



Brazilian Journal of OTORHINOLARYNGOLOGY

www.bjorl.org.br



ARTIGO ORIGINAL

Temporal processing in postlingual adult users of cochlear implant^{☆,☆☆}

Maycon Duarte^a, Amanda Dal Piva Gresele^{a,b}, Maria Madalena Canina Pinheiro^{a,*}

^a Coordenadoria Especial de Fonoaudiologia, Curso de Graduação em Fonoaudiologia, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, SC, Brasil

^b Distúrbios da Comunicação Humana, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Florianópolis, SC, Brasil

Recebido em 5 março de 2015; aceito em 12 de maio de 2015

KEYWORDS

Cochlear implant;
Hearing tests;
Adults;
Hearing;
Hearing loss

Abstract

Introduction: Postlingual adults demonstrate impressive performance in speech recognition in silence after cochlear implant (CI) surgery. However, problems in central hearing abilities remain, which complicates understanding in certain situations, such as in competitive listening and in the perception of suprasegmental aspects of speech.

Objective: To assess the temporal processing abilities in postlingual adult users of CI.

Methods: Cross-sectional and descriptive study, with a non-probabilistic sample for convenience. The population was divided into two groups. The study group consisted of 12 postlingual adult users of cochlear implants and the control group consisted of 12 adults with normal hearing, matched for age and gender with the control group. The Frequency Pattern Test and the Gaps in Noise test were selected to assess temporal processing. Free-field testing was applied at 50 dB SL.

Results: Adult users of cochlear implant attained a mean temporal threshold of 16.33 ms and scored 47.7% in the pattern frequency test; the difference was statistically significant in comparison with the control group.

Conclusion: It was verified that postlingual adult users of cochlear implants have significant alterations in temporal processing abilities in comparison to adults with normal hearing.

© 2015 Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial. Published by Elsevier Editora Ltda. This is an open access article under the CC BY- license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

DOI se refere ao artigo: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjorl.2015.05.013>

[☆] Como citar este artigo: Duarte M, Gresele ADP, Pinheiro MMC. Temporal processing in postlingual adult users of cochlear implant. Braz J Otorhinolaryngol. 2016;82:304-9.

^{☆☆} Instituição: Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, SC, Brasil.

* Autor para correspondência.

E-mail: madapinheiro@hotmail.com (M.M.C. Pinheiro).

PALAVRAS-CHAVE

Implante coclear;
Testes auditivos;
Adulto;
Audição;
Perda auditiva

Processamento temporal em adultos pós-linguais usuários de implante coclear**Resumo**

Introdução: Os adultos pós-linguais apresentam ótimo desempenho no reconhecimento de fala no silêncio após a cirurgia de implante coclear. No entanto, permanecem com alterações nas habilidades auditivas centrais, dificultando a compreensão em situações de escuta competitiva e na percepção dos aspectos supra-segmentais da fala.

Objetivo: Avaliar as habilidades do processamento temporal em adultos pós-linguais usuários de implante coclear.

Método: O estudo foi do tipo transversal, descritivo com amostra não-probabilística por conveniência. A população foi distribuída em dois grupos. O grupo estudo foi composto por 12 adultos pós-linguais usuários de IC e o grupo controle por 12 adultos com audição normal pareados conforme faixa etária e sexo do grupo estudo. Para avaliar o processamento temporal foi selecionado o Teste Padrão de Frequência e o teste *Gaps in Noise*. Os testes foram aplicados em campo livre e a 50 dB NS.

Resultados: Os adultos pós-linguais usuários de IC obtiveram limiar de acuidade temporal médio de 16,33 ms e desempenho de 47,7% de acertos no teste padrão de frequência, sendo que a diferença foi estatisticamente significativa em relação ao grupo controle.

Conclusão: Foi constatado que os adultos pós-linguais usuários de IC apresentam alterações nas habilidades do processamento temporal em relação aos adultos sem alterações auditivas.

© 2015 Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial. Published by Elsevier Editora Ltda. This is an open access article under the CC BY- license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Introdução

Atualmente, o implante coclear (IC) é considerado o recurso clínico mais efetivo para reabilitar a audição dos pacientes que não obtiveram benefícios com o uso do aparelho de amplificação sonora individual (AASI).¹

Os adultos pós-linguais usuários de IC apresentam excelentes resultados com o dispositivo, chegando a obter escore máximo em testes de percepção de fala no silêncio.^{2,3} No entanto, estes pacientes ainda permanecem com alteração nas habilidades auditivas centrais, dificultando a compreensão da fala em algumas situações. Dentre as habilidades auditivas alteradas, os processos temporais são um dos aspectos mais prejudicados.⁴

O processamento auditivo temporal envolve a competência para processar os aspectos do som que variam com o tempo. Nele incluem-se as habilidades auditivas de resolução, ordenação, mascaramento e integração temporal.⁵ Atualmente, apenas as habilidades de ordenação e resolução temporal são incluídas rotineiramente na bateria de testes comportamentais, pois não existem disponíveis e com normatização os testes para avaliar as demais habilidades.⁶

A habilidade auditiva de resolução temporal auxilia o indivíduo a identificar pequenas variações acústicas que ocorrem no sinal de fala ao longo do tempo, e permite realizar distinções segmentais, silábicas e de palavras na fala contínua.⁷ Essa habilidade pode ser avaliada por meio de testes comportamentais de detecção de *gaps*. O teste *Gaps In Noise* (GIN) tem sido recomendado nas pesquisas atuais como um instrumento confiável para avaliar a habilidade auditiva de resolução temporal em crianças, adultos e idosos.⁸⁻¹⁰

A ordenação temporal consiste em uma habilidade auditiva, que envolve a percepção e o processamento de dois ou

mais estímulos auditivos em sua ordem de ocorrência no tempo.¹¹ Esta habilidade pode ser avaliada por meio de testes que envolvam o reconhecimento do padrão temporal de tons puros, como o teste padrão de frequência (TPF), que é considerado um instrumento sensível para identificar lesões do sistema nervoso central.¹²

Na literatura existem alguns estudos sugerindo que as habilidades do processamento temporal estão diretamente ligadas à percepção de fala.^{13,14} O argumento que suporta esta proposição é que muitas características da informação auditiva são, de alguma forma, influenciadas pelos aspectos do tempo.⁵

No entanto, na literatura encontram-se poucos estudos que avaliaram as habilidades do processamento temporal na população de usuários de IC. Dentre as pesquisas encontradas, os estudos de Daniels e Musiek,¹⁵ Comerlatto Jr¹⁶ e Soares, Chiari e Pereira¹⁷ utilizaram um teste padronizado para avaliar a habilidade de resolução temporal. Para avaliar a habilidade auditiva de ordenação temporal nesta população, há os estudos de Frederigue¹⁸ e Campos et al.¹⁹

Tendo em vista a importância dos aspectos temporais na percepção da fala, da música e da leitura, é de suma importância conhecer o desempenho dos pacientes usuários de IC nos testes temporais. Estes resultados poderão nos sugerir uma melhor estratégia de programação do IC, uma vez que o processamento temporal influencia nos aspectos do tempo e da duração da fala. Com base nisso, algumas pesquisas sugerem novos estudos com testes padronizados para investigar as habilidades auditivas do processamento temporal nesta população.¹⁶

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi avaliar as habilidades do processamento temporal em adultos pós-linguais usuários de IC.

Método

Este estudo foi realizado no período de fevereiro a julho de 2014 na Clínica Escola do Curso de Fonoaudiologia da Universidade Federal de Santa Catarina. A pesquisa só foi iniciada após a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos, sob o protocolo de aprovação nº 11366613.6.0000.0121. Os indivíduos que concordaram em participar da pesquisa assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

Esta pesquisa teve caráter quantitativo, do tipo descritivo e de corte transversal, e foi composta por amostra não probabilística por conveniência.

A amostra foi distribuída em dois grupos: grupo estudo (GE) e grupo controle (GC). O GE foi composto por 12 adultos usuários de IC, com faixa etária entre 24 e 69 anos e com surdez pós-lingual, e o GC formado por 12 adultos sem alterações auditivas. O GC foi pareado conforme idade e sexo com o GE.

Foram incluídos no GE os usuários de IC que apresentaram ausência de evidências de alterações neurológicas ou cognitivas que impedissem a compreensão das ordens solicitadas, perda auditiva neurossensorial de grau severo/profundo bilateralmente,²⁰ limiares auditivos em campo livre entre 25-40 dB NA nas frequências de 250-4000 Hz e que fossem usuários de IC adultos com surdez pós-lingual com tempo mínimo de 12 meses de uso do dispositivo, com inserção total dos eletrodos na cóclea, e que tinham a língua portuguesa como primeira língua para realização dos testes temporais, além de possuir reconhecimento de fala no teste de sentenças em conjunto aberto maior que 80%.²¹

Foram incluídos no GC os adultos sem alterações auditivas que apresentaram ausência de evidências de alterações neurológicas ou cognitivas que impedissem a compreensão das ordens solicitadas, limiares auditivos dentro do padrão de normalidade bilateralmente,²⁰ ausência de queixas sugestivas de alteração no processamento auditivo (central) - PA(C) no questionário proposto por Summers,²² e normalidade no teste dicótico de dígitos.²³

Em relação aos procedimentos realizados com o GE, inicialmente foi feita a pesquisa dos limiares auditivos nas frequências de 500, 1.000, 2.000, 3.000, 4.000, 6.000 e 8.000 Hz. A pesquisa foi realizada em campo livre, com as caixas de som localizadas a um metro de distância do paciente, o qual foi posicionado a 0° azimuth nos planos horizontal e vertical. Este procedimento foi realizado para quantificar o nível de sensação que foi utilizado nos testes do processamento temporal. Caso o paciente fosse usuário de AASI contralateral, foi solicitado que o mesmo retirasse a prótese e permanecesse apenas com o IC.

Quanto aos procedimentos realizados com o GC, foi aplicado um questionário proposto por Summers²² para descartar queixas de distúrbio do processamento auditivo (Central) - DPA(C). O critério de normalidade utilizado para este questionário foi 45 pontos.

Em seguida, realizou-se a pesquisa dos limiares auditivos das frequências de 250, 500, 1.000, 2.000, 3.000, 4.000, 6.000 e 8.000, com o objetivo de verificar se os limiares auditivos, de ambas as orelhas, estavam dentro dos padrões de normalidade, de acordo com Lloyd e Kaplan.²⁰ As medidas foram realizadas em cabine acusticamente tratada, utilizando um audiômetro digital de dois canais, marca *Interacoustic*, modelo AC40 e fones auriculares tipo TDH 39 e marca Wilfan.

Também foi pesquisada a timpanometria e os reflexos acústicos estapedianos ipsi e contralateral. Foram consideradas

normais as curvas timpanométricas segundo Jerger,²⁴ e os reflexos acústicos de acordo com Gelfand.²⁵ Buscou-se, por meio deste procedimento, verificar algum comprometimento de orelha média do grupo controle que pudesse interferir nos resultados da pesquisa. Utilizou-se o imitancímetro AT235, seguindo normas de calibração ISO-389.

Outro procedimento realizado com o GC foi o teste dicótico de dígitos (TDD), uma vez que os autores Jerger e Musiek²⁶ propõem a utilização deste teste como triagem para descartar uma possível alteração no processamento auditivo. Sendo assim, foram incluídos no GC todos os adultos que apresentaram um total de, no mínimo, 95% de acertos no teste.²³ Dos testes de PA(C), este foi o único aplicado com fones supra-aurais, tendo sido utilizado o nível de sensação de 50 dB NA.

Após a realização dos procedimentos supracitados, ambos os grupos foram submetidos à avaliação do processamento auditivo temporal. Os testes utilizados foram o GIN²⁷ e TPF.²⁸ O teste GIN consiste na detecção de *gaps* inseridos no ruído branco. Estes *gaps* podem ser de 2-6; 10; 12; 15 e 20 ms. Para os indivíduos que não conseguiram identificar o *gap* máximo, foi atribuído o intervalo de 22 ms. O teste GIN foi aplicado com o objetivo de avaliar a habilidade auditiva de resolução temporal, além de determinar o limiar de acuidade temporal e a porcentagem de acertos. Foram utilizadas a faixa-treino e as faixas-teste 1 e 2 do CD.

O TPF foi utilizado a fim de verificar o desempenho dos indivíduos avaliados na habilidade auditiva de ordenação temporal. Neste teste, o paciente foi orientado a realizar a nomeação do padrão tonal ouvido em sua ordem de ocorrência. Os estímulos foram apresentados com seis sequências na fase treinamento e 30 na sequência de avaliação. Também foi realizada uma análise qualitativa do TPF a fim de verificar os tipos de erros mais cometidos pelos implantados. Estes erros foram classificados como inversão, quando todos os sons eram discriminados, porém, em ordens diferentes, exemplo: GAG por AGA; ou discriminação, quando os sons pronunciados eram substituídos, exemplo: GGA por AAG.

Todos os testes foram realizados em um audiômetro de dois canais da marca *Interacoustic* (modelo AC40), acoplado a um computador da marca Samsung, modelo NP300E4C, que apresentava os testes gravados. Os testes temporais foram aplicados em cabine acusticamente tratada e em campo livre a 50 dB NS. Os pacientes foram posicionados a 0° azimuth nos planos horizontal e vertical.

No GE, os testes foram realizados com o uso exclusivo do IC. A maior parte dos pacientes apresentou mais de um programa gravado no processador de fala. Os testes foram realizados no programa que o paciente apresentou melhores respostas nos testes de sentenças em conjunto aberto²¹ e na estratégia de codificação utilizada no dia da avaliação.

Para realizar a análise estatística deste estudo foram utilizados os softwares: SPSS V17, Minitab 16 e Excel Office 2010. Utilizou-se o teste não paramétrico Mann-Whitney para comparar o desempenho entre o GC e GE no teste GIN e TPF. Para todos os testes, o nível de significância utilizado foi de 5% ($p \leq 0,05$).

Resultados

A população do GE foi composta por 12 sujeitos, sendo quatro (33,3%) do sexo masculino e oito (66,6%) do sexo feminino.

A faixa etária dos usuários de IC variou entre 24 e 69 anos de idade, sendo a média de 49 anos. Em relação à escolaridade, verificou-se que 58,3% dos pacientes estudaram até o 1º grau, e que apenas um (8,3%) possuía ensino superior completo.

Nas tabela e na figura 1 será apresentado o desempenho do GE e GC no teste GIN.

De acordo com os resultados apresentados na tabela 1, verificou-se que existe diferença estatisticamente significativa entre o GC e o GE para o teste GIN, tanto no limiar de acuidade temporal como na porcentagem de reconhecimento de *gaps* ($p = 0,001$). Observa-se que, no teste GIN, no limiar e no percentual, o GC teve um resultado superior ao GE. Esses resultados podem ser visualizados na figura 1.

Na tabela 2 observa-se que existe diferença estatisticamente significativa entre o desempenho dos grupos para o TPF. Nota-se que os usuários de IC obtiveram um pior desempenho em relação aos adultos sem alteração auditiva. Este achado pode ser observado na figura 2.

Com o objetivo de caracterizar o grupo estudo, foi realizada uma breve descrição qualitativa dos resultados obtidos no TPF, baseado nos tipos de erros cometidos pelos sujeitos.

Verificou-se que dos 12 indivíduos avaliados, apenas dois não apresentaram inversão dos padrões de frequência, e todos apresentaram algum erro de discriminação. A porcentagem média de inversões no TPF foi de 14,4 e 28,6% de discriminação. Outros fenômenos, como a omissão e a inserção de tons, também foram observados no TPF.

Discussão

Os mecanismos que envolvem a percepção de fala estão intimamente relacionados com a complexa integração entre detecção, discriminação, reconhecimento, categorização,

formas sequenciais e ritmo dos sons de fala. O processamento das pistas acústicas dos sons da fala se relacionam com a adequada percepção dos espectros de frequência e duração em sua ordem de ocorrência, além da percepção das modificações acústicas ao longo do tempo.^{7,29}

Os testes comportamentais que avaliam as habilidades do processamento auditivo temporal podem ser realizados no acompanhamento pós-operatório dos pacientes usuários de IC. As análises destes testes poderão fornecer importantes informações quanto ao desempenho destes indivíduos em relação à percepção de fala e às habilidades auditivas centrais.

No presente estudo verificou-se que os usuários de IC tiveram dificuldades importantes para detectar *gaps* no ruído (tabela 1 e fig. 1), demonstrando alteração na habilidade de resolução temporal. Cabe ressaltar que, do GE, dez usuários de IC conseguiram detectar o *gap* no intervalo máximo de 20 ms.

Estes achados corroboram com o trabalho de Daniels e Musiek¹⁵ e Comerlato Jr.,¹⁶ no qual verificaram que os usuários de IC apresentam dificuldade significativamente maior na detecção de *gaps* no ruído comparado a indivíduos com audição normal.

Os achados da presente pesquisa e os dados encontrados em literatura demonstram que a estimulação elétrica realizada pelo IC apresenta grandes diferenças quando comparada com a estimulação natural da cóclea. Isso ocorre porque o IC apresenta uma limitada discriminação espectral do som nos aspectos temporais que são significativamente importantes para facilitar o processo de compreensão da fala.³⁰

Sendo assim, infere-se que o prejuízo coclear apresentado pelos usuários de IC influencia diretamente na detecção dos *gaps* no ruído, e que o IC não fornece a informação temporal suficiente a ponto de promover adequada habilidade de resolução temporal.

Tabela 1 Estatística descritiva de desempenho no teste GIN segundo o grupo

GIN Grupo	Média	Mediana	Desvio padrão	Q1	Q3	N	IC	^a p-valor
<i>GIN_Li</i>								< 0,001
GC	8,33	8	1,44	8	10	12	0,81	
GE	16,33	15	3,17	15	16,25	12	1,79	
<i>GIN_%</i>								< 0,001
GC	51,1%	45,8%	14,6%	42,5%	55,4%	12	8,3%	
GE	19,1%	20,0%	10,0%	14,5%	22,9%	12	5,7%	

GC, grupo controle; GE, grupo estudo; Q1, primeiro quartil; Q3, terceiro quartil; N, número; IC, intervalo de confiança; GIN_Li, limiar de acuidade temporal; GIN_%, percentual de reconhecimento de *gaps*.

^a Teste de Mann-Whitney.

Tabela 2 Estatística descritiva de desempenho no teste TPF segundo o grupo

Grupo	Média	Mediana	Desvio padrão	Q1	Q3	N	IC	^a p-valor
<i>TPF</i>								0,013 ^a
GC	76,1%	78,3%	16,7%	59,2%	90,0%	12	9,4%	
GE	47,7%	43,3%	28,9%	31,6%	67,5%	12	16,3%	

GC, grupo controle; GE, grupo estudo; Q1, primeiro quartil; Q3, terceiro quartil; N, número; IC, intervalo de confiança; TPF, teste padrão de frequência.

^a Teste de Mann-Whitney.

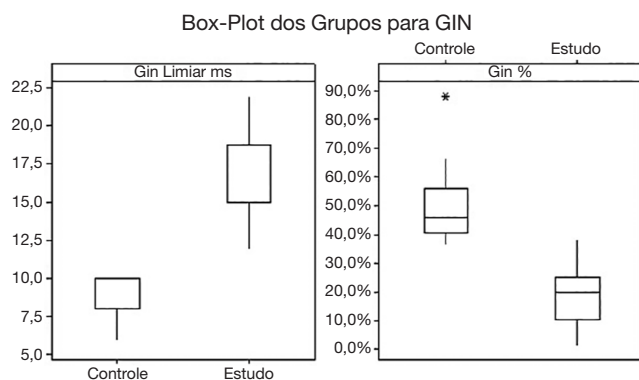


Figura 1 Desempenho do GC e GE para teste GIN.

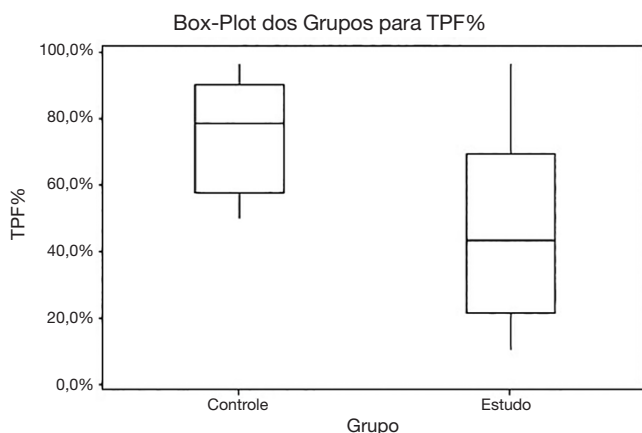


Figura 2 Desempenho do grupo controle e estudo para o TPF.

Apesar de os adultos pós-linguais apresentarem alteração na habilidade auditiva de resolução temporal, observa-se, através de relatos na literatura, que estes usuários apresentam desempenho significantivamente superior quando comparado a usuários de IC pré-linguais. No estudo de Wei et al.³¹ foi verificado que os usuários de IC apresentaram limiar de acuidade temporal de 10 ms, enquanto os pré-linguais obtiveram limiar de 40 ms. Esta diferença entre os dois grupos vem ao encontro de outros estudos, que evidenciaram que os benefícios auditivos dos usuários de IC pós-linguais são superiores aos pré-linguais.³²

Também cabe ressaltar que existe pesquisa descrita na literatura,¹⁴ a qual avaliou usuários de IC pós-linguais e verificou que estes indivíduos foram hábeis em identificar o intervalo de silêncio com desempenho similar ao de adultos sem comprometimento auditivo. Ressalta-se, no entanto, que o estímulo utilizado na pesquisa foram vogais sinteticamente criadas pelos autores, sendo este diferente da presente pesquisa e dos demais trabalhos supracitados. Segundo Samelli e Schochat,¹³ os diferentes estímulos e formas de apresentação dos testes podem resultar em limiares de detecção de *gaps* muito discrepantes. As autoras ainda complementam dizendo que existe diferentes marcadores, sendo que há diferenças na intensidade, duração e posição do *gap* dentro dos marcadores, além do efeito do tempo de surgimento do sinal (*rise*) e do tempo do declínio do sinal (*fall*). Todos estes aspectos devem ser considerados na análise dos achados.

Em relação ao desempenho dos usuários de IC na habilidade de ordenação temporal, foi observado, através dos acha-

dos da presente pesquisa, que os indivíduos tiveram uma significativa dificuldade em reconhecer e ordenar os tons de frequência (tabela 2 e fig. 2). Estes resultados corroboram com outros encontrados na literatura,^{18,19} nos quais foi constatado pior desempenho na habilidade auditiva de ordenação temporal por parte dos usuários de IC.

No estudo de Frederigue,¹⁸ foi aplicado o TPF na versão infantil desenvolvida por Auditec³³ em crianças usuárias de IC, e verificou-se desempenho superior no TPF quando comparado à presente pesquisa. Este fato pode ser justificado, uma vez que a versão infantil do TPF apresenta intervalo maior entre os estímulos, facilitando assim a nomeação do padrão tonal.

Contudo, acredita-se que a alteração na habilidade de ordenação temporal esteja intimamente relacionada com o fato de os usuários de IC apresentarem perda auditiva de graus elevados e, consequentemente, alteração na sensação sonora e distorção na percepção do som ocasionada pelo prejuízo coclear.

A análise qualitativa do TPF apresentada no estudo (tabela 3) possibilitou verificar que os tipos de inversões mais comuns encontrados foram os padrões assimétricos, como GGA por AGG, AGG por GGA e vice-versa. Por outro lado, os tipos de erros mais comumente encontrados na discriminação ocorreram quando um tom de frequência diferente encontrava-se no meio da sequência, como, por exemplo: AGA ou GAG.

A partir desta análise, observou-se que os usuários de IC pós-linguais apresentaram maior prejuízo na habilidade de discriminação sonora, pré-requisito para a ordenação temporal, e isso provavelmente possui relação com o fato de os usuários apresentarem alteração na recepção do estímulo auditivo. Contudo, é importante que outros estudos com usuários de IC verifiquem os padrões de erros mais comuns nesta população, para que estes dados possam ser comparados, além de auxiliarem na reabilitação auditiva.

Sugere-se que novas pesquisas investiguem as habilidades do processamento temporal nos usuários de IC com popula-

Tabela 3 Tipos de erros no grupo estudo no teste padrão de frequência

Pacientes	Tipos de erros	
	Inversão	Discriminação
P1	3	11
P2	3	9
P3	1	8
P4	6	11
P5	9	4
P6	3	11
P7	8	13
P8	4	12
P9	0	1
P10	0	2
P11	2	8
P12	13	13
Total	52	103

ções maiores, uma vez que os poucos estudos descritos na literatura que servissem como parâmetro de comparação foram uma das dificuldades encontradas. A população de implantados apresenta muitas variáveis a serem consideradas, e este fator dificulta bastante as análises. Acredita-se que novos trabalhos com populações mais homogêneas poderão caracterizar melhor os achados.

Contudo, espera-se que as importantes alterações nos aspectos do tempo em adultos pós-linguais, encontradas neste estudo, contribuam para retificar o quanto é importante o foco da reabilitação auditiva nos parâmetros de frequência, intensidade e duração, para que os indivíduos tenham melhor qualidade de comunicação nos diversos ambientes do seu cotidiano.

Conclusão

As habilidades auditivas do processamento temporal encontram-se alteradas nos adultos pós-linguais usuários de IC. O desempenho nos testes GIN e TPF, nesta população, foi significativamente pior quando comparados a adultos da mesma faixa etária sem alterações auditivas.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Referências

- Bittencourt AG, Ikari LS, Torre AAGD, Bento RF, Tsuji RK, Neto RVB. Surdez pós-lingual: benefícios do implante coclear *versus* prótese auditiva convencional. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2012;78:124-7.
- Romero MJP, Quevedo MS, Segura CR. Cochlear implant in postlingual adults with progressive hearing loss. *Acta Otorrinolaryngol Esp*. 2004;55:457-62.
- Oyanguren V, Gomes MVG, Tsuji RK, Bento RF, Neto RB. Resultados audiológicos do implante coclear em idosos. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2010;76:450-3.
- Kaiser AR, Svirsky MA, Meyer TA. Use of gap duration identification in consonant perception by cochlear implant users. Research on spoken language processing. Progress Report 23. Indiana University; 1999.
- Shinn JB. Temporal processing: the basics. *Hear J*. 2003;56:52.
- Frota S. Avaliação do processamento auditivo: testes comportamentais. Em: Bevilacqua MC, Pupo A, Balen S, Martinez A, Reis ACM, Frota S, editores. *Tratado de audiologia*. 1st ed. São Paulo: Editora Santos; 2011. p. 293-313.
- Rupp A, Gutschalk A, Hack S, Scherg M. Temporal resolution of the human primary auditory cortex in gap detection. *Neuroreport*. 2002;17:2203-7.
- Weihing JA, Musiek FE, Shinn JB. The effect of presentation level on the Gaps-In-Noise (GIN) test. *J Am Acad Audiol*. 2007;18:141-50.
- 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;78:9-16.
- Iliadou VV, Bamio DE, Chermak GD. Comparison of two tests of auditory temporal resolution in children with central auditory processing disorder, adults with psychosis, and adult professional musicians. *Int J Audiol*. 2014;53:507-13.
- Miranda ES, Pereira LD, Bommarito S, Silva TM. Avaliação do processamento auditivo de sons não-verbais em indivíduos com doença de Parkinson. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2004;70:534-9.
- Gordon-Salant S, Fitzgibbons PJ. Profile of auditory temporal processing in older listeners. *J Speech Lang Hear Res*. 1999;42:300-11.
- Samelli AG, Schochat E. The gaps-in-noise test: gap detection thresholds in normal-hearing young adults. *Int J Audiol*. 2008;47:238-45.
- Sagi E, Kaiser AR, Meyer TA, Svirsky MA. The effect of temporal gap identification on speech perception by users of cochlear implant. *J Speech Lang Hear Res*. 2009;52:385-95.
- Daniels S, Musiek F [Pôster] Gap detection thresholds in cochlear implant patients using the Gaps-in-Noise Test. *Dallas: Am Acad Audiol*; 2009.
- Comerlato AA Jr [Dissertação] Resolução temporal auditiva de crianças usuárias de implante coclear. Bauru: Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo; 2011.
- Soares AD, Chiari BM, Pereira LD. Gin e testes de percepção de fala em usuários de implante coclear. *Anais do 29. Florianópolis, Brazil: Encontro Internacional de Audiologia*; 2014.
- Frederique NB [Tese] Reconhecimento de padrões auditivos de frequência e de duração em crianças usuárias de implante coclear multicanal. São Paulo: Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo; 2006.
- Campos PD, Alvarenga KF, Frederique NB, Nascimento LT, Sameshima K, Filho OAC, et al. Habilidades de ordenação temporal em usuários de implante coclear multicanal. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2008;74:884-9.
- Llyd LL, Kaplan H. *Audiometric interpretation: a manual of basic audiometry*. Baltimore: University Park Press; 1978. p. 16-7, 94.
- Valente SLO [Dissertação] Elaboração de listas de sentenças construídas na língua portuguesa. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica; 1998.
- Summers SA. Factor structure, correlations, and mean data on Form A of the Beta III version of Multiple Auditory Processing Assessment. Pocatello, ID: Idaho State University; 2003.
- Pereira LD, Schochat E. Testes auditivos comportamentais para a avaliação do processamento auditivo central. São Paulo: Pró-Fono; 2011.
- Jerger J. Clinical experience with impedance audiometry. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 1970;92:311-24.
- Gelfand SA. The contralateral acoustic reflex threshold. Em: Silman S, editor. *The acoustic reflex: basic principles and clinical applications*. Orlando, FL: Academic Press; 1984. p. 137-86.
- Jerger J, Musiek FE. Report of the consensus conference on the diagnosis of auditory processing disorders in school-age children. *J Acoust Soc Am*. 2000;11:467-74.
- Musiek FE, Shinn JB, Jirsa R, Bamio DE, Baran JA, Zaida E. GIN (Gaps-in-noise) - test performance in subjects with confirmed central auditory nervous system involvement. *Ear Hear*. 2005;26:608-18.
- Musiek FE. Frequency (pitch) and duration pattern tests. *J Am Acad Audiol*. 1994;5:265-8.
- Musiek FE, Baran JA, Pinheiro ML. Duration pattern recognition in normal subjects and patients with cerebral and cochlear lesions. *Audiology*. 1990;29:304-13.
- Kirby AE, Middlebrooks JC. Auditory temporal acuity probed with cochlear implant stimulation and cortical recording. *J Neurophysiol*. 2010;103:531-42.
- Wei C, Cao K, Jin X, Chen X. Psychophysical performance and Mandarin tone recognition in noise by cochlear implant users. *Ear Hear*. 2007;28:62-5.
- Oh SH, Kim CS, Kang EJ, Lee DS, Lee HJ, Chang SO, et al. Speech perception after cochlear implantation over a 4-year time period. *Acta Otolaryngol Esp*. 2003;123:148-53.
- Auditec. Evaluation manual of pitch pattern sequence and duration pattern sequence. St. Louis: Auditec; 1997. p. 13.