

Aplicabilidade e considerações clínicas do Sistema Contralateral *Routing of Signal* (CROS): revisão sistemática

Applicability and clinical considerations of the Contralateral Routing of Signal System (CROS): systematic review

Aplicabilidad y consideraciones clínicas del sistema de enrutamiento de señal contralateral (CROS): revisión sistemática

Vanessa de Oliveira Cristiano Nascimento* 
Letícia Bitencourt Uberti* 
Geise Corrêa Ferreira* 
Karina Carlesso Pagliarin* 

Resumo

Introdução: O Sistema Contralateral *Routing of Signal* (CROS) é uma opção de intervenção auditiva com propósito de melhorar a percepção monoaural e minimizar as dificuldades da perda auditiva unilateral. **Objetivo:** analisar e descrever o público-alvo, o tempo de adaptação, o controle de uso do Sistema CROS, as avaliações utilizadas para medir os seus benefícios, sua efetividade e limitações. **Método:** Este estudo foi conduzido de acordo com as diretrizes PRISMA. A pesquisa bibliográfica foi realizada através dos bancos de dados científicos online na área da saúde, PubMed e Scopus, foram utilizadas as palavras-chave “*Unilateral hearing loss*”, “*Hearing aid*”, “*CROS*” e “*Contralateral Routing of Signal*”. Os resultados da pesquisa limitaram-se a artigos científicos experimentais, que abordavam diretamente o sistema CROS, publicados em inglês, português ou espanhol. **Resultados:** Onze artigos foram selecionados para a revisão

* Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, RS, Brasil.

Contribuição dos autores:

VOCN: concepção do estudo, metodologia, coleta e análise dos dados, redação geral e final do manuscrito.

LBU: metodologia, coleta e análise dos dados, redação geral e final do manuscrito.

GCF: redação geral, revisão final do manuscrito e orientação.

KCP: concepção do estudo, metodologia, orientação na redação geral e final do manuscrito.

E-mail para correspondência: Vanessa de Oliveira Cristiano Nascimento - vah.oliverz@gmail.com

Recebido: 28/10/2020

Aprovado: 12/11/2021

do texto completo. Quanto aos usuários do CROS, a faixa etária variou entre nove a 84 anos; prevalência do sexo masculino. Observou-se grande diversidade nas avaliações, sendo realizadas com tempo de uso inferior a 30 dias e superior a seis meses, após adaptação do CROS. Tal avaliação era realizada por meio de questionários não padronizados e avaliações objetivas com estímulos controlados. O uso do CROS proporcionou benefícios na localização sonora, efeito sombra da cabeça e inteligibilidade de fala, porém não mostrou eficácia em situações ruidosas. **Conclusão:** Por ser um dispositivo, não invasivo, de fácil adaptação e manuseio que traz benefícios imediatos, o CROS deve ser a primeira opção na reabilitação da perda auditiva unilateral.

Palavras-chave: Perda auditiva unilateral; Audição; Reabilitação; Auxiliares de audição.

Abstract

Introduction: The system Contralateral Routing of Signal (CROS) is an option of auditory intervention in order to improve the monaural perception and minimize the difficulties of unilateral hearing loss. **Objective:** to analyze and describe the target users, the adaptation time and the control use of CROS system, the evaluations utilized to measure its benefits, as well as its effectiveness and limitations. **Method:** This study was conducted according to the PRISMA guidelines. The bibliographic research was through the scientific data online banks in the health area, PubMed and Scopus, using the keywords “Unilateral hearing loss”, “Hearing aid”, “CROS” and “Contralateral Routing of Signal”. The results of the research were limited to experimental scientific articles, which address directly the CROS system, published in English, Portuguese or Spanish. **Results:** Eleven studies were selected to review. The age of CROS users ranged from nine to 84 years and male sex prevalence. There was great diversity in the evaluations being carried out. The performance’s evaluation date varied between less than 30 days and more than six months after the adaptation. Such assessments were performed using non-standardized questionnaires and objective evaluations with controlled stimuli. The use of CROS provides benefits in sound localization, head shadow effect and speech intelligibility, but it is not effective in noisy situations. **Conclusion:** CROS should be the first option in unilateral hearing loss rehabilitation for being a non-invasive, easy adaption, handling dispositive and with good benefits to the client.

Keywords: Unilateral hearing loss; Hearing; Rehabilitation; Hearing Aids.

Resumen

Introducción: El Sistema Contralateral Routing of Signal (CROS) es una opción de intervención auditiva con el propósito de mejorar la percepción monoaural y minimizar las dificultades de la pérdida auditiva unilateral. **Objetivo:** analizar y describir el público objetivo, el tiempo de adaptación, el control del uso del Sistema CROS, las evaluaciones utilizadas para medir sus beneficios, su efectividad y limitaciones. **Método:** Este estudio se realizó de acuerdo con las pautas PRISMA. La búsqueda bibliográfica se realizó a través de bases de datos científicas online del área de salud, PubMed y Scopus, utilizando las palabras clave “Unilateral hearing loss”, “Hearing aid”, “CROS” y “Contralateral Routing of Signal”. Los resultados de la investigación se limitaron a artículos científicos experimentales, que abordaron directamente el sistema CROS, publicados en inglés, portugués o español. **Resultados:** Se seleccionaron once artículos para revisión de texto completo. En cuanto a los usuarios de CROS, la edad osciló entre los nueve y los 84 años; prevalencia masculina. Hub gran diversidad en las evaluaciones, realizadas con tiempos de uso de menos de 30 días y más de seis meses tras la adaptación del CROS. Dicha evaluación se realizó mediante cuestionarios no estandarizados y evaluaciones objetivas con estímulos controlados. El uso de CROS proporcionó beneficios en la localización del sonido, el efecto de sombra de la cabeza y la inteligibilidad del habla, pero no fue efectivo en situaciones ruidosas. **Conclusión:** Al tratarse de un dispositivo no invasivo, de fácil adaptación y manejo que aporta beneficios inmediatos, CROS debería ser la primera opción en la rehabilitación de la hipoacusia unilateral.

Palabras clave: Pérdida Auditiva Unilateral; Audición; Rehabilitación; Audifonos.

Introdução

O impacto da perda auditiva na vida de um indivíduo é uma questão preocupante e que deve ser considerada, pois, não afeta somente a capacidade dele de compreender adequadamente as informações sonoras, mas também o modo de se relacionar com o seu meio e com a sua cultura¹. Em casos de perda auditiva unilateral, as dificuldades são evidenciadas em situações mais específicas, como na audição direcional, na identificação da fala quando há múltiplos falantes e na exclusão do sinal ruído que podem causar dificuldades/prejuízos nas atividades acadêmicas, no bem-estar emocional e social de crianças e adultos^{2,3-5}.

A perda auditiva unilateral, apesar de parecer menos alarmante, pode ser causada por uma variedade de etiologias, dentre elas as doenças otológicas, degeneração, traumas e anomalias congênitas². No entanto, estudos mostram que aproximadamente 56% dos diagnósticos de perda auditiva unilateral pós-lingual são idiopáticas³. Diversos trabalhos vêm sendo realizados sobre a perda auditiva unilateral devido a sua grande ocorrência na população em geral e pela presença de efeitos mais adversos do que se acreditava anteriormente⁶⁻¹⁰.

A reabilitação auditiva de indivíduos com perda auditiva unilateral por meio da amplificação sonora é considerada um desafio para os fonoaudiólogos, uma vez que os benefícios são limitados, especialmente em casos de perdas auditivas mais acentuadas, em que a amplificação sonora necessária pode gerar desconforto, bem como interferência no desempenho da melhor orelha¹¹. Com base nisso, a fim de melhorar a percepção monoaural e minimizar as dificuldades apresentadas, foi desenvolvido o Sistema *Contralateral Routing of Signal* (CROS). O CROS é uma das opções de intervenção para perda auditiva unilateral não cirúrgica mais antiga, sendo introduzida pela primeira vez em 1965 por Harford e Barry^{11,26}.

O Sistema CROS funciona roteando os sinais que chegam da orelha com perda auditiva para a orelha com audição normal, por via aérea. Atualmente, o roteamento do sinal é realizado por meio de sinais *wireless* que roteiam o som que chega a um microfone colocado na orelha comprometida para um receptor posicionado na orelha com audição normal^{4,12,13}. Como não há necessidade de cirurgia, e é um aparelho relativamente barato,

em relação a outros meios de reabilitação auditiva, como o BAHA, o CROS é mais facilmente aceito pelos indivíduos com perda auditiva^{13,14}. Esse sistema proporciona a percepção sonora em ambos os lados da cabeça, melhora o equilíbrio espacial, como também a compreensão da fala no ruído¹³.

Nos últimos anos, os aparelhos auditivos CROS passaram por avanços significativos, diminuindo muitas das limitações acústicas iniciais a eles relacionadas¹⁵. Alguns autores mostram que no modelo mais antigo era utilizado um molde auricular na orelha com pouca ventilação que causava a sensação de obstrução do meato acústico externo. Atualmente, o uso do CROS elimina o efeito de oclusão. Isso acontece, pois se trata de um aparelho auditivo (normalmente com receptor no canal – RIC ou tubo fino) com adaptação aberta, o que além de melhorar a estética do aparelho, torna seu uso mais tolerável, visto que permite a obstrução mínima da acústica natural do canal auditivo¹³⁻¹⁶.

No Brasil, o Sistema CROS foi implementado no Sistema Único de Saúde (SUS) somente em 2012¹⁷, tornando-o gratuito aos usuários que apresentam o perfil necessário para a adaptação. No entanto, pesquisas são necessárias a fim de verificar a aplicabilidade e as limitações do CROS. Tendo isso em vista, este estudo teve como objetivo analisar e descrever o público-alvo, o tempo de adaptação e o controle de uso do Sistema CROS, as avaliações utilizadas para medir os seus benefícios, sua efetividade e limitações.

Métodos

Este estudo de revisão sistemática da literatura tem caráter transversal e qualitativo, com finalidade de reunir, analisar e sintetizar estudos científicos experimentais realizados sobre o tema. Os procedimentos de busca e os critérios de elegibilidade foram realizados de acordo com as diretrizes fornecidas pela declaração dos Itens de Relatório Preferencial para Revisões Sistemáticas e Metanálise (PRISMA)¹⁸.

As questões que nortearam o desenvolvimento deste estudo foram: Qual o maior público-alvo, considerando sexo e idade? Quanto tempo de adaptação e do uso efetivo/diário do sistema CROS é necessário para a realização da avaliação de desempenho e para o processo de aclimatização? Quais as avaliações realizadas para avaliar o benefício

e desempenho do CROS? Qual a efetividade e as limitações do sistema CROS?

Todos os artigos foram selecionados por dois revisores, de forma independente, e analisados conforme os critérios elegidos a partir da triagem. Quando houve discrepância de julgamento, um terceiro avaliador os analisou e decidiu pela inclusão ou exclusão.

A seguir é apresentada a metodologia dividida em: identificação, triagem, elegibilidade e inclusão dos artigos.

a) Identificação

O objetivo da primeira fase foi identificar as evidências de pesquisas destinadas ao uso do Sistema CROS. Para isso, garantindo o grau de confiabilidade, dois revisores realizaram, de forma independente, uma pesquisa nas bases de dados *Scopus* e *PubMed*, em novembro de 2019 e atualizada em setembro de 2020.

Para a realização da pesquisa nas bases de dados estabeleceram-se os seguintes descritores em inglês: “*Unilateral hearing loss*” e “*Hearing aid*”. Além disso, apesar de não serem descritores, foram utilizadas as palavras “CROS” e “*Contralateral Routing of Signal*” a fim de delimitar o estudo. Cada construto incluiu associações entre as palavras-chave usando o operador *booleano OR*. As palavras-chave foram selecionadas usando como critério a frequência com que aparecem em artigos relacionados à área temática do estudo. O campo de pesquisa em todos os casos foi limitado ao “Título e resumo”.

A seguir, a associação entre os dois construtos foi incorporada em cada um dos mecanismos de busca utilizando o operador *booleano AND*. A língua dos artigos foi limitada em inglês, espanhol e português. Resumos de artigos foram adicionados na análise preliminar sem considerar faixa etária, restrição no tempo ou disponibilidade de acesso a eles.

b) Triagem

O objetivo da segunda fase foi realizar uma primeira revisão dos estudos encontrados na pesquisa inicial para identificar os artigos potencialmente selecionáveis para uma análise de texto completo. Para isso, uma ficha de informações com os artigos encontrados nas duas bases de dados foi organizada. Os arquivos em duplicidade foram removidos imediatamente. Considerando a amplitude

da pesquisa inicial, os resultados foram refinados conforme as informações apresentadas no título, no resumo e nas palavras-chave.

Sendo assim, foram excluídos os estudos que: (1) não foram escritos em inglês, espanhol ou português; (2) não apresentavam ligação direta ao tema; (3) revisões de literatura ou carta ao leitor.

Os artigos foram selecionados por dois revisores de forma independente. Os títulos e resumos identificados foram revisados por cada um, e obtiveram-se os textos completos de artigos potencialmente relevantes, tomando como referência os critérios supracitados. Em seguida, avaliou-se a concordância entre os avaliadores quanto à seleção dos artigos. No caso dos resumos em que houve discrepâncias em relação à sua seleção, um terceiro avaliador os analisou e decidiu pela inclusão ou exclusão, conforme os critérios elegidos.

c) Elegibilidade

O objetivo da terceira fase foi realizar a seleção dos artigos de texto completo incluídos na revisão final.

Consideraram-se como critério de inclusão os estudos que: (1) eram artigos científicos experimentais; (2) artigos que abordavam diretamente o sistema CROS. Foram descartados estudos que: (1) não foram encontrados os textos na íntegra; (2) não abordavam diretamente o tema; (3) comparavam o sistema CROS com outras tecnologias.

d) Inclusão

Após a seleção dos estudos incluídos na revisão, os dados relevantes foram extraídos e analisados, os quais foram codificados em uma tabela, de acordo com as categorias definidas para os objetivos desta pesquisa: (1) público-alvo; (2) tempo de adaptação e controle de uso; (3) avaliações; (4) efetividade e limitações.

Resultados

A busca inicial realizada na fase de identificação, resultou em um total de 139 resumos (*PubMed* =26; *Scopus* =113). Houve 100% de concordância entre os pesquisadores na busca realizada. Na fase da triagem, foram excluídos 24 artigos duplicados e 41 que não se enquadravam nos critérios de inclusão definidos nessa fase. Sendo assim, foram selecionados 74 artigos para leitura do texto na íntegra. Entre as pesquisadoras houve concordância

na seleção de 56 artigos (75%) e discordâncias em 18 (25%). Nesse ponto, o terceiro avaliador incluiu oito e excluiu dez estudos, resultando assim, um total de 64 artigos que preencheram os critérios para serem revisados na íntegra.

Considerando os critérios de elegibilidade foram excluídos: nove artigos que não foram

encontrados na íntegra; seis por não serem artigos científicos experimentais; 37 por utilizarem outras tecnologias; um por apresentar dado inconclusivo. Sendo assim, a análise deste estudo foi composta por 11 artigos. A Figura 1 mostra o fluxograma de seleção de acordo com as disposições da declaração PRISMA.

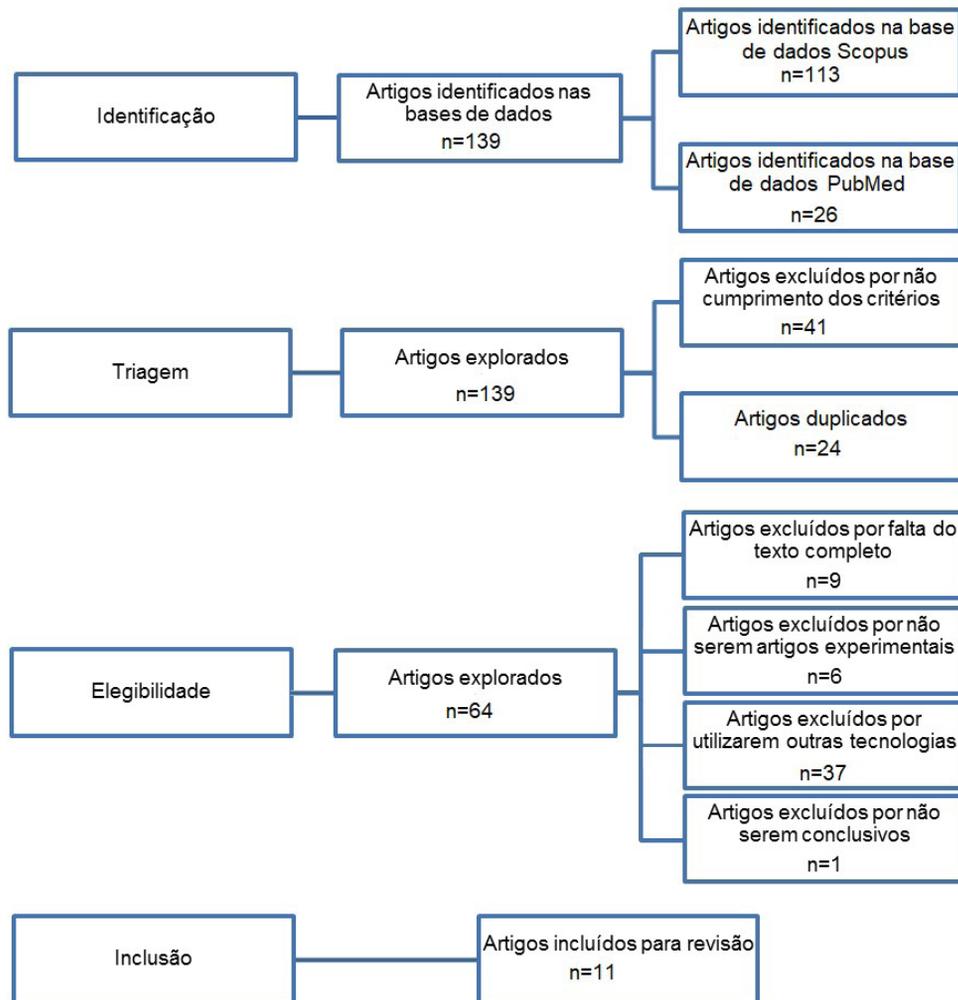


Figura 1. Fluxograma das etapas para a estruturação do estudo.

Os resultados das categorias consideradas para analisar as diferenças de aspecto entre cada estudo são apresentados abaixo: (1) público-alvo; (2) tempo de adaptação e controle de uso; (3) instrumentos de avaliações de desempenho; (4) efetividade e limitações.

1) Público-alvo

A faixa etária dos indivíduos dentre os artigos revisados variou entre nove a 84 anos. Sendo dividido da seguinte forma, um artigo não informou esse dado²⁴, um estudo utilizou apenas uma criança de nove anos na amostra²¹ e nos demais, a faixa etária variou de 15 a 84 anos.

Referente ao sexo dos indivíduos que participaram das pesquisas, houve prevalência do sexo masculino. Um artigo teve uma participante do sexo feminino⁴ e outros dois não apresentaram esta informação^{20,24}.

2) Tempo de adaptação e controle de uso

Em relação ao tempo de adaptação, houve diferença entre os estudos. No entanto é válido levar em consideração os diferentes públicos que cada artigo abrangeu. Segundo estas variáveis, três estudos realizaram a avaliação de desempenho em um período menor que 30 dias após a adaptação^{13, 21,26}; três estudos fizeram avaliação de desempenho após 90 dias de adaptação^{4,22,25}; outros três com período maior que seis meses^{14,19,23}, sendo que, em dois deles, os indivíduos já eram usuários do CROS por um período que variou de seis meses a sete anos de uso^{14,23} e dois estudos não trouxeram esta informação^{20,24}.

Referente ao controle do uso do CROS de cada indivíduo em casa, a maioria dos estudos não mencionou esta informação, os que mencionaram relataram que o tempo de uso foi estimado por meio de relatos dos pacientes, não havendo assim uma tecnologia que mensurasse o tempo de uso, como o *datalogging*. Três artigos relataram que os pacientes usaram entre oito a 12 horas por dia^{4,14,23}. E um mencionou o uso de 50% ou menos do tempo determinado (4 horas) pelos pesquisadores¹⁹.

3) Instrumentos de Avaliação de Desempenho

Os artigos trouxeram diferentes formas para avaliar o desempenho do CROS. Em sua maioria foram utilizados questionários não padronizados, criados pelos próprios autores. O Quadro 1 descreve as avaliações que foram utilizadas nos artigos incluídos na revisão, bem como seu objetivo, formato de avaliação e como foi realizada.

Quadro 1. Avaliações para medir a efetividade da adaptação do sistema CROS.

Avaliação realizada	Objetivo	Formato	Forma de aplicação	Estudo
Versão Coreana do Hearing Handicap Inventory for the Elderly (K-HHIE) ²⁷	Avaliar quantitativamente o desconforto em pacientes com perda auditiva e estimar a melhora após a aplicação de próteses auditivas.	25 questões com subescalas social/situacional e emocional.	Perguntas e respostas do paciente	Ryu et al. (2015) ¹³
Versão Coreana do International Outcome Inventory for Hearing Aids (K-IOI-HA) ²⁸	Avaliar o resultado subjetivo do uso de próteses auditivas.	7 questões sobre conformidade de uso diário, benefício, atividade residual, satisfação, restrições de participação, impacto sobre os outros e qualidade de vida.	Perguntas e respostas do paciente	
Versão Coreana do Questionário de Avaliação da Deficiência Auditiva Subjetiva na Vida Cotidiana (K-SSQ) ²⁹	Avaliar a deficiência auditiva subjetiva na vida cotidiana.	O questionário foca na função auditiva binaural e compreende três domínios: percepção da fala, audição espacial e outras qualidades da audição.	Perguntas e respostas do paciente	
Versão Coreana do Hearing in Noise Test (HINT) ³⁰	Avaliar o desconforto em ambiente ruidoso.	24 listas de 10 frases contendo 4814 fonemas.	Cabine acústica usando um sistema audiométrico com sentenças em ambientes silenciosos (ruído de fundo inferior a 25 dB) e ruidosos (65 dB).	
Teste de localização sonora	Avaliar a habilidade de localização sonora.	Um sinal de clique de banda larga com dois segundos de duração apresentado a um nível de 75 dB NPS foi usado em cada um dos alto-falantes 32 vezes em ordem aleatória.	Seis alto-falantes montados no nível da orelha, a uma distância de 1m do centro da cabeça do sujeito, separados por 45°, com exceção de 0° e 180°, durante o teste. Estimulação foi gerada a partir de 0°, 90° e 27° em azimute.	

Avaliação realizada	Objetivo	Formato	Forma de aplicação	Estudo
Questionário elaborado pelos autores	Avaliar como os pacientes utilizavam o CROS.	Perguntas sobre sua perda auditiva, percepção do som em várias situações, audição direcional, qualidade do som e questões relativas à manutenção e operação do dispositivo.	Perguntas enviadas por e-mail para os participantes de 2 a 36 meses após a adaptação.	Busk
Escala Visual Analógica (EVA)	Quantificar em grau a dor, o zumbido e a dificuldade do indivíduo.	Escala com expressões positivas e negativas que acompanham uma contagem de 0 a 10, onde 0 não há incomodo/dificuldade e 10 é um incomodo/dificuldade extrema.	Marcação em linha analógica de 10cm, onde o escore mais próximo de 1 representa experiência negativa e quanto mais próximo de 10 fosse positiva.	Linnebjerg e Wetke (2014) ¹⁹
Versão Brasileira do The Hearing Handicap Inventory for Adults (HHIA) ²¹	Avaliar o benefício do uso do AASI ou de programas de intervenção para portadores de perda auditiva.	25 itens, dos quais 13 envolvem aspectos emocionais e 12 sociais e situacionais.	Perguntas e respostas do paciente antes e após três meses de adaptação.	Mondelli et al. (2013) ⁴
Questionário de Localização Sonora ²²	Analisar o benefício da audição sobre a localização durante as atividades de vida diária em indivíduos com perda auditiva adaptados com AASI.	14 questões relacionadas às atividades de vida diária e quatro respostas possíveis com valores que variam entre 1 e 4.	Perguntas e respostas do paciente.	
Versão Brasileira do Hearing in Noise Test (HINT) ²³	Avaliar o desconforto em ambiente ruidoso.	24 listas de 10 frases com 4064 ocorrências de 27 fonemas.	Cabine acústica usando um sistema audiométrico com fala e ruído na frente: 0°; fala frontal e ruído esquerdo 90°; fala frontal e ruído do lado direito: 90°.	
Medição do microfone de sonda	Verificar o aparelho de amplificação sonora individual.	Dois microfones de referência.	O microfone sonda é inserido apenas na orelha com audição normal - aquela que tem uma saída do sistema CROS.	
Audiometria Tonal Limiar e de Fala	Avaliar a mínima intensidade na qual o indivíduo é capaz de responder ao estímulo sonoro.	Limiares de tom puro, limiares de recepção de fala e discriminação de fala.	Cabine com tratamento acústico, utilizando audiômetro; Paciente posicionado em um campo sonoro entre duas caixas acústicas localizadas a 45° azimute a uma distância de um metro, no lado na orelha boa.	Gelfand (1979) ¹⁴ Lundborg, Swård e Lindström (1976) ²⁰ Tooning (1972) ²² Aufricht (1972) ²³ Lotterman e Kasten, (1971) ²⁴ Harford e Dodds (1966) ²⁵ Harford e Barry (1965) ²⁶
Questionário elaborado pelos autores	Verificar a porcentagem de tempo que os pacientes realmente usaram seu aparelho.	41 situações para o paciente responder; quantas horas por dia o paciente usava o dispositivo, e se ele realmente ajuda; dentre elas, se ele poderia localizar com e sem o auxílio; se a fala era mais clara e mais agradável com ajuda do que sem ajuda. Reclamações específicas sobre o auxílio e seu uso.	Perguntas e respostas dos pacientes.	Gelfand (1979) ¹⁴

Avaliação realizada	Objetivo	Formato	Forma de aplicação	Estudo
Questionário elaborado pelos autores	Elucidar ainda mais a situação auditiva do paciente em seis situações distintas: Em casa com a família; em casa com convidados; em reuniões; no trabalho; no intervalo do trabalho; com o telefone na melhor orelha.	Responder à pergunta "Você pode perceber a fala da orelha pior nas 6 situações?"	Perguntas e respostas dos pacientes.	Lundborg, Swärd e Lindström (1976) ²⁰
Audiometria da fala em campo sonoro	Demonstrar objetivamente os benefícios de um auxílio CROS.	Comparação da audiometria da fala no campo sonoro sob duas condições: o paciente de frente para o alto-falante e o paciente virado com a orelha pior direcionada para o alto-falante.	Primeiramente o paciente fica sentado de frente para o alto-falante a uma distância de aproximadamente 1 metro. Depois posiciona a orelha com perda direcionada ao alto-falante na mesma distância.	Navarro e Vogelsson (1974) ²¹
Limiar Direcional de Inteligibilidade ²⁴	Avaliar a inteligibilidade de acordo com um sistema de coordenadas.	Sistema de coordenadas criado pelo autor para avaliar com mais precisão a inteligibilidade de acordo com a função do azimute em relação a fonte sonora.	Alto falante posicionado em quatro posições diferentes no plano horizontal: 0° azimute à frente, 90° à direita, 180° atrás e 270° no lado esquerdo do paciente.	Tonning (1972) ²²
Questionário elaborado pelos autores	Verificar o uso do CROS.	10 questões sobre preferências, tempo de uso, quais situações são melhores ou piores, se escuta melhor com ou sem o CROS, reclamações, etc.	Perguntas e respostas dos pacientes.	Aufricht (1972) ²³
"CNC word lists" ³⁵	Verificar a discriminação da fala no ruído.	As palavras do CNC foram gravadas em uma faixa de fita magnética com um sinal concorrente, ruído de cafeteria. Fala Direto-Ruído Indireto, Fala Direto-Ruído <i>Overhead</i> , Fala Indireto-Ruído Direto, Fala Indireto-Ruído <i>Overhead</i> e Fala de Frente <i>Noise Overhead</i> .	Gravador de dois canais, por meio de um audiômetro de fala com amplificadores auxiliares e a dois dos três alto-falantes. Sujeito sentado no centro da sala de teste equidistante entre dois alto-falantes. Terceiro alto-falante montado no teto diretamente sobre sua cabeça.	Lotterman e Kasten, (1971) ²⁴
Questionário de Dirks e Carhart (1962) ³⁶	Estimar a eficiência do uso do CROS em uma série de situações de escuta.	21 condições de escuta como: vozes sussurradas, restaurante com/sem ruído, conversa em grupo, televisão, festas, etc.	Perguntas e respostas dos pacientes.	Harford e Barry (1965) ²⁶
Testes de discriminação da fala	Mensurar o quanto o paciente discrimina a fala assistida.	Foram criadas 21 situações distintas para verificar a audição e discriminação da fala de cada paciente, ouvindo vozes fracas, sussurradas, situações sozinhas e situações com ruídos, entre outras.	Todos os testes de discriminação de fala no campo sonoro com o material gravado anteriormente a 70 dB NPS, a partir de alto-falantes a cerca de dois metros da cabeça do sujeito, a um azimute de 45° da orelha pior.	

4) Efetividade e limitações

O uso do sistema CROS, nos estudos analisados, foi efetivo e trouxe diversos benefícios no cotidiano dos indivíduos com audição monoaural,

com exceção de um artigo, onde o Sistema CROS não se mostrou eficaz¹⁴. Vale ressaltar, que o estudo foi realizado há mais de 20 anos. No entanto, também foram apresentadas algumas limitações, sendo estas explicitadas no Quadro 2.

Quadro 2. Efetividade e limitações do CROS.

Artigo	Efetividades e limitações
Ryu et al. (2015) ¹³	Satisfação e melhora da localização lateral e espacial, nas questões sociais e emocionais. O reconhecimento da fala foi melhor no grupo mais jovem. Melhoria contínua só foi relatada após duas a quatro semanas de uso. Não há benefício quando o ruído é apresentado na orelha ruim. Não houve diferença significativa quanto ao gênero.
Busk Linnebjerg e Wetke (2014) ¹⁹	De forma geral, se mostrou eficiente, trazendo satisfação ao usuário. Consideraram de fácil manuseio. Não foi observado diferença na eficácia em relação a idade e sexo. O CROS foi usado com mais frequência na companhia de outras pessoas, apesar de os participantes considerarem a qualidade do som melhor em ambiente silencioso. A maioria dos usuários sentiu que a melhor audição permaneceu na orelha boa.
Mondelli et al. (2013) ⁴	Melhora nos aspectos emocionais e sociais, ao <i>handicap</i> , capacidade de localização, efeito sombra da cabeça e discriminação de fala.
Gelfand (1979) ¹⁴	Melhora significativa na fala assistida. Os pacientes não notaram diferença na sua própria voz. Não houve diferença significativa relacionando a ocupação do paciente. Melhora na localização. Houve queixas relacionadas ao sinal acústico, principalmente em ambientes ruidosos, no entanto o dispositivo foi mais utilizado em situações de comunicação.
Lundborg, Swärd e Lindström (1976) ²⁰	Melhoras significantes quando o estímulo foi apresentado na orelha boa. Porém, ainda apresenta maior dificuldade quando o estímulo é no lado da pior orelha. Em relação às situações criadas nos questionários, a maioria respondeu que teve algumas dificuldades em casa com a família, grandes dificuldades em casa com convidados, em reuniões e no intervalo do trabalho. No trabalho as respostas se dividiram em alguma dificuldade e grande dificuldade.
Navarro e Vogelsson, (1974) ²¹	Melhora comportamental, de acordo com a mãe. Melhora significativa no reconhecimento e discriminação da fala. Pais e professores relataram ainda, melhora na leitura, ortografia e questões sociais.
Tonning (1972) ²²	Mostrou que é ideal o uso de um diagrama padrão em relação a distância e posição do estímulo, já que é evidente que estes são fatores que influenciam em uma melhora ou piora da compreensão da fala, principalmente em crianças em idade de aprendizagem. Concluiu que o melhor sempre é realizar o estímulo do lado com a melhor audição.
Aufricht, 1972 ²³	85% dos participantes utilizaram o dispositivo e notaram benefícios, em locais de socialização e entretenimento e no trabalho. Os outros 15% utilizaram, relatando que não notaram diferença e que a qualidade do som não era boa.
Lotterman e Kasten (1971) ²⁴	Aumentou a inteligibilidade em condições favoráveis de uso, porém degradou a inteligibilidade da fala em algumas situações exigentes, como em lugares ruidosos.
Harford e Dodds (1966) ²⁵	Eficaz em 66% dos casos, apresentando melhora na compreensão da fala, situações sociais e emocionais. Nenhum dos pacientes que adquiriram o CROS tinha quaisquer reclamações. Concluíram que o dispositivo tornou as conversas mais convenientes para os usuários. Houve pouca divergência em questão de idade, porém os autores julgaram que adultos conseguem analisar com mais clareza suas dificuldades e benefícios.
Harford e Barry (1965) ²⁶	Melhora em relação ao efeito sombra da cabeça, no entanto houve melhora significativamente maior quando o estímulo foi apresentado no lado da melhor orelha. Benefícios excelentes nas seguintes situações: conversando em grupo em um quarto silencioso; assistir tv no silêncio; assistir tv com outras pessoas; falar no lado do ouvindo ruim durante o jantar; falar no lado do orelha ruim durante uma reunião. Foram, em sua maioria, considerados bons: fala no ruído; voz sussurrada; conversa em restaurante; fala no lado ruim enquanto dirige.

Discussão

Após análise dos textos completos dos artigos selecionados para este estudo, algumas das questões que nortearam o desenvolvimento deste foram respondidas. No entanto, os resultados divergem em diversos momentos e uma significativa diferença entre as datas de publicação foi identificada.

Qual o público-alvo?

O processo de reabilitação dos indivíduos com perda auditiva unilateral é um grande desafio para

os profissionais audiologistas¹⁴. É extremamente difícil determinar quem será um usuário bem-sucedido do CROS, uma vez que nem todo indivíduo com perda auditiva unilateral é candidato ao uso dessa tecnologia. Dois importantes fatores devem ser considerados na seleção dos candidatos ao CROS: as atividades de vida diária e o grau de audição da melhor orelha. Quanto maior as demandas sobre a audição de um indivíduo, maior o sucesso do CROS²⁶. Dessa forma, é necessária uma avaliação do CROS em campo sonoro acusticamente controlado, um período de teste e

consultas de acompanhamento específicas com cada indivíduo^{14,26}.

A tecnologia CROS pode ser indicada para crianças quando elas apresentam maturidade e habilidade para manter algum controle sobre sua localização física ou posição da cabeça no ambiente acústico. Ou seja, a criança deve ser capaz de se reposicionar para aperfeiçoar sua organização auditiva em situações de escuta competitiva¹². Em indivíduos em idade escolar, observou-se melhora significativa no reconhecimento, discriminação da fala e, ainda, melhora na leitura, ortografia e questões sociais²¹.

O estudo de Mondelli et al.⁴ mostrou que o uso do CROS solucionou os problemas de um usuário de 19 anos com dificuldades em entender o professor em sala de aula, dificuldades de comunicação em ambientes ruidosos e localização sonora prejudicada. Ryu e colaboradores¹³ relataram que os resultados positivos de uso do CROS em curto prazo foram melhores em grupos mais jovens devido à plasticidade cerebral. Harford e Barry²⁶ acrescentaram que a idade do paciente no período em que a perda auditiva unilateral é instalada não interfere no sucesso ou insucesso do uso do CROS.

Houve pouca divergência em questão de idade, porém os autores julgaram que adultos conseguem analisar com mais clareza suas dificuldades e benefícios²⁵. Em relação ao sexo, não houve diferenças significantes entre os resultados positivos ou negativos no uso do CROS¹³.

Quanto tempo de adaptação e de uso efetivo/diário do sistema CROS é necessário para a realização da avaliação de desempenho e para o processo de aclimatização?

O tempo de adaptação para a realização da avaliação de desempenho variou de acordo com os estudos. Em uma pesquisa¹³ foi verificado que as melhoras do desempenho com adaptação do CROS ocorreram nas primeiras duas semanas de uso. Entretanto, pequenos benefícios foram observados entre duas e quatro semanas. Os autores salientaram que quatro semanas pode ser considerado um tempo muito curto para aclimatização, o que justificaria o motivo de pouca melhora entre 2 e 4 semanas.

O estudo de Navarro e Vogelson²¹ relatou melhora comportamental evidente do usuário de CROS após 3 semanas de adaptação. Outro referiu que após três meses de uso, os pacientes que adqui-

riram o CROS não tinham reclamações^{4,25}. Quanto ao uso efetivo/diário do sistema, indivíduos que utilizaram o CROS em torno de 10 a 12 horas por dia referiram grande benefício no uso do sistema⁴.

Estudos mencionaram que grupos mais jovens se adaptaram melhor e utilizaram o CROS por mais tempo^{13,19}. Os usuários mais novos utilizaram o CROS por mais de quatro horas por dia em situações que exigiam esforço para compreensão, como na sala de aula. Enquanto o grupo com mais idade utilizou menos de quatro horas por dia¹⁹. Observou-se, ainda, que quanto mais horas por dia o CROS foi utilizado, mais benefícios foram percebidos pelos usuários. Todavia, no estudo de Gelfand¹⁴, o grupo que usava o CROS menos de 50% do tempo estipulado pelo estudo (quatro horas), e o grupo que usava 50% do tempo não apresentou diferença significativa nas avaliações realizadas, e o uso comunicativo médio foi essencialmente semelhante.

Embora existam estudos contraditórios referentes aos benefícios do CROS conforme o número de horas de uso, é importante que esta variável seja observada na prática clínica e incluída na coleta de dados longitudinais durante o período de aclimatização. Isso pode ser realizado por meio de um questionário simples de horas de uso por dia ou por opções técnicas, como funções de registro de dados no dispositivo usado⁴⁵.

Quais as avaliações realizadas para avaliar o benefício e desempenho do CROS?

Em relação às avaliações realizadas, a Audiometria Tonal Limiar e de Fala em campo, antes e após adaptação do dispositivo, e os questionários de percepção elaborados pelos próprios autores foram os meios mais utilizados entre os estudos antigos para avaliar o desempenho e benefício do CROS^{14,20,22-26}. Testes de Localização Sonora também foram utilizados pelos pesquisadores^{4,13,22}.

O estímulo controlado utilizado nas avaliações foi o tom puro, na presença, ou não, de estímulos de fala ou ruído branco como estímulo competitivo, a fim de avaliar se há alguma melhora quando comparados os resultados dos indivíduos com e sem o dispositivo CROS^{14,20,22-23}.

Pode-se observar que com o passar dos anos, os pesquisadores utilizaram mais avaliações e diferentes escalas para medir o benefício do uso. Estudos mais atuais utilizaram versões brasileira e coreana do *Hearing in Noise Test*^{4,13}. No estudo brasileiro

foi utilizada a versão adaptada do *The Hearing Handicap Inventory for Adults*³¹ para avaliar o benefício do uso de programas de intervenção em pacientes com perda auditiva.

O estudo de Ryu et al.¹³ foi o que mais utilizou questionários para avaliação subjetiva da perda auditiva, do uso de métodos de intervenção e do desconforto em pacientes com perda auditiva. Utilizou as versões coreanas do *Hearing Handicap Inventory for the Elderly (K-HHIE)*, do *International Outcome Inventory for Hearing Aids (K-IOI-HA)* e *Questionnaire Speech, Spatial and Quality (K-SSQ)*.

Não há na literatura uma padronização dos meios de avaliação para verificar o desempenho, uso e benefício de métodos de reabilitação auditiva, inclusive não há nenhum instrumento específico para a avaliação do CROS. Entretanto, Van de Heyning e colaboradores⁴⁴ apresentam o que deve ser avaliado, como avaliar e a frequência com que as avaliações devem ser realizadas em relação à perda auditiva unilateral.

De acordo com esse material, durante o processo de aclimatização devem ser realizados: (1) teste de fala em ruído; (2) teste de localização sonora; (3) questionários para coletar medidas de qualidade de vida e a frequência de uso do dispositivo; e (4) questionários para avaliar o impacto do zumbido antes e após o tratamento, se aplicável⁴⁴. Sua aplicação deve ser realizada no momento da adaptação do CROS, após 3 semanas de teste, e após 1, 3, 6 e 12 meses de acompanhamento.

Quais as aplicabilidades e limitações do sistema CROS?

Os artigos encontrados nesta revisão apontaram que o uso do CROS, na maioria das vezes, apresenta mais benefícios do que limitações. O principal fator que propicia a sua aplicabilidade é que, com o redirecionamento do sinal acústico da orelha prejudicada para a orelha com melhor audição, é possível recuperar o acesso ao som desse lado. Permite que o ouvinte esteja totalmente envolvido na comunicação, independentemente da localização do locutor¹⁵.

Além disso, um grande ponto positivo do CROS é a capacidade de reduzir os efeitos negativos da sombra acústica da cabeça, melhorando a percepção da fala no ruído para a fala direcionada à orelha com perda auditiva unilateral^{4,21,25,26,37-39}.

Fatores supracitados puderam ser encontrados nos estudos dessa revisão.

O design e a facilidade de uso são aspectos que devem ser levados em consideração. O estigma associado ao uso de próteses auditivas ainda é uma questão importante que deve ser verificada no momento da seleção do aparelho. A eliminação da visibilidade da prótese aumenta a probabilidade de adoção de aparelhos auditivos em 29 a 38%⁴⁰. A melhoria estética do CROS nos últimos anos impacta positivamente na aceitação desse sistema.

Ainda, como se trata de um roteamento de sinal acústico, os dispositivos CROS não requerem programação sofisticada ou estratégias de adaptação. Sendo assim, o processo é realizado de maneira rápida e com ajustes mínimos, o que leva muitos usuários a relatarem benefícios subjetivos imediatamente em relação à localização e inteligibilidade do som em ambientes silenciosos e barulhentos^{13,15}.

A boa performance do CROS ao atender às necessidades comunicativas de uma pessoa é mais bem avaliada pelo seu uso do que pela opinião do sujeito sobre o benefício. Gelfand¹⁴ relatou que o critério de uso pressupõe que, se um paciente realmente usa o CROS, ele deve estar obtendo alguma forma de benefício comunicativo substancial, independentemente de sua interpretação subjetiva desse benefício¹⁴.

Porém, há estudos que referiram que a utilização do CROS foi dificultada por limitações acústicas que resultaram em queixas de baixa qualidade sonora e desconforto para o usuário do dispositivo^{41,42}. Embora esse recurso permita a audibilidade de ambos os lados da cabeça, a informação ainda é processada por meio de um sistema auditivo monoaural, ou seja, a audição binaural não é restaurada e tarefas auditivas complexas que necessitam desse meio ainda continuam deficitárias, como a somação binaural e tempo interaural, dentre outras¹⁵.

O uso do CROS é indicado em situações de escuta competitiva, uma vez que a principal queixa dos indivíduos é de dificuldade de compreensão de fala na presença de ruído, de modo que o esforço geral de escuta é aumentado e a audição direcional é ruim^{4,14,19,20,23-25}. Isso se deve ao fato de que, quando o ruído está no lado do transmissor CROS, ele é transferido para a orelha melhor, interferindo no sinal de interesse do ouvinte e a compreensão de fala^{38,43}.

Em 1965, pesquisadores²⁶ já referiam que o CROS não melhoraria a capacidade de localiza-

ção em locais barulhentos, devido aos problemas inerentes à separação dos sons de fala e os de ruído com um sistema de escuta unilateral. Desta forma, indivíduos com perda unilateral, usuários do CROS, geralmente escolhem situações específicas para o uso do dispositivo, em vez de usá-lo constantemente¹⁴.

Quanto às questões sociais e emocionais, estudos referem benefícios em ambos os campos^{4,13,21,23}. Além disso, o fato de o estímulo ser apresentado, ou não, no lado da orelha boa influenciou na opinião dos usuários do CROS, levando em consideração o melhor desempenho auditivo quando o sinal acústico vinha do lado da melhor orelha^{13,20,22,26}.

Conclusão

Apesar da heterogeneidade dos achados foi possível concluir que o dispositivo pode ser utilizado em todas as idades; entre os usuários prevaleceu o sexo masculino; o uso do CROS traz benefícios quanto à localização sonora, efeito sombra da cabeça e melhora na inteligibilidade da fala. No entanto, não parece ser eficaz em locais muito ruidosos.

Conclui-se que o CROS é um dispositivo não invasivo, de fácil adaptação e manuseio, que proporciona benefícios imediatos. Porém, há necessidade de protocolos específicos para acompanhamento do desempenho dos indivíduos adaptados e de mais estudos com a população brasileira para a análise da aplicabilidade desse processo de reabilitação no SUS.

Referências bibliográficas

1. Silman S, Iório MCM, Mizhahi MM, Parra VM. Próteses auditivas: um estudo sobre seu benefício na qualidade de vida de indivíduos portadores de perda auditiva neurosensorial. *Distúrb. comun.* 2004; 16(2): 153-65.
2. Zhang Y et al. Detection of Unilateral Hearing Loss by Stationary Wavelet Entropy. *CNS Neurol Disord Drug Targets.* 2017; 16(2): 122-8. DOI: 10.2174/1871527315666161026115046.
3. Usami S et al. Etiology of single-sided deafness and asymmetrical hearing loss. *Acta Oto-Laryngol.* 2017; 137(565): S2- 7. DOI: 10.1080/00016489.2017.1300321.
4. Mondelli MFCG, Hoshii LA, Garcia TM, de Souza Jacob RT. Unilateral hearing loss: CROS fitting. *Braz. J. Otorhinolaryngol.* 2013; 79(4), 523. DOI: 10.5935/1808-8694.20130093.
5. Almeida K, Santos TMM. Seleção e adaptação de próteses auditivas em crianças. In: Almeida K, Iório MCM. *Próteses auditivas: fundamentos teóricos e aplicações clínicas.* 2ª ed. São Paulo: Lovise; 2003. p.357-80.
6. Costa LD, Santos SN, Costa MJ. Perda auditiva unilateral e o uso de prótese auditiva: reconhecimento de fala, benefício, autopercepção do desempenho funcional e satisfação. *Rev. CEFAC.* 2019; 21(1), e13918. DOI: 10.1590/1982-0216/201921113918.
7. Firszt JB, Reeder RM, Holden LK, Dwyer NY, Cadieux JH. Results in individuals with asymmetric hearing loss using a cochlear implant and a hearing aid. In: *Semantic Scholar*; 2015 [base de dados na internet]; [cited 2020 Set 15]. Available from: <https://www.semanticscholar.org/paper/Results-in-Individuals-with-Asymmetric-Hearing-Loss-Firszt-h/f97f0e89f3eda1bdbf3c5e47a09f778905e63453>.
8. Lee DH, Noh H. Prediction of the use of conventional hearing aids in Korean adults with unilateral hearing impairment. *Int. J. Audiol.* 2015; 54(9): 6139. DOI: 10.3109/14992027.2015.1023902.
9. Krishnan LA, Hyfte SV. Management of unilateral hearing loss. *Int. J. Pediatric. Otorhinolaryngol.* 2016; 88: 63-73. DOI: 10.1016/j.ijporl.2016.06.048.
10. Mondelli MFCG, Santos MM, José MR. Speech perception in noise in unilateral hearing loss. *Braz. J. Otorhinolaryngol.* 2016; 82(4): 427-32. DOI: 10.1016/j.bjorl.2015.08.019.
11. Snapp HA, Hoffer ME, Liu X, Rajguru SM. Effectiveness in Rehabilitation of Current Wireless CROS Technology in Experienced Bone-Anchored Implant Users. *Otol Neurotol.* 2017; 38(10): 1397-1404. DOI: 10.1097/MAO.0000000000001614.
12. Tharpe A, Sladen D, Murphy JD, Boney S. Minimal Hearing Loss in Children: Minimal But Not Inconsequential. *Semin Hear.* 2009; 30: 80-93. DOI: 10.1055/S-0029-1215437.
13. Ryu N et al. Clinical effectiveness of wireless CROS (contralateral routing of offside signals) hearing aids. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2015; 272(9): 2213-9. DOI: 10.1007/s00405-014-3133-0.
14. Gelfand SA. Usage of CROS hearing aids by unilaterally deaf patients. *Arch Otolaryngol.* 1979; 105(6): 328-332. DOI: 10.1001/archotol.1979.00790180026005.
15. Snapp H. Nonsurgical Management of Single-Sided Deafness: Contralateral Routing of Signal. *J Neuro Surg B Skull Base.* 2019; 80(2): 132-138. DOI: 10.1055/s-0039-1677687.
16. Kiessling J, Brenner B, Jespersen CT, Groth J, Jensen OD. Occlusion effect of earmolds with different venting systems. *J Am Acad Audiol.* 2005; 16(04): 237-249. DOI: 10.3766/jaaa.16.4.5.
17. BRASIL, 2012. *Instrutivos de reabilitação auditiva, física, intelectual e visual.* [cited 2020 Set 15]. Available from: <https://www.gov.br/saude/pt-br>.
18. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman D, Group P. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *J. Clin. Epidemiol.* 2009; 62: 1006-1012. DOI: 10.1371/journal.pmed.1000097.
19. Busk Linnebjerg L, Wetke R. The benefits of CROS aids for individuals with unilateral sensorineural hearing loss. *Hear. Balance Commun.* 2014; 12:1, 36-40. DOI: 10.3109/21695717.2013.794593.
20. Lundborg T, Swärd I, Lindström B. Experience with Classic CROS Hearing Aids in Unilateral Deafness. *Scand Audiol.* 1976; 5: 1,17-23. DOI: 10.3109/01050397609043091.

21. Navarro MR, Vogelsson DO. An objective assessment of a CROS hearing aid. *Arch Otolaryngol.* 1974; 100(1): 58-59. DOI: 10.1001/archotol.1974.00780040062012.
22. Tonning FM. Directional Audiometry: V. The Influence of Azimuth on the Perception of Speech in Patients with Monaural Hearing Loss treated with Hearing Aids (CROS), *Acta Oto-Laryngol.* 1972; 74: 1-6,37-44. DOI: 10.3109/00016487209128420.
23. Aufrecht H. A follow-up study of the CROS hearing aid. *J Speech Hear Disord.* 1972; 37(1): 113-117. DOI: 10.1044/jshd.3701.113.
24. Lotterman SH, Kasten RN. Examination of the CROS type hearing aid. *J Speech Hear Res.* 1971; 14(2): 416-420. DOI: 10.1044/jshr.1402.416.
25. Harford E, Dodds E. The clinical application of CROS. A hearing aid for unilateral deafness. *Arch Otolaryngol.* 1966; 83(5): 455-464. DOI: 10.1001/archotol.1966.00760020457010.
26. Harford E, Barry J. A rehabilitative approach to the problem of unilateral hearing impairment: the contralateral routing of signals CROS. *J Speech Hear Disord.* 1965; 30: 121-138. DOI: 10.1044/jshd.3002.121.
27. Park SN et al. Standardization for a Korean version of hearing handicap inventory for the elderly. *Korean J Otorhinolaryngol-Head Neck Surg.* 2011; 54: 828-834. DOI: 10.3342/KJORL-HNS.2011.54.12.828.
28. Chu H et al. Standardization for a Korean adaptation of the international outcome inventory for hearing aids: study of validity and reliability. *Korean J Otolaryngol-Head Neck Surg.* 2012; 55:20-25. DOI: 10.3342/KJORL-HNS.2012.55.1.20.
29. Moon IJ et al. Sound localization performance improves after canaloplasty in unilateral congenital aural atresia patients. *Otol Neurotol.* 2014; 35: 639-644. DOI: 10.1097/MAO.0000000000000271.
30. Moon SK et al. The Korean hearing in noise test. *Int J Audiol.* 2008; 47: 375-376. DOI: 10.1080/14992020701882457.
31. Aiello CP, Lima II, Ferrari DV. Validity and reliability of the hearing handicap inventory for adults. *Braz. J. Otorhinolaryngol. (Impr.).* 2011; 77, 4, 432-438. DOI: 10.1590/S1808-86942011000400005.
32. Mondelli MFCG, Jacob RTS, Ribeiro JP, Felici MGF, Sanches RCP. Unilateral Hearing Loss: The Benefit of Auditory Localization after Adaptation of Hearing Aids Individual. *Int Arch Otorhinolaryngol.* 2010; 14(3): 309-15.
33. Bevilacqua MC, Banhara MR, Da Costa EA, Vignoly AB, Alvarenga KF. The Brazilian Portuguese hearing in noise test. *Int J Audiol.* 2008; 47(6): 364-5. DOI: 10.1080/14992020701870205.
34. Tonning FM. Directional audiometry. II The influence of azimuth on the perception of speech. *Acta Otolaryng.* 1971, 352. DOI: 10.3109/00016487109122493.
35. Peterson GE, Lehiste I. Revised CNC Lists for Auditory Tests. *J. Speech Lang. Hear. Res.* 1962; 27(1), 62. DOI: 10.1044/jshd.2701.62.
36. Dirks D, Carhart R. A survey of reactions from users of binaural and monaural hearing aids. *J. Speech Hearing Dis.* 1962; 311-322. DOI: 10.1044/jshd.2704.311.
37. Finbow J, Bance M, Aiken S, Gulliver M, Verge J, Caissie R. A Comparison Between Wireless CROS and Bone-anchored Hearing Devices for Single-sided Deafness: A Pilot Study. *Otol Neurotol.* 2015; 36(5): 819-25. DOI: 10.1097/MAO.0000000000000762.
38. Snapp H A, Hoffer M E, Liu X, Rajguru S M. Effectiveness in rehabilitation of current wireless CROS technology in experienced bone-anchored implant users. *Otol Neurotol.* 2017a; 38(10): 1397-1404. DOI: 10.1097/MAO.0000000000001614.
39. Snapp H A, Holt F D, Liu X, Rajguru S M. Comparison of speech-in-noise and localization benefits in unilateral hearing loss subjects using contralateral routing of signal hearing aids or bone-anchored implants. *Otol Neurotol.* 2017b; 38(01): 11-18. DOI: 10.1097/MAO.0000000000001269.
40. Kochkin S. MarkeTrak VIII: The key influencing factors in hearing aid purchase intent. *Hear Rev.* 2012; 19(03): 12-25.
41. Williams VA, McArdle RA, Chisolm TH. Subjective and objective outcomes from new BiCROS technology in a veteran sample. *J Am Acad Audiol.* 2012; 23(10): 789-806. DOI: 10.3766/jaaa.23.10.5.
42. Ericson H1 SI, Högset O, Devert G, Ekström L. Contralateral routing of signals in unilateral hearing impairment. A better method of fitting. *Scand Audiol.* 1988; 17: 111-6. DOI: 10.3109/01050398809070699.
43. Taal CH, van Barneveld DC, Soede W, Briaire JJ, Frijns JH. Benefit of contralateral routing of signals for unilateral cochlear implant users. *J Acoust Soc Am.* 2016; 140(01): 393. DOI: 10.1121/1.4955307
44. Van de Heyning P, Távora-Vieira D, Mertens G, et al. Towards a Unified Testing Framework for Single-Sided Deafness Studies: A Consensus Paper. *Audiol Neurotol.* 2016; 21(6): 391-398. DOI: 10.1159/000455058.