成人例における人工内耳の音声コード化プログラムの調節

益田 慎¹⁾⁴⁾・上田 友佳¹⁾・市岡 好恵¹⁾・吉岡 麻衣²⁾
岩田 和宏³⁾・平川 勝洋¹⁾・夜陣 紘治¹⁾

Adjustment of Cochlear Implant Speech Processing Program

Shin Masuda, Yuka Ueda, Yoshie Ichioka, Katsuhiko Hirakawa and Koji Yajin

(Hiroshima University Graduate School)

Mai Yoshioka

(Jinseikai Hosogi Hospital)

Kazuhiro Iwata

(Onomichi General Hospital)

Cochlear implants require periodic adjustments of their speech processing program. The present study investigated the necessity and frequency of adjustment of the cochlear implant speech processing program in adult patients. Subjects were 19 adult patients who underwent cochlear implantation at our department and had worn the implant continuously for more than one year. A cochlear implant manufactured by Cochlear Ltd. was used in all patients: the Nucleus 22 system in 13 patients, and the Nucleus 24 system in 6 patients. Excluding adjustments made within the first month of implantation, adjustment of the speech processing program, i.e., MAPping, was performed a total of 860 times. Changes in MAP within the past three months or previously were classified as those performed to improve hearing or to alleviate adverse effects (uncomfortable noisy sensation, dizziness, earache and headache). The results were analyzed in relation to patient age at the time of surgery and hearing performance. The study showed that when MAPping was performed frequently to reduce noise, patients often experienced dizziness, earache or headache. If a patient experiences an adverse effect, while MAP might need to be adjusted, this could also worsen hearing. However, at our department, MAPping was done to deal with adverse effects without negatively affecting hearing performance.

Key words : cochlear implant, MAP, adverse effect

はじめに

人工内耳を装用するうえで、音声コード化プログラムの調節は不可欠である。当院では全例コクレア社製の Nucleus シリーズを使用しているが、コクレア社では外部装置に記憶させる音声コード化プログラムを MAP (以

下、マップ) と称し、これを調節する作業を MAPping (以下、マッピング) と呼んでいる。

マッピングは本来聴取機能を改善する目的で行われるが、人工内耳装用中に起きた不具合の回避を主な目的として、マッピングをしなければならないことを少なから

1) 広島大学大学院耳鼻咽喉科・頭頸部外科

2) 仁生会細木病院言語療法士室

3) 厚生連尾道総合病院耳鼻咽喉科

4) 県立広島病院小児感覚器科

表3 マップ変更

変更0	マップの変更なし T/C レベルの 10 未満の変更
変更1	使用チャンネルの追加 (使用チャンネル数の増加)
変更2	マキシマの変更 刺激頻度 (Rate) の変更
変更3	T/C レベルの 10 以上の変更
変更4	刺激モードの変更 パルス幅の変更
変更5	使用チャンネル数の減数 (チャンネルフラッグの追加)

N22) を使用しており, 6 例が Nucleus 24 システム (以下, N24) を使用していた. さらに各症例の背景として, 手術時年齢, 埋込電極数, 手術直前のカロリック反応のほかに, 現時点における人工内耳を装用したときの聴取パフォーマンスを表 1 にしたがって分類した (表 2).

これらの症例にたいして行われたマッピングのうち, 音入れから 1 か月以内のマッピングは, T/C レベルが不安定であるため, 検討対象から除外した. 残りののべ 860 回のセッションで最終的に採用されたマップを以下に示す手順に従い集計した.

2) マップ変更の分類

マップを過去 3 か月のマップもしくは前回のセッションで採用されたマップと比較して, 変更があった場合に, 変更内容によってレベル分類した (表 3). なお, 一つのセッションで二つ以上のレベルにわたって変更が行われた場合には, より聴取能に不利になるような高いレベルの変更を, そのマッピングにおけるマップ変更とした. 例えば, 使用チャンネル数が減れば, マキシマも減少してしまうが, その場合は変更 5 と分類した.

表4 マッピングの目的

目的 1	聞こえの改善
目的 2	不快音の制御
目的 3	めまいの制御 (浮動性めまいを含む)
目的 4	痛み (頭痛・耳痛) の制御
目的 5	機器の問題 (電極のオープンサーキットなど)

なお, マイク感度の調節であるゲインの変更や, Q 値・ベースレベルの変更などは検討対象に含めなかった.

3) マッピングの目的の分類

カルテに記載された個々の症例の症状や訴えを基に, マッピングが行われた目的を分類した (表 4). この分類のなかで, 不快音, めまい, 痛みの訴えにたいしてマッピングを実施した場合に「有害事象にたいするマッピング」と定義した.

結 果

1) マッピングのタイミング

図 1 に症例 7 を例にとって, マッピングのタイミングを示す.

症例 7 は術後 3 か月を過ぎたころから, 装用時の浮動感を訴えた. 非装用側方向の水平回旋混合性眼振を認め, 薬物療法で加療を試みたが, 浮動感に変化が認められなかったため, 正円窓に近い 3 チャンネルの刺激レベル (T/C レベル) を下げ, 浮動感は軽快した. その後, 電池の電流配給が追いつかないという問題で刺激レベルを変更したり, 不快音の制御のために一番正円窓に近い 1 チャンネルをスイッチオフにしたほかは, 聞こえの維持と改善のためにマッピングを繰り返した. しかし, そのほとんどが刺激レベルをわずかに変更して, チャンネル間の

図1 症例7のマッピングのタイミング

図中の矢印 (↓) は, その時点でマッピングのためのセッションが行われたことを示す. また, 数字はそれぞれマップ変更の分類 (表 3) に対応している.

バランスをとるか、マイクのゲインコントロールにとどまった。

症例 7 と同様に、他の症例個々について検討したが、時系列でマッピング変更の分類、マッピングの目的をみたときに、その特徴は見いだせなかった。たとえば、変更 3・4 のマッピングの回数が増えたら変更 5 が起きるとか、不快音の制御をしていたらめまいの制御にマッピングが必要だったとかという特別な配列はなかった。そこで、以下の検討ではタイミングは考慮せず、年平均の回数で統計学的な検討をすることとした。

2) マップ変更の年平均回数と目的別のマッピング年平均回数

マップ変更の年平均回数を表 5 に示し、目的別のマッピングの年平均回数を表 6 に示す。

マップ変更のレベル間には統計学的に有意な関係を認めなかったが、目的別のマッピング回数のうち、不快音にたいするマッピング回数は、めまいにたいするマッピング回数、痛みをたいするマッピング回数との間でそれぞれ有意な関係を認めた ($p < 0.05$)。

なお、めまいにたいするマッピング回数と痛みをたいするマッピング回数の間には有意な関連はなく、とくに

聞こえの改善を目的としたマッピング回数と不快音・めまい・痛みの制御を目的としたマッピング回数の間にも統計学的には有意な関連を認めなかった。

患者背景と、年間セッション回数、レベル 3 以上のマップ変更回数、有害事象制御のためのマッピング回数をそれぞれ統計学的に処理した結果を表 7 に示す。

考 案

1) 有害事象にたいするマッピングについて

補聴器の適合とマッピングが異なる点のひとつに、人工内耳の有害事象が蝸牛や前庭神経、あるいは髄膜・中耳粘膜・顔面神経といった部位を直接電気刺激することで起きる点を考慮しなければならないことがある。マッピングや言語聴覚療法のためのセッション時にこれを見逃すと、適切な装用ができないばかりか結果的に人工内耳による聴取能を低下させる場合もあり、人工内耳装用者の QOL を低下させてしまうことにもなりかねない。

耳痛や頭痛などの痛みが人工内耳によって引き起こされていることを見だし、さらに原因となっている電極を特定することは多くの場合で容易である。試行錯誤的に電極を減じたり、T/C レベルを変化させることで訴え

表 5 マップ変更の年平均回数

	年間セッション数	変更 1	変更 2	変更 3	変更 4	変更 5	変更 1～5 の合計
Case 1	4.3	0.1	0.5	1.0	0.0	0.3	1.8
Case 2	4.8	0.0	0.5	1.6	0.0	0.3	2.4
Case 3	6.9	0.0	0.0	0.9	0.0	0.4	1.3
Case 4	3.8	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.5
Case 5	6.4	0.6	0.1	0.4	0.0	0.4	1.6
Case 6	5.0	0.0	0.3	0.3	0.0	0.3	0.8
Case 7	7.3	0.3	0.3	1.0	0.0	0.3	1.8
Case 8	11.5	0.4	0.0	1.4	1.0	1.6	4.5
Case 9	10.2	0.1	0.5	2.2	0.0	0.5	3.3
Case 10	7.9	0.0	1.6	0.4	0.6	0.1	2.7
Case 11	5.6	0.2	0.5	1.0	0.4	0.6	2.7
Case 12	8.1	0.3	0.5	3.0	0.5	0.5	4.9
Case 13	5.3	0.0	0.5	1.8	0.0	0.3	2.5
Case 14	6.2	0.2	0.2	1.1	1.0	0.7	3.3
Case 15	7.1	0.2	0.1	1.5	0.9	1.1	3.9
Case 16	6.8	0.0	0.7	0.9	0.0	0.0	1.6
Case 17	8.4	0.4	0.3	2.0	0.8	0.4	3.9
Case 18	9.4	0.4	1.3	3.6	0.4	1.0	6.7
Case 19	10.9	0.0	0.3	2.0	1.7	0.3	4.4

表6 マッピングの目的別のセッション年平均回数

	きこえの改善	有害事象の制御			機器の不具合
		不快音	めまい	痛み	
Case 1	1.0	0.3	0.0	0.0	0.3
Case 2	2.1	0.3	0.0	0.0	0.0
Case 3	0.9	0.0	0.4	0.0	0.0
Case 4	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0
Case 5	0.9	1.3	0.0	0.0	0.1
Case 6	0.5	0.0	0.0	0.0	0.3
Case 7	0.8	0.3	0.8	0.0	0.3
Case 8	0.9	1.5	1.4	2.0	0.4
Case 9	2.4	0.8	0.2	0.4	0.0
Case 10	2.3	0.6	0.0	0.0	0.0
Case 11	1.7	0.1	0.9	0.5	0.0
Case 12	4.1	1.1	0.0	0.0	0.0
Case 13	2.3	0.0	0.3	0.0	0.0
Case 14	2.2	1.1	0.0	0.3	0.0
Case 15	2.0	1.7	0.4	0.0	0.1
Case 16	0.9	0.9	0.0	0.2	0.0
Case 17	1.8	1.9	0.5	0.1	0.0
Case 18	4.6	0.4	1.3	1.0	0.0
Case 19	3.7	0.7	0.0	0.0	0.0

表7 Wilcoxon 検定による統計学的な検討

	聴取パフォーマンス	手術時年齢	埋込電極数	使用装置 N22 vs N24	カロリック反応の有無
年間セッション回数	**	**	**	NS	NS
変更3～5のマップ変更回数	NS	**	**	*	NS
有害事象にたいするマッピング回数	**	**	**	*	NS

** : $p < 0.01$, * : $p < 0.05$, NS : 統計学的有意差なし

が消失するかどうかをみれば良いことが多い。

これにたいして、めまい、特に人工内耳埋込術からある程度の時間をおいて遅発性に発生する浮動感については、薬物療法やカウンセリングを推奨する報告¹⁾²⁾もあるが、マッピングによるコントロールを常に念頭におくように勧める報告³⁾もある。症例7のように薬物療法ではコントロールができず、マップ変更がめまいの制御に有用であった症例が実際に存在しており、当科の方針としては薬物療法に併行して必ずマップ変更を検討することになっている。

不快音の制御にいたっては、装用者の主観的な音への感想が混在するために、取り除くべき不快音かどうかの判断に迷うことも多い。装用者が不快音とした音情報をむしろ強調することで、聴取成績があがることもある⁴⁾。

また、元来耳鳴症を合併することが多く、耳鳴との区別がつかないで不快音を訴える場合もあり、その場合にはマップの変更よりカウンセリングや薬物療法が有効である。

このため、一口に有害事象の制御のためのマッピングと称しても、必ずしも容易なことではない。例えば、めまいや痛みにたいするマッピングの必要性が事前に予測できれば、装用者のみならずマップを作成する側にも利点は多い。

しかし、今回の検討では不快音の制御が繰り返されると痛みが発生する、あるいは変更3～5のマップ変更が繰り返されるとめまいが起きるなどという時系列上の特徴はなく、有害事象の発生をマップやマッピングから予測することは困難であると思われた。

時系列上の順序を無視して、回数だけで検討したところ、不快音にたいするマッピング回数が多いと、めまいや痛みにたいするマッピングの回数が統計学的に有意に多かった。めまいや痛みを引き起こす刺激レベル以下の刺激では、不快音と感じて訴えている可能性もある³⁾。タイミング上の有意な関係は見いだせなかったが、不快音にたいするマップ変更が必要なときには、めまいや痛みの発生に注意した方が無難と思われる。

なお、術前のカロリック反応の成績と術後のめまいの発生に関連があるともいわれている²⁾が、自験例における術前のカロリック反応の有無と有害事象にたいするマッピング回数の間には有意な関係はなかった。

コクレア社の人工内耳は、日本では 2000 年に N22 から N24 に変更されている。二つのシステムのマップ上の最も大きな違いは、刺激モードの標準が Bipolar mode から Monopolar mode に変更になったことである。これにより、刺激電流量を大幅に減じることに成功した⁵⁾が、これは前庭や中耳粘膜・髄膜への期待していない電気刺激も減らしていると推察する。結果的に N24 の有害事象を制御するためのマッピング回数は有意に減少していた。

2) マッピング回数の統計学的解析について

当科の方針として、1ヵ月に一度から 3ヵ月に一度マップの確認をすることになっている。グループ A や B の聴取成績の良いグループでは、個人差もあるがおおむね半年に一度の頻度で有意なマッピングが行われていた。グループ C・D・E では 3ヵ月に一度の頻度で有意なマッピングが行われていた。

統計学的にも聴取パフォーマンスとマッピング回数には有意な関連を認めており、マップを確認するタイミングは、聴取パフォーマンスが良ければ半年に一度、悪ければ 3ヵ月に一度で良いのかもしれない。もちろん、聴取状態に変化があったり、有害事象などの不具合が起きれば、この限りではない。

今回の検討では、手術時年齢が高く、埋め込んだ電極数が少なければ、セッション回数、変更 3～5 のマップ変更の回数、有害事象にたいするマッピング回数のいずれも増加しており、きめ細かい対応が必要とされていた。

これにたいして、聴取パフォーマンスと有害事象にたいするマッピング回数の間には有意な関連を認めるものの、変更 3～5 のマップ変更の回数との間には有意な関連を認めなかった。有害事象が増えれば、それだけ聴取

条件が不利になり、頻回のマップ変更が必要となったが、例えば変更 3～5 の聴取条件が悪くなるような大きなマップ変更を行ったとしても聴取パフォーマンスへの影響は少なかったということである。

これには、変更 3～5 のように聴取条件が悪くなると予想した上でマップ変更を行った際に、例えばマキシマを増やすなどの細かい設定変更を追加したり、聞き取りのための言語聴覚療法を追加するなど、聴取パフォーマンスをなるべく維持しようとしてきた。その努力が、ある程度有効に機能した結果、変更 3～5 のマップ変更回数が聴取パフォーマンスと有意な関係ではないという結果を導いたと考える。

ま と め

成人人工内耳装用者に行ったマッピングを検討対象として、マップ変更の内容とマッピングの目的について検討した。特に、不快音、めまい、痛みの訴えを有害事象として、その制御を目的としたマッピングに着目した。めまいや痛みの発生をマッピングやマップ内容から事前に予測することは困難であったが、不快音の制御を目的にマッピングをするときには、めまいや痛みの発生に注意する必要があると思われた。聴取条件が悪くなるようなマップ変更の回数と聴取パフォーマンスの間には関連はなかった。

参考文献

- 1) 清水謙祐, 小宗静男, 東野哲也, 他: 人工内耳症例における術後めまいの検討. *Otol Jpn* 9: 588 ~ 593, 1999.
- 2) Kubo T, Yamamoto K, Iwaki T, et al.: Different forms of dizziness occurring after cochlear implant. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 258: 9 ~ 12, 2001.
- 3) Fina M, Skinner M, Goebel JA, et al.: Vestibular dysfunction after cochlear implantation. *Otol Neurotol* 24: 234 ~ 242, 2003.
- 4) Skinner MW: Optimizing cochlear implant speech performance. *Ann Otol Rhino Laryngol Suppl* 112: 4 ~ 13, 2003.
- 5) Zwolan TA, Kiley PR, Ashbaugh C, et al.: Patient performance with the cochlear corporation "20 + 2" implant bipolar versus monopolar activation. *Am J Otol* 17: 717 ~ 723, 1996.