術中体性感覚誘発電位モニタリングによって 洞停止をきたした一例

総合せき損センター

薛 宇 孝・芝 啓一郎
植 田 尊 善・大 田 秀 樹

Sinus Arrest in Perioperative Somatosensory-evoked-potential Monitoring

Nokitaka Setsu, Keiichiro Shiba, Takayoshi Ueta,
and Hideki Ohta

Department of Orthopedic Surgery,
Spinal Injuries Center, Fukuoka, Japan

Somatosensory-evoked-potential technique is widely used for perioperative monitoring. We present a case of a 68-year-old woman who had sinus arrest during electrical stimulation in her lower extremity for somatosensory evoked potentials. She underwent laminoplasty for cervical spondylotic myelopathy, anesthetized by propofol, fentanyl, sevoflurane, and nitrous oxide. After intubation and prone position setting, her bilateral tibial nerves were stimulated (50mA for 0.3 msec, 4Hz). Sinus arrest occurred right after stimulation started, and disappeared immediately after stimulation ceased. This phenomenon was seen even after atropine injection. Since no cardiovascular factors that can contribute to sinus arrest were present, the combination of anesthetic agents, prone position, and somatosympathetic reflex induced by tibial nerve stimulation are likely to have been responsible.

Key words : somatosensory evoked potential (体性感覚誘発電位), complication (合併症), bradycardia (徐脈), sinus arrest (洞停止), somatosympathetic reflex (体性自律神経反射)

はじめに

頸髄症に対する頸椎後方手術中に施行した体性感覚誘発電位モニタリングにより洞停止をきたした一例を経験した。

症 例

68 歳, 女性. 身長 160cm, 体重 67kg.

主訴: 右上肢痛, 巧緻運動障害, 歩行障害.

現病歴: 平成 7 年, 右上腕外側痛出現した. その後徐々に箸が使いづらくなり, 階段下りに手すりを要するようになった. 平成 15 年 12 月 25 日に当院に入院

した.

家族歴: 特記すべき事項なし.

既往歴: 右下肢痛にて他医にて腰椎手術 (昭和 47 年), 両眼黄斑変性 (右眼は生下時より失明), 緑内障 (無症状, プロスタグランディン製剤点眼), 高血圧なし, 糖尿病なし. 時折全身のほてり感あり, 体温は 35.5~36.5℃ で変動. 失神, 不整脈の既往なし.

入院時所見: 右上腕外側, 両前腕橈側の知覚低下, 上腕二頭筋腱以下の反射亢進を認めた. 右上肢は三角筋以下徒手筋力テスト 5-. 左上肢, および両下肢は筋力正常であった. Spurling テスト, Jackson テスト陰性, 右に軽度の myelopathy hand を認めた.

図1 術前心電図：特に異常を認めない。

図2 脊柱管の狭窄を認めた。

- a : MRI (左) : T1 強調画像, (右) : T2 強調画像
 b : MCT (C3/4)
 c : MCT (C4/5)

心電図：正常洞調律（72bpm），ST-T 変化なし（図 1）。心エコー上も異常を認めなかった。

画像：C3/4, 4/5 に脊柱管狭窄を認め（図 2），平成 16 年 1 月 14 日椎弓形成術施行予定とした。

当院における somatosensory evoked potential (SEP) 手技

脊髄症を来した手術症例に対して，術中のモニタリングとして原則として全例に SEP を施行している。両側の脛骨神経を経皮的に刺激し，頭皮で波型の記録を行う。表面電極により片側 50mA，持続時間 0.3msec の刺激を 4 Hz の頻度で行い，最大 200 回までの加算平均を行っている。

経 過

術前の脈拍は 60bpm 台，血圧はおよそ 150/80 mmHg であった。プロポフォール，フェンタニル，笑気，セボフルレンによる全身麻酔をおこない，気管内挿管後，腹臥位とした。体位変換後の脈拍は洞調律で 50bpm 台，血圧は 100/50mmHg 前後で安定していた。

ここでコントロール波形記録のため SEP 刺激をくわえたところ，洞停止が誘発された。心電図上 P 波は消失し，上室性補充調律によるとおもわれる正常 QRS 波を認めるが，R-R 間隔は不整でその間隔は約 3 秒であった（図 3）。このとき自動血圧計による血圧

図 3 SEP 刺激中の心電図
4 Hz の SEP 刺激による電位変化が心電図上に現れている。P 波は消失しているが，補充調律によるとおもわれる QRS 波を認める。R-R 間隔は約 3 秒である。

図 4 刺激中止後の心電図
Wenckebach 型 II 度房室ブロックを認める。

図 5 刺激中～刺激中止後の心電図（再手術時）
刺激中止後約 2 秒で完全な P 波が出現している。

測定は不能であった。心電図の変化に気付き、直ちに刺激を中止した。直後より規則正しいP波があらわれたが、2度房室ブロックを認めた(図4)。バイタルは正常範囲へと回復していた。

アトロピンの静脈内投与を行ったところ数分で房室ブロックは消失したが、再度脛骨神経への刺激をおこなうと同様の心電図変化(刺激中の洞停止→房室ブロック→正常洞調律)が誘発された。P波の消失は脛骨神経刺激開始直後から起こっていた。再現性が確認されたため電気メスの影響等を懸念して手術を中止した。覚醒後特に主訴なく心電図も異常を示さなかった。

後日、精査行方も異常認めず、1週間後再手術を行った。前回と同様の麻酔を行い、気管内挿管後に体外式一時的ペースメーカーを挿入した。ペースメーカーは脈拍が40bpmを下回ったときのみ作動するよう設定した。再現性を確認するために体位変換後、ペースメーカーをオフとし、SEP刺激を行った。この際も同様に洞停止が誘発された(図5)。刺激中止後洞調律に戻った事を確認し、執刀を開始した。執刀開始後、脈拍は80bpm台に上昇し洞調律を保っていた。電気メスを使用し、術中のSEPも施行したが、心電図に異常を認めず、脈拍、血圧の変動も認めなかった。

術後、右上肢痛は消失し、上肢筋力、歩容も改善している。頸椎JOA scoreは12.5/17から16/17と改善し退院となった。現在までのところ胸部症状も認めていない。

考 察

SEPは低侵襲な手技といわれており、その合併症は文献的にも報告がないようである。洞停止をきたした要因として、まずいくつかの環境因子が考えられる。腹臥位手術においては腹圧の上昇により静脈還流が低下し、心房・心室の圧受容体反射を介して脈拍が低下する⁶⁾⁸⁾。頸髄症の患者の場合、腹臥位での血圧低下傾向が強まるとの報告もある¹²⁾。また麻酔薬、とくにプロポフォール³⁾とフェンタニル¹⁴⁾の交感神経抑制作用も関与していると思われる。

脛骨神経への電気刺激が洞停止の直接の誘因となったことについてはこの刺激が体性自律神経反射の引き金となったことが考えられる。体性感覚の入力が交感神経反射により血圧・脈拍の上昇を惹き起こすことは古くより知られており、その経路については求心性の

刺激が後外側索⁷⁾を上行して弧束核¹⁰⁾、薄束核²⁾から延髄に入力し、吻側腹外側野・尾側腹外側野⁹⁾のニューロンを介して自律神経遠心路へ出力されると考えられている。同様の経路を介した血圧・脈拍の低下という逆の反応についてもここ数十年来、麻酔下動物を用いた研究が多くなされている。上行する刺激がどちらの向きの反応を示すかということについては実験間、個体間⁵⁾¹⁵⁾のばらつきが多く一概には言えないが、刺激される神経の種類⁵⁾¹¹⁾¹⁵⁾、刺激の強さ・頻度⁴⁾¹¹⁾¹³⁾により左右されるようである。脛骨神経への刺激、また低頻度・低強度の刺激で血圧・脈拍の低下を認めたとする例は多く、今回のような刺激はどちらかといえば徐脈をきたしやすいといえる。刺激から脈拍変化までの潜時に関してはどの報告も1 sec以内であった。

しかし上記の機序のみでは今回の洞停止の説明は困難である。当院ではこれまでに2000例以上の術中SEPを行っており、その中でごく稀に刺激中の脈拍の軽度の低下を経験することはあってもこのような高度の徐脈や不整脈を認めた例はない。本症例においては何らかの患者要因が存在したものと考えられるべきであるが、術前検査では明確な基礎疾患は特定できなかった。この患者ではいびき・無呼吸が認められており、睡眠時無呼吸による平時の交感神経緊張状態¹⁾が、麻酔下での副交感神経優位の状態を増強させた可能性はあるかもしれない。またKhayutinら⁵⁾は体性自律神経反射において、血圧の変化と比較して脈拍の変化は個体差が大きいことを示し、中枢神経系の麻酔薬に対する感度の違いがその理由であろうと述べている。

ま と め

SEPは低侵襲なモニタリング法として広く行われているが頸椎後方手術において洞停止を生じた一例を経験した。何らかの患者要因が存在すると考えられるが、洞機能不全等の循環器的な基礎疾患は認められなかった。機序は明確でないものの副交感神経優位の状況に加え体性自律神経反射が生じたことが一因として考えられた。

参 考 文 献

- 1) Carlson, J. T., et al.: Augmented resting sympathetic activity in awake patients with obstructive sleep apnea. Chest, 103(6): 1763-1768, 1993.

- 2) Chen, S., Ma, S.: Effects of l-arginine-derived nitric oxide synthesis on cardiovascular responses to stimulus-evoked somatosympathetic reflexes in the gracile nucleus. *Brain Research*, 958 : 330-337, 2002.
- 3) Ebert, T.J., et al.: Sympathetic responses to induction of anesthesia in humans with propofol or etomidate. *Anesthesiology*, 76(5) : 725-733, 1992.
- 4) Gootman, P.M., et al.: Integrated cardiovascular responses to combined somatic afferent stimulation in newborn piglets. *Biol. Neonate*, 34 : 187-198, 1978.
- 5) Khayutin, V.M., Lukushkova, E. V., Galiants, J. B.: Somatic depressor reflexes: results of specific depressor afferents excitation or an epiphenomenon of general anesthesia and certain decerebrations. *J. Auton. Nerv. Syst.*, 16 : 35-60, 1986.
- 6) Kinsella, S.M., et al.: Perioperative bradycardia and asystole: relationship to vasovagal syncope and the Bezold-Jarisch reflex. *Br. J. Anesth.*, 86(6) : 859-868, 2001.
- 7) Kozelka, J. W., Chung, J. M., Wurster, R. D.: Ascending spinal pathways mediating somato-cardiovascular reflexes. *J. Auton. Nerv. Syst.*, 3 : 171-175, 1981.
- 8) Mackey, D.C., et al.: Bradycardia and asystole during spinal nesthesia: a report of three cases without morbidity. *Anesthesiology*, 70(5) : 866-868, 1989.
- 9) Ruggeri, P., et al.: Role of ventrolateral medulla in reflex cardiovascular responses to activation of skin and muscle nerves. *Am. J. Physiol.*, 268 : 1464-1471, 1995.
- 10) Samso, E., et al.: The effects of halothane on pressor and depressor response elicited via the somatosympathetic reflex: a potential antinociceptive action. *Anesth. Analg.*, 79 : 971-979, 1994.
- 11) Sato, A., Schmidt, R. F.: Somatosympathetic reflexes: afferent fibers, central pathways, discharge characteristics. *Physiol. Rev.*, 53 : 916-947, 1973.
- 12) 佐藤清貴, 加藤正人: 腹臥位手術症例における体位変換後の血圧低下. *麻酔*, 52(1) : 46-48, 2003.
- 13) Tallarida, G., et al.: Cardiorespiratory effects evoked by electrical stimulation of somatic afferent fibers. *Functional Neurology*, 6(3) : 243-247, 1991.
- 14) Taneyama, C., Goto, H., Kohno, N.: Effects of fentanyl, diazepam, and the combination of both on arterial baroreflex and sympathetic nerve activity in intact and baro-denervated dogs. *Anesth. Analg.*, 77(1) : 44-48, 1993.
- 15) Terui, N., Koizumi, K.: Responses of cardiac vagus and sympathetic nerves to excitation of somatic and visceral nerves. *J. Auton. Nerv. Syst.*, 10 : 73-91, 1984.