

Percepção auditiva e desenvolvimento de linguagem oral após cirurgia de implante auditivo de tronco encefálico: uma revisão de escopo

Auditory perception and oral language in brainstem auditory implant users: a scoping review

Vanessa Luisa Destro Fidêncio¹ , Ingrid Moura de Jesus Pereira¹ , Victoria Maia Rodrigues¹ , Francisca Samara Freitas Oliveira¹ , Maria Renata José² 

RESUMO

Objetivo: mapear as evidências atuais em relação à percepção auditiva da fala e desenvolvimento de linguagem oral em usuários de implante auditivo de tronco encefálico (*auditory brainstem implant* – ABI), para responder à seguinte questão norteadora: “O que se sabe sobre a habilidade de percepção auditiva da fala e de linguagem oral em indivíduos usuários de implante auditivo de tronco encefálico?” **Estratégia de pesquisa:** a busca foi realizada nas bases de dados BVSalud, PubMed e SciELO e, para literatura cinzenta, utilizou-se a fonte de informação Google Acadêmico, por meio dos descritores: implante auditivo de tronco encefálico (*auditory brainstem implantation*), linguagem (*language*), audição (*hearing*) e percepção auditiva (*auditory perception*). **Crterios de seleção:** foram incluídos estudos nos quais foram aplicados testes para avaliação da percepção auditiva ou para verificar desenvolvimento de linguagem oral em crianças e/ou adultos usuários de ABI. Foram incluídos artigos publicados nos últimos cinco anos e excluídos estudos secundários. **Resultados:** Foram encontrados 1767 artigos nas bases de dados e fonte de informação, dos quais, 27 foram incluídos na revisão. Observou-se que a maioria dos usuários de ABI torna-se capaz de perceber alguns sons ambientais, alguns tornam-se capazes de reconhecer vocábulos, porém, poucos atingem o reconhecimento de frases. **Conclusão:** a maioria dos usuários de ABI não avança para a habilidade de reconhecimento auditivo em conjunto aberto e há unanimidade na recomendação de métodos de comunicação visual para esses indivíduos.

Palavras-chave: Implante Auditivo de Tronco Encefálico; Audição; Percepção Auditiva; Linguagem; Neurofibromatose 2

ABSTRACT

Purpose: This scope review aims to map current evidence in relation to auditory perception of speech and oral language development in users of Auditory Brainstem Implant - ABI, to answer the following guiding question: “what do we know about the ability of auditory perception of speech and oral language in auditory brainstem implants users?” **Research strategy:** The search was performed in the BVSalud, PubMed and SciELO databases and for gray literature the source of information Google Academic, using the descriptors: auditory brainstem implantation, language, hearing and auditory perception. **Selection criteria:** Studies were included in which tests were applied to assess auditory perception or to verify oral language development in children and/or adults using ABI. Articles published in the last five years were included and secondary studies were excluded. **Results:** 1767 articles were found in the databases and source of information, of which 27 studies were included. It was observed that most users of ABI become able to perceive some environmental sounds, some become able to recognize words, but few reach the recognition of sentences. **Conclusion:** Most ABI users do not advance towards the open set auditory recognition skill and there is unanimity in recommending visual communication methods for these individuals.

Keywords: Auditory Braistem Implant; Hearing; Auditory Perception; Language; Neurofibromatosis 2

Trabalho realizado no Centro Universitário Planalto do Distrito Federal – UNIPLAN - Brasília (DF), Brasil.

¹Centro Universitário Planalto do Distrito Federal – UNIPLAN - Brasília (DF), Brasil.

²Universidade Tuiuti do Paraná – UTP - Curitiba (PR), Brasil.

Conflito de interesses: Não.

Contribuição dos autores: VLDF foi responsável pela idealização do trabalho e orientação em todas as etapas, revisão crítica do manuscrito e aprovação da versão final; IMJP foi responsável pela elaboração do projeto, coleta e tabulação dos dados e escrita do manuscrito; VMR e FSFO participaram ativamente da coleta e tabulação de dados e escrita da versão inicial do manuscrito; MRJ foi responsável pela revisão crítica do manuscrito e aprovação da versão final.

Financiamento: Nada a declarar.

Autor correspondente: Vanessa Luisa Destro Fidêncio. E-mail: vanessa.destrof@gmail.com

Recebido: Setembro 08, 2021; **Aceito:** Setembro 30, 2022

INTRODUÇÃO

Sabe-se que, mesmo que o aparelho de amplificação sonora individual (AASI) seja um dispositivo eficaz no tratamento da deficiência auditiva⁽¹⁾, alguns indivíduos com perda auditiva sensorioneural de grau severo e/ou profundo não obtêm benefício com seu uso e necessitam recorrer a outros métodos, como o implante coclear (IC), que é um dispositivo eletrônico implantado cirurgicamente⁽²⁾, e substitui as funções das células ciliadas na orelha interna, estimulando diretamente o nervo auditivo.

Há, ainda, casos em que não há a indicação do IC e pode-se avaliar a necessidade de indicação do implante auditivo de tronco encefálico (*auditory brainstem implant* – ABI). O ABI foi desenvolvido para restaurar a audição⁽²⁾ em indivíduos diagnosticados com neurofibromatose tipo 2 (NF-2), por manifestarem *schwannomas* vestibulares bilaterais, indivíduos com ossificação coclear, mas com integridade do VIII par craniano (nervo vestibulococlear), com ausência ou má formação do nervo auditivo⁽³⁻⁵⁾ e com lesões por traumas ou com desordem do espectro da neuropatia auditiva (DENA)⁽⁴⁾.

O primeiro modelo do ABI foi desenvolvido com apenas um eletrodo monocanal, na Califórnia, e foi utilizado de 1979 a 1992 com resultados inconsistentes^(1,6). Apesar de a primeira cirurgia ter sido realizada em 1979, foi em 2000 que houve a aprovação para uso clínico pela *Food and Drug Administration* (FDA), nos Estados Unidos, e só em 2005 o dispositivo chegou ao Brasil^(4,6).

Para os resultados após ABI deve-se considerar, entre outros fatores, a idade da implantação, presença de outras comorbidades, expectativa e apoio familiar, reabilitação auditiva e de linguagem⁽⁷⁾ e o paciente deve estar ciente de que a audição não será reestabelecida totalmente⁽⁶⁾.

É necessário que se saiba a respeito da evolução das habilidades de audição e linguagem oral de indivíduos implantados com o ABI, para que seja traçado um bom planejamento terapêutico e a família e o próprio indivíduo sejam orientados de maneira adequada quanto ao prognóstico do caso. Assim, devido aos resultados inconclusivos dos estudos com usuários de ABI em relação à melhora da percepção de fala e desenvolvimento da linguagem oral (em crianças), observa-se a necessidade da busca na literatura para compilar os dados encontrados.

OBJETIVO

De acordo com a literatura pesquisada, observaram-se questionamentos relacionados aos benefícios obtidos quanto à percepção auditiva da fala e o desenvolvimento de linguagem oral em usuários de ABI e constatou-se a necessidade da realização de uma revisão de escopo para mapear as limitações observadas, falhas metodológicas e lacunas no conhecimento científico nos estudos sobre este tema. Dessa forma, a presente revisão de escopo teve o objetivo de mapear as pesquisas realizadas nesta temática, para responder à seguinte pergunta norteadora: “O que se sabe sobre a habilidade de percepção auditiva da fala e de linguagem oral em indivíduos usuários de implante auditivo de tronco encefálico?”

ESTRATÉGIA DE PESQUISA

Fontes de informação e estratégia de busca

Os descritores em português foram selecionados no Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) e descritores em inglês selecionados no *Medical Subject Headings* (MeSH). A busca foi realizada no mês de julho de 2020, nas seguintes bases de dados: Literatura Latinoamericana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), *Public Medicine Library* (PubMed) e *Scientific Electronic Library Online* (SciELO) e, como literatura cinzenta, utilizou-se a fonte de informação *Google Acadêmico*, mediante as seguintes combinações de descritores: (1) implante auditivo de tronco encefálico AND linguagem; (2) *auditory brainstem implantation* AND language; (3) implante auditivo de tronco encefálico AND audição AND percepção auditiva; (4) *auditory brainstem implantation* AND hearing AND auditory perception.

CRITÉRIOS DE SELEÇÃO

Utilizou-se a estratégia com o anagrama PICOS⁽⁸⁾ para construção dos critérios de elegibilidade dos estudos, sendo considerado:

- População: estudos em que a amostra foi composta por indivíduos com perda auditiva sensorioneural bilateral de grau profundo;
- Intervenção: estudos com usuários de ABI;
- Comparação: estudos em que foi realizada comparação de sujeitos usuários de ABI com indivíduos usuários de implante coclear;
- Desfecho: estudos em que foi realizada análise da percepção auditiva e do desenvolvimento de linguagem oral em usuários de ABI, com aplicação de testes e/ou questionários para avaliação destas habilidades;
- Tipos de estudos: estudos intervencionais ou observacionais; artigos disponíveis na íntegra em acesso livre e/ou pela *Virtual Private Network* (VPN) e nos idiomas português e/ou inglês; estudos publicados a partir do ano de 2015.

Foram excluídos estudos de revisão de literatura; aqueles realizados somente com indivíduos usuários de outros dispositivos que não o ABI; estudos que tratassem somente do dispositivo ABI, porém sem explicar sobre resultados de testes de percepção auditiva e/ou de linguagem de seus usuários.

Seleção das fontes de evidência

As fases de seleção foram realizadas de forma independente, por três revisoras. Os desacordos entre elas a respeito dos estudos a serem incluídos foram resolvidos por uma quarta revisora, com experiência na área de (re)habilitação auditiva.

Inicialmente, os estudos foram pré-selecionados pelos títulos e tiveram seus resumos lidos, para verificar se correspondiam ao objetivo proposto para esta revisão. Em seguida, foi realizada a leitura na íntegra dos estudos incluídos.

ANÁLISE DOS DADOS

Processo de mapeamento e coleta dos dados

Uma tabela em arquivo Excel foi desenvolvida para inserção dos dados de interesse dos estudos incluídos, para mapeamento das evidências. Três revisoras coletaram as seguintes informações dos estudos selecionados para inclusão: casuística (número de participantes, faixa etária, gênero e diagnóstico), testes utilizados, principais resultados e conclusão. Como dados complementares identificaram-se: a) tipo de pesquisa, b) ano de publicação, c) nacionalidade da pesquisa, d) idioma em que foi publicada⁽⁹⁾. Não foi realizada, neste estudo, a avaliação da qualidade metodológica e a classificação do nível de evidência dos estudos incluídos.

RESULTADOS

Seleção das fontes de evidência

Foram encontrados 1767 artigos nas bases de dados e fonte de informação. Destes, selecionaram-se 81 pelo título, dos quais,

após leitura dos resumos, 35 foram escolhidos para leitura na íntegra e, por fim, 27 estudos⁽¹⁰⁻³⁶⁾ atenderam aos critérios de elegibilidade e foram incluídos nesta revisão (Figura 1).

Características das fontes de evidência

Dos 27 estudos incluídos nesta revisão, a maioria (n=8) foi realizada nos Estados Unidos da América (EUA), seguidos da Turquia (n=4). Apenas dois^(29,36) são de autoria brasileira, sendo ambos da mesma equipe de pesquisa de um centro que, atualmente, é um dos poucos que realizam a cirurgia para colocação do ABI no Brasil via Sistema Único de Saúde (SUS). Isso justifica a escassez de pesquisas na área em âmbito nacional.

Em média, os estudos incluídos foram realizados com 13 participantes, variando de 1 a 60 participantes, com faixas etárias entre 1 e 76 anos, contendo participantes dos gêneros masculino e feminino.

Resultados individuais das fontes de evidência

Os principais dados dos estudos incluídos estão dispostos na Tabela 1.

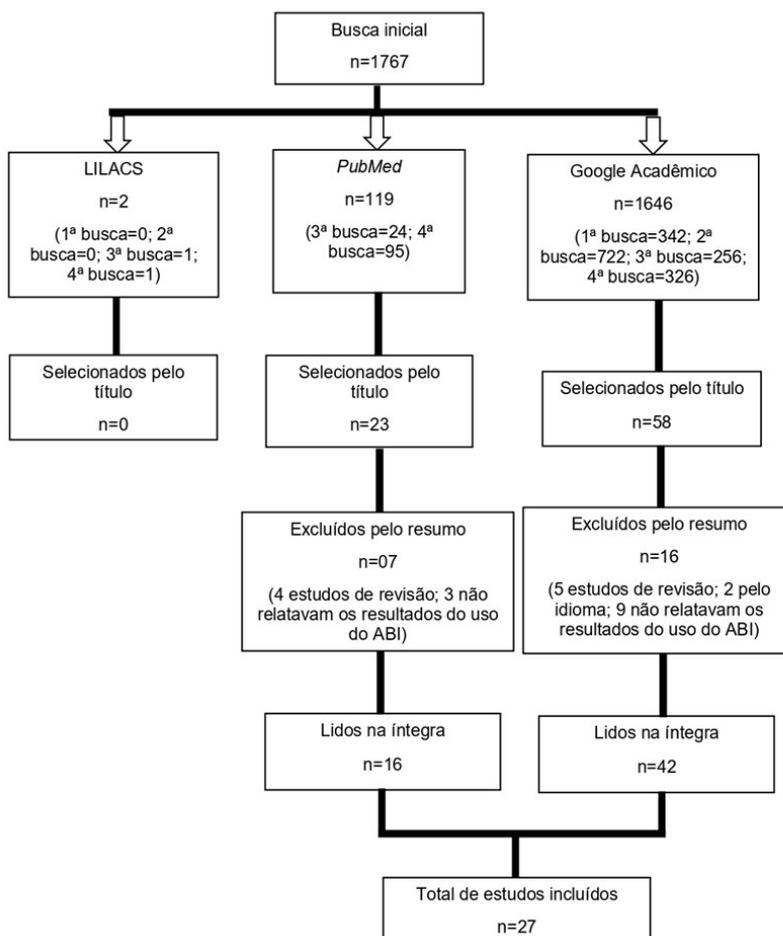


Figura 1. Fluxograma da seleção dos artigos
Legenda: ABI = auditory brainstem implantation

Tabela 1. Principais dados dos estudos incluídos na revisão (n= 27)

| Ano | Primeiro autor | País | n | Idade (anos) | Gênero | Etiologia | Testes aplicados | Principais Resultados | Conclusão |
|------|-----------------------------------|---------|----|------------------|----------|---|---|---|--|
| 2015 | Yücel et al. ⁽¹⁰⁾ | Turquia | 36 | 3 a 12 | F/M | Aplasia e/ou hipoplasia de cóclea ou nervo auditivo. | <i>Categories of Auditory Perception</i> – CAP <i>Speech Intelligibility Rating</i> – SIR <i>Functioning After Pediatric Cochlear Implantation</i> – FAPCI <i>Children's Auditory Perception Skills Test in Turkish</i> – CIAT | A maioria alcançou o reconhecimento auditivo de vocábulos em conjunto fechado; 12 crianças alcançaram o reconhecimento de sentenças em conjunto aberto; 3 crianças falam ao telefone; todas com vocabulário pobre; necessária comunicação visual. | Principal desvantagem do ABI: inteligibilidade de fala. |
| 2015 | Puram et al. ⁽¹¹⁾ | EUA | 5 | 20 a 66 | F/M | NF-2 | Testes de avaliação auditiva comportamental | 2 participantes alcançaram o reconhecimento auditivo de vocábulos em conjunto aberto. | Todos os pacientes obtiveram a mínima consciência sonora, com a maioria dos pacientes alcançando limiares auditivos razoáveis em uma ampla gama de frequências se o dispositivo for usado diariamente. |
| 2016 | Lundin et al. ⁽¹²⁾ | Suécia | 11 | 23 a 73 0 a 8 | F/M M | NF-2 S. de <i>Goldenhar</i> Ossificação coclear | <i>Categories of Auditory Perception</i> – CAP | 8 adultos (73%) utilizavam o ABI; a maioria conseguiu discriminar fala de música, porém, não conseguiu discriminar duas vozes ou sons parecidos; 1 criança foi capaz de reconhecer vozes familiares. | O ABI é um tratamento valioso em pacientes com NF-2 e em crianças com malformações congênitas da orelha interna e ossificação coclear. |
| 2016 | Sennaroglu et al. ⁽¹³⁾ | Turquia | 60 | 1 a 5 | F/M | Hipoplasia de cóclea e/ou nervo auditivo. | <i>Categories of Auditory Perception</i> – CAP <i>Speech Intelligibility Rating</i> – SIR <i>Functioning After Pediatric Cochlear Implantation</i> – FAPCI | Crianças com mais de um ano de uso do ABI podem alcançar o reconhecimento de frases simples em conjunto aberto; escores de linguagem não alcançaram os de um usuário de IC; necessário uso de linguagem de sinais; | O ABI é uma modalidade de tratamento aceitável e eficaz para população pediátrica com malformações da orelha interna. |
| 2016 | Lundin et al. ⁽¹⁴⁾ | Suécia | 4 | 3 a 5 | F/M | Ossificação coclear aplasia coclear | <i>Categories of Auditory Perception</i> – CAP | 2 crianças atingiram discriminação de sons de Ling; 1 passou a responder a sons ambientais depois de três meses; reações vagas nos doze primeiros meses. | 3 das 4 crianças se beneficiaram com o ABI. |
| 2016 | Puram et al. ⁽¹⁵⁾ | EUA | 4 | Média de 3. | F/M | Aplasia ou hipoplasia coclear e/ou do nervo auditivo. | | Todos os pacientes alcançaram a detecção dos sons e alguns demonstraram vocalizações e imitação. | Os pacientes conseguiram alguma detecção com o ABI. |
| 2016 | Thong et al. ⁽¹⁶⁾ | China | 8 | 18 a 51 | F/M | NF-2 | <i>Infant-Toddler Meaningful Auditory Integration Scale</i> – IT-MAIS | Os pacientes alcançaram reconhecimento de vocábulos em conjunto fechado; nenhum paciente alcançou reconhecimento em conjunto aberto; os pacientes relataram que conseguiam diferenciar sons do dia a dia (telefone x televisão). | A consciência sonora ambiental e o aprimoramento da leitura labial foram os principais benefícios observados nesse estudo. |

Legenda: n = número de participantes F = feminino; M = masculino; EUA = Estados Unidos da América; NF-2 = Neurofibromatose tipo 2; ABI = *auditory brainstem implant* (implante auditivo de tronco encefálico); IC = implante coclear; S. = síndrome

Tabela 1. Continuação...

| Ano | Primeiro autor | País | n | Idade (anos) | Gênero | Etiologia | Testes aplicados | Principais Resultados | Conclusão |
|------|----------------------------------|----------------|----|--------------|--------|--|---|--|---|
| 2016 | Ramsden et al. ⁽¹⁷⁾ | Inglaterra | 49 | 18 a 71 | F/M | NF-2 | <i>Three alternative forced choice syllable test (3AFC)</i> <i>Arthur Boothroyd (AB) monosyllabic words test</i> <i>City University of New York (CUNY) sentences test</i> | 29 pacientes se tornaram usuários em tempo integral; 12 se tornaram não usuários; 51% alcançaram discriminação de sons ambientais; 22% alcançaram discriminação de fonemas somente com o ABI; 45% discriminaram usando a leitura labial de apoio. | A maioria dos pacientes com NF-2 implantados com ABI encontra no dispositivo um auxílio útil em conjunto com a leitura labial. Quase um terço dos pacientes pode acabar como não usuário. |
| 2017 | Wilkinson et al. ⁽¹⁸⁾ | EUA | 4 | 2 a 5 | F/M | Hipoplasia ou aplasia de cóclea ou nervo auditivo Ossificação coclear | <i>Infant-Toddler Meaningful Auditory Integration Scale – IT-MAIS</i> <i>Meaningful Auditory Integration Scale – MAIS</i> | Nenhuma das crianças conseguiu diferenciar fala de sons de não fala ou discriminar dois falantes; autores recomendam uso de comunicação visual. | Os resultados indicam que o ABI pode ser viável se feito por uma equipe multidisciplinar competente. |
| 2017 | Goyal et al. ⁽¹⁹⁾ | Índia | 12 | 10 ou mais | F/M | Aplasia de cóclea e/ou de nervo auditivo | <i>Categories of Auditory Perception – CAP</i> <i>Speech Intelligibility Rating – SIR</i> | Poucos dos pacientes da ABI foram capazes de alcançar o reconhecimento em conjunto aberto. | Complicações que dificultem a colocação dos eletrodos ABI podem afetar adversamente os resultados subjetivos pós-operatórios. |
| 2017 | Al-Momani et al. ⁽²⁰⁾ | Arábia Saudita | 1 | 4 | F | Aplasia coclear | Reconhecimento de palavras em conjunto aberto e fechado (não específica o teste). | Os resultados revelaram boa detecção de som para estímulos de teste e sons ambientais. Durante os primeiros dois 2 anos a criança alcançou limiares em cerca de 30 dBHL para frequências de 250 a 8000 Hz. A criança tornou-se capaz de emitir duas frases que a ajudaram a se comunicar de maneira mais eficaz. | O desempenho do ABI da maioria dos pacientes é equivalente ao desempenho do IC monocanal. Em torno de 10% o desempenho do ABI é equivalente ao desempenho do IC de 2-3 canais. |
| 2017 | Jung et al. ⁽²¹⁾ | Coréia | 4 | 20 a 56 | F/M | Ossificação coclear | <i>Infant-Toddler Meaningful Auditory Integration Scale – IT-MAIS</i> | Todos, exceto 2 pacientes, demonstraram melhoras na função auditiva no último acompanhamento/visita. | Os ABIs mostraram resultados funcionais favoráveis e segurança a longo prazo em pacientes surdos não tumorais. |
| | | | 11 | 1 a 18 | | Aplasia ou hipoplasia de nervo auditivo. | <i>Meaningful Use of Speech Scale – MUSS</i> <i>Categories of Auditory Perception – CAP</i> | 10 das 11 crianças demonstraram choro ou aumento da atenção. 1 dos 4 pacientes adultos conseguiu alcançar discriminação de fala, principalmente com a ajuda da leitura labial. | |
| 2017 | Teagle et al. ⁽²²⁾ | EUA | 5 | 1,6 a 5 | F/M | Aplasia de nervo auditivo | <i>Categories of Auditory Perception – CAP</i> <i>Early Speech Perception Test – ESP</i> Audiometria de reforço visual (VRA) e/ou audiometria condicionada | Para terem detecção, o tempo variou de duas semanas a 18 meses; não pontuaram no IT-MAIS; nenhuma criança evoluiu para reconhecimento em conjunto aberto; não evoluíram linguagem, foi necessário uso de comunicação visual. | O ABI é seguro em crianças sem NF-2, mas os benefícios aparecem lentamente e incluem a percepção sonora e o uso de aspectos suprasegmentais. |

Legenda: n = número de participantes F = feminino; M = masculino; EUA = Estados Unidos da América; NF-2 = Neurofibromatose tipo 2; ABI = auditory brainstem implant (implante auditivo de tronco encefálico); IC = implante coclear; S. = síndrome

Tabela 1. Continuação...

| Ano | Primeiro autor | País | n | Idade (anos) | Gênero | Etiologia | Testes aplicados | Principais Resultados | Conclusão |
|------|----------------------------------|-------|----|--------------|--------|---|--|--|---|
| 2018 | Sung et al. ⁽²³⁾ | China | 11 | 1,6 a 3,7 | F/M | Hipoplasia de cóclea e/ou nervo auditivo | <i>Cantonese Basic Speech Perception Test – CBSPT</i> | 5 crianças alcançaram reconhecimento de vocábulos em conjunto fechado; 3 não conseguiram realizar os testes; os autores recomendam uso de comunicação visual. | Resultados encorajadores do desenvolvimento de vocalizações foram encontrados, especialmente com o uso contínuo do ABI. |
| 2018 | Asfour et al. ⁽²⁴⁾ | EUA | 12 | 1,8 a 17 | F/M | Hipoplasia de nervo auditivo | <i>Glendonal Auditory Integration Scale – GASP</i> <i>Infant-Toddler Meaningful Auditory Integration Scale – IT-MAIS</i> <i>Early Speech Perception Test – ESP</i> | 11 dos 12 pacientes obtiveram consciência sonora auditiva. Alguns pacientes alcançaram cerca de 50% de percepção de fala em conjunto aberto. | O ABI é uma boa opção para pacientes que não são elegíveis ou falham no IC. Os resultados mostram que apesar dos vários graus de desempenho, as classificações foram positivas. |
| 2018 | Eisenberg et al. ⁽²⁵⁾ | EUA | 10 | 2 a 5 | F/M | Aplasia e/ou hipoplasia de cóclea e/ou nervo auditivo | <i>Infant-Toddler Meaningful Auditory Integration Scale – IT-MAIS</i> <i>Meaningful Auditory Integration Scale – MAIS</i> <i>Early Speech Perception Test – ESP</i> Audiometria de reforço visual (VRA) e/ou audiometria condicionada | As crianças demonstraram níveis variados de percepção em conjunto fechado; 1 criança conseguiu identificar 100% de sentenças em conjunto fechado após dois anos com o ABI e 80% em conjunto aberto após três anos. Todas as crianças começaram a produzir padrões básicos de palavras em 1 ou 2 anos após o ABI. | Os resultados indicam que as habilidades de comunicação falada demoram a se desenvolver e que a comunicação visual permanece essencial para a intervenção pós-ABI. |
| 2018 | Friedmann et al. ⁽²⁶⁾ | EUA | 4 | 5 a 9 | F/M | Aplasia ou hipoplasia do nervo auditivo | <i>Glendonal Auditory Integration Scale – GASP</i> | As 4 crianças alcançaram a detecção do som entre 20-40 dB; 1 das crianças conseguiu detectar os sons de Ling a 100% do tempo e discriminar 80%. 3 das 4 usavam linguagem gestual. | Houve uma melhoria contínua no desempenho do IC ao longo do tempo, mesmo que nenhum benefício fosse evidente antes da decisão do ABI. |
| 2018 | Peng et al. ⁽²⁷⁾ | EUA | 10 | 22 a 66 | F/M | NF-2 | <i>Iowa tests of vowel and consonant recognition</i> <i>Northwestern University Children's Perception of Speech (NU-CHIPS)</i> <i>City University of New York (CUNY) sentences</i> | Na maioria dos pacientes, o desempenho do IC nos primeiros anos após a implantação excedeu o desempenho do ABI nos primeiros anos após a implantação. No entanto, 4 pacientes apresentaram redução no desempenho do IC e apenas 1 paciente foi confirmado como tendo um IC funcional. | O estudo concluiu que o ABI permanece o principal método de reabilitação cirúrgica da audição em pacientes com NF-2. |

Legenda: n = número de participantes F = feminino; M = masculino; EUA = Estados Unidos da América; NF-2 = Neurofibromatose tipo 2; ABI = *auditory brainstem implant* (implante auditivo de tronco encefálico); IC = implante coclear; S. = síndrome

Tabela 1. Continuação...

| Ano | Primeiro autor | País | n | Idade (anos) | Gênero | Etiologia | Testes aplicados | Principais Resultados | Conclusão |
|------|---|---------|----|--------------|--------|--|---|--|--|
| 2018 | Malerbi et al. ⁽²⁸⁾ | Brasil | 10 | 2 a 18 | F/M | Meningite | Testes de percepção de fala (viva-voz), utilizando vogais, palavras e sentenças. | 8 pacientes (80%) apresentaram melhorias na audiometria tonal e nos testes de percepção de palavras e vogais após um seguimento médio de 3,3 anos.; 2 pacientes reconheceram até 40% das frases fechadas sem leitura labial; 2 pacientes não apresentaram respostas auditivas. | O ABI melhorou o desempenho auditivo nos testes de audiometria tonal e percepção de fala em casos de perda auditiva pós-meningite. Nesse estudo, embora apenas 25% dos pacientes tenham conseguido identificar sentenças fechadas, todos os 8 pacientes com resposta auditiva usaram o ABI diariamente por mais de oito horas por dia e relataram benefícios na comunicação diária. |
| 2019 | Raghunandhan et al. ⁽²⁹⁾ | Índia | 24 | Média de 4,1 | F/M | Aplasia do nervo auditivo | <i>Categories of Auditory Perception – CAP</i> <i>Speech Intelligibility Rating – SIR</i> | Todos os candidatos apresentaram melhora gradual nos resultados audiológicos e verbais após o ABI. | Variantes durante a cirurgia podem dificultar a colocação dos eletrodos ABI, mas resultados promissores foram vistos em todos os implantes. |
| 2019 | Faes e Gillis ⁽³⁰⁾ | Bélgica | 2 | 6 a 12 | | Agenesia de nervo auditivo | <i>Categories of Auditory Perception – CAP</i> Gravações com os pais | um ano de uso do ABI até aparecer a primeira palavra; dois anos após o ABI os limiares auditivos médios haviam melhorado para 37 dBNA. Mas as 2 crianças usavam língua de sinais. | Os resultados mostram que crianças com ABI ainda têm desenvolvimento de linguagem oral aquém, em comparação com as crianças da mesma idade com IC. |
| 2019 | Faes e Gillis ⁽³¹⁾ | Bélgica | 2 | 3 e 4 | F | Agenesia do nervo auditivo | Gravações com os pais | Após um ano de uso, a primeira criança atingiu o vocabulário que a segunda criança tinha no início do estudo; ambas utilizam linguagem de sinais; predominância de uso de vocalizações aos 12 meses; balbúcios aos 24 meses; palavras aos 36 meses. | O estudo mostrou que a melhora na percepção da fala após o ABI resulta na produção de linguagem oral, combinada com uso da linguagem de sinais. |
| 2019 | van der Straaten et al. ⁽³²⁾ | Holanda | 10 | 1,4 a 6,2 | F/M | Hipoplasia coclear e/ou de nervo auditivo. | <i>Infant-Toddler Meaningful Auditory Integration Scale – IT-MAIS</i> <i>Meaningful Use of Speech Scale – MUSS</i> <i>Categories of Auditory Perception – CAP</i> <i>Speech Intelligibility Rating – SIR</i> | 7 crianças concluíram as avaliações; após um ano, as crianças podiam reconhecer sons, responder a fala e usar vocalizações para atrair a atenção; linguagem oral com pouca evolução, se comparada ao desenvolvimento de crianças usuárias de IC com outras comorbidades. | As crianças com ABIs são capazes de desenvolver habilidades de linguagem receptivas e expressivas, comparáveis às de crianças com ICs com deficiências adicionais. |

Legenda: n = número de participantes F = feminino; M = masculino; EUA = Estados Unidos da América; NF-2 = Neurofibromatose tipo 2; ABI = *auditory brainstem implant* (implante auditivo de tronco encefálico); IC = implante coclear; S. = síndrome

Tabela 1. Continuação...

| Ano | Primeiro autor | País | n | Idade (anos) | Gênero | Etiologia | Testes aplicados | Principais Resultados | Conclusão |
|------|---|---------|----|------------------|--------|--|--|---|---|
| 2020 | Rajeswaran e Kameswaran ⁽³³⁾ | Índia | 10 | 1,6 a 18 | F/M | Aplasia coclear, hipoplasia do nervo auditivo e aplasia de Michel. | <i>Meaningful Auditory Integration Scale – MAIS</i> <i>Meaningful Use of Speech Scale – MUSS</i> <i>Speech Intelligibility Rating – SIR</i> <i>Categories of Auditory Perception – CAP</i> | Após doze meses, 9 crianças detectavam os sons de Ling e reconheciam o /a/ /i/ e /u/. | O fornecimento e o uso do ABI são seguros e permitem um desenvolvimento auditivo significativo em crianças sem NF-2 que não são candidatas ao IC. |
| 2020 | Batuk et al. ⁽³⁴⁾ | Turquia | 12 | Média de 2,5 a 7 | F/M | Aplasia do nervo coclear; Ossificação coclear; | <i>Meaningful Auditory Integration Scale – MAIS</i> <i>Categories of Auditory Perception – CAP</i> <i>Speech Intelligibility Rating – SIR</i> <i>Children's Auditory Perception Skills Test in Turkish – CIAT</i> | Os escores do teste MAIS melhoraram significativamente do IC unilateral para a estimulação bimodal (com o ABI). As crianças obtiveram melhores escores de percepção de padrões e reconhecimento de palavras e na inteligibilidade de fala com o uso do ABI e do IC juntos. | Crianças com malformação de orelha interna apresentaram melhor desempenho com IC e ABI contralateral. |
| 2020 | Aslan et al. ⁽³⁵⁾ | Turquia | 30 | 7 a 9 | F/M | Aplasia e/ou hipoplasia de cóclea e/ou nervo auditivo | <i>Categories of Auditory Performance—II (CAP II)</i> <i>The Auditory Integration Scale (MAIS)</i> <i>Children's Auditory Perception Test Battery</i> <i>Test of Early Language Development—3 (TELD-3)</i> <i>Test of Early Language Development and Speech Intelligibility Rating (SIR)</i> | Todos adquiriram habilidades auditivas básicas, como a detecção de sons ambientais e reconhecimento do próprio nome; o grupo que implantou antes conseguiu reconhecer frases familiares, enquanto o outro grupo apenas conseguiu reconhecer sons familiares após cinco anos de uso; os que implantaram antes podem ter uma linguagem compreendida se o ouvinte prestar bem atenção e fizer leitura orofacial, enquanto para os tardios, seria necessário uso de comunicação visual. | O ABI é uma opção viável para proporcionar sensações auditivas em crianças com anomalias cocleares. A cirurgia abaixo de 3 anos de idade está associada à melhoria da percepção auditiva e do desenvolvimento da linguagem, em comparação com usuários mais velhos. |
| 2020 | Fernandes et al. ⁽³⁶⁾ | Brasil | 12 | 2 a 11 | F/M | Aplasia coclear e ossificação coclear. | <i>Infant-Toddler Meaningful Auditory Integration Scale – IT-MAIS</i> <i>Meaningful Auditory Integration Scale – MAIS</i> <i>Meaningful Use of Speech Scale – MUSS</i> | No primeiro mês de uso do ABI, 33% das crianças apresentaram respostas favoráveis; 4 crianças no primeiro mês detectaram sons ambientais; 5 crianças (41%) apresentaram respostas auditivas e respondiam os nomes com apoio visual. | Pacientes pediátricos exibem lento desenvolvimento progressivo das habilidades auditivas e de linguagem após a ativação do ABI. |

Legenda: n = número de participantes F = feminino; M = masculino; EUA = Estados Unidos da América; NF-2 = Neurofibromatose tipo 2; ABI = *auditory brainstem implant* (implante auditivo de tronco encefálico); IC = implante coclear; S. = síndrome

DISCUSSÃO

ABI em crianças

Ao todo, foram avaliadas 251 crianças usuárias de ABI. Dessas, 97,60% (n=245) apresentavam surdez pré-lingual e 2,40% (n=6) apresentavam surdez pós-lingual.

O total de 15,93% (n=40) das crianças avaliadas apresentava comorbidades associadas, sendo, 17,50% (n=7/40) com síndrome de Charge^(14,22,24,25), 2,50% (n=1/40) com síndrome de Down⁽³⁴⁾, 5% (n=2/40) com síndrome de Goldenhar^(13,25), 25% (n=10/40) com retardo mental, atrasos cognitivos e/ou de desenvolvimento^(10,23,25,36), 2,50% (n=1/40) com transtorno do espectro autista (TEA)⁽²⁵⁾, 12,50% (n=5/40) com transtorno do déficit de atenção e hiperatividade (TDAH)⁽¹⁰⁾ e 37,50% (n=15/40) com comorbidades não especificadas^(10,19,22).

Com relação às alterações anatômicas apresentadas pela população pediátrica, 28,68% (n=72/251) apresentavam alterações não especificadas, 13,94% (n=35/251) apresentavam agenesia de nervo auditivo e 13,94% (n=35/251) apresentavam agenesia coclear. Em seguida, observou-se hipoplasia de nervo auditivo em 13,14% (n=33/251) e hipoplasia coclear em 13,14% (n=33/251); aplasia de Michel, em 2,78% (n=7/251) e ossificação coclear em 1,59% (n=4/251).

Nos estudos realizados com a população pediátrica (n= 23), os protocolos mais utilizados para avaliação das habilidades de audição e linguagem foram: *Categories of Auditory Perception (CAP)*^(10,12,13,19,21,22,29,30,32-34), *Speech Intelligibility Rating (SIR)*^(10,13,19,29,32-35), *Infant-Toddler Meaningful Auditory Integration Scale (IT-MAIS)*^(16,18,21,24,25,32,36), *Meaningful Auditory Integration Scale (MAIS)*^(18,25,33,34,36), *Meaningful Use of Speech Scale (MUSS)*^(21,32,33,36) e *Early Speech Perception Test (ESP)*^(22,24,25).

Em relação ao IC, 11,95% (n=30) deixaram de usá-lo para usar o ABI e 12,35% (n=31) usavam os dois dispositivos concomitantemente. Um estudo⁽²²⁾ avaliou cinco crianças entre 1,6 e 5 anos de idade, com hipoplasia coclear. Três delas usavam o IC (2 unilaterais e 1 bilateral) antes da implantação do ABI. As duas crianças usuárias de IC unilateral não utilizavam seus dispositivos pela ausência de benefício e foram submetidas à cirurgia para colocação do ABI no lado contralateral. Já a criança usuária de IC bilateral apresentava detecção auditiva, porém, deixou de ter benefícios com os dispositivos, mesmo após quatro anos inserida em terapia intensiva de reabilitação auditiva. Essa criança foi submetida à retirada dos dois dispositivos e implantou o ABI bilateralmente. Das crianças que utilizavam IC unilateral, após colocação do ABI, os escores mantiveram-se baixos, havendo o desenvolvimento apenas de vocalizações, mas sem evolução para a emissão de vocábulos. A criança que foi submetida à colocação do ABI bilateral passou a reconhecer consoantes após cerca de três anos de uso desses dispositivos. Foi indicado algum método de comunicação visual para esses pacientes.

Outro estudo⁽²¹⁾ avaliou 12 crianças com etiologias variadas, sendo que, destas, oito faziam uso do IC antes de serem submetidas à colocação do ABI. Em cinco das oito crianças, o IC foi removido e o ABI implantado ipsilateralmente e, no restante, o ABI foi implantado contralateralmente, permanecendo os dois dispositivos. A maioria das crianças apresentou detecção auditiva com o uso do ABI e também melhor escore no CAP. Apenas uma das crianças que usavam IC e ABI apresentou desenvolvimento das habilidades auditivas, alcançando o reconhecimento de frases familiares sem a ajuda de leitura labial. Os autores concluíram que

o ABI pode ser uma opção viável de tratamento para indivíduos que não podem ser tratados com o IC.

Dos 12 pacientes avaliados em um outro estudo⁽³⁴⁾, nove haviam utilizado o IC antes do ABI. Os autores consideraram que o uso do IC foi “falho” quando, após seis meses de uso do dispositivo, os usuários não apresentaram evolução quanto ao desenvolvimento das habilidades auditivas e de linguagem oral. Os 12 pacientes apresentavam hipoplasia de nervo auditivo. Dentre eles, 11 avançaram para detecção auditiva com o ABI, quatro obtiveram resultados de 50% de acerto em testes de percepção de fala em conjunto aberto e dois obtiveram 50% de pontuação em testes de discriminação auditiva em conjunto fechado.

Outro estudo⁽²⁵⁾ avaliou dez crianças, todas elas com experiência prévia em IC. Seis delas deixaram de usar IC para utilizarem o ABI e as outras quatro crianças continuaram apenas com o IC, sem optar pelo ABI, mesmo três delas não apresentando benefícios com o dispositivo. Das seis crianças usuárias do ABI, quatro apresentavam hipoplasia de nervo auditivo. Após três anos de uso do ABI, apenas uma dessas quatro crianças foi capaz de reconhecer auditivamente palavras em conjunto aberto. Todas as crianças tornaram-se capazes de emitir vocábulos isolados básicos do dia a dia após um a dois anos de uso do ABI, porém com inteligibilidade de fala prejudicada.

Nota-se que houve um número considerável de crianças com alterações anatômicas de cóclea ou nervo auditivo que deixaram de usar o IC e migraram para o uso do ABI, certamente almejando melhores resultados no desenvolvimento das habilidades auditivas e de linguagem. A experiência com IC antes da implantação do ABI pode favorecer o desenvolvimento das habilidades de percepção auditiva. Em um dos estudos⁽³⁴⁾ incluídos nesta revisão, os autores afirmam que o uso do IC e ABI concomitantemente pode trazer melhores escores quanto ao reconhecimento de vocábulos para crianças com surdez pré-lingual. No entanto, todas as crianças avaliadas nesse estudo estavam aprendendo língua de sinais ou outro método de comunicação visual. Reforça-se que os autores de todos os trabalhos incluídos nesta revisão foram unânimes em indicar algum outro método de comunicação, que não o oral, para as crianças usuárias de ABI.

Em sua maioria, as crianças apresentavam limiares auditivos entre 90 e 120 dBNA antes da implantação do ABI e passaram a apresentar níveis mínimos de resposta em campo livre entre 20 e 45 dBNA com o dispositivo, reforçando a importância da terapia fonoaudiológica nessa população, uma vez que a melhora dos limiares auditivos tonais não representa bom desempenho de percepção auditiva da fala e desenvolvimento de linguagem oral.

O desempenho dos usuários de ABI, na maioria das vezes, é equivalente ao desempenho do IC monocanal e, apesar de os resultados pós-cirúrgicos estarem bem documentados como significativamente mais pobres que os resultados do IC, em todo o mundo, o dispositivo é capaz de melhorar a comunicação e socialização do indivíduo, a partir do momento em que traz melhora em relação à segurança física e psicológica das crianças, ajudando-as a se conectarem melhor ao ambiente e às pessoas ao seu redor⁽²⁰⁾.

Um dos estudos⁽³²⁾ concluiu que o desempenho de crianças com ABI sem outras comorbidades pode ser equiparado ao de uma criança usuária de IC que apresente outras comorbidades, além da deficiência auditiva.

Os resultados na literatura específica são variáveis, mesmo grande parte dos autores concordando que a maioria das crianças submetidas a implantação do ABI alcançam resultados limitados. Há uma evolução lenta quanto ao desenvolvimento das habilidades auditivas, com quase nenhuma evolução no primeiro ano, diferente da evolução que ocorre quando se utiliza o implante coclear⁽¹⁸⁾.

ABI em adultos

Com relação aos estudos compostos por amostras com adultos (n= 6), foram avaliados 104 indivíduos. Quanto à etiologia, constatou-se predomínio da neurofibromatose tipo 2 (NF-2) em 84,61% (n=88), seguida de ossificação coclear, em 11,53% (n=12) e outras etiologias não especificadas em 3,86% (n=4).

Um estudo⁽²⁷⁾ realizado com adultos com NF-2 avaliou dez indivíduos, dos quais, nove haviam feito uso do IC previamente. Observou-se que o IC se mostrou mais benéfico em relação à percepção auditiva da fala nos primeiros anos, porém, quatro indivíduos apresentaram regressão quanto às habilidades auditivas e observou-se que o IC, então, deixou de fornecer benefícios nesse sentido. Por outro lado, o ABI demonstrou benefícios para a neuroplasticidade relacionada às habilidades auditivas cerca de oito anos pós-implantação nos nove participantes e sem declínio posterior. Apesar disso, usuários que tiveram experiências com os dois dispositivos relataram preferir a qualidade sonora do IC, à do ABI. O estudo concluiu que, apesar do IC ter a colocação de eletrodos mais fáceis e superar o ABI em benefícios nos primeiros anos, o ABI continua sendo a melhor opção de tratamento para pacientes com NF-2.

Estudo⁽³⁷⁾ realizado em 2012 avaliou quatro adultos com NF-2, sendo um usuário de IC e três usuários de ABI. Os três usuários do ABI tinham média de idade de 26 anos, média de seis anos de surdez e usavam seus dispositivos regularmente. O desempenho auditivo foi variável. Um dos participantes não foi capaz de reconhecer sentenças em conjunto aberto e só 20%, em conjunto fechado; os outros dois reconheceram 100% de sentenças em conjunto fechado e 10% e 20% em conjunto aberto e, só um foi capaz de se comunicar ao telefone. A participante usuária de IC tinha 36 anos e surdez progressiva há dez anos, usava o IC regularmente e usava o AASI contralateral há sete meses. Após 12 meses, a paciente havia atingido apenas a capacidade de detectar sons ambientais. Esse estudo concluiu que quando o nervo auditivo não estiver preservado o ABI é a melhor opção de reabilitação auditiva para pacientes com NF-2, o que já havia sido confirmado por um estudo⁽³⁸⁾ realizado em 2008, no qual nove adultos com NF-2 foram avaliados, sendo quatro deles usuários de IC e cinco usuários de ABI. Os participantes foram pareados quanto à idade cronológica, que variou de 22 a 47 anos e os autores concluíram que os resultados apresentados pelos usuários de ABI, mesmo que limitados, foram superiores aos apresentados pelos usuários de IC.

Os artigos estavam publicados em 17 periódicos e todos apresentavam fator de impacto no *Journal Citation Reports* (JCR) 2019 e, em cinco desses periódicos havia mais de um artigo publicado. O fator de impacto tem sido priorizado na avaliação das informações científicas publicadas atualmente⁽³⁹⁾.

Limitação do estudo

Devido ao fato de ser uma revisão de escopo, há potenciais limitações neste estudo quanto à heterogeneidade e viés de publicação dos estudos incluídos.

CONCLUSÃO

Crianças candidatas ao ABI podem ter o desenvolvimento das habilidades auditivas favorecido com o uso de IC contralateral,

quando possível. Observa-se pouca ou nenhuma evolução nos aspectos de desenvolvimento de habilidades auditivas e linguagem oral durante os primeiros anos de uso do ABI. A maioria dos usuários não alcança a habilidade de reconhecimento auditivo em conjunto aberto, ou seja, não adquire a habilidade de reconhecer a fala auditivamente sem nenhum tipo de pista/alternativa de resposta, mesmo após anos de uso.

O ABI é relatado como a melhor opção de dispositivo auditivo para os casos de adultos que apresentam neurofibromatose tipo 2.

Há um lento avanço e prognóstico ruim no que diz respeito ao desenvolvimento da linguagem oral. Há necessidade de que o indivíduo faça uso de leitura orofacial durante a comunicação e, principalmente, tratando-se de crianças com perda auditiva pré-lingual, é unanimidade entre os pesquisadores a recomendação de que seja utilizado algum método visual de comunicação, como a língua de sinais ou comunicação alternativa.

REFERÊNCIAS

1. Bento RF, Brito R No, Castilho AM, Gómez VG, Giorgi SB, Guedes MC. Resultados auditivos com o implante coclear multicanal em pacientes submetidos a cirurgia no Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. *Rev Bras Otorrinolaringol*. 2004;70(5):632-7. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-72992004000500009>.
2. Silva BCS, Moret ALM, Silva LTDN, Costa OAD, Alvarenga KF, Silva-Comerlatto MPD. Glendonald Auditory Screening Procedure (GASP): marcadores clínicos de desenvolvimento das habilidades de reconhecimento e compreensão auditiva em crianças usuárias de implante coclear. *Codas*. 2019 Ago 15;31(4):e20180142. <http://dx.doi.org/10.1590/2317-1782/20192018142>. PMID:31433038.
3. Bento RF, Brito RV No, Tsuji RK, Gomes MQT, Goffi-Gomez MVS. Implante auditivo de tronco cerebral: técnica cirúrgica e resultados auditivos precoces em pacientes com neurofibromatose tipo 2. *Rev Bras Otorrinolaringol*. 2008;74(5):647-51. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-72992008000500002>.
4. Malerbi AS. Implante auditivo de tronco encefálico em pacientes com perda auditiva neurossensorial profunda por meningite e ossificação coclear total bilateral [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2017. <http://dx.doi.org/10.11606/T.5.2017.tde-25082017-094437>.
5. Fernandes NF, Goffi-Gomez MV, Magalhães AT, Tsuji RK, De Brito RV, Bento RF. Satisfação e qualidade de vida em usuários de implante auditivo de tronco cerebral. *CoDAS*. 2017;29(2):e20160059. <http://dx.doi.org/10.1590/2317-1782/20172016059>. PMID:28355382.
6. Santos SN, Tochetto TM. Implante auditivo do tronco encefálico: revisão de literatura. *Rev CEFAC*. 2007;9(4):543-9. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-18462007000400015>.
7. Fernandes NF. Benefícios do implante auditivo de tronco cerebral em adultos e crianças [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2018. <http://dx.doi.org/10.11606/T.5.2018.tde-02082018-125921>.
8. Galvão TF, Pereira BMG. Revisões sistemáticas da literatura: passos para sua elaboração. *Epidemiol Serv Saude*. 2014;23(1):183-4. <http://dx.doi.org/10.5123/S1679-49742014000100018>.
9. Mandrá PP, Moretti TCF, Avezum LA, Kuroishi RCS. Terapia assistida por animais: revisão sistemática da literatura. *CoDAS*. 2019;31(3):e20180243. <http://dx.doi.org/10.1590/2317-1782/20182018243>. PMID:31271584.
10. Yücel E, Aslan F, Özkan HB, Sennaroglu L. Recent rehabilitation experience with pediatric ABI users. *J Int Adv Otol*. 2015;11(2):110-3. <http://dx.doi.org/10.5152/iao.2015.915>. PMID:26380998.

11. Puram SV, Herrmann B, Barker FG 2nd, Lee DJ. Retrosigmoid craniotomy for auditory brainstem implantation in adult patients with neurofibromatosis Type 2. *J Neurol Surg B Skull Base*. 2015;76(6):440-50. <http://dx.doi.org/10.1055/s-0034-1544121>. PMID:27054058.
12. Lundin K, Stillesjö F, Nyberg G, Rask-Andersen H. Self-reported benefit, sound perception and quality-of-life in patients with auditory brainstem implants (ABIs). *Acta Otolaryngol*. 2016;136(1):62-7. <http://dx.doi.org/10.3109/00016489.2015.1079925>. PMID:26426855.
13. Sennaroglu L, Sennaroglu G, Yücel E, Bilginer B, Atay G, Bajin MD, et al. Long-term results of ABI in children with severe inner ear malformations. *Otol Neurotol*. 2016;37(7):865-72. <http://dx.doi.org/10.1097/MAO.0000000000001050>. PMID:27273392.
14. Lundin K, Stillesjö F, Nyberg G, Rask-Andersen H. Experiences from Auditory Brainstem Implantation (ABIs) in four paediatric patients. *Cochlear Implants Int*. 2016;17(2):109-15. <http://dx.doi.org/10.1080/14670100.2016.1142693>. PMID:26841821.
15. Puram SV, Barber SR, Kozin ED, Shah P, Remenschneider A, Herrmann BS, et al. Outcomes following Pediatric Auditory Brainstem Implant Surgery. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2016 Jul;155(1):133-8. <http://dx.doi.org/10.1177/0194599816637599>. PMID:27095049.
16. Thong JF, Sung JKK, Wong TKC, Tong MCF. Auditory brainstem implantation in chinese patients with neurofibromatosis Type II: the Hong Kong Experience. *Otol Neurotol*. 2016;37(7):956-62. <http://dx.doi.org/10.1097/MAO.0000000000001101>. PMID:27273391.
17. Ramsden RT, Freeman SRM, Lloyd SKW, King AT, Shi X, Ward CL, et al. Auditory brainstem implantation in neurofibromatosis Type 2: experience from the Manchester Programme. *Otol Neurotol*. 2016;37(9):1267-74. <http://dx.doi.org/10.1097/MAO.0000000000001166>. PMID:27525707.
18. Wilkinson EP, Eisenberg LS, Krieger MD, Schwartz MS, Winter M, Glater JL, et al. Initial results of a safety and feasibility study of auditory brainstem implantation in congenitally deaf children. *Otol Neurotol*. 2017;38(2):212-20. <http://dx.doi.org/10.1097/MAO.0000000000001287>. PMID:27898605.
19. Goyal S, Krishnan SS, Kameswaran M, Vasudevan MC, Ranjith, Natarajan K. Does cerebellar flocculus size affect subjective outcomes in pediatric auditory brainstem implantation. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2017;97:30-4. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijporl.2017.03.027>. PMID:28483247.
20. Al-Momani MO. Five years audiological outcomes of the first Saudi Auditory Brainstem Implant (ABI). *Saudi J Otorhinolaryngol Head Neck Surg*. 2017;19(1):32-4. <http://dx.doi.org/10.4103/1319-8491.275311>.
21. Jung NY, Kim M, Chang WS, Jung HH, Choi JY, Chang JW. Favorable long-term functional outcomes and safety of auditory brainstem implants in nontumor patients. *Oper Neurosurg (Hagerstown)*. 2017;13(6):653-60. <http://dx.doi.org/10.1093/ons/oxp046>. PMID:29186598.
22. Teagle HFB, Henderson L, He S, Ewend MG, Buchman CA. Pediatric Auditory brainstem implantation: surgical, electrophysiological and behavioral outcomes. *Ear Hear*. 2018;39(2):326-36. <http://dx.doi.org/10.1097/AUD.0000000000000501>. PMID:29023243.
23. Sung JKK, Luk BPK, Wong TKC, Thong JF, Wong HT, Tong MCF. Pediatric auditory brainstem implantation impact on audiological rehabilitation and tonal language development. *Audiol Neurootol*. 2018;23(2):126-34. <http://dx.doi.org/10.1159/000491991>. PMID:30227389.
24. Asfour L, Friedmann DR, Shapiro WH, Roland JT Jr, Waltzman SB. Early experience and health related quality of life outcomes following auditory brainstem implantation in children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2018;113:140-9. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijporl.2018.07.037>. PMID:30173973.
25. Eisenberg LS, Hammes Ganguly D, Martinez AS, Fisher LM, Winter ME, Glater JL, et al. Early communication development of children with auditory brainstem implants. *J Deaf Stud Deaf Educ*. 2018;23(3):249-60. <http://dx.doi.org/10.1093/deafed/eny010>. PMID:29718280.
26. Friedmann DR, Asfour L, Shapiro WH, Roland JT Jr, Waltzman SB. Performance with an auditory abrainstem implant and contralateral cochlear implant in pediatric patients. *Audiol Neurootol*. 2018;23(4):216-21. <http://dx.doi.org/10.1159/000493085>. PMID:30391957.
27. Peng KA, Lorenz MB, Otto SR, Brackmann DE, Wilkinson EP. Cochlear Implantation and Auditory Brainstem Implantation in Neurofibromatosis Type 2. *Laryngoscope*. 2018;128(9):2163-9. <http://dx.doi.org/10.1002/lary.27181>. PMID:29573425.
28. Malerbi AFDS, Goffi-Gomez MVS, Tsuji RK, Gomes MQT, Brito R No, Bento RF. Auditory brainstem implant in postmeningitis totally ossified cochleae. *Acta Otolaryngol*. 2018;138(8):722-6. <http://dx.doi.org/10.1080/00016489.2018.1449964>. PMID:29607748.
29. Raghunandhan S, Madhav K, Senthilvadivu A, Natarajan K, Kameswaran M. Paediatric auditory brainstem implantation: the South Asian experience. *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis*. 2019;136(3S):S9-14. <http://dx.doi.org/10.1016/j.anorl.2018.08.015>. PMID:30293957.
30. Faes J, Gillis S. Expressive vocabulary growth after pediatric auditory brainstem implantation in two cases'spontaneous productions: a comparison with children with cochlear implants and typical hearing. *Front Pediatr*. 2019;7:191. <http://dx.doi.org/10.3389/fped.2019.00191>. PMID:31157193.
31. Faes J, Gillis S. Auditory brainstem implantation in children with hearing loss: effect on speech production. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2019;119:103-12. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijporl.2019.01.014>. PMID:30690306.
32. van der Straaten TFK, Netten AP, Boermans PPBM, Briaire JJ, Scholing E, Koot RW, et al. Pediatric auditory brainstem implant users compared with cochlear implant users with additional disabilities. *Otol Neurotol*. 2019;40(7):936-45. <http://dx.doi.org/10.1097/MAO.0000000000002306>. PMID:31295204.
33. Rajeswaran R, Kameswaran M. Auditory brainstem implantation (ABI) in children without neurofibromatosis type II (NF2): communication performance and safety after 24 months of use. *Cochlear Implants Int*. 2020;21(3):127-35. <http://dx.doi.org/10.1080/14670100.2019.1690264>. PMID:31847793.
34. Batuk MO, Cinar BC, Yarali M, Aslan F, Ozkan HB, Sennaroglu G, et al. Bimodal stimulation in children with inner ear malformation: one side cochlear implant and contralateral auditory brainstem implant. *Clin Otolaryngol*. 2020;45(2):231-8. <http://dx.doi.org/10.1111/coa.13499>. PMID:31854074.
35. Aslan F, Ozkan HB, Yucel E, Sennaroglu G, Bilginer B, Sennaroglu L. Effects of age at auditory brainstem implantation: impact on auditory perception, language development, speech intelligibility. *Otol Neurotol*. 2020;41(1):11-20. <http://dx.doi.org/10.1097/MAO.0000000000002455>. PMID:31789803.
36. Fernandes NF, de Queiroz Teles Gomes M, Tsuji RK, Bento RF, Goffi-Gomez MVS. Auditory and language skills in children with auditory brainstem implants. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2020;132:110010. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijporl.2020.110010>. PMID:32234651.
37. Monteiro TA, Goffi-Gomez MV, Tsuji RK, Gomes MQ, Brito Neto RV, Bento RF. Neurofibromatosis 2: hearing restoration options. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2012;78(5):128-34. <http://dx.doi.org/10.5935/1808-8694.20120020>. PMID:23108832.
38. Vincenti V, Pasanisi E, Guida M, Di Trapani G, Sanna M. Hearing rehabilitation in neurofibromatosis type 2 patients: cochlear versus auditory brainstem implantation. *Audiol Neurootol*. 2008;13(4):273-80. <http://dx.doi.org/10.1159/000115437>. PMID:18259080.
39. Marziale MHP, Mendes IAC. O fator de impactos das publicações científicas. *Rev Latino-am Enfermagem*. 2002;10(4):466-7. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-11692002000400001>.