

特集

高度・重度難聴に対する人工内耳治療

吉田 忠雄*

はじめに

補聴器では対応の難しい高度・重度感音難聴患者が「聞こえ」によるコミュニケーションを取り戻す手段として、人工内耳による治療が行われる。人工内耳は近年の体内埋め込み型デバイスとしては最も成功を取めた機器であり、世界では現在 45 万人以上の方が装用されている。本邦では 1985 年に最初のマルチチャンネル人工内耳の手術が行われ、1994 年には保険適用となった。現在では小児から成人、高齢者まで高度・重度難聴者の唯一の治療として年間 1,000 例以上の手術が行われている¹⁾。

I. 人工内耳のしくみ

通常、音は外耳道を通して鼓膜に振動として伝わり、さらに耳小骨を経て蝸牛へ伝わる。蝸牛内のリンパ液が振動し、有毛細胞により電気信号に変換され脳に伝えられる。(図 1)。補聴器では基本的には外耳道から鼓膜に伝わる音を大きくすることで、音を大きく伝える仕組みであるが、人工内耳は全く異なるものである。人工内耳は、蝸牛に直接電極を挿入し、蝸牛の中(らせん神経節細胞)を直接電気刺激し、聴神経を経由して脳に音の信号を伝える。感音難聴の多くは有毛細胞の脱落によって起こるため、有毛細胞

を介さない刺激により、重度難聴者でも直接らせん神経節細胞の刺激により音感覚を得ることが可能となる。インプラントは通常、耳介の後上方に埋め込まれ、先端の電極は蝸牛の正円窓あるいは正円窓付近の蝸牛を開窓した部位から基底回転へ挿入される。

人工内耳は皮下に埋め込むインプラントに加えて、図 2 のようなスピーチプロセッサと呼ばれる体外装置で構成される²⁾。したがって、手術を行ってすぐに音が聞こえるという訳ではなくスピーチプロセッサを装用し、刺激の強さや範囲などの調整後初めて音が聞こえるようになる。スピーチプロセッサは集音マイク(図 2-①)、電気信号に変換するスピーチプロセッサ(図 2-②)、信号を体内のインプラントに送る送信コイル(図 2-④)、および、スピーチプロセッサと送信コイルを繋ぐケーブル(図 2-③)で構成される。最近では、コイル一体型の体外装置も発売されている。いずれも体内のインプラントと送信コイルのマグネットで頭皮を介して接している。

体内にマグネットが埋め込まれているため、十数年前までは MRI の撮影が原則禁忌であったが、現在手術で用いられているインプラントについては全メーカーで MRI 対応のインプラントとなっている。十数年以上、過去に埋め込まれたインプラントについてはインプラントの種類によって対応が異なるため、MRI オーダー前に耳鼻咽喉科あるいはメーカーへ確認が必要となるが、撮影自体は可能であることが多い。しかし、頭部 MRI ではマグネットの周囲の画像はアーチファクトで不鮮明になることには留意すべきである。

— Key words —

高度難聴, 重度難聴, 感音難聴, 人工内耳

* Tadao Yoshida : 名古屋大学大学院医学系研究科 頭頸部・感覚器外科学講座耳鼻咽喉科 准教授

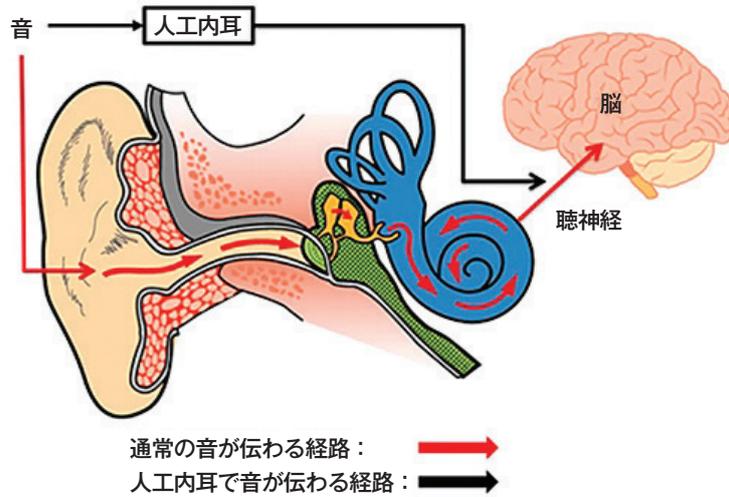


図1 通常の聴覚経路と人工内耳による音の伝わりの経路
(文献2より改変)



図2 人工内耳の体外装置(耳掛け型(左)とコイル一体型(右))

(文献2より改変)

II. 人工内耳の適応

成人の人工内耳の適応

成人人工内耳適応基準(表1)を示す。標準純音聴力検査では平均聴力レベル 70dB 以上の高度・重度感音難聴の症例から適応となる。70~90dB

では補聴器装用の効果が乏しく装用下の最高語音明瞭度 50% 以下が適応の基準である。過去の基準と比較して、語音聴力をより重視した適応基準となった。慎重な適応判断を要するものとして後迷路性病変や中枢性聴覚障害の合併が挙げられているが、これは人工内耳のしくみで説

表 1 成人人工内耳適応基準(2017)

本適応基準は、成人例の難聴患者を対象とする。下記適応条件を満たした上で、本人の意思および家族の意向を確認して手術適応を決定する。

<p>1. 聴力および補聴器の装用効果 各種聴力検査の上、以下のいずれかに該当する場合。</p> <p>i. 裸耳での聴力検査で平均聴力レベル(500Hz, 1000Hz, 2000Hz)が90dB以上の重度感音難聴。</p> <p>ii. 平均聴力レベルが70dB以上, 90dB未満で、なおかつ適切な補聴器装用を行った上で、装用下の最高語音明瞭度が50%以下の高度感音難聴。</p>
<p>2. 慎重な適応判断が必要なもの。</p> <p>A)画像診断で蝸牛に人工内耳を挿入できる部位が確認できない場合。</p> <p>B)中耳の活動性炎症がある場合。</p> <p>C)後迷路性病変や中枢性聴覚障害を合併する場合。</p> <p>D)認知症や精神障害の合併が疑われる場合。</p> <p>E)言語習得前あるいは言語習得中の失聴例の場合。</p> <p>F)その他重篤な合併症などがある場合。</p>
<p>3. その他考慮すべき事項</p> <p>A)両耳聴の実現のため人工内耳の両耳装用が有用な場合にはこれを否定しない。</p> <p>B)上記以外の場合でも患者の背景を考慮し、適応を総合的に判断する事がある。</p> <p>C)高音障害型感音難聴に関しては別途定める残存聴力活用型人工内耳ガイドライン(日本耳鼻咽喉科学会 2014)を参照とすること。</p>
<p>4. 人工内耳医療技術等の進歩により、今後も適応基準の変更があり得る。海外の適応基準も考慮し、3年後に適応基準を見直すことが望ましい。</p>

(出典:平成 29 年 5 月 19 日 日本耳科学会 承認 平成 29 年 6 月 16 日 日本耳鼻咽喉科学会 承認 <https://www.otology.gr.jp/about/guideline.php>)

明した通り蝸牛のらせん神経節を刺激してもその先の経路である聴神経や中枢の障害がある例では人工内耳の装用効果が得られにくい可能性があるからである。

小児の人工内耳の適応

小児に対する人工内耳の適応基準は本邦では1998年に2歳以上の小児に対しての適応が示されて以降、2006年の改定で1歳6ヶ月以上、2014年の改定で1歳以上、現在では2022年の改定で体重8kg以上または1歳以上と徐々に低年齢化が進んできた。これは、新生児聴覚スクリーニングの普及による難聴の早期発見、早期の療育開始が推奨されていることや早期の人工内耳装用による術後成績の向上などが要因として挙げられる。高度・重度難聴児では、生後12ヶ月以前に人工内耳の装用を開始した群では、それ以降に装用を開始した群よりも高い言語能力を有していたという報告³⁾があり、将来的にはさらに低年齢化の方向に進むことも予想される。現在、低

年齢化を進める上での問題点としては1)身体が小さいことによる麻酔・手術侵襲の問題、2)発達の途上であるため正確な聴覚評価が困難であるということが挙げられている。海外からは1歳未満の手術合併症の増加は認められないとの報告⁴⁾があり、生後6ヶ月以上から手術適応となっている国もある。診断および療育について小児を専門とする言語聴覚士が少ないことなど現状では様々な問題点もあり⁵⁾、今後の課題である。

Ⅲ. 人工内耳治療の近年の進歩

残存聴力活用型人工内耳 EAS (electric acoustic stimulation) の適応基準が2014年に示され、低音域に残存聴力を有する症例に対しても人工内耳の適応が拡大した⁶⁾。EASは近年の電極の改良や手術手技の改良により、蝸牛に人工内耳電極を挿入しても残存した聴力を保つことが可能となり、残存した低音域に対し補聴器のように音響刺激を入れ、聴力閾値が高い高音域には人工内耳による電気刺激を入れるハイブリッド型の

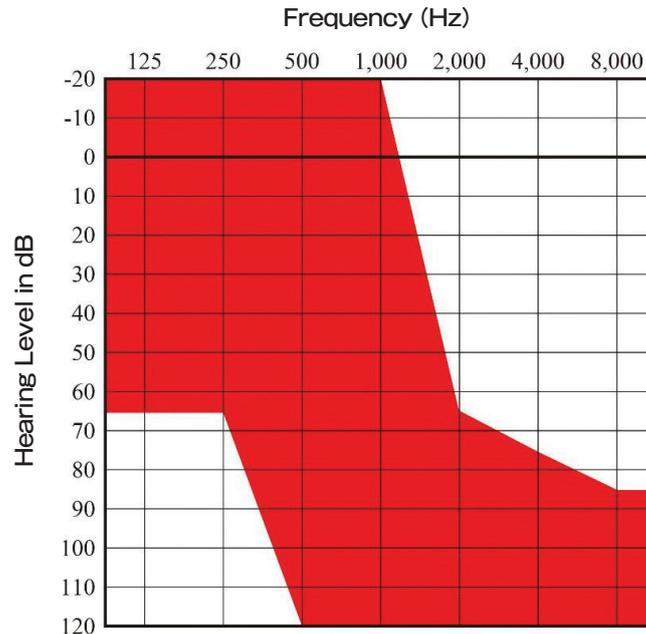


図3 残存聴力活用型人工内耳(EAS)の適応聴力像

(文献6)

人工内耳である。2023年にはプロセッサの能力向上等により、さらに適応聴力範囲が広がった(図3)。EASの適応となる高音障害(急墜)型難聴患者では、一般に進行性の難聴を示すことが多く手術後は低音部の音響刺激が有効であっても、将来的には低音部まで人工内耳の電気刺激が必要となる場合もある。2023年10月から通常の長さの人工内耳電極がEASの保険適用となり、必要時は音響刺激をオフにして通常の人工内耳として使用するなどシームレスな移行が可能となった。

おわりに

人工内耳などの補聴機器は日々進化しており、その適応も時代により変化する。一側性高度・重度難聴など現在本邦では人工内耳の適応となっていない難聴でも、海外ではすでに多くの国で適応となっている。補聴機器の特性や限界をよく理解し、適応基準に照らして適切に補聴を進めていくべきである。

利益相反

本論文に関して、筆者に開示すべき利益相反はない。

文献

- 1) Kashio A, et al : Cochlear implants in Japan : Results of cochlear implant reporting system over more than 30 years. *Auris Nasus Larynx* 2021 ; 48 : 622-629.
- 2) (一社)日本耳鼻咽喉科頭頸部外科学会 : Hear well Enjoy life. -快聴で人生を楽しく. 難聴治療の最前線. 進化し続ける人工内耳とは? , 2024年7月29日閲覧, <https://www.jibika.or.jp/owned/hwel/news/015/>
- 3) Cowan RSC, et al : Longitudinal outcomes of children with hearing impairment (LOCHI) : 5 year data. *Int J Audiol* 2018 ; 57 : S1-S2.
- 4) Colletti L, et al : Cochlear implants in children younger than 6 months. *Otolaryngol-Head Neck Surg* 2012 ; 147 : 139-146.
- 5) 高木明 : 高度難聴児の診療と療育 . 先天性重度難聴児への早期介入の現状と課題. *小児耳鼻咽喉科* 2022 ; 43(1) : 24-29 .
- 6) (一社)日本耳科学会 : 残存聴力活用型人工内耳 EAS (electric acoustic stimulation)適応基準 . 2023.