人工内耳手術とリハビリテーション

伊藤 壽一・土師 知行*・川野 通夫

竹内真理子・本庄 巖

Cochlear Implantation and Rehabilitation

—A Case Report—

Juichi Ito, Michio Kawano,

Mariko Takeuchi and Iwao Honjo

(Kyoto University)

Tomoyuki Haji

(Shizuoka City Hospital)

A 22-channel cochlear implant was placed in a deaf patient who had fallen from a height of 3 m and was diagnosed as having bilateral temporal bone fracture by high resolution CT. The round window through which the electrode leads should have been inserted could not be found because the membranous portion of the round window had become a bony wall. It was necessary to drill through it before the 22 electrodes could be inserted into the cochlea.

Three weeks after surgery rehabilitation was started. The vowel and consonant confusion tests and speech tracking test were useful to assess the recovery of hearing ability. The results of speech sentence comprehension were satisfactory, and this cochlear implant also made possible the psychological recovery of this patient.

Key words: cochlear implant, temporal bone fracture, deaf patient

はじめに

近年欧米諸国では、補聴器を装着しても言語判別が不可能な完全聾者に対し人工内耳を植え込み、良好な結果が得られている。この人工内耳は1957年フランスの Djourno の報告¹⁾ が最初と考えられる。その後1970年代後半までは、米国 House グループ²⁾ が単チャンネル型人工内耳を使用した³⁾が、言語認識の面で不十分であった。これに対し、多チャンネル型人工内

耳³⁾⁴⁾では、言語認識の面で良好な結果が得られている。

今回当教室ではメルボルン大学開発の Cochlear 社製22チャンネル人工内耳³⁾を、両側側頭骨骨折による完全聾症例に使用し、良好な結果を得たので、その手術時の問題点と術後のリハビリテーションプログラム、言語聴取能力の回復過程につき報告する。

症 例

55歳, 男性.

I. 主訴: 両側聾, 耳鳴.

II. 病歴: 約3mの高さから転落し, 後頭部を強打した. 受傷10分後より約2時間意識消失があり, 意識回復の時点で両側の強度の耳鳴と聾に気付いた. また歩行に際し強い動揺感があった. 受傷3週間後に当科を受診した.

III. 神経耳科学的検査所見

1) 聴力: 両側気導, 骨導共に scale out. 蝸牛電図, ABRでも反応を認めず.

2) 顔面神経検査: 左顔面神経不全麻痺があったが, 約1週間で軽快, のち完全回復.

3) 平衡機能検査

①立ち直り検査: 閉足直立閉眼で後方への転倒傾向.

②温度性眼振検査: 両側共氷水50ml刺激で無反応.

③その他: 小脳症状などの中枢症状を認めず.

4) X線検査

側頭骨 high resolution CT 撮影で, 両側共前庭水管の位置から前方へ前庭, 中耳に至る骨折線を認めた. 蝸牛基底回転は正常に描写されていた (図1).

以上より両側側頭骨骨折による両側内耳機能廃絶と診断した. 受傷後1年半を経過しても聴力は両側聾のままであり, 人工内耳手術の可能性を検討する為, 当科に入院した.

IV. 入院時検査所見

1) 聴力: 両側聾

2) Promontry test

表1の如く, 右耳は50~100Hz, 左耳は50~400Hzの電気信号を音として感知した.

gap detection test は右耳は50Hzで200msecのgapのみ, 左耳は50~100Hzで最小25msecまで検知できた. 周波数の弁別能は左耳のみ良好であった. これらより, 両側共聴神経は生存しているが左側の方が良好と考えられた.

3) 会話および読唇 (lip reading) 能力の評価

語音のひずみは認めなかったが, 読唇は殆ど不能であった.

以上の結果より人工内耳手術の適応と判断した.

V. 手術

全麻下に左耳に手術を施行した. Mastoidectomyの後Posterior tympanotomyを行った. 通常この時点で正円窓が明視できるが, この症例では正円窓窩の見えられる部位に異常な骨の突出があり, これを除去すると, 正円窓と思われる場所の下方からあぶみ骨方向に向けて骨折線が認められた. 蝸牛の基底回転に人工内耳電極を挿入するため, 正円窓と思われる所をバーで注意深く開窓した. 図2に削開部より電極を蝸牛基底回転に挿入した所を示す. 刺激電極22本の全部とそれに続く支持電極5本を挿入できた. 電極を挿入するにあたり必要な手技は他に記載した⁵⁾. 開窓部よりのリン

図1 左側頭骨 high resolution CT 像
前庭水管から前庭にかけて骨折線 (矢印) が認められる.

表1 術前の Promontry test

	最小可聴閾値		最大快適刺激レベル	
	右 耳	左 耳	右 耳	左 耳
i) 50Hz	27 (μ A)	13	66	37
100Hz	56	16	99	45
200Hz	音感なし	70	/	100
400Hz	"	108	/	225
800Hz	"	音感なし	/	/
1600Hz	"	"	/	/

ii) gap detection

	(gap)	右 耳	左 耳
50Hz	200 (msec)	可	可
	150	不 可	"
	100	"	"
	50	"	"
	25	"	"
100Hz	200 (msec)	不 可	可
	150	"	"
	100	"	"
	50	"	"
	25	"	不 可
200Hz	200 (msec)	不 可	可
	150	"	"
	100	"	"
	50	"	不 可
	25	"	"

図2 正円窓より挿入した22チャンネル人工内耳

図3 術後に撮影した耳レントゲン
人工内耳電極が蝸牛の回転に沿って挿入されている (矢印)。

パ液の漏出は側頭筋膜の小片で防いだ。術後撮影の耳レ線で電極が蝸牛の回転に沿って入っている事が確認された(図3)。

Ⅶ. 術後の言語聴取能の変化

術後3週間目から人工内耳を作動させた。まずスピーチプロセッサーを通し、各電極の最小可聴閾値レベルと最大快適刺激レベルを設定する“Mapping”操作を行った⁵⁾。表2に Mapping の一結果を示す。

言語聴取能力の訓練として、母音・子音の弁別、単語の聞き取り、文章復唱、会話をを行い、さらに、日常生活への助言、カウンセリングを週1回行った。言語聴取能力の評価は、母音弁別、子音弁別、文章復唱法を行った。なおこれらの評価は、読唇と人工内耳を併用したもの、人工内耳単独使用のものの両方に行った。母音弁別は“A, I, U, E, O”の5つの母音の中から検者が呼称したものを、患者が答える

ものである。子音弁別は“APA, ANA, ADA”など13個の“VCV”の形をとった無意味音節の中から同様に答えるものである。文章復唱法は、小学校高学年程度の物語などの教材を検者が読み、患者が復唱する。これを10分間行い、1分間に何分節復唱できたかで成績を出すものである。

図4に母音弁別、子音弁別テストの評価結果の経時的変化を示す。

考 察

人工内耳手術は世界で既に1000例以上行われていると推測され、手術法や術後のリハビリテーションなどもほぼ確立されている。しかし本症例では側頭骨折で電極挿入のための正円窓の位置が不明瞭であった特異例で、手術が比較的困難であった事、術後の言語聴取能力の回復が予想よりも良好であった事など、いずれも手術前の予測とやや異なる経過を示したので、反

表2 術後の Mapping の一例

電極番号	最小可聴閾値	最大快適レベル	パルス幅(μsec)	配分周波数(Hz)
20	91	134	205	0—423
19	111	147	205	424—485
18	111	141	205	486—564
17	124	147	205	565—658
16	131	156	205	659—752
15	130	159	205	753—862
14	89	134	205	863—1003
13	75	136	205	1004—1113
12	89	127	205	1114—1238
11	90	135	205	1239—1379
10	86	133	205	1380—1536
9	104	142	205	1537—1709
8	97	135	205	1710—1897
7	105	130	205	1898—2117
6	105	133	205	2118—2352
5	108	127	205	2353—2603
4	88	123	205	2604—2901
3	41	86	205	2902—3230
2	72	97	205	3231—3591
1	40	63	205	3592—4000

※電極番号は小さい程正円窓に近いよう配列されている。

省点を含め、手術、術後のリハビリテーションに分けて考察する。

手術について：人工内耳手術の適応を決めるにあたり我々は従来の報告⁶⁾を参考にして表3のような基準をもうけている。本症例は外傷後の両側性完全聾であり、術前の Promontory test の結果内耳の聴神経の生存が確認されており、人工内耳のよい適応と考えられた。術前のCTでは蝸牛の基底回転は開存していると判断されたが、手術により正円窓の骨性閉鎖がわかった。従って今後骨折その他で正円窓の確認が困難と思われる症例には、CT所見にかかわらずまず経外耳道的に Promontory および正円窓の状態を確認してから Posterior tympanotomy を行うべきと考えている。また時に正円窓の確認が困難な例で、下鼓室の air cell があたかも正円窓に見える事があり注意

を要する。

電極挿入が不確実な例では術中に耳レントゲンを撮影して、電極が正確に蝸牛内に入っている事を確かめる必要がある。もし電極が蝸牛の回転に沿って正確に入っていないと思われる時は再度挿入を行い耳レントゲンを撮影して確かめる。

表3 人工内耳の適応基準

1. 補聴器を用いても言語を判別できない両側高度感音難聴者。
2. promontory test で、聴神経の生存が確認されたもの。
3. X線検査で、蝸牛に人工内耳電極の入るスペースのあるもの。
4. 言語習得後の難聴であること。
5. 18歳以上であること。
6. 内科的、精神神経学的に問題のないもの。

図4 母音および子音弁別能力の経時的評価結果

術後の言語聴取能の変化とリハビリテーション: 言語聴取能は母音弁別, 子音弁別, 文章復唱などで評価を行った。母音弁別は, 電極作動2~3週間後より人工内耳だけで既に70~90%の正解率を示し, 予想以上に成績は良好であった。一方子音の弁別は人工内耳単独では電極作動後1ヶ月を経ても30~40%程度で, 読唇を併用しても50~70%どまりであった。我々の使用した人工内耳はフォルマント描出方式とでも呼べるもので, F_2 で電極を選定し F_0 のくり返し頻度で電極を刺激するものである⁷⁾。母音は F_0 , F_2 の周波数に明瞭な規則性があるが, 子音は F_0 の周波数に規則性がないので弁別が悪いのは当然と思われる。文章復唱は成績のよい時で人工内耳のみで1分間に25文節, 読唇を併用して32文節であった。これは聴力正常の人の60~70%にあたる。文章復唱はある一定のレベルに達した後, この症例では術後約1年間を経過してもそれ以後の上昇傾向は認められない。このあたりがこの症例での人工内耳の限界と思われるが, 現実の会話のやり取りなどから判断すると言語聴取能は上昇していく印象を受ける。これは言語聴取に関する高位の中枢の統合機構が回復していくと推察される。

これらの母音弁別, 子音弁別, 文章復唱テストなどは言語聴取能の評価法として用いるべきであり, 訓練は日常音, 環境音などの聞き取りを重視するように行った。即ち, 文章復唱訓練や会話では患者の事故前の趣味, 興味に合わせ, 魚釣り, 新聞のプロ野球の記事などを話題にした。更にリハビリテーション4週目頃より積極的に外出するよう指導し, 散歩に同伴して小川の水の流れる音, 小鳥の声などに注意を促したところこれらが聞き取れる事が判明した。一方本症例では人工内耳手術後, 単に聴覚の回復だけでなく, 性格, 行動面でも外交的になるなどの変化が現われ, 患者の社会復帰に対する人工内耳の重要性が示された。

まとめ

1) 両側側頭骨骨折で完全聾となった患者に

人工内耳を装着した。

2) 正円窓が骨性に閉鎖されている手術困難例であり, 手術に際しての問題点を述べた。

3) 手術後のリハビリテーションは実際の社会音, 環境音をできる限り聞かせる事によって言語聴取能力を高めるよう指導し, 母音弁別, 子音弁別, 文章復唱などはその評価として用いた。

本論文の要旨は, 第49回耳鼻咽喉科臨床学会, および第15回日本臨床耳科学会にて口演した。

参考文献

- 1) Djourno A, Eyries C and Vallancien B: Premiers essais d'excitation électrique du nerf auditif chez l'homme, par microappareils inclus a demeure. Bull Franc Nat Acad Med 141: 481~483, 1957.
- 2) House WF and Urban J: Long term results of electrode implantation and electronic stimulation of the cochlear in man. Ann Otol Rhinol Laryngol 82: 504~517, 1973.
- 3) Clark GM, Tong YC, et al: A multiple-electrode cochlear implant. J Otolaryngol Soc Aust 4: 208~212, 1978.
- 4) Schindler RA, Kessler DK, et al: The UCSF/Storz multi-channel cochlear implant: Patient results. Laryngoscope 96: 597~603, 1986.
- 5) 伊藤壽一: 人工内耳について. 耳鼻臨床 81: 779~786, 1988.
- 6) Clark GM, O' Loughlin, et al: The clinical assessment of cochlear implant patients. J Laryngol Otol 91: 697~708, 1977.
- 7) Dowell RC, Seligman PM, et al: Speech perceptions using two formant 22-electrode cochlear prosthesis in quiet and in noise. Acta Otolaryngol 104: 439~446, 1987.

原稿採択: 昭和63年6月29日

別刷請求先: 伊藤壽一

〒606 京都市左京区聖護院川原町54
京都大学医学部耳鼻咽喉科学教室