—臨床および実験報告—

腰部硬膜外麻酔中の下腹部手術における 体性感覚誘発電位の臨床的検討

董 文 毅^{1)*} 北村 純一²⁾ 島田 洋一¹⁾ 小川 瀧¹⁾

¹⁾日本医科大学麻酔科学教室 (*現, 中国医科大学)

²⁾日本医科大学付属第二病院リハビリテーションセンター

Somatosensory evoked potentials (SEPs) as an intraoperative
monitor in lower abdominal surgery during lumbar epidural anesthesia

Wei-Yi Dong¹⁾, Jun-ichi Kitamura²⁾, Yo-ichi Shimada¹⁾ and Ryo Ogawa¹⁾

¹⁾Department of Anesthesiology, Nippon Medical School

²⁾Rehabilitation Center, The Second Branch Hospital, Nippon Medical School

Key words: SEP, epidural anesthesia, intraoperative monitor

緒 言

硬膜外麻酔は現在最も広範囲に臨床応用されている麻酔方法のひとつである。麻酔効果の判定には主観的なピンによる痛覚刺激やアルコール綿による冷覚刺激がもちいられている。近年、客観的な電気生理検査としてもちいられている体性感覚誘発電位 (SEP: somatosensory evoked potentials) の胸部大動脈瘤手術中の脳脊髄機能¹⁾や体外循環中の脳神経学²⁾の手術中の手術侵襲のモニターとして応用が報告されている。今回、腰部硬膜外麻酔により下腹部の手術をおこなった症例に、後脛骨神経の電気刺激による SEP をおこない、麻酔効果の判定の客観的指標としての有用性について検討したので報告する。

対象および方法

対象はアメリカ麻酔学会の全身状態の評価法³⁾の I-II の婦人科疾患を有する患者で、硬膜外麻酔の適応のある年齢 21~79 歳 (平均±標準偏差: 48.1±1.3 歳)、身長 145~163 cm (155.2±1.4 cm)、そして体重 39~67 kg (58.9±4.6 kg) の 15 症例である。脊椎疾患、神経疾患や皮膚疾患を有する症例は除外した。疾患の内訳は、子宮筋腫 6 例、卵巣腫瘍 5 例、子宮脱 2 例、

鼠径ヘルニア 1 例と子宮体癌 1 例であった。術前にインフォームド・コンセントの得られた症例に SEP を測定した。

硬膜外麻酔は右側臥位にて、第 3/4 腰椎椎体間あるいは第 2/3 腰椎椎体間にて、傍正中法で 17 ゲージ Touhy 針をもちいて穿刺し、抵抗消失法にて硬膜外腔を確認したあとに、持続硬膜外麻酔用ポリエチレン・カテーテルを頭側に 5 cm 挿入して固定した。仰臥位に体位変換をおこなったあとに、局所麻酔薬 2% me-pivacaine 14 ml を注入した。鎮痛薬として、0.5% midazolam 0.08~0.10 mg/kg を静注した。硬膜外麻酔前および導入後 5 分、15 分、20 分、手術中、覚醒直後および手術後麻酔効果が消失したそれぞれの時点におけるアルコール綿球による cold test と注射針による pin prick test により冷覚と疼痛の表在知覚を、音叉による振動覚の深部知覚の検査および SEP の測定をおこなった。表在知覚は頸部以下にて、振動覚は橈骨、胸骨、第 6 肋骨、第 12 肋骨、前上腸骨稜、膝蓋骨および足関節外踝にておこなった。

SEP の測定は、右内踝後縁にて刺激 3 Hz、刺激強度は右母趾外転筋が動く程度の刺激強度 (5~8 mA) にて、後脛骨神経を刺激し、頭皮上から皮質電位を記録した。不関電極は左右の耳朶 (A1+A2) とし、まず国際 10~20 法にしたがって、両側耳朶を結んだ中点と鼻根と後頭極を結んだ中点の交叉する頭頂 (Cz) をさだめ、Cz と耳朶にむすんだ線より 2 cm 外側、そして 2 cm 後方の部位のそれぞれ左の足感覚領野 (LFSA: left foot sensory area) と右の足感覚領野 (RFSA:

Correspondence to Wei-Yi Dong and Yo-ichi Shimada, Department of Anesthesiology, The Second Branch Hospital, Nippon Medical School, 1-396 Kosugi, Nakahara-ku, Kawasaki-city, Kanagawa 211, Japan

right foot sensory area) に該当する部位に装着した記録電極から、大脳皮質由来の体性感覚誘発電位である P 38 の潜時と波形を記した⁴。

結 果

1. 表在覚と振動覚の変化

(i) 群：12 症例では麻酔薬 (mepivacaine) 注入後 12 ± 2 分に、最初に冷覚と疼痛覚がそれぞれ第 8 胸髄～第 3 腰髄と第 9 胸髄～第 3 腰髄の脊髄分節において消失した。振動覚はやや遅れて 20 ± 2 分後に第 10 胸髄～第 2 仙髄の脊髄分節において消失した (Fig. 1)。

(ii) 群：2 症例では、麻酔薬注入後 15 ± 2 分に、冷覚と疼痛覚および振動覚の消失を第 9 胸髄～第 3 胸髄の脊髄分節において認めた。

(iii) 群：1 症例では、麻酔薬注入後 20 分でも麻酔効果を認めず、全身麻酔に変更した。

2. SEP の波形の変化

硬膜外麻酔開始前には、全症例において右脛骨神経

に対応する対側の LFSA に潜時 38.1 ± 1.6 msec にピークを有する P 38 を認めた。

(i) 群：麻酔薬注入後約 15 分には、麻酔前とおなじ潜時と波形を有する P 38 を認めたが、麻酔薬注入後 20 分になると、P 38 は振幅の低下もしくは平坦化を認めた。手術後麻酔効果が消失した時点では麻酔開始前と同じ潜時と波形を有する P 38 を認めた (Fig. 2)。

(ii) 群：麻酔薬注入後約 15 分には P 38 の振幅の低下もしくは平坦化を認めた。手術後に麻酔効果が消失すると、麻酔開始前と同じ潜時と波形を有する P 38 を認めた。

(iii) 群：麻酔薬流入後約 20 分に経過しても P 38 の振幅の低下は認めなかった。

3. 表在覚と振動覚と SEP の波形の関係

(i) 群は、表在知覚は消失したが振動覚の保たれていた麻酔薬注入後の約 15 分後には P 38 を認めたが、振動覚の消失した麻酔薬注入後約 20 分に P 38 は振幅の低下もしくは平坦化した (Figs. 1, 2)。(ii) 群は、麻酔薬注入後の約 15 分後に表在知覚と振動覚は消失

Fig. 1 Epidural anesthesia and its effect on sensation in a case
15 minutes after the injection of mepivacaine, superficial sensation (pain and cold) was lost (top). 20 minutes after the injection, vibration sensation was also lost (bottom).
Th., L. and Sa. mean thoracic, lumbar and sacral dermatome, respectively.

Fig. 2 Epidural anesthesia and SEP in the same case shown in Fig. 1

P 38 was present about 15 minutes after the injection of mepivacaine as before the injection. P 38 disappeared about 20 minutes after the injection, and it recovered after the cessation of anesthesia. LFSa and RFSa are left and right foot sensory area, respectively.

し、また P 38 も平坦化もしくは振幅は低下した。

考 察

本研究で認めた興味ある所見は、(i)群では表在知覚は振動覚よりはやく消失し、かつ P 38 は振動覚が消失した時点ではじめて消失もしくは振幅の低下を認めたことである。

感覚解離については、山村ら⁵は大径有髄線維よりも無髄線維や小径有髄線維に局所麻酔薬は、その麻酔効果がはやく発現し、かつ麻酔からの回復がはやいと報告した。自由神経終末によって感知された疼痛覚は、直径 $0.5 \sim 2.0 \mu\text{m}$ で伝導速度 $0.5 \sim 2.0 \text{ m/sec}$ の無髄神経によって伝達され、クラウゼ小体によって感知された冷覚は、直径 $1.0 \sim 5.0 \mu\text{m}$ で伝導速度 $6 \sim 30 \text{ mm/sec}$ の小径有髄線維によってそれぞれ伝達される⁶。一方、パチニ小体によって感知された振動覚は、直径 $6 \sim 14 \mu\text{m}$ で伝導速度 $30 \sim 35 \text{ m/sec}$ の大径有髄線維により伝達される。したがって、表在覚が振動覚よりはやく麻酔効果が発現するために、本研究で認め

た感覚解離が生じたと推察された。しかし、硬膜外麻酔の作用機序には、硬膜外に注入した麻酔薬が脊髄腔内に浸透して作用するという説、硬膜につつまれた神経根に作用するという説や硬膜につつまれていない脊髄神経に作用するという諸説⁷があり、本研究で認めた表在知覚と振動覚の解離については、今後さらなる検討が必要である。

大径有髄線維を經由して伝達される振動覚の神経経路は無髄神経線維や小径有髄線維を經由して伝達される痛みや冷覚の神経経路とは異なっている⁸。前者は脊髄にて刺激側と同側の脊髄後索を上行して、延髄の後索核にて交叉したあとに、対側の視床後外側腹側核を經由して、後者は脊髄にて対側の脊髄視床路を上行し、視床後外側腹側核を經由したのちに、それぞれ大脳皮質に伝達される。電気刺激による SEP は大径有髄線維を經由して伝達される振動覚などの神経経路の検索をおこなうものである。したがって、表在覚が消失しても振動覚が消失していない麻酔段階では、末梢神経の電気刺激による感覚刺激は、振動感覚の経路を經由して大脳の皮質電位である P 38 として認めたと考えられた。

麻酔と直接に関係するのは痛覚であるが、今回の検討により振動覚が消失していれば痛覚は消失していることが示され、後脛骨神経の電気刺激による P 38 は硬膜外麻酔の有効性をしめす指標となりえることが示唆された。

結 論

- 1) 腰部硬膜外麻酔による下腹部手術の症例における知覚検査と後脛骨神経の電気刺激による SEP による大脳皮質電位である P 38 の検討をおこなった。
- 2) 振動覚が表在知覚より遅れて消失し、振動覚が消失すると P 38 も消失した。
- 3) 硬膜外麻酔薬は振動覚を伝達する大径有髄線維よりも表在知覚を伝達する無髄もしくは小径線維によりはやく作用し、麻酔効果が及ぶために感覚解離が生じたと推察された。
- 4) 硬膜外麻酔の術中モニターとして、SEP は高齢者や意識障害の患者などのリスクの高い症例で主観的な麻酔効果を確認しにくい症例への応用が期待される。

日本医科大学付属第二病院産婦人科教室(菊池三郎教授)の諸先生方に本研究にたいすご協力に感謝いたします。

文 献

1. 佐藤秀二, 平泉 裕: 脊髄誘発電位による術中脊髄機能モニタリング. 昭医会誌 1995; 55: 278—291.
2. 川田忠典, 中村 聡, 菊池慶太, 西村晃一, 小山照幸, 鎌田 聡: 体外循環中の脳神経学的モニターとしての体性感覚誘発電位 (SEP) の測定の意義. 日胸外会誌 1994; 42(臨時増刊): 393.
3. Ronald DM: Anesthesia. 4th ed, 1994; pp809—810, Churchill Livingstone, New York.
4. Desmedt JE, Bourguet M: Colour imaging of parietal and frontal somatosensory potential fields evoked by stimulation of median or posterior tibial nerve in man. Electroenceph. Clin Neurophysiol 1976; 62: 45—55.
5. 山村秀夫: 新臨床麻酔学全書. 第5巻 A, 1994; pp12—23, 第1版, 金原出版.
6. Carpenter RHS: Neurophysiology. 2nd ed. 1980; pp20—86, Edward Arnold, London.
7. 高木 治, 奥村福一朗: 腰部硬膜下外麻酔中の体性感覚誘発電位の変化. 臨床麻酔 1989; 13: 98—100.
8. Carpenter MB: Core text of neuroanatomy. 3rd ed. 1985; pp74—85, Williams & Wilkins, Baltimore.

(受付: 1997年1月17日)

(受理: 1997年2月20日)