小児人工内耳手術症例の経過

大津赤十字病院耳鼻咽喉科

伊藤 壽一, 藤野 清大, 塩見 佳子

静岡県立総合病院耳鼻咽喉科

高木 明

京都大学医学部耳鼻咽喉科学教室 (主任: 本庄 巖教授)

高橋 晴雄, 川野 通夫, 本庄 巖

COCHLEAR IMPLANTS IN CHILDREN

JUICHI ITO, M.D., KIYOHITO FUJINO, M.D. and YOSHIKO SHIOMI, M.D.

Department of Otolaryngology, Otsu Red Cross Hospital, Otsu

AKIRA TAKAGI, M.D.

Department of Otolaryngology, Shizuoka Prefectural General Hospital, Shizuoka

HARUO TAKAHASHI, M.D., MICHIO KAWANO, Ph.D. and IWAO HONJO, M.D.

Department of Otolaryngology, Faculty of Medicine, Kyoto University, Kyoto

A multichannel cochlear implant was performed in 8 children, and the following results were obtained.

The surgical procedures were not as difficult as in adults, and there were few postoperative complications. The results of testing postoperative speech comprehension ability were examined in three children whose course was followed for more than one year postoperatively. Some patients had good speech comprehension ability postoperatively, and we expect to continue performing cochlear implant in children.

Postoperative rehabilitation takes longer. The cooperation of physicians, audiologists, speech therapists, school teachers and family members is essential, and establishing a cochlear implant center for children would be desirable.

Key words: 小児, 人工内耳手術, 言語理解力, リハビリテーション

A 97-2085-23508

I はじめに

近年人工内耳手術は医療として定着し、欧米では手術総数は7千例以上となり、その1/3以上が小児症例で

ある。一方我が国においては人工内耳の適応は成人言語習得後失聴者(中途失聴者)が一応の目安とされてきた。しかし人工内耳が必要な患者はむしろ幼小児期

に難聴が発生した患者，特に先天聾を含めた小児例であり，これらに対しても適切に対応する必要がある。

我々は以前より小児に対する人工内耳の必要性を痛感しており，慎重に検討した結果，1991年7月に我が国で最初の小児人工内耳手術を行いその経過を報告した¹⁾。現在では8名の高度難聴児に人工内耳手術を行っている。本報告ではこれらの症例につき，手術および手術後の問題点につき報告し，更に手術後1年以上経過した3症例につき，リハビリテーションの経過，手術後の言語理解力につき報告する。

II 症例および結果

表1に小児人工内耳手術症例の詳細を示す。症例数は8例で，3例が2～3歳以後言語を習得してから失聴した言語習得後失聴者，5例が約2歳以前に失聴した言語習得前失聴者である。言語習得前失聴者の中には2例の先天性失聴者を含む。

1) 手術および手術後の問題点

表1 小児人工内耳手術症例の詳細

症例	年齢 (手術時)	性別	失聴原因	失聴期間
1	8歳	男	髄膜炎	6年半
2	8歳	女	流行性耳下腺炎	7年
3	10歳	男	不明	9年
4	14歳	男	髄膜炎	4年
5	8歳	男	先天性	8年
6	9歳	女	先天性	9年
7	6歳	男	髄膜炎	3年
8	10歳	男	頭部外傷	1年

表2に手術および手術後の問題点につきまとめる。手術手技自体は成人の場合と特に変わるところはなかった。しかし正円窓が完全に骨性に閉鎖している例が2例あり，蝸牛の基底回転に開窓するためには蝸牛壁を数ミリ削開する必要があった。しかし全症例共電極は完全に蝸牛内に挿入することができ，成人に対する手術に比べそれほど困難な面はなかった。

手術後の問題点としては，電極レシーバー部を設置した皮膚が突出し，時間経過と共に耳介側へ移動した例，電極レシーバー部の頭皮が軽度発赤した例があった。

手術後の合併症，すなわち感染，皮膚の壊死，顔面神経麻痺，めまい，耳鳴などを認めた例はなかった。

2) 手術後の経過

① リハビリテーション

手術後1年以上経過した症例1～3につきリハビリテーションの経過を報告する。症例1～3共，約1歳の頃，髄膜炎その他の原因で失聴し，聾の状態となった言語習得前失聴小児である。補聴器は使用していたが，補聴効果はほとんどなく，聾学校に通学していた。

表3に症例1～3の手術後の経過を示す。症例1は最初に音を入れると気持ち悪がって泣き，マップが一応安定したのは術後約8週目であった。しかしその時点では家庭ではあまり使用せず，約12週目になってよ

表2 手術および手術後の問題点

手術時：	
正円窓の骨性閉鎖	症例1，4
手術後：	
電極レシーバー部の突出，移動	症例1，2

表3 術後のリハビリテーションの経過

	症 例 1	症 例 2	症 例 3
音入れ開始時 (術後3週目)	気持ち悪がり泣く Map測定できず	Map測定 (電極16本使用)	Map測定 (電極22本使用)
4週目	Map測定 (使用電極数12) 常時使用せず	使用電極数22 常時使用 環境音の認知可能	常時使用 環境音の認知可能 各種テスト施行
10週目	Mapが安定 常時使用 環境音の認知可能		
8ヵ月目	一般学級(小4年)に編入	一般学級(小4年)に編入	一般学級(小5年)に編入

図1 手術後1年経過した時点での言語理解力検査の結果

うやく家庭でも常時使用するようになり、またその頃から環境音が聴取できるようになった。術後5カ月目からボイスカウトに参加するようになった。更に手術後8カ月目に聾学校より一般学級に転校した。

一方症例2, 3は最初の音入れから音を違和感なく受け入れ、マップの測定も容易であった。両症例共すぐに人工内耳を常時使用するようになり、環境音も容易に認知でき、言語理解力も向上していく傾向がある。

3症例共手術後数カ月すると、人工内耳を常時使用することにより、環境音の認知、また読話を併用しての会話の認知が徐々に向上してきたので、手術後7～8カ月目に聾学校から普通学級に編入した。転校に先立ち、転校先の小学校で人工内耳に対する説明会を開き、学校側の理解を得て、協力体制を整えた。授業中教師が教科書を読むときはオーバーヘッドプロジェクターを用い、読んでいる部位をその都度指し示すようにしてもらい、視覚からの情報もできる限り入るようにした。科目によってはもう1人教師が横につき、適宜アドバイスできるような体制をつくった。

② 手術後の言語理解力の結果

図1は3症例の手術後1年以上経過した時点での言語理解力検査、すなわち母音弁別検査、子音弁別検査、文章復唱検査などの結果である。図中に成人の言語習得後失聴者、成人の言語習得前失聴者の各検査の結果の平均を記載し参考とする。

母音弁別検査では、症例3は人工内耳単独で100%近

図2 母音弁別検査の経時的結果

くと非常によい成績であるが、症例1, 2はそれぞれ41%, 53%とあまりよい成績ではない。子音弁別検査では3症例共類似の成績で人工内耳単独で15～19%, 読話を併用して42～59%と成人の言語習得後失聴者の平均に比べやや劣る。一方実際の会話の理解力をよく反映するといわれる文章復唱検査では、症例1が一番よく、読話を併用すると1分間に23文節と、成人の言語習得後失聴者の26文節に匹敵する成績である。

図2, 3, 4に母音弁別検査、子音弁別検査、文章復唱検査の経時的結果を示す。

図3 子音弁別検査の経時的結果

図4 文章復唱検査の経時的結果

表4 術後の構音の変化

手術前	現在
[症例1] [ʃ] → [tʃ]	…正常(朗読で)
[s] → [ts]	…正常(朗読で)
[w, m] → [b]	
[n] → [t]	
[k, kj, g, gj]	
	省略または声門破裂音…正常(朗読で)
[症例3] [s, ʃ] → [t]	…正常(朗読で)
[w, m] → [b]	
[ts, tʃ, dz]	
	省略または声門破裂音…正常(朗読で)
	[k, kj, g, gj]
	省略または声門破裂音…正常

③ 手術後の構音指導

言語習得前失聴者は一般には聾者特有の発音の歪みがあることが多い。人工内耳手術を行い、音声によるフィードバックがかかることによって異常構音が改善されるかどうかは非常に興味のもたれるところである。我々も手術後しばらくこの点を注目していたが、余り改善が認められないため、積極的に異常構音に対する構音指導を試みた。表4に症例1, 3の構音指導の結果を示す。2例共、手術前は子音の省略、声門破裂音などの異常構音が多く、開鼻声も認められた。症例3は会話全体のピッチが高くなっていた。症例1に対しては、在籍校(転校後の普通学級)の言葉の教室に教科書の復唱を指導するように依頼し、人工内耳使用後約1年半で、「[ʃ]」、「[s]」は単語で正常に構音され、母音の開鼻声も改善されてきた。しかし「[k]」、「[g]」などの奥舌音は省略されたままであり、我々の施設でも構音指導を開始した。手術後2年半経過した現在では

これらの音も朗読で正しく構音されるようになった。症例3は音入れ後3週日から構音指導を行った。1年後「[k]」は会話の中で、「[ts, tʃ, dz]」は朗読の中で正しく構音出来ている。全体的に会話のピッチが下がり、母音の開鼻声も改善した。

III 考 察

今後わが国でも小児の人工内耳は増加することは必至であり、海外の報告、我々の症例の経過並びに結果が参考になると思われる。

まず手術年齢については、やはり年齢が低いほど成績がよいと思われる。解剖学的には頭蓋の成長は2歳までが著しく、それ以後の変化は比較的緩徐であるので²⁾³⁾⁴⁾、中耳炎罹患などのリスクファクターなども考慮する必要があるが⁵⁾、2歳以上の小児には人工内耳手術を行っても差し支えないと思われる。一方、2歳未満の低年齢児に対する手術に関しては今後慎重に検

討する必要がある。

小児に対する人工内耳手術の手技自体は成人の場合と特に変わるところはなかった。2例に正円窓の骨性閉鎖を認めたが、これは両例共髄膜炎にて聾になったことと関係があると思われる。小児は一般に側頭骨の電極レシーバー設置部位の骨が薄いため、レシーバー部の固定には今後手術年齢が下がるとやや困難な例が出て来る可能性はある。

小児の蝸牛、頭蓋骨は成長するため成人と同じ電極を使用してよいかという疑問は当然生じる。我々の症例は6歳が最年少であるためこれまで大したトラブルは生じていないが手術年齢が下がるにつれて問題が生じる恐れはある。これまでの報告では、蝸牛の大きさは生下時にほぼ完成しているが、電極のレシーバーを固定する側頭骨は成長するため、レシーバーと蝸牛に入れる電極間の導線に約25mm程度の余裕があるといとされており、導線を固定する際にこのたるみをもたせることによってこの問題は解決すると思われる⁹⁾。

手術後に側頭部の皮膚が多少突出した例もあったが、小児は電極レシーバー部を固定する頭蓋骨が薄く、さらにそれを覆う皮膚部が薄いのでこのような現象が認められることもある。しかしこれも成長と共にそれほど目立たなくなると思われる。

手術後特に合併症を認めた例はなかった。しかし海外での調査によると、200例の小児の人工内耳手術で顔面神経麻痺、皮弁の壊死、手術後のめまい、感染、耳鳴の増悪などの合併症を認めた例が12例(6%)あるという報告もあるので、これから小児症例が増えるに従って合併症のことについても注意を払う必要がある⁶⁾⁷⁾。

小児の人工内耳手術後のリハビリテーションの経過については海外で数多くの報告がある。小児の言語習得後失聴者は成人の言語習得後失聴者と同様に良好な言語理解力を示すことが多い^{8)~12)}。本稿では手術後のリハビリテーションに困難を来すと予測される言語習得前失聴者について報告した。

症例1はリハビリテーションにやや困難を来した症例であり、その時点では小児に対する人工内耳の応用は、マップをつくるだけでも大変なものであると実感していた。一方症例2、3は最初の音入れから音を違和感なく受け入れ、マップの測定も容易であった。小児症例が一般に症例1のように比較的難しい経過をたどるのか、症例2、3のように成人の場合と同様にス

ムーズに進んで行くのかはこれから症例数が増えないと明確な解答が得られないが、現時点では非常に個人差があり、長期の経過観察が必要であるといえよう。

言語習得前失聴小児が人工内耳手術を受けてどの程度の言葉の聞き取りが出来るかを具体的に示すのは困難であるが、小児に対しても可能な限り成人に対し手術後行う言語理解力検査と同様の検査を行い、成人の結果と比較することによって言葉の聞き取りの目安とした。

手術後の言語理解力にはかなり個人差があり、症例によっては成人の言語習得後失聴者に近い成績を示す者もあり、小児に対する人工内耳の結果についても十分に期待が持てる。母音弁別検査の結果に比べ子音弁別検査の成績はあまり向上の傾向がみられない。現在の人工内耳では子音特有の時間的、周波数変化を忠実に追従することは困難であり¹³⁾、成人の言語習得後失聴者でも子音の弁別は不良であるので、子音の音声処理の改善は言語理解の向上に必要である。文章復唱検査の結果からは人工内耳が必ずしも実用の域に達していると言えない例もあるが、成績は向上していく傾向にあるので更に数年間の経過観察が必要であると思われる。このように小児のリハビリテーションには、成人の場合に比べ長い経過観察が必要であり、これには医療関係者だけでなく、家庭、学校関係者の熱意と根気が必須である。

このことは手術後の構音指導についても同じことが考えられ、構音指導により単語、朗読の中では比較的正しい構音が出来ることが、実際の会話の中では言葉の歪み、ピッチの異常が残り、引き続き長期にわたる構音指導が必要であると思われる。

海外では小児の人工内耳手術に関し数多くの報告があり、同じ小児でも、言葉を覚えてから失聴した言語習得後失聴小児に関しては、人工内耳を使うと成人の言語習得後失聴者と同様またはそれ以上のよい成績が得られるという意見が大勢を占めている¹⁴⁾¹⁵⁾。問題は先天聾または幼小児期に言葉を覚える前に失聴した言語習得前失聴小児に対する人工内耳の有用性である。言語習得前失聴小児にとって人工内耳が有効であったという結果はいくつか報告されており、補聴器やその他のコミュニケーションの方法と比較した研究もある。その中でも聾に近い高度難聴児に対しては、条件(残存聴力、知能指数など)が同じであれば、人工内耳は補聴器、触覚式補聴器などを使用した小児に比べはるかに良好な言葉の聞き取りを示したとする報告もあ

る¹⁵⁾。また人工内耳を使用した小児の聞き取り能力は60～70dBの難聴児の補聴器装用時と同等の成績であるとの報告もあり¹⁴⁾¹⁷⁾、このような報告から考えると人工内耳は言語習得前失聴小児にとって他のコミュニケーション手段より優れているとも考えられる。

言語習得前失聴者の場合、小児、成人にかかわらず手術後のリハビリテーションに長時間を要することはこれまでも多く指摘されてきた^{18)~21)}、それらをまとめると、人工内耳使用後、言葉がかなり理解出来るようになるには少なくとも2年位の長期の経過観察が必要であるとされている。今後我が国でも小児の人工内耳は増加することは必至であることから、小児のための教育環境整備は重要な課題となる。

小児に対する人工内耳手術に反対を唱える人の意見の中には現在の我が国の言語治療体制の不備を指摘する向きもある。言語治療に携わる施設、人数共欧米に比べ不足しており、仮に手術が成功しても手術後のリハビリテーションが満足に行われないのではないかという指摘である。

小児は成人に比べ長期間にわたるリハビリテーションが必要であり、現在の我が国の体制では不十分であることは確かである。現時点では家族と学校関係者の熱意と努力で成功を納めている向きもあるが、今後は人工内耳手術を受ける小児が大幅に増大する傾向があると予測され、その場合は医師、聴能検査士、言語治療士、教育関係者、心理学者、そしてソーシャルワーカーを含むチームの協力体制を持った小児のインプラントセンターが設立されることが望ましい。

IV ま と め

8例の小児人工内耳症例につき検討したが、手術手技に関しては、成人の症例に比べそれほど困難な面はなく、手術後の合併症なども特になかった。

手術後のリハビリテーションの経過に関しても、症例により程度の差があり、かなり良好な言語理解力を示す症例もあり、小児の症例に対しても、積極的に人工内耳手術を行っても差し支えないと思われる。しかし小児症例に対しては成人に比べ長い経過観察期間が必要であり、そのためには医師、聴能検査士、言語治療士、教育関係者、そして家族を含むチームの協力体制を持った小児のインプラントセンターが設立されることが望ましい。

参 考 文 献

- 1) 伊藤壽一, 徳田安誠, 川野通夫: 小児人工内耳手術症例. 日耳鼻 96: 931-935, 1993.
- 2) O'Donoghue GM, Jackler RK, Jenkins WM et al: Cochlear implantation in children; the problem of head growth. Otolaryngol Head Neck Surg 94: 78-81, 1986.
- 3) Luxford WM, House WF, Hough JVD et al: Experiences with the Nucleus multichannel implant in three young children. Ann Otol Rhinol Laryngol 97: 14-16, 1988.
- 4) Dahm MC, Shepherd RK, Clark GM: The postnatal growth of the temporal bone and its complications for cochlear implantation in children. Acta Otolaryngol (Stokh) Suppl 505: 1-39, 1993.
- 5) House WF, Luxford WM, Courtney B: Otitis media in children following the cochlear implant. Ear Hear 6 Suppl: 24-26, 1985.
- 6) Mecklenburg D: Cochlear implants in children; non-medical considerations. Am J Otol 9: 86-92, 1992.
- 7) Staller SJ: Perceptual and production abilities in profoundly deaf children with multichannel cochlear implants. JAAA 1: 1-3, 1990.
- 8) Roberts SA, Busby PA, Dowell RC et al: Initial experience with children using the Nucleus 22 channel cochlear implant. Scand Audiol Suppl 30: 115-119, 1988.
- 9) Tong YC, Busby PA, Clark GM: Perceptual studies on cochlear implant patients with early onset of profound hearing impairment prior to normal development of auditory, speech and language skills. J Acoust Soc Am 84: 951-962, 1988.
- 10) Berlinger KI, Tonokawa LL, Brown CJ et al: Cochlear implant in children; benefits and concerns. Am J Otol 9 Suppl: 86-92, 1988.
- 11) Tobey EA, Hasenstab MS: Effects of nucleus multichannel cochlear implant upon speech production in children. Ear Research 12: 48-54, 1991.
- 12) Dowell RC, Dawson PW, Dettman SJ et al: Multichannel cochlear implantation in children: A summary of current work at the university of Melbourne. Am J Otol 12: 137-143, 1991.
- 13) 榊原淳二, 竹内真理子, 庄司和彦 他: 人工内耳における子音の弁別 Audiology Jpn 32: 182-189, 1989.
- 14) Boothroyd A, Geers AE, Moog JS: Practical implications of cochlear implants in children. Ear Hear 12: 81-89, 1991.

- 15) Fryauf-Bertschy H, Tyler RS, Kelsay DM et al: Performance over time of congenitally deaf and postlingually deafened children using a multielectrode cochlear implant. *J Speech Hear Res* 35: 913-920, 1992.
- 16) Geers AE, Moog JS: Evaluating the benefits of cochlear implants in an education setting. *Am J Otol* 12: 116-125, 1991.
- 17) Erber NP, Alencewicz CM: Audiologic evaluation of deaf children. *J Speech Hear Disord* 41: 256-267, 1976.
- 18) Eiseiberg LS: Use of the cochlear implant by the prelingually deaf. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 91 Suppl 91: 62-66, 1982.
- 19) Clark GM, Busby PA, Roberts SA et al: Preliminary results for the cochlear corporation multielectrode intracochlear implant in six prelingually deaf patients. *Am J Otol* 8: 234-239, 1987.
- 20) Waltzmann SB, Cohen NL, Shapiro WH: Use of a multichannel cochlear implant in the congenitally and prelingually deaf population. *Laryngoscope* 102: 395-399, 1992.
- 21) 伊藤壽一, 榊原淳二, 川野道夫: 人工内耳の言語習得前失聴者への応用. *Otology Jpn* 2: 269-273, 1992.
-
- 本論文の要旨は第94回日本耳鼻咽喉科学会にて口演した。
-
- (1994年3月11日受稿 1994年7月21日受理)
別刷請求先 〒520 大津市長等1-1-35
大津赤十字病院耳鼻咽喉科 伊藤壽一