

Relação entre percepção auditiva e produção vocal em implantados cocleares: uma revisão sistemática

Relationship between auditory perception and vocal production in cochlear implantees: a systematic review

Helena Renata Silva Cysneiros¹
Mariana de Carvalho Leal¹
Jônia Alves Lucena¹
Lilian Ferreira Muniz¹

RESUMO

Objetivo: Realizar uma revisão sistemática das publicações científicas que estudam a relação entre produção vocal e percepção auditiva em usuários de implante coclear. **Estratégia de pesquisa:** Trata-se de uma revisão sistemática da literatura. Foram consultadas as plataformas/bases de dados Bireme, Pubmed, SciELO, Cochrane, Scopus e Web Of Science e utilizados os descritores voz, implante coclear e percepção auditiva. **Critérios de seleção:** Artigos originais publicados nos idiomas inglês, francês, espanhol ou português, envolvendo o estudo da produção vocal e da percepção auditiva em usuários de implante coclear, foram selecionados e não houve restrição quanto ao ano de publicação dos artigos. **Análise dos dados:** Os estudos selecionados foram analisados segundo autor, local, ano e periódico de publicação, bem como por número amostral, tipo de avaliação da produção vocal e da percepção auditiva, por seus principais achados e grau de recomendação/nível de evidência científica. **Resultados:** Os resultados encontrados sugerem a existência de relação positiva entre produção vocal e percepção auditiva em usuários de implante coclear, bem como indicam que o tempo de implantação apresenta influência positiva nesta relação. **Conclusão:** Nenhum estudo selecionado obteve nível I de evidência científica ou grau de recomendação A, o que se relaciona com o caminho metodológico que se pode percorrer com este objeto de estudo. Há uma grande carência de publicações relacionando percepção auditiva e produção vocal de usuários de implante coclear. Essa lacuna é ainda maior quando se trata da população adulta.

ABSTRACT

Purpose: To conduct a systematic review of the scientific literature studying the relationship between vocal production and auditory perception in cochlear implant users. **Research strategies:** This is an integrative systematic review. The platforms/databases Bireme, SciELO, Cochrane, Scopus and Web of Science were consulted and the descriptors used were voice, cochlear implant and auditory perception. **Selection criteria:** Original papers published in English, French, Spanish or Portuguese involving the study of vocal production and auditory perception in cochlear implant users were selected and there was no restriction about year of publication of the articles. **Data analysis:** The studies selected were analyzed according to the author, location, year and publication of the article, as well as for their sample size, type of vocal production and auditory perception assessment and for its major findings and recommendation grade/level of scientific evidence. **Results:** The results suggest the existence of positive relationship between vocal production and auditory perception in cochlear implant users, and indicate that the deployment time has a positive influence in this relationship. **Conclusion:** None of the selected studies were rated at level I of scientific evidence or grade A of recommendation, which is related to the methodological approach that can go with this subject matter. There is great lack of publications relating auditory perception and speech production in cochlear implant users. This gap is even greater when it comes to the adult population.

Descritores

Percepção Auditiva
Fonação
Implante Coclear
Voz
Audiologia

Keywords

Auditory Perception
Phonation
Cochlear Implantation
Voice
Audiology

Trabalho realizado no Programa de Pós-graduação em Saúde da Comunicação Humana, Universidade Federal de Pernambuco – UFPE - Recife (PE), Brasil.

¹ Universidade Federal de Pernambuco – UFPE - Recife (PE), Brasil.

Fonte de financiamento: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Conflito de interesses: nada a declarar.

Endereço para correspondência:

Helena Renata Silva Cysneiros
Universidade Federal de Pernambuco
– UFPE
Rua 2, 115, Bairro Santa Tereza,
Paudalho (PE), Brasil, CEP: 55825-000.
E-mail: helenacysneiros@hotmail.com

Recebido em: Maio 11, 2015

Aceito em: Setembro 06, 2015

INTRODUÇÃO

A deficiência auditiva pode interferir em diversos aspectos da vida emocional, psicológica, social e intelectual⁽¹⁾. Seu impacto na comunicação do indivíduo encontra-se ligado ao *feedback* auditivo e à sua importância no monitoramento e ajuste da articulação e produção da fala⁽²⁾.

Como uma alternativa na restauração do *feedback* auditivo, tem-se o implante coclear (IC), que é um dispositivo eletrônico que permite a reabilitação auditiva de indivíduos com perda auditiva sensorial neural severa/profunda e que desempenha parcialmente as funções das células sensoriais da cóclea, estimulando diretamente o nervo auditivo⁽³⁾.

Estudos apontam uma melhora pós-implante na habilidade de localização sonora (nos casos de implante coclear bilateral)⁽⁴⁾, no reconhecimento de fala no silêncio e no ruído⁽⁵⁾ e no ritmo de desenvolvimento da linguagem oral⁽⁶⁾, assim como benefícios significativos em termos vocais e prosódicos na população infantil⁽⁷⁾.

A literatura aponta que o IC é uma intervenção com efeitos benéficos para a detecção auditiva e para a percepção da fala também na população adulta⁽⁸⁾, chegando a revelar melhoras nos limiares auditivos três meses após o implante coclear⁽⁹⁾, demonstrando que o IC pode fornecer a muitos adultos uma oportunidade para melhorar sua fala e habilidades comunicativas⁽¹⁰⁾.

Há um estudo⁽¹¹⁾ apontando melhora da estabilidade vocal, bem como sugerindo que os indivíduos tendem a apresentar melhores condições para expor uma entonação mais rica em termos de frequência e intensidade durante a fala.

Os mesmos autores⁽¹¹⁾ também observaram que os estudos existentes na área focam, em sua maioria, a produção da linguagem e a percepção auditiva. Porém, aqueles que associam produção vocal e percepção auditiva são mais raros, principalmente em se tratando da literatura nacional.

Diante do exposto, o objetivo do presente estudo foi realizar uma revisão sistemática das publicações científicas que estudam a relação entre produção vocal e percepção auditiva em usuários de implante coclear.

ESTRATÉGIA DE PESQUISA

Este estudo caracteriza-se como uma revisão sistemática da literatura, realizada por meio de buscas eletrônicas nas plataformas/bases de dados Bireme, Pubmed, SciELO, Cochrane, Scopus e Web Of Science.

Foram selecionados para a análise os estudos publicados nos idiomas inglês, francês, espanhol ou português, não havendo restrições quanto à língua e ao ano de publicação dos artigos, sendo analisados os estudos publicados até julho de 2014.

Foram utilizados os Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) “voz, implante coclear e percepção auditiva”. Também foram utilizados os correspondentes em inglês, Medical Subject Headings (MeSH) “voice, cochlear implantation e auditory perception”, bem como seus correspondentes em espanhol, “voz, implantación coclear e percepción auditiva”, acrescidos do termo livre “cochlear implant”.

A estratégia de busca utilizada foi construída e conduzida tendo por base a seguinte pergunta: “Qual é a relação entre percepção auditiva e produção vocal de usuários de implante coclear?”

O operador *booleano* adotado foi o “AND” e as estratégias de busca, em pares de descritores, utilizadas foram: voz AND implante coclear/ implantación coclear; voice AND cochlear implantation/ cochlear implant.

Já as estratégias de busca utilizadas em grupos de três descritores foram: voz AND percepção auditiva/percepción auditiva AND implante coclear/ implantación cochlear e voice AND cochlear implant AND auditory perception. Cada uma das estratégias foi aplicada em cada uma das plataformas/bases de dados selecionadas.

CRITÉRIOS DE SELEÇÃO

Os critérios de inclusão adotados para os artigos foram: ser artigo original; ter como indivíduos de pesquisa pacientes implantados; envolver o estudo da produção vocal; envolver o estudo da percepção auditiva; e estar publicado em português, inglês, francês ou espanhol. Foram excluídos os estudos cujo material de análise utilizava línguas tonais, dada a especificidade de programação do IC para falantes de línguas tonais, uma vez que estas se utilizam de curva melódica para alterar semanticamente a mensagem, diferindo em muito da realidade dos falantes de línguas não tonais, como o português.

A seleção dos artigos foi realizada por dois avaliadores, com a consulta de um terceiro em caso de dúvida quanto à inclusão de determinado estudo. De acordo com a aplicação da estratégia de busca, artigos encontrados foram selecionados em três etapas consecutivas:

- Leitura dos títulos nas diferentes bases eletrônicas de dados;
- Leitura dos resumos dos estudos selecionados na primeira etapa;
- Leitura integral dos textos para seleção daqueles incluídos nesta revisão.

Todos os artigos utilizados atenderam aos critérios de inclusão definidos no início do protocolo metodológico do presente estudo. As principais informações de cada artigo foram coletadas e inseridas em um banco de dados no programa Microsoft Office Excel versão 2010. Segue fluxograma ilustrativo (Figura 1) para melhor compreensão do processo de seleção dos estudos encontrados.

ANÁLISE DOS DADOS

Na apresentação dos resultados, foram consideradas as seguintes variáveis dos artigos selecionados: autor, local de publicação, ano e periódico de publicação; número amostral; tipo de avaliação da produção vocal e tipo de avaliação da percepção auditiva; seus principais achados e grau de recomendação/nível de evidência científica, vide Tabela 1.

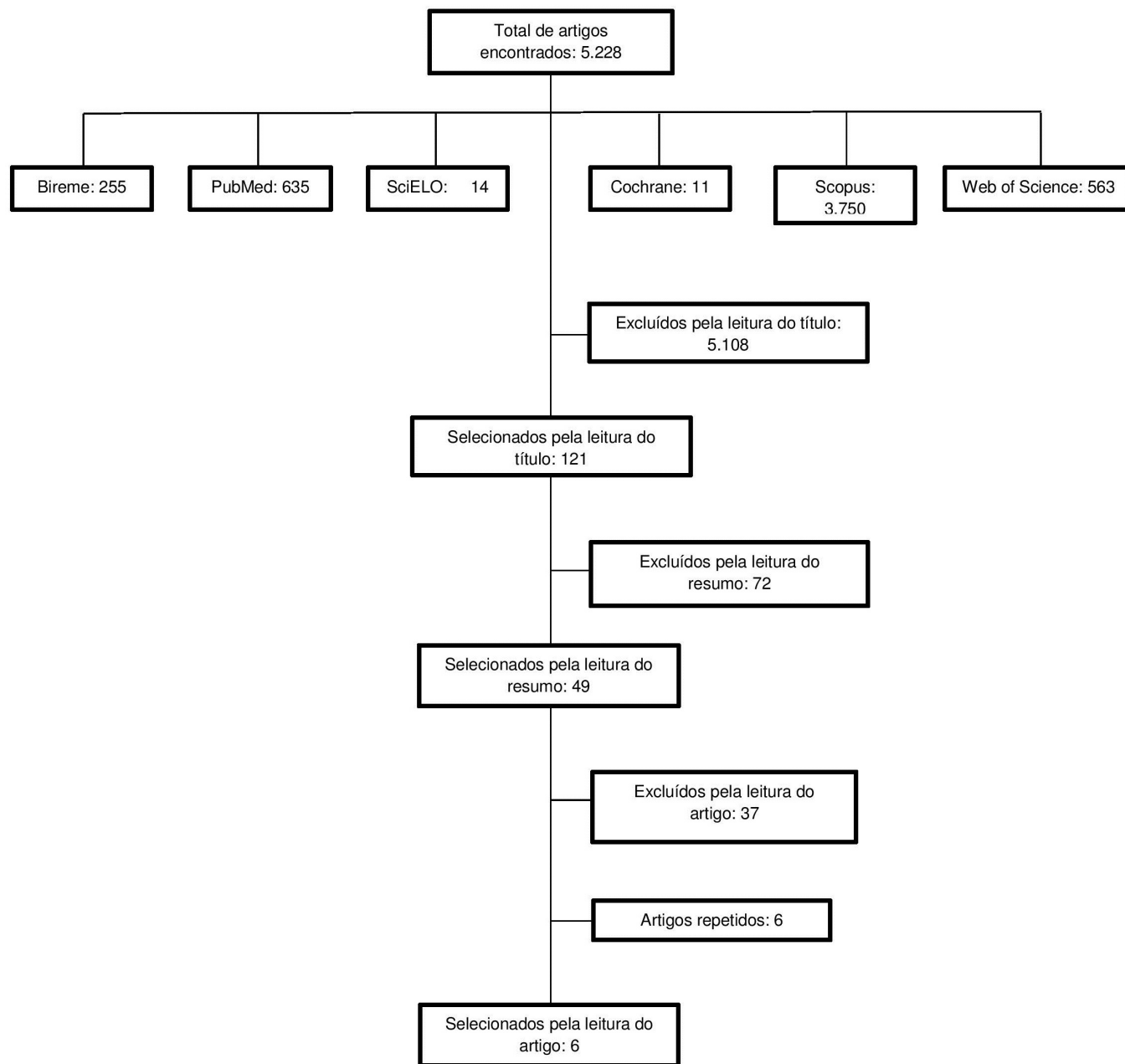


Figura 1. Fluxograma de artigos encontrados, excluídos e incluídos na revisão

Quanto ao nível de evidência científica, foi utilizada a Classificação do Oxford Centre for Evidence-Based Medicine⁽¹⁷⁾, atualizada em 2011. Já o grau de recomendação científica foi estabelecido de acordo com os critérios previstos na mesma fonte, cuja última atualização ocorreu em 2009.

RESULTADOS

Depois da realização dos cruzamentos, foi encontrado um total de 5.228 artigos. Posteriormente à aplicação dos critérios de exclusão e inclusão definidos e subtração das publicações repetidas, constantes em mais de uma base de dados, foi selecionado um total de seis artigos.

Com exceção de um único estudo⁽¹¹⁾ publicado no Brasil, todos os outros títulos foram publicados nos Estados Unidos da América (EUA)^(12,13,15,16) e Austrália⁽¹⁴⁾.

O estudo⁽¹⁴⁾ mais antigo data de 1992, enquanto o mais recente⁽¹⁶⁾ data de 2012. Houve ainda dois trabalhos^(12,15) publicados em 2008 e um⁽¹¹⁾ em 2009.

Com exceção de quatro estudos^(11,14-16) publicados, respectivamente, na Revista Pró-Fono, Australian Journal of Otolaryngology, Ear & Hearing, e no Journal of Communication Disorders, o restante dos artigos^(12,13) foi veiculado pela revista Acoustical Society of America.

Em relação ao tamanho da amostra, o estudo com maior número amostral⁽¹⁶⁾ teve 69 participantes, entre implantados

Tabela 1. Caracterização das publicações incluídas na revisão integrativa

AUTOR(ES)	ANO	LOCAL DE PUBLICAÇÃO	PERIÓDICO	NÚMERO AMOSTRAL	AValiaÇÃO DA PRODUÇÃO VOCAL	AValiaÇÃO DA PERCEÇÃO AUDITIVA	PRINCIPAIS ACHADOS	GRAU DE RECOMENDAÇÃO/ NÍVEL DE EVIDÊNCIA CIENTÍFICA
1. Coelho et al. ⁽¹¹⁾	2009	Brasil	Pró-Fono	25	Avaliação perceptivo-auditiva e acústica	Teste de percepção de fala	Dentre as crianças com implante coclear, as que possuem melhor habilidade de percepção de sons da fala apresentam menores desvios perceptivo-auditivos na qualidade vocal.	C/4
2. Matthies et al. ⁽¹²⁾	2008	EUA	Acoustical Society of America	8	Avaliação acústica	Teste de percepção de fala	Os usuários de IC mostraram diminuição de variabilidade na produção fonética à medida que a experiência com o implante aumentou.	B/3
3. Tye-Murray et al. ⁽¹³⁾	1995	EUA	Acoustical Society of America	23	Avaliação acústica	Teste de percepção de fala	Os resultados sugerem que a experiência com o IC pode ter levado a uma melhora na produção de algumas características articatórias.	B/3
4. Blamey et al. ⁽¹⁴⁾	1992	AUS	Australian Journal Of Otolaryngology	9	Teste de produção de consoantes	Teste de percepção de fala	As crianças mostraram melhorias contínuas ao longo do tempo na percepção e produção da fala e linguagem. As melhorias tendem a ser mais rápidas para as crianças mais jovens.	B/3
5. Peng et al. ⁽¹⁵⁾	2008	EUA	Ear & Hearing	51	Avaliação perceptivo-auditiva	Teste de reconhecimento de entonação de sentenças	Os níveis de desempenho nas tarefas de produção e percepção da entonação de sentenças são moderadamente correlacionados, tanto nas crianças usuárias de IC quanto no grupo de indivíduos não implantados.	C/4
6. Chin et al. ⁽¹⁶⁾	2012	EUA	Journal of communication disorders	69	Avaliação perceptivo-auditiva	Teste de reconhecimento de entonação de sentenças	As correlações entre a inteligibilidade, identificação de humor e scores de classificação não foram significativas, exceto para sentenças declarativas.	C/4

e não implantados, e o artigo com menor amostra⁽¹²⁾ avaliou apenas oito indivíduos.

Em relação ao método utilizado na avaliação da produção vocal, a publicação brasileira⁽¹¹⁾ foi a única que avaliou seus 25 indivíduos participantes segundo protocolos de avaliação perceptivo-auditiva e acústica. Dois estudos^(15,16) optaram por avaliar a produção vocal de seus indivíduos apenas de maneira perceptivo-auditiva. Já o estudo mais antigo⁽¹⁴⁾ valeu-se de uma prova de produção de consoantes em sua avaliação de produção vocal. As outras publicações^(12,13) deram preferência à análise acústica da voz e fala na avaliação da produção vocal de seus indivíduos de estudo.

Em relação à avaliação da percepção auditiva, apenas dois estudos^(15,16) optaram por realizar um teste de reconhecimento de entonação de sentenças. Todos os outros artigos⁽¹¹⁻¹⁴⁾ utilizaram testes variados de percepção de fala.

Os resultados encontrados sugerem a existência de relação positiva entre produção vocal e percepção auditiva em usuários de IC, bem como indicam que o tempo de implantação apresenta influência positiva nesta relação.

Já no que se refere ao nível de evidência científica, três publicações^(11,15,16) foram classificadas como nível 4 de evidência científica, com grau de recomendação C. Os outros três estudos avaliados⁽¹²⁻¹⁴⁾ obtiveram nível 3 de evidência, com grau de recomendação científica B.

Características das publicações

No tocante aos principais achados de cada estudo, tem-se:

A primeira publicação⁽¹¹⁾ se constitui como um estudo quantitativo, transversal, observacional, do tipo série de casos, que objetivou relacionar as habilidades de percepção de fala com características vocais de crianças usuárias de implante coclear. Seus achados apontam para a existência de uma relação direta entre alguns parâmetros vocais, como frequência fundamental e *loudness*, com as habilidades de percepção de fala. Foi possível observar que, dentre as crianças com implante coclear, as que possuem melhor habilidade de percepção de sons da fala apresentam menores desvios perceptivo-auditivos na qualidade vocal.

Além disso, observou-se que quanto maior o reconhecimento de consoantes, maior a frequência máxima, desvio padrão da frequência fundamental e média de intensidade durante a fala encadeada, assim como a média da frequência fundamental na análise da emissão da vogal /a/. Esses achados contrastam com outro estudo⁽¹⁸⁾, que aponta redução estatisticamente significativa da média da frequência fundamental em três meses após a implantação, bem como um menor desvio desse parâmetro nessa população. De forma geral, os resultados encontrados demonstram que existe uma relação positiva entre o reconhecimento de fala e uma boa produção vocal, assim como aponta outro autor⁽⁷⁾.

O trabalho conduzido por Matthies et al.⁽¹²⁾ é um estudo longitudinal, com aplicação de análise de variância. Teve como objetivo examinar o contexto das mudanças na produção de variantes do /r/ pré e pós-implante coclear, como essas mudanças ocorriam nos implantados e como se comportava essa variabilidade em comparação com indivíduos não implantados. Seus autores partem da premissa de que, dada a perda do *feedback* auditivo, surdos pós-linguais tendem a mostrar maior variação acústica

na produção de variantes do /r/ na língua inglesa do que os indivíduos com audição normal, mas, com o reestabelecimento do *feedback* auditivo através do IC, essa variação tende a se reduzir ao longo do tempo. Essa premissa foi reforçada, visto que os usuários de IC mostraram diminuição de variabilidade na produção fonética e aproximação do modelo padrão à medida que a experiência com o implante aumentou, conforme achados prévios na literatura⁽¹⁹⁾.

A publicação de Tye-Murray et al.⁽¹³⁾ teve por propósito investigar a relação entre produção e percepção de fala em usuários jovens de IC. Em sua metodologia, houve dois momentos de estudo: um primeiro momento de característica transversal, contando com 23 indivíduos, e um segundo momento em que foi feito o acompanhamento longitudinal de 16 dos 23 indivíduos iniciais.

Seus achados apontam que, em geral, os implantados produziram as consoantes bilabiais / b /, / m /, / p / com relativamente menos erros do que as fricativas / s / e / z /, que mostraram um alto índice de erros. O teste de correlação de Pearson revelou apenas uma correlação: crianças com tempos maiores de uso do IC tinham melhores pontos articulatórios. De uma maneira geral, os resultados concordam com a literatura prévia⁽²⁰⁾ quando sugerem que a experiência com o IC pode ter levado a uma melhora na produção de algumas características articulatórias e à diminuição da nasalidade.

O estudo de Blamey et al.⁽¹⁴⁾ discorre sobre alguns resultados de percepção e produção da fala e linguagem de crianças usuárias de IC, a fim de ilustrar as mudanças observadas após o implante e os fatores que podem afetar essas mudanças. Trata-se de um estudo de intervenção que contemplou nove indivíduos.

Foram aplicados testes de percepção de fala *open-set* e também *closed-set*, bem como com e sem o recurso de leitura labial. Em um teste *closed-set*, o indivíduo tem alternativas de resposta, já em um teste *open-set*, ele não tem essas alternativas. Testes *closed-set* geralmente são mais fáceis que os *open-set*.

Os resultados revelam que, no nível mais difícil da percepção da fala (testes *open-set* sem leitura labial), cinco das nove crianças tiveram bom desempenho. Já nos níveis mais fáceis, como testes *open-set*, realizados com leitura labial e testes *closed-set* sem leitura labial, não houve diferença significativa ou desempenho acima da média.

De maneira geral, as crianças mostraram melhorias contínuas ao longo do tempo na percepção e produção da fala e linguagem e essas melhorias tendem a ser mais rápidas para as crianças mais jovens, como sugere a literatura prévia^(19,21).

O trabalho conduzido por Peng et al.⁽¹⁵⁾ teve por objetivo investigar o domínio de crianças implantadas sobre a habilidade de percepção e produção de contrastes de entonação da fala, em comparação com crianças não implantadas na mesma faixa etária. Trata-se de um estudo observacional e transversal, com uso de teste de correlação.

Seus achados apontam que os níveis de desempenho nas tarefas de produção e percepção da entonação de sentenças são moderadamente correlacionados, tanto nas crianças usuárias de IC quanto no grupo de indivíduos não implantados. Os autores sugerem que estes resultados podem estar relacionados com a estreita faixa de distribuição dos dados de acurácia na identificação dos contrastes pelos indivíduos estudados.

A última publicação⁽¹⁶⁾, objetivou examinar a relação entre a inteligibilidade do discurso e a produção prosódica nas crianças que usam implantes cocleares, comparando-as com crianças com audição normal. Trata-se de um estudo observacional, transversal, com aplicação de teste de correlação.

Seus principais achados mostram que a porcentagem de acertos foi maior para a inteligibilidade do que para prosódia, sendo superior para as crianças com audição normal do que para crianças com implantes cocleares. Foi demonstrado, também, que as correlações entre a inteligibilidade e identificação de humor e pontuação na tarefa de classificação de sentenças não foram significativas, exceto para as sentenças declarativas. Estudo anterior⁽²⁰⁾ sugere que a percepção de variações na entonação da fala tende a melhorar conforme a experiência com o IC aumenta.

Essa publicação se destaca como uma das pioneiras no estudo da produção das emoções vocais em crianças implantadas e apresenta resultados concordantes com achados de estudo similar⁽²⁰⁾, que aponta que a fala de crianças com implante coclear é significativamente menos inteligível do que a fala de crianças com audição normal.

No tocante ao nível de evidência científica, não foi possível encontrar nenhum trabalho com nível I ou grau de recomendação A, o que pode ser explicado pelo fato de não ser possível realizar nesta população estudos comumente classificados como I/A, a exemplo de ensaios clínicos randomizados e afins.

Percebe-se uma grande carência de publicações relacionando percepção auditiva e produção vocal de usuários de IC, que pode estar relacionada à dificuldade de se estudar esta população. Essa lacuna é ainda maior quando se trata da faixa etária adulta, visto que, dos seis estudos analisados, cinco focavam o público infanto-juvenil.

CONCLUSÃO

Os achados apontam para a existência de relação positiva entre produção vocal e percepção auditiva em usuários de IC, bem como indicam que o tempo de implantação influi positivamente nesta relação, mas nenhuma das poucas publicações encontradas obteve nível I de evidência científica ou grau de recomendação A, o que se relaciona com o caminho metodológico que se pode percorrer com este objeto de estudo. Ainda assim, existe a necessidade de uma maior produção científica na área, com maior acurácia metodológica.

REFERÊNCIAS

- Martins MBB, Lima FVF, Santos RC Jr, Santos ACG, Barreto VMP, Jesus EPF. Implante coclear: nossa experiência e revisão de literatura. *Int Arch Otorhinolaryngol*. 2012;16(4):476-81. PMID:25991976.
- Pinho SMR. Fundamentos em fonoaudiologia: tratando os distúrbios da voz. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2003. p. 3-40.
- Frederique NB, Bevilacqua MC. Otimização da percepção da fala em deficientes auditivos usuários do sistema de implante coclear multicanal. *Rev Bras Otorrinolaringol*. 2003;69(2):227-33. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-72992003000200013>.
- Silva RCL, Araújo SG. Os resultados do implante coclear em crianças portadoras de Neuropatia Auditiva: revisão de literatura. *Rev Soc Bras Fonoaudiol*. 2007;12(3):252-7. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-80342007000300014>.

- Strøm-roum H, Laurent C, Wie OB. Comparison of bilateral and unilateral cochlear implants in children with sequential surgery. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2012;76(1):95-9. PMID:22075133. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijporl.2011.10.009>.
- Wie OB. Language development in children after receiving bilateral cochlear implants between 5 and 18 months. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2010;74(11):1258-66. PMID:20800293. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijporl.2010.07.026>.
- Lenden JM, Flipsen P Jr. Prosody and voice characteristics of children with cochlear implants. *J Commun Disord*. 2007;40(1):66-81. PMID:16765979. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcomdis.2006.04.004>.
- Buarque LFSFP, Brazorotto JS, Cavalcanti HG, Lima Júnior LRP, Lima DVSP, Ferreira MAF. Desempenho auditivo ao longo do tempo em usuários de implante coclear com perda auditiva pós-lingual. *Audiol Commun Res*. 2013;18(2):120-5. <http://dx.doi.org/10.1590/S2317-64312013000200010>.
- Hoshino ACH, Cruz DR, Goffi-Gomez MVS, Befi-Lopes DM, Matas CG, Fortunato-Tavares TM, et al. Evolução audiométrica em usuários de implante coclear multicanal. *Rev CEFAC*. 2013;15(2):297-304. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-18462012005000037>.
- Pomaville FM, Kladopoulos CN. The effects of behavioral speech therapy on speech sound production with adults who have cochlear implants. *J Speech Lang Hear Res*. 2013;56(2):531-41. PMID:23275412. [http://dx.doi.org/10.1044/1092-4388\(2012\)12-0017](http://dx.doi.org/10.1044/1092-4388(2012)12-0017).
- Coelho ACC, Bevilacqua MC, Oliveira G, Behlau M. Relação entre voz e percepção de fala em crianças com implante coclear. *Pró-Fono R Atual Cient*. 2009;21(1):7-12.
- Matthies ML, Guenther FH, Denny M, Perkell JS, Burton E, Vick J, et al. Perception and production of /r/ allophones improve with hearing from a cochlear implant. *J Acoust Soc Am*. 2008;124(5):3191-202. PMID:19045803. <http://dx.doi.org/10.1121/1.2987427>.
- Tye-Murray N, Spencer L, Gilbert-Bedia E. Relationships between speech production and speech perception skills in young cochlear-implant users. *J Acoust Soc Am*. 1995;98(5 Pt 1):2454-60. PMID:7593929. <http://dx.doi.org/10.1121/1.413278>.
- Blamey PJ, Dawson PW, Dettman SJ, Rowland LC, Brown AM, Busby PA et al. Speech perception, production and language results in a group of children using the 22 electrode cochlear implant. *Aust J Otolaryngol*. 1992;1(2):105-109.
- Peng SC, Tomblin JB, Turner CW. Production and perception of speech intonation in pediatric cochlear implant recipients and individuals with normal hearing. *Ear Hear*. 2008;29(3):336-51. PMID:18344873. <http://dx.doi.org/10.1097/AUD.0b013e318168d94d>.
- Chin SB, Bergeson TR, Phan J. Speech intelligibility and prosody production in children with cochlear implants. *J Commun Disord*. 2012;45(5):355-66. PMID:22717120. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcomdis.2012.05.003>.
- CEBM: Centre for Evidence-Based Medicine. Levels of evidence [Internet]. Oxford; 2011 [cited 2013 Jun 22]. Available from: <http://www.cebm.net/ocbm-levels-of-evidence/>
- Hamzavi J, Deutsche W, Baumgartner WD, Bigenzahn W, Gstoettner W. Short-term effect of auditory feedback on fundamental frequency after cochlear implantation. *Audiology*. 2000;39(2):102-5. PMID:10882049. <http://dx.doi.org/10.3109/00206090009073060>.
- Perkell JS, Guenther FH, Lane H, Matthies M, Perrier P, Vick J, et al. Planning and auditory feedback in speech production. In: 4th International Speech Motor Conference Nijmegen; 2001; Netherlands. Proceedings. Netherlands; 2001. p. 5-11.
- Chin SB, Tsai PL, Gao S. Connected speech intelligibility of children with cochlear implants and children with normal hearing. *Am J Speech Lang Pathol*. 2003;12(4):440-51. PMID:14658996. [http://dx.doi.org/10.1044/1058-0360\(2003\)090](http://dx.doi.org/10.1044/1058-0360(2003)090).
- Kunise K, Fukushima K, Nagayasu R, Kawasaki A, Nishizaki K. Longitudinal formant analysis after cochlear implantation in school-aged children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2006;70(12):2033-42. PMID:16939694. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijporl.2006.07.012>.

Contribuição dos autores

HRSC participou do delineamento e redação do estudo, coleta, análise e interpretação de dados; MCL, JAL e LFM participaram da concepção e delineamento do estudo e revisão do artigo.