

---

---

原 著

---

---

## 全身麻醉下後咽頭記録法を用いた体性感覚誘発電位

新潟大学医学部麻酔学教室 (主任: 下地恒毅教授)

高 田 俊 和

Somatosensory Evoked Potentials Recorded  
From The Posterior Pharynx During  
General Anesthesia

Toshikazu TAKADA

*Department of Anesthesiology, Niigata University School of Medicine*  
(Director: Prof. Koki Shimoji)

The somatosensory evoked potentials (ppSEP) were recorded from the posterior pharynx in 15 surgical patients during general anesthesia, using the disc electrodes attached to endotracheal portex tube, and compared with the segmental spinal cord potentials (Seg-SCP) recorded from the posterior epidural space (PES) and scalp SEP. The peak latencies of P9 ( $9.4 \pm 0.7$  ms) (mean  $\pm$  S.D), P13 ( $13.1 \pm 0.9$  ms), N22 ( $21.0 \pm 2.1$  ms) of ppSEP coincided with those of P1 ( $9.4 \pm 0.7$  ms), N1 ( $13.0 \pm 0.8$  ms), P2 ( $22.2 \pm 3.9$  ms) of the Seg-SCP, respectively. The ppSEP with a reference electrode on the dorsal neck skin surface could be recorded most clearly as compared to those with reference electrodes at the earlobe or hand dorsum. The effect of isoflurane on the ppSEP was similar that of the Seg-SCP. The threshold and maximal stimulus intensity were also similar between the ppSEP and Seg-SCP. Thus, the origins of the P9, P13 and N22 components of ppSEP were thought to be the same to those of the P1, N1 and P2 of Seg-SCP, respectively. The results therefore suggest that the P9, P13 and N22 of the ppSEP reflect the incoming volleys through the roots, synchronized activities of the interneurons and primary afferent depolarization (PAD), respectively. The ppSEP might be applied more safely and simply than the Seg-SCP recorded from the PES for monitoring of spinal cord function during general anesthesia in the cases in which epidural placements of the electrodes are difficult or of contraindications.

---

Key words: ppSEP, Seg-SCP

後咽頭導出体性感覚誘発電位, 脊髓誘発電位

---

Reprint requests to: Toshikazu TAKADA,  
Department of Anesthesiology, Niigata  
University School of Medicine,  
1-754, Asahimachi, Niigata 951, JAPAN.

別刷請求先: 〒951 新潟市旭町通1番町754  
新潟大学医学部麻酔学教室 高田俊和

## 序 論

近年頭皮上より記録した体性感覚誘発電位を用いて術中の中枢神経機能のモニタリングの重要性がいくつかの施設で明らかにされた。一方脊髄誘発電位 (Spinal Cord Potential; SCP) を硬膜外腔より導出記録する方法が初めて報告されて以来<sup>1)</sup>, 多くの施設においてとりわけ脊椎脊髄外科手術において臨床応用されてきている<sup>2)</sup>。脊髄機能のモニタリングは開心術や大動脈手術においても試みられている。しかしヘパリン化された状態では硬膜外記録法を用いることは硬膜外血腫の可能性があり躊躇される。一方、体表面よりの SCP の記録は、波形の再現性の低いこと、平均加算に時間を要することなどの欠点があり、術中の脊髄損傷や虚血によって生じる脊髄機能の急激な変化をすばやく見つけることは困難であろう。

椎体前方からの脊髄誘発電位 (SCP) の記録法は Desmedt<sup>3)</sup> らによる初めて報告された。しかしながら意識のあるボランチアに行われたこの方法は咽頭後壁に留置した電極の不安定なために臨床応用が困難と考えられた。著者は、円盤電極を気管内挿管用チューブに付着固定させ、これを第5～6椎体レベルの咽頭後壁に固定する方法を用いて体性感覚誘発電位を記録し、同じ頸椎レベルの後部硬膜外腔より同時記録した分節性脊髄誘発電位と比較することによりこの電位の生理学的な特性の検索を試みた。

## 対象及び方法

整形外科手術を受ける神経学的に問題のない15名 (男子10名, 女子5名) を対象として後咽頭導出性体性感覚誘発電位 (ppSEP) を導出記録した。全ての患者には手術に先立ちこの研究の主旨を説明し同意を得た。手術開始1時間前に麻酔前投薬のアトロピン (0.01 mg/kg) とハイドロキシジン (2 mg/kg) を筋注を行った。麻酔導入前より麻酔終了時迄ヴァイタルサイン (血圧, 心拍他) の連続監視を行った。麻酔導入前にすでに報告されている方法に従い<sup>4)</sup>, 第5～6頸椎後部硬膜外腔にカテーテル電極を挿入した。サイアミラルール (5 mg/kg) で麻酔導入を行った後, 筋電図によるアーチファクトを除くために筋弛緩剤バンキュロニウム (0.1 mg/kg) を投与した。速やかに気管内挿管を行った後, 咽頭展開した状態で気管内挿管用チューブ (Portex, 14Fr) に付着固定した円盤電極 (NE-103A, 日本光電) をマギール鉗子を用いて咽頭後壁正中に挿入し, ガーゼでパッキング

固定した。手関節部の正中神経に 1 cm 離して2本の針電極 (Ag/AgCl, 直径 200  $\mu$ ) を刺激電極として挿入した。エルブ点及び反対側頭皮上 (C3', C4') に記録針電極を留置した。基準電極を第5～6頸椎刺突起レベルの後頸部皮膚面, 耳朶, 及び手背に置いた。刺激強度 10～15 mA, 持続 0.2 ms の矩形波パルスを用いて 2 Hz の頻度で刺激を行い, 64回の平均加算を行った。波形の再現性を確認するため, 2～3回の重ね合わせをおこなった。刺激記録装置は日本光電社製ニューロパック IIR を用いた。手術終了後, 二方向のX線撮影を用いて硬膜外電極及び後咽頭電極の位置確認を行った。心電図, 直接動脈圧 (橈骨動脈), 直腸温 (36～38°C) を連続的または間欠的に測定した。全ての手術の経過中ヴァイタルサインに著明な変化はなく, 平均動脈圧は 60 mmHg 以上に保たれ, 血液ガス測定では PaCO<sub>2</sub> は 35～40 mmHg の間に保たれた。

## 結 果

### 1. 後咽頭導出性体性感覚誘発電位 (ppSEP) と分節性脊髄誘発電位 (Seg-SCP) との波形の比較

図 1-A は正中神経刺激により第5頸椎レベルで導出記録された ppSEP と Seg-SCP の1例を示す。又図 1-B は同じ症例のX線像を示す。ppSEP は初期陽性スパイク P9 とそれに続く緩徐な陽性波 P13 及び緩徐な

表 1 分節性脊髄誘発電位 (Seg-SCP) の P1, N, P2 成分と比較した後咽頭導出性体性感覚誘発電位 (ppSEP) の P9, P13, N22 成分の頂点潜時及び振幅

ppSEP		Seg-SCP	
P9	Lat 9.40±0.70 ms	P1	Lat 9.30±0.70 ms
	Amp 1.19±0.30 $\mu$ V		Amp 2.32±0.76 $\mu$ V
P13	Lat 13.10±0.89	N1	Lat 13.02±0.80
	Amp 2.61±0.37		Amp 9.34±6.64
N22	Lat 21.04±2.10	P2	Lat 22.16±3.90
	Amp 0.67±0.21		Amp 2.45±0.90

All values expressed as mean±S.D. (N=15)  
Lat: Peak Latency (ms), Amp: Amplitude ( $\mu$ V)  
15名の手術患者で手関節部で正中神経を刺激し第5～6頸椎レベルで後咽頭より導出記録した ppSEP の P9, P13, N22 成分の頂点潜時及び振幅を示す。同じレベルで後部硬膜外腔より同時導出した分節性脊髄誘発電位 (Seg-SCP) の P1, N1, P2 の頂点潜時及び振幅と比較した。ppSEP と Seg-SCP の対応する各成分の頂点潜時が一致することに注意。

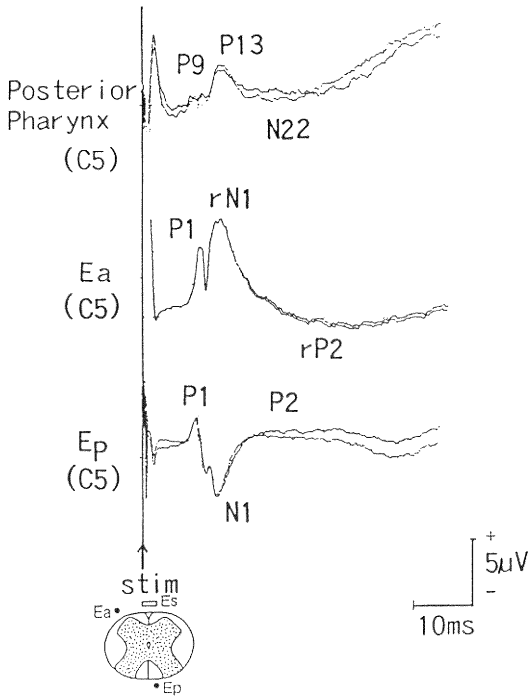


図 1-A 手関節で正中神経を刺激し第 5 頸椎レベルの後咽頭より導出した体性感覚誘発電位 (ppSEP) と、同じレベルの前部 (Ea) 及び後部 (Ep) 硬膜外腔より同時導出した分節性脊髄誘発電位の波形の比較を示す。ppSEP の P13 及び N22 成分は、各々前部硬膜外腔 (Ea) より記録した反転 N1 (rN1) 及び反転 P2 (rP2) と同じ極性を、また後部硬膜外腔 (Ep) より記録した N1 及び P2 と反対の極性を示し対応する成分の頂点潜時が一致することに注意。

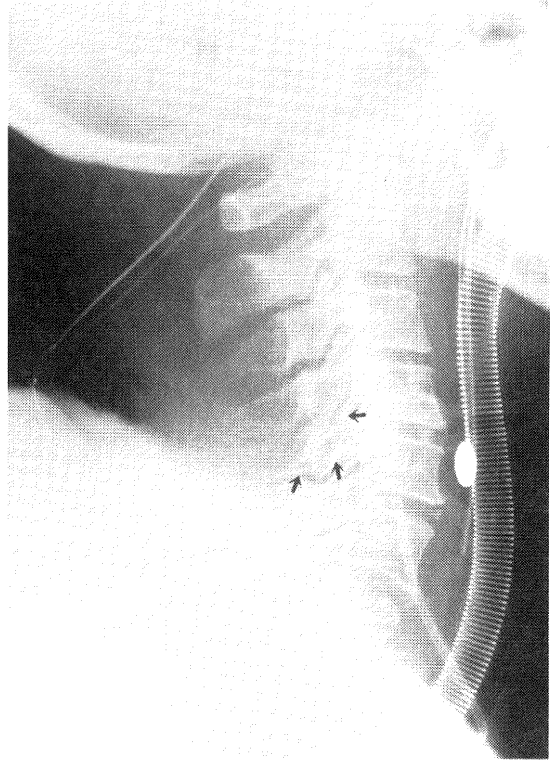


図 1-B 同じ患者の後咽頭電極と硬膜外電極の X 線像を示す。第 4—5 頸椎レベルで硬膜外電極は脊髄の前方、側方、後方に位置し (黒矢印)、後咽頭の円盤電極は同じ頸椎レベルで脊髄の前方に位置していることに注意。

陰性波 N22 より構成された。P13 および N22 は各々おなじ頸椎レベルの後部硬膜外より記録された Seg-SCP の N1 および P2 と鏡面像をなしている。一方、P13 および N22 は同じレベルの脊髄前方の前部硬膜外腔より記録された Seg-SCP の反転 N1 及び反転 P2 と同じ位相を示した。初期スパイク電位 (P9 及び P1) は全ての記録部位 (咽頭後壁及び硬膜外腔) で陽性であった。ppSEP の 3 成分 P9, P13, N22 の頂点潜時は、各々それに対応する後部硬膜外腔より記録した Seg-SCP の 3 成分 P1, N1, P2 の頂点潜時と一致した (表 1)。

## 2. ppSEP の波形に及ぼす基準電極の位置の影響

図 2 は左手関節部で正中神経を刺激し第 5～6 頸椎

レベルの咽頭後壁に記録電極を置き基準電極を後頸部皮膚面、耳朶、反対側の手背において記録した ppSEP を示す。基準電極の位置のいかんに関わらず全ての記録で ppSEP は初期陽性スパイクより構成された。P13 の振幅は基準電極を後頸部皮膚面に置いた際に最大となった (図 2-A), P13 の振幅は耳朶の基準電極では最小となり (図 2-C), 後頸部皮膚表面記録では基準電極の位置に関わらず陰性電位として記録された。N22 の振幅も基準電極を後頸部皮膚面に置いた際に最大となった (図 2-A)。基準電極を後頸部皮膚面や耳朶の基準電極では最小となり (図 2-C), 後頸部皮膚表面記録では基準電極の位置に関わらず陰性電位として記録された。N22 の振幅も基準電極を後頸部皮膚面に置いた際に最大となった (図 2-A)。基準電極を後頸部皮膚面や耳朶に置いた際には時には緩徐な成分が出現した (図 2-A, C)。しかし、この緩徐な成分は基準電極を手背に置いた誘導では

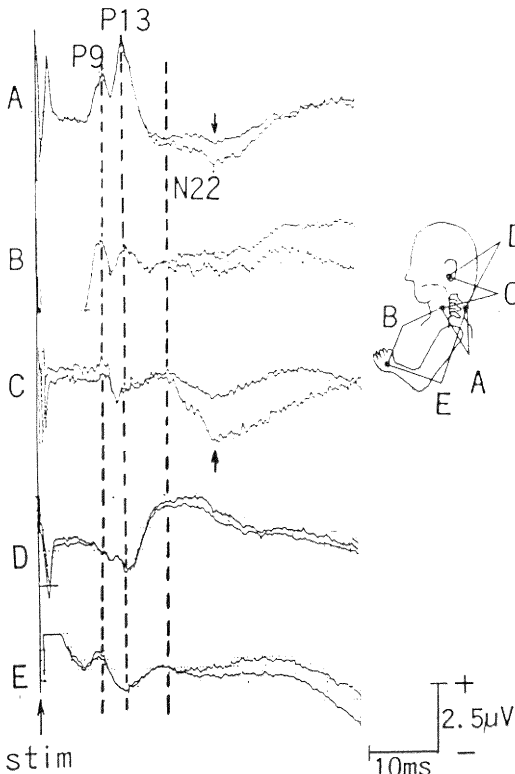


図2 手関節部で正中神経を刺激し第6頸椎レベルで後咽頭より記録した体性感覚誘発電位(ppSEP)をしめす。基準電極を後頭部皮膚面(A)、左手背(B)、耳朶(C)とした。これと比較して記録後頭部皮膚面とし基準電極を耳朶(D)、左手背(E)に置いて体性感覚誘発電位も同時記録した。電極の位置を模式的に右に示す。Aの記録においてP13およびN22が最も鮮明であること、およびA、Cでは緩徐な陰性波(矢印)が記録されるのに対しBの記録法では緩徐な陰性波を記録できないことに注意。

記録されなかった。

### 3. ppSEP に及ぼす刺激強度の影響

Seg-SCP の N1 及び ppSEP の P13 の振幅は刺激強度が N1 の刺激域値の8倍(8T)になるまで直線的に増大した。一方、P2 および N22 の振幅は6倍(6T)でプラトーに達した。又 N22 は 5T 以下の刺激では出現しなかった。ppSEP の各成分の振幅はそれに対応する Seg-SCP の各成分と比較するとかなり小さかった(8T で N1  $18.8 \pm 3.8 \mu\text{V}$  に対し P13  $2.8 \pm 1.1 \mu\text{V}$ )。

### 4. 脊髓を上行する刺激に対する ppSEP の反応

後部硬膜外腔から馬尾神経を刺激すると咽頭後壁記録電極より上行性脊髄誘発電位が記録された。ppSEP の2つの初期成分(C1', C2')は明瞭に区別され、その各々の頂点潜時は同じ頸椎レベルで後部硬膜外腔より記録された上行性脊髄誘発電位の C1, C2 の頂点潜時と一致した(図4)。しかし Seg-SCP の C3 成分に相当する C3' 成分は ppSEP では明瞭には記録されなかった。ppSEP の各成分の極性は後部硬膜外腔で同時記録した上行性脊髄誘発電位の各成分の極性と一致した。緩徐な陽性電位や緩徐な陰性電位は時には記録されることがあったが再現性がなかった。

### 5. ppSEP に及ぼすイソフルレンの影響

60%笑気混合下での0.5~2.0%のイソフルレン麻酔下で ppSEP の P9 及び P13 の頂点潜時及び振幅に有意の変化は認められなかった。この時、同時導出した Seg-SCP の P1 及び N1 の頂点潜時および振幅も同様に有意の変化を認めなかった。一方 Seg-SCP の P2 頂点潜時は0.5%で  $22.2 \pm 3.6 \text{ ms}$  から、1.0%で  $26.3 \pm 2.8 \text{ ms}$ 、2.0%で  $31.8 \pm 3.4 \text{ ms}$  と有意に延長し、1.0%および2.0%で振幅は有意に減少した(図5, 表2)。これに対応する ppSEP の N22 成分は時には記録されることもできたが、その振幅は非常に小さく有意の変化は認められなかった。

## 考 察

本研究はヒトに於いて頸椎後部硬膜外腔より正中神経刺激に対応する Seg-SCP や馬尾神経刺激に対応する上行性脊髄誘発電位に相当する体性感覚誘発電位(ppSEP)を後咽頭より導出記録できることを証明した。本研究はまた、正中神経刺激に対する ppSEP の各成分が同じ頸椎レベルの後部硬膜外腔より同時記録した Seg-SCP の対応する各成分と頂点潜時が一致し又その生理学的な性質が類似することから、ppSEP は脊髓に起源する電位を反映していると考えられた。一方、我々は馬尾神経刺激により頸部皮膚面よりいかなる電位も記録できなかったが、頸部硬膜外及び後咽頭記録においては極めて明瞭な伝導性脊髄誘発電位が記録された。また馬尾神経刺激によって後咽頭より記録された電位は、後部硬膜外腔より導出記録された脊髄誘発電位と極めて類似した電位変化が同様に記録された(図5)ことから、これらの電位は脊髓を上行する伝導性電位と考えられる。

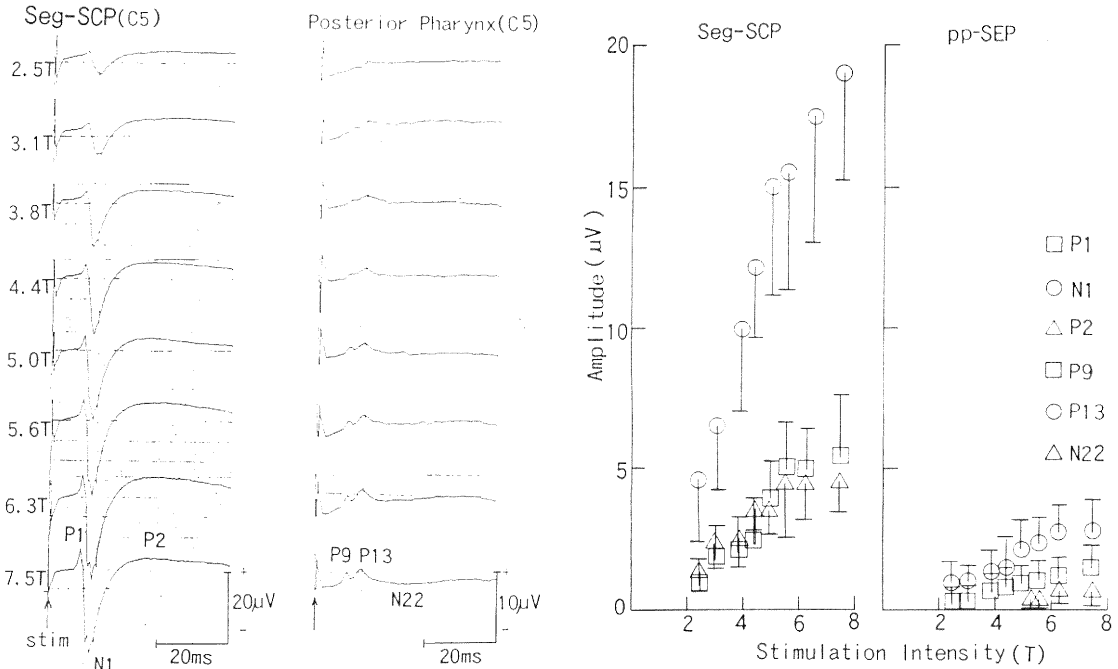


図 3 A：手関節で刺激強度を変えて正中神経を刺激し、第5頸椎レベルで後咽頭および後部硬膜外腔より同時導出した ppSEP および Seg-SCP の変化。後咽頭記録と硬膜外記録との間のキャリブレーションの違いに注意。B：後咽頭記録と硬膜外記録の各成分の刺激強度による振幅の変化を5症例についてグラフで現したもの。P2成分及び N22成分の振幅が刺激強度 5.5T あたりで最大に達していること、およびこの現象は他の成分では認められないことに注意。刺激強度は P1 の誘発域値 (1T) の倍数で示す。

### 1. 正中神経刺激に対応した ppSEP の波形

本研究により ppSEP の各成分の頂点潜時は同じ頸椎レベルの後部硬膜外腔より記録された分節性脊髄誘発電位 (Seg-SCP) の各成分と対応することが明らかにされた (図 1, 表 1)。ppSEP の P13 は後部硬膜外腔 (PES) より記録された Seg-SCP の N1 と反対の極性を示した。一方同じレベルの前部硬膜外腔より導出記録された Seg-SCP の反転 N1 と同じ極性を示した (図 1)。Desmedt ら<sup>7)8)</sup> は、正中神経刺激により第3頸椎より第1胸椎レベル迄の範囲で後咽頭より記録される P13 の振幅は第6～7頸椎レベルで最大となり、基準電極を手背において後頸部皮膚面より記録した電位の N13 とは極性が反転することが報告している<sup>7)8)</sup>。これらの結果から彼らは、P13成分が頸髄後角のシナプス後電位を反映するものとしている。一方、動物実験に於いては、この電位に相当するものとして猿の腰髄で水平方向に後角より前角に向かって針電極を進めて脊髄内局所電位が

記録された<sup>9)</sup>。Shimoji ら<sup>1)3)</sup>により記録されたヒトの Seg-SCP の N1 に相当する陰性電位の振幅は、最も大きな後角細胞が存在する Rexed の IV-V 相で最大となった<sup>9)</sup>。又前角細胞灰白質へ微小記録電極が到達すると陰性電位の極性が反転した。これらの結果はヒトの硬膜外腔で記録された結果<sup>5)</sup>とよく一致している。これらの結果から Seg-SCP の N1 と ppSEP の P13 が、ともに水平方向へ伝搬する後角介在ニューロンの活動を反映するとの考えを支持するものである。

### 2. 基準電極の位置による波形の変化

ppSEP の記録に際し基準電極を後頸部皮膚面に置くことは最も適切な方法と考えられる。なぜならばこの電極の配置が ppSEP の P13, N22 の振幅が最大となるからである (図 2)。前述したように P13 は脊髄後角の介在ニューロンの電気活動を反映すると考えられ、その電位は脊髄の水平方向に伝搬する双極子の活動に相似すると考えられるからである。N22 の第2成分が後頸

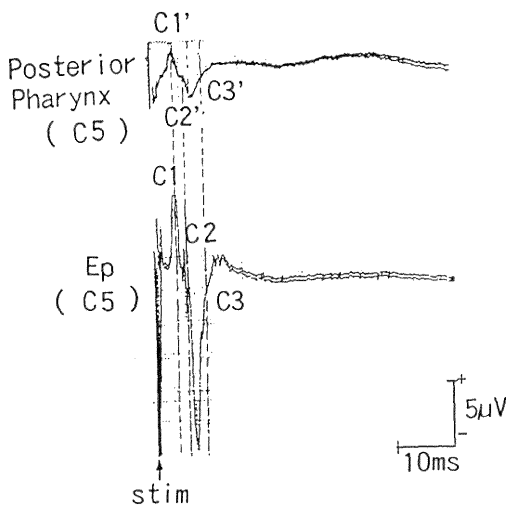


図4 第5腰椎レベルで硬膜外腔から馬尾神経を刺激し第5頸椎レベルで後咽頭より ppSEP と、後部硬膜外腔より上行性脊髄誘発電位を同時記録した。ppSEP の C1', C2', C3' 成分の頂点潜時がそれに対応する上行性脊髄誘発電位の C1, C2, C3 成分の頂点潜時と一致することに注意。

部皮膚面や耳だに基準電極を置いた際に時に認められたが、手背に基準電極を置いた記録法では認められなかった(図2)。これらの結果から、この第2成分が脊髄での現象というよりも大脳を介する活動を反映することが示唆される。

3. 刺激強度の効果

笑気60%—酸素40%下でのイソフルレン(1%)麻酔で刺激強度を P1 の域値 1T より 7.5T まで増大すると、Seg-SCP の P2 成分の振幅は 6T で最大となる。一方 P2 に対応する ppSEP の N22 の振幅は 5T 以下で微小な為には検出できず、6T ですでにプラトーに達してしまう。これらの結果はすでに我々の施設で報告されたハロセン麻酔下で後部硬膜外腔より導出した Seg-SCP の結果と一致する<sup>4)</sup>。このことから ppSEP の導出で P13 と N22 の両方の最大振幅を得るためには、少なくとも 5T-6T の刺激強度が必要と考えられる。またこのことが後咽頭導出法の限界とも考えられる。

4. 馬尾神経刺激による ppSEP

馬尾神経刺激に対して後頸部硬膜外腔より導出される上行性脊髄誘発電位の C1, C2, C3 の頂点潜時と一致した。この結果から示唆されることは脊髄に沿って上行する神経活動電位をこれらの成分が反映すること、また

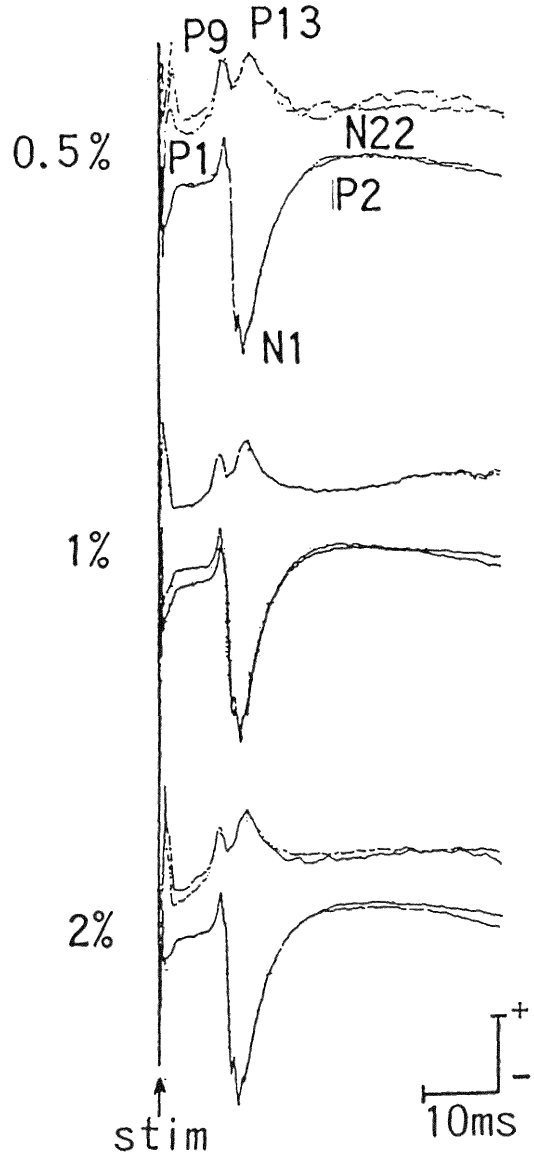


図5 イソフルレン麻酔下(0.5%~2.0%) (笑気60%—酸素40%)で右手関節で正中神経を刺激し第5頸椎レベルで後咽頭より ppSEP と、後部硬膜外腔より Seg-SCP を同時記録した。イソフルレンの濃度が増すにつれ P2 成分の頂点潜時が延長しその振幅は減少する。同時に N1 成分の持続も延長する。しかしイソフルレンによるこれらの変化はこれに対応する ppSEP の P13, N22 成分では明瞭に認められない。ppSEP 及び Seg-SCP のキャリブレーションは各々 5µV, 10µV とする。

表 2 後咽頭導出体性感覚誘発電位 (ppSEP) 及び分節性脊髄誘発電位 (Seg-SCP) の各成分に及ぼすイソフルレンの影響

		GOI 0.5%		GOI 1.0%	GOI 2.0%
ppSEP	P9	Lat	9.4±0.7 ms	9.4±0.7	9.4±0.7
		Amp	1.2±0.3 μV	1.2±0.4	1.2±0.4
	P13	Lat	13.1±0.9	13.0±0.8	13.1±0.8
		Amp	2.6±0.4	2.5±0.6	2.5±0.6
	N22	Lat	21.0±2.1	25.9±6.5	28.6±8.4
		Amp	0.7±0.2	0.5±0.4	0.5±0.2
Seg-SCP	P1	Lat	9.4±0.7 ms	9.3±0.7	9.3±0.7
		Amp	2.3±0.8 μV	2.3±0.7	2.3±0.8
	N1	Lat	13.2±0.8	13.0±0.8	13.0±0.8
		Amp	9.3±3.6	9.3±3.5	9.3±3.6
	P2	Lat	22.2±3.9	26.3±2.8**	31.8±3.4**
		Amp	2.5±0.9	1.6±0.7*	0.8±0.4**

All values expressed as mean±S.D.

\*p<0.05, \*\*p<0.01 (n=15)

手関節部で正中神経を刺激し第5-6頸椎レベルで導出した ppSEP 及び Seg-SCP の各成分に及ぼすイソフルレンの影響. イソフルレン1%及び2%では Seg-SCP の P2 成分の頂点潜時は有意に延長し, 振幅は有意に減少した. 一方, これに対応する ppSEP の N22 に有意の変化は認められない. Seg-SCP の P1, N1 および ppSEP の P9, P13 に有意の変化を認めない.

上行製脊髄電位は後部硬膜外腔と同じように後咽頭でも記録できるということである. しかし硬膜外導出電位の C3' に相当する電位は, 馬尾神経刺激において後咽頭から導出記録できるのは稀であった (15例中2例).

5. 麻酔薬の影響

すでに後部硬膜外腔導出の Seg-SCP で報告されたように, 本研究においても吸入麻酔薬イソフルレンによって Seg-SCP の P1, N1 の頂点潜時及び振幅は影響を受けなかった. これらの結果は既に当教室から報告された動物実験の結果<sup>10)</sup> とよく一致した. 一方, イソフルレンにより P2 成分の振幅は抑制されその頂点潜時は延長した. しかしながらイソフルレンによる N22 の変化はその振幅が微小なため明らかでなかった (図 5). このことは後咽頭電極記録法のひとつの欠点と言えよう.

結 論

手術中, 全身麻酔下の患者の後咽頭より分節性脊髄誘発電位 (Seg-SCP) 及び上行性脊髄誘発電位を記録する事が可能であることを示した. このことはこの記録法が硬膜外腔に記録電極を挿入出来ない症例, すなわち抗凝固剤を用いる開心術や大血管手術, 頸部の解剖学的異常のある症例等術中の脊髄機能モニタリングに有用と考

えられた.

稿を終えるにあたり, 終始ご指導いただき, 御校閲を賜りました下地恒毅教授に深謝致します.

参 考 文 献

- 1) Shimoji, K., Higashi, H. and Kano, T.: Epidural recording of spinal electrogram in man. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.*, **30**: 236~239, 1971.
- 2) Maruyama, Y., Shimoji, K., Fujiola, H., Takada, T. and Endoh, H.: Brain and spinal cord monitoring by multispatial and multi modal evoked potentials during aortic surgery. In: *Neurophysiology and standards of spinal cord monitoring*, ed by Ducker, T.B. and Brown, R.H. Springer-Verlag, New York, **1**: 177~188, 1988.
- 3) Shimoji, K., Higashi, H., Morioka, T. and Hessel, E.O.: Evoked spinal electrograms recorded from epidural space in man. *J. Appl. Physiol.*, **33**: 468~471, 1972.

- 4) **Shimoji, K., Shimizu, H., Maruyama, Y. and Fujioka, H.:** Human spinal cord potentials produced by segmental, ascending and descending volleys. In: Fundamentals and clinical application of spinal cord monitoring. ed by Honma, S. and Tamaki, T. Saikon Publishing, Tokyo, **1:** 3~19, 1984.
- 5) **Shimoji, K., Matsuki, M. and Shimizu, H.:** Waveform characteristics and spatial distribution of evoked spinal electro-gram in man. *J. Neurosurg.*, **46:** 304~313, 1977.
- 6) **Shimizu, H., Shimoji, K., Maruyama, Y., Kuribayashi, H. and Fujioka, H.:** Human spinal cord potentials produced in lumbosacral enlargement by descending volleys. *J. Neurophysiol.*, **48:** 1108~1120, 1982.
- 7) **Desmedt, J.E. and Cheron, G.:** Prevertebral (oesophageal) recording of subcortical somatosensory evoked potentials in man: The spinal P13 component and the dual nature of the spinal generators. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.*, **52:** 257~275, 1981.
- 8) **Desmedt, J.E. and Huy, N.T.:** Bit-mapped colour imaging of the potentials fields of propagating and segmental sub-cortical components of somatosensory evoked potentials in man. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.*, **58:** 481~497, 1984.
- 9) **Beall, J.E., Foreman, R.D. and Willis, W.D.:** Spinal cord potentials evoked by cutaneous afferents in the monkey. *J. Neurophysiol.*, **40:** 199~211, 1977.
- 10) **Maruyama, Y., Fujioka, H., Sato, Y., Taga, K., Nishimura, Y. and Shimoji, K.:** The effect of isoflurane on evoked potentials from the brain and spinal cord in the rat. *Jap. J. Anesthesia.*, **36:** 1964~1970, 1987.

(平成4年2月7日受付)