

## 第157回 名古屋市立大学医学会例会

### 特 別 講 演 II

# 聴神経腫瘍の術中モニタリング：名古屋市立大学病院での工夫

相 原 徳 孝

村 上 信 五\*

名古屋市立大学 脳神経外科，耳鼻咽喉科\*

Intraoperative monitoring in acoustic neuroma surgery at Nagoya City University Hospital

Noritaka Aihara

Shingo Murakami\*

*Department of Neurosurgery and Otorhinolaryngology\*,*

*Nagoya City University Medical School, Nagoya, Japan*

#### 【はじめに】

聴神経腫瘍は，難聴や耳鳴りといった聴覚症状で発症することが多い良性脳腫瘍である．近年，頭部MRIの発達により，比較的小さく，神経機能の良好な症例が発見される頻度が増加している．そのため，手術による治療を行う際には，神経機能を温存した摘出術が望まれる．手術の際に機能温存を企図するには，術中の神経モニタリングが重要である．機能温存が必要とされる脳神経は，主に顔面神経，聴神経（蝸牛神経），迷走神経である．これらの脳神経に対する名古屋市立大学病院での，聴神経腫瘍時の術中モニタリングの工夫について述べる．

#### 【方 法】

対象は過去10年間に名古屋市立大学付属病院で摘出術を行った214例の片側聴神経腫瘍患者である．麻酔に関しては，麻酔科医師に一任しているが，静脈麻酔を基本として，筋弛緩薬は，気管内挿管時以降は使用されていない．

術中モニタリング

##### （1）顔面神経

##### ① Facial nerve motor evoked potential

C3およびC4の頭皮にスクリー電極を設

置し，モニタリングの対象となる顔面筋と反対側の電極を陽極，同側を陰極としてViking®（VIASYS, OH, USA）を用いて刺激した．刺激は，pairで，間隔は0.2ms，電圧は200から300V，持続時間は0.1msとした．（図1）

##### ② Compound muscle action potential

##### （a）Continuous monitoring

直径約2mmの銀ボール電極を脳幹の顔面神経出口部に留置．NIM®（Medtronic, MN, USA）を用いて，1mAの刺激強度を基本と



図1 上段矢印が眼輪筋の誘発筋電図，下段矢印が口輪筋の誘発筋電図

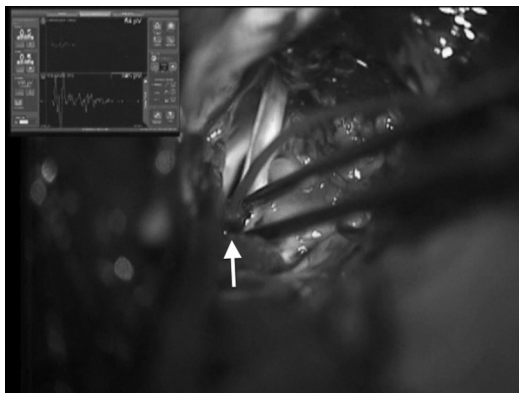


図2 銀ボール電極(矢印)を脳幹の顔面神経出口部に留置しているところ

して、一秒間に一度刺激した。(図2)

#### (b) Optional monitoring

先端以外を絶縁としたさまざまな形状(ピン, ボール, ナイフ, リングキュレットなど)のマイクロ剥離子を用いて, 腫瘍の摘出や周囲組織の剥離操作を行いつつ神経を刺激した。刺激強度は, 1 mA を基本として, 強度を変更することにより腫瘍と顔面神経との距離を推察した。(図3)

顔面神経の記録は, すべて, 眼輪筋, 口輪筋にペア電極を留置して, NIM<sup>®</sup> を用いて誘発筋電図を記録した。

#### (2) 蝸牛神経

##### ①聴性脳幹反応 (ABR)

記録電極は, 両側の耳朶に, 基準電極は Cz



図3 聴神経(矢印)からマイクロ剥離子を用いて腫瘍を剥離しているところ

に装着する。Viking<sup>®</sup> を用いて, 刺激はイヤホン装着して, クリック音(100dB, 19,7Hz)とした。平均加算は, 2000回とした。V波の潜時や振幅に注目してモニタリングを行った。

##### ③蝸牛神経活動電位

Viking<sup>®</sup> を用い, 顔面神経の optional monitoring に使用したマイクロ剥離子を記録電極としてモニタリングを行った。手術中に蝸牛神経(あるいは腫瘍などの記録対象部位)に, このマイクロ剥離子を接着させた後に, ABRと同様にクリック音で刺激を行い, 活動電位を記録した。加算回数は10から200回程度とした。(図4)

#### (3) 迷走神経

麻酔科医師にメドトロニック製のEMG気管内チューブの挿管を依頼する。このチューブは左右の声帯の動きを非侵襲的にモニタリングすることが可能である(図5)。手術中に迷走神経が機械的あるいは刺激電極で刺激された際に, NIM<sup>®</sup> に誘発筋電図が観察される。

顔面神経, 蝸牛神経および迷走神経のモニタリングの際に得られた波形は, オリンパスビデオシステムを使用して, 手術ビデオ映像の中に別の映像(Picture in Picture)として, DVDに記録した。

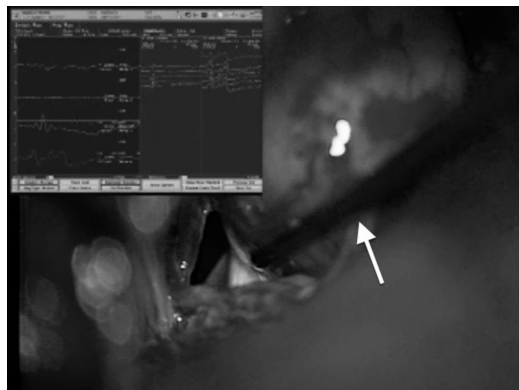


図4 Picture in Picture による記録。  
大きい画面; マイクロ剥離子(矢印)にて蝸牛神経活動電位を記録しているところ。  
小さい画面; 蝸牛神経モニタリング  
(左: 蝸牛神経活動電位, 右: 聴性脳幹反応)

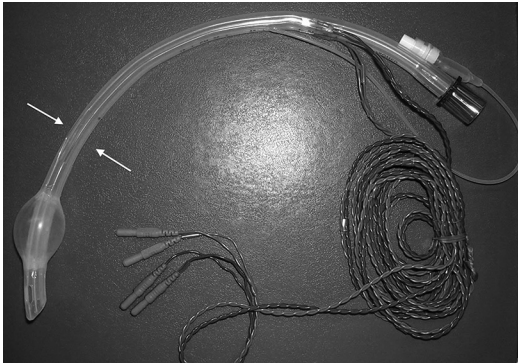


図5 メドトロニック社製EMG気管内チューブ。矢印の部分で声帯の動きを感知する。

### 【結 果】

顔面神経の温存率（House-Brackman grade 1 および 2）<sup>7)</sup>は、93%（199/214）であった。術前に有用聴力（Gardner-Robertson class 1 および 2）<sup>6)</sup>であった121例のうち術後も有用聴力が温存されたのは56例で、class 3 まで含めると80例であった。モニタリングを行った症例で迷走神経麻痺を呈した症例はなかった。

### 【考 察】

脳神経外科の手術は、名古屋市立大学医学部付属病院中央手術部の4ルームで行われることが多い。いわゆる“新病院”の手術室の設計に際して、筆者は当時、手術室運営委員を拝命していたので、脳神経外科の手術室のレイアウトや手術器具についていくつかの注文をつけていた。その内の一つが、脳神経外科が行う手術室の電磁シールド化である。4ルームは、希望が叶えられシールド化されている。これにより、手術室外部からの電磁波が遮断され、聴神経腫瘍や深部脳刺激療法といった術中モニタリングが重要な手術において、大きなアドバンテージを得ている。欠点としては、扉が閉まった状態では、電波が届かないので、院内PHSがつかないことである。また、手術室内から発生するノイズに関しては、このシールドは無効であるので、別に対策をたてる必要がある。手術用の顕微鏡や麻酔器などはノイズを発生するため、特に遠隔電場電位であるABRは

影響を受けやすい。ABRでは、一般的にV波をモニタリングの指標とした報告が多く、我々の施設でもV波の潜時や振幅をモニタリングしている。V波がどのように変化した場合に、“危険信号”とするかには、多くの報告がある一方で定説はない<sup>3)9)10)</sup>。術中のモニタリングは、有用聴力を手術後にも残すことが目標であるので、有用聴力が残っている状態と、聴力は残っているが有用ではない状態を明確に区別できる術中パラメーターを“危険信号”とするのがよいと思われた。そこで、自験例の術中ABR所見について検討を行った。術前の聴力がGardner-Robertson class 2（有用聴力がある状態）で、術後もclass 2であった14例と手術後にclass 3（聴力は残っているが有用でない状態）となった22例について検討を行うと、健側（腫瘍がない側）V波と患側（腫瘍がある側）V波の潜時の差が、最も効率よく有用聴力の有無を鑑別でき、そのカットオフ値は1.12msであった（図6）。すなわち、健側と患側のV波潜時差が1.12msを超えないように摘出術を行うことが、術後有用聴力の温存には求められる<sup>2)</sup>。前述のごとくABRはノイズの影響を受けやすいため、V波はしばしば検出が不能になる。ノイズによりV波が検出されなければ、

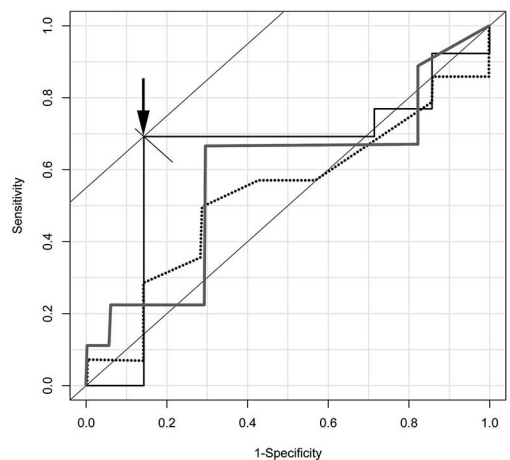


図6 ROC曲線による解析。黒実線；患側と健側のV波潜時差，グレー線；摘出前後のV波の振幅比，点線；摘出前後のV波潜時差，矢印はカットオフポイント

手術中に患者の聴力が低下したかどうか判断に迷うことになり問題である。一方、蝸牛神経活動電位は近接電場電位であるため、ノイズの影響を受けにくい。蝸牛神経活動電位の欠点としては、持続的に記録を行うには、電極を手術野に留置しておかなければならないため、手術操作の妨げになりうることである<sup>4)8)11)</sup>。我々の施設では、この欠点を補うため、ABRでV波が検出されない場合には、手術操作に使用するマイクロ剥離子を記録電極として蝸牛神経活動電位を適宜記録することにより、手術野に電極を留置しないで、蝸牛神経のモニタリングを行っている。得られた活動電位の波形により術後の聴力が予想できることを過去に報告した(表1)<sup>1)</sup>。

顔面神経のモニタリングには、3つの方法があり、経頭蓋刺激で行う facial nerve motor evoked potential が、手術野での顔面神経の同定が不要で、中枢から末梢までの顔面神経全体の機能を評価できる点で優れている<sup>5)</sup>。このため我々の施設では、facial nerve motor evoked potential は、手術野での顔面神経の同定が難しい比較的大きな腫瘍に対して行っている。欠点としては、経頭蓋刺激を行う際には手術操作を中止しなくてはならないことや、刺激により得られる顔面表情筋の誘発筋電図が、他の2つの方法に比べて小さいことである。誘発筋電図の描出精度をあげるため、経頭蓋刺激の強度や波形について現在も検討中である。小さな腫瘍に関しては、Compound muscle action potential のみをモニタリングしているが、刺激に用いるマイクロ剥離子は、独自に開発されたものであり、腫瘍が剥離しやすいように、術者の好みに応じた先端を作成して使用している。従来、頭蓋内腫瘍を摘出する際には、手術野に付着した血液を洗浄するために生理食塩水が使用されて

いた。聴神経腫瘍手術時に、顔面神経に付着した血液を生理食塩水で洗浄すると、顔面筋の異常誘発電位が発生し、手術の妨げになることがしばしばあった(図7)。表2のごとく、生理食塩水と脳脊髄液や血液との電解質濃度は大きく異なっているので、手術野の洗浄により、顔面神経周囲の電解質が急激に変化する。この電解質の急激な変化が、顔面神経の異常興奮を引き起こしていると思われる。2008年に脳神経外科の手術野洗浄液として、脳脊髄液と電解質組成がほぼ等しいアートセレブ<sup>®</sup>(大塚製薬工場)が発売された。聴神経腫瘍の手術時には、アートセレブ<sup>®</sup>を使用するようになり異常誘発筋電図は起こらないようになった。

迷走神経のモニタリングには、メドトロニク製のEMG 気管内チューブを使用している。迷走神経モニタリングが必要となる聴神経腫瘍は大きなものに限られる。大きな聴神経腫瘍の場合には、後頭蓋窩法で摘出を行うため患者の体位はパークベンチポジションである。以前のEMG 気管内チューブは、柔らかく頸部の屈曲



図7 生理食塩水の洗浄により誘発された異常筋電図。モニタ画面上段の眼輪筋に細かな筋電図が群発している。

表1 術後聴力と蝸牛神経活動電位の波形との関係  
術後聴力と蝸牛神経活動電位の波形との関係

| 波形  | 症例数 | 術後平均聴力(dB)  |
|-----|-----|-------------|
| 多相性 | 8   | 29.9        |
| 二相性 | 11  | 41.9        |
| 陰性  | 4   | 62.9 (聾が1例) |
| 平坦  | 9   | 聾 (1例が48.8) |

表2 血液、脳脊髄液、アートセレブ<sup>®</sup>と生理食塩水の電解質組成と pH

|            | 血液 (正常値)  | 脳脊髄液 (正常値) | アートセレブ | 生理食塩水   |
|------------|-----------|------------|--------|---------|
| Na (mEq/L) | 135~145   | 130~150    | 145    | 154     |
| K (mEq/L)  | 3.5~5.0   | 2.5~3.5    | 2.8    | 0       |
| Ca (mEq/L) | 8.2~10.0  | 2.2~2.5    | 2.3    | 0       |
| pH         | 7.36~7.44 | 7.4~7.6    | 7.3    | 4.5~8.0 |

に際して、チューブの閉塞が危惧されたが、最近になりステンレス鋼線での補強が加わり、ねじれや閉塞が起こりにくく改良されている（図5は旧タイプ）。

聴神経腫瘍に対する手術の理想は、腫瘍の全摘出と残存する機能の温存である。しかしながら、腫瘍の状態によっては、どちらか一方を諦めなくてはならないことがある。術中モニタリングの意義は、手術中に機能障害がないことを確認しつつ手術操作を行うことはもちろんのこと、術中に機能障害が確認された場合には、治療方針を再考し、全摘出を目指すのか、残された機能の温存に重点をおき全摘出を諦めるかを判断する上で、きわめて重要な役割を果たしている。

### 【謝 辞】

良好なモニタリングを行うために、いつもご協力いただいております名古屋市立大学病院麻酔科教室、臨床工学室のみなさまに感謝します。

### 文 献

- 1) Aihara N, Murakami S, Watanabe N, et al: Cochlear nerve action potential monitoring with the microdissector in vestibular schwannoma surgery. *Skull Base* 19(5): 325-32, 2009
- 2) Aihara N, Murakami S, Takemura K, et al: Interaural difference of wave V predicting postoperative hearing in Gardner-Robertson Class II acoustic neuroma patients. *J Neurol Surg B Skull Base*, *in press*
- 3) Bischoff B, Romstöck J, Fahlbusch R, et al: Intraoperative brainstem auditory evoked potential pattern and perioperative vasoactive treatment for hearing preservation in vestibular schwannoma surgery. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 79(2): 170-5, 2008
- 4) Colletti V, Bricolo A, Fiorino FG, et al: Changes in directly recorded cochlear nerve compound action potentials during acoustic tumor surgery. *Skull Base Surg* 4(1): 1-9, 1994
- 5) Fukuda M, Oishi M, Takao T, et al: Facial nerve motor-evoked potential monitoring during skull base surgery predicts facial nerve outcome. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 79(9): 1066-70, 2008
- 6) Gardner G, Robertson JH: Hearing preservation in unilateral acoustic neuroma surgery. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 97(1): 55-66, 1988
- 7) House JW, Brackmann DE: Facial nerve grading system. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 93(2): 146-7, 1985
- 8) Jackson LE, Roberson JB Jr: Acoustic neuroma surgery: use of cochlear nerve action potential monitoring for hearing preservation. *Am J Otol* 21(2): 249-59, 2000
- 9) James ML, Husain AM: Brainstem auditory evoked potential monitoring: when is change in wave V significant? *Neurology* 22; 65(10): 1551-5, 2005
- 10) Sekiya T, Shimamura N, Hatayama T, et al: Establishment of the criteria to evaluate intraoperative changes of brainstem auditory evoked potentials during microvascular decompression and acoustic neurinoma excision. *No Shinkei Geka* 24(5): 431-6, 1996
- 11) Yamakami I, Yoshinori H, Saeki N, et al: Hearing preservation and intraoperative auditory brainstem response and cochlear nerve compound action potential monitoring in the removal of small acoustic neurinoma via the retrosigmoid approach. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 80(2): 218-27, 2009

