

厚生労働科学研究費補助金 難治性疾患政策研究事業  
分担研究報告書

【後縦脊髄靱帯骨化症における術中脊髄モニタリングの導出率について】

研究分担者 佐藤 公昭 久留米大学整形外科  
研究協力者 森戸 伸治、山田 圭、横須賀公章、栢元 佑太郎、  
松尾篤志、不動拓真、平岡弘二

研究要旨

【背景】後縦靱帯骨化症 (Ossification of Posterior Longitudinal Ligament; 以下 OPLL) は術前運動麻痺の影響で術中脊髄モニタリングの運動系モニターの導出が困難な例が多く存在すると言われている。【目的】本研究の目的は、後縦靱帯骨化症の各 modality の導出率に影響を与える因子を調査することである。【方法/結果】2016年4月から2021年3月にかけて当院単施設で経験した OPLL 58 例を対象とした。手術開始時点の TES-MsEP 導出率は平均  $80 \pm 23\%$  (14~100%) であり、導出不能例はなかった。SEP 導出は 59% (27 例/53 例)、TES-SCEP 導出は 64% (16 例/25 例) であった。各モダリティの導出率と術前患者背景で解析を行ったところ、TES-MsEP 導出率は BMI ( $p=0.002$ ) と術前 JOA ( $p=0.02$ ) で、SEP 導出は BMI ( $p=0.03$ ) と術前 JOA ( $p=0.009$ ) で有意差を認めた。TES-SCEP 導出に有意差を持って影響を与えた因子はなく、術前 MRI で脊髄輝度変化を認める症例は TES-SCEP が導出されにくい傾向であった ( $p=0.08$ )。【結語】TES-MsEP と SEP の導出には術前運動障害のみならず、BMI が影響を与える可能性が示唆された。

A. 研究目的

後縦靱帯骨化症 (Ossification of Posterior Longitudinal Ligament; 以下 OPLL) は脊髄髄内腫瘍、側弯症と並んで術中脊髄障害を来しやすい疾患であり、本邦では 1970 年代より術中脊髄モニタリングが臨床応用され、現在では一般的となっている<sup>1,2</sup>。脊髄機能モニタリングの目的は、正確な信頼できる情報を術者に伝え、安心して手術操作を遂行することであるが、運動系モニターである経頭蓋電気刺激筋誘発電位 (Transcranial electrical stimulation motor evoked potentials; 以下 TES-MsEP) は、運動麻痺が強い例では手術開始時にコ

ントロール波形が導出されにくいことが報告されている<sup>3</sup>。導出困難例があることに加えて、体性感覚誘発電位 (Somatosensory evoked potentials; 以下 SEP) や経頭蓋電気刺激脊髄誘発電位 (Transcranial electrical stimulation spinal cord evoked potentials; 以下 TES-SCEP) と比較し特異度が劣ることもあり、multimodality monitoring が推奨されている<sup>4-6</sup>。また、術前麻痺がなくても波形導出ができない例も存在し、今後の TES-MsEP の更なる普及には導出不良の原因究明が望まれる。本研究の目的は、後縦靱帯骨化症の各 modality の導出率に影響を与える因子を調

査することである。

## B. 研究方法

で TES-MsEP と SEP を使用し、術者判断で TES-SCEP を併用した。モニタリングには日本光電社製 MEB2208 若しくは MEE-1232 を使用した。刺激条件は Train 刺激回数 5 回、刺激間隔 2ms、刺激持続時間 1ms、MEE-1232 では刺激電流 200mA、加算回数はそれぞれ 5 回の条件で記録した。刺激は銀-塩化銀皿電極を、四肢導出には針電極を使用した。硬膜外電極は日本光電社製の 2 電極型カテーテル電極 NM-212B を使用した。

患者背景として年齢、性別、BMI、罹患期間、高位（頸椎・胸椎）、CT 狭窄率（最狭窄部 Axial 像）、術前麻痺、術前 JOA（17-

## C. 研究結果

対象となった 58 例の手術開始時点の TES-MsEP 導出率は平均  $80 \pm 23\%$ （14~100%）であり、導出不能例はなかった。同じく手術開始時の SEP 導出は 59%（27 例/53 例）、TES-SCEP 導出は 64%（16 例/25 例）で可能であった。

各モダリティの導出率と術前患者背景で二変量解析を行ったところ、MEP 導出率は BMI（ $p=0.002$ ）と術前 JOA（ $p=0.02$ ）で、SEP 導出は BMI（ $p=0.03$ ）と術前 JOA（ $p=0.009$ ）で有意差を認めた。SCEP 導出に有意差を持って影響を与えた因子はないが、術前 MRI で脊髓輝度変化を認める症例は SCEP が導出されにくい傾向であった（ $p=0.08$ ）。

## D. 考察

過去の報告では、OPLL における TES-MsEP の導出不能例は 6~21%程度と報告<sup>3,7</sup>され

対象は、2016 年 4 月から 2021 年 3 月までに当院で手術を施行した OPLL 58 例で、全例

2)点法)、MRI の脊髓輝度変化、糖尿病の有無を調査した。術前麻痺は、Manual Muscle Test（以下 MMT）が 1 筋以上で MMT4 以下を認めるものを麻痺ありとした。

統計学的手法は、Wilcoxon 検定、Fisher の正確検定を用い、いずれも P 値が 0.05 未満を有意差ありとした。

（倫理面での配慮）

本研究は、久留米大学倫理委員会の許可を得ており、ヘルシンキ宣言に基づく倫理的原則を厳守し、「人を対象とする医学系研究に関する倫理指針」に従って実施した。

ており、本研究で TES-MsEP の開始時コントロール波形が全例で導出できたことは、術前脊髓障害が軽度であったか偶然であった可能性が高く、症例が増えれば導出不能例も経験することが考えられた。また、齋藤らの報告<sup>7</sup>によると、TES-MsEP のコントロール波形が 0.5mV 以下の例では false-positive が多く、辛うじて波形導出が可能であっても、TES-MsEP 単独で術中脊髓障害を評価するには信頼性に欠ける。本研究では、BMI と術前 JOA が TES-MsEP の導出率に影響を与えた結果となり、身体機能が高度に低下した症例だけでなく、高度肥満例では false-positive を来しやすいことが示唆された。一方で、TES-SCEP においては、BMI や術前 JOA は波形導出率の有無に影響を与えない結果となり、高度肥満例でも脊髓導出には影響を与えにくいと考えられた。SEP は波形が小さくノイズに弱いため、記録

に慣れるまで時間を要すると言われているが、熟練者が行えば導出不能例は4%程度とTES-MsEP 比較して高いとされているが<sup>7</sup>、本研究では導出不能例が41%と低かった。この要因としては、検査の熟練度だけでなく、当院では片側の後脛骨神経のみしか測定していないことも影響したと考えられる。Multimodal monitoring が推奨されている中<sup>8,9</sup>、施設間で、測定者の熟練度や測定方法、判定基準にばらつきがあり、それを統一することは現実的には困難である。したがって、今後もそれぞれの modality に関する疾患毎の情報の蓄積が重要と考える。

#### E. 結論

当院で経験した OPLL 手術 58 例の術中脊髄モニタリングの状況について報告した。TES-MsEP と SEP の導出には術前運動障害のみならず、BMI が影響を与える可能性が示唆された。

#### 【参考文献】

1. 玉置哲也:我が国における脊髄モニタリングの現状-アンケート調査を中心として-. 脊柱変形 6(1):5-9, 1991
2. 黒川高秀:硬膜外腔における脊髄刺激による誘発脊髄電位. 脳波と筋電図, 1(1):64-66, 1972
3. 安藤宗治, 岩崎博, 吉田宗人. 術中脊髄機能モニタリングの有用性と問題点. 臨床脳波:48. 287-292. 2006.
4. Machida M, Weinstein S, Yamada T, et al: Dissociation of muscle action potentials and spinal somatosensory evoked potentials after ischemic damage of spinal cord. Spine 13:1119-1124, 1988.
5. Mochida K, Shinomiya K, Komori H, et al.: A new method of multisegment motor pathway monitoring using muscle potentials after train spinal stimulation. Spine 20:2240-2246, 1995.
6. Taylor BA, Fennelly ME, Taylor A: Temporal summation: the key to motor evoked potential spinal cord monitoring in humans. J Neurol Neurosurg Psychiatry 56:104-106, 1993.
7. 齋藤貴徳, 谷口慎一郎, 谷陽一, 石原昌幸, 朴正旭. 脊椎疾患に対する術中モニタリングの現状と問題点. 臨床神経生理学 44 巻 3 号. 2016
8. Iwasaki Hiroshi, et al. Efficacy and limitations of current methods of intraoperative spinal cord monitoring. J Orthop Sci. 2003;8:635-642.
9. Zi-fang Huang, et al. Multimodality Intraoperative Neuromonitoring in Severe Thoracic Deformity Posterior Vertebral Column Resection Correction. World Neurosurg. 2019;127:416-426.

F. 健康危険情報  
総括研究報告書にまとめて記載

#### G. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

なし

(発表誌名巻号・頁・発行年等も記入)

#### H. 知的財産権の出願・登録状況

(予定を含む)

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし