

## Voice of the hearing impaired of cochlear implant users: integrative review

## | Voz do deficiente auditivo usuário de implante coclear: revisão integrativa

### ABSTRACT | Introduction:

*The cochlear implant (CI) provides better conditions for the development and maintenance of hearing, providing auditory feedback during phonation and speech. Objectives: To analyze recent publications on vocal production of the hearing impaired user of CI. Methods: Integrative literature review, by searching the SciELO and PubMed databases. Articles published in English or Portuguese, from 2016 to 2020, whose titles included the words "voice" and "cochlear implant" and mentioned the relationship between CI and vocal production were included. Editorials, systematic reviews of the literature, those that related the CI with vocal perception or speech production in isolation were excluded. Results: 10 studies were selected that evaluated the voices of children, adults and elderly users of CI through: 1) Objective evaluation - acoustic analysis; 2) Subjective evaluations - from the patient himself (vocal self-assessment questionnaires), from speech therapist judges (Auditory Perceptual Assessment) and from other individuals (identification of vocal emotions); 3) Evaluation of physiological data - aerodynamic vocal analysis. Studies report progressive improvement in fundamental frequency, jitter, subglottic pressure and maximum phonation time after surgery and use of CI and speech therapy. There was a decrease in the general degree of vocal deviation, instability, degree of alteration in resonance, improvement in speech intelligibility and prosodic cues. Self-assessment revealed deviated symptoms and vocal handicap and improved quality of life 6 months after surgery. Conclusion: The auditory feedback provided by CI and rehabilitation therapies improves communication and reflects positive effects on the quality of life and voice of users.*

**Keywords** | Voice; Cochlear implantation; Hearing loss.

**RESUMO | Introdução:** O implante coclear (IC) viabiliza melhores condições para o desenvolvimento e manutenção da audição, proporcionando *feedback* auditivo durante a fonação e fala. **Objetivos:** Analisar publicações recentes sobre produção vocal do deficiente auditivo usuário de IC. **Métodos:** Revisão integrativa da literatura, por meio de buscas nas bases de dados *SciELO* e *PubMed*. Foram incluídos artigos publicados em inglês ou português, no período de 2016 a 2020, cujos títulos contemplaram as palavras "voz" e "implante coclear" e mencionaram relação do IC com a produção vocal. Foram excluídos editoriais, revisões sistemáticas da literatura, os que relacionaram o IC com percepção vocal ou produção de fala isoladamente. **Resultados:** Foram selecionados 10 estudos que avaliaram vozes de crianças, adultos e idosos usuários de IC por meio de: 1) Avaliação objetiva - análise acústica; 2) Avaliações subjetivas - do próprio paciente (questionários de autoavaliação vocal), de juizes fonoaudiólogos (Avaliação Perceptivo Auditiva) e de outros indivíduos (identificação de emoções vocais); 3) Avaliação de dados fisiológicos - análise aerodinâmica vocal. Estudos referem melhora progressiva na frequência fundamental, *jitter*, pressão subglótica e tempo máximo fonatório após a cirurgia, uso do IC e fonoterapia. Houve diminuição do grau geral do desvio vocal, instabilidade, grau de alteração da ressonância, melhora na inteligibilidade de fala e pistas prosódicas. A autoavaliação revelou sintomas e desvantagem vocal desviados e melhora na qualidade de vida 6 meses após a cirurgia. **Conclusão:** O *feedback* auditivo proporcionado pelo IC e terapias de reabilitação melhora a comunicação e reflete efeitos positivos na qualidade de vida e vocal dos seus usuários.

**Palavras-chave** | Voz; Implante coclear; Deficiência auditiva.

<sup>1</sup>Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória/ES, Brasil.

<sup>2</sup>Hospital Universitário Cassiano Antônio Moraes. Vitória/ES, Brasil.

## INTRODUÇÃO |

A comunicação humana, a envolver voz e fala, pressupõe diversos processos de regulação neural que se inicia na infância por meio de informações motoras aferentes dos caminhos para a articulação e informações eferentes sensoriais. Requer a produção do som glótico pela vibração das pregas vocais, que reage à passagem do ar expiratório, a ressonância e a articulação dos sons da fala nos órgãos fonoarticuladores. Nesse processo de produção oral, há ainda a importância do *feedback* auditivo, que controla os parâmetros da produção vocal, assim como a correção e aprimoramento do controle muscular dos articuladores<sup>1,2</sup>.

A discriminação e a realimentação auditiva ocupam uma posição peculiar na produção vocal. E, no caso dos deficientes auditivos, a alteração no *feedback* auditivo é o principal impedimento para a monitorização dos parâmetros vocais alterados, pois sem ele, a criança não combina os sons e não consegue desenvolver o controle sobre voz, respiração e articulação. Da mesma forma, sem o fluxo de ar suficiente, o deficiente auditivo faz grande esforço fonatório, apresentando dificuldade de entoação, frequência, intensidade, prosódia, ritmo, articulação, ressonância e qualidade vocal<sup>3</sup>.

Por esses motivos, o implante coclear (IC) foi um importante advento para os deficientes auditivos, pois viabiliza melhores condições para o desenvolvimento da função auditiva, melhorando seu *feedback* e, conseqüentemente, desenvolvendo a comunicação oral, possibilitando características vocais que favorecem a inteligibilidade da fala<sup>2</sup>.

Diante do exposto, o objetivo do presente estudo foi realizar uma revisão integrativa da literatura a fim de analisar as publicações científicas mais recentes que discutam sobre a produção vocal dos usuários de implante coclear em todas as fases da vida. Através desta revisão, será possível verificar quais métodos e instrumentos são comumente utilizados para avaliação dos aspectos vocais, quais dos aspectos avaliados apresentam melhora após o uso do IC, quais outros fatores colaboram para essa melhora e identificar as evidências científicas da implicação do *feedback* auditivo, proporcionado pelo implante coclear, no controle da produção vocal.

## MÉTODOS |

Este artigo trata-se de uma revisão integrativa da literatura, realizada em 6 etapas, a saber: 1) Identificação do tema e seleção da questão de pesquisa; 2) Estabelecimento de critérios de inclusão e exclusão; 3) Identificação dos estudos pré-selecionados e selecionados; 4) Categorização dos estudos selecionados; 5) Análise e interpretação dos resultados; e 6) Apresentação da revisão/síntese do conhecimento<sup>4</sup>.

Partindo do tema “a voz do deficiente auditivo usuário de IC” estabeleceu-se a seguinte questão de pesquisa: Como tem sido estudada a produção vocal de indivíduos deficientes auditivos usuários de implante coclear?

Para a coleta, realizou-se busca de artigos científicos nas bases de dados *SciELO* (*Scientific Electronic Library Online*) e *PubMed* utilizando os descritores “voz” E “implante coclear” e seus correspondentes em inglês “voice” AND “cochlear implantation”. O período considerado na busca foram os anos de 2015 a 2020. Os critérios de inclusão adotados foram: contemplar no título as palavras “voz” e “implante coclear” (*voice and cochlear implantation*), bem como termos derivados destas (vocal/vocais, implantes cocleares, implantação coclear, implantados cocleares); mencionar alguma relação do uso do implante coclear com a produção vocal; estar publicado em inglês ou português. Foram excluídos os seguintes estudos: editoriais, revisões sistemáticas da literatura, aqueles cujos títulos não mencionaram as palavras da busca e os que no texto apenas mencionaram a relação do implante coclear com a percepção vocal ou com a produção de fala isoladamente.

A partir da busca, os artigos encontrados foram pré-selecionados por meio da leitura dos títulos e posteriormente dos resumos. Por fim, foi realizada a leitura completa dos artigos, selecionando assim os estudos para compor a amostra. Após retirada das duplicatas e organizadas pelo pesquisador principal, dois revisores independentemente foram para os próximos passos. Em caso de discordância entre os pesquisadores, a análise passaria por um terceiro pesquisador, porém, como houve consenso, não foi necessário. Foi utilizado um banco de dados no programa *Microsoft Office Excel* versão 2016 para armazenar as seguintes informações de cada artigo selecionado: título, ano, local da pesquisa, tipo de estudo, tamanho amostral, faixa etária, variáveis avaliadas e principais resultados.

## RESULTADOS |

Durante o processo de busca nas bases de dados a partir dos descritores e subtraindo as publicações repetidas entre as duas bases de dados, foram identificados total de 87 artigos. Seguindo os critérios de inclusão e exclusão, após a leitura dos títulos, 22 artigos demonstraram potencial para inclusão na revisão integrativa. Porém, após a leitura dos resumos 12 artigos foram excluídos por não atenderem aos critérios estabelecidos, restando 10 artigos pertinentes à temática, sendo estes os selecionados após a leitura completa dos artigos. O Quadro 1 apresenta o extrato dos 10 artigos que compuseram a amostra em ordem de publicação.

Dos 10 artigos incluídos e analisados, 6 realizaram avaliação vocal objetiva com extração de parâmetros acústicos. Knight et al.<sup>5</sup> objetivou estudar se a idade da ativação/implantação do implante coclear (IC) promove impacto no desenvolvimento vocal em crianças implantadas antes dos 4 anos. Os autores realizaram extração e análise dos parâmetros acústicos como frequência fundamental, variação de frequência, variação de amplitude, *jitter* e

*shimmer* da vogal sustentada /a/ emitida por 9 crianças usuárias de implante coclear com implantação pré-lingual (0 a 2 anos) e perilingual (2 a 4 anos) e compararam os resultados com emissões de crianças do grupo controle sem deficiência auditiva. Neste estudo, resultados semelhantes foram obtidos para frequência fundamental, *jitter* e *shimmer*, maior variabilidade nas medidas de variação de frequência e amplitude, com diferenças significativamente maiores no grupo pré-lingual, quando comparado aos grupos perilingual e controle. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre as variáveis de desempenho dos grupos de IC (pré-lingual e perilingual) combinadas e o grupo controle; isso, portanto, indicou que as características vocais de crianças com e sem IC não diferiram significativamente e que a idade de ativação/implantação do IC não influenciou no controle vocal do grupo estudado.

Coelho et al.<sup>6</sup> a fim de verificar a existência de correlação entre idade, tempo de uso, limiar de detecção de voz, escore da categoria da audição e escore da categoria de linguagem com dados acústicos de vozes de crianças com implante

Quadro 1 – Artigos analisados no estudo

AUTOR / ANO	IDIOMA	PAÍS	TÍTULO	TIPO DE ESTUDO
Coelho et al. <sup>6</sup> 2016	Português	Brasil	Hearing performance and voice acoustics of cochlear implanted children	Retrospectivo observacional
Knight et al. <sup>5</sup> 2016	Inglês	África do Sul	The effect of age of cochlear implantation on vocal characteristics in children	Experimental transversal
Joy et al. <sup>7</sup> 2017	Inglês	Índia	Period for Normalization of Voice Acoustic Parameters in Indian Pediatric Cochlear Implantees	Longitudinal retrospectivo
Coelho et al. <sup>12</sup> 2017	Inglês	Brasil	Auditory-Perceptual Evaluation of Voice Quality of Cochlear-implanted and Normal-hearing Individuals: A Reliability Study	Transversal prospectivo
Wang et al. <sup>9</sup> 2017	Inglês	China	The Acoustic Characteristics of the Voice in Cochlear - Implanted Children: A Longitudinal Study	Longitudinal prospectivo
Ubrig et al. <sup>8</sup> 2019	Inglês	Brasil	The Influence of Auditory Feedback and Vocal Rehabilitation on Prelingual Hearing-Impaired Individuals Post Cochlear Implant	Longitudinal prospectivo
Santos et al. <sup>11</sup> 2019	Português	Brasil	Sintomas vocais e desvantagem vocal em adultos usuários de implante coclear	Observacional de corte transversal
Mozzanica et al. <sup>13</sup> 2019	Inglês	Itália	Application of Ambulatory Phonation Monitoring (APM) in the measurement of daily speaking-time and voice intensity before and after cochlear implant in deaf adult patients	Observacional longitudinal prospectivo
Damm et al. <sup>14</sup> 2019	Inglês	EUA	How Vocal Emotions Produced by Children With Cochlear Implants Are Perceived by Their Hearing Peers	Observacional de corte transversal
Wang et al. <sup>10</sup> 2020	Inglês	China	Acoustic and Aerodynamic Analyses of the Voice of Prelingually Deaf Young Men After Cochlear Implantation	Observacional de corte transversal

Fonte: Elaboração própria.

coclear, realizou análise acústica da vogal sustentada /a/ (média da frequência fundamental de desvio padrão, coeficiente de variação da frequência, *jitter*, coeficiente de variação da amplitude, *shimmer*, índice de turbulência vocal, índice de fonação suave, proporção harmônico-ruído e índice de sub-harmônico), fala encadeada e conversa espontânea (média da frequência, extensão da frequência medida em *Hertz*, frequência mínima, frequência máxima, desvio padrão da frequência e extensão da frequência medida em semitons) em 51 crianças com deficiência auditiva pré-lingual usuárias de IC unilateral com idades entre 3 e 5 anos. Os resultados apontaram uma correlação entre os limiares auditivos de detecção de voz e os valores de frequência na vogal sustentada e conversa espontânea, em que à medida que o limiar auditivo de detecção de voz piora, a frequência fundamental média na vogal sustentada e na conversa espontânea aumenta.

A publicação de Joy et al.<sup>7</sup> teve como objetivo investigar o tempo necessário para crianças com IC atingirem os parâmetros acústicos vocais próximos da normalidade para a idade. Participaram 30 crianças usuárias de IC com idades entre 4 e 7 anos, sendo divididas em 3 grupos de acordo com o tempo de implante coclear (6 meses, 1 ano e 2 anos) e 10 crianças com audição normal no grupo controle. Foi realizada análise acústica vocal por meio das vogais sustentadas /a/, /i/ e /u/ extraíndo os parâmetros frequência fundamental habitual, *jitter* e *shimmer*. Seus achados mostraram que a frequência fundamental habitual nas crianças com uso de IC por 6 meses e 1 ano diferiu significativamente do grupo controle sugerindo que após 2 anos de IC se aproximam da faixa normal esperada; as medidas de perturbação de curto prazo, *jitter* e *shimmer*, embora tenham mostrado uma melhora significativa após o IC, não corresponderam às medidas normais esperadas até os 2 anos, porém seguiram uma tendência crescente.

Ubrig et al.<sup>8</sup> objetivou verificar alterações nos parâmetros vocais perceptivos e acústicos em adultos com deficiência auditiva pré-lingual com IC após reabilitação vocal. Os 20 participantes com idades entre 17 e 48 anos foram divididos em 2 grupos, sendo que apenas o grupo 1 participou de 12 sessões de terapia para reabilitação vocal. Foram gravadas as emissões da vogal sustentada /a/ e da leitura das frases do CAPE-V (Protocolo - Consenso da Avaliação Perceptivo Auditiva da Voz) sendo submetidas a avaliação perceptivo-auditiva e análise acústica (média de frequência e variação de frequência). As gravações foram feitas antes e após o período de 12 semanas do

tratamento fonoaudiológico em ambos os grupos. Os achados mostraram que a reabilitação vocal reduz o grau geral de desvio vocal, a instabilidade e o grau de alteração de ressonância.

Wang et al.<sup>9</sup> acompanhou 30 crianças surdas pré-linguais que receberam o implante coclear entre 4 e 6 anos, e realizou avaliação vocal antes e após a implantação do dispositivo. Foram incluídas ainda no estudo 15 crianças com audição normal. Antes do implante e nos tempos 1, 3, 6, 12, 18 e 24 meses após a cirurgia foram extraídas amostras vocais das vogais sustentadas /a/, /i/ e /u/ e submetidas à análise acústica (frequência fundamental, *jitter*, *shimmer* e desvio padrão de frequência) e formante de vogais ( $F_1$  e  $F_2$ ). Realizou-se análise aerodinâmica vocal com registro de valores de pressão subglótica durante emissão da repetição da sílaba /pa/ a partir dos 6 meses pós cirúrgico. O estudo apresentou que os parâmetros vocais acústicos, aerodinâmicos e formantes das vogais são diferentes entre as crianças com audição normal e as crianças surdas. Os parâmetros acústicos *jitter* e *shimmer* foram significativamente reduzidos aos 6 meses, enquanto a frequência fundamental, o desvio padrão de frequência, a pressão subglótica estimada,  $aF_1$ ,  $iF_2$  e  $uF_2$  foram alteradas significativamente 12 meses após o implante.  $aF_1$  e  $iF_2$  aumentaram gradualmente,  $uF_2$  e a pressão subglótica diminuíram gradualmente com uma maior duração do uso do IC. Não foram observadas diferenças estatisticamente significantes nesses parâmetros entre 12 e 24 meses após o implante coclear.

Outro estudo da mesma equipe de Wang et al.<sup>10</sup>, com objetivo de caracterizar parâmetros vocais acústicos e aerodinâmicos da fonação em homens jovens com surdez pré-lingual após o implante coclear, acrescentou às análises acústica e aerodinâmica, o protocolo de Índice de Desvantagem Vocal (IDV-10 - versão reduzida). Participaram 17 jovens usuários de IC unilateral comparados à 17 jovens com audição normal, com idades de 18 a 24 anos. Após registros digitais da voz dos sujeitos (vogal sustentada /a/ para extração dos parâmetros acústicos frequência fundamental, desvio padrão de frequência, *jitter*, *shimmer* e relação harmônico-ruído e para análise aerodinâmica vocal a emissão da repetição da sílaba /pa/ com registro de valores de pressão subglótica, potência aerodinâmica e tempo máximo fonatório), os autores apontam que há maior desvantagem vocal, maior frequência fundamental, desvio padrão de frequência e *jitter* nos pacientes com IC. O mesmo ocorre nos parâmetros aerodinâmicos pressão

subglótica e potência aerodinâmica do grupo IC, enquanto o tempo máximo fonatório é menor.

Ainda na investigação de desvantagem vocal e analisando sintomas vocais em adultos usuários de IC, Santos et al.<sup>11</sup> observou que há correlação com a autoavaliação da qualidade vocal percebida pelos pacientes. Para chegar nesses resultados, o estudo investigou 27 adultos com deficiência auditiva pré-lingual ou pós-lingual com idades entre 19 a 57 anos usuários de IC, com questionários de autoavaliação Índice de Desvantagem Vocal (IDV) e Escala de Sintomas Vocais (ESV) e a uma questão de autopercepção vocal: “Circule como você avalia sua voz” (excelente, muito boa, boa, razoável ou ruim). Os resultados mostraram que apesar dos usuários de IC apresentarem menor desvantagem vocal e índice de sintomas vocais do que a população disfônica em geral, apresentaram índices alterados. Ainda, à medida que a percepção vocal dos pacientes piora, há maior desvantagem vocal em todos os domínios do IDV. Houve correlação positiva moderada entre a autopercepção vocal e a pontuação dos domínios limitação, emocional e a pontuação total do ESV.

Em outro estudo realizado por Coelho et al.<sup>12</sup> para classificar vozes de adultos com audição normal, vozes de pacientes adultos com IC e distinguir pros e contras da metodologia utilizada, com juízes fonoaudiólogos especializados em distúrbios da voz com experiência na avaliação perceptivo auditiva (APA), realizaram avaliação da vogal /a/ sustentada, fala encadeada e fala espontânea de 25 adultos usuários de IC e 25 adultos com audição normal com idades de 18 a 45 anos, totalizando 150 amostras. Os dados foram utilizados para analisar a concordância satisfatória entre os avaliadores e a confiabilidade intra-avaliadores. A concordância entre avaliadores variou amplamente entre os parâmetros e as tarefas de fala, de ruim a excelente. Entretanto, a percepção da frequência vocal “pitch” foi o único parâmetro em que os avaliadores mantiveram concordância consistente para todos os grupos e todas as emissões. Para a confiabilidade intra-avaliadores 20% das amostras foram repetidas aleatoriamente. 2 dos 3 avaliadores apresentaram excelente confiabilidade para a maioria dos parâmetros em todas as tarefas de fala, enquanto um avaliador apresentou mais inconsistências.

O estudo de Mozzanica et al.<sup>13</sup> objetivou avaliar as alterações na produção vocal diária por meio do monitor de fonação ambulatorial (APM) e sua relação com as medidas de qualidade de vida em um grupo de pacientes

com IC. Participaram 12 adultos com deficiência auditiva pós-lingual, os quais foram submetidos à avaliação antes da cirurgia de implante coclear e após 6 meses, por meio do uso do equipamento APM para registro do tempo de fonação, porcentagem do tempo de fonação, média de frequência, modo de frequência e média de amplitude. Nas mesmas ocasiões foi aplicado para avaliação da percepção de fala a versão italiana do Teste Dissilábico sem leitura labial e mascaramento e feita autoavaliação da qualidade de vida por meio do *Nijmegen Cochlear Implant Questionnaire (I-NCIQ)*. Foram encontradas diferenças significativas nos resultados de APM obtidos antes e depois do IC, sendo que após o uso do IC todos os pacientes obtiveram diminuição significativa da amplitude média, aumento significativo do tempo de fonação diário e porcentagem do tempo de fonação, melhora significativa nos escores *I-NCIQ* e correlações significativas entre os escores *I-NCIQ* e os parâmetros APM.

Por fim, a publicação de Damm et al.<sup>14</sup> teve por objetivo investigar produções das emoções vocais felizes e tristes de crianças usuárias de IC em idade escolar, em comparação com produções de crianças com audição normal, adultos com deficiência auditiva pós-lingual usuários de IC e adultos com audição normal. O estudo foi realizado em 2 etapas e cada etapa contou com grupos distintos de participantes. Na etapa de produção participaram 13 crianças usuárias de IC (7 a 18 anos), 9 crianças com audição normal (6 a 18 anos), 10 adultos surdos pós-linguais usuários de IC (27 a 75 anos) e 9 adultos com audição normal (21 a 45 anos) dos quais foram registradas as emissões de 20 frases neutras de forma feliz e triste. A etapa de escuta foi composta de 2 tarefas. Participaram da tarefa de reconhecimento da emoção 55 crianças com audição normal (6 a 18 anos) e 30 adultos com audição normal (19 a 31 anos) e da tarefa de inteligibilidade de fala 11 adultos com audição normal com idades entre 19 e 25 anos. Os resultados desse estudo mostraram alta variabilidade na identificação das emoções produzidas pelas crianças com IC, em relação aos outros grupos sendo algumas emoções altamente identificáveis enquanto outros mostraram déficits. Adultos surdos pós-linguais com IC produziram emoções altamente identificáveis e variabilidade intersubjetiva relativamente pequena. A idade de implantação foi considerada um preditor significativo de desempenho pelas crianças com IC. Indivíduos com audição normal mais velhos foram mais capazes de identificar as emoções pretendidas pelas crianças com IC do que os mais jovens. Apesar dos déficits em suas produções emocionais, as crianças com IC

produziram palavras altamente inteligíveis nas frases que carregam as emoções.

Dos 10 artigos selecionados, 8 foram publicados em inglês<sup>5,7-10,12-14</sup> e 2 em português<sup>6,11</sup>. Tais estudos foram realizados em África do Sul<sup>5</sup>, Brasil<sup>6,8,11,12</sup>, Índia<sup>7</sup>, China<sup>9,10</sup>, Itália<sup>13</sup> e Estados Unidos da América<sup>14</sup>.

## DISCUSSÃO |

A presente revisão integrativa da literatura foi realizada a fim de analisar as publicações científicas mais recentes que discutam sobre a produção vocal do usuário de implante coclear. Por meio da revisão dos artigos foi possível constatar que os ciclos de vida mais comumente estudados são adultos<sup>8,10-14</sup> e crianças<sup>5-7,9,14</sup>. Participantes idosos foram incluídos em apenas 2 estudos<sup>13,14</sup>.

O método mais utilizado nos estudos foi a avaliação vocal objetiva com extração de parâmetros acústicos (frequência fundamental, *jitter* e *shimmer*) das vozes crianças e adultos usuários de IC<sup>5-10</sup>. A avaliação acústica mensura o sinal sonoro vocal e por meio dessa quantificação é possível identificar os desvios vocais apresentados por esses indivíduos, que desenvolvem qualidade vocal mais próxima da normalidade devido ao processo fonoterápico.

Contudo, a análise acústica na prática clínica deve ser realizada em conjunto com a avaliação perceptivo auditiva (APA), método considerado padrão ouro, pois, além de nos fornecer dados anatomofisiológicos importantes também provê informações sobre o grau de desagradabilidade da voz avaliada e da limitação social de sua disфония<sup>15</sup>. Nesta revisão, apenas 1 estudo combinou análise acústica e APA<sup>8</sup> e 1 utilizou a APA isolada para avaliar a concordância satisfatória entre avaliadores e a confiabilidade intra-avaliadores<sup>12</sup>.

Sobre os aspectos vocais, estudos consensualmente referem que antes do uso do IC, os pacientes, quando comparados aos grupos controles (indivíduos com audição normal), apresentavam aumento de frequência fundamental, de *jitter* e de pressão subglótica e tempo máximo fonatório reduzido<sup>6,7,9,10</sup>. Porém, à medida que esse paciente participa de sessões de reabilitação, esses parâmetros tendem a melhorar gradativamente, resultando também em redução do grau geral do desvio vocal, da instabilidade e

do grau de alteração da ressonância<sup>8</sup>. É sabido que, para esses resultados, é importante que o usuário de IC faça o uso sistematizado do dispositivo, participe ativamente das sessões de reabilitação auditiva e fonoterapia vocal específica para suas alterações vocais. A terapia focada nas dificuldades de respiração, fonação, articulação e no melhor monitoramento da própria voz, uma vez que o *feedback* auditivo é proporcionado pelo IC, tende a melhorar tanto a produção da voz quanto da fala do paciente.

A avaliação vocal também inclui aplicação de protocolos de autoavaliação, o que foi realizado por 3 estudos dessa revisão. A autoavaliação por meio dos questionários ESV, IDV e I-NCIQ revela a real dimensão do comprometimento da qualidade de vida do indivíduo bem como o impacto da sua disфония no seu cotidiano. Adultos usuários de IC estudados apresentaram sintomas vocais e desvantagem vocal desviados, porém, menos que a população disfônica em geral. Esses resultados estão diretamente relacionados à autopercepção da voz, possível por meio do *feedback* auditivo, pois ao ouvir a própria voz esses pacientes passam a perceber os déficits da sua produção identificando seus sintomas e desvantagens vocais<sup>10,11,13</sup>.

Desse modo, é importante a aplicação desses e outros protocolos não somente para a compreensão do impacto da disфония na vida do indivíduo, mas também para desenvolver a conscientização dos efeitos de um problema de voz e verificar a efetividade do tratamento realizado<sup>15</sup>. Para tal, a aplicação pode ser realizada no início e durante o tratamento fonoaudiológico como ferramenta terapêutica.

A aplicação do *I-NCIQ* revelou melhora significativa na qualidade de vida de pacientes adultos e idosos 6 meses após a implantação coclear, correlacionada à melhora nos parâmetros vocais avaliados como aumento do tempo de fonação e da porcentagem do tempo de fonação, diminuição da média da amplitude e diminuição do modo de frequência<sup>13</sup>. Fica assim evidente que as mudanças vocais diárias após o IC impactaram diretamente no cotidiano, melhorando a comunicação e resultando em efeitos positivos na qualidade de vida desses pacientes.

Considerando que o acompanhamento fonoaudiológico visa melhorar a comunicação global do usuário de IC, desde a recepção e processamento das informações auditivas até sua produção de voz e de fala, um estudo sobre produção de emoções vocais de crianças, adultos e idosos usuários de IC foi incluído nesta revisão,

uma vez que os déficits auditivos podem impactar na percepção da entonação e ritmo requeridos na prosódia e consequentemente dificultar a produção de emoções vocais. Porém, apesar dos déficits em suas produções emocionais, as crianças com IC produziram palavras altamente inteligíveis nas frases que carregam as emoções sendo algumas emoções altamente identificáveis. As crianças do estudo foram implantadas aos 2 anos de idade, sendo este o preditor de seu desempenho. Sabe-se que crianças implantadas precocemente têm melhores resultados nas habilidades auditivas. Isso se dá devido a maior plasticidade do cérebro no momento da ativação do dispositivo e nos meses seguintes resultando também em benefícios na produção de pistas prosódicas<sup>14</sup>.

Em suma, alguns fatores influenciam no desenvolvimento das funções auditivas e consequentemente da voz e da fala após a cirurgia de IC. Em relação ao tempo de duração da perda auditiva, quanto menor a privação da estimulação auditiva melhor será o resultado. A idade de aquisição da perda auditiva é outro fator importante pois adultos e crianças com surdez pós-linguais (após os 4 anos) têm melhores resultados do que crianças com surdez congênita. No que diz respeito à idade na implantação, crianças implantadas em idades precoces têm melhor desempenho do que os implantados na idade adulta<sup>16</sup>. Por fim, o tempo de uso do IC tem efeito positivo nos resultados, pois proporciona mais estimulação, melhorando a performance auditiva e garante *feedback* auditivo durante os momentos de fonação e fala melhorando assim os resultados vocais.

## CONCLUSÃO |

Esta revisão integrativa da literatura apresenta uma exposição dos estudos publicados nos últimos 5 anos (2016 a 2020) que discutem a produção vocal do deficiente auditivo usuário de IC. Em resposta a questão da pesquisa, estudos comumente abordam a produção vocal de crianças e adultos deficientes auditivos usuários de implante coclear através de: 1) Avaliação objetiva - análise acústica (medidas concernentes à frequência fundamental, *jitter* e *shimmer*); 2) Avaliações subjetivas - do próprio paciente (questionários de autoavaliação vocal Escala de Sintomas Vocais - ESV, Índice de Desvantagem Vocal - IDV e *Nijmegen Cochlear Implant Questionnaire - I-NCIQ*), de juízes fonoaudiólogos (Avaliação Perceptivo Auditiva - APA), de outros indivíduos (identificação de emoções vocais); 3) Avaliação

de dados fisiológicos - análise aerodinâmica vocal (pressão subglótica e tempo máximo fonatório).

Em geral, os usuários de IC apresentam os parâmetros vocais frequência fundamental, *jitter*, pressão subglótica e tempo máximo fonatório alterados. Porém, à medida que participam de terapias de reabilitação auditiva e vocal, esses parâmetros melhoram gradativamente resultando também em melhora do grau geral do desvio vocal, da instabilidade, do grau geral da alteração de ressonância, na inteligibilidade de fala, nas pistas prosódicas e na qualidade de vida. Todavia, além das sessões de reabilitação, a idade na implantação será o preditor de desempenho e melhora auditiva e consequentemente vocal, juntamente com o acompanhamento audiológico, adesão familiar e uso sistematizado do dispositivo.

Diante disso, se faz necessário o desenvolvimento de novos estudos sobre a temática, para que as evidências guiem sempre o processo de reabilitação dos usuários de implante coclear em busca de melhora na sua comunicação.

## REFERÊNCIAS |

1. Souza LBR. Diferenças entre parâmetros vocais em crianças usuárias de implante coclear e em crianças usuárias de aparelho de amplificação sonora individual. Rev. CEFAC. 2013 mai-jun; 15(3):616-621.
2. Fabron EMG, Garcia YS, Pinheiro EMCD. A voz do deficiente auditivo: revisão bibliográfica. Distúrb Comun. 2017 março; 29(1):55-67.
3. Prado AC. Principais características da produção vocal do Deficiente auditivo. Rev CEFAC. 2007 jul-set; 9(3):404-10.
4. Botelho LLR, Cunha CCA, Macedo M. O método da revisão integrativa nos estudos organizacionais. Gestão e sociedade. 2011 Mai-Ago; 5(11):121-136.
5. Knight K, Ducasse S, Coetzee A, Van der Linde J, Louw A. The effect of age of cochlear implantation on vocal characteristics in children. South African Journal of Communication Disorders. 2016; 63(1): a142.
6. Coelho AC, Brasolotto AG, Bevilacqua MC, Moret ALM, Bahmad Júnior F. Hearing performance and voice acoustics

- of cochlear implanted children. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2016; 82:70-5.
7. Joy JV, Deshpande S, Vaid N. Period for Normalization of Voice Acoustic Parameters in Indian Pediatric Cochlear Implantees. *Journal of Voice*. 2017; 31(3):391.e19–391.e25.
8. Ubrig MT, Tsuji RK, Weber R, Menezes MHM, Barrichelo VMO, Cunha MGB et al. The Influence of Auditory Feedback and Vocal Rehabilitation on Prelingual Hearing-Impaired Individuals Post Cochlear Implant. *Journal of Voice*. 2019; 33(6): 947.e1-947.e9.
9. Wang Y, Liang F, Yang J, Zhang X, Liu J, Zheng Y. The Acoustic Characteristics of the Voice in Cochlear-Implanted Children: A Longitudinal Study. *Journal of Voice*. 2017; 31(6):773.e21–773.e26.
10. Wang Y, Yang J, Liang F, Liu J, Liang M, Zhang X, Chen W, Zheng Y. Acoustic and Aerodynamic Analyses of the Voice of Prelingually Deaf Young Men After Cochlear Implantation. *Journal of Voice (in press)*. 2020.
11. Santos ARS, Batista NGL, Silva DB, Sampaio ALL, Medved DMS, Coelho AC. Sintomas vocais e desvantagem vocal em adultos usuários de implante coclear. *Rev. CEFAC*. 2019; 21(2):e15118.
12. Coelho AC, Alcione Brasolotto G, Fernandes ACN, Medved DMS, Silva EM, Bahmad Júnior F. Auditory-Perceptual Evaluation of Voice Quality of Cochlear-implanted and Normal-hearing Individuals: A Reliability Study. *Journal of Voice*. 2017; 31(6):774.e1–774.e8.
13. Mozzanica F, Schindler A, Iacona E, Ottaviani F. Application of Ambulatory Phonation Monitoring (APM) in the measurement of daily speaking-time and voice intensity before and after cochlear implant in deaf adult patients. *Auris Nasus Larynx* 2019; 46:844–852.
14. Damm SA, Sis JL, Kulkarni AM, Chatterjee M. How Vocal Emotions Produced by Children With Cochlear Implants Are Perceived by Their Hearing Peers. *Journal of Speech Language, and Hearing Research*. 2019 October; 62:3728–3740.
15. Behlau M, Madazio G, Feijó D, Pontes P. Avaliação de voz. In: Behlau M. *Voz O livro do especialista vol I*. Rio de Janeiro: Revinter; 2004. 85-245.
16. Oliveira JAA. Implante coclear. *Medicina (Ribeirão Preto)*. 2005; 38(3/4): 262-272.

*Correspondência para/Reprint request to:*

**Glaucimar Cardoso**

*Rua do Cedro, lote 1, quadra 36*

*Balneário de Carapebus, Serra/ES, Brasil*

*CEP: 29164-886*

*E-mail: glaucpa@gmail.com*

Recebido em: 05/10/2021

Aceito em: 23/12/2021