

Preservação da Audição em Implante Coclear Pediátrico – É Possível?

Alexander J. Osborn, Sharon L. Cushing e Blake C. Papsin

Introdução

A perda auditiva congênita afeta 1 em cada 500 nascidos vivos, sendo o defeito congênito mais comum. Uma audição adequada é essencial para que as crianças desenvolvam a linguagem e a fala e também tem um papel posterior importante no desenvolvimento da compreensão da escrita, habilidades fundamentais sem as quais o indivíduo poderá estar em desvantagem em termos de integração social, educação e emprego. A detecção precoce da perda auditiva congênita é possível através da triagem auditiva neonatal de rotina, que pode utilizar a resposta auditiva do tronco encefálico e teste de emissão otoacústica (EOA). A detecção precoce da perda auditiva é fundamental para que ocorra a reabilitação adequada, pois a reorganização das vias neurais que seriam dedicadas ao estímulo auditivo ocorre precocemente em lactentes com perdas auditivas sensorineurais profundas e outras tarefas são atribuídas a estas vias^{1,2}.

Caso a audição seja restaurada em uma fase posterior da vida, o recrutamento destas vias neurais para que cumpram seu papel original de processamento auditivo torna-se mais difícil. Desta forma, crianças portadoras de surdez congênita que recebem implantes cocleares depois de alguns anos não desenvolvem as mesmas habilidades de fala e linguagem que as crianças implantadas mais precocemente³. Quanto mais jovem for a criança surda a ser reabilitada, maior a possibilidade de um desenvolvimento auditivo próximo ao normal.

Ironicamente, crianças com perda auditiva parcial bilateral representam um desafio em termos de reabilitação aural se comparadas àquelas com perda auditiva sensorineural bilateral e profunda. A maior parte das crianças com perda auditiva parcial apresenta audiogramas de configuração descendente acentuada, com limiares auditivos mais baixos em baixa frequência e limiares mais altos em alta frequência. Desta forma, embora os déficits na faixa de baixa frequência, caso existam, possam ser superados com aparelhos auditivos convencionais, a perda auditiva em alta frequência de grave a profundo é difícil de tratar com meios acústicos convencionais, principalmente quando é isolada. Déficits de intensidade grave em alta frequência podem ser reabilitados com sucesso através da estimulação elétrica (isto é, implante coclear). Entretanto, o implante coclear convencional tem o risco de trauma coclear, que por sua vez pode resultar em perda da audição residual. Este risco de perda da função coclear residual ativa em casos de escores moderados de compreensão de fala tem sido o fator que tradicionalmente evitava que crianças com perda auditiva de configuração descendente acentuada fossem candidatas a implante coclear. Infelizmente, apesar da audição residual em baixa

frequência e máxima amplificação acústica, estas crianças possuem dificuldade significativa de reconhecimento de fala e demonstram estigmas verbais na pronúncia de consoantes ao falar. Claramente, é preciso instituir uma modalidade melhor de reabilitação nestes casos.

Estimulação Elétrica e Acústica Combinada

A combinação da organização tonotópica da cóclea e a evolução das técnicas cirúrgicas de implante coclear constituem uma solução bastante óbvia para o dilema das perdas auditivas parciais ou de configuração descendente acentuada. As células ciliadas da base da cóclea discriminam frequências mais altas, enquanto as células ciliadas mais próximas do ápice da cóclea discriminam frequências progressivamente mais baixas. Desta forma, o paciente com perda auditiva grave de configuração descendente acentuada necessita de estimulação elétrica do gânglio espiral somente na região do giro basal. A abordagem da cóclea através do recesso facial permite a colocação de um eletrodo do implante coclear, seja através da janela redonda ou da cocleostomia, iniciada no giro basal. A inserção mais profunda do eletrodo resulta em maior estimulação elétrica da região apical. Desta forma, a inserção parcial de um eletrodo convencional de implante coclear ou inserção total de um eletrodo mais curto fornece a estimulação elétrica necessária somente na região basal, mantendo teoricamente a região apical intocada e ainda capaz de receber os sinais acústicos transmitidos normalmente através da onda proveniente da membrana basilar. Deste modo, o indivíduo poderá receber um dispositivo com estimulação elétrica e acústica combinada, conhecido como dispositivo EAS (*electrical and acoustic stimulation*).

É provável que mesmo pacientes tratados com implantes cocleares convencionais seriam beneficiados da EAS combinada. Avanços em técnicas cirúrgicas e projeto de eletrodos permitiram obter taxas de preservação de audição parcial de até 90% e preservação completa da audição em 45% dos receptores de implantes cocleares convencionais⁴. A preservação da audição residual em implantes cocleares convencionais não é uma questão de mero interesse abstrato. Ainda que se forneça máxima estimulação elétrica igualmente a ambos os grupos, os indivíduos com audição residual preservada após implante coclear convencional obtêm escores melhores em testes de reconhecimento de fala que os que perderam toda a audição residual no processo de implante⁵. Isto se deve em parte ao fato de que a audição residual de baixa frequência é suplementada pelos sinais elétricos fornecidos pelo implante.

EAS intencionalmente combinada está sendo atualmente obtida através do uso de um conjunto de eletrodos curtos (10-20mm). O microfone e a unidade de processador de fala do implante coclear são acoplados a um aparelho auditivo convencional, formando um dispositivo híbrido que fornece sinais elétricos e acústicos. O conjunto de eletrodos curtos é inserido no giro basal da cóclea, mas não atingem a região apical, onde células ciliadas nativas ainda são funcionais. O implante de eletrodos curtos tem sido excepcionalmente bem sucedido na preservação da audição residual. Um ensaio multicêntrico conduzido em pacientes adultos nos Estados Unidos demonstrou audição preservada em 96% dos indivíduos e níveis auditivos médios pós-cirúrgicos com variação de 10dB em relação aos

pré-cirúrgicos (variação 0-30dB)⁶. A combinação do implante de eletrodos curtos com um aparelho auditivo convencional (aparelho amplificação sonora individual - AASI) nestes pacientes, resultou em 79% de reconhecimento palavras monossilábicas. Este método da EAS ainda apresenta riscos de trauma coclear e eliminação ou redução da audição residual. Diversos grupos têm estudado e proposto uma série de modificações nas técnicas convencionais de implante coclear, na tentativa de maximizar a preservação da audição. Por exemplo, existem propostas de administração intracirúrgica de corticóides, uso da janela redonda para a inserção dos eletrodos ou da cocleostomia 'soft', com posicionamento lateral dos eletrodos e não perimodiolar, uso de ácido hialurônico para eliminar o sangue e pó de osso da cóclea, uso de técnicas sem o uso de bisturi e alterações do projeto dos eletrodos. Ainda não existe consenso quanto ao(s) método(s) mais indicado(s) para preservar a audição residual, mas o assunto continua sendo estudado e debatido.

Resultados de EAS em Crianças

A Europa e América do Norte já possuem ampla experiência com dispositivos EAS de eletrodos curtos em adultos, mas até recentemente, a experiência clínica de uso de dispositivos EAS em crianças implantadas estava restrita à Europa. Os dispositivos de estimulação combinada foram originalmente desenvolvidos por von Ilberg⁷ *et al* e seu uso foi posteriormente expandido por Skarzynski *et al.*, os primeiros a implantar dispositivos EAS em crianças⁸. De maneira geral, é importante ressaltar que os resultados em termos de escores de reconhecimento de palavras e preservação da audição variam significativamente entre os estudos⁹⁻¹¹. Quando tais estudos são comparados, a principal variável que afeta os desfechos pós-operatórios parece ser os níveis auditivos pré-operatórios, sendo os melhores níveis de audição no pré-operatório logicamente relacionados a melhores escores pós-operatórios de reconhecimento de palavras. Outros fatores também correlacionados a melhores níveis de audição e escores mais elevados de reconhecimento de palavras após a cirurgia¹¹ são a duração mais curta da perda auditiva de altas frequências¹² e idade menor¹³.

Como o intuito do EAS é promover o reconhecimento melhor de palavras, o sucesso destes procedimentos é medido pelos escores de reconhecimento de palavras monossilábicas em ambientes silenciosos ou com alto nível de ruído. Na maior casuística de EAS publicada até o momento, os escores de reconhecimento de palavras em crianças apresentaram melhora de 33% para 64% em condições de silêncio e de 5% para 36% na presença de ruído¹⁴. Houve uma diferença significativa entre as crianças com audição normal de baixa frequência e aquelas com perda, porém reabilitável, de audição de baixa frequência. Crianças com audição pré-cirúrgica normal nas baixas frequências apresentaram melhores escores de compreensão de fala após a cirurgia e maior melhora nestes escores. Estes resultados são comparáveis aos obtidos em adultos, que também apresentam diferenças estatisticamente significantes no reconhecimento de palavras no pós-operatório entre indivíduos que necessitam ou não de amplificação acústica de baixa frequência¹⁵.

O desempenho de indivíduos com dispositivos EAS ou híbridos melhora ao longo do tempo, um fenômeno que já foi bem estudado em candidatos tradicionais

que recebem implantes cocleares convencionais¹⁶. Os escores de reconhecimento de palavras em ambiente silencioso melhora em até seis meses após o implante, enquanto o desempenho de reconhecimento de palavras em ambiente ruidoso pode melhorar em até dois anos após a cirurgia. Esta diferença na evolução temporal até o *plateau* de habilidade frente a ruído ou silêncio é importante e deve ser considerada quando se monitoram os resultados pós-operatórios e durante o aconselhamento pré-operatório dos pacientes. Além disso, estudos anteriores demonstraram que um pequeno grupo, porém consistente de crianças, jamais consegue participar em testes de reconhecimento de palavras^{8,14}. Medidas qualitativas ou substitutas de progresso de pacientes podem ser necessárias, tais como desempenho escolar, comportamento e qualidade da fala, além das medidas quantitativas tradicionais.

As considerações adicionais importantes compreendem a avaliação da perda da audição residual em indivíduos que deveriam ser beneficiados ou foram anteriormente beneficiados por EAS. Uma pequena, porém consistente parcela dos indivíduos (cerca de 5%), submetidos a implante de eletrodos curtos, perde a audição residual de baixa frequência já no primeiro audiograma ou em 3 a 6 meses após a cirurgia. Isto levanta a dúvida quanto ao implante de eletrodos curtos ser capaz de fornecer estimulação elétrica adequada para permitir a compreensão de palavras na ausência de suplementação acústica. A sorte é que a resposta a esta pergunta parece ser “Sim.” Em indivíduos que perderam a audição residual e foram portanto forçados a depender somente da estimulação elétrica do eletrodo curto, os escores de reconhecimento de palavras foram muito semelhantes aos daqueles beneficiados por EAS¹⁵. Talvez isto possa estar relacionado à audição preservada de baixa frequência na orelha contralateral, permitindo ao paciente uma audição bimodal (acústica em uma orelha e elétrica em outra), funcionalmente equivalente à EAS unilateral. Trabalhos anteriores sugeriram que os dois cenários são equivalentes em termos de reconhecimento de palavras¹⁷. Um aspecto interessante é que este estudo também sugeriu que a audição bimodal com eletrodo convencional na orelha implantada era superior à audição bimodal com um eletrodo curto. É importante salientar que o eletrodo usado neste estudo era muito curto (10 mm) e que a mesma desvantagem pode não ocorrer quando se usam eletrodos “curtos” mais longos, geralmente de 16 a 20 mm^{15,18}. É importante observar que em outros estudos, o implante de eletrodo muito curto apresenta desempenho semelhante ao conjunto com comprimento habitual em termos de reconhecimento de palavras (revisão de Turner¹⁹).

Além da audição em ruído, sinais temporais decorrentes da audição residual podem permitir melhor percepção musical. Desta forma, espera-se que pacientes com EAS tenham um desempenho melhor nesta área do que indivíduos portadores de implantes cocleares convencionais e isso constitui um motivo adicional para procurar preservar a audição residual. Pacientes portadores de implantes cocleares convencionais tem dificuldade com tarefas unicamente dependentes de tom na ausência de sinais rítmicos^{20,21}. A discriminação do tom ocorre facilmente em indivíduos com audição normal quando a diferença entre os tons é 1%; entretanto, portadores de implante coclear são capazes de discriminar tons que diferem em 36% ou mais²⁰. Além disso, embora capazes de apreciar algumas das propriedades

mais subjetivas da música, usuários de implantes cocleares convencionais não identificam corretamente as qualidades tonais emocionais da música se comparados a pessoas com audição normal²².

A EAS faz uma diferença significativa em termos de apreciação de música e do desempenho de tarefas baseadas em tons. Os usuários de implantes híbridos têm desempenho praticamente normal na identificação da melodia de canções populares, enquanto os usuários de implantes cocleares convencionais não executam essa tarefa²³. Como era de se esperar, neste mesmo estudo, os pacientes beneficiados por EAS combinado tiveram bom desempenho em testes de identificação de instrumentos contanto que o instrumento registrasse baixas frequências em que havia função coclear nativa presente, mas o desempenho foi ruim caso o instrumento testado fosse tocado em frequências mais altas. Os participantes com o dispositivo EAS, de maneira geral, tiveram melhor desempenho que os portadores de implantes cocleares convencionais.

Crítérios para Implante de EAS em Crianças

Em crianças, os critérios para a consideração de dispositivos híbridos ou EAS são os mesmos que nos adultos:

Estabilidade da audição. As crianças com audição instável ou perda auditiva progressiva não devem ser consideradas para EAS de eletrodos curtos. Embora os resultados acima mencionados obtidos com os dispositivos de eletrodos curtos sejam bastante promissores, acreditamos que existe diferença significativa entre os eletrodos convencionais e o eletrodo híbrido mais curto e não se justifica o uso deste tipo de implante em uma criança que aparentemente evoluirá para uma perda auditiva neurossensorial completa. Este critério é ainda mais importante em crianças, dada a maior variabilidade e imprevisibilidade da progressão da perda auditiva em crianças do que em adultos²⁴;

Audição em baixa frequência. Deve haver pelo menos audição parcial presente para que a EAS seja benéfica. Geralmente, isto consiste de limiares de tons puros de 60dB ou mais a 250, 500 e, algumas vezes a 1000Hz;

Outros fatores. As crianças e suas famílias devem estar dispostas a participar dos mesmos programas rigorosos de reabilitação e consultas de seguimento que os exigidos para receptores de implantes cocleares convencionais. Igualmente, a triagem e o aconselhamento pré-operatório são tão importantes para os candidatos a EAS como para os candidatos a implantes cocleares convencionais.

Possibilidades Futuras de EAS em Crianças

A possibilidade de preservação confiável da audição com dispositivos EAS de eletrodos curtos em crianças permitirá uma série de avanços em implantes cocleares infantis. Um destes aspectos está relacionado à preservação da arquitetura coclear, ainda que no momento isto não tenha significado funcional. Um argumento frequente contra implantes cocleares bilaterais é que ambas as cócleas sofrerão danos irreversíveis e não poderão ser beneficiadas por novas tecnologias que possam ser desenvolvidas ao longo da vida que a criança com implantes cocleares ainda tem pela frente. Este argumento é de certa forma fraco quando é considerada a pequena janela de oportunidade que esta criança tem de programar adequadamente sua via auditiva, muito mais curta que o tempo necessário para o advento de novos

avanços tecnológicos. Por outro lado, o implante de eletrodos curtos pode resultar em estimulação bilateral e levar a uma organização adequada das vias auditivas e simultaneamente preservar uma porção bastante grande da cóclea para futuras tecnologias. Com base nesta filosofia, Gantz *et al* iniciaram um estudo com implantes cocleares bilaterais em crianças, com um eletrodo longo convencional de um lado e um eletrodo curto do outro²⁵. O desempenho destas crianças parece ser tão bom quanto o de crianças com implantes convencionais bilaterais em termos de reconhecimento de fala e aquisição de fala e linguagem. É importante salientar que as crianças incluídas neste estudo são portadoras de perda auditiva sensorineural completa e congênita.

Muitas vezes, estas crianças com perda auditiva sensorineural completa e congênita apresentam audição residual. Com implantes bilaterais de eletrodo convencional na orelha de pior audição e de eletrodo curto na orelha de melhor audição, pode-se esperar o desenvolvimento de fala e linguagem nestas crianças sem os típicos estigmas de uma perda auditiva em frequências elevadas. Além disso, a expectativa é que estas crianças tenham um desempenho melhor que indivíduos com mesma perda auditiva completa congênita portadores de implantes bilaterais convencionais, do que pacientes portadores de aparelhos auditivos convencionais e talvez até mesmo em pacientes implantados com dispositivos EAS de eletrodo curto na fase pós-lingual. Na verdade, considerando os resultados promissores do estudo de Iowa usando um eletrodo curto e um eletrodo convencional em crianças com surdez congênita, talvez todas as crianças com perda auditiva de grau severo a profundo deveriam ser implantadas da mesma maneira. Caso exista audição residual e ela persista após o implante, podemos esperar que esta criança tivesse um desempenho melhor que outra com implantes convencionais bilaterais, enquanto caso a audição residual seja perdida, ou seja, inexistente, os resultados do estudo sugerem que a criança terá o mesmo desempenho que outra com implantes bilaterais convencionais. Os efeitos do remapeamento elétrico das frequências que eram previamente captadas acusticamente nos casos de perda auditiva progressiva não foram estudados e este será provavelmente um próximo passo no desenvolvimento de programas futuros com o implante “curto-longo”.

Conclusão

O desenvolvimento do implante coclear “curto” sua combinação com aparelho auditivo convencional e a capacidade de preservar a audição com este eletrodo é uma solução inovadora para o problema da reabilitação aural de crianças com perda auditiva em frequências elevadas. Os estudos em andamento são promissores em termos da vantagem dos dispositivos EAS para a compreensão da fala em ambiente com ruído e aspectos de apreciação musical. Trabalhos futuros irão esclarecer outros detalhes referentes ao papel dos dispositivos EAS em implantes bilaterais, sejam combinados a outro dispositivo EAS ou com eletrodos convencionais ou delgados de comprimento habitual.

Referências bibliográficas

1. Lee DS, Lee JS, Oh SH, et al. Cross-modal plasticity and cochlear implants. *Nature*. 2001;409(6817):149-150.
2. Sharma A, Dorman MF, Spahr AJ. A sensitive period for the development of the central auditory system in children with cochlear implants: implications for age of implantation. *Ear Hear*. 2002;23(6):532-539.
3. Harrison RV, Gordon KA, Mount RJ. Is there a critical period for cochlear implantation in congenitally deaf children? Analyses of hearing and speech perception performance after implantation. *Dev Psychobiol*. 2005;46(3):252-261.
4. Brown RF, Hullar TE, Cadieux JH, Chole RA. Residual hearing preservation after pediatric cochlear implantation. *Otol. Neurotol*. 2010;31(8):1221-1226.
5. Carlson ML, Driscoll CLW, Gifford RH, et al. Implications of minimizing trauma during conventional cochlear implantation. *Otol. Neurotol*. 2011;32(6):962-968.
6. Gantz BJ, Turner C, Gfeller KE, Lowder MW. Preservation of hearing in cochlear implant surgery: advantages of combined electrical and acoustical speech processing. *Laryngoscope*. 2005;115(5):796-802.
7. von Ilberg C, Kiefer J, Tillein J, et al. Electric-acoustic stimulation of the auditory system. New technology for severe hearing loss. *ORL J. Otorhinolaryngol. Relat. Spec*. 1999;61(6):334-340.
8. Skarzynski H, Lorens A, Piotrowska A, Anderson I. Partial deafness cochlear implantation in children. *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol*. 2007;71(9):1407-1413.
9. Gstoeitner WK, Helbig S, Maier N, et al. Ipsilateral electric acoustic stimulation of the auditory system: results of long-term hearing preservation. *Audiol. Neurootol*. 2006;11 Suppl 1:49-56.
10. Kiefer J, Pok M, Adunka O, et al. Combined electric and acoustic stimulation of the auditory system: results of a clinical study. *Audiol. Neurootol*. 2005;10(3):134-144.
11. Skarzynski H, Lorens A, Piotrowska A, Podskarbi-Fayette R. Results of partial deafness cochlear implantation using various electrode designs. *Audiol. Neurootol*. 2009;14 Suppl 1:39-45.
12. Lenarz T, Stöver T, Buechner A, et al. Hearing conservation surgery using the Hybrid-L electrode. Results from the first clinical trial at the Medical University of Hannover. *Audiol. Neurootol*. 2009;14 Suppl 1:22-31.
13. Gantz BJ, Hansen MR, Turner CW, et al. Hybrid 10 clinical trial: preliminary results. *Audiol. Neurootol*. 2009;14 Suppl 1:32-38.
14. Skarzynski H, Lorens A. Electric acoustic stimulation in children. *Adv. Otorhinolaryngol*. 2010;67:135-143.
15. Skarzynski H, Lorens A. Partial deafness treatment. *Cochlear Implants Int*. 2010;11 Suppl 1:29-41.
16. Papsin BC, Gordon KA. Cochlear implants for children with severe-to-profound hearing loss. *N. Engl. J. Med*. 2007;357(23):2380-2387.
17. Dorman MF, Gifford R, Lewis K, et al. Word recognition following implantation of conventional and 10-mm hybrid electrodes. *Audiol. Neurootol*. 2009;14(3):181-189.
18. Gstoeitner W, Kiefer J, Baumgartner W-D, et al. Hearing preservation in cochlear implantation for electric acoustic stimulation. *Acta Otolaryngol*. 2004;124(4):348-352.
19. Turner CW, Reiss LAJ, Gantz BJ. Combined acoustic and electric hearing: preserving residual acoustic hearing. *Hear. Res*. 2008;242(1-2):164-171.
20. Gfeller K, Witt S, Woodworth G, Mehr MA, Knutson J. Effects of frequency, instrumental family, and cochlear implant type on timbre recognition and appraisal. *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol*. 2002;111(4):349-356.
21. Kong Y-Y, Cruz R, Jones JA, Zeng F-G. Music perception with temporal cues in acoustic and electric hearing. *Ear Hear*. 2004;25(2):173-185.
22. Hopyan T, Gordon KA, Papsin BC. Identifying emotions in music through electrical hearing in deaf children using cochlear implants. *Cochlear Implants Int*. 2011;12(1):21-26.
23. Gfeller KE, Olszewski C, Turner C, Gantz B, Oleson J. Music perception with cochlear implants and residual hearing. *Audiol. Neurootol*. 2006;11 Suppl 1:12-15.
24. Yao WN, Turner CW, Gantz BJ. Stability of low-frequency residual hearing in patients who are candidates for combined acoustic plus electric hearing. *J. Speech Lang. Hear. Res*. 2006;49(5):1085-1090.
25. Gantz BJ, Dunn CC, Walker EA, et al. Bilateral cochlear implants in infants: a new approach--Nucleus Hybrid S12 project. *Otol. Neurotol*. 2010;31(8):1300-1309.