

手術手技

第7～第12脳神経の術中モニタリング

杉山 憲嗣 横山 徹夫 龍 浩志 難場 宏樹

Intraoperative Monitoring Methods for the Lower Cranial Nerves

by

Kenji Sugiyama, M.D., Tetsuo Yokoyama, M.D., Hiroshi Ryu, M.D., and Hiroki Namba, M.D.

from

Department of Neurosurgery, Hamamatsu University School of Medicine

Intraoperative monitoring methods of the lower cranial nerves (from the VIIth nerve to the XIIth nerve) were reviewed. All of the lower cranial nerves except the VIIIth cranial nerve could be monitored intraoperatively using evoked muscle responses. It was essential to use low amplitude monopolar stimulation (less than 0.6mA) for obtaining adequate intraoperative evoked facial muscle response (EFMR).

Postoperative facial function was correlated to the FEMR amplitude obtained with stimulation at most proximal sites of the facial nerve in the cerebello-pontine (CP) cistern after removal of the CP angle tumors. When the amplitude was more than 99 microvolts, the patient's facial functions was preserved. Auditory brainstem responses (ABR) were used for intraoperative cochlear nerve monitoring during microvascular decompression surgery for the VIIth cranial nerve. As criteria for warning the surgeon, we adopted such changes as the disappearance or marked decrease in amplitude of the wave V.

Cochlear nerve compound action potentials (CNAP) were also used for cochlear intraoperative monitoring. Cochlear nerves within the cisternal portion of the VIIIth cranial nerve could be identified using CNAPs. CNAP had another advantage when cochlear function remained but could not be monitored by ABR in a case of CP angle tumor. The IXth and the Xth cranial nerve functions could be monitored using evoked pharyngeal muscle response (EPMR). More studies are required to determine the precise relationship between EPMR and the IXth and the Xth cranial nerve functions. Intraoperative lower cranial nerve monitorings has become an essential method to achieve greater safety and more successful outcomes in posterior fossa surgery.

(Received January 1, 2000 ; accepted March 1, 2001)

Key words : intraoperative monitoring, lower cranial nerves, auditory brainstem response, evoked facial muscle response, evoked pharyngeal muscle response

Jpn J Neurosurg (Tokyo) 10 : 330-338, 2001

はじめに

一般に脳神経外科領域で現在行われている術中の電気生理学的モニタリングには、神経機能の温存を確認する目的のものと、脳内構造物の積極的な部位同定を目的とするもの（狭義の術中電気生理学的マッピングに相当する

もの）とが存在するが、第7～第12脳神経の術中モニタリングもその例外ではなく、例えば小脳橋角部などの腫瘍摘出術に際し、術野に出現した脳神経の同定と腫瘍から剥離する際の機能温存や、神経血管減圧術中の各脳神経の機能監視などに用いられる。おそらく脳神経外科領域で行われている全術中モニタリング中でも、第7、第

浜松医科大学脳神経外科 / 〒431-3192 浜松市半田山1-20-1 (連絡先: 杉山憲嗣)

Address reprint requests to: Kenji Sugiyama, M.D., Department of Neurosurgery, 1-20-1, Handayama, Hamamatsu-shi, Shizuoka 431-3192, Japan

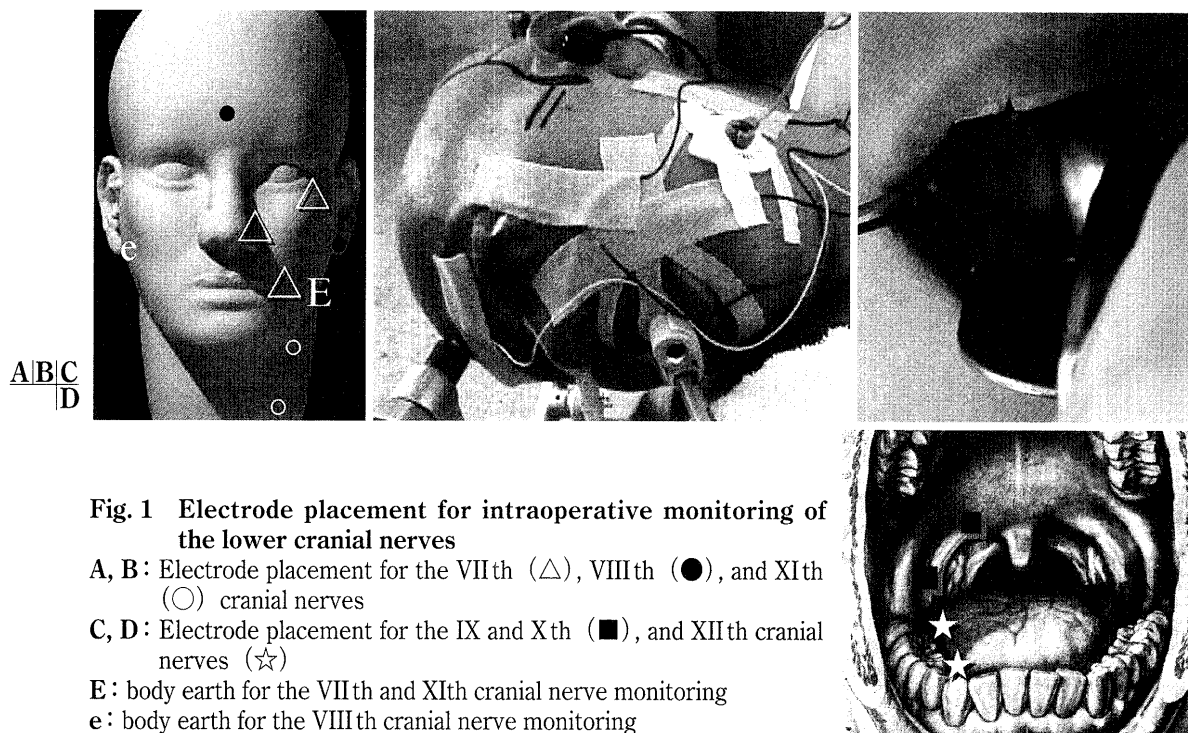


Fig. 1 Electrode placement for intraoperative monitoring of the lower cranial nerves

A, B: Electrode placement for the VIIth (Δ), VIIIth (\bullet), and XIth (\square) cranial nerves

C, D: Electrode placement for the IX and Xth (\blacksquare), and XIIth cranial nerves (\star)

E: body earth for the VIIth and XIth cranial nerve monitoring

e: body earth for the VIIIth cranial nerve monitoring

8脳神経に対するものは最も頻繁に行われているものと思われる。しかしながら、第8脳神経のモニタリングには主に術中聴性脳幹反応 (auditory brainstem response; ABR) のみが広く行われており、ABRと同様に簡便で、また有用でもある蝸牛神経活動電位 (cochlear nerve compound action potentials; CNAP) はあまり行われていない傾向にあるし、また第7脳神経のモニタリングの問題点もさらに議論する必要があるものと思われる。

今回われわれは、当科で行われている第7～第12脳神経に対する術中モニタリングの方法とその結果を以下に述べる。

方法

第7～第12脳神経には第8脳神経を除きすべてに運動神経が分布しているため、第8脳神経以外のものは誘発筋電図 (evoked EMG) を用いて術中モニタリングすることが可能である。各術中モニタリングの際の電極設置部位を示す (Fig. 1)。測定用のシグナルプロセッサにはNeuropack (MEB-2200, 日本光電社製, 東京), Synax (ER 1100, NECメディカル, 東京) 等を使用した。

1 電氣的ノイズ対策

近年の医療機器の進歩に伴って、手術室での電氣的ノイズ対策に以前のように頭を悩ますことは少なくなっている。さらに第8脳神経以外の術中モニタリングでは、

大きな振幅の波形が得られる誘発筋電図を使用するため、他の術中モニタリングに比して電氣的ノイズに関しては有利である。しかしながら、亀山ら¹⁾の成書にまとめられているような電氣的ノイズ対策は現在でも重要である。すなわち、

1. 電極抵抗を低くする (われわれは5K Ω 以下とすることを目安としている。ノイズ対策として最も重要である)
2. シールド線付き電極を用いる。
3. 被検者より機器を離す。
4. 一点アースにする。
5. 不要な機器の電源コードを抜く。
6. 術野周囲での金属同士の接触摩擦を避ける。

等である。われわれは加えて、

7. 術中使用する生理食塩水などで電極が濡れないように電極表面をすべてサージカルドレープなどで覆う。
8. 多くのノイズは電源から入ってくるため、モニタリング機器と電源との間にノイズ除去機を設置し、不十分な時は周囲の使用機器の電源コードをシールドする。

等を行っている。

最近これらのノイズ対策をしてもなお除去できない電氣的ノイズに遭遇し、以前のようなノイズなしの波形が一時期まったく取れなくなってしまう。ノイズ源を調査したところ、最近張りめぐらされた学内LANのケー

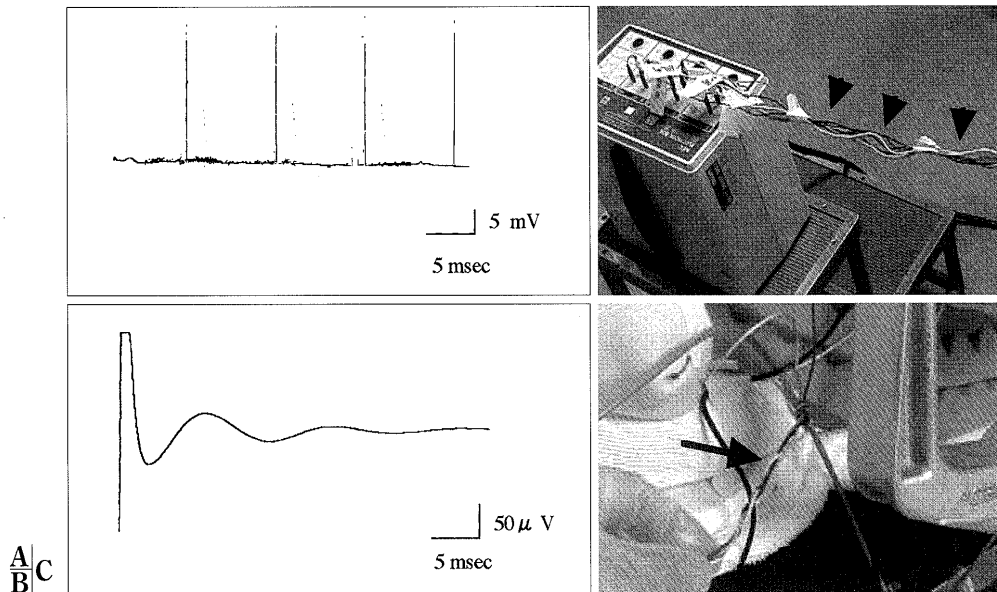


Fig. 2 High peak and short duration artifacts, and methods to prevent these artifacts

A: Original waves of artifact

B: Summated outcome of the artifact waves

C: Preventive methods for artifacts consisting of tying up in a bundle or braiding the electric leads from electrodes

ブル内を情報がパケットの形で送信される時に出現するものようである。大変に高振幅の持続時間の短いスパイク状のノイズ (Fig. 2A) で、これにラインフィルターが入るとスパイクの立ち上がり部分にすべての周波数成分が入っているため、測定される波形はすべて減衰様波形になってしまう (Fig. 2B)。このような電氣的ノイズの除去には、使用する電極のリード線を編む、または束ねて使用するのが唯一の方法である (Fig. 2C)。

② 第7脳神経 (顔面神経) の術中モニタリング法

当科では2000年5月までに聴神経腫瘍を含めた小脳橋角部腫瘍82例を経験し、そのうち66例の手術に際して誘発顔面筋電図 (evoked facial muscle response; EFMR) による第7脳神経モニタリングを用いた。刺激電極には直径1mmのステンレス電極を用い、刺激条件は持続200 μ secの矩形波による monopolar 刺激で、刺激頻度は10Hz、刺激強度は0.5~0.6mAとした。測定条件は、電気刺激から50msecまでの10回加算とし、フィルターは1.5KHz~50HZを用い、測定感度は500 μ V/divとした。電極設置部位は Fig. 1Aの△にみられるように鼻翼横の電極を共通電極として、口輪筋および眼輪筋のモニタリングを施行し、body earthは多くの場合、Fig. 1A中のEのように刺激部位と測定電極の中間の下顎角付近に置いた。

③ 第8脳神経 (聴神経) の術中モニタリング法

第8脳神経の術中モニタリングには、蝸牛神経に対してABRとCNAPを用いた。前庭神経に対する術中モニタリングに関しては、主には一側の前庭神経障害が対側の前庭神経で代償できてしまうためと、前庭神経に対する電気刺激以外の術中刺激法として適当なものがないことから、現在のところ行っていない。モニタリングの対象は、2000年5月までに顔面痙攣、耳鳴、めまいに対して microvascular decompression (MVD) を施行した170例、および前述の聴神経腫瘍をはじめとした小脳橋角部腫瘍のうち聴力が温存されている症例であった。ABRとCNAPの術中モニタリング条件は共通点が多く、異なる点は、加算回数、測定感度および電極のみで、他の条件は同じであった。ABRの電極設置部位は Fig. 1Aの●のごとくで、検査対側耳朶にbody earth (Fig. 1A, e) を置いた。CNAP記録では直径0.5mmの金ボール電極や0.3mmのワイアーを用い、monopolar記録を施行したが、ABRの前頭部の電極およびbody earthをそのまま使用し、ABRのマイナス電極 (耳朶部の電極) をCNAPの関電極に置き換えて使用した。ABRおよびCNAPの刺激条件は同一で、持続50msec、強度95~105dB、頻度10Hzのクリック音を用いた。ABRの測定条件は音刺激から20msecを500~700回加算とし、フィルターは1.5KHz~100Hz、測定感度は10 μ V/divであったが、CNAPはABRの測定条件のうち加算回数を10回とし、

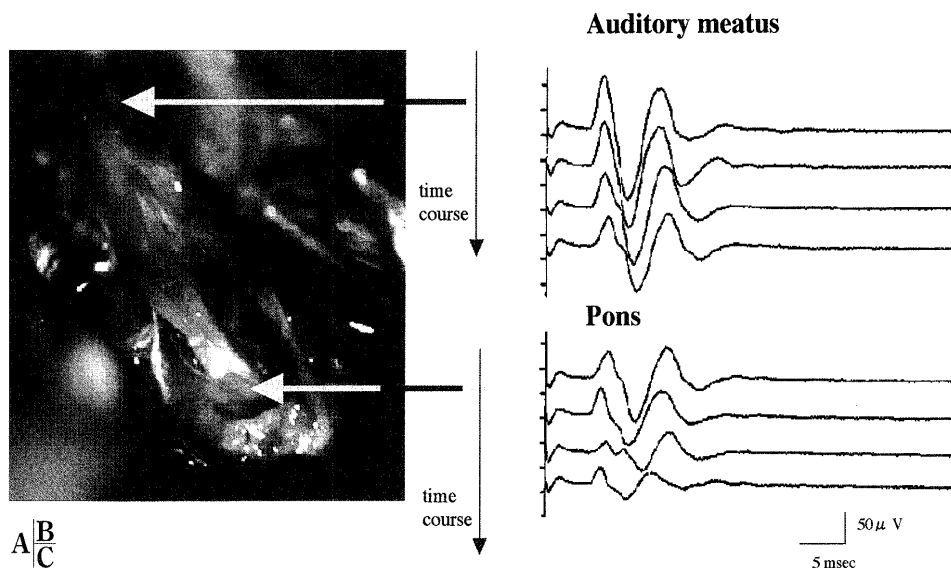


Fig. 3 Intraoperative EFMR monitoring during acoustic neurinoma surgery

A: Left facial nerve after removal of the acoustic neurinoma

B: EFMRs obtained with facial nerve stimulation in the internal auditory meatus

C: EFMRs obtained with facial nerve stimulation at its entry to the brain stem

測定感度を $50 \sim 100 \mu\text{V}/\text{div}$ と、 $1/5 \sim 1/10$ に落とし、negative up とするのみで、術中 ABR によるモニタリングから CNAP に、またはその逆に容易に切り替えることが可能であった。聴覚機能の時系列的变化をみるには ABR のトレンドモニタリングが、また蝸牛神経の部位同定には CNAP の方が有利であるため、われわれは手術開始から ABR トレンドモニタリングによって聴覚機能を連続的に監視し、蝸牛神経の部位同定が必要となった段階で CNAP に切り替える、といった使用方法をした。

④ 第 9, 10 脳神経 (舌咽神経, 迷走神経), 第 11 脳神経 (副神経), 第 12 脳神経 (舌下神経) の術中モニタリング法

電極設置部位は Fig. 1A, D の ○, ■, ☆ にて示した通りである。口腔内、特に咽頭部に電極を設置する場合、針電極を用いると、術中の針電極先端の脱落や深部への迷入に伴う血管、神経などの重要臓器損傷を懸念せねばならないため、われわれは Sekiya ら⁶⁾ が外眼筋用に開発した電極を使用した (Fig. 1C)。この電極は先端の両鉤で組織を挟む形になっており、電極の深部への迷入が防げるのみならず、把持力も十分にあり、口腔内の使用に適していた。第 9～第 12 脳神経の術中誘発筋電図モニタリング条件は、EFMR のモニタリング条件と同様であった。ただし、第 11 脳神経などのように強力な筋に分布している神経を刺激する場合は 0.6 mA でも刺激強度としては強すぎてしまい、筋の収縮によって顕微鏡下

での術野が移動するなど、手術の妨げとなることがあったため、さらに刺激強度を低く ($0.1 \sim 0.3 \text{ mA}$) する必要がある。

結果

① 第 7 脳神経 (顔面神経) の EFMR による術中モニタリング法

Fig. 3 に典型例を呈示する。EFMR は positive-negative-positive (または電極の設置によっては negative-positive-negative) の三相波形を呈した。onset latency は約 $5.8 \pm 0.4 \text{ sec}$ ($n=20$) であった。当初十分な振幅で出現していた EFMR が、腫瘍から顔面神経を剥離するにつれ振幅が低下し、腫瘍が神経に癒着している cisternal portion を挟んで、特に pons 側での振幅低下が著明となった。術後の顔面神経機能に關与するのは腫瘍の摘出が終わった後、pons 側で測定される EFMR の振幅、すなわち、Fig. 3C の pons 側から得られた波形の最下段に示した EFMR の振幅であった。

Fig. 4 は EFMR の振幅を $49 \mu\text{V}$ 以下、 $50 \sim 99 \mu\text{V}$ 、 $100 \sim 149 \mu\text{V}$ 、 $150 \mu\text{V}$ 以上の 4 群に分けて術直後 (A) と 18 カ月後 (B) とで第 7 脳神経機能と対比させたものである。18 カ月を経過すると顔面神経機能は改善が認められるが、なお腫瘍摘出後の pons 側から得られた波形の振幅との相関は明らかであった [$n=66$, Spearman rank correlation test: 術直後 (Fig. 4A) $p=0.0005$, 順位補正

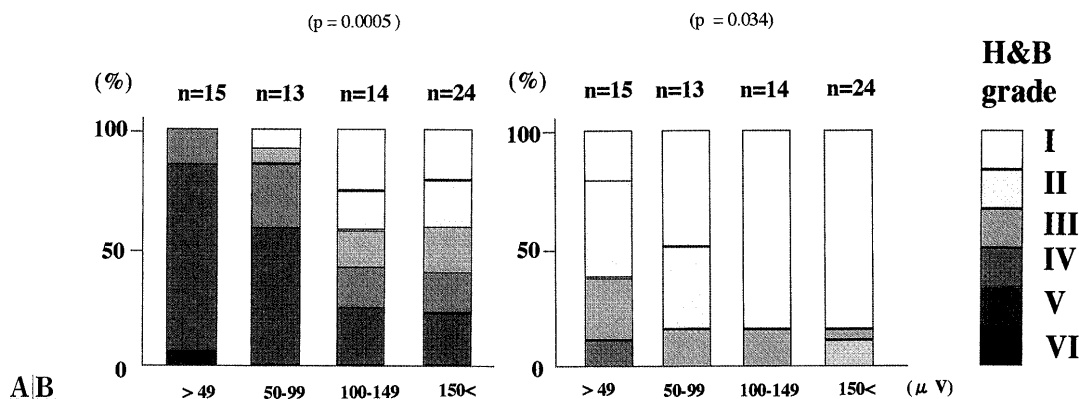


Fig. 4 The comparisons of early (A) and 18 months later (B) facial function and the amplitude of EFMRs obtained with facial nerve stimulation at its entry to the brainstem

There was a statistically significant correlation between the amplitude of EFMRs and H & B grade, both early (p=0.0005) and at 18 months (p=0.034) after the operation.

H & B grade: House and Brackmann grading for facial nerve function

後p<0.0001, 術18カ月後 (Fig. 4B) p=0.034, 順位補正後p<0.0001].

② 第8脳神経 (聴神経) のABR, CNAPによる術中モニタリング

1. MVD手術時のABRモニタリング

顔面痙攣に対して施行したABRモニタリングの結果を示す (Fig. 5). 詳細は他に述べたが⁹⁾, われわれはABRモニタリングの警告点 (warning point) をABR第5波の振幅の極端な低下, または消失とした (Fig. 5).

2. めまい, 耳鳴に対するMVD手術時のCNAPによる血管圧迫部位同定

金ボール電極を用いたCNAP測定術中写真, CNAPの代表的波形および第8脳神経cisternal portionで施行したCNAPの結果を示す (Fig. 6). めまい, 耳鳴に対してMVDを施行した22例全例で, CNAPの結果, Fig. 6Bに示す典型例のように蝸牛神経はcisternal portionでは回転を示さず, 第8脳神経の背側後方に位置し, 直線的に推移することが確認された. また第8脳神経内での蝸牛神経位置が同定されることにより, 各症例における血管の神経圧迫部位が明らかとなった⁴⁾⁵⁾¹⁰⁾.

第8脳神経の神経血管圧迫症候群患者29例を, その主症状と神経圧迫部位とを対比したところ, 統計的な有意差をもって耳鳴を主訴とする症例 (Group T) では, 血管圧迫部位が蝸牛神経上に存在し, めまいを主訴とする症例 (Group V) では前庭神経上, めまい, 耳鳴の両者を主訴とする症例 (Group VT) では圧迫部位が蝸牛神経, 前庭神経の両者上に存在することが確認された (n=29, chi-square for independence test, p<0.001)

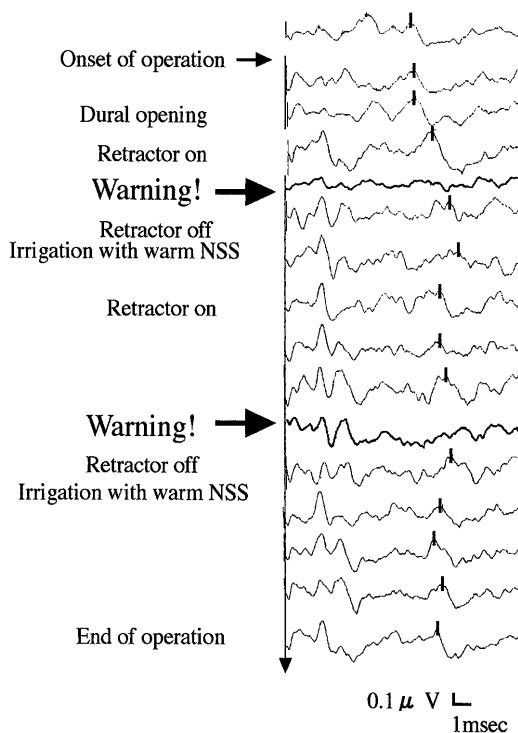


Fig. 5 Intraoperative ABR monitoring during MVD for VIIIth cranial nerve

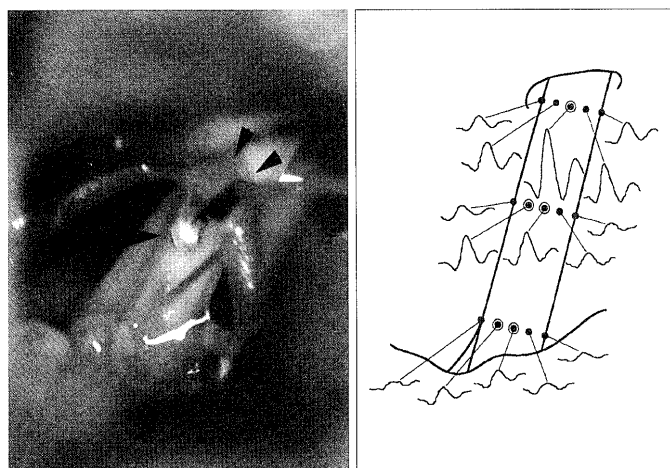
Surgeons were warned when wave V temporarily disappeared.

NSS: normal saline solution

(Table 1).

3. CNAPによる聴神経腫瘍手術時の聴覚機能モニタリング

聴神経腫瘍に対して聴覚機能の温存を図る場合, CNAPを術中モニタリングとして用いた. その典型例を示す (Fig. 7). ABRは時系列でのモニタリングに有効



A/B

Fig. 6 Cochlear nerve identification with CNAP recordings from the VIIIth cranial nerve

A: A gold ball electrode was placed on the surface of the VIIIth cranial nerve
 B: Typical CNAP recordings. Large CNAP recording sites were indicated with circled dots.

Table 1 Main compression sites of the VIIIth cranial nerves in patients with microvascular compression syndrome of the eighth cranial nerve

	CN	CN+VN	VN	Total
Group V	0	1	1	2
Group VT	5	11	0	16
Group T	11	0	0	11
Total	16	12	1	29

Group V : patients who had vertigo alone (n=2)
 Group VT : patients who had vertigo, and tinnitus or hearing disturbance (n=16)
 Group T : patients who had tinnitus or hearing disturbance (n=11)
 CN : cochlear nerve VN : vestibular nerve

There was a statistically significant difference among each groups ($p < 0.001$).

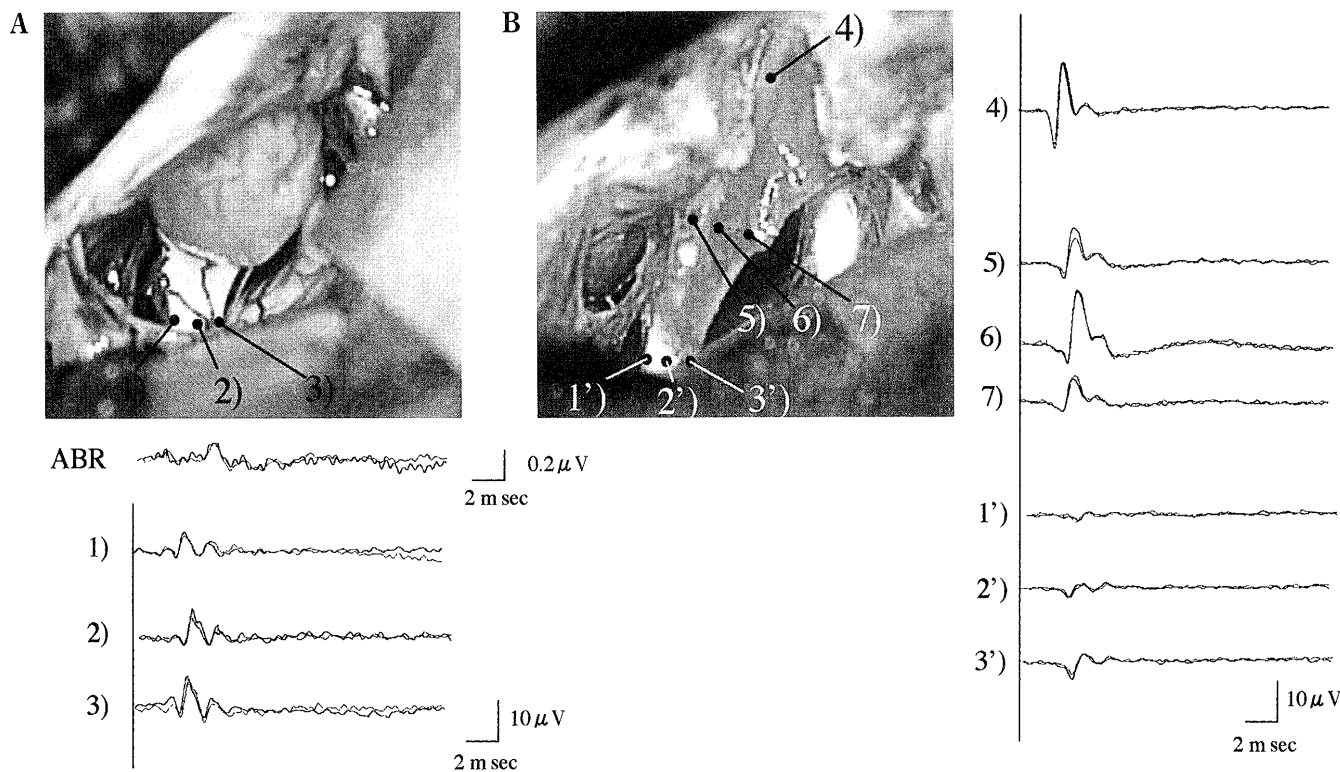


Fig. 7 Cochlear nerve function monitoring with CNAP during acoustic neuroma surgery
 CNAP recording sites before [A: 1) to 3)] and after [B: 1') to 7)] removal of the acoustic neuroma

であるが、CNAPは聴神経の部位同定に有利で、CNAPが同定し得る症例では術後評価がより確実となった。ただし、ABRが第1波から出現していない症例ではCNAPも確認できなかった。いまだ症例数が少ないが、EFMR同様、腫瘍摘出後のpons側で得られたCNAPの振幅が術後聴力との相関を示した。(n=7, Fisher's exact proba-

bility test, $p < 0.028$)

4. 第9, 10脳神経(舌咽神経, 迷走神経)の誘発筋電図

小脳橋角部手術の際の術中第9, 10脳神経の誘発筋電図(evoked pharyngeal muscle response; EPMR)を呈示する(Fig. 8)。第9, 10神経は数本から成っており、

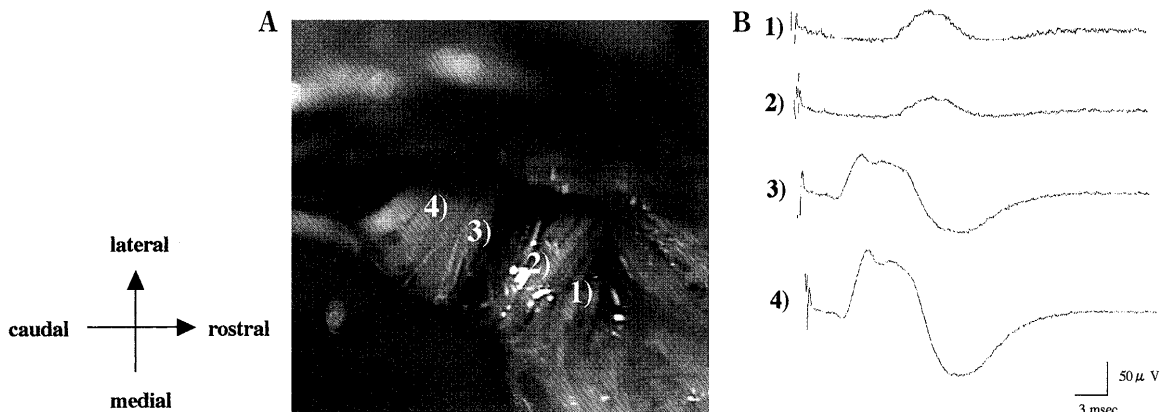


Fig. 8 EPMR recordings

A: Stimulation sites on the surface of the IXth and Xth cranial nerves for each EPMR recording

B: EPMRs with stimulation of the IXth and Xth cranial nerves

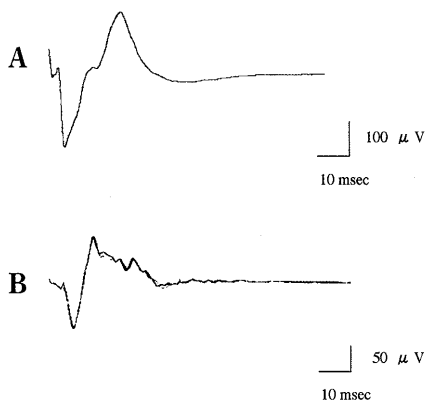


Fig. 9 Intraoperative evoked sternocleidomastoid muscle response and evoked tongue muscle responses

A: Evoked sternocleidomastoid muscle response with XIth cranial nerve stimulation

B: Evoked tongue muscle response with XIIth cranial nerve stimulation

rostral側が第9脳神経, caudal側が第10脳神経であるが, rostral側の神経束刺激とcaudal側の神経束刺激で図のように明らかに異なった潜時, 波形の波が得られ, 第9脳神経刺激と第10脳神経刺激を反映しているものと思われた. rostral側の刺激で得られた波形の潜時は 11.1 ± 1.6 msec ($n=6$), caudal側の刺激で得られた波形の潜時は 3.2 ± 0.4 msec ($n=6$)であった.

5. 第11・12脳神経 (副神経, 舌下神経) の誘発筋電図

小脳橋角部手術の際の術中の第11脳神経刺激による胸鎖乳突筋筋電図 (Fig. 9A) および第12脳神経刺激による舌筋筋電図 (Fig. 9B) を示す. 両者ともに他の誘発筋電図同様, 三相波形を呈した. いまだに症例数が少なく, 波形, 潜時が決定できていないが, 波形が得られ

た症例では, onset潜時は両神経とも4msec以下であった.

考 察

以上, 下位脳神経の術中モニタリングの実際例を示した. 各モニタリングの注意点は以下のものであると, われわれは考えている.

① 第7脳神経のEFMRによる術中モニタリングの注意点

EFMRによる術中モニタリング条件のなかで, 最も重要な点は, monopolar刺激をすることと, 0.6mA以下の低電流刺激をすることである. bipolar刺激は2つの電極間のどの部位が刺激されたのかわからず, このモニタリングの目的には不向きである. また刺激強度を上げれば上げるほどcurrent spreadが起こり, 神経から刺激電極が離れているにもかかわらず, 誘発筋電図が取れる距離が拡大する. われわれが用いている0.6mAでは, current spreadは刺激電極の1mm以内に押さえられ, 正確な神経同定が可能である¹¹⁾¹²⁾.

EFMRと三叉神経運動枝刺激による咬筋のresponseとの区別にはonset潜時が重要である. EFMRのonset潜時は上記のように平均5.8msecであるが, これに比して潜時の短いもの (約3.0msec) は三叉神経運動枝刺激によって得られた咬筋の反応である. EFMRを測定する場合, まず神経束を解剖学的に同定し, 続いてmonopolar刺激電極を神経束に当ててEFMRを得る. 0.6mAの低電圧刺激では, current spreadが1mm以下のため, 解剖学的に神経束を同定しないかぎりEFMRの測定は不可能である¹¹⁾. さらに, しばしば腫瘍により第7脳神経

が内耳孔付近でfunningしていることがあるが、このfunningを呈している部位を刺激して得られたEFMRを顔面神経の機能評価に使用してはならない点に注意を払う必要がある。

EFMRはmonopolar刺激電極先端から生ずるcurrent内に含まれ、刺激される神経束の数に依存するため、funningをきたしている部位では当然刺激される神経束の数が減り、時にまったく消失しているようにみえることさえある。結果に記したように、術後顔面機能と相関するのは、腫瘍摘出後に最も中枢側(pons側)の第7脳神経刺激により測定されたEFMRの振幅である。術後18カ月を経過すると術直後よりも顔面神経機能は著明に改善するが、それでもEFMRの振幅と顔面神経機能との相関関係は歴然としており、腫瘍摘出後に最もpons側の第7脳神経を刺激して得られたEFMRの振幅が99 μ Vあれば、術後の顔面神経機能は良好であるとわれわれは考えている¹²⁾。

② 第8脳神経のABR, CNAPによる術中モニタリングの注意点

ABRモニタリングをする際にABRの第5波の頂点潜時に注目してモニタリングをするとの報告も散見されるが、ABR波形の潜時延長に関しては、手術時に使用する吸入麻酔薬や術野に使用する生理食塩水による冷却効果など、術中には蝸牛脳神経機能以外に潜時延長に関与する要素が数多く存在するため、われわれは警告を発する条件には使用していない⁹⁾。

一般に誘発電位の振幅は、主に電極の設置抵抗や測定条件によって変化してしまうため、散発的に施行したもののについては振幅の変化は評価の対象としないことが多いが、手術中のように電極抵抗をはじめとした測定条件が変化しない状況では振幅による評価が可能であり、また誘発電位は加算の結果であるため、加算中にわずかに潜時が延長した場合も加算後は波形の振幅低下として反映されるため、警告を発する基準として有利である。

また第8脳神経に対するMVDの際の聴神経cisternal portionにおけるCNAPによる蝸牛神経同定に関し、SilversteinとNorrellは⁷⁾ CP angle cistern内で手術を施行した症例の75%に蝸牛神経と前庭神経を区別する“obvious cleavage”が存在すると報告しているが、われわれの経験した53例ではそのような境界線は1例も見あらず、形態学的に聴神経内の蝸牛、前庭神経を区別することは不可能と思われる。蝸牛神経と前庭神経の内耳内、CP angle cistern内での走行に関して、内耳内、cistern内を通し回転せず、平行に走行するという報告³⁾

と、cistern内で90度回転する(右側聴神経を耳側から見て時計回り)とするもの²⁾、内耳内で回転し、cistern内では直線的に走行するとする報告⁸⁾がみられたが、今回のわれわれの結果から、蝸牛、上前庭、下前庭、各神経は、主に内耳道内で回転し、cisternal portionでは蝸牛神経がもっとcaudal側に位置して、cisternal portionでは直線的に推移することが明らかとなった⁴⁾⁵⁾¹⁰⁾。

聴神経腫瘍症例では、術前の純音聴力が比較的保たれているにもかかわらず、ABRの第3～5波の出現が悪い例にしばしば遭遇する。このような例でも術中のCNAPはABRに比して有利である。これらの例ではABRの第1波は比較的良好に保たれていて、CNAPの測定が可能であることが多く、術中の聴力モニタリングがABRでは行いがいが、CNAPでは可能なことがある。

③ 第9, 10脳神経の誘発筋電図

第9, 10脳神経のrostral側とcaudal側の刺激で得られる波形とでは潜時、波形ともに異なり、われわれは、caudal側のものは遠心性運動神経の直接刺激によって出現した波形であり、rostral側のものは求心性感覚神経の刺激により、反射弓を介して出現した波形と解釈している。

小脳橋角部腫瘍の手術時に第9, 10脳神経の誘発筋電図モニタリングを置くようになってから現在までの間にEPMRの著明な振幅低下ないし消失をきたした例が存在せず、モニタリング波形と機能温存との相関関係については今後さらに検討を要する。過去に術後第9, 10脳神経障害をきたした症例によっては、嚥下機能は保たれているものの発音が著しく障害された例や、また逆に発音機能は比較的保たれたものの嚥下がうまくいかず、食物が鼻腔内に入ってしまう例などが存在したが、これらの異なった機能をどのようにモニタリングし得るのかも今後検討する必要があるものと思われる。

④ 第11, 12脳神経の誘発筋電図

いまだに測定した症例が少なく、断定的なことは述べられないが、第11および12脳神経の誘発筋電図は比較的容易に得られ、また機能が温存されている例では両神経とも大変に大きな反応が得られる。前述したように、顔面神経に通常用いている0.6mAの刺激は時に過剰すぎて、筋の収縮に伴って顕微鏡下で術野が動き、危険な場合さえある。われわれは適性刺激強度は0.1～0.3mAと考えている。神経の圧迫などによって術前に対象となる筋の麻痺が確認されているような場合も、0.1mAから徐々に刺激強度を上げていく配慮が必要である。

結 語

以上、第7～第12脳神経の術中モニタリング法を呈示した。これらの脳神経の術中モニタリング法は上記の方法に限らず、他にも存在するものと思われるが、各モニタリングの利点、弱点を把握し、手術の内容によって種々のモニタリングを選択し、活用することが肝要と思われた。

文 献

- 1) 亀山茂樹：術中モニタリングの技術的問題：脳神経外科手術のための電気生理モニタリング。新潟，西村書店，1997，pp.41-57.
- 2) Lang L：Cerebellopontine angle and temporal bone. 第2回微小脳神経外科解剖セミナー講演集，1989，pp.37-47
- 3) Rhoton AL Jr：Microsurgery of the internal acoustic neatus. *Surg Neurol* 2：311-318，1974.
- 4) Ryu H, Yamamoto S, Sugiyama K, Uemura K：Topography of the cochlear component of the eight cranial nerves as determined by recording cochlear compound action potentials in the cerebellopontine cistern. *Recent Advances in Human Neurophysiology*. Tokyo, Elsevier Science, 1998, pp.225-234.
- 5) Ryu H, Yamamoto S, Sugiyama K, Nishizawa S, Nozue M：Neurovascular compression syndrome of the eight cranial nerve：Can the site of compression explain the symptoms? *Acta Neurochir (Wien)* 141：495-501, 1999.
- 6) Sekiya T, Hatayama T, Iwabuchi T, Maeda S：A ring electrode to record extraocular muscle activities during skull base surgery. *Acta Neurochir (Wien)* 117：66-69, 1992.
- 7) Silverstein H, Norrell H：Retrolabyrinthine vestibular neurectomy. *Otolaryngol Head Neck Surg* 90：778-782, 1982.
- 8) Silverstein H, Norrel H, Haberkamp T, Mcdaniel AB：The unrecognized rotation of the vestibular and cochlear nerves from the labyrinth to the brain stem：Its implication to surgery of the eighth cranial nerve. *Otolaryngol Head Neck Surg* 95：543-549, 1986.
- 9) 杉山憲嗣，横山徹夫，龍 浩志，植村研一，宮本恒彦，下山一郎：第7，8脳神経のneurovascular decompression時における術中ABR monitoringについて－Warning pointはどこか。脳外 17：545-553，1989.
- 10) 杉山憲嗣，龍 浩志，山本清二，難波宏樹，横山徹夫：第8脳神経への神経血管圧迫症候群－術中蝸牛神経同定による圧迫部位と症状との検討。機能的脳神経外科 39：20-23，2000.
- 11) Yokoyama T, Uemura K, Ryu H：Facial nerve monitoring by monopolar low constant current stimulation during acoustic neurinoma surgery. *Surg Neurol* 36：12-18, 1991.
- 12) Yokoyama T, Nishizawa S, Sugiyama K, Yokota N, Ohta O, Uemura K：Intraoperative evoked facial muscle responses and recovery process of the facial nerve in acoustic neuro- ma surgery. *Br J Neurosurg* 13：570-575, 1999.

要 旨

第7～第12脳神経の術中モニタリング

杉山 憲嗣 横山 徹夫 龍 浩志 難場 宏樹

われわれが施行している第7～第12脳神経に対する術中モニタリングを呈示した。これらの脳神経では、第8脳神経以外は誘発筋電図によって術中モニタリングが可能であった。低電流、単極刺激による術中誘発顔面筋電図では、腫瘍摘出後に最中枢側の顔面神経刺激で得られた波形の振幅が術後の顔面機能に相関した。蝸牛神経の聴性脳幹反応による術中モニタリングでは、術者への警告点を第5波の振幅の極端な低下、または消失とし、さらに蝸牛神経活動電位を脳槽部の聴神経内の蝸牛神経の部位同定に用いた。第9～第12脳神経もそれぞれ誘発咽頭筋電図、胸鎖乳突筋筋電図、舌筋筋電図によりモニタリングが可能であったが、術後機能との相関性に関してはさらに検討が必要と思われた。

脳外誌 10：330-338，2001