

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

脊柱靱帯骨化症に関する研究  
術中脊髄モニタリングに関する多施設前向き研究

研究分担者	松山 幸弘	浜松医科大学整形外科教授
研究協力者	川端茂徳	東京医科歯科大学大学院先端技術医療応用学講座教授
研究協力者	寒竹司	山口労災病院
研究協力者	高橋雅人	杏林大学医学部整形外科講師
研究協力者	今釜史郎	名古屋大学大学院医学系研究科整形外科准教授
研究協力者	小林和克	名古屋大学大学院医学系研究科整形外科助教
研究協力者	藤原靖	広島安佐市民病院整形外科部長
研究協力者	山田圭	久留米大学整形外科准教授
研究協力者	田所伸朗	高知県立幡多けんみん病院医長
研究協力者	山本直也	東京女子医科大学八千代医療センター整形外科
研究協力者	吉田剛	浜松医科大学整形外科助教
研究協力者	後迫宏紀	浜松医科大学整形外科
研究協力者	重松英樹	奈良県立医科大学整形外科講師
研究協力者	和田簡一郎	弘前大学整形外科講師
研究協力者	岩崎博	和歌山県立医科大学整形外科准教授
研究協力者	谷口慎一郎	関西医科大学関西医療センター准教授
研究協力者	安藤宗治	関西医科大学関西医療センター准教授
研究協力者	谷俊一	高知大学医学部整形外科名誉教授

研究要旨 後縦靱帯骨化症手術を中心とした難治性脊椎脊髄病疾患を対象とし、術中脊髄モニタリングの有用性と手術成績について多施設調査を行った。術中波形悪化は、展開中・スクリー刺入時・棘突起切除後・除圧中など多岐にわたっており、脊髄への圧迫因子だけでなく術中アライメント変化が波形悪化因子であることが示唆された。一方で、レスキュー操作を行うも術後麻痺生じた症例では Br(E)-MsEP 術前・術中波形導出不良が多く、適切なアラームにむけて D-wave など multimodality の併用が望ましいと考える。

## A. 研究目的

脊柱後縦靱帯骨化症 (Ossification of the posterior longitudinal ligament: OPLL) に対する手術の神経合併症率は高く、胸椎 OPLL は 26%、頸椎 OPLL は 7.1% と報告されている。

術中脊髄機能モニタリングは、手術における“防ぎ得た麻痺 (Preventable paralysis)” を、できる限り減らすことを目的としている。過去の我々の検討ではモニタリングの精度は 90% 以上と高く、有用であることが示された。しかし術中波形悪化症例についての詳細は不明であり、モニタリングの効果。限界、今後の課題を調査することにした。

## B. 研究方法

2012 年 1 月から 2018 年 12 月まで本グループ関連施設で胸椎後縦靱帯骨化症に対して Br(E)-MsEP を施行した 197 例のうち、術中波形悪化を生じた 79 例(男性 35 人/女性 44 人、年齢 54.6 歳)を対象とし、術中波形悪化症例について、レスキュー操作の有効性を前向きに検討した。全 16 施設からエクセルデータを回収し、疾患名及びその数、導出筋・筋数、Br (E) -MsEP 波形変化があった症例、疾患名、術式、術前・術後の徒手筋力テスト (MMT) 等を解析した。

モニタリング精度は、手術最終波形 (閉創時) の振幅と術後麻痺の程度の間関係を調査した。最終波形振幅が 70% 以下であり、術後 MMT1 段階以上の麻痺悪化があった症例を True positive (TP)、最終波形振幅が 70% 以上低下し、術後 MMT1 段階以上の麻痺悪化がなかった症例を False positive (FP)、最終波形振幅が 70% 以上低下せず、術後 MMT1 段階以上の麻痺悪化があった症例を False negative (FN)、最終波形振幅が 70% 以

上低下せず、術後 MMT1 段階以上の麻痺悪化もなかった症例を True negative (TN)、術中に振幅 70% 以下に低下したが、最終波形振幅が 70% 以上に回復し、術後麻痺悪化がなかった症例をレスキュー症例とした。

(倫理面での配慮)

本研究は患者への説明と同意に基づき、行われた。浜松医科大学医の倫理委員会の承認を受けた。

## C. 研究結果

術前麻痺(MMT $\leq$ 4)は 59 例(75%)にみとめた。手術開始時の波形導出は AH(母趾外転筋)で最も高く(84%(66/79 例))、76 例(96%)では 1 筋以上の下肢筋導出を認めたが、4% (3 例) で下肢全筋導出不能であった。術中に下肢全筋の導出不能は 19 例(24%)にみとめた。アラームは、主に除圧中(47 例)・展開中(13 例)・ロッド締結(5 例)・体位変換(4 例)・スクリー刺入時(4 例)・後弯矯正(2 例)で生じ、レスキュー操作として主に後弯矯正、片側ロッド取り付け、除圧が行われた。レスキュー症例(波形回復、術後麻痺を回避しえた症例)は 45 例にみとめ、レスキュー率は 57%(45 例/79 例)だった。2 群比較 (術後麻痺例(n=34)/レスキュー例(n=45 例))において、レスキュー例の有意な因子は、術前独歩可能例(84%/54%)、高い術前 AH 波形導出(69%/97%)、術中全波形消失せず(38%/13%)であった(p<0.05)。

## D. 考察

術中波形悪化は、展開中・スクリー刺入時・棘突起切除後・除圧中など多岐にわたっており、脊髄への圧迫因子だけでなく術中アライメント変化が波形悪化因子であることが示唆された。一方で、レスキュー操作を行うも術後麻痺生じた症例では Br(E)-MsEP

術前・術中波形導出不良が多く、適切なアラームにむけて D-wave など multimodality の併用が望ましいと考える。

#### E. 結論

術中脊髄モニタリング Br(E)-MsEP を解析すると、術中波形悪化は、多岐に渡っていたが、除圧時、アライメント変化時が多く、モニタリングによる麻痺予防には D-wave など multimodality の併用が望ましいと考える。

#### 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

1. Kobayashi K, Imagama S, Yoshida G, Ando M, Kawabata S, Yamada K, Kanchiku T, Fujiwara Y, Taniguchi S, Iwasaki H, Tadokoro N, Takahashi M, Wada K, Yamamoto N, Shigematsu H, Funaba M, Yasuda A, Ushirozako H, Tani T, Matsuyama Y. Efficacy of Intraoperative Intervention Following Transcranial Motor-evoked Potentials Alert During Posterior Decompression and Fusion Surgery for Thoracic Ossification of the Posterior Longitudinal Ligament: A Prospective Multicenter Study of the Monitoring Committee of the Japanese Society for Spine Surgery and Related Research. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2021 Feb 15;46(4): 268-276
2. Shigematsu H, Yoshida G, Kobayashi K, Imagama S, Ando M, Kawabata S, Yamada K, Kanchiku T, Fujiwara Y, Taniguchi S, Iwasaki H, Tadokoro N, Takahashi M, Wada

K, Yamamoto N, Funaba M, Yasuda A, Ushirozako H, Tani T, Matsuyama Y. Understanding the effect of non-surgical factors in a transcranial motor-evoked potential alert: A retrospective cohort study. *J Orthop Sci*. 2020 Aug 17: S0949-2658(20)30197-4.

##### 2.学会発表

日本臨床神経生理学会学術大会第 50 回記念大会 2020 年 11 月 26 日～28 日国立京都国際会館、京都市

後迫宏紀, 吉田 剛, 小林和克, 岩崎 博, 川端茂徳, 和田簡一郎, 高橋雅人, 田所伸朗, 重松英樹, 今釜史郎, 松山幸弘: 成人脊柱変形矯正手術に対する経頭蓋電気刺激筋誘発電位の有用性-日本脊椎脊髄病学会モニタリングワーキンググループ多施設前向き研究-

第 49 回日本脊椎脊髄病学会 2020 年 9 月 7-9 日 神戸

重松 英樹 吉田 剛 今釜 史郎 小林 和克 藤原 靖 川端 茂徳 岩崎 博 山田 圭 和田 簡一郎 松山 幸弘

Br(E)-MsEP における波形低下の原因精査手術手技以外 (X factor) に着目して脊椎脊髄病学会モニタリング委員多施設データより第 49 回日本脊椎脊髄病学会 2020 年 9 月 7-9 日 神戸

小林和克 今釜史郎 重松英樹 吉田 剛 藤原 靖 川端 茂徳 岩崎 博 山田 圭 和田 簡一郎 松山 幸弘

高リスク脊椎手術における Tc-MEPs 波形導出不良例の検討 -日本脊椎脊髄病学会 多施設前向き研究-日本脊椎脊髄病学会 2020.9 神戸国際会議場: 神戸市  
船場 真裕, 寒竹 司, 藤原 靖, 川端 茂徳, 山田 圭, 吉田 剛, 岩崎 博, 高橋 雅人, 和

田 簡一郎, 谷口 慎一郎, 重松 英樹, 田所伸朗, 山本 直也, 今釜 史郎, 安藤 宗治, 松山 幸弘

頸椎症性脊髄症と頸椎後縦靭帯骨化症の術中モニタリング所見の検討 日本脊椎脊髄病学会モニタリングワーキンググループ多施設研究

日本整形外科学会学術集会総会 2020.5 Web 開催

船場 真裕, 寒竹 司, 藤原 靖, 川端 茂徳, 山田 圭, 吉田 剛, 岩崎 博, 高橋 雅人, 和田 簡一郎, 重松 英樹, 谷口 慎一郎, 松山 幸弘

頸椎症性脊髄症と頸椎後縦靭帯骨化症の術中モニタリング所見の比較 日本脊椎脊髄病学会モニタリング WG 多施設研究

第 50 回日本臨床神経生理学会学術大会. 京都. 2020 年 11 月 26 日-28 日. 高橋雅人, 里見和彦, 長谷川淳, 佐野秀仁, 長谷川雅一, 辻将明, 市村正一, 細金直文: 頸椎後縦靭帯骨化症における脊髄誘発電位の臨床的意義.

第 49 回日本脊椎脊髄病学会. 神戸. 2020 年 9 月 7 日-9 日. 高橋 雅人, 吉田

剛, 安藤宗治, 今釜 史郎, 川端茂徳, 山本 直也, 山田圭, 藤原 靖, 松山幸弘: 日本脊椎脊髄病学会モニタリングワーキンググループが策定した術中脊髄モニタリングアラームポイントの基準妥当性.

第 93 回日本整形外科学会学術総会. オンライン. 2020 年 6 月 11 日-8 月 31 日. 高橋 雅人, 吉田 剛, 安藤宗治, 今釜 史郎, 川端茂徳, 山田 圭, 寒竹司, 藤原 靖, 田所伸朗, 和田 簡一郎, 山本直也, 松山 幸弘: 日本脊椎脊髄病学会モニタリングワーキンググループが策定した術中脊髄モニタリングアラームポイントの基準妥当性.

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