



Brazilian Journal of  
**OTORHINOLARYNGOLOGY**

www.bjorl.org.br



ARTIGO DE REVISÃO

**Performance of hearing skills in children with auditory neuropathy spectrum disorder using cochlear implant: a systematic review**<sup>☆,☆☆</sup>

Nayara Freitas Fernandes<sup>a,b,\*</sup>, Marina Morettin<sup>a,b</sup>, Elisabete Honda Yamaguti<sup>a,c</sup>,  
Orozimbo Alves Costa<sup>b,d</sup>, Maria Cecília Bevilacqua<sup>b,c,e,1</sup>

<sup>a</sup> Departamento de Ciências, Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo (FOB - USP), Bauru, SP, Brasil

<sup>b</sup> Departamento de Fonoaudiologia, Universidade de São Paulo (USP), Bauru, SP, Brasil

<sup>c</sup> Departamento de Fonoaudiologia, Hospital for Rehabilitation of Craniofacial Anomalies, Universidade de São Paulo (HRAC - USP), Bauru, SP, Brasil

<sup>d</sup> Departamento de Otologia, Hospital for Rehabilitation of Craniofacial Anomalies, Universidade de São Paulo (HRAC - USP), Bauru, SP, Brasil

<sup>e</sup> Departamento de Audiologia, Hospital for Rehabilitation of Craniofacial Anomalies, Universidade de São Paulo (HRAC - USP), Bauru, SP, Brasil

Recebido em 11 de dezembro de 2013; aceito em 3 de março de 2014

**KEYWORDS**

Evaluation;  
Child;  
Cochlear implants;  
Hearing loss;  
Speech perception

**Abstract**

**Introduction:** Currently, there are no doubts about the benefits of cochlear implants for the development of children with severe or profound hearing loss. However, there is still no consensus among researchers and professionals regarding the benefits for the improvement of hearing skills in children with auditory neuropathy spectrum disorder using cochlear implants.

**Objective:** Review the available evidence in the literature to answer the following: "What is the performance of hearing skills in children with auditory neuropathy spectrum disorder using cochlear implants?"

**Methods:** Systematic review of the literature through electronic database consultation, considering publications in the period 2002-2013.

**Results:** Twenty-two studies met the criteria and were included in the systematic review.

DOI se refere ao artigo: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjorl.2014.10.003>

\* Como citar este artigo: Fernandes NF, Morettin M, Yamaguti EH, Costa OA, Bevilacqua MC. Performance of hearing skills in children with auditory neuropathy spectrum disorder using cochlear implant: a systematic review. Braz J Otorhinolaryngol. 2015;81:85-96.

\*\* Instituição: Centro de Pesquisas Audiológicas da Sessão de Implante Coclear do Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, Bauru, São Paulo, SP, Brasil.

\*Autor para correspondência.

E-mail: [nayara\\_freitas\\_fernandes@yahoo.com.br](mailto:nayara_freitas_fernandes@yahoo.com.br) (N.F. Fernandes).

<sup>1</sup> In memoriam.

**PALAVRAS-CHAVE**

Avaliação;  
Criança;  
Implante coclear;  
Perda auditiva;  
Percepção da fala

**Conclusion:** The analyzed studies demonstrated that after cochlear implant surgery, individuals with auditory neuropathy spectrum disorder improved their performance of hearing skills and had similar performance to that of children with sensorineural hearing loss using cochlear implant.

© 2015 Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial. Published by Elsevier Editora Ltda. All rights reserved.

## Resultados do desempenho das habilidades auditivas em crianças com o espectro da neuropatia auditiva usuárias de implante coclear: revisão sistemática

**Resumo**

**Introdução:** Atualmente não restam dúvidas quanto aos benefícios do uso do implante coclear no desenvolvimento da população infantil com perda auditiva de grau severo e/ou profundo. Entretanto, ainda não há um consenso entre pesquisadores e profissionais sobre os seus benefícios para a melhora das habilidades auditivas em crianças com o espectro da neuropatia auditiva usuárias de implante coclear.

**Objetivo:** Revisar a evidência disponível na literatura para responder ao questionamento: “Quais os resultados do desempenho das habilidades auditivas em crianças com o espectro da neuropatia auditiva usuárias de implante coclear?”

**Método:** Revisão sistemática da literatura, a partir da consulta de bases de dados eletrônicas, considerando publicações no período de 2002 a 2013.

**Resultados:** Vinte e dois estudos contemplaram os critérios e foram incluídos na revisão sistemática.

**Conclusão:** Os estudos analisados demonstraram que, após a cirurgia de IC, os indivíduos como espectro da neuropatia auditiva melhoraram o desempenho das habilidades auditivas e apresentaram desempenho semelhante ao de crianças com perda auditiva sensorineural usuárias de implante coclear.

© 2015 Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Todos os direitos reservados.

**Introdução**

O desenvolvimento da habilidade de perceber os sons da fala pelo indivíduo com desordem do espectro da neuropatia auditiva (DENA) é um desafio para todos os profissionais envolvidos na área de audiologia clínica e educacional, devido à alteração na condução do estímulo auditivo.

A literatura define DENA como uma alteração na sincronia neural, caracterizada por um comportamento auditivo no qual a função das células ciliadas externas (CCE) mostra-se preservada, ao mesmo tempo em que a transmissão neural aferente encontra-se alterada.<sup>1</sup> Esta alteração auditiva é capaz de afetar significativamente a percepção da fala e o desenvolvimento das habilidades auditivas e de linguagem.

A indicação do implante coclear (IC) nesse grupo clínico baseia-se na capacidade de o dispositivo substituir parcialmente as funções das células sensoriais auditivas e estimular diretamente o nervo, beneficiando a sincronia neural e contribuindo, portanto, para o desenvolvimento das habilidades auditivas.<sup>2-7</sup>

Estudos levantados sugerem que os benefícios do uso do IC em crianças com DENA, principalmente com relação à aquisição da linguagem e desenvolvimento das habilidades auditivas, estão relacionados ao tempo de uso deste dispositivo, existência do processo de reabilitação fonoaudiológica, época do diagnóstico e idade da criança. Porém, ainda não há consenso entre os estudos com relação a como e quando a criança atinge um bom desenvolvimento e sobre

os resultados detalhados no desempenho das habilidades auditivas em crianças com DENA, ou seja, nas habilidades de detecção, discriminação, reconhecimento e compreensão auditiva,<sup>8,9</sup> sendo os resultados dos estudos apresentados de maneira mais geral.

Dessa forma, este estudo teve como objetivo revisar a evidência científica disponível na literatura para identificar estudos sobre o desempenho das habilidades auditivas em crianças com DENA usuárias de IC.

**Método**

Para atingir o objetivo deste estudo, foi proposto o seguinte questionamento: “Quais os resultados do desempenho das habilidades auditivas em crianças com desordem do espectro da neuropatia auditiva usuárias de implante coclear?”

Durante a pesquisa bibliográfica foi utilizada a estratégia de busca por meio da combinação de seis descritores (implante coclear, audição, perda auditiva, criança, percepção da fala, inteligibilidade da fala) indexados no DeCS (Descritores em saúde) e dois descritores (neuropatia auditiva e desordem do espectro da neuropatia auditiva) não indexados no DeCS, utilizando diversas combinações destes descritores, em português e em inglês, de modo a abranger mais artigos, empregando todos em grupos com, no mínimo, duas palavras-chave.

Foram consideradas as publicações produzidas no período de 2002 a 2013, sendo que a última busca manual realizada

nas bases eletrônicas de dados ocorreu em novembro de 2013. Nesta revisão as seguintes fontes de pesquisa foram consultadas: Pubmed, Scielo, Cochrane Library, Lilacs, Embase, Institute for Scientific Information (ISI), Medline e Science Direct, anais de Congressos Nacionais e nos bancos de informações digitais: Digital Dissertation Abstracts, Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações, Biblioteca Digital de Teses e dissertações da USP.

A seleção dos artigos seguiu critérios de inclusão baseados nos assuntos relacionados ao objetivo deste trabalho. Os critérios adotados foram:

- **Participantes** - crianças com desordem do espectro da neuropatia auditiva usuárias de implante coclear.
- **Intervenção** - testes padronizados com o objetivo de avaliar o desempenho auditivo de crianças com DENA usuárias do IC.
- **Desfechos mensurados** - resultados expressos em porcentagem de acertos nos testes de percepção e de inteligibilidade da fala e os expressos por meio da classificação de escalas do desenvolvimento das habilidades auditivas.
- **Tipos de estudos** - estudos publicados nos idiomas inglês, espanhol ou português, e classificados de acordo com os critérios propostos pela *American Speech-Language Association* (ASHA).

Foram excluídos estudos com grupos de deficientes auditivos pré-linguais que realizaram a cirurgia na adolescência ou na fase adulta; estudos com grupo de adultos com deficiência auditiva pós-lingual; evidências científicas repetidas ou com tema diferente; revisão de literatura, resumos, relato de caso; e aqueles que não atenderam aos critérios de inclusão deste estudo.

A seleção dos estudos foi realizada em três etapas, tendo sido guiada pelos critérios determinados acima. Na primeira etapa, dois revisores selecionaram todos os títulos identificados, selecionando os artigos que contemplavam os critérios de inclusão determinados. Em seguida, iniciou-se a segunda etapa, em que foram verificadas as informações contidas no corpo dos resumos sobre desempenho das habilidades auditivas em crianças com desordem do espectro da neuropatia auditiva usuárias de implante coclear. Nos casos em que o título ou o corpo do resumo deixaram margens de dúvidas, foram levantados os textos na íntegra (terceira etapa) para posteriormente serem julgados pertinentes ao tema em estudo e em seguida analisados.

No total, 4169 títulos, com ou sem resumo, foram identificados em todas as bases de dados. Em uma pré-seleção dessas citações, baseada na leitura dos títulos e dos resumos de todos os estudos localizados na busca eletrônica, 4145 foram excluídos devido a: 3525 repetidos, 268 excluídos pelo tema, 23 pelo idioma, um era revisão de literatura, 295 resumos e nove relatos de casos. Para a leitura completa foram selecionados 24 artigos.

Após a leitura dos 24 textos, seis artigos foram excluídos devido a: em dois estudos a idade da população incluída não se encaixava nos critérios de seleção; em outros dois não foi utilizado qualquer teste de percepção de fala; e dois estudos eram discussão de caso clínico.

Ao final, 18 artigos<sup>10-27</sup> e duas dissertações<sup>28,29</sup> atenderam aos critérios de inclusão. Desses estudos incluídos nesta re-

visão, cinco eram ensaios controlados não randomizados de alta qualidade, cinco se caracterizavam como ensaios controlados randomizados de baixa qualidade e dez eram estudos de resultados clínicos.

## Resultados e discussão

Quanto aos resultados em relação ao desempenho das habilidades auditivas na população com DENA usuária de IC, todos os estudos relataram melhora auditiva significativa nas habilidades de percepção de fala, ou seja, na discriminação auditiva, nos limiares de detecção de tom puro e no reconhecimento de palavras e sentenças, e três estudos<sup>17,28,29</sup> relataram a melhora na compreensão de sentenças após a estimulação elétrica do nervo auditivo por meio do uso do IC.

Dentre os estudos analisados, 14 compararam a percepção da fala em crianças com DENA com crianças portadoras de perda auditiva sensorineural, todas usuárias de IC.<sup>10-12,14,16-20,22-24,28,29</sup> Destes 14 estudos, 13 concluíram que as crianças com DENA usuárias de IC desenvolveram as habilidades auditivas de forma semelhante ao desenvolvimento de crianças com perda auditiva sensorineural usuárias de IC, apresentando resultados nos teste de percepção da fala semelhantes e sem diferença significativa. Somente em um estudo<sup>16</sup> os resultados demonstraram que as crianças com perda auditiva sensorineural usuárias de IC apresentaram desempenho significativamente melhor ( $p = 0,02$ ) do que os três grupos de crianças com DENA (usuárias de IC, de aparelho de amplificação sonora individual (AASI) e de IC + AASI), ou seja, não foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre os resultados de percepção de fala nos grupos de crianças com DENA. Os autores concluíram que o IC oferece a possibilidade de percepção de fala para os indivíduos com DENA; no entanto, há indivíduos com DENA que podem receber benefício por meio do uso do AASI.

Em um estudo,<sup>23</sup> os autores relataram que crianças com DENA usuárias de AASI foram capazes de alcançar discurso global comparável com os resultados de percepção da fala de crianças com DENA usuárias de IC.

Outro estudo<sup>24</sup> mostrou que crianças com DENA com trans-torno cognitivo ou alteração de desenvolvimento associado apresentaram resultados piores quando comparadas com crianças com DENA usuárias de IC sem outras deficiências associadas e com crianças com perda auditiva sensorineural usuárias de IC.

Em um estudo,<sup>18</sup> os autores relataram que o desempenho de percepção de fala em crianças com DENA usuárias de IC pode ser semelhante ao das crianças com perda auditiva sensorineural usuárias de IC, ou em alguns casos este grupo pode apresentar resultados de percepção da fala extremamente pobres. Este fato pode estar relacionado ao local exato da alteração relacionada à DENA,<sup>30,5</sup> ou seja, depende do local da lesão: falhas da função das CCI e/ou junção sináptica entre essas células e as fibras do VIII par craniano; e/ou nas próprias fibras do VIII par craniano; e/ou na base bioquímica e liberação dos neurotransmissores; ou ainda pode ser uma combinação das estruturas citadas.<sup>30-34</sup>

Deste modo, o estudo do topo diagnóstico da DENA permitiria uma melhor compreensão dos aspectos fisiológicos relacionados ao desempenho da percepção da fala nesta população. Sendo assim, o método objetivo adequado para

**Tabela 1** Resultados do teste de reconhecimento de palavras monossílabas, escala de integração auditiva (IT-MAIS), Glendonald procedimento de triagem auditiva (GASP) e the hearing in noise test (HINT)

Autores (ano)	Periódico (país) e número da amostra	Inventário		Teste de percepção da fala				HINT
		IT-MAIS/MAIS		GASP (Reconhecimento de palavras)		Palavras monossílabas (Conjunto Aberto)		
		DENA	DANS	DENA	DANS	DENA	DANS	
Breneman et al. (2012)	J Am Acad Audiol. (EUA) 70 crianças (35 DENA e 35 sensorioneural, todas usuárias de IC), média de 5 anos de uso do IC	98%	98%	50 a 100%	58 a 63%	83%	77%	-
Teagle et al. (2010)	Ear Hear (EUA) 140 crianças com DENA usuárias de IC	Valores pré-IC: 5% a 63%. Valores pós-IC: 48% (1 ano de uso do IC) a 98% (3 anos de uso do IC)	-	-	-	-	-	-
Kim et al. (2011)	Acta Otolaryngol. (Coréia) 6 crianças com DENA e 4 com perda auditiva sensorioneural, todas usuárias de IC	-	-	-	-	4 anos de uso do IC - 95% 5 anos de uso do IC - 95% 6 anos de uso do IC - 95%	4 anos de uso do IC - 73% 5 anos de uso do IC - 70% 6 anos de uso do IC - 80%	-
Schramm et al. (2010)	Cochlear Implants Int. (Canadá). 16 crianças com DENA e 89 com perda auditiva sensorioneural, todas usuárias de IC e 1 ano e 6 meses de uso do IC)	Valores pré-IC: 2,5% a 15% Valores pós-IC: 75% a 85%	Valores pré-IC: 2,5% a 15% Valores pós-IC: 75% a 85%	66 a 75%	66 a 75%	-	-	76 dB na condição de silêncio 78,9 dB na condição de silêncio

Tabela 1 (Continuação)

Autores (ano)	Período (país) e número da amostra	Inventário		Teste de percepção da fala						
		IT-MAIS/MAIS		GASP (Reconhecimento de palavras)		Palavras monossílabas (Conjunto Aberto)		HINT		
		DENA	DANS	DENA	DANS	DENA	DANS			
Chisholm et al. (2010)	Cochlear Implants Int. (Austrália). 5 crianças com DENA usuárias de IC	Valores pré IC: 6,25% a 18,75% Valores pós IC: 37,5% a 87,5% (1 ano de uso); 57,5% a 97,5% (2 anos de uso do IC); 82,5% a 97,5% (5 anos de uso do IC)	-	75% (2 anos de uso do IC)	-	-	-	-		
Rance et al. (2008)	Otol. Neurol. (Austrália). 7 crianças com DENA usuárias de IC uni (n = 4) ou bilateral (n = 3); 10 crianças com DENA usuárias de AASI bilateral; 3 crianças com DENA usuárias de IC e AASI contralateral; 37 crianças com perda auditiva sensorioneural usuárias de IC	-	-	-	Usuários de AASI: 24,8% a 55,1%. Usuários de IC: 20,6% a 59,6%. Ambos com 5 anos de uso do IC	53% a 83,1% 5 anos de uso do IC	-	-		
Peterson et al. (2003)	J. Am. Acad. Audiol. (EUA). 10 crianças com DENA; 10 crianças com deficiência auditiva sensorioneural, todas usuárias de IC	Pré-IC: 0% a 50% Pós-IC: 70% (1 ano de uso) a 100% (1 ano e 6 meses de uso do IC)	Pré-IC: 0% a 55% Pós-IC: 65% (1 ano de uso do IC) a 100% (2 anos de uso do IC)	83% (3 anos de uso do IC) a 100% (1 ano de uso do IC)	Compreensão de sentenças 70% a 100% (3 anos de uso do IC)	83% (2 anos de uso do IC) a 100% (1 ano de uso do IC)	100% (1 ano de uso do IC)	96% a 100% (2 anos de uso do IC)	Resultado de apenas uma criança (5 anos de uso do IC) Resultado de apenas uma criança (3 anos de uso do IC) Silêncio 80 dB Ruído (20 S/R) 45 dB	Resultado de apenas uma criança (5 anos de uso do IC) Silêncio 80 dB Ruído (20 S/R) 45 dB No ruído não realizou

Tabela 1 (Continuação)

Autores (ano)	Periódico (país) e número da amostra	Inventário				Teste de percepção da fala											
		IT-MAIS/MAIS				GASP				Palavras monossílabas (Conjunto Aberto)				HINT			
		DENA	DANS	DENA	DANS	DENA	DANS	DENA	DANS	DENA	DANS	DENA	DANS	DENA	DANS		
Jeong et al. (2007)	Acta Otolaryngol Suppl. (Coreia). 9 crianças com DENA, 12 crianças com perda auditiva sensorioneural, todas usuárias de IC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Pelosi et al. (2012)	Otology & Neurology (EUA) 13 crianças com DENA usuárias de IC (7 usuárias de IC bilateral e 6 usuárias de IC unilateral) Média de 3 anos e 6 meses de uso do IC	Pré-IC: 13 a 21%	Pós-IC: 45 a 100%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	67 dB a 98 dB Na condição de silêncio	-		
Cardon et al. (2013)	International Journal of Audiology (EUA). 24 crianças com DENA, 11 crianças com perda auditiva sensorioneural, todas usuárias de IC Média de 3 anos e 6 meses de uso do IC	Pré-IC: 13 a 21%	Pós-IC: 45 a 100%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Pelosi et al. (2013)	Otolaryngology - Head and Neck Surgery (EUA) 16 crianças com DENA usuárias de IC unilateral e 10 crianças com DENA usuárias de AASI bilateral (3 anos e 6 meses de uso)	Pré-IC: 13% Pós-IC: 0 a 65% (4 anos e 3 meses de uso)	Valores pós AASI: 0 a 72% (3 anos e 6 meses de uso)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Usuários de IC: 63 dB a 98 dB Na condição de silêncio (4 anos e 3 meses de uso) Usuários de AASI: 86 dB a 98 dB Na condição de silêncio (3 anos e 6 meses de uso)	-		

Tabela 1 (Continuação)

Autores (ano)	Período (país) e número da amostra	Inventário		Teste de percepção da fala				
		IT-MAIS/MAIS		GASP (Reconhecimento de palavras)		Palavras monossílabas (Conjunto Aberto)		HINT
		DENA	DANS	DENA	DANS	DENA	DANS	
Budenz et al. (2013)	Otol. Neurotol. (EUA) 17 crianças com DENA e 17 crianças com perda auditiva sensorioneural, todas usuárias de IC Média de 7 anos de uso do IC	Valores pré-IC: média de 0% Valores pós-IC: 92%	Valores pré-IC: média de 3% Valores pós-IC: 77%	Maiores que 25% Reconhecimento de sentenças 25%	Maiores que 25% Reconhecimento de sentenças 25%	-	-	-
Jeong et al. (2013)	Acta Oto-Laryngologica (Coreia). 15 crianças com DENA usuárias de IC. 5 anos e 6 meses de uso do IC	Pré-IC: 2,5% a 10%. Pós-IC: 100%	-	-	-	-	-	-
Alvarenga et al. (2013)	Inter. J. of Pedia. Otorhi. (Brasil). 14 crianças com DENA usuárias de IC	-	-	73 a 100% (3 anos e 5 meses de uso)	-	-	-	-
Carvalho et al. (2011)	Braz J Otorhinolaryngol (Brasil). 18 crianças com DENA usuárias de IC Tempo de uso do IC de 3 anos e 5 meses	-	-	Reconhecimento da fala no conjunto fechado 61% Reconhecimento da fala em conjunto aberto 33%	Reconhecimento da fala no conjunto fechado 71% Reconhecimento da fala em conjunto aberto 29%	-	-	-

Tabela 1 (Continuação)

Autores (ano)	Período (país) e número da amostra	Inventário		Teste de percepção da fala					
		IT-MAIS/MAIS		GASP (Reconhecimento de palavras)		Palavras monossílabas (Conjunto Aberto)		HINT	
		DENA	DANS	DENA	DANS	DENA	DANS	DENA	DANS
Fernandes (2013)	Dissertação (Brasil) 10 crianças com perda auditiva sensorioneural e 15 crianças com DENA, ambos os grupos usuários de IC 7 anos de uso de IC	-	-	-	-	-	-	Resultados da 1ª avaliação: silêncio 60,7 dB Ruído (S/R) 7,1 dB Resultados da 2ª avaliação: silêncio 57,4 dB Ruído (S/R) 2,1 dB	Resultados da 1ª avaliação: silêncio 57,1 dB Ruído (S/R) 7,9 dB Resultados da 2ª avaliação: silêncio 54,1 dB Ruído (S/R) 2,8 dB
Yamaguti (2013)	Dissertação (Brasil) 48 crianças com DENA usuárias de IC e 12 crianças com perda auditiva sensorioneural 2 meses de uso	Valores pré-IC: 21,8%	-	-	-	-	-	Siência 58,2 dB Ruído (S/R) 7,6 dB (6 anos de uso) Resultados de 14 crianças com DENA	Silêncio 58,4 dB Ruído (S/R) 7,7 dB (6 anos de uso) Resultados de 12 crianças com perda auditiva sensorioneural

(-), Instrumentos não utilizados.



esta análise seria a eletrococleografia, a qual avalia a função coclear e a função do VIII par craniano. Entretanto, há pouca informação na literatura sobre a aplicação clínica deste procedimento nos casos de DENA.<sup>35</sup> Na presente revisão, dois estudos analisados<sup>20,25</sup> avaliaram a função do nervo auditivo em crianças com DENA por meio da ressonância magnética e tomografia computadorizada de alta resolução. Outro estudo<sup>20</sup> demonstrou que crianças com DENA podem apresentar deficiência do nervo auditivo associada a anormalidades no ouvido interno, apresentando piores resultados na percepção da fala após o uso do IC. Em um estudo,<sup>19</sup> os autores relataram que as crianças com DENA com nervo coclear normal no pré-operatório demonstraram excelentes resultados nos testes de percepção da fala após o uso do IC. Os achados radiológicos de um nervo estreito ou deficiente tiveram correlação com a má percepção da fala após o uso do IC, demonstrando que estudos radiológicos pré-operatórios, incluindo tomografia computadorizada e ressonância magnética, foram considerados preditores e confiáveis com relação à percepção de fala de crianças com DENA após o uso do IC.

Pode-se observar que, para avaliação das habilidades auditivas, os estudos selecionados utilizaram uma ampla variedade de instrumentos, entre eles testes de percepção de fala, inventários respondidos pelos pais ou a combinação dos dois. Sendo assim, quatro estudos aplicaram o teste de reconhecimento de palavras monossílabas;<sup>12,16,19,26</sup> seis aplicaram a escala de integração auditiva (IT-MAIS)<sup>13,21-23,25,29</sup>; três utilizaram IT-MAIS e o Glendonald procedimento de triagem auditiva (GASP)<sup>14,15,24</sup>; dois aplicaram o IT-MAIS, GASP e o teste de reconhecimento de palavras monossílabas<sup>10,17</sup>; três<sup>14,17,21</sup> utilizaram, além dos testes de percepção de fala citados, o *the hearing in noise test for children* (HINT - C); e dois<sup>28,29</sup> utilizaram o *the hearing in noise test* (HINT) adaptado para a língua portuguesa.<sup>36</sup> Os resultados destes estudos estão representados na tabela 1. Vale ressaltar que nesta tabela constam os resultados das avaliações (testes de percepção da fala e inventários) relacionadas às crianças com DENA e às crianças com deficiência auditiva sensorineural (DANS), todas usuárias de IC.

Observou-se que, em relação à avaliação dos pais quanto ao desenvolvimento auditivo da criança, realizada através do questionário IT-MAIS, antes da realização da cirurgia, no grupo de crianças com DENA, os resultados variaram entre 0% e 65%. Após, os resultados foram analisados de acordo com o tempo de uso do IC. Dessa forma, os resultados do IT-MAIS variaram entre 37,5% (um ano de uso do IC) a 100% (um ano e seis meses de uso do IC). Quando comparados aos resultados das crianças com DANS, verificou-se que os resultados pré-cirúrgicos do IT-MAIS variaram entre 0% e 55%, e o resultados pós-cirúrgicos variaram entre 65% (um ano de uso do IC) a 100% (dois anos de uso do IC).<sup>10,13-15,17,21-25</sup>

Sete estudos<sup>10,12-16,19</sup> indicaram que as crianças com DENA usuárias de IC atingiram as habilidades auditivas, sendo elas a detecção dos sons, a discriminação e o reconhecimento de palavras e de sentenças com bons resultados, com, no mínimo, seis meses de uso do IC e, no máximo, seis anos de uso do IC. Para a habilidade de compreensão auditiva, três estudos<sup>17,28,29</sup> demonstraram que as crianças com DENA usuárias de IC alcançaram esta habilidade por volta dos três anos de uso do IC.

Diante do interesse em conhecer mais especificamente sobre os resultados do desempenho das habilidades auditi-

vas em crianças com desordem do espectro da neuropatia auditiva usuárias de implante coclear, foram sintetizados, na tabela 2, os resultados de reconhecimento e compreensão auditiva e o tempo de uso do dispositivo, comparando os grupos de crianças com DENA e DANS usuárias de IC. Dessa forma, buscamos relacionar os resultados do desenvolvimento das habilidades auditivas com o tempo de uso do dispositivo, como uma forma de descrever como se comporta a evolução das crianças com DENA após a realização da cirurgia de IC. Vale ressaltar que os estudos levantados não apresentaram nos resultados a avaliação de todas as habilidades auditivas, variando entre eles com relação à habilidade medida e em relação ao tempo de uso de IC nas duas populações (DENA × DANS), sendo necessário separar os resultados das avaliações de acordo com o tempo de uso.

De modo geral, destaca-se que, apesar das variáveis metodológicas utilizadas, foi possível observar que a maioria das crianças com DENA usuárias de IC conseguiu alcançar níveis complexos de habilidades auditivas, ou seja, obtiveram bom desempenho na avaliação de reconhecimento de fala em conjunto aberto.

Outros instrumentos de percepção da fala utilizados em menor frequência nos estudos foram: questionário auditivo *LittleEARS*, *the early speech perception test* (ESP), teste de reconhecimento de fala no silêncio e ruído, denominado *Speech Perception Junior - CRISP Jr The Multisyllabic Lexical Neighbourhood Test* (MLNT), *Preschool Language Scale 4* (PLS-4), *the Phonetically Balanced Kindergarten* (PBK) e *Melbourne Speech Perception Score, Northwestern University - Children of Speech* (NU - CHIPS), teste palavras lexicais (LNT), e uma versão do teste frase AzBio adaptado para crianças. Os testes em conjunto aberto e fechado foram aplicados em cabina acústica com voz ao vivo ou estímulos gravados, *the Hearing in noise test sentences for children* (HINT - C).<sup>10,11,13-15,18,20-25</sup> A análise dos resultados destes instrumentos não foi incluída nesse estudo, visto que são utilizados com maior frequência em outros países.

Ainda em relação aos procedimentos utilizados na avaliação das habilidades auditivas, três estudos<sup>14,17,21</sup> utilizaram *the hearing in noise test for children* (HINT - C), porém, apenas um estudo<sup>17</sup> mensurou o reconhecimento de palavras na presença de ruído (relação sinal/ruído (S/R) + 20dB); e dois estudos<sup>28,29</sup> utilizaram o *the hearing in noise test* (HINT) adaptado para a língua portuguesa.<sup>36</sup> De acordo com um estudo,<sup>28</sup> os indivíduos com DENA usuárias de IC obtiveram média de 58,2 dB no silêncio, e no ruído obtiveram média da relação S/R de 7,6 dB na aplicação do HINT adaptado para a língua portuguesa. Em outro estudo,<sup>29</sup> os resultados demonstraram que as crianças com DENA usuárias de IC apresentaram média de 60,7dB no silêncio, e no ruído apresentaram média da relação S/R de 7,1dB na primeira avaliação da percepção da fala e, na segunda avaliação, as crianças com DENA apresentaram a média de 57,4dB na condição de silêncio e, no ruído, apresentaram média da relação S/R de 2,1 dB.

Considerando a importância da avaliação da percepção da fala na condição de ruído e o fato de inúmeros relatos de indivíduos com DENA usuárias de IC terem alcançado níveis de habilidades auditivas necessários para o reconhecimento da fala no silêncio, era esperado um número maior de estudos com a realização de testes de percepção de fala com a apresentação de ruído nesta população. Porém, também é importante salientar que alguns estudos relataram que os

**Tabela 2** Comparação dos resultados de reconhecimento e compreensão auditiva relacionada ao tempo de uso do IC de crianças com DENA e DANS, ambos os grupos usuários de IC

Tempo de uso do IC	Habilidades auditivas					
	Crianças com DENA usuárias de IC			Crianças com DANS usuárias de IC		
	Reconhecimento auditivo		Compreensão auditiva	Reconhecimento auditivo		Compreensão auditiva
	Palavras	Sentenças		Palavras	Sentenças	
6 meses	–	5% Jeong et al. (2007)	–	–	20% Jeong et al. (2007)	–
1 ano	Monossílabas 100% Prova de reconhecimento de palavras (GASP) 100% Peterson et al. (2003)	–	–	Prova de reconhecimento de palavras (GASP) 100% Peterson et al. (2003)	–	–
1 ano e 6 meses	Prova de reconhecimento de palavras (GASP) 66% a 75% Schramm et al. (2010)	HINT-C na condição de silêncio 76 dB Schramm et al. (2010)	–	Prova de reconhecimento de palavras (GASP) 66% a 75% Schramm et al. (2010)	HINT - C na condição de silêncio 78,9 dB Schramm et al. (2010)	–
2 anos	Prova de reconhecimento de palavras (GASP) 75% Chisholm et al. (2010)	–	–	Monossílabas 96% a 100% Reconhecimento de palavras (GASP) 83% Peterson et al. (2003)	50 a 90% Peterson et al. (2003)	–
3 anos	Prova de reconhecimento de palavras (GASP) 83% Peterson et al. (2003) Reconhecimento da fala no conjunto fechado 61% Reconhecimento da fala em conjunto aberto 33% Carvalho et al. (2011)	100% Jeong et al. (2007) HINT-C no silêncio 80 dB e S/S/R) 45 dB Peterson et al. (2003)	70% a 100% Peterson et al. (2003) HINT-C Usuários de AASI: 86 dB a 98 dB Pelosi et al. (2013) 67 dB a 98 dB HINT-C na condição de silêncio Pelosi et al. (2012)	Reconhecimento da fala no conjunto fechado 71% Reconhecimento da fala em conjunto aberto 29% Carvalho et al. (2011)	90% Jeong et al. (2007)	–
4 anos	Monossílabas 95% Kim et al. (2011)	–	HINT - C 63 dB a 98 dB 4 anos e 3 meses de uso do IC Pelosi et al. (2013)	Monossílabas 73% Kim et al. (2011)	–	–
5 anos	Monossílabas 95% Kim et al. (2011) Monossílabas - Usuários de AASI 24,8% a 55,1% Usuários de IC 20,6% a 59,6% Rance et al. (2008)	–	–	Monossílabas 70% Kim et al. (2011) Monossílabas 53% a 83,1% Rance et al. (2008)	HINT - C na condição de silêncio 80dB Peterson et al. (2003)	–

Tabela 2 (Continuação)

Tempo de uso do IC	Habilidades auditivas					
	Crianças com DENA usuárias de IC			Crianças com DANS usuárias de IC		
	Reconhecimento auditivo		Compreensão auditiva	Reconhecimento auditivo		Compreensão auditiva
	Palavras	Sentenças		Palavras	Sentenças	
6 anos	Monossílabas 95% Kim et al. (2011)	–	<i>The Hearing in Noise Test</i> (HINT) adaptado para a Língua Portuguesa por Bevilacqua et al. (2008) Silêncio 58,2 dB Ruído (S/R) 7,6 dB Yamaguti (2013)	Monossílabas 80% Kim et al. (2011)	–	<i>The Hearing in Noise Test</i> (HINT) adaptado para a Língua Portuguesa por Bevilacqua et al. (2008) Silêncio 58,4 dB Ruído (S/R) 7,7 dB Yamaguti (2013)
7 anos	–	–	Resultados da 1ª avaliação: silêncio 60,7 dB Ruído (S/R) 7,1 dB Resultados da 2ª avaliação: silêncio 57,4 dB Ruído (S/R) 2,1 dB Fernandes (2013)	–	–	Resultados da 1ª avaliação: silêncio 57,1 dB Ruído (S/R) 7,9 dB Resultados da 2ª avaliação: Silêncio 54,1 dB Ruído (S/R) 2,8 dB Fernandes (2013)

(–), Não há relato.

indivíduos com DENA são capazes de discriminar palavras ou sentenças no silêncio, mas apresentam dificuldades na discriminação da fala na presença de ruído.<sup>33</sup> A utilização do IC contribui para uma melhora na percepção de fala, mas não garante necessariamente a compreensão da mesma em situações ruidosas. Dessa forma, são necessárias mais investigações em relação ao desempenho no ruído.

É importante salientar que não foram encontrados estudos relatando especificamente a idade e o ritmo do desenvolvimento das habilidades auditivas em crianças com DENA, após a cirurgia de IC.

Houve diferenças importantes relacionadas à idade das crianças e ao tempo de uso do IC. Assim sendo, é importante salientar que a diferença de idade na avaliação, na realização da cirurgia, e o tempo de uso do IC em cada estudo devem ser considerados como limitações, já que a associação entre o desenvolvimento das habilidades auditivas e de linguagem e estas variáveis é bem estabelecida e, portanto, a heterogeneidade desses fatores poderá resultar em uma po-

pulação com amplos resultados quanto às habilidades auditivas.

### Considerações finais

Os resultados dos estudos sugeriram que, após o uso do IC, os indivíduos com DENA melhoram a detecção dos sons da fala, da discriminação e do reconhecimento de palavras e sentenças, porém ainda apresentam dificuldades na percepção da fala na presença de ruído.

Os estudos mostraram que não há diferença nos resultados obtidos relacionando o desempenho das habilidades auditivas de crianças com DENA usuárias de IC com perda auditiva sensorineural associadas às habilidades auditivas de detecção, discriminação e reconhecimento de palavras e sentenças.

Estudos em longo prazo com crianças com DENA usuárias de IC são necessários para avaliar o desempenho auditivo no ruído, em relação ao local da lesão e à influência e sobre o

tempo em que estas crianças atingem o desempenho máximo das habilidades auditivas, a fim de nortear a reabilitação nesta população.

## Financiamento

Este estudo foi financiado pelo FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo), nº Processo: 2011/04405-0.

## Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

## Referências

- Sininger YS, Hood LJ, Starr A, Berlin CI, Picton TW. Hearing loss due to auditory neuropathy. *Audiol Today*. 1995;7:10-3.
- Buss E, Labadie RF, Brown CJ, Gross AJ, Grose JH, Pillbury HC. Outcome of cochlear implantation in pediatric auditory neuropathy. *Otol Neurotol*. 2002;23:328-32.
- Hood LJ, Wilensky D, Li L, Berlin tC. The role of FM technology in the management of patients with auditory neuropathy/auditory dys-synchrony. Em: *Achieving clear communication employing sound solution - Proceedings of the first international FM Conference*. 2003. p. 107-11.
- Mason JC, De Micheli A, Stevens C, Ruth RA, Hashisaki GT. Cochlear implantation in patients with auditory neuropathy of varied etiologies. *Laryngoscope*. 2003;113:45-9.
- Shallop JK, Peterson A, Facer G, Fabry L, Driscoll CL. Cochlear implants in five cases of auditory neuropathy: postoperative findings and progress. *Laryngoscope*. 2001;11:555-62.
- Vermeire K, Brokx JPL, Van de Heyning PH, Cochet E, Carpentier H. Bilateral cochlear implantation in children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2003;67:67-70.
- Trautwein PG, Sinniger YS, Nelson R. Cochlear implantation in auditory neuropathy. *J Am Acad Audiol*. 2000;11:309-15.
- Somarriba K. Auditory neuropathy: language skills and hearing results with cochlear implantation. Em: *9th Symposium Abstract Book*, 2003. p. 223.
- Colletti V, Carner M, Miorelli V, Guida M, Colletti L, Fiorino F. Cochlear implant failure: is an auditory brainstem implant the answer. *Acta Otolaryngol*. 2004;124:353-7.
- Breneman AI, Gifford RH, Dejong MD. Cochlear implantation in children with auditory neuropathy spectrum disorder: long-term outcomes. *J Am Acad Audiol*. 2012;23:5-17.
- Fulmer SL, Runge CL, Jensen JW, Friedland DR. Rate of neural recovery in implanted children with auditory neuropathy spectrum disorder. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2011;144:274-9.
- Kim JR, Kim LS, Jeong SW, Kim JS, Chung SH. Recovery function of electrically evoked compound action potential in implanted children with auditory neuropathy: preliminary results. *Acta Otolaryngol*. 2011;131:796-801.
- Teagle HF, Roush PA, Woodard JS, Hatch DR, Zdanski CJ, Buss E, et al. Cochlear implantation in children with auditory neuropathy spectrum disorder. *Ear Hear*. 2010;31:325-35.
- Schramm DR, Harrison RV. Performance after cochlear implantation in children with auditory neuropathy. *Cochlear Implants Int*. 2010;11:207-12.
- Chisholm K, Gibbons A, Psarros C, Bate K, Gardner-Berry K. Longitudinal outcomes of early implantation in children with auditory neuropathy spectrum disorder (ANSD). *Cochlear Implants Int*. 2011;11:169-75.
- Rance G, Barker EJ. Speech perception in children with auditory neuropathy/dyssynchrony managed with either hearing Aids or cochlear implants. *Otol Neurotol*. 2008;29:179-82.
- Peterson A, Shallop J, Driscoll C, Breneman A, Babb J, Stoessel R, et al. Outcomes of cochlear implantation in children with auditory neuropathy. *J Am Acad Audiol*. 2003;14:188-201.
- Rance G, Cone-Wesson B, Wunderlich J, Dowell R. Speech perception and cortical event related potentials in children with auditory neuropathy. *Ear Hear*. 2002;23:239-53.
- Jeong SW, Kim LS, Kim BY, Bae WY, Kim JR. Cochlear implantation in children with auditory neuropathy: outcomes and rationale. *Acta Otolaryngol*. 2007;558:36-43.
- Walton J, Gibson WP, Sanli H, Prelog K. Predicting cochlear implant outcomes in children with auditory neuropathy. *Otol Neurotol*. 2008;29:302-9.
- Pelosi S, Rivas A, Haynes DS, Bennett ML, Labadie RF, Hedley-Williams A, et al. Stimulation rate reduction and auditory development in poorly performing cochlear implant users with auditory neuropathy. *Otol Neurotol*. 2012;33:1502-6.
- Cardon G, Sharma A. Central auditory maturation and behavioral outcome in children with auditory neuropathy spectrum disorder who use cochlear implants. *Int J Androl*. 2013;52:577-86.
- Pelosi S, Wanna G, Hayes C, Sunderhaus L, Haynes DS, Bennett ML, et al. Cochlear implantation versus hearing amplification in patients with auditory neuropathy spectrum disorder. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2013;148:815-21.
- Budenz CL, Telian SA, Arnedt C, Starr K, Arts HA, El-Kashlan HK, et al. Outcomes of cochlear implantation in children with isolated auditory neuropathy versus cochlear hearing loss. *Otol Neurotol*. 2013;34:477-83.
- Jeong SW, Kim LS. Auditory neuropathy spectrum disorder: predictive value of radiologic studies and electrophysiologic tests on cochlear implant outcomes and its radiologic classification. *Acta Otolaryngol*. 2013;133:714-21.
- Carvalho ACM, Bevilacqua MC, Samechima K, Costa AO. Auditory neuropathy/Auditory dyssynchrony in children with Cochlear Implants. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2011;77:481-7.
- Alvarenga KF, Amorim RB, Agostinho-Pesse RS, Costa AO, Nascimento LT, Bevilacqua MC. Speech perception and cortical auditory evoked potentials in cochlear implant users with auditory neuropathy spectrum disorders. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2012;76:1332-8.
- Yamaguti EH [Dissertação] Avaliação da percepção da fala em situação de ruído competitivo em crianças com Desordem do Espectro da Neuropatia Auditiva e usuárias de Implante Coclear. Bauru: Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo; 2013.
- Fernandes NF [Dissertação] Percepção da fala em crianças com Desordem do Espectro da Neuropatia Auditiva usuárias de implante coclear: um estudo longitudinal. Bauru: Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo; 2013.
- Berlin CI. Auditory neuropathy: using OAEs and ABRs from screening to management. *Semin Hear*. 1999;20:307-15.
- Sininger YS, Trautwein P. Electrical stimulation of the auditory nerve via cochlear implants in patients with auditory neuropathy. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 2002;119:29-31.
- Hood LJ. Auditory neuropathy: what is it and what can we do about it. *Hear J*. 1998;51:10-8.
- Hood LJ. Auditory neuropathy/auditory dys-synchrony: new insights. *Hear J*. 2002;55:10-20.
- Starr A, Picton TW, Sininger Y, Hood LJ, Berlin CI. Auditory neuropathy. *Brain*. 1996;119:741-53.
- Anastasio ART, Alvarenga KF, Costa OA. Eletrococleografia extratimpânica na neuropatia/dessincronia auditiva. *Rev Bras Otorrinolaringol*. 2008;74:132-6.
- Bevilacqua MC, Banhara MR, Costa EA, Vignoly AB, Alvarenga KF. The Brazilian Portuguese hearing in noise test. *Int J Androl*. 2008;47:364-5.