

も重要である。今後も更なる聴力改善率の向上が得られるように努めていきたい。

### 参考文献

- 1) 橋本茂久, 山本 裕, 森田由香, 高橋邦行, 根本美歌, 桑原優子, 高橋 姿: 当科における接着法による鼓膜形成術の検討. *Otology Japan*17: 124 - 127, 2007.
- 2) 東野哲也, 青柳 優, 伊藤 吏, 奥野妙子, 小島博己, 比野平恭之, 松田圭二, 三代康雄, 山本裕: 伝音再建法の分類と名称について (2010). *Otology Japan* 20: 746 - 748, 2010.
- 3) 高橋 姿, 山本 裕: 2.慢性中耳炎 1) 慢性化膿性中耳炎 (2) 鼓室形成術④IV型. *耳鼻咽喉科・頭頸部外科* 77: 67 - 71, 2005.
- 4) 高橋 姿, 山本 裕: 鼓室形成術Ⅲ型, IV型の成績と対応. *耳鼻臨床* 97: 275 - 280, 2004.

## 3 補聴器と人工内耳医療

窪 田 和

新潟大学医学部耳鼻咽喉科頭頸部外科教室

### Hearing Aid and Cochlear implantation for Patients with Hearing loss

Yamato KUBOTA

*Department of Otorhinolaryngology Head and Neck Surgery,  
Niigata University School of Medicine*

#### Abstract

Some diseases that cause hearing loss can improve the hearing level by surgery or drug therapy. However, many other diseases are difficult to improve the hearing level by the current medical technology, and that makes communication in everyday life difficult for these patients.

To improve difficult - to - treat hearing loss, hearing aids and cochlear implantation surgery have been developed. The latest advances in digital processing technology have led to a wider adoption of hearing aids by patients with severe hearing loss who experienced no benefit from conventional hearing aids. Not only an appropriate diagnosis and treatment of the hearing loss, but also appropriate hearing aid fitting and precise evaluation of the resultant hearing gain are also important for the otolaryngologist.

If the improvement in hearing with the hearing aids is poor, cochlear implantation surgery may contribute to the re - acquisition of hearing ability.

Postoperative hearing ability tests are frequently performed in our department, and the average

**Reprint requests to:** Yamato KUBOTA  
Department of Otolaryngology Head and Neck  
Surgery Niigata University Faculty of Medicine  
1 Asahimachi - dori Chuo - ku,  
Niigata 951 - 8510 Japan

別刷請求先: 〒951 - 8510 新潟市中央区旭町通1  
新潟大学医学部耳鼻咽喉科頭頸部外科教室

窪 田 和

percentage of correct answers was about 75 % (n = 23) for both words and daily sentences. Excellent benefits in improving communication skills for patients with severe hearing loss have been observed following cochlear implantation surgery.

**Key words:** Hearing loss, Hearing aid, Cochlear implantation

## 要 旨

難聴をきたす疾患の中には、手術や薬物療法により聴力の改善が期待できるものが存在する。しかしながら現在の医療では聴力改善が困難な疾患も多く、日常生活における音声言語でのコミュニケーションに支障をきたしている。治療困難な難聴に対する聴覚の補助として、補聴器や人工内耳医療は発展してきた。最新のデジタル処理技術により補聴器の適応範囲は広がっており、難聴の適切な診断、治療はもちろんのこと、聴力の的確な評価と適切な補聴器フィッティングも耳鼻咽喉科医にとって重要な役割である。補聴器によっても聴取能力改善が乏しい場合には、人工内耳医療が聴力再獲得に貢献している。当科での術後聴取能力検査では、単語、日常会話文とともに平均で75%程度の聴取能力が獲得できており、高度難聴者のコミュニケーション能力改善に優れた効果が認められる。

**キーワード：**感音難聴、補聴器、人工内耳

## はじめに

難聴は自覚的・他覚的な聴力の低下であり、日常生活でのコミュニケーションにおいて「聴き返しが多い」「聴き取れない」「聴こえない」など様々な支障をきたす。その程度は聴力レベルで20～40dBの軽度難聴から40～70dBの中等度難聴、70～90dBの高度難聴、90dB以上の重度難聴に分類される。また、その難聴周波数も高音域からなだらかに聴力が低下する老人性難聴をはじめ、高音急墜型や低音障害型など様々なものが存在する。原因となる疾患は外耳～中耳病変による伝音難聴、内耳や後迷路機能障害による感音難聴と様々である。

中耳や外耳疾患による伝音難聴、例えば滲出性中耳炎や慢性中耳炎、真珠腫性中耳炎などは基本的に治療による聴力改善を優先させるべきであるが、治療による改善が期待できない疾患に関しては、補聴器の適切な使用が現時点で最も合理的な聴取能力改善の手段と言える。

## 補聴器の適応

我々が日常話す声の大きさは、概ね50～60dB程度の大きさである。ささやき声は30dB程度で、怒鳴り声では90dB程度となる。日常会話で難聴を自覚する聴力レベルは40～50dB程度であり、自覚的・他覚的に聴き取りの支障が生じてくる。このような状態に対し、聴こえのハンディキャップを軽減し、音声言語によるコミュニケーションの改善を図るために補聴器を用いる。

この際に耳鼻科医のはたす役割は、①難聴の診断・評価（治療の有無等）、②補聴器適応の判断（効果の予測）、③ポイントを押さえた装用指導、④補聴器業者・技能者への助言、指導が挙げられる。患者の聴力レベル、装用感に応じたオーダーメイドの調整が必要とされる。

## 補聴器の種類

補聴器の型としては、大きく分けると耳あな型、耳かけ型、ポケット型に分類される。それ以外に、

### 語音明瞭度曲線

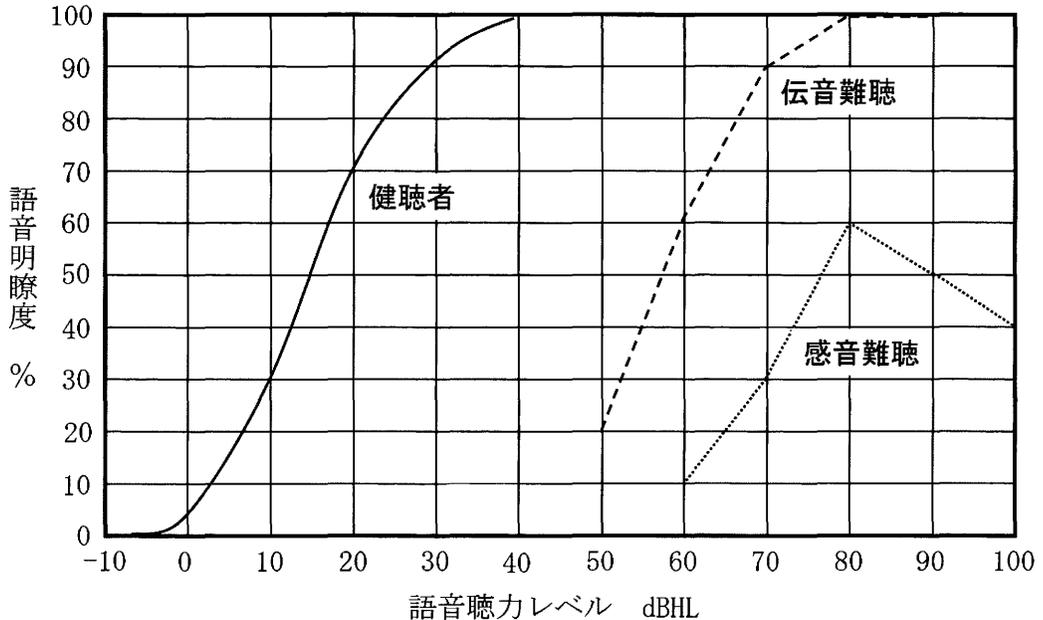


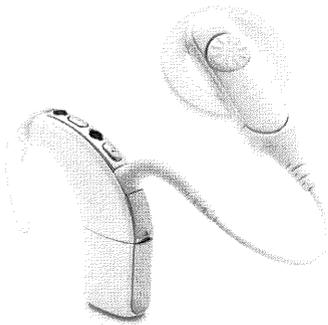
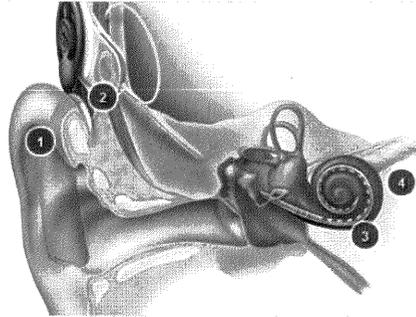
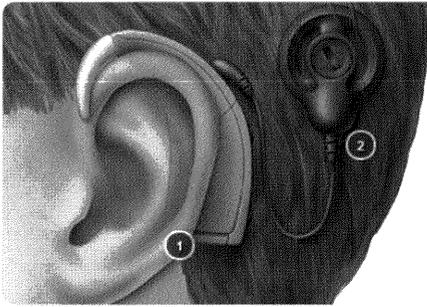
図1

骨導補聴器のカチューシャ型や眼鏡型なども存在する。耳あな型は小さく目立ち難いメリットを有するが、電池が小さく持ちが悪い、無くしやすいなどのデメリットがある。また、高出力を必要とする高度～重度難聴には適し難い。耳かけ型は現在最も普及している形であり、重度難聴用の高出力な機種から軽度難聴用の小型でデザイン性を重視した機種まで様々なラインナップが存在する。ポケット型は近年あまり見かけないが、安価であること、レシーバーとマイクが離れた位置にあることからハウリングし難いこと、話す相手に本体を向けることで聴き取りやすくなることなどから長く愛用している人も多い。

#### 難聴の種類と補聴器

補聴器が聴力改善に果たす役割は大きいですが、すべての難聴者に対し同等の効果があるわけではな

い。同じ聴力レベルであったとしても、難聴の種類によりその効果は異なってくる。伝音難聴は治療による聴力改善を期待できるが、補聴器による聴力改善効果にも優れている。伝音難聴では内耳機能が保たれており、いわば「耳栓をしている状態」と同様である。このような状態では後述する語音明瞭度が保たれているため、単純に音を大きくすることで聴き取りは良好になる。これに対し補聴器のメインターゲットである感音難聴（主に内耳性）では内耳機能が障害されており、ダイナミックレンジの低下（大きい音が響き不快）や時間分解能・周波数分解能の低下が生じている。そのため単純に音を増幅するだけでは音が歪んだり、濁ったり、言葉として聴き取れないなど良好な補聴効果が得られない場合も多い。内耳・後迷路機能の限界がすなわち補聴器の限界とも言える。



プロセッサ



インプラント

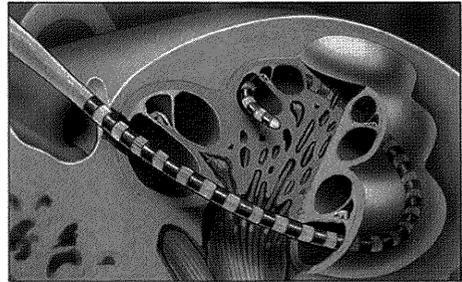


図2

補聴器の効果

補聴器の効果を予測する際に有用なのは語音弁別検査（語音明瞭度検査）である。これは単音節を様々な音圧で提示し、その正答率を明瞭度曲線として見るものである（図1）。

横軸が提示音圧、縦軸を明瞭度（正解率）とした曲線で、伝音難聴では曲線は右にずれるが傾きは健常者とはほぼ変わらない。すなわち提示音圧を上げれば十分な聴取能力が得られる。これに対し感音難聴では曲線が右にずれるだけでなく、傾きが鈍化し最終的な明瞭度も100%に到達しない。これが感音難聴の典型であり、音を大きくしても内耳の能力に限界があるため聴取能は一定以上には改善しない。補聴器の調整を行う際にはこの明瞭度曲線の最も良い音圧レベルに会話音を合わせ

ることが、理論上聴取能力を最大限引き出すためのポイントとなる。

装用耳

補聴器の装用側は、両耳の聴力が悪化した場合、基本的には聴力の良い側が推奨される。聴力の良い耳の方が語音明瞭度も良い場合がほとんどであり、効果がより期待できる側に補聴器を用い、コミュニケーション能力を改善させるべきである。

身体障害者福祉法でも医学的または職業更正上、真に両耳が必要な場合以外は片耳の交付が原則である。ただし、近年では両耳装用の効果も認められてきており、騒音下での聴取能向上、方向感、閾値改善効果などのメリットもある。しかし、費用の問題、管理の煩雑さ、両耳を塞ぐことによ

### 静寂下での人工内耳聴取能

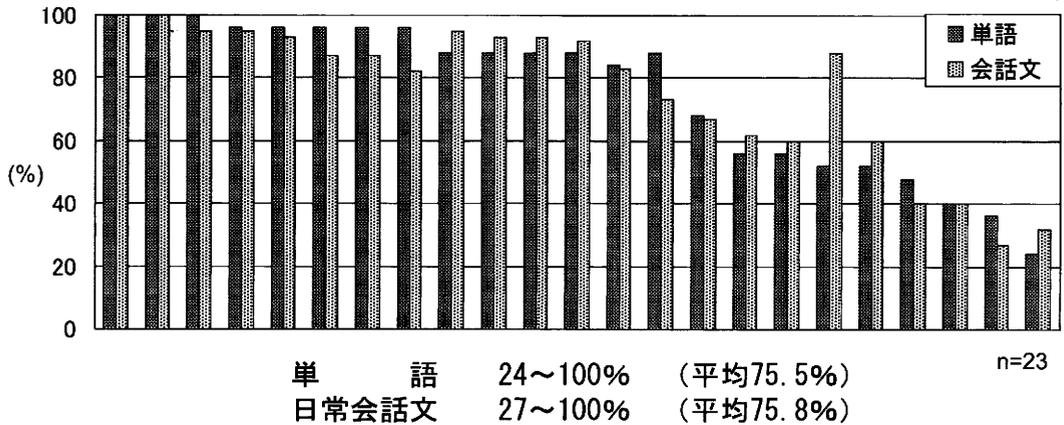


図3

る閉塞感などデメリットもあるため安易な両耳装用は行うべきではなく、まずは片耳装用から始め、装用状況や補聴効果、使用環境、本人の希望などを総合的に判断したうえで、両耳装用を検討すべきである。

#### 最近の補聴器テクノロジー

近年の補聴器技術の進歩には目覚ましいものがある。従来の補聴器は音声情報の増幅をアナログ回路で行っていたが、近年ではほとんどの機種がデジタル処理で信号処理を行っている。アナログ補聴器では周波数ごとの増幅調整は低音域・中音域・高音域程度であり、増幅率も線形であった。一方、デジタル補聴器では調整できる周波数が多数になり、増幅率も周波数ごとに線形/非線形の調整が可能となった。これにより従来のアナログ補聴器では困難であった特殊な聴力像をもつ難聴者へも対応できるようになった。また、ノイズキャンセラーやハウリングキャンセラーといった付加機能も充実しており、雑音環境での聴取能力改善や高出力化を可能としている。

さらに特殊な機能として、最近では周波数圧縮機能や周波数シフト機能を有する補聴器が活用さ

れている。これは聴こえない周波数帯域の音声を聴き取れる帯域に圧縮する、または低い周波数に変換してしまうというものである。高音急墜型の聴力像では、母音の認識は可能であっても子音を識別するための高音域の聴力確保が困難であるが、このような聴力型に対しての聴取能改善に貢献している。

#### 人工内耳

最新の補聴器を用いても難聴の改善が望めず、音声言語でのコミュニケーションが困難な場合、これまでは筆談や手話に頼らざるを得なかった。1961年に世界で初めて人工内耳医療が行われて以降、人工内耳はめざましい進歩を遂げてきた。人工内耳とは、手術によって蝸牛内に電極を埋め込み、聴こえを回復させるデバイスである。耳にかける体外のスピーチプロセッサと体内に埋め込むインプラントからなり、スピーチプロセッサで受け取った音情報を電気信号に変換しインプラントに伝達、その信号を蝸牛のらせん神経節に直接電気信号として伝える(図2)。

人工内耳の適応は、成人では言語獲得以降の中途失聴者、小児では先天性難聴で補聴器の効果が

乏しい場合や進行性難聴が良い適応である。両側90dB以上の重度難聴が適応の目安となり、基本的にはらせん神経節が残存しており有毛細胞レベルでの障害が良い適応で、伝音難聴や内耳より中枢側に原因がある後迷路性難聴は適応にならない。

### 人工内耳による聴こえ

人工内耳は会話の聴取を主目的として設計されているため、聴こえ方に特徴がある。人工内耳では設定の際に各電極に流す電流の最小値（音の聴こえ始め）と最大値（うるさくないが大きい音）を決めておき、その間で電流量が可変する。通常は聴こえる音圧レベルを25dBから65dBに設定する。65dBよりも大きい音は、それ以上電流が流れないため、どんな大きい音でも65dBの音以上には感じない。

当科ではコクレア社製の人工内耳を使用しているが、この機種は22個の電極で約180Hzから8000Hzまでを担当している。そのため音階の判断は困難であり、音楽ではリズムは分るもののメロディーを理解するのが困難である。

人工内耳の電極は蝸牛内に約1回転半挿入されるが、電極の担当周波数と、それまで蝸牛が担当してきた周波数帯域には相違が生じる。そのため使用開始直後は本来の聴こえよりも高い音で聴こえ、成人の中途失聴者では「話し声が宇宙人のよう」、「水の音が金属音でチャラチャラ聴こえる」などの感じ方をするようである。これらは時間とともに以前の記憶との摺合せが生じ、数日から数週間かけて普通の聴こえ方に変化してゆく。

中途失聴の成人では、初回調整直後から会話可能となることもあるが、通常は数回の調整を繰り返

返しながらか聴取能を再獲得する。先天性難聴児では、使用開始から数年かけて次第に言語を獲得してゆく。

成績良好な症例では語音弁別はほぼ100%可能となる。しかし、補聴器同様雑音環境での聴取は苦手であり、個人差はあるが、平均30%程度聴取能力は低下する。

### 聴取成績

当科でこれまで行ってきた人工内耳手術症例のうち、検査が可能であった成人23例の静寂下での聴取能を示す(図3)。検査にはCI 2004語音聴取検査を用い、単語と日常会話文を行った。単語の聴取能は24%から100%で平均75.7%、日常会話文は27%から100%で平均75.8%の聴取能であった。成績良好例では携帯電話や車内放送の聴取、TVドラマの視聴も可能となる。成績が中等度では、1対1の会話は可能で、TVのニュース番組など口元の見えるものでは聴取可能であるが、雑音環境や多人数での会話は困難である。成績不良例では音声のみでの聴取は困難で読話の補助が必要となる。先天性難聴の小児手術症例では約半数が普通小学校に進学している。

### 結 語

補聴器や人工内耳の発達は著しく、難聴者のコミュニケーション能力改善に役立っているものの、いまだ完全なものではなく、健聴者の聴取能力には及ばない。「聴こえ」は対話する相手がいではじめて意味を持つものである。健聴者は、難聴者と話す際に「相手に分るよう」ゆっくり、はっきり話すなどの配慮をすることが望まれる。