

原 著

当科における人工内耳埋込み術

下郡博明, 菅原一真, 中津愛子, 今本美智代, 高橋正紘

山口大学医学部耳鼻咽喉科教室 宇部市南小串1丁目1番1号 (〒755-8505)

Key words : 人工内耳, 失聴期間, 失聴原因, リハビリテーション, 合併症

緒 言

人工内耳は、現在実用化されている人工臓器のうちで、最も成功したもののひとつであり、聴覚障害者にとっての福音である。国内では、1985年に東京医科大学で初めて埋込み術が行われて以来¹⁾、手術症例数は急速に増加している。日本コクレア社の情報によれば、1999年2月2日現在、人工内耳装用者数は世界では21067例、国内では1072例に至っている。

当科では、1997年7月から人工内耳埋込み術を開始し、1999年2月現在まで11例を経験した。このたび、人工内耳の原理を簡単に述べ、当科で行っている手術手技を紹介する。また当科外来を受診した人工内耳患者が、どのような手順で検査を受け、入院、手術に至るか、また術後の検査、リハビリはどの様に行うかを示し、症例の概要を報告する。

原 理

現在本邦で使用されている人工内耳は、主にメルボルン方式22チャンネル人工内耳である。原理について、簡単に述べる(図1)。人工内耳は、体内部と体外部に分かれる。体内部は、蝸牛に入る電極、受信用アンテナ、発信器を有する。体外部は、マイク、送信用アンテナ、スピーチプロセッサーからな

る。送信用アンテナは、磁石によって、受信用アンテナと皮膚を介して接している。スピーチプロセッサーは箱型補聴器に、マイクは耳掛け型補聴器に見かけは似ている。マイクから入った音は、スピーチプロセッサーで周波数分析され、その情報が電氣的刺激として体内部の電極に送られる。さらに電極近傍のらせん神経節に感知され、聴神経を介して中枢へ送られる。そして言語として認識される。

体内部には磁石がついているため、従来人工内耳埋込み後のMRI検査は禁止されていた。しかし、1998年1月から、皮膚に小切開を加えれば、磁石をはずすことの可能なモデルへと変わったため、MRI検査は禁忌ではなくなった。しかし、低周波治療や何らかの通電操作を行うことは、電極損傷の原因となる可能性があり、禁止されている。

手術手技

手術は全例全身麻酔で行う。耳介後部に、後下方に茎を有する皮弁を想定し、逆U字切開を加える。このスペースには、体内部がおさまる。手術用の体内部ダミーを用いて、体内部よりやや大きめの皮弁を作製する。骨膜下に剥離して皮弁を挙上し、骨を露出する。ドリルで体内部を埋め込むくぼみを作製する。体内部が周囲骨面となるべく段差なくおさまるように形作る。そのためには、脳硬膜を一部露出させることもある。体内部を固定するためのナイロン糸を通す小孔を開けておく。

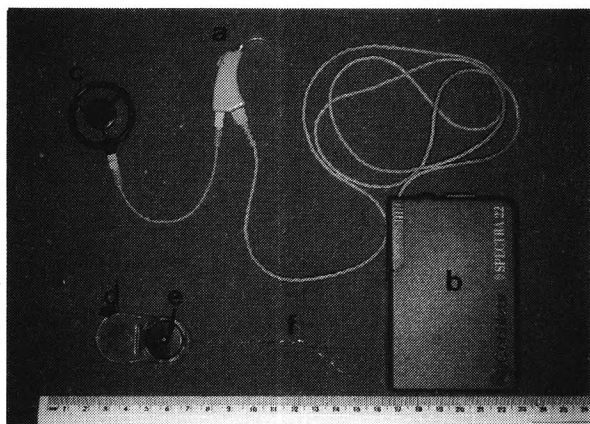


図1：人工内耳の一式を示す。体外部は、(a) マイク、(b) スピーチプロセッサ、(c) 送信アンテナからなる。体内部は、(d) 受信アンテナ、(e) 発信器、(f) 電極からなる。

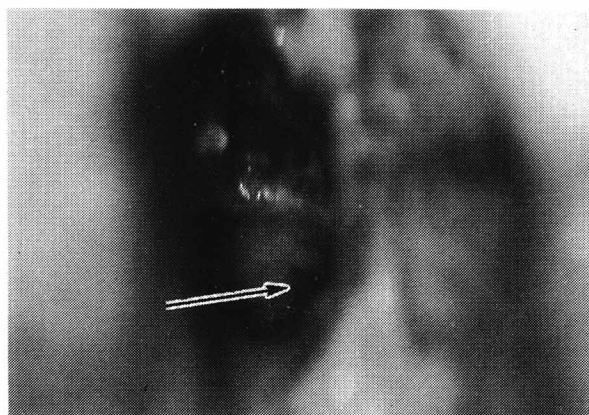


図2：Posterior tympanotomyを行い、正円窓窩を確認したところ (矢印)。

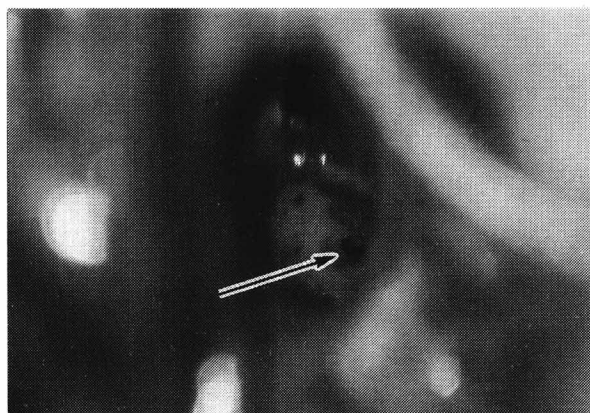


図3：正円窓窩前下方に小孔を作製したところ (矢印)。これで蝸牛外リンパ腔が開放されたことになる。

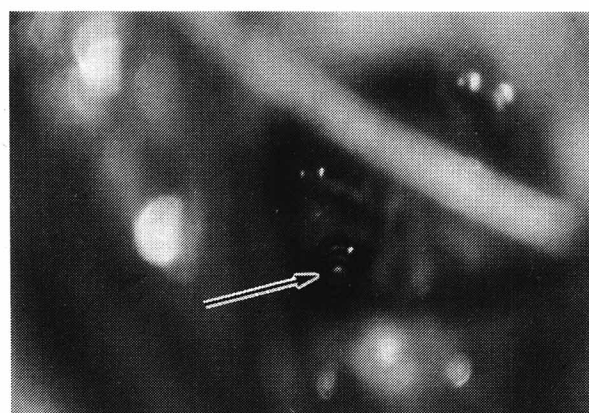


図4：蝸牛内に挿入された電極 (矢印)。

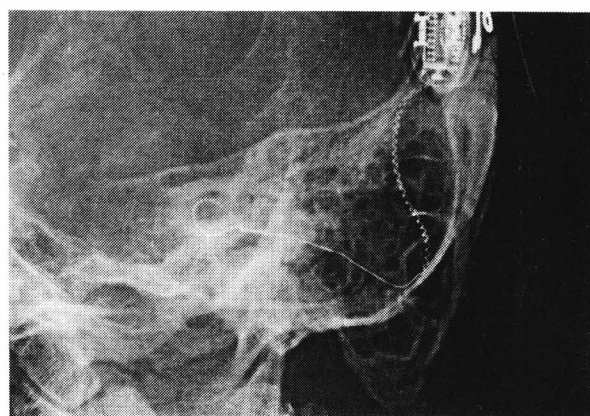


図5：挿入された電極が、蝸牛基底回転に沿ってループを描いているのがわかる。

次に、電極を挿入するための操作に移る。顕微鏡下にドリルで乳突洞を開放して鼓室内に入り、キヌタ骨短脚を確認する。これを指標として外耳道後壁に沿って鼓室を開放し、正円窓を確認する(図2)。ここまでの操作で、鼓索神経を確実に保存する。ま

た、近接する顔面神経管の骨を薄く削りすぎると、音入れ後に電極を流れる電気刺激のため、顔面痙攣を起こす原因となるので注意を要する。正円窓前下方にドリルで小孔を作製して、蝸牛を開放する(図3)。外リンパ液の流出を確認して、電極を挿入する(図4)。体内部をナイロン糸で固定して皮弁を戻し、ドレーンを挿入して手術を終了する。

手術前後の過程

人工内耳を希望する患者が受診した場合、患者が聴覚獲得のために意欲的であり、術後のリハビリも途中で投げ出さない強い意志を持っていることを確認する。外来で言語療法士が実際行っている人工内耳埋込み術後のリハビリを見学してもらう。言語療法士から一通りの詳しい説明をしてもらい、人工内耳のデモ製品を見てもらうことにしている。また、

表1 症例の概要

症例	年齢	性	失聴原因	難聴の発症時期	難聴の進行度	血縁者に難聴の有無	失聴期間	手術合併症
1	63	男	突発性難聴	63歳	急速	(-)	5カ月	(-)
2	43	女	不明	12歳	緩徐	(-)	5年	(-)
3	66	女	不明	46歳	緩徐	(-)	10年	(-)
4	14	男	不明	9歳	急速	(-)	2年	急性硬膜外血腫
5	66	女	不明	47歳	緩徐	(-)	5年	(-)
6	63	男	ストレプトマイシン	25歳	緩徐	(-)	5年	(-)
7	57	男	ストレプトマイシン	20歳	緩徐	(-)	20年	(-)
8	54	女	不明	8歳	緩徐	(-)	13年	(-)
9	30	男	不明	28歳	急速	(+)	2カ月	(-)
10	68	女	不明	61歳	緩徐	(-)	3年	(-)
11	66	男	不明	61歳	緩徐	(-)	3年	(-)

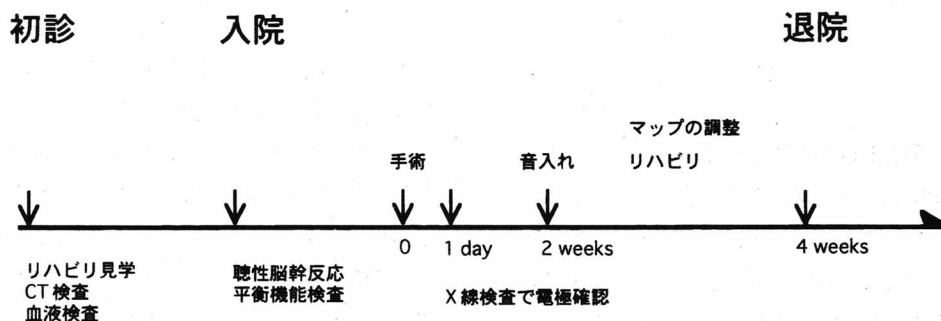


図6: 人工内耳患者が, 初診から入院, 手術, そして退院に至る経過を模式図に示す.

CT検査で, 電極を挿入する蝸牛が開存しているかを確認する. 髄膜炎後の難聴などは, 蝸牛が閉塞していることもあり, そのような例は適応とならないこともある. 出血傾向の有無を含めた血液検査を行い, 全身的に問題ないことを確認する.

入院後は, 聴性脳幹反応を行い, 無反応を確認する. また平衡機能検査で, 半規管機能が残存しているかどうかを調べる. 手術翌日に, X線検査で, 電極の挿入状態を確認する(図5). 蝸牛基底回転に沿って1回転弱挿入されていれば充分である. 術後2週間で音入れを開始する. その後, 毎日リハビリを行い, 週に2回の割合でマッピングを行う. マッピングとは, 患者が言葉を聴取するうえで, 最も聞き取りやすい音の強さを各電極に割り付ける作業の

ことである. 音入れ後2週間のリハビリを経て退院となる.

退院後は週に1回, 2カ月間外来でリハビリを行う. その後, 2週に1回, 月に1回と間隔をあけるが, リハビリの進行状況により, 個人差がある.

以上の流れを, 図6に示した. 音入れ後は, 主に言語療法士の仕事となる. 音入れ直後は, 耳に入ってくる音は, 言葉というよりは, アヒルの声, 蛙の声のように聴こえるといわれている. 積極的に日常のいろんな音を聞いてもらい, 自分の脳内で, あせることなく独自の新たな言語を組み立ててもらう.

症 例

当科で手術を行った11症例の概要を、表1に示した。男性6例、女性は5例であった。年齢は14歳から68歳で、平均53.6歳であった。

失聴の原因は、8例が不明で、2例がストレプトマイシンによるもの、残りの1例は、突発性難聴の診断を受けていた。不明の8例中小児期に難聴が発症したものが3例、成人後発症が5例あり、そのうち難聴が急速に進行したものを各々1例ずつ認めた。成人後発症し、急速に進行した症例9は、血縁者に明らかな難聴者を多数認めた。

失聴期間は、最短2カ月から最長20年で、平均6.1年であった。

合併症は、症例4のみに認めた。本例は、術後2日に頭痛、嘔気、複視を認めたため緊急CTをとり、急性硬膜外血腫を認めたため、緊急手術を施行した。経過は良好で、後遺症を認めない。

考 察

人工内耳は、現在国内の52の施設で手術が行われている。その適応基準については、各施設で必ずしも統一されていないことや、外国では適応基準が拡大されていることなどから、1998年に日本耳鼻咽喉科学会（日耳鼻）から新たな適応基準が示された。これには、外国に比べ日本では遅れていた小児に対する手術適応基準も盛り込まれている。1999年2月現在の日本コクレア社の調査では、人工内耳総装用者数中の小児の占める割合は、日本では約14%であり、人工内耳発祥の地であるオーストラリアの48.5%に比べ、有意に低い。難聴児は、遅くとも2歳までには発見し、補聴器の適応を検討して聴能訓練をしなければ、言語の獲得に支障が生じる。そのため補聴器の装用効果がない場合は、早急に人工内耳を埋め込むことも考慮すべきであろう。当教室では、まだ小児例の経験がないため、今後の課題である。

失聴の原因は、他施設からの報告でも不明なものが多い。最近では、これらの中には遺伝子異常を有するものが存在することが報告されている^{2,4)}。ギャップ結合蛋白をコードするコネキシン26遺伝子の変異や、ミトコンドリア遺伝子変異のひとつである

1555A→G点変異がそうである。後者は、アミノグリコシド系薬剤に極めて脆弱性を示すといわれている。症例7は、母親、妹も結核の治療歴があり、ストレプトマイシンによる難聴を認めているため、ミトコンドリア遺伝子1555A→G点変異の可能性がある。症例9は、明らかに難聴の家族内発生を認めているため、現在DNA解析を依頼中である。

一般的に言語習得後失聴者では、失聴期間が短いほど、聴取能が良好とされている^{5,9)}。Lehnhardtは、失聴期間が10年を超えると成績が悪くなると報告している⁹⁾。当科では、まだ症例数も少なく、リハビリ期間も十分に経過していないため、失聴期間と術後聴取能の関係を検討するには至っていないが、失聴期間5カ月の症例1は、初めて音入れをした直後から会話が可能となったため、失聴期間は短いに越したことはないという印象はある。ただ、失聴期間が長いと適応にならないわけではない。日耳鼻の適応基準では、失聴期間の制限はない。術後聴取能を左右する可能性のある因子は、失聴期間以外にも、ダイナミックレンジや残聴の有無、前庭機能残存の有無などが報告されている^{6,7,9)}。

人工内耳手術の合併症は、これまでの報告では、皮弁の壊死、電極の故障、スリップアウト、顔面神経麻痺などが主なものである。また、最近では器械自体の故障も増加している^{10,12)}。稀な合併症としては、髄膜炎の報告がある¹³⁾。しかし、1995年のHoffmanの人工内耳手術4969例の膨大な検討においても、当科で経験した急性硬膜外血腫の報告はない¹²⁾。この原因は現在も不明である。

1999年1月に開催された第9回日本頭頸部外科学会では、挿入した電極が周囲の肉芽によって押し出されたことが報告された。人工内耳のように、極めて新しい治療法は今後長期の観察期間で、どのような問題を生じるかは未知数であり、我々耳鼻科医は、それらに対応する義務がある。

当科で人工内耳手術を行った患者は、全例良好な経過をたどり、職場へ復帰して活躍している人もいる。それまでの人前で引っ込みがちな性格が変わって、積極的に他人と交わるようになったと喜んでいる人もいる。自分の耳でものを聴き、会話できることは、健康な人にとっては当然のことだが、一度音のない世界を体験した人にとっては至上の喜びである。山口県では、まだ人工内耳に対して懐疑的で

ある人が多い印象を受ける。我々は、そのような人に人工内耳手術を受けた人から話をさせていただく場や、人工内耳に疑問を持つ人が気軽に質問できる窓口を作る必要がある。そのために、まず人工内耳患者同志のコミュニケーションを広げる目的で、1998年8月に第1回合同リハビリを開催した。第2回目は、1999年4月に行う予定である。

ま と め

1997年7月より当科で施行している人工内耳手術を紹介した。現在症例数は、11例で、全例経過は良好である。我々は、人工内耳は現時点での高度難聴者にとっての最良の聴覚獲得方法であると考えており、今後も啓蒙活動を含め、さらに推進していく予定である。

参考文献

- 1) 船坂宗太郎, 細谷 睦, 林原成子, 高橋 整, 湯川久美子, 初鹿信一, 22チャンネル Cochlear Implant—そのシステム紹介と本格的言語訓練前の話声聴取能について—。日耳鼻 1986; **89**: 1070-1076
- 2) 鈴木幹男, 北西 剛, 山名高世, 北野博也, 矢澤代四郎, 北嶋和智, 難聴外来におけるミトコンドリアDNA点変異の頻度。Otol Jpn 1998; **8** (6): 526-530
- 3) 宇佐美真一, 特発性感音難聴と遺伝子変異。耳鼻臨床 1998; 補**99**: 98-99
- 4) 喜多村健, 遺伝子異常と難聴。日耳鼻 1998; **101**: 408
- 5) 伊藤壽一, 高木 明, 本庄 巖, 高橋晴雄, 川野通夫, 人工内耳手術34症例の臨床的評価。耳鼻臨床 1994; **87**: 185-192
- 6) 塩見洋作, 高橋晴雄, 本庄 巖, 内藤 泰, 伊藤壽一, 人工内耳の予後判定因子。耳鼻臨床 1995; **88**: 165-169
- 7) 川島貴之, 井脇貴子, 山本好一, 土井勝美, 久保 武, 人工内耳における予後因子の検討。日耳鼻 1998; **101**: 829-835
- 8) Lehnhardt E, Cochlear implant: Prognose-Faktoren. *Auris Nasus Larynx* 1989; **16** (Suppl. I): 1-8
- 9) 水見徹夫, 新谷朋子, 山口 朝, 原淵保明, 形浦昭克, 人工内耳症例における平衡機能—予後因子との関連および手術による機能障害—。日耳鼻 1995; **98**: 1111-1118
- 10) 加藤朗夫, 河野 淳, 鈴木 衛, 人工内耳の合併症。耳鼻臨床; **90**: 1323-1327
- 11) Cohen NL, Hoffman RA, Complications of cochlear implant surgery in adults and children. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1991; **100**: 708-711
- 12) Hoffman RA, Cohen NL, Complications of cochlear implant surgery. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1995; International cochlear implant, speech and hearing symposium: 420-422
- 13) Daspit CP, Meningitis as a result of a cochlear implant: Case report. *Otolaryng Head Neck* 1991; **105**: 115-116

Cochlear Implant in Yamaguchi University School of Medicine

Hiroaki SHIMOGORI, Kazuma SUGAHARA, Aiko NAKATSU,
Michiyo IMAMOTO and Masahiro TAKAHASHI.

*Department of Otolaryngology, Yamaguchi University School of Medicine,
Ube, Yamaguchi, Japan.*

SUMMARY

From July in 1997, cochlear implant has been performed for 11 postlingual deaf patients (6 male and 5 female, mean age, 53.6, mean duration of deafness, 6.1 years) in our clinic. The cause of deafness in two patients was streptomycin ototoxicity, sudden deafness in one, and unknown in the remaining eight. In all cases, the inverted U-shaped skin incision was used. The temporal bone was exposed, and a package bed for an implant device was made. Posterior tympanotomy was performed, and an electrode was inserted into the scala tympani. In one patient, at 2 days post-operation, epidural hematoma happened and the removal of the hematoma was required. The other 10 patients had no complication involving flap necrosis, electrode slip-out, facial nerve palsy, and device failure. All patients showed good restoration of speech comprehension.