado.

6.2. Influência do efeito placebo em pacientes pós linguais usuários de implante coclear.

O termo placebo se origina do latim “*placeo*”, “*placere*” que significa agradar. Se entende efeito ou resposta placebo como a melhoria dos sintomas e/ou funções fisiológicas do organismo em resposta a fatores supostamente inespecíficos, sendo atribuível, comumente, ao simbolismo que o tratamento exerce na expectativa positiva do paciente (Teixeira, 2009).

Os pacientes do presente estudo foram submetidos a um período placebo, caracterizado por atividades cotidianas solicitadas pela terapeuta. Os pacientes tiveram que assistir a um telejornal ou escutar notícias pelo rádio. Ao final de cada semana, a terapeuta entrava em contato para que o paciente (ou familiar) relatasse o que havia entendido, e dessa forma, portanto, garantir a realização da atividade.

No presente trabalho não foi observado efeito placebo, uma vez que não foi encontrado melhores respostas dos testes aplicados entre as avaliações 1 e 2, que delimitaram o período placebo.

6.3. Desempenho das habilidades de percepção musical pré e pós musicoterapia em pacientes pós linguais usuários de implante coclear.

Para avaliar as habilidades da percepção musical nos participantes desse estudo, foi utilizado o teste MBEA. Esse teste foi desenvolvido por Peretz, Champod e Hyde (2003), e inicialmente foi utilizado para avaliar indivíduos com quadro de amusia. Esse teste já aplicado em implantados, tem a grande vantagem de não solicitar canções familiares, que além de sofrer influência de memória de longo-prazo, ainda limita

quanto ao aspecto linguístico. O MBEA avalia 6 aspectos musicais: contorno, intervalo, escala, ritmo, métrica e memória.

Os dados da Tabela 3 e do Quadro 2 mostram os resultados dos participantes nas avaliações 1 e 2 nos subtestes do MBEA. Foi observado diferença estatisticamente significativa apenas no subteste 5, que avalia o aspecto de métrica, entre as avaliações 1 e 2, ou seja, durante o período placebo. Como pode ser observado nas figuras 5 e 6, houve uma grande variação dos resultados entre os participantes, com o mínimo de zero em todos os subtestes nas avaliações 1 e 2. O teste MBEA possui um “item estratégico” que se refere a dois estímulos muito diferentes entre si, e por isso, caso o participante erre esse item (responder como os dois sons sendo iguais), todo o subteste é zerado. Isso pode ter influenciado nessa diferença encontrada. Além disso, como já citado anteriormente, o MBEA é um teste comportamental que pode sofrer influência da atenção e motivação do participante.

A Tabela 7 e Quadro 4 mostram o desempenho dos participantes no MBEA após terapia musical. Pode ser observado que houve melhora em 5 dos 6 subtestes avaliados (escala, contorno, intervalo, ritmo e memória). Nos subtestes 2 (contorno) e no 6 (memória) foram observadas diferenças estatisticamente significantes. Os presentes achados concordam com diversos trabalhos da literatura que relataram melhora das habilidades musicais em implantados após musicoterapia. Gfeller *et al.* (2002), encontraram o efeito da musicoterapia em pacientes adultos pós linguais, com maior reconhecimento de melodias simples e complexas no grupo submetido ao treino musical em comparação ao grupo que não recebeu o treinamento. Fu *et al.* (2015), também, encontraram melhora na percepção do contorno melódico em crianças implantadas submetidas a musicoterapia, assim como no presente estudo, que pode ser

observado uma melhora geral nas habilidades musicais dos indivíduos adultos pós-linguais usuários de IC.

Em relação ao desempenho de cada subteste do MBEA, é possível observar que houve uma maior pontuação no subteste 5 em relação aos demais subtestes tanto na avaliação 1 como na 2, embora não haja diferença estatisticamente significativa entre eles ($p=0,41$). O subteste 5 avalia a habilidade de métrica. Tais achados corroboram em parte com o estudo de Cooper, Tobey e Loizou (2008) que encontraram pontuação maior nos subtestes de ritmo e métrica em 12 pacientes implantados. No presente estudo, apenas o subteste de métrica se sobressaiu em relação aos demais.

É possível observar, também, na figura 7 que o melhor escore obtido foi no subteste 6, seguido dos subtestes 5 (métrica), 2 (contorno), 1 (escala), 3 (intervalo) e 4 (ritmo) após a musicoterapia, porém sem diferença estatisticamente significativa. Esses dados não concordam com os achados de Cooper, Tobey e Loizou (2008) e alguns outros autores que revelaram que aspectos espectrais (escala, contorno e intervalo) foram menos percebidos pelos implantados em relação aos aspectos temporais (ritmo e métrica).

Segundo McDermott (2004), a percepção do ritmo musical acontece com a detecção da duração dos sons e *gaps* entre os sons. Para a percepção adequada de padrões de ritmo, o processo temporal requerido é a duração de *gaps* que acontece na ordem de dez milissegundos, o que seria, segundo o autor, um *gap* possível de ser percebido por implantados. Isso não foi observado no presente estudo, nem em relação a percepção do ritmo, nem em relação aos *gaps* (que será discutido no próximo capítulo). Em contrapartida, o mesmo autor refere que os implantados possuem dificuldade para reconhecer melodia devido a pobre conversão das informações de

pitch pelo IC. No presente estudo esses aspectos espectrais, foram avaliados separadamente por meio da escala, contorno e intervalo, e os resultados na ordem de classificação se mostrou variável nos três momentos de avaliação.

Podemos observar, também, que a média dos resultados dos participantes, mesmo após a musicoterapia estão aquém quando comparados aos resultados de normo-ouvintes para esse teste, que estão por volta de 80% de acerto (Nunes-Silva, 2012). Esse fator pode ser explicado, além das características individuais dos implantados, pelas limitações dos processadores existentes no mercado. Sabe-se que há uma limitação de resolução temporal fina nos IC, tanto nos aspectos espectrais, como nos temporais. O IC extrai as informações mais relevantes do sinal acústico e, isso para a compreensão de fala é suficiente, porém para a música, há uma perda de informações essenciais que caracterizam os elementos musicais do som, e com isso, a música é distorcida e modificada (Stainsby, 2000).

McDermott (2004) sugeriu que melhores tecnologias nos processadores quanto a extração da informação do som, posição do feixe de eletrodos na cóclea, *design* do feixe de eletrodos, poderiam melhorar o reconhecimento da estrutura temporal fina nos sons processados nos IC, e, portanto, na percepção musical. Além disso, a combinação de estimulação elétrica e acústica também auxiliaria nessa percepção.

Além disso, muitos usuários de IC tem menos tempo de experiência musical do que pessoas com audição normal. Quando observamos a Tabela 1, constatamos que o grupo estudado possui um longo período de surdez (31,9 anos), que mesmo com uso de prótese convencional anterior ao implante, teve uma limitação de recepção da percepção total dos aspectos sonoros musicais.

Com os resultados encontrados podemos concluir que houve melhora significativa nos aspectos de memória e contorno do teste MBEA após musicoterapia.

6.4. Desempenho das habilidades auditivas temporais de resolução e ordenação pré e pós musicoterapia em pacientes pós linguais usuários de implante coclear.

O presente estudo avaliou as habilidades de ordenação e resolução temporal nos usuários de IC, por meio do TPF, proposto por Musiek (1994), e o teste GIN, também proposto por Musiek (2005).

É possível observar na Tabela 2 e Quadro 1 o desempenho dos participantes da pesquisa no TPF. Não foi observada diferença estatisticamente significativa nos resultados entre as avaliações 1 e 2. Na Tabela 6 e Quadro 3 é possível observar o desempenho dos participantes nas avaliações 2 e 3. Também não foi observado diferença estatisticamente significativa nesse período. É possível observar que em todas as avaliações as pontuações obtidas pelos usuários de IC desse estudo, estão muito aquém do padrão de normalidade para indivíduos normo-ouvintes, que é de 75% de acertos. É possível, ainda, observar que nos três momentos de avaliação houve uma grande variação entre as respostas dos participantes (que pode ser observado pelo desvio padrão). Na tabela 11 observa-se que os sujeitos de número 2 e 7 apresentaram a melhor pontuação desse teste. Esses dois participantes são os indivíduos de menor idade do grupo, 29 e 25 anos, respectivamente; e também, os que tiveram menor tempo de privação sensorial quando comparados com os demais participantes.

Os achados desse estudo corroboram a pesquisa realizada por Frederigue (2006) que utilizou o TPF em crianças implantadas. Nesse estudo, a autora também encontrou

escores inferiores nos implantados quando comparados aos normo-ouvintes. Por outro lado, Campos *et al.* (2008), não encontraram diferença estatisticamente significativa nos resultados encontrados em implantados e normo-ouvintes.

Os trabalhos sugerem que a habilidade auditiva para ordenação temporal envolve diversos processos, incluindo vias auditivas periféricas e os hemisférios corticais (Colavita, Weisberg, 1977; Musiek, 1990). No presente estudo, observa-se uma média de privação sensorial (tempo de surdez) de 31,9 anos. A privação sensorial resulta na degeneração das fibras do NA e, ainda, na reorganização cortical, quando outras áreas sensoriais recrutam aquela região que não está sendo estimulada (Collignon *et al.*, 2011; Lazzouni, Lepore, 2014). Esse fator pode justificar o índice tão baixo nesse teste pelos participantes da pesquisa, porém trata-se de um “n” baixo, e como relatado anteriormente, diversos fatores em conjunto podem influenciar na performance do indivíduo implantado.

A resolução temporal foi avaliada pelo teste GIN. Os participantes desse estudo tiveram um desempenho muito aquém em relação aos achados em normo-ouvintes, que é de 4,19 ms (Samelli e Schochat, 2008). Como pode ser visto na Tabela 4, na avaliação 1, apenas 2 sujeitos (indivíduos 2 e 7) dos 11 avaliados, conseguiram realizar o teste, ou seja, conseguiram identificar o *gap* nos estímulos dados. Os demais participantes não identificaram o *gap* máximo apresentado no teste, que é de 20 ms. Os dois indivíduos tiveram um limiar de 10 ms.

Na avaliação 2, Tabela 4, houve resposta de 3 indivíduos, sendo os sujeitos que tinham respondido ao teste na avaliação 1 e a inclusão do sujeito 9, que apresentou limiar de 15 ms. Considerando que não houve mudança no mapeamento dos

processadores dos participantes ao longo do estudo, podemos atribuir essa diferença a influência do período placebo ou ainda a atenção e motivação do participante.

Já na avaliação 3, Tabela 8, após musicoterapia, outros dois indivíduos conseguiram identificar o *gap* no GIN, sendo o limiar do participante 1 de 12 ms, e de 20 ms para o participante 8.

Em estudo realizado por Comerlatto (2011), houve também uma grande dificuldade das crianças usuárias de IC para realizar o teste GIN. Nesse estudo, apenas 4 das 20 crianças avaliadas conseguiram realizar o teste. Em contrapartida, Daniels e Musiek (2009) conseguiram limiares de 8,79 ms para o GIN em implantados pós-linguais. Embora ainda com desempenho pior do que normo-ouvintes, os resultados foram melhores em relação aos achados do presente estudo. O mesmo aconteceu no estudo de Duarte *et al.* (2016), que encontraram limiar de *gap* de 16,33 ms em pacientes adultos implantados pós-linguais.

A fisiologia da identificação de *gap* ainda não é totalmente compreendida. Alguns autores relacionam a identificação do *gap* com os tipos de células encontradas no sistema auditivo, que se comportam de maneira diferente frente a um estímulo sonoro, sendo que a percepção do *gap* estaria relacionada ao disparo do tipo de célula “off” (Robin; Royer, 1979).

Já outros autores relacionam a identificação do *gap* com a adaptação neural. Para esses autores, o *gap* seria identificado na transição entre a ativação de resposta neural do primeiro estímulo e a segunda resposta, chamada de transitória, do início do segundo estímulo. Quanto maior for o *gap*, maior seria essa resposta transitória e, portanto, mais fácil para ser percebido (Yuan *et al.*, 2014). Em estudo realizado por

Zhang *et al.* (2013) não houve relação da adaptação neural e limiar de *gap* em implantados. No presente estudo, não foi realizado nenhuma avaliação de adaptação de resposta neural, portanto, não é possível correlacionar a dificuldade dos participantes em identificar os *gaps* com essa característica do sistema auditivo.

O limiar de detecção do *gap* pode variar conforme o estímulo dado. Em estudo realizado por Hanekon e Shannon (1998) para avaliar questões relacionadas ao IC e detecção de *gap*, os autores constataram que os limiares de *gap* foram menores quando o primeiro e segundo marcadores que limitavam o *gap* aconteciam no mesmo eletrodo (intracanal), e que o limiar de *gap* aumentava quando a distância entre o eletrodo que recebia o primeiro marcador e o eletrodo que recebia o segundo marcador aumentava também (característica intercanal). Os autores relacionaram os achados com uma possível maior sobreposição neural quando os dois estímulos eram apresentados no mesmo eletrodo, e uma menor sobreposição neural quando os eletrodos se distanciavam, fazendo com que a informação transportada fosse dividida em populações neurais distintas, e, portanto, um aumento de detecção do *gap*. No presente estudo, o estímulo usado para a avaliação do *gap* foi o ruído branco, um tipo de estímulo capaz de ativar várias regiões distintas, já que não é um estímulo de tom puro. Dessa maneira, isso poderia justificar em partes a dificuldade dos participantes para identificar os *gaps* do teste utilizado, porém há outras variáveis importantes para o processamento de características temporais no IC. Além das limitações técnicas do IC e características centrais (como tempo de privação), já citadas anteriormente, fatores como a localização do feixe de eletrodos e a quantidade de população neural são importante nesse processo.

No caso da localização da guia de eletrodos, alguns estudos mostram que quanto mais distante do modíolo estiver o eletrodo, maior será o nível de corrente para atingir o limiar e maior será a propagação de corrente, e que, portanto, a colocação mais próxima do modíolo ocasionaria uma estimulação mais focal. Outra questão importante, é a quantidade de células neurais sobreviventes. Esse fator é extremamente variável, inclusive dentro da mesma patologia. Sabe-se que com poucos neurônios, a estimulação elétrica deve ser maior, provocando, dessa maneira, uma redução de informação de canais independentes. No presente estudo, foi observado grande dificuldade de identificação dos *gaps*, porém se trata de um grupo extremamente heterogêneo, o que impossibilita a atribuição de um único fator responsável pelo presente achado. Além disso, alguns dados não estão disponíveis, como posição do feixe de eletrodo na cóclea e quantidade de fibras neuronais sobreviventes (Rebscher *et al.*, 1994; Zimmermann *et al.*, 1995; Hanekon e Shannon, 1997; Nadol, 1997).

A interação de eletrodos pode levar a diversos efeitos, o campo de corrente pode somar ou diminuir completamente. Os resultados podem ser positivos ou negativos. Pode haver uma sensação confusa ou até mesmo indistinguível, causando uma deterioração do reconhecimento de fala (Hanekon e Shannon, 1998). Por outro lado, é por meio de interação entre os eletrodos que frequências intermediárias são percebidas pelos usuários de IC (Wilson e Dorman, 2008).

Além disso, existem estudos que relacionam a detecção do *gap* com respostas corticais. Musiek (2005), relatou que indivíduos com alterações neurológicas demonstraram pior desempenho no teste GIN.

Os participantes desse estudo não tinham alteração neurológica, porém como citado anteriormente, a média de tempo de surdez foi de 32,9 anos, o que poderia

ocasionar em uma reorganização cortical, e, portanto, uma influência no resultado do teste GIN.

Os dados encontrados nesse estudo em relação ao teste GIN foram diversos. Mais estudos precisam ser realizados para esclarecer a performance desse teste em indivíduos implantados.

6.5. Hábitos musicais em pacientes pós linguais usuários de implante coclear.

O questionário *Munich Music Questionnaire* foi aplicado no presente estudo durante a avaliação 1. Nas avaliações 2 e 3, foi aplicado um breve questionário sobre satisfação com o uso do IC, prazer musical e frequência em escutar música.

Em relação ao questionário *Munich Music Questionnaire* foram analisadas as questões 1, 2, 3, 7 e 15. Com relação à questão 1 (Tabelas 12, 13 e 14) que se refere a frequência que o paciente escutava/escuta música, é possível observar que no primeiro momento, antes da perda auditiva, 7 dos 11 participantes escutavam música sempre ou frequentemente, no período com perda auditiva, antes do IC, esse número caiu para 3. Nesse momento, 7 de 11 participantes nunca escutavam música. Após o IC, observa-se que essa situação melhorou, já que 4 dos 11 indivíduos passaram a escutar sempre ou frequentemente música após o IC, e 4 ocasionalmente, porém ainda não é observada a mesma frequência do momento “sem perda auditiva”.

Essa situação é descrita em literatura. A diminuição da frequência de escutar música está relacionada ao pobre sinal recebido pelos implantados nos sons musicais com o uso do IC, sendo que a falta dessa prática faz com que esses indivíduos percam a

oportunidade de melhorar suas habilidades auditivas (Gfeller *et al.*, 2000; McDermott, 2004).

Na questão 2, foi avaliado o papel que a música desempenha/desempenhou na vida do participante. Nas Tabelas 15, 16 e 17 é possível observar a mudança de grau de importância da música nos momentos sem perda auditiva, com perda auditiva e sem IC, e após o uso do IC na vida dos participantes. Na tabela 15, percebe-se um papel positivo da música na maioria dos participantes antes da perda auditiva, já que 8 de 11 participantes classificaram a música como muito importante ou importante. Durante a perda de audição (tabela 16) esse número caiu para 2. Nesse mesmo período, 4 participantes classificaram como nenhum papel que a música desempenhou nas suas vidas. Nesse período, os participantes usavam prótese auditiva convencional. Na tabela 17, observa-se uma melhora da pontuação com o uso do IC. O ganho acústico fornecido pelo IC para os participantes desse estudo, dá a possibilidade ao indivíduo escutar os estímulos acústicos da música, muito embora, muitas vezes, haja dificuldade de distinguir vozes e instrumentos musicais.

Na tabela 18 é possível observar que antes, durante e depois há uma mudança quanto ao hábito de escutar música, sendo muito evidente a diminuição do hábito de escutar música no período que antecedeu o IC, no momento de “perda auditiva, sem IC”. Isso pode ser explicado pelo fato desses pacientes apresentarem uma perda auditiva de graus severo e profundo, que mesmo com o uso de prótese auditiva convencional, limita a percepção dos sons, sobretudo da música, que é um sinal complexo.

Quando perguntados “porque ouvem música”, os participantes responderam que o principal motivo foi o de prazer em escutar música, sendo que 9 pessoas assinalaram

essa opção, seguido pelo segundo principal motivo, que foi o de satisfação emocional (tabela 19). Segundo o pesquisador Pinker (1999), a música é capaz de estimular áreas de prazer com a liberação de neurotransmissores responsáveis por essa sensação.

Em relação ao estilo musical, como pode ser visto na tabela 20, o estilo musical mais escutado entre os participantes foi o *rock*, seguida de MPB, música sertaneja, religiosa, música para dançar, ópera, clássica e jazz. Segundo Llari (2006), a preferência de estilo musical estaria ligada a alguns adjetivos de personalidade do indivíduo. No caso do rock, seria caracterizado por jovem de idade ou espírito; MPB, saudosista, politizado e inteligente; música sertaneja, caracterizado por pessoas interioranas, sentimentais e simples; música para dançar, como pagode, estaria relacionada a pessoas de baixa renda, extrovertidas e energéticas; música clássica, relacionada a pessoas cultas calmas e velhas; e jazz, pessoas cultas, sofisticadas e esnobes. No presente estudo foi observado, também, a opção de música evangélica, que pode ser explicado pelo tipo de religião dos participantes.

Já no questionário reduzido aplicado nas avaliações 1, 2 e 3, pode ser observado que durante o período placebo (avaliações 1 e 2), tabela 2, não houve mudança dos resultados. Observa-se que a satisfação do IC (média de 95,4%) é alta mesmo para aqueles pacientes que não possuem boa discriminação de fala. Quanto ao prazer musical a média de 65,91%, evidencia que os participantes sentem a modificação sofrida na música pelo IC. Pode-se observar uma baixa frequência que os pacientes escutavam música nesse período (média de 2,8 vezes na semana), reforçando o que há descrito na literatura (Gfeller *et al.*, 2000), de que os pacientes usuários de IC possuem um hábito reduzido em escutar música, e isso se deve a qualidade musical transmitida pelo IC a esses usuários, que é muito aquém do que eles estavam acostumados antes da

perda de audição, no caso dos indivíduos pós -linguais, que foi o grupo estudado no presente trabalho.

Após a musicoterapia, tabela 6, observa-se a continuidade de satisfação com o IC e um aumento de prazer musical, sem diferença estatisticamente significativa entre as avaliações 2 e 3. Porém, quanto à frequência, observa-se um aumento estatisticamente significativo na frequência com que os participantes ouviam música. Antes da musicoterapia, havia uma média de frequência de escutar música de 2,8 vezes na semana, e depois da musicoterapia, 4 vezes na semana. Treinamentos musicais tem ajudado aos implantados em terem melhor apreciação musical do IC (van Besouw *et al.*, 2014). O paciente que possui experiência auditiva pré IC, e portanto, memória auditiva, compara a informação nova recebida pelo IC. O sinal da música, que é um sinal extremamente complexo, é percebido como deteriorado por esses pacientes, e portanto, a maioria dos pacientes não apreciam a música como antes da perda auditiva. Além disso, a compreensão da letra é uma tarefa difícil, já que os instrumentos, que acabam atuando como ruído de fundo, dificultam essa situação (Lasaletta *et al.*, 2008; McDermott, 2004). Com a musicoterapia, além da maior exposição a esse tipo de atividade, os pacientes foram encorajados a escutar música mais vezes, mesmo que em um primeiro momento fosse difícil o reconhecimento da canção.

No presente estudo foi observado uma influência na musicoterapia no aumento da frequência do hábito de escutar música em pacientes adultos pós linguais implantados.

Conclusões

7.Conclusões:

Frente aos resultados obtidos nesse estudo, podemos concluir que:

- A musicoterapia mostrou influência positiva na habilidade de compreensão de fala de pacientes adultos pós linguais implantados, melhorando os escores de acertos dos participantes após o treinamento;
- Não foi observado efeito placebo nos pacientes adultos pós linguais implantados;
- Houve melhora nas habilidades auditivas de escala, contorno, intervalo, ritmo e memória do teste MBEA, após musicoterapia em pacientes adultos pós linguais implantados;
- Os dados encontrados em relação às habilidades auditivas temporais (TPF e GIN) foram diversos, não sendo possível observar diferença estatisticamente significativa nesses testes após a musicoterapia. Mais estudos precisam ser realizados para esclarecer a performance desses testes com indivíduos implantados;
- Por meio dos questionários de auto avaliação foi possível perceber que o uso do IC influencia negativamente no hábito de escutar música, mas que com a musicoterapia, é possível que os indivíduos implantados aumente o hábito e sintam mais prazer em escutar música, mesmo com as limitações tecnológicas do IC.

Anexos

8. Anexos

ANEXO I – APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA DA FMUSP

APROVAÇÃO

O Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, em sessão de 21/10/2015, APROVOU o Protocolo de Pesquisa nº 353/15 intitulado: "INFLUENCIA DA MUSICOTERAPIA NA PERCEPÇÃO MUSICAL E DESEMPENHO DE COMPREENSÃO DE LINGUAGEM ORAL EM USUARIOS DE IMPLANTE COCLEAR" apresentado pelo Departamento de FISIOTERAPIA, FONOAUDIOLOGIA E TERAPIA OCUPACIONAL

Cabe ao pesquisador elaborar e apresentar ao CEP-FMUSP, os relatórios parciais e final sobre a pesquisa (Resolução do Conselho Nacional de Saúde nº 466/12, inciso IX.2, letra "c").

Pesquisador (a) Responsável: Eliane Schochat

Pesquisador (a) Executante: Janaina Patricio de Lima

CEP-FMUSP, 21 de Outubro de 2015.

Profa. Dra. Maria Aparecida Azevedo Koike Folgueira
Coordenador
Comitê de Ética em Pesquisa

Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina
e-mail: cep_fm@usp.br

ANEXO II - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

O senhor (a) está sendo convidado (a) a participar da pesquisa “INFLUENCIA DA MUSICOTERAPIA NA PERCEPÇÃO MUSICAL E DESEMPENHO DE LINGUAGEM ORAL EM USUARIOS DE IMPLANTE COCLEAR”, de autoria da Fonoaudióloga Janaina Patrício de Lima, CRF^a 2-15242, aluna do curso de doutorado pela Universidade de São Paulo/SP, sob orientação da Profa. Dra. Eliane Schochat, CRFa 2- 2937.

Tal pesquisa será realizada em sessões, sendo que não haverá nenhum prejuízo para a audição/saúde do senhor (a). Inicialmente, o senhor (a) responderá algumas perguntas referente a saúde geral e auditiva. Depois de realizada a anamnese, o senhor (a) realizará a avaliação da audição, por meio da audiometria convencional, e teste de ganho funcional do implante colear. A audiometria será realizada em cabine acústica e servirá para medir o quanto escuta. Será solicitado que toda vez que ouvir um apito, aperte o botão. O teste de ganho funcional com o implante coclear terá como objetivo verificar o ganho que o implante está dando para a sua audição. O procedimento de resposta será igual da audiometria. Após essa etapa, o senhor (a) será avaliado (a) quanto as habilidades musicais e temporais auditivas. Serão três testes, sendo que o primeiro, composto de quatro subtestes, o senhor (a) deverá julgar se os sons apresentados são iguais ou diferentes. No segundo teste, o senhor (a) deverá dizer a sequência de tons escutada. E no terceiro teste, o senhor (a) deverá detectar a presença de silencio no ruído. Por último, o senhor (a) será avaliado quanto a compreensão de sentenças apresentadas em campo livre, no qual o senhor (a) repetirá a frase dita.

Após as avaliações iniciais, serão sorteados dois grupos: o primeiro passará por um treinamento auditivo realizado com vídeos gravados em DVDs, fornecidos pela pesquisadora. Os participantes desse grupo deverão assistir duas vezes na semana os vídeos para responder algumas questões posteriormente. O segundo grupo não fará o treinamento com os DVDs e deverá aguardar a convocação para a avaliação 2. Após essa etapa, todos farão a avaliação 2. Depois disso, os grupos serão submetidos a um treinamento auditivo, composto por 25 sessões, individualizadas, em dias e horários combinados pelo senhor (a) e

avaliadora. No final das sessões haverá a reavaliação de todas as habilidades auditivas e musicais, bem como a compreensão de sentenças (avaliação 3).

Não haverá remuneração por sua participação nesse estudo. Os benefícios serão indiretos e referem-se às melhorias no campo científico.

A identidade do senhor (a) será mantida em sigilo, mesmo que a pesquisa seja publicada em revista científica.

Em caso de dúvidas, o senhor (a) deverá entrar em contato com a Fga. Janaina Patrício de Lima pelos telefones: (11) 97588-8805, (11) 3091-8410 ou encontrá-la na Clínica de Fonoaudiologia da Universidade de São Paulo, na Rua Cipotânea nº 51.

Os resultados obtidos serão informados ao paciente e/ou aos seus familiares e se houver qualquer dúvida acerca da carta de informação, bem como das etapas a serem seguidas, a mesma será esclarecida imediatamente.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Fui informado quanto ao objetivo da pesquisa “INFLUENCIA DA MUSICOTERAPIA NA PERCEPÇÃO MUSICAL E DESEMPENHO DE LINGUAGEM ORAL EM USUARIOS DE IMPLANTE COCLEAR” pela Fga Janaina e li a carta de informação acima, sabendo que não sofrerei qualquer prejuízo em participar desta pesquisa.

Concordo e aceito, voluntariamente, participar deste estudo.

São Paulo, ____ de _____ de 20__.

(Assinatura do colaborador)

Nome legível:

RG:

Declaro que obtive, de forma apropriada e voluntária, o Consentimento Livre e Esclarecido deste paciente ou representante legal para a participação neste estudo.

Pesquisadora responsável

Janaina Patrício de Lima - CRFa. 2- 15242

ANEXO III – MODELO DE ANAMNESE

ANAMNESE:

NOME: _____

D.N.: _____ IDADE: _____ ESCOLARIDADE: _____

ENDEREÇO: _____

TEL: () _____ CEL: () _____

EMAIL: _____ PROFISSÃO: _____

PROCESSADOR EXTERNO: _____

PROCESSADOR INTERNO: _____

LADO IMPLANTADO: _____ DATA DA CIRURGIA: _____

IDADE QUE COMEÇOU A SURDEZ: _____

ETIOLOGIA: _____

JÁ FEZ TERAPIA FONAUDIOLÓGICA: () SIM TEMPO: ____ PAROU HÁ ____ () NÃO

USA AASI CONTRA: () SIM – MARCA: _____ MODELO: _____

() NÃO

USO DO IC: () DIÁRIO () ESPORÁDICO, MOTIVO: _____

2- DADOS DO IC:

TAXA: _____ ESTRATÉGIA: _____ ELETRODOS ATIVOS:

_____ MODO DE ESTIMULAÇÃO: _____ MAXIMA: _____

LARGURA DE PULSO: _____ MEMÓRIA: _____

3- SAÚDE GERAL:

POSSUI ALGUMA DOENÇA: () NÃO () SIM _____

USO DE MEDICAMENTO: () NÃO () SIM _____

TERAPIA: () NÃO () SIM _____

OUTRAS OBSERVAÇÕES: _____

ANEXO IV- *Gap in Noise Test* -Folha de resposta[illegible]

ANEXO V – TESTE DE PADRÃO DE FREQUÊNCIA – Folha de resposta

1	AAG
2	AGG
3	GAG
4	GAA
5	GAA
6	GGA
7	GGA
8	AGA
9	AAG
10	GAA
11	AGG
12	GAG
13	AAG
14	AAG
15	AGA
16	GAG
17	GAA
18	GGA
19	AGA
20	GGA
21	AGA
22	GGA
23	AAG
24	AGA
25	AAG
26	AGA
27	AGA
28	GAG
29	GAA
30	AAG

ANEXO VI - EXEMPLO DE FRASES UTILIZADAS NO TESTE DE FALA,
PROPOSTAS POR VALENTE (1998).

1 - O bar é lugar agradável para conversar com amigos

1 2 3 4 5 6 7

2 - Ela comprou um telefone usado

8 9 10 11

3 - Ninguém segura aquele time de basquete

12 13 14 15 16

4 - A comida da mamãe sempre é gostosa

17 18 19 20 21

5 - O jantar acabou mais cedo

22 23 24 25

6 - As eleições vão começar no próximo mês

26 27 28 29 30

7 - Aquelas pessoas são muito humildes

31 32 33 34 35

8 - A prova de matemática foi difícil

36 37 38 39

9 - Ele queria ir ao cinema depois do trabalho

40 41 42 43 44 45

10 - Eles foram para a escola de ônibus

46 47 48 49 50

IRF = _____ X 2 = _____ %

ANEXO VII - FOLHA DE MARCAÇÃO DOS RESULTADOS DO TESTES APLICADOS NO ESTUDO

Marcação Resultados

1- Teste MBEA

Teste 1	
Teste 2	
Teste 3	
Teste 4	
Teste 5	
Teste 6	

2- Teste GIN: _____ms

3- Teste de sentenças: _____ % acertos

4- Teste de sentenças no ruído (Relação S/R= +10dB): _____ % acertos

5- Teste de Frequência – Musiek (1994)

Verbal: _____ % acertos

ANEXO VIII – *Munich Music Questionnaire.*

Nome: _____ Data (dd/mm/aa): _____

Data de nascimento (dd/mm/aa): _____

Por favor, assinale todos os dispositivos que você utiliza:

- () Implante coclear direito () Implante coclear esquerdo
- () Aparelho auditivo direito () Aparelho auditivo esquerdo
- () Implante coclear/DUET direito () Implante coclear/DUET esquerdo

1. Com que frequência você ouve e/ou ouvia música?

Por favor, assinale a resposta que mais se aplica.

Com que frequência você ouvia música antes de perder a audição?

Frequentemente 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0 Nunca

Com que frequência você ouvia música após a perda auditiva e antes de receber o implante coclear (IC)?

Frequentemente 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0 Nunca

Com que frequência você ouve música atualmente, após receber o implante coclear?

Frequentemente 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0 Nunca

2. Que papel a música desempenhou/desempenha em sua vida?

Por favor, assinale a resposta que mais se aplica.

Antes do início da sua perda auditiva?

Muito importante 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0 Nenhum

Após a sua perda auditiva, antes de receber o implante coclear?

Muito importante 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0 Nenhum

Atualmente, desde que recebeu o implante coclear?

Muito importante 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0 Nenhum

3. Quando você ouve/ouvava música, durante quanto tempo o faz/fazia?

Antes do início da perda auditiva

Menos de 30 minuto ()

De 30 minutos a 1 hora ()

De 1 a 2 horas ()

Mais de 2 horas ()

O dia todo ()

Após a perda auditiva, antes de receber o implante coclear

Menos de 30 minuto ()

De 30 minutos a 1 hora ()

De 1 a 2 horas ()

Mais de 2 horas ()

O dia todo ()

Atualmente, desde que recebeu o implante coclear

Menos de 30 minuto ()

De 30 minutos a 1 hora ()

De 1 a 2 horas ()

Mais de 2 horas ()

O dia todo ()

4. Como a música geralmente lhe soa aos ouvidos quando você usa o implante coclear? Por favor, assinale a resposta que mais se aplica.

Natural	10 9 8 7 6 5 4 3 2 1	Artificial
Agradável	10 9 8 7 6 5 4 3 2 1	Desagradável
Nítida	10 9 8 7 6 5 4 3 2 1	Indistinguível
Menos metálica	10 9 8 7 6 5 4 3 2 1	Mais metálica
Menos reverberante	10 9 8 7 6 5 4 3 2 1	Mais reverberante

5. Normalmente, você liga a música diretamente no processador de fala? (por exemplo, usando a entrada que conecta dispositivo de áudio, tais como MP3)

Sim () Não ()

6. Como você ouve música?

Como música de fundo ()

Como meu único foco de atenção/sem distrações ()

Ambos ()

7. Porque você ouve música?

Por favor, assinale todas as respostas que se aplicarem.

Por prazer () Por motivos profissionais () Satisfação emocional ()

Melhorar o humor () Para ficar acordado () Para dançar () Para relaxar ()

8. Caso você ouça música com seu implante coclear, quando começou a ouvir música regularmente após receber o implante?

Logo após o primeiro ajuste (ativação) () Após 1 semana () Após 1 mês ()

Após 3 meses () Após 6 meses () Após 1 ano () Após 2 anos () Mais tarde ()

9. Você prefere ouvir solos de instrumentos ou orquestras/bandas?

Solo de instrumento () Orquestras/bandas () Não tenho preferência ()

10. Caso você ouça música, quais elementos da música você consegue ouvir?

Tons agradáveis, mas não melodia Sim () Não ()

Ritmo Sim () Não ()

Apenas sons desagradáveis Sim () Não ()

Melodia Sim () Não ()

11. Você consegue distinguir as notas agudas das notas graves?

Sim () Não ()

12. Qual (is) instrumento (s) você consegue identificar bem?

Por favor, assinale todas as respostas que se apliquem.

Violino () Flauta () Trompete () Tuba () Piano () Trompa () Violoncelo ()

Xilofone () Trombone () Sanfona () Harpa () Bateria () Violão () Saxofone ()

Outro instrumento de corda ()

Outro instrumento de teclado ()

Outro instrumento de sopro ()

Algum outro instrumento que não foi mencionado ()

13. Qual (is) instrumento (s) que você gosta de ouvir?

Violino () Flauta () Trompete () Tuba () Piano () Trompa () Violoncelo ()

Xilofone () Trombone () Sanfona () Harpa () Bateria () Violão () Saxofone ()

Outro instrumento de corda ()

Outro instrumento de teclado ()

Outro instrumento de sopro ()

Algum outro instrumento que não foi mencionado ()

14. Onde você já ouviu música ou onde você ouve música atualmente?

Por favor, assinale todas as respostas que se apliquem.

Antes do início da perda auditiva

No rádio, em casa () No rádio do carro () Em eventos sociais ()

Na televisão () LP/CD/MC/MP3 () Em instituições religiosas ()

Após a perda auditiva, antes de receber o implante coclear

No rádio, em casa () No rádio do carro () Em eventos sociais ()

Na televisão () LP/CD/MC/MP3 () Em instituições religiosas ()

Atualmente, desde que recebeu seu implante coclear

No rádio, em casa () No rádio do carro () Em eventos sociais ()

Na televisão () LP/CD/MC/MP3 () Em instituições religiosas ()

15. Que tipo de música você ouve? Por favor, assinale todas as respostas que se apliquem.

Antes do início da perda auditiva

Clássica () Opera/opereta () Religiosa () Sertaneja/Country ()

MPB () Rock () Jazz/Blues () Música para dançar ()

Após a perda auditiva, antes de receber o implante coclear

Clássica () Opera/opereta () Religiosa () Sertaneja/Country ()

MPB () Rock () Jazz/Blues () Música para dançar ()

Atualmente, desde que recebeu seu implante coclear

Clássica () Opera/opereta () Religiosa () Sertaneja/Country ()

MPB () Rock () Jazz/Blues () Música para dançar ()

16. Como você classifica seu prazer em ouvir música agora?

Por favor, assinale a resposta mais adequada.

Música clássica

Muito prazer 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 Nenhum prazer

Ópera/opereta

Muito prazer 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 Nenhum prazer

Música religiosa

Muito prazer 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 Nenhum prazer

Música sertaneja/country

Muito prazer 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 Nenhum prazer

MPB

Muito prazer 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 Nenhum prazer

Jazz / blues

Muito prazer 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 Nenhum prazer

Música para dançar

Muito prazer 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 Nenhum prazer

17. Você toca/tocava/tocou algum instrumento?

Por favor, assinale a resposta mais adequada.

Quando criança

Frequentemente 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0 Nunca

Antes do início da perda auditiva, antes de receber o implante coclear?

Frequentemente 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0 Nunca

Após a perda auditiva, antes de receber o implante coclear?

Frequentemente 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0 Nunca

Atualmente, desde que recebeu o implante coclear ?

Frequentemente 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0 Nunca

Caso você não toque ou nunca tenha tocado um instrumento, pule a pergunta 18 e vá para a pergunta 19!

18. Qual (is) instrumento (s) você já tocou ou toca atualmente?

Por favor, assinale todas as respostas que se aplicarem.

Quando criança:

Flauta doce () Flauta () Metais () Clarinete () Piano () Teclado ()

Sanfona () Violão () Violino () Percussão () Saxofone ()

Outro instrumento de corda ()

Outro instrumento de teclado ()

Outro instrumento de sopro ()

Algun outro instrumento que não foi mencionado ()

Antes do início da perda auditiva, antes de receber o implante coclear?

Flauta doce () Flauta () Metais () Clarinete () Piano () Teclado ()

Sanfona () Violão () Violino () Percussão () Saxofone ()

Outro instrumento de corda ()

Outro instrumento de teclado ()

Outro instrumento de sopro ()

Algun outro instrumento que não foi mencionado ()

Após a perda auditiva, antes de receber o implante coclear?

Flauta doce () Flauta () Metais () Clarinete () Piano () Teclado ()

Sanfona () Violão () Violino () Percussão () Saxofone ()

Outro instrumento de corda ()

Outro instrumento de teclado ()

Outro instrumento de sopro ()

Algun outro instrumento que não foi mencionado ()

Atualmente, desde que recebeu o implante coclear ?

Flauta doce () Flauta () Metais () Clarinete () Piano () Teclado ()

Sanfona () Violão () Violino () Percussão () Saxofone ()

Outro instrumento de corda ()

Outro instrumento de teclado ()

Outro instrumento de sopro ()

Algun outro instrumento que não foi mencionado ()

19. Você canta ou já cantou? Assinale a resposta adequada.

Antes do início da perda auditiva?

Frequentemente 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0 Nunca

Após a perda auditiva, antes de receber o implante coclear?

Frequentemente 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0 Nunca

Atualmente, desde que recebeu o implante coclear ?

Frequentemente 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0 Nunca

Caso você não cante/nunca tenha cantado, pule as perguntas 20 e 21 e vá diretamente para a pergunta 22!

20. Caso você cante/já tenha cantado, informe onde canta/cantava.

Assinale todas as respostas que se apliquem.

Antes do início da perda auditiva

Em um coral () Em um grupo () Em casa, sozinho ()

No carro () Em instituições religiosas () Com amigos ()

Após a perda auditiva, antes de receber o implante coclear

Em um coral () Em um grupo () Em casa, sozinho ()

No carro () Em instituições religiosas () Com amigos ()

Atualmente, desde que recebeu o implante coclear

Em um coral () Em um grupo () Em casa, sozinho ()

No carro () Em instituições religiosas () Com amigos ()

21. Caso você cante/já tenha cantado, informe o que canta/cantava.

Por favor, assinale todas as respostas que se apliquem.

Antes do início da perda auditiva

Música sertaneja () Música Clássica () Canções de Natal () Jazz/blues ()

Música religiosa () Ópera/opereta () MPB/Rock ()

Após a perda auditiva, antes de receber o implante coclear

Música sertaneja () Música Clássica () Canções de Natal () Jazz/blues ()

Música religiosa () Ópera/opereta () MPB/Rock ()

Atualmente, desde que recebeu o implante coclear

Música sertaneja () Música Clássica () Canções de Natal () Jazz/blues ()

Música religiosa () Ópera/opereta () MPB/Rock ()

22. Você teve aulas de música fora da escola (aula de instrumento e/ou canto)?

Sim ()

Não ()

Caso não tenha recebido aula de música, pule a pergunta 23 e vá para a pergunta 24!

23. Quanto tempo você fez aula de música fora da escola (aula de instrumento e/ou canto)?

Menos de 3 anos ()

Mais de 3 anos ()

24. Você já ouviu música após receber o implante coclear?

Sim ()

Não ()

Caso não tenha ouvido música após receber o implante, pule a pergunta 25!

25. Em que circunstâncias você ouviu música após receber o implante coclear?

Assinale todas as respostas que se apliquem.

Ouvi músicas conhecidas repetidamente ()

Li e toquei música ()

Ouvi músicas desconhecidas repetidamente ()

Toquei músicas conhecidas repetidamente sem ler a música em questão ()

Ouvi e li música ()

Treinei ouvir música durante a minha recuperação ()

Tive aulas de música ()

Referências Bibliográficas

9. Referências Bibliográficas

Abbas PJ, Brown CJ. Assessment of responses to cochlear implant stimulation at different levels of the auditory pathway. *Hear Res.* 2014; 322: 67-76.

Abeles M, Goldstein Jr MH. Response of single units in the primary auditory cortex of the cat to tones and to tone pairs. *Brain Res.* 1972; 42(2): 337-52.

Alluri V, Toivianen P, Jaaskelainen P, Glerean E, Sams M, Brattico E. Large-scale brain networks emerge from dynamic processing of musical timbre, key and rhythm. *Neuro Image.* 2012; 59: 3677-89.

Amaral IEBR, Carvalho RMM. Limiar e latência do reflexo acústico sob efeito de estimulação contralateral. *Rev Soc Bras Fonoaudiol.* 2008; 13 (1): 1-6

American Speech Language Hearing Association. Task force on central auditory processing consensus development central auditory processing: current status of research and implications for clinical practice. *Am J of Audiol.* 1996; 5(2): 41-54.

Anderson CA, Lazard DS, Hartley DEH. Plasticity in bilateral superior temporal cortex: effects of deafness and cochlear implantation on auditory and visual speech processing. *Hear Res.* 2016; 1-12.

Anson BJ, Donaldson JA. *The surgical anatomy of the temporal bone and ear.* Philadelphia: WB Saunders. 1967.

Azzolini VC, Ferreira MIDC. Processamento auditivo temporal em idosos. *Arq Int Otorrinolaringol.* 2010; 14(1): 95-102.

Balen AS. *Reconhecimento de padrões auditivos de frequência e de duração: desempenho de crianças escolares de 7 a 11 anos* [dissertação]. São Paulo (SP): Universidade de São Paulo, 2001.

Bear MF; Connors BW; Paradiso MA. O sistema auditivo e vestibular. In: *Neurociências: desvendando o sistema nervoso.* São Paulo: Artmed; 2008, pgs. 343-386.

Bellis TJ. *Central auditory processing disorders: from science to practice.* San Diego: Singular.1996. 349p.

Bilger RC, Black FO, Hopkinson NT, Myers EN, Payne JL, Stenson NR, Vega A, Wolf RV. Evaluation of subjects presently fitted with implanted auditory prostheses. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 1977; 86:1-176.

Blamey P, Arndt P, Bergeron F, Bredberg G, Brimacombe J, Facer G, Larky J, Lindström B, Nedzelski J, Peterson A, Shipp D, Staller S, Whitford L. Factors affecting auditory performance of postlinguistically deaf adults using cochlear implants. *Audiol Neurotol.* 1996; 1: 293-306.

Blamey P, Artieres F, Baskent D, Bergeron F, Beymon A, Burke E, Diller N, Dowell R, Fraysse B, Gallego S, Govaerts PJ, Green K, Huber AM, Kleine-Punte A,

Maat B, Marx M, Mawman D, Mosnier I, O'Connor AF, O'Leary S, Rousset A, Schauwers K, Skarzynski H, Sharzynski PH, Sterkers O, Terranti A, Truy E, Van de Heyning P, Venail F, Vincent C, Lazard DS. Factors affecting auditory performance of postlinguistically deaf adults using cochlear implants: an update with 2251 patients. *Audiol Neurotol*. 2013; 18: 36-47.

Breitling D, Guenther W, Rondot P. Auditory perception of music measured by brain electrical activity mapping. *Neuropsychologia*. 1987; 25(5):765-74.

Buitrago YQ. Musicoterapia em niños com implante coclear. *Rev Otorrinolaringol Cir Cabeza Cuello*. 2014; 74: 215-27.

Burguetti FAR, Carvallo RMM. Sistema auditivo eferente: efeito no processamento auditivo. *Rev Bras Otorrinolaringol*. 2008; 74(5): 737-45.

Bussab WO, Morettin PA. *Estatística básica*. 5ª edição. SP. Editora Saraiva. 2002.

Campos RD, Alvarenga KF, Frederigue NB, Nascimento LT, Sameshima K, Costa-Filho AO, Bevilacqua MC. Habilidades de ordenação temporal em usuários de implante coclear multicanal. *Rev Bras Otorrinolaringol*. 2008; 74(6): 884-9.

Cardin V. Effects of aging and adults-onset hearing loss on cortical auditory regions. *Front Neurosci*. 2016; 10(199): 1-12.

Carlyon RP, Buus S, Florentine M. Temporal integration of trains of tone pulses by normal and by cochlearly impaired listeners. *J Acoust Soc Am*. 1990; 87(1): 260-68.

Chen JK, Chuang AYC, McMahon C, Hsieh JC, Tung TH, Li LPH. Music training improves *pitch* perception in prelingually deafened children with cochlear implants. *Pediatrics*. 2010; 125(4): 793-800.

Chung DY. Temporal integration: its relationship with noise- induced hearing loss. *Scand Audiol*. 1982; 11(3): 153-57.

Clark GM. *Cochlear Implants: fundamentals & applications*. Springer: New York, 2003.

Clark GM. Electrical stimulation of the auditory nerve: the coding of frequency, the perception of *pitch* and the development of cochlear implant speech processing strategies for profoundly deaf people. *Clin Exp Pharmacol Physiol*. 1996; 23: 766-76.

Colavita F, Weisberg D. Spatio-temporal pattern discrimination in cats with insular temporal lesions. *Brain Res Bull*. 1978; 3: 7-9.

Collignon O, Vandewalle G, Voss P, Albouy G, Charbonneau G, Lassonde M, Lepore F. Functional specialization for auditory-spatial processing in the occipital cortex of congenitally blind humans. *Proc Natl Acad Sci*. 2011; 108: 44335-40.

Comerlatto Junior, AA. Resolução Temporal Auditiva de crianças usuárias de implante coclear. [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2011.

Cooper WB, Tobey E, Loizou PC. Music perception by cochlear implant and normal hearing listeners as measured by the Montreal battery for evaluation of amusia. *Ear Hear.* 2008; 29(4): 618-26.

Corazza MCA. Avaliação do processamento auditivo central em adultos: teste de padrões tonais auditivos de frequência e teste de padrões tonais de duração. [Tese]. 1998. Universidade Federal de São Paulo, São Paulo.

Daniels, S., Musiek, F. *Gap Detection Thresholds in Cochlear Implant Patients Using the Gaps-in-Noise Test.* American Academy of Audiology, Dallas, April, 2009 (Poster).

Duarte M, Gresele ADP, Pinheiro MM. Temporal processing in postlingual adult users of cochlear implant. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2016; 82(3): 304-9.

Fitzgibbons PJ, Wightman FL. *Gap detection in normal and hearing impaired listeners.* *J Acoust Soc Am.* 1982; 72(3): 761-65.

Florentine M, Buus S. Temporal *gap* detection in sensorineural and simulated hearing impairments. *J Speech Hear Res.* 1984; 27: 449-55.

Frederique NB. Reconhecimento de padrões de frequência e de duração em crianças usuárias em implante coclear multicanal. [tese] São Paulo: Universidade de São Paulo. 2006.

Frederique-Lopes NB, Bevilacqua MC, Costa OA. Munich Music Questionnaire, adaptação para a língua portuguesa e aplicação em usuários de implante coclear. *CoDAS*, 2015; 27(1): 13-20.

Freyman RL, Nelson DA. Frequency discrimination as a function of signal frequency and level in normal-hearing and hearing-impaired listeners. *J Speech Hear Res.* 1991; 34: 1371-86.

Friesen, L. M., Shannon, R. V., Baskent, D., and Wang, X. Speech recognition in noise as a function of the number of spectral channels: Comparison of acoustic hearing and cochlear implants. *J Acoust Soc Am.* 2001; 110: 1150–1163.

Frijns JH, Briare JJ, Grote JJ. The importance of human cochlear anatomy for the results of modiolus-hugging multichannel cochlear implants. *Otol Neurotol.* 2001; 22: 340-9.

Fu Q, Galvin JJ, Wang X, Wu JL. Benefits of music training in Mandarin-speaking pediatric cochlear implant users. *J Speech Lang Hear Res.* 2015; 58: 163-69.

Fu QJ, Shannon RV, Galvin JJ. Perceptual learning following changes in the frequency-to-electrode assignment with the Nucleus-22 cochlear implant. *J Acoust Soc Am.* 2002; 112:1664-1674.

Gaser C, Schlaug G. Brain structures differ between musicians and nonmusicians. *J Neurosci.* 2003; 23(27): 9240-5.

Gelfand S. Hearing: an introduction to psychophysical and physiological acoustics. New York: Marcel Dekker. 1998.

Gfeller K, Chris A, Knust JF, Witt S, Murray KT, Tyler RS. Musical backgrounds, listening habits, and aesthetic enjoyment of adult cochlear implant recipients. *J Am Acad Audiol*. 2000; 11: 390-406.

Gfeller K, Guthe E, Driscoll V, Brown CJ. A preliminary report of music-based training for adult cochlear implant users: rationales and development. *Cochlear Implants*. 2015; 16(03): S22-S31.

Gfeller K, Turner C, Mehr M, Woodworth G, Fearn R, Knurtson, J, Witt S, Stordahl J. Recognition of familiar melodies by adult cochlear implant recipients and normal-hearing adults. *Cochlear Implants Int*. 2002; 3(1): 29-53.

Gfeller K, Witt S, Adamek M, Mmehar M, Rogers J, Stordahl J, Ringgenberg S. Effects of training on timbre recognition and appraisal by postlingually deafened cochlear implant recipients. *J Am Acad Audiol*. 2002; 13: 132-45.

Glasberg BR, Moore BCJ, Bacon SP. Gap detection and masking in hearing-impaired and normal-hearing subjects. *J Acoustic Soc Am*. 1987; 81(5): 1546-56.

Gregan, M. J., Nelson, P. B., & Oxenham, A. J. Behavioral measures of cochlear compression and temporal resolution as predictors of speech masking release in hearing-impaired listeners. *J Acoust Soc Am*. 2013; 134: 2895–2912.

Griffiths TD, Warren JD. The planum temporal as a computational hub. *Trends Neurosc*. 2002; 25(7): 348-53.

Gutgsell KJ, Schluchter M, Margevicius S, Degolia PA, McLaughlin B, Harris M, Mecklenburg J, Wiencek C. Music Therapy Reduces Pain in Palliative Care Patients: A Randomized Controlled Trial. *J Pain Sympt Manag*. 2012; 48(6): 1279

Hanekom JJ, Shannon RV. Gap detection as a measure of electrode interaction in cochlear implants. *J Acoust Soc Am*. 1998; 104(4): 2372-84.

Harrison RN. *The physiology of the cochlear nerve*. In: Jahn AF & Santos-Sacchi J (Eds.), *Physiology of the ear* (2nd ed.). San Diego: Singular Publishing Group. 2001. pp. 549-573.

Heinrich A, Alain C, Schneider BA. Within-and-between-channel gap detection in the human auditory cortex. *Neuroreport*. 2004; 15(13): 2051-6.

Henry BA, Turner CW. The resolution of complex spectral patterns by cochlear implant and normal-hearing listeners. *J Acoust Soc Am*. 2003; 113(5): 2861-73.

Herholz SC, Zatorre RJ. Musical training as a framework for brain plasticity: behavior, function, and structure. *Neuron*. 2012; 76: 486-502.

Hirsh JJ. Auditory perception of temporal order. *J Acoust Soc Am*. 1959, 31(6): 759-67.

Holden LK, Finley CC, Firszt JB, Brenner C, Potts LG, Gotter BD, Vanderhoof SS, Mispagel K, Heydebrand G. Factors affecting open-set word recognition in adults with cochlear implants. *Ear Hear*. 2013; 34: 342.

Honjo I. Clearance function of the Eustachian tube. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 1985; 120 (94): S29-S30.

Hoover E, Pasquesi L, Souza P. Comparison of clinical and traditional gap detection. *J Am Acad Audiol*. 2015; 26(6): 540-6.

Hudspeth AJ. How the ear works. *Nature*. 1989; 341:397-404.

Hughes JR, Daaboul Y, Fino JJ, Shaw GL. The “Mozart effect” on epileptiform activity. *Clin Eletroencephalogr*. 1998; 29(3):109-19.

Hurley RM, Fulton SE. *Psychoacoustic considerations and implications for the diagnosis of (C) APD*. In: Musiek FE, Chemark GD. Handbook of (central) auditory processing disorder. Plural Publishing. 2007. 502pages.

Johannesen PT, Pérez-González P, Kalluri S, Blanco JL, Lopes-Poveda EA. The influence of cochlear mechanical dysfunction, temporal processing deficits, and age on the intelligibility of audible speech in noise for hearing-impaired listeners. *Trends Hear*. 2016; 20: 1-14.

Johnson DH. The relationship of post-stimulus time in interval histograms to the timing characteristics of spike trains. *Biophys J*. 1978; 22: 413-30.

Keith B. Random Gap Detection Test. St Louis, MO: Auditec. 2000.

Kidd G, Mason CR, Freuth LL. Temporal integration of forward masking in listeners having sensorineural hearing loss. *J Acoust Soc Am*. 1984; 75(3): 937-44.

Kim D, Parham K. *Physiology of the auditory nerve*. In: M. Crocher (Ed.), Encyclopedia of Acoustics. New York: John Willey e Sons. 1997. Pp 1331-1378.

Knobel KAB, Sanchez TG. Privação Auditiva, circuitos inibitórios e plasticidade: implicações na compreensão do zumbido e da hiperacusia, estado de São Paulo. *Arquivos Internacionais de Otorrinolaringologia*. 2005, 9(4). Disponível em: www.arquivosdeorl.org.br/conteudo/acervo_port.asp?id=341 – Acesso em: 09 de janeiro de 2017.

Kraus N, Skoe E, Parbery-Clark A, Ashley R. Experience-induced malleability in neural encoding of pitch, timbre, and timing-implications for language and music. *Ann N Y Acad Sci*. 2009; 1169: 543-57.

Kurc M. O amplificador coclear. *Int Arch Otorhinol*. 1999; 3 (2): S83-S85.

Lassaletta L, Castro A, Bastarrica M, Pérez-Mora R; Herrán B; Sanz L; de Sarriá M J; Gavilán J. Percepción y disfrute de la musica em pacientes poslocutivos con implante coclear. *Acta Otorrinolaringol Esp*. 2008; 59(5):228-34.

Lazzouni L, Lepore F. Compensatory plasticity: time matters. *Front Hum Neurosci*. 2014; 340 (8): 1-11.

Leake PA, Hradek GT. Cochlear pathology of long term neomycin induced deafness in cats. *Hear Res*. 1988; 33: 11-33.

Lima SFP. Percepção, processamento e treinamento auditivo musical em usuários de implante coclear. [dissertação] Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais. 2010.

Limb CJ, Roy AT. Technological, biological, and acoustical constraints to music perception in cochlear implant users. *Hear Res.* 2014; 308: 13-26.

LLari BS. Música, comportamento social e relações interpessoais. *Psicol Estud.* 2006; 11(1):191-98.

Loizou PC. Introduction to cochlear implants. IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine. New York. 1999.

Mc Dermott O, Crellin N, Ridder HM, Orrell M. Music therapy in dementia: a narrative synthesis systematic review. *Int J Ger Psych.* 2012; 8(2): 49-82.

McDermott HJ. Music perception with cochlear implants: a review. *Trends Amplif.* 2004; 8(2):49-82.

McDermott HJ, McKay CM. Place *pitch* perception with multiple cochlear implants: the use of concurrent activity of nearby electrodes to produce additional *pitch* percepts. *Australian J Audiol.* 1992; 5:18.

Metz O. The acoustic impedance measured on normal and pathological ears. *Acta Otolaryngologica.* 1946.

Mitani C, Nakata T, Trehub SE, Kanda Y, Kumagami H, Takasaki K, *et al.* Music recognition, music listening, and word recognition by deaf children with cochlear implants. *Ear Hear.* 2007; 28: 29-33S.

Moller AR. Hearing: Its physiology and pathophysiology. New York: Academic Press. 2000.

Moore DR, Amitay S. Auditory training: rules and applications. *Semin Hear.* 2007; 28:99-109.

Moore DR, Shannon RV. Beyond cochlear implants: awakening the deafened brain. *Nat Neurosci.* 2009; 12: 686-91.

Musacchia G, Sams M, Skoe E, Nina K. Musicians have enhanced subcortical and audiovisual processing of speech and music. *PANS.* 2007; 104(40): 15894-98.

Musiek F, Baran J, Pinheiro M. Duration pattern recognition in normal subjects and patients with cerebral and cochlear lesions. *Audiology.* 1990; 29: 304-13.

Musiek F, Chermak GD. Handbook of (central) auditory processing disorder. Plural Publishing. 2007.

Musiek F, Shinn J, Hare C. Plasticity, auditory training, and auditory processing disorders. *Seminars in hearing.* 2002; 23(4):263-75.

Musiek F, Shinn J, Jirsa R, Bamiou D, Baran J, Zaiden E. The GIN (*gaps-in-noise*). Test performance in subjects with confirmed central auditory nervous system involvement. *Ear Hear*. 2005; 26: 608-18.

Musiek F. Frequency (*pitch*) and duration pattern tests. *J Am Acad Audiol*. 1994; 5(4): 265-86.

Nadol JB. Patterns of neural degeneration in the human cochlea and auditory nerve: Implications for cochlear implantation. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 1997; 117:220-8.

Nie K, Zeng FG. A perception-based processing strategy for cochlear implants and speech coding. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc*. 2004; 6: 4205-8.

Nunes-Silva M, Haase VG. *Montréal Battery of Evaluation of Amusia*. Validity evidence and norms for adolescents in Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil. *Dement Neuropsychol*. 2012; 6(4): 244-52.

Nunes-Silva M. Investigações sobre a modularidade do processamento cognitivo musical. [tese]. Minas Gerais: Universidade Federal de Minas Gerais. 2014.

Oliver BR, van Besouw RM, Nicholls DR. The interactive Music Awareness Program (IMAP) for Cochlear Users. Disponível em http://wwwweb.eecs.umich.edu/nime2012/Proceedings/papers/109_Final_Manuscript.pdf - acesso 21/02/15

Pascual-Leone A, Amedi A, Fregni F, Merabet LB. The plastic human brain cortex. *Annu Rev Neurosci*. 2005; 28: 377-401.

Patterson RD *et al*. The processing of temporal *pitch* and melody information in auditory cortex. *Neuron*. 2002; 36: 767-76.

Peretz I, Morais J. Modes of processing melodies and ear asymmetry in non-musicians. *Neuropsychologia*. 1980; 18:477-89.

Peretz I, Kolinsky R, Tramo M, Labrecque R, Hublet C, Demeurisse G, Belleville S. Functional dissociations following bilateral lesions of auditory cortex. *Brain*. 1994; 117:1283-301.

Peretz I, Champod AS, Hyde K. Varieties of musical disorders. The *Montréal Battery of Evaluation of Amusia*. *Ann N Y Acad Sci*. 2003; 999: 58-75.

Peretz I, Zatorre RJ. Brain Organization for music processing. *Annu Rev Psychol*. 2005; 56: 89-114.

Phillips D. Auditory *gap* detection, perceptual channels and temporal resolution in speech perception. *J Am Acad Audiol*. 1999; 10: 343-54.

Phillips DP. Neural representation of stimulus times in the primary auditory cortex. *Ann N Y Acad Sci*. 1993; 682: 104-18.

Pinheiro M, Musiek FE. Assessment of central auditory dysfunction: foundations and clinical correlates. Baltimore. 1985.

Pinheiro MMC, Dias KZ, Pereira LD. Acoustic stimulation effect on temporal processing skills in elderly subjects before and after hearing aid fitting. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2012; 78(4): 9-16.

Pinker S. How the mind works. London: Penguin Books.1998.

Platel H, Price C, Baron JC, Wise R, Lambert J, Frackowiak RS. The structural components of music perception a functional anatomical study. *Brain*. 1997; 120:229-43.

Polk M, Kertesz A. Music and language in degenerative disease of the brain. *Brain Cogn*. 1993; 22(1): 98-117.

Raglio A, Bellelli G, Mazzola P, Bellandi D, Giovagnoli AR, Farina E, Stramba-Badiale M, Gentile S, Gianelli MV, Ubezio MC, Zanetti O, Trabucchi M. Music, music therapy and dementia: a review of literature and recommendations of the Italian Psychogeriatric Association. *Maturitas*. 2012; 72(4):305-310.

Rauscher FH, Shaw K, KY, KN. Music and spatial task performance. *Nature*. 1993;365: 611.

Rawool VW. The effects of hearing loss on temporal processing. Hearing review.com. Disponível: <http://www.hearingreview.com/2006/07/the-effects-of-hearing-loss-on-temporal-processing-part-3-addressing-temporal-processing-deficits-through-amplification-strategies/>. Acesso em: 09 de janeiro de 2017.

Rebscher SJ, Heilmann M, Talbot N, Bruszlowski W, Merzenich M. Studies on pediatric auditory prosthesis implants. Sixteenth Quarterly Progress Report, NIH. Contract N01-DC-2401. 1994.

Robin DA, Royer FL. Auditory temporal processing: two tone flutter fusion and a model of temporal integration. *J Acoust Soc Am*. 1987; 82(4): 1207-17.

Robles, L., & Ruggero, M. A. (2001). Mechanics of the mammalian cochlea. *Physiol Rev*. 2001; 81:1305–1352.

Rose DE. Audiological assessment. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall. 1978.

Rouileer E, de Ribaupierre Y, de Ribaupierre F. Phase locked responses to low frequency tones in the medial geniculate body. *Hear Res*. 1979; 1: 213-26.

Rubinstein JT. How cochlear implants encode speech. *Curr Opin in Otolaryngol Head Neck Surg*. 2004; 12:444–448.

Russo ICP, Santos TMM. *Anatomia e fisiologia do órgão da audição e do equilíbrio*. In: A prática da audiologia clínica. Cortez, 4ª edição, São Paulo, 1993, pg. 15-40.

Samelli AG, Schochat E. The *gaps-in-noise* test: *gap* detection thresholds in normal-hearing young adults. *Int J Audiol*. 2008; 47(5): 238-45.

Santos KTP, Fernandes JC, Amorim RB, Bevilacqua MC. Avaliação da percepção da fala no ruído em diferentes posições em adultos com implante coclear. *Arq Int Otorrinolaringol*. 2009; 13(1): 16-23.

Santos JLF, Parreira LMMV, Leite RCD. Habilidades de ordenação e resolução temporal em crianças com desvio fonológico. *Rev CEFAC*. 2010; 12.

Satoh M, Takeda K, Nagata K, Shimosegawa E, Kuzuhara S. Positron-emission tomography of brain regions activated by recognition of familiar music. *Am J Neurodiol*. 2006; 27:1101-06.

Scaranello CA. Reabilitação auditiva pós implante coclear. *Medicina*, Ribeirão Preto. 2005, 38 (3/4): 273-78.

Schneider BA, Hamstra SJ. *Gap* detection thresholds as a function of tonal duration for younger and older listeners. *J Acoust Soc Am*. 1999, 106(1): 371-80.

Schum DJ. The distortional aspects of sensorineural hearing loss: what can be done. 2016. Audiology on line disponível: <http://www.audiologyonline.com/articles/distortional-aspect-sensorineural-hearing-loss-11976>. Acesso em 09 de janeiro de 2017.

Shannon RV, Fu QJ, Galvin J, Friesen L. *Speech perception with cochlear implants*. In: Zeng FG, Popper AN, Fay RR. Auditory prostheses. Eds. Springer Handbook of Auditory Research. 2002. P. 1-47.

Shannon RV. Auditory implant research at the House Ear Institute 1989-2013. *Hear Res*. 2015; 322: 57-66.

Sharma M, Yadav AK. A comparative study of *gap* detection threshold in cochlear implant users & normal hearing children. *IJSR*. 2015; 4(9): 269-71.

Shearer AE, Eppsteiner RW, Frees K, Tejani V, Sloan-Heggen CM, Brown C, Abbas P, Dunn C, Hansen MR, Gantz BJ, Smith RJH. Genetic variants in the peripheral auditory system significantly affect adult cochlear implant performance. *Hear Res*. 2017; 348:138-42.

Shepherd RK, Javel E. Electrical stimulation of the auditory nerve: I. Correlation of physiological responses with cochlear status. *Hear Res*. 1997; 108: 112-44.

Smith KJ, McDonald WI. The pathophysiology of multiple sclerosis: the mechanisms underlying the production of symptoms and the natural history of the disease. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*. 1999; 354: 1649-73.

Spoendlin H. Innervation densities of the cochlea. *Acta Otorinolaringologica*. 1972; 73: 235-248.

Stainsby TH. The perception of musical sounds with cochlear implants. PhD thesis. University of Melbourne.

Stark T, Brockmeier SJ, Noop P, Vischer M, Baumgartner W, Schön F, Müller J, Braunschweig T, Arnold W, Allum DJ. Correlation of speech and music perception in postlingually deaf Combi 40/40+ users. *Cochlear Implants Int.* 2003; 4(1): 68-9.

Strait DL, Kraus N, Skoe E, Ashley R. Musical experience promotes subcortical efficiency in processing emotional vocal sounds. *Ann N Y Acad Sci.* 2009; 1169: 209-13.

Strait DL, Kraus N. Can you hear me now? Musical training shapes functional brain networks for selective auditory attention and hearing speech in noise. *Front Psychol.* 2011; 2:1-10.

Studebaker G, Sherbecol R, McDaniel D, Gwaltney C. Monosyllabic word recognition at higher-than-normal speech and noise levels. *J Acoust Soc Am.* 1999, 105(4): 2431-44.

Tallal P, Merzenich MM, Miller S, Jenkins W. Language learning impairments integrating basic science, technology and remediation. *Exp Brain Res.* 1998; 123(1-2): 210-9.

Tan L, Holland SK, Deshpande AK, Chen Y, Choo DI, Lu LJ. A semi-supervised support vector machine model for predicting the language outcomes following cochlear implantation based on pre-implant brain f MRI imaging. *Brain Behav.* 2015; 1-25.

Tanamati LF. Audição e inteligibilidade da fala de crianças após 10 anos da cirurgia de implante coclear. [tese] São Paulo: Universidade de São Paulo; 2011.

Teixeira MZ. Bases psiconeurofisiológicas do fenómeno placebo-nocebo: evidências científicas que valorizam a humanização da relação médico-paciente. *Rev Assoc Med Bras.* 2009; 55(1): 13-8.

Thaut MH, McIntosh GC. How music helps to heal the injured brain: therapeutic use crescendos thanks to advances in brain science. *Cerebrum.* 2010. Disponível: <http://dana.org/Cerebrum/Default.aspx?id=39437>

Thaut MH, Trimarchi PD, Parsons LM. Human brain basis of musical rhythm perception: common and distinct neural substrates for meter, tempo and pattern. *Brain Sci.* 2014, 4: 428-52.

Tyler RS, Teagle HF, Kelsay DM, Gantz BJ, Woodworth GG, Parkinson AJ. Speech perception by prelingually deaf children after six years of cochlear implant use: effects of age at implantation. *Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl.* 2000; 185: 82-4.

Valente SLO. Elaboração de listas de sentenças construídas na língua portuguesa [dissertação]. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica; 1998.

Van Besouw RM, Nicholls DR, Oliver BR, Hod Kinson SM, Grasmeder ML. Aural rehabilitation through music workshops for cochlear implant users. *J Am Acad Audiol*. 2014; 25(4):311-23.

Van den Honert C, Stypulkowski PH. Single fiber mapping of spatial excitation patterns in the electrically stimulated auditory nerve. *Hear Res*. 1987, 29:195-206.

Van der Beek FB, Boermans PPBM, Verbist BM, Briare JJ, Frijns JH.. Clinical evaluation of the Clarion CII HiFocus I with and without positioner. *Ear Hear*. 2005; 26: 577-92.

Von Békésy. Experiments in hearing. New York: McGraw Hill. 1960.

Von Békésy. Traveling waves as frequency analyzers of the cochlea. *Nature*. 1970; 225:1207-9.

Warren J. How does the brain process music? *Clin Medicine*. 2008; 8(1): 32-36.

Warren JD, Uppenkamp S, Patterson RD, Griffiths TD. Separating *pitch* chroma and *pitch* height in the human brain. *PNAS*. 2003; 100(17): 10038-42.

Webster DB, Webster M. Neonatal sound deprivation affects brain stem auditory nuclei. *Arch Otolaryngol*. 1977; 103: 329-96.

Wilcoxon F. Individual comparisons by ranking methods. *Biometrics Bulletin*. 1945; 1(6): 80-3.

Wilson BS, Dorman MF. Cochlear implants: a remarkable past and a brilliant future. *Hear Res*. 2008; 242(0): 3-21.

Wilson BS. The future of cochlear implants. *Brit J Audiol*. 1997; 31:205-225.

Wolfe J, Schafer EC. Programing Cochlear Implants. Plural Publishing: United Kingdom, 2010. 139p.

Yost WA. Fundamentals of hearing: an introduction. San Diego: Academic Press. 4th ed. 2000.

Young, E. D. Neural representation of spectral and temporal information in speech. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*. 2008; 363: 923–945.

Yuan CW, Khouri L, Grothe B, Leibold C. Neuronal adaptation translates stimulus *gap* into a population code. *Plos One* [periódicos na Internet] 2014 [Acesso em 01 de jan 2017]; 9 (4). Disponível em: <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0095705>

Yucel E, Sennaroglu G, Belgin E. The family oriented musical training for children with cochlear implants: speech and musical perception results of two years follow-up. *Int J Ped Otorhinolaryngol*. 2009; 73: 1043-52.

Zeng FG, Galvin J, Zhang CY. Encoding loudness by electric stimulation of the auditory nerve. *Neuro Report*. 1998; 9(8): 1845-1848.

Zhang F, Benson C, Murphy D, Boian M, Scott M, Keith R *et al.* Neural adaptation and behavioral measures of temporal processing and speech perception in cochlear implant recipients. *PlosOne*. 2013; 8(12): 1-13.

Zimmermann CE, Bugess BJ, Nadol JB. Patterns of degeneration in the human cochlear nerve. *Hear Res*. 1995; 90:192-201.