



Brazilian Journal of OTORHINOLARYNGOLOGY

www.bjorl.org



ARTIGO ORIGINAL

Benefit and predictive factors for speech perception outcomes in pediatric bilateral cochlear implant recipients[☆]



Young-Soo Chang^a, Sung Hwa Hong^b, Eun Yeon Kim^c, Ji Eun Choi^d,
Won-Ho Chung^a, Yang-Sun Cho^a e Il Joon Moon^{lb a,*}

^a Sungkyunkwan University School of Medicine, Samsung Medical Center, Department of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery, Seoul, Coreia do Sul

^b Sungkyunkwan University School of Medicine, Samsung Changwon Hospital, Department of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery, Seoul, Coreia do Sul

^c Myongji University Graduate School, Department of Speech and Language Pathology, Seoul, Coreia do Sul

^d Dankook University Hospital, Department of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery, Cheonan, South Korea

Recebido em 19 de dezembro de 2017; aceito em 17 de abril de 2018

Disponível na Internet em 26 de julho de 2019

KEYWORDS

Bilateral cochlear
implant;
Pediatric;
Predictive factors;
Speech perception

Abstract

Introduction: Despite recent advancement in the prediction of cochlear implant outcome, the benefit of bilateral procedures compared to bimodal stimulation and how we predict speech perception outcomes of sequential bilateral cochlear implant based on bimodal auditory performance in children remain unclear.

Objectives: This investigation was performed: (1) to determine the benefit of sequential bilateral cochlear implant and (2) to identify the associated factors for the outcome of sequential bilateral cochlear implant.

Methods: Observational and retrospective study. We retrospectively analyzed 29 patients with sequential cochlear implant following bimodal-fitting condition. Audiological evaluations were performed; the categories of auditory performance scores, speech perception with monosyllable and disyllable words, and the Korean version of Ling. Audiological evaluations were performed before sequential cochlear implant with the bimodal fitting condition (CI1 + HA) and one year after the sequential cochlear implant with bilateral cochlear implant condition (CI1 + CI2). The good performance group (GP) was defined as follows; 90% or higher in monosyllable and bisyllable tests with auditory-only condition or 20% or higher improvement of the scores with CI1 + CI2. Age at first implantation, inter-implant interval, categories of auditory performance score, and various comorbidities were analyzed by logistic regression analysis.

DOI se refere ao artigo: <https://doi.org/10.1016/j.bjorl.2018.04.009>

[☆] Como citar este artigo: Chang Y-S, Hong SH, Kim EY, Choi JE, Chung W-H, Cho Y-S, et al. Benefit and predictive factors for speech perception outcomes in pediatric bilateral cochlear implant recipients. Braz J Otorhinolaryngol. 2019;85:571–7.

* Autor para correspondência.

E-mail: moonij@skku.edu (I.J. Moon).

A revisão por pares é da responsabilidade da Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial.

2530-0539/© 2018 Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

PALAVRAS-CHAVE

Implante coclear
bilateral;
Pediátrico;
Fatores preditivos;
Percepção da fala

Results: Compared to the CI1 + HA, CI1 + CI2 provided significant benefit in categories of auditory performance, speech perception, and Korean version of Ling results. Preoperative categories of auditory performance scores were the only associated factor for being GP (odds ratio = 4.38, 95% confidence interval - 95% = 1.07-17.93, $p=0.04$).

Conclusions: The children with limited language development in bimodal condition should be considered as the sequential bilateral cochlear implant and preoperative categories of auditory performance score could be used as the predictor in speech perception after sequential cochlear implant.

© 2018 Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial. Published by Elsevier Editora Ltda. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Benefícios e fatores preditivos para os resultados de percepção da fala em pacientes pediátricos com implantes cocleares bilaterais

Resumo

Introdução: Apesar dos avanços recentes na predição do resultado do implante coclear, ainda não está claro o benefício do procedimento bilateral em comparação com a estimulação bimodal e como podemos prever resultados de percepção da fala com implante coclear bilateral sequencial com base no desempenho auditivo bimodal em crianças.

Objetivos: Este estudo foi realizado para: 1) Determinar o benefício do implante coclear bilateral sequencial e 2) Identificar os fatores associados com o resultado do implante bilateral sequencial.

Método: Estudo observacional e retrospectivo. Analisamos retrospectivamente 29 pacientes com implantes sequenciais após a adaptação bimodal. Avaliações audiológicas foram realizadas; os escores das categorias de desempenho auditivo, a percepção da fala com palavras monossílabas e dissílabas e a versão coreana de Ling. As avaliações audiológicas foram realizadas antes do implante sequencial com o ajuste bimodal (IC1 + AH) e um ano após o implante coclear sequencial com implante bilateral (IC1 + IC2). O grupo com bom desempenho (BD) foi definido da seguinte forma: 90% ou mais em testes com monossílabos e dissílabos com condição apenas auditiva ou melhoria de 20% ou mais dos escores com IC1 + IC2. A idade no primeiro implante, o intervalo interimplante, o escore categorias de desempenho auditivo e as diversas comorbidades foram analisadas através de análise de regressão logística.

Resultados: Em comparação com o IC1 + AA, IC1 + IC2 demonstraram benefícios significativos nos escores categorias de desempenho auditivo, percepção da fala e a versão coreana de Ling. Os escores de categorias de desempenho auditivo pré-operatórios foram o único fator associado para ser do grupo BD (odds ratio - OR = 4,38, intervalo de confiança de 95% - IC 95% = 1,07-17,93, $p=0,04$).

Conclusões: As crianças com desenvolvimento limitado de linguagem em condição bimodal devem ser consideradas, pois o implante coclear bilateral sequencial e o escore pré-operatório das categorias de desempenho auditivo poderiam ser usados como preditores na percepção da fala após implante sequencial.

© 2018 Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Introdução

Desde o início do desenvolvimento do implante coclear (IC) nos anos 1980, as indicações cirúrgicas têm sido continuamente expandidas. Inicialmente, o implante unilateral era considerado como a estratégia padrão para crianças com perda auditiva profunda bilateral. Crianças com implantes cocleares (ICs) unilaterais mostraram excelente capacidade de percepção da fala em ambientes acusticamente controlados, como uma sala silenciosa ou uma cabine à prova de som.¹

Entretanto, os atrasos no desenvolvimento da fala/linguagem em crianças com IC unilateral permaneceram ou aumentaram até a idade adulta.^{2,3} Assim, várias estratégias têm sido usadas para superar essa limitação e alcançar um melhor resultado nos usuários de ICs unilaterais.

Nos últimos anos, vários estudos demonstraram os benefícios da reabilitação bimodal⁴ ou IC bilateral^{5,6} em comparação com a escuta monoaural com apenas um IC.⁷ Portanto, o ajuste bimodal e o IC bilateral são agora aceitos como métodos seguros e eficazes de estimulação

auditiva bilateral para alcançar melhores resultados de fala/linguagem.⁸

No entanto, se a audição residual contralateral for insuficiente e a amplificação acústica da orelha não implantada não resultar em benefício, o IC bilateral sequencial pode ser uma opção para a obtenção de um melhor resultado.⁹ O desenvolvimento da linguagem pode ser limitado, mesmo com a condição bimodal em certos pacientes. Nesses casos, o IC bilateral sequencial deve ser considerado e a previsão precisa do resultado do desempenho pode ser necessária para fazer um IC sequencial. No entanto, apesar do recente avanço na predição do desfecho do IC, o benefício do IC bilateral em comparação com a estimulação bimodal e a capacidade de prever os resultados de percepção da fala com o IC bilateral sequencial com base no desempenho auditivo bimodal em crianças permanecem incertos.

Portanto, os objetivos do presente estudo foram: 1) Determinar o benefício do IC bilateral sequencial em comparação com o ajuste bimodal e 2) Identificar os fatores associados ao resultado do IC bilateral sequencial em pacientes pediátricos com IC unilateral.

Método

Pacientes

Revisamos retrospectivamente uma coorte de pacientes pediátricos com ICs bilaterais sequenciais em um hospital terciário, de 1º de janeiro de 2003 a 31 de dezembro de 2012. Pacientes implantados simultaneamente foram excluídos. Vinte e nove pacientes pediátricos (16 meninos e 13 meninas) submetidos a IC sequencial após a condição de ajuste bimodal foram incluídos. Todas as crianças incluídas apresentavam surdez pré-lingual e foram implantadas sequencialmente em condições de ajuste bimodal. Este estudo foi aprovado pelo comitê de ética institucional (2014, 910-083). Todos os indivíduos forneceram seu consentimento informado e de anuência por escrito antes do início do teste.

Em nosso centro, o lado do primeiro implante foi determinado pela equipe de IC que considerou o estado da audição, as anomalias das estruturas da orelha interna e a visibilidade do nervo coclear na ressonância magnética. De uma forma geral, o primeiro implante foi feito no lado com pior audição e um aparelho auditivo (AA) foi usado no lado com melhor audição imediatamente após o diagnóstico de surdez pré-lingual. Entre esses receptores de IC unilateral com ajuste bimodal e continuamente com o uso dessa condição de ajuste bimodal, aqueles que não apresentaram benefício significativo do aparelho auditivo contralateral durante as avaliações de acompanhamento e não alcançaram suas habilidades linguísticas das crianças com IC unilateral em exames audiológicos/linguísticos repetidos nos testes verbais foram considerados candidatos adequados para receber ICs bilaterais sequenciais. Portanto, um segundo implante foi feito sequencialmente.

Todos os pacientes foram acompanhados por pelo menos um ano após o implante bilateral. Eles cumpriram nosso protocolo pós-implante, inclusive terapia fonoaudiológica regular, uso consistente de implantes e avaliações regulares de acompanhamento. Todos os pacientes nasceram com perda auditiva profunda bilateral. A idade no primeiro IC (IC1) variou de 14 a 136 meses (média de 32,2;

Tabela 1 Dados demográficos dos indivíduos (n = 29)

Sexo	M: 16 / F: 13		
IC1 LImp	D: 24 / E: 5		
Anomalias da orelha interna	Nenhum: 20 / Anomalias: 9		
Combinado com distúrbio do desenvolvimento	Nenhum: 26 / Distúrbio: 3		
	Média	SD	Mediana
Idade no IC1 (ms)	32,2	26,5	23,0
Idade no IC2 (ms)	72,3	36,4	60,0
Intervalo interimplante (ms)	40,1	18,0	35,0
IC1 + AA CAP	4,7	1,7	5,0

CAP, escala de categorias do desempenho auditivo; D, direito; E, esquerdo; F, Feminino; IC1, primeiro implante coclear; IC1 + AA, avaliações audiológicas feitas com o ajuste da condição bimodal antes do implante coclear sequencial; LImp, lado do implante; M, Masculino; ms, meses.

desvio-padrão (DP), 26,5). A idade no segundo IC (IC2) variou de 38 a 176 meses (média de 72,3; DP, 36,4) (tabela 1). O intervalo médio entre implantes foi de 40,1 meses (DP, 18,0). Nove das 29 crianças tinham vários tipos de anomalias da orelha interna. Três das 29 crianças apresentaram distúrbios de desenvolvimento associados, tais como atraso global de desenvolvimento, retardo mental e síndrome de Noonan (tabela suplementar 1). Anomalias da orelha interna foram avaliadas por tomografia computadorizada pré-operatória ou ressonância magnética. Em todas as crianças, o IC foi feito com sucesso sem complicações intraoperatórias.

Medidas

O protocolo pré-operatório de IC para crianças incluiu avaliações audiológicas, de desenvolvimento, psicológicas, neurológicas e oftalmológicas, com testes de rotina para anestesia geral. Avaliações audiológicas pré e pós-operatórias foram feitas. A percepção auditiva foi avaliada através dos escores das categorias de desempenho auditivo (CAP, do inglês *Categories of Auditory Performance*). A avaliação do escore CAP foi processada cegamente por um fonoaudiólogo experiente. A percepção de fala nas condições auditiva apenas (AO) e audiovisual (AV) foi avaliada com palavras monossílabas e dissílabas. Os estímulos foram apresentados com a voz ao vivo e monitorada de um médico cujo rosto estava escondido atrás de uma tela de malha. O nível de apresentação foi de aproximadamente 70 dB NPS, determinado com um medidor de nível de som portátil, conforme descrito anteriormente.¹⁰ Os pacientes foram instruídos a repetir cada item de estímulo apresentado. Um fonoaudiólogo experiente esteve presente durante o teste para transcrever as respostas verbais dos pacientes. Os itens de estímulo usados em cada teste foram apresentados em ordem aleatória. A produção da fala e a capacidade de linguagem foram avaliadas com a versão coreana do estágio de Ling (K-Ling).¹¹ Um questionário para avaliar a satisfação de cada genitor foi aplicado um ano após o IC bilateral sequencial e comparado com a satisfação com o IC bimodal. A satisfação subjetiva foi avaliada e variou de +5 (muito satisfeito) a -5 (muito desapontado). O questionário usado neste estudo é apresentado na tabela 2.

Tabela 2 Questionários

Questão 1 (Satisfação geral)	Qual o nível de satisfação de seu (sua) filho (a) com o implante coclear bilateral em comparação com o implante coclear unilateral e o aparelho auditivo unilateral?
Questão 2 (Localização sonora)	Qual o nível de satisfação de seu (sua) filho (a) com o reconhecimento da direção do som na vida cotidiana com o implante coclear bilateral em comparação com o implante coclear unilateral e o aparelho auditivo unilateral?
Questão 3 (Reconhecimento de palavras no ruído)	Qual o nível de satisfação de seu (sua) filho (a) com a compreensão de palavras em condições de ruído com o implante coclear bilateral em comparação com o implante coclear unilateral e o aparelho auditivo unilateral?

Protocolos de teste

Um a três meses antes do IC sequencial, as avaliações audiológicas foram feitas com a condição de ajuste bimodal (IC1 + AA). O desempenho bilateral do IC (IC1 + IC2) foi avaliado um ano após o segundo implante sequencial.

Inicialmente, comparamos os resultados do exame audiológico entre as condições bimodal e bilateral para identificar o benefício audiológico do IC bilateral sequencial. A condição bimodal foi testada antes do implante bilateral. A condição bilateral foi testada um ano após o segundo implante. Os resultados do questionário foram analisados para identificar o benefício do IC bilateral sequencial.

Para avaliar o resultado da percepção da fala, analisamos os resultados em um grupo dividido de acordo com o desempenho: Grupo de Bom Desempenho (BD) e Grupo de Desempenho Ruim (DR). O grupo BD foi definido da seguinte forma: $\geq 90\%$ em testes monossílabos e dissílabos com condição de AO ou $\geq 20\%$ de melhoria nos escores com IC bilateral sequencial quando comparados com aqueles obtidos em condições bimodais.

Foram então identificados fatores associados aos desfechos de IC bilateral sequencial (IC1 + IC2), inclusive idade no primeiro implante, intervalo interimplante, escore de CAP avaliado com a condição bimodal antes do segundo IC e várias comorbidades dos pacientes. De acordo com as comorbidades, os pacientes foram alocados nos seguintes grupos: 1) Sem comorbidade; 2) Com anomalias da orelha interna, mas sem distúrbio de desenvolvimento associado; e 3) Com distúrbios de desenvolvimento associados, independentemente das anomalias da orelha interna. Após a análise da associação dos benefícios e fatores com IC bilateral sequencial, foram analisadas as características básicas dos pacientes que não atingiram os critérios de BD.

Métodos estatísticos

As variáveis quantitativas foram expressas como médias (DP) e/ou medianas. Variáveis categóricas foram expressas em frequências. As mudanças nos escores médios de

Tabela 3 Escores médios de desempenho

		N	Média (%)	DP	Mediana
IC1 + AA	CAP	29	4,71	1,72	5,0
	AO-m (%)	29	47,3	40,4	60,0
	AO-di (%)	29	52,6	43,7	76,0
	AV-m (%)	29	57,5	46,8	84,0
	AV-di (%)	29	59,7	48,0	96,0
	Nível fonológico K-Ling	29	5,4	2,1	6,0
	Nível fonético K-Ling	29	4,9	2,0	5,0
IC1 + IC2	CAP	28	5,71	1,12	6,0
	AO-m (%)	29	76,1	34,1	90,0
	AO-di (%)	29	79,7	35,0	96,0
	AV-m (%)	29	84,1	34,9	100,0
	AV-di (%)	29	84,8	34,2	100,0
	Nível fonológico K-Ling	29	6,5	1,9	7,0
	Nível fonético K-Ling	29	6,2	1,8	7,0

AO, modo auditivo apenas; AV, modo audiovisual; CAP, escala de categorias do desempenho auditivo; di, reconhecimento de dissílabos; IC1 + AA, avaliações audiológicas feitas com a condição de ajuste bimodal antes do implante coclear sequencial; IC1 + IC2, avaliações audiológicas feitas com o implante coclear bilateral um ano após o segundo implante sequencial; m, reconhecimento de monossílabos; Nível fonético de K-Ling pré-IC2, versão coreana do nível fonético do Estágio de Ling; Nível fonológico de K-Ling, versão coreana do nível fonológico do Estágio de Ling.

desempenho foram analisadas com teste *t* pareado ou teste dos postos sinalizados de Wilcoxon. A associação entre fatores e desfechos do IC bilateral sequencial foi examinada por análise de regressão logística. Todas as análises foram feitas com o programa *Statistical Package for Social Sciences*, versão 20 (SPSS, Chicago, IL, EUA). Um valor de $p \leq 0,05$ foi considerado estatisticamente significativo.

Resultados

Benefício do IC bilateral sequencial comparado com o ajuste bimodal

Todos os resultados de desempenho estão resumidos na [tabela 3](#). Em comparação com os escores bimodais (IC1 + AA), o IC bilateral sequencial forneceu um benefício audiológico significativamente melhor com base nos escores de CAP. O escore médio de CAP com a condição bimodal foi de 4,7. Ele aumentou ($p < 0,001$, teste *t* pareado) para 5,7 entre o IC bilateral sequencial. A diferença no escore de CAP com as duas condições foi de 1,00 (DP $\pm 1,31$).

Tanto o nível fonológico quanto o fonético melhoraram significativamente com o IC bilateral sequencial. A média do nível fonológico de K-Ling melhorou significativamente do IC bimodal para bilateral sequencial (5,4 a 6,5, $p < 0,001$, teste

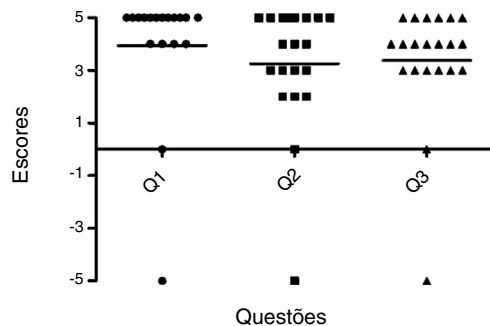
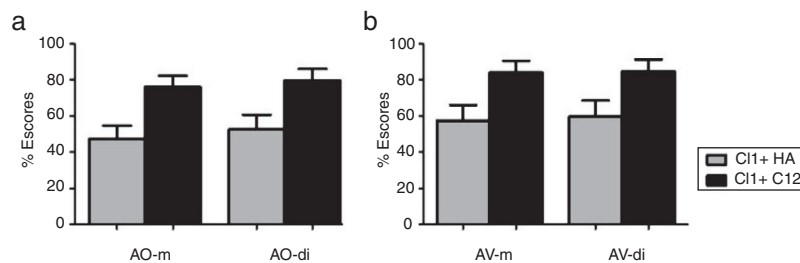


Figura 2 Resultado significativo da satisfação observada em pais de 22 (75,9%) das 29 crianças (Q1, Satisfação geral; Q2, localização sonora, Q3, reconhecimento de palavras no ruído).

Os pais de 22 (75,9%) das 29 crianças responderam aos questionários. Os escores geral de satisfação, de localização sonora e de reconhecimento de palavras no ruído foram 3,23 ($DP \pm 2,76$), 2,95 ($DP \pm 2,48$), e 3,23 ($DP \pm 2,31$), respectivamente (fig. 2). A classificação média de cada questionário de acordo com as comorbidades não mostrou diferença significativa (teste de Kruskal-Wallis). Apenas uma criança relatou desconforto com o segundo IC. Apesar da sensação de tontura sofrida após o segundo IC ocasionalmente, a criança apresentou melhoria global no exame audiológico com IC bilateral sequencial.

Fatores associados ao resultado do IC bilateral sequencial

Com nossos critérios, 24 (82,8%) das 29 crianças foram diagnosticadas com BD. No entanto, cinco crianças não conseguiram preencher os critérios do grupo BD. A análise de

regressão logística mostrou que o escore de CAP do IC1 + AA foi o único fator significativo associado ao BD (OR = 4,38; IC95% 1,07-17,93; $p = 0,04$). Outros fatores não alcançaram significância estatística na associação com os resultados de percepção da fala (tabela suplementar 2 e [fig. 3](#)). Os dados demográficos do grupo BD e do grupo DR estão resumidos na [tabela 4](#).

Discussão

O presente estudo mostrou que o IC bilateral sequencial poderia trazer mais benefícios à percepção da fala do que a condição bimodal, quando o benefício dos aparelhos auditivos era limitado. O escore de CAP, o nível fonológico/fonético de K-Ling e a percepção da fala avaliada por monossílabos e dissílabos nos modos AO/AV apresentaram melhoria significativa com IC bilateral sequencial em comparação com aqueles de condição bimodal. Essa descoberta é semelhante ao resultado de Blamey,¹² indica que um segundo IC provavelmente fornecerá resultado pós-operatório da fala um pouco melhor do que um AA adicional. Estudos anteriores relataram o benefício do IC bilateral comparado com a reabilitação bimodal na condição de ruído¹³ ou no teste de localização sonora. Além do conhecimento prévio, verificamos que o IC bilateral sequencial em uma condição sem ruído apresentou benefício na percepção da fala comparado com a reabilitação bimodal. Este estudo incluiu crianças com anomalias da orelha interna ou distúrbio do desenvolvimento. O benefício de percepção da fala foi consistente nessas crianças. Além disso, o IC bilateral sequencial mostrou benefício na localização sonora e no reconhecimento de palavras nas condições de ruído, após analisar a satisfação das crianças com IC bilateral sequencial relatada pelos pais.

Administramos um critério para BD para a avaliação do IC bilateral sequencial e identificamos que um melhor escore pré-operatório de CAP estava significativamente associado ao BD após o segundo implante de IC. Quando comparamos o desempenho da fala entre a estimulação bimodal e o IC bilateral sequencial, adotamos os resultados da estimulação AO. A informação verbal transmitida aos ouvintes através da estimulação AV é frequentemente considerada mais eficiente do que a estimulação AO.¹⁴ Para minimizar o efeito teto do resultado do teste, introduzimos o resultado da estimulação AO na análise comparativa. Apesar do efeito teto no desempenho, esse resultado pode ser usado para prever o desempenho do 2º IC com o escore CAP pré-operatório.

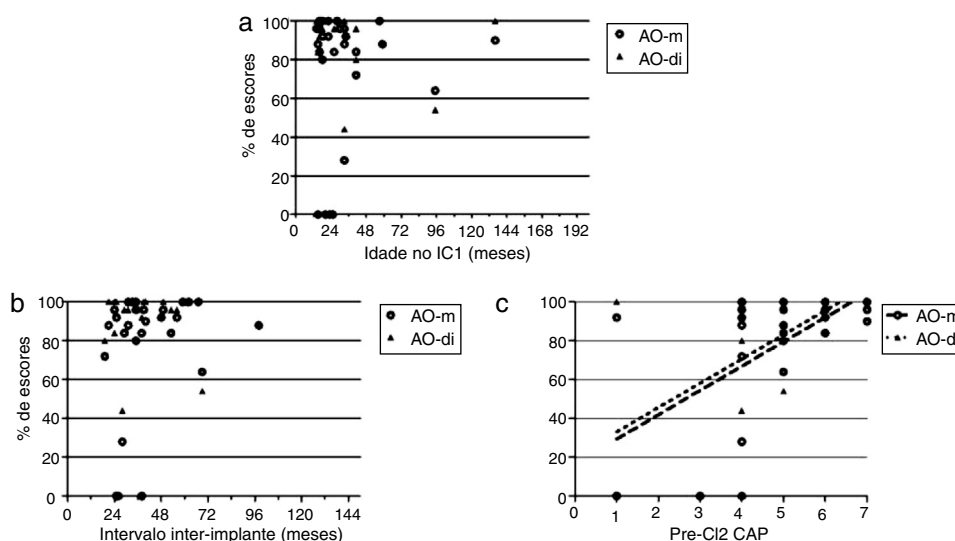


Figura 3 Diagrama de dispersão de escores de AO-m (círculo branco) e AO-di (triângulo preto) na condição de IC bilateral de acordo com a idade no IC1 (a), intervalo inter-implante (b) e escore IC1 + AA CAP (c). IC1, primeiro implante coclear; AO, modo auditivo apenas; AV, modo audiovisual; m, reconhecimento de monossílabos; di, reconhecimento de dissílabos.

Tabela 4 Dados demográficos dos grupos com bom desempenho e desempenho ruim

	Bom desempenho (n = 24)	Desempenho ruim (n = 5)	p-valor
Sexo			1,00 ^a
Masculino	13	3	
Feminino	11	2	
Anomalias da orelha interna			0,29 ^a
Nenhuma	18	2	
Anomalias	6	3	
Combinado com distúrbio de desenvolvimento			1,00 ^a
Nenhum	22	4	
Distúrbio	2	1	
Idade no IC1 (ms)	33,04 ± 28,23	28,40 ± 17,52	0,93 ^b
Idade no IC2 (ms)	72,63 ± 34,55	71,00 ± 48,81	0,38 ^b
Intervalo inter-implante (ms)	39,58 ± 14,86	42,60 ± 31,43	0,67 ^b
IC1 + AA CAP	5,13 ± 1,39	2,80 ± 1,79	0,01 ^b

IC1 + AA, avaliações audiológicas feitas com a condição de ajuste bimodal antes do implante coclear sequencial; CAP, escala de categorias do desempenho auditivo; ms, meses.

^a Teste exato de Fisher.

^b Teste de Mann-Whitney.

Tem sido relatado que os benefícios do IC bilateral sequencial em curto prazo são mais evidentes em crianças com intervalos curtos entre os dois implantes sequenciais.¹⁵ Em nossa análise, no entanto, o intervalo interimplante não mostrou associação significativa com o desempenho da fala com IC bilateral sequencial. Esse fator foi eliminado durante a análise de regressão logística neste estudo. Esse achado pode estar relacionado à estimulação contínua em ambos os lados da orelha com IC e AA. Embora a audição residual na orelha contralateral para do 1º IC tenha sido mínima, as crianças incluídas no estudo passaram a usar o AA em sua orelha contralateral após o diagnóstico de perda auditiva profunda em ambos os lados da orelha e continuaram até o segundo implante. Acredita-se que o desenvolvimento do córtex auditivo é significativamente

influenciado pela estimulação auditiva contínua mesmo em animais com surdez congênita.¹⁶ Portanto, tal estimulação auditiva ininterrupta pode ter proporcionado proteção contra a privação do córtex ou do nervo auditivo na orelha sem IC e minimizou o efeito do intervalo interimplante. Portanto, nossos achados sugerem que a administração precoce de AA no lado contralateral ao 1º IC pode ser necessária. Além disso, estudos recentes relataram que o intervalo interimplante não foi correlacionado com medidas de desempenho na população adolescente ou em um grupo mais jovem de crianças e esses estudos concluíram que um segundo implante poderia ser benéfico mesmo após um intervalo substancial entre os implantes.¹⁷

O presente estudo objetivou determinar o benefício do IC bilateral sequencial em relação à condição bimodal e

identificar fatores associados ao desempenho auditivo com IC bilateral sequencial na população pediátrica. No entanto, devido à sua natureza retrospectiva, este estudo tem algumas limitações. Avaliamos a percepção da fala nos modos de estimulação AO e AV com o uso de palavras monossílabas e dissílabas. No entanto, o efeito-teto foi relatado nessa avaliação. Além disso, um estudo recente sugeriu que o uso da voz ao vivo monitorada para a avaliação da percepção da fala na clínica audiológica pediátrica pode superestimar o desempenho das crianças.¹⁸ Tanto o efeito-teto quanto a superestimação do desempenho após o uso da voz ao vivo monitorada podem afetar o esclarecimento do desempenho das crianças. Além disso, as possíveis influências de inúmeros fatores podem ter sido subestimadas neste estudo retrospectivo. Especialmente quando interpretamos os resultados com a análise dos questionários dos pais, devemos ter em mente possíveis vieses de recordação. Além disso, as crianças com boa percepção da fala podem ter desempenho limitado em condições reais, como a condição de ruído. Para minimizar o efeito dessas limitações, pesquisamos a satisfação relatada pelos pais no IC bilateral sequencial e observamos que o IC bilateral sequencial apresentou benefícios na vida diária. Outras avaliações da fala no ruído ou desempenho de localização sonora em condições controladas, que geralmente são feitas em um ambiente mais realista e desafiador e que podem trazer benefícios para avaliar o desempenho de maneira mais precisa, são necessárias para elucidar os benefícios e fatores adicionais associados ao IC bilateral sequencial em comparação com condições bimodais.

Conclusão

Em resumo, os resultados deste estudo mostraram que o IC bilateral sequencial demonstrou benefício adicional em comparação com a condição bimodal em relação ao escore CAP, ao nível fonológico/fonético de K-Ling e o nível de percepção da fala. Crianças com escores mais altos de CAP pré-operatório em condições bimodais tiveram associação significativamente positiva com bom desempenho na percepção da fala após IC sequencial. Portanto, crianças com desenvolvimento limitado da linguagem em condição bimodal devem ser consideradas para o IC bilateral sequencial, independentemente do intervalo interimplante e o escore pré-operatório de CAP pode ser usado como preditor de bom desempenho na percepção da fala após IC sequencial.

Aprovação ética

Este estudo foi aprovado pelo Conselho de Ética Institucional do Samsung Medical Center (2014-910-083).

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Apêndice A. Material adicional

Pode-se consultar o material adicional para este artigo na sua versão eletrônica disponível em [doi:10.1016/j.bjorlp.2018.04.003](https://doi.org/10.1016/j.bjorlp.2018.04.003).

Referências

1. Blamey PJ, Sarant JZ, Paatsch LE, Barry JG, Bow CP, Wales RJ, et al. Relationships among speech perception, production, language, hearing loss, and age in children with impaired hearing. *Journal of speech, language, and hearing research. JSLHR*. 2001;2:264–85.
2. Valente M, Mispagel K, Valente LM, Hullar T. Problems and solutions for fitting amplification to patients with Meniere's disease. *J Am Acad Audiol*. 2006;1:6–15.
3. Gfeller K, Turner C, Oleson J, Zhang X, Gantz B, Froman R, et al. Accuracy of cochlear implant recipients on pitch perception, melody recognition, and speech reception in noise. *Ear Hear*. 2007;3:412–23.
4. Firszt JB, Reeder RM, Skinner MW. Restoring hearing symmetry with two cochlear implants or one cochlear implant and a contralateral hearing aid. *J Rehabil Res Dev*. 2008;5:749–67.
5. van Schoonhoven J, Sparreboom M, van Zanten BG, Scholten RJ, Mylanus EA, Dreschler WA, et al. The effectiveness of bilateral cochlear implants for severe-to-profound deafness in adults: a systematic review. *Otol Neurotol*. 2013;2:190–8.
6. Litovsky RY, Johnstone PM, Godar SP. Benefits of bilateral cochlear implants and/or hearing aids in children. *Int J Audiol*. 2006;S78–91.
7. Wolfe J, Baker S, Caraway T, Kasulis H, Mears A, Smith J, et al. 1-year postactivation results for sequentially implanted bilateral cochlear implant users. *Otol Neurotol*. 2007;5:589–96.
8. Basura GJ, Eapen R, Buchman CA. Bilateral cochlear implantation: current concepts, indications, and results. *Laryngoscope*. 2009;12:2395–401.
9. van Hoesel RJ, Tyler RS. Speech perception, localization, and lateralization with bilateral cochlear implants. *J Acoust Soc Am*. 2003;3:1617–30.
10. Moon IJ, Kim EY, Jeong JO, Chung WH, Cho YS, Hong SH. The influence of various factors on the performance of repetition tests in adults with cochlear implants. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2012;3:739–45.
11. Moon IJ, Kim EY, Chu H, Chung WH, Cho YS, Hong SH. A new measurement tool for speech development based on Ling's stages of speech acquisition in pediatric cochlear implant recipients. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2011;4:495–9.
12. Blamey PJ, Maat B, Baskent D, Mawman D, Burke E, Dillier N, et al. A retrospective multicenter study comparing speech perception outcomes for bilateral implantation and bimodal rehabilitation. *Ear Hear*. 2015;4:408–16.
13. Schafer EC, Amlani AM, Paiva D, Nozari L, Verret S. A meta-analysis to compare speech recognition in noise with bilateral cochlear implants and bimodal stimulation. *Int J Audiol*. 2011;12:871–80.
14. Arnold P, Hill F. Bisenory augmentation: a speechreading advantage when speech is clearly audible and intact. *Br J Psychol*. 2001;339–55.
15. Gordon KA, Papsin BC. Benefits of short interimplant delays in children receiving bilateral cochlear implants. *Otol Neurotol*. 2009;3:319–31.
16. Landsberger DM, Srinivasan AG. Virtual channel discrimination is improved by current focusing in cochlear implant recipients. *Hear Res*. 2009;1–2:34–41.
17. Friedmann DR, Green J, Fang Y, Ensor K, Roland JT, Waltzman SB. Sequential bilateral cochlear implantation in the adolescent population. *Laryngoscope*. 2015;8:1952–8.
18. Uhler K, Biever A, Gifford RH. Method of speech stimulus presentation impacts pediatric speech recognition: monitored live voice versus recorded speech. *Otol Neurotol*. 2016;2:e70–4.