

Speech perception in cochlear implant users with the HiRes 120 strategy: a systematic review

Percepção da fala de usuários de implante coclear com a estratégia HiRes 120: revisão sistemática

Tatiana Mendes de Melo¹, Maria Cecília Bevilacqua², Orozimbo Alves Costa³

Keywords:

cochlear implants,
hearing loss,
speech perception.

Palavras-chave:

implante coclear,
percepção da fala,
perda auditiva.

Abstract

Despite technological advances employed in signal processing strategies, one of the remaining obstacles are spectral gap details on the information transmitted. Considering its importance in speech perception, researchers have investigated mechanisms to optimize spectral details through virtual spectral channels. The clinical application of this technique resulted in a new approach to signal processing - the HiRes 120. **Objective:** To assess the auditory performance of cochlear implant users with the HiRes 120 strategy. **Methodology:** The literature review was conducted in an electronic database, with standard bibliographic search in the year 2011, using specific keywords. In order to select and evaluate the scientific studies found in the search, we setup search containing the following aspects: type of study, subjects, intervention used and evaluation of the results. **Conclusion:** Scientific evidence points to an improvement in hearing performance in noisy environments with the HiRes 120 strategy, but this does not occur in quiet situations. The optimization of speech perception with this strategy is closely related to the cochlear implant user's age, to the time of sensory deprivation and the acclimatization time required to use the strategy's spectral information.

Resumo

Apesar dos avanços tecnológicos empregados nas estratégias de processamento do sinal, um dos obstáculos ainda existentes são as lacunas de detalhes espectrais na informação elétrica transmitida. Considerando a sua importância na percepção da fala, pesquisadores investigaram mecanismos para otimizar o detalhamento espectral, por meio dos canais espectrais virtuais. A aplicação clínica desta técnica resultou em uma nova estratégia de processamento de sinal - a HiRes 120. **Objetivo:** Avaliar o desempenho auditivo de usuários de Implante Coclear com a HiRes 120. **Metodologia:** Levantamento bibliográfico conduzido em base eletrônica de dados, com busca padronizada até o ano de 2011, utilizando-se palavras-chave específicas. Para a seleção e avaliação dos estudos científicos levantados na busca, foram estabelecidos critérios, contemplando os aspectos: tipo de estudo, participantes, intervenção adotada e avaliação dos resultados. **Conclusão:** As evidências científicas apontam uma melhora do desempenho auditivo nas situações de ruído com a estratégia HiRes 120, mas tal fato não ocorre nas situações de silêncio. A otimização da percepção da fala com o uso da estratégia está intimamente relacionada com a idade do usuário de implante coclear, com o tempo de privação sensorial e o tempo de aclimatização necessário para o aproveitamento das informações espectrais da estratégia.

¹ Mestrado em Fonoaudiologia (Professora do Curso de Fonoaudiologia da Universidade de Guarulhos).

² Professora Titular da Universidade de São Paulo - Campus Bauru. (Fonoaudióloga. Coordenadora do Centro de Pesquisas Audiológicas do Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais da USP - Campus Bauru).

³ Professor Titular do Curso de Fonoaudiologia da Faculdade de Odontologia de Bauru - Universidade de São Paulo. Universidade de São Paulo.

Endereço para correspondência: Tatiana Mendes de Melo. Rua Porto Alegre, 243 apto 52B. São Paulo - SP. CEP: 03185-020.
E-mail: tmelo@prof.ung.br

Este artigo foi submetido no SGP (Sistema de Gestão de Publicações) da BJORL em 29 de agosto de 2011. cod. 8751.
Artigo aceito em 25 de dezembro de 2011.

INTRODUÇÃO

O implante coclear multicanal (IC) representa o mais importante avanço no tratamento de deficientes auditivos de grau grave e/ou profundo bilateral que não apresentam aproveitamento com o aparelho de amplificação sonora individual (AASI).

As estratégias de processamento de sinal são caracterizadas por um conjunto de regras para converter os sinais acústicos em estimulação elétrica. O som de entrada é dividido em um número de filtros pré-determinados. Cada filtro será direcionado a um canal específico, que, por sua vez, seleciona as principais características acústicas do som de entrada, que serão codificadas em uma estimulação elétrica.

Apesar dos avanços tecnológicos empregados nas estratégias de processamento do sinal, ainda é um desafio proporcionar que a conversão dos sinais acústicos em estimulação elétrica seja realizada com a maior fidedignidade possível, nas três dimensões do som: intensidade, tempo (resolução temporal) e frequência.

Um dos obstáculos ainda existentes são as lacunas de detalhes espectrais na informação elétrica transmitida. Nos IC, o feixe de eletrodos busca o aproveitamento do tonotopismo coclear, isto é, as informações espectrais de alta frequência são enviadas para os eletrodos basais, enquanto as informações de baixa frequência são enviadas a mais eletrodos apicais, permitindo, assim, que diferentes *pitchs* sejam percebidos pelo paciente. Entretanto, o número de informações espectrais é limitado ao número de eletrodos intracocleares, que, por sua vez, define o número de faixas espectrais de estimulação. Considerando a importância da resolução espectral na percepção da fala para usuários de IC, pesquisadores investigaram mecanismos para otimizar o detalhamento espectral sem adição de eletrodos adicionais no feixe inserindo na cóclea, por meio da técnica do direcionamento de corrente elétrica - também chamado de **canais espectrais virtuais**.

O conceito dos canais virtuais refere-se à estimulação de dois eletrodos adjacentes, de forma simultânea, para gerar percepções de *pitchs* intermediários, isto é, a variação da proporção de corrente elétrica que é fornecida nos dois contatos físicos resulta em um campo elétrico, que é dirigido às fibras neurais existentes entre os eletrodos adjacentes, criando, assim, os canais espectrais virtuais.

A aplicação clínica dos canais espectrais virtuais resultou em uma nova estratégia de processamento de sinal nos implantes da *Advanced Bionics - a HiResolution with Fidelity* (HiRes 120), lançada em 2006. Embora a representação mais precisa do aspecto espectral torne-se possível com a HiRes 120, ainda não é totalmente claro se esta informação espectral adicional é significativa para os pacientes. É importante ressaltar que esta é a concepção

desta nova estratégia de codificação, mas a estimulação de estruturas neurais em diferentes etiologias da deficiência auditiva leva a diferentes resultados.

Nesta perspectiva, o objetivo do presente estudo foi avaliar o desempenho auditivo de usuários de IC com a estratégia HiRes 120, por meio da revisão sistemática da literatura.

METODOLOGIA

Considerando que a revisão sistemática é realizada a partir da formulação de questões específicas que direcionam a busca, das publicações, a pergunta da investigação do presente estudo foi *“Há algum benefício proporcionado pela estratégia de processamento de sinal HiRes 120, comparada à HiRes, no desempenho auditivo de pacientes usuários de IC?”*

Para a seleção e avaliação dos estudos científicos levantados na busca eletrônica, foram estabelecidos critérios contemplando os aspectos: tipo de estudos, participantes, a intervenção adotada e a avaliação dos resultados, que podem ser visualizados no Quadro 1.

Quadro 1. Critérios estabelecidos para seleção e avaliação dos estudos científicos obtidos no levantamento bibliográfico.

Aspectos contemplados	Critérios estabelecidos
Tipo de estudos	Revisões sistemáticas, metanálises e estudos controlados randomizados
Participantes	Usuários de IC, independentemente do gênero, da idade no momento da cirurgia e tempo de privação sensorial
Intervenção	Uso da estratégia HiRes 120
Avaliação dos resultados	Resultados de testes de percepção da fala

O levantamento bibliográfico foi conduzido em base eletrônica de dados, com as estratégias de busca apresentadas no Quadro 2.

O levantamento bibliográfico foi realizado em bases de dados de acesso público, tais como: Lilacs, Medline e Scielo; e em bases de dados de acesso restrito, tais como: Scopus, Embase, Science Direct online e Web of Science. Não houve restrição no ano de publicação, ou seja, foram analisados os estudos publicados até março de 2011. A partir desta data, foi utilizada a opção “alerta” oferecida pelas bases eletrônicas, que se trata de uma ferramenta que permite ao pesquisador receber informações semanais ou mensais, conforme sua escolha, sobre a publicação de novos estudos relacionados à estratégia de busca utilizada na base de dados.

Na busca foram avaliados e selecionados apenas os estudos cujo título, resumo ou corpo do artigo tivesse relação com o objeto do presente estudo. Após a seleção dos resumos de estudos encontrados, pertinentes à questão

Quadro 2. Estratégias de busca utilizadas para realização de levantamento bibliográfico.

Estratégia de Busca	
Português	Inglês
Implante coclear and Percepção auditiva	Cochlear implant and Speech perception
Implante coclear and Reabilitação da deficiência auditiva	Cochlear implant and Follow-up studies
Percepção auditiva and Reabilitação da deficiência auditiva	Cochlear implant and Rehabilitation of hearing impairment
Implante coclear and Percepção da fala	Cochlear implant and Treatment outcome
	Cochlear implant and Speech perception and Follow-up studies
	Cochlear implant and Speech perception and Rehabilitation of hearing impairment
Reabilitação da deficiência auditiva and Percepção da fala	Cochlear implant and Speech perception and Treatment outcome
	Cochlear implant and Follow-up studies and Rehabilitation of hearing impairment
	Cochlear implant and Follow-up studies and Treatment outcome
	Cochlear implant and Rehabilitation of hearing impairment and Treatment outcome

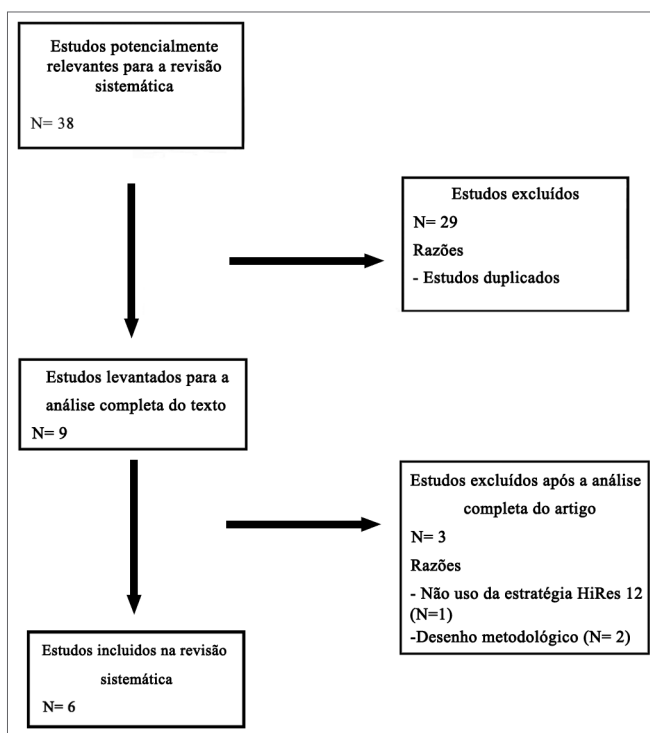
proposta, foi realizada a recuperação dos artigos em texto completo. Os dados de cada um dos artigos potencialmente relevantes para revisão sistemática foram coletados por meio de uma ficha protocolar.

Ao final do levantamento, foram selecionados 38 resumos; porém, foram excluídos os artigos duplicados nas bases de dados e, assim, foram obtidos nove estudos potencialmente relevantes para a revisão sistemática, que foram resgatados para a leitura na íntegra.

Após a leitura e a análise dos artigos levantados, seis foram selecionados para a revisão sistemática, um foi excluído por testar uma versão de pesquisa da estratégia HiRes 120, chamada de SpecRes, e outros dois estudos foram excluídos em função do desenho metodológico, ou seja, eram estudos transversais. O fluxograma a seguir (Fluxograma 1) apresenta uma síntese do processo de obtenção dos artigos selecionados para a revisão sistemática da literatura.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os IC têm sido aprimorados drasticamente ao longo dos anos desde os dispositivos monocanais desenvolvidos no início da década de 70. As modificações na qualidade da



Fluxograma 1. Síntese do processo de obtenção dos artigos selecionados para revisão sistemática.

eletrônica, no feixe de eletrodos, é um dos aspectos mais importantes e, com isto, o aprimoramento das estratégias de codificação de som tem contribuído para a melhoria na percepção da fala dos usuários de IC.

Os dispositivos da *Advanced Bionics* foram inicialmente comercializados no início da década de 90, com os IC Clarion 1.0 e 1.2, com as estratégias de fala *continuous interleaved strategy* (CIS), *multiple pulsatile sampler* (MPS) e *simultaneous analog stimulation* (SAS). Um grande passo para os dispositivos da *Advanced Bionics* foi representado pela entrada no mercado, em 2002, do processamento de sinal de fala HiResolution (HiRes), que proporcionou maior detalhamento temporal da informação acústica que as estratégias de processamento de sinal descritas anteriormente. A HiRes trabalha com 16 canais ativos, com um mínimo de 10.8 μ s de largura de pulso e taxa de estimulação de até 5.156 pps por canal.

Contudo, uma das limitações dos IC é a lacuna de detalhes espectrais na informação elétrica transmitida. Isto é resultante de uma série de fatores, como a sobrevivência irregular das fibras do nervo auditivo no local específico onde o eletrodo está estimulando e o número limitado de eletrodos estimulantes junto ao feixe de eletrodos. Em 2006, tecnologicamente, foi possível aplicar os canais espectrais virtuais em um estratégia de processamento do sinal, a HiRes120, aumentando, assim, o número de sítios de estimulação intracoclear e, conseqüentemente,

proporcionando maiores informações espectrais para o usuário de IC, juntamente com os demais benefícios já proporcionados com a estratégia HiRes.

Após o levantamento bibliográfico da literatura nacional e internacional em bases de dados eletrônicas, foi possível identificar que os estudos que abordam o desempenho auditivo de usuários de IC com a estratégia HiRes 120 foram publicados a partir de 2008. Dos nove estudos revisados na íntegra, três foram excluídos da revisão sistemática - um por testar uma versão de pesquisa da estratégia HiRes 120¹, chamada de *SpecRes* e outros dois estudos foram excluídos em função do desenho metodológico apresentado^{2,3}, isto é, estudos que avaliaram longitudinalmente o desempenho de percepção da fala dos usuários de IC após a conversão da estratégia HiRes para HiRes 120; porém, não tinham grupo controle e nem reavaliaram o desempenho auditivo dos participantes com a estratégia HiRes após o uso da HiRes 120. Isto inviabilizou a manutenção destas pesquisas na revisão sistemática, pois seus resultados podem ter sido influenciados pelo efeito de aprendizagem, ou seja, a melhora do desempenho não ocorreu por conta da mudança de estratégia, mas sim por uma melhora da percepção auditiva como um todo, a partir de uma maior experiência auditiva com o uso do IC.

Dos seis estudos que foram incluídos nesta revisão sistemática, uma pesquisa foi desenvolvida com crianças, com perda auditiva pré-lingual⁴ e cinco foram desenvolvidas com adultos com perda auditiva pós-lingual⁵⁻⁹. A implementação da estratégia HiRes 120 na população pediátrica é mais recente em comparação com estudos realizados na população adulta, e leva a grandes expectativas, já que a informação espectral adicional proporcionada pela estratégia deve ser mais aproveitada nos casos de curto período de privação auditiva e da maior plasticidade neural residual⁴.

Ao considerar o desempenho auditivo dos usuários de IC com a estratégia HiRes 120, dos seis textos analisados, todos avaliaram o desempenho dos participantes tanto na situação de silêncio como na situação de ruído competitivo. Atualmente, os testes de percepção da fala no ruído são de fundamental importância para a avaliação do benefício com o uso do IC, pois é uma medida que avalia a demanda auditiva em situações próximas ao que é vivenciado pelo usuário de IC em vida real, em que a baixa redundância do sinal prejudica a percepção do sinal de fala.

Dentre os resultados obtidos com a análise dos estudos científicos incluídos na revisão sistemática, dois estudos evidenciaram melhora de desempenho nas situações de silêncio de forma estatisticamente significativa^{6,7}. Porém, há limitação dos estudos em apontarem evidências científicas da melhora de percepção auditiva dos usuários da estratégia HiRes 120 nas situações de silêncio em função do “efeito de teto”, ou seja, nas avaliações de linha de base,

em que os participantes são avaliados com a estratégia HiRes, os resultados de percepção de fala já são próximos à 90% de acerto e, por isso, a mudança da estratégia de processamento de sinal não aponta, do ponto de vista estatístico, melhora no desempenho auditivo nesta situação⁸.

Por sua vez, dos seis estudos analisados, quatro comprovaram a melhora de desempenho nas situações com ruído competitivo com a estratégia HiRes 120^{4,6-8}. Dois estudos analisados não evidenciaram melhora de desempenho auditivo com a estratégia HiRes 120 nem no silêncio e nem na condição de ruído^{5,9}.

Ao analisar os testes de percepção da fala utilizados nos diferentes estudos, verifica-se uma diversidade de testes utilizados para avaliar o desempenho auditivo com a estratégia HiRes 120, como o teste *Kowal Bamford* - BKB-SIN⁵, o teste *Hearing in Noise* - HINT^{6,7}, o *Speech Sound Evaluation*⁴, o teste *HSM sentences*⁸ e listas de vocábulos monossílabos e dissílabos⁹. Esta heterogeneidade de testes de percepção da fala utilizada para a avaliação dos resultados pode influenciar a análise dos resultados, pois o tipo de ruído empregado e a relação sinal/ruído utilizada podem influenciar nos achados evidenciados pelo estudo⁸.

A partir dos resultados dos estudos analisados, verifica-se que é possível que o desempenho de percepção da fala com a estratégia HiRes 120 está intimamente relacionado com a idade do usuário de IC^{4,5}, com o tempo de privação sensorial⁴ e o período de aclimatização necessário para que o sistema auditivo de cada indivíduo consiga reorganizar-se e aproveitar de forma mais substancial as informações espectrais proporcionadas pela estratégia^{5,8}.

Além disto, sabe-se que nos resultados com os IC vários fatores estão envolvidos, tais como as características individuais do usuário de IC, os aspectos biopsicossociais, o comprometimento do paciente e/ou da família com o processo terapêutico, a realização de terapia fonoaudiológica especializada e a etiologia da deficiência auditiva, e esses fatores devem ser estudados para analisar sua contribuição no desempenho auditivo com o uso desta estratégia de codificação de fala.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As evidências científicas dos estudos analisados apontam melhora do desempenho auditivo nas situações de ruído com a estratégia HiRes 120. Não é possível afirmar que esta estratégia também beneficia os usuários de IC nas situações de silêncio, pois há a influência do “efeito de teto”.

A otimização da percepção da fala com o uso da HiRes 120 está intimamente relacionada com a idade do usuário de IC, com o tempo de privação sensorial e o tempo de aclimatização necessário para que o sistema auditivo possa aproveitar as informações espectrais proporcionadas pela estratégia.

REFERÊNCIAS

1. Nogueira W, Litvak L, Edler B, Ostermann J, Buchner A. Signal processing strategies for cochlear implants using current steering. *EURASIP J Adv Signal Process.* 2009;1-20.
2. Chang YT, Yang HM, Lin YH, Liu SH, Wu JL. Tone Discrimination and speech perception benefit in Mandarin-speaking children fit with HiRes fidelity 120 sound processing. *Otol Neurol.* 2009;30(6):750-7.
3. Han D, Liu B, Zhou N, Chen X, Kong Y, Liu H, et al. Lexical tone perception with HiResolution and HiResolution 120 sound-processing strategies in pediatric Mandarin-speaking cochlear implant users. *Ear Hear.* 2009;30(2):169-77.
4. Mancini P, Bosco E, D'agosta L, Traisci G, Nicastrì M, Capelli G, et al. Implementation of perceptual channels in children implanted with a HiRes 90K device. *Acta Otolaryngol.* 2009;129(12):1442-50.
5. Donaldson GS, Dawson PK, Borden LZ. Within-subjects comparison of the HiRes and Fidelity120 speech processing strategies: speech perception and its relation to place-pitch sensitivity. *Ear Hear.* 2011;32(2):238-50.
6. Park HJ, Lee SC, Chun YM, Lee JY. HiRes with Fidelity 120 benefit in native speakers of Korean. *Cochlear Impl Int.* 2009;10(Suppl 1):85-8.
7. Firszt JB, Holden LK, Reeder RM, Skinner MW. Speech recognition in cochlear implant recipients: comparison of standard HiRes and HiRes 120 sound processing. *Otol Neurol.* 2009;30(2):146-52.
8. Brendel M, Buechner A, Krueger B, Frohne-Buechner C, Lenarz T. Evaluation of the Harmony soundprocessor in combination with the speech coding strategy HiRes 120. *Otol Neurol.* 2008;29(2):199-202.
9. Drennan WR, Won JH, Nie K, Jameyson E, Rubinstein JT. Sensitivity of psychophysical measures to signal processor modification in cochlear implant users. *Hear Res.* 2010;262(1-2):1-8.