

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調査研究

研究分担者 松山幸弘 浜松医科大学整形外科 教授

研究要旨

胸椎脊柱後縦靱帯骨化症に対する手術治療は神経合併症発生率が高率であるが、術中脊髄モニタリングによって、手術における“防ぎ得る麻痺”を、できる限り減らすことが可能となっている。我々は多施設前向き研究で、術中脊髄モニタリングの術中神経障害の予防効果、限界、今後の課題を調査した。今回は特に手術に伴う体位変換でのモニタリングの有用性について検討した。

A. 研究目的

胸椎後縦靱帯骨化症（胸椎 OPLL）手術における術中神経障害は非常に高率であると報告されている。日本脊椎脊髄病学会モニタリング WG の報告では体位変換後、展開時にすでに脊髄障害をきたしている可能性も指摘されている。今回我々は胸椎 OPLL 手術における体位変換前後の脊髄モニタリングを検討し、本モニタリングの有用性について検討した。

B. 研究方法

2015 年から 2020 年に日本脊椎脊髄病学会モニタリング委員会関連 14 施設において胸椎 OPLL に後方除圧固定術が施行された 145 例を対象とした。内 7 施設では体位変換前から経頭蓋末梢筋誘発電位 (Tc-MEPs) を開始し (A 群)、残る 7 施設では体位変換後から Tc-MEPs によるモニタリングが行われた (B 群)。腹臥位への体位変換後にモニタリングアラーム（ベースラインの 70% 以上の振幅低下）が生じた症例では再度仰臥位へ体位変換し再度モニタリングを施行した。

C. 研究結果

A, B 群はそれぞれ 83, 62 例で 2 群間に性別、年齢、BMI, 術前麻痺率に有意差を認めなかった。A, B 群で術後麻痺を生じた真陽性率は 8.4%、16.1% ( $p = 0.12$ ) であった。A 群では 5 例が体位変換後にアラームを生じ、これらは全例女性で高 BMI、また上位胸椎病変を有する症例であった（アラーム有りと無しの 2 群間検定；性別  $p=0.059$ 、BMI  $p=0.049$ 、高位  $p=0.006$ ）。3 例は頸胸椎の姿勢を調整しアラームが消失し手術が施行されたが、2 例では手術は延期され、1 週間後にハローベスト固定を行った後に手術が施行され麻痺は回避された。展開時のアラームは B 群が A 群に比べ高率であった ( $p = 0.033$ )。

D. 考察、

我々日本脊椎脊髄病学会モニタリング委員会は 2010 年より高リスク脊椎手術に対し多施設前向きでモニタリングの実態調査を行っている。2017 年 5 月に行った調査では全 2867 例の対象症例の内、頸椎 OPLL 622 例、胸椎 OPLL 249 例の症例で検討を行い、胸椎 OPLL では約 10% に神経合併症が生じており頸椎 OPLL (0.8%) の約 10 倍の神経障害の頻度であった。胸椎後縦靱帯骨化症では術前に麻痺を生じている場合が多く、

波形導出率の低下がしばしば問題になり、遠位筋モニタリングが有用である。また腹臥位へ体位変換後の Tc-MEP アラームは上位胸椎病変による脊髄障害の重要なサインであり、手術開始前に仰臥位で Tc-MEP s を測定し腹臥位で波形低下が無いことを確認することも重要である。術中波形悪化は、展開中・スクリュー刺入時・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。胸椎 OPLL の術後麻痺のリスクは徐々に解明されつつあるが、今後さらに脊髄モニタリングを使用してその発生機序について詳細な検討が必要であり、本研究は靭帯骨化症患者の予後を改善させる極めて有意義なものと考えられる。E. 結論

腹臥位へ体位変換後の Tc-MEP アラームは上位胸椎病変による脊髄障害の重要なサインであり、手術開始前に仰臥位で Tc-MEP s を測定し腹臥位で波形低下が無いことを確認することは、胸椎 OPLL 手術で術中脊髄障害を予防するのに極めて重要である。

#### 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

Yoshida G, Ushirozako H, Imagama S, Kobayashi K, Ando K, Ando M, Kawabata S, Yamada K, Kanchiku T, Fujiwara Y, Taniguchi S, Iwasaki H, Shigematsu H, Takatani T, Tadokoro N, Takahashi M, Wada K, Yamamoto N, Funaba M, Yasuda A, Hashimoto J, Morito S,

Tani T, Matsuyama Y. Transcranial Motor-evoked Potential Alert After Supine-to-Prone Position Change During Thoracic Ossification in Posterior Longitudinal Ligament Surgery: A Prospective Multicenter Study of the Monitoring Committee of the Japanese Society for Spine Surgery and Related Research. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2022 Jul 15;47(14):1018-1026

Yoshida G, Ushirozako H, Hasegawa T, Yamato Y, Yasuda T, Banno T, Arima H, Oe S, Mihara Y, Yamada T, Ide K, Watanabe Y, Ushio T, Matsuyama Y. Selective Angiography to Detect Anterior Spinal Artery Stenosis in Thoracic Ossification of the Posterior Longitudinal Ligament. *Asian Spine J*. 2022 Jun;16(3):334-342. doi:

Shigematsu H, Yoshida G, Morito S, Funaba M, Tadokoro N, Machino M, Kobayashi K, Ando M, Kawabata S, Yamada K, Kanchiku T, Fujiwara Y, Taniguchi S, Iwasaki H, Takahashi M, Wada K, Yamamoto N, Yasuda A, Ushirozako H, Hashimoto J, Ando K, Matsuyama Y, Imagama S. Current Trends in Intraoperative Spinal Cord Monitoring: A Survey Analysis among Japanese Expert Spine Surgeons. *Spine Surg Relat Res*. 2022 Oct 13;7(1):26-35.

Funaba M, Kanchiku T, Kobayashi K, Yoshida G, Machino M, Yamada K, Shigematsu H, Tadokoro N, Ushirozako H, Takahashi M, Yamamoto N, Morito S, Kawabata S, Fujiwara Y, Ando M, Taniguchi

S, Iwasaki H, Wada K, Yasuda A, Hashimoto J, Takatani T, Ando K, Matsuyama Y, Imagama S. The Utility of Transcranial Stimulated Motor-Evoked Potential Alerts in Cervical Spine Surgery Varies Based on Preoperative Motor Status. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2022 Dec 1;47(23):1659-1668.

Wada K, Imagama S, Matsuyama Y, Yoshida G, Ando K, Kobayashi K, Machino M, Kawabata S, Iwasaki H, Funaba M, Kanchiku T, Yamada K, Fujiwara Y, Shigematsu H, Taniguchi S, Ando M, Takahashi M, Ushirozako H, Tadokoro N, Morito S, Yamamoto N, Yasuda A, Hashimoto J, Takatani T, Tani T, Kumagai G, Asari T, Nitobe Y, Ishibashi Y. Comparison of intraoperative neuromonitoring accuracies and procedures associated with alarms in anterior versus posterior fusion for cervical spinal disorders: A prospective multi-institutional cohort study. *Medicine (Baltimore)*. 2022 Dec 9;101(49):e31846.

高橋雅人, 小林和克, 吉田剛, 重松英樹, 船場真裕, 森戸伸治, 町野正明, 山本直也, 安藤宗治, 川端徳茂, 山田圭, 岩崎博, 谷口慎一郎, 寒竹司, 藤原靖, 和田簡一郎, 安藤圭, 田所伸朗, 後迫宏紀, 安田明正, 橋本淳, 高谷恒徳, 谷俊一, 松山幸弘, 今釜史郎: 脊髄モニタリング False negative の検討. 日本脊椎脊髄病学会脊髄モニタリングワーキンググループ 5, 272 例の解析. *脊髄機能診断学* 43: 72-78, 2022.

高橋雅人: 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妥当性. *整形外科* 73: 1007-1011, 2022.

## 2. 学会発表

第 95 回日本整形外科学会学術総会. 2022 年 5 月 19-22 日. 神戸.

高橋雅人, 小林和克, 吉田 剛, 重松英樹, 船場真裕, 森戸伸治, 町野正明, 山本直也, 安藤宗治, 川端茂徳, 山田 圭, 岩崎 博, 谷口慎一郎, 寒竹 司, 藤原靖, 和田簡一郎, 安藤 圭, 田所伸朗, 後迫宏紀, 安田明正, 橋本 淳, 高谷恒範, 谷 俊一, 松山幸弘, 今釜史郎: 脊髄モニタリング False negative の検討—多機関共同研究 日本脊椎脊髄病学会脊髄モニタリングワーキンググループ 5, 272 例の解析—.

第 51 回日本脊椎脊髄病学会学術集会. 2022 年 4 月 21-23 日. 横浜.

高橋雅人, 小林和克, 吉田 剛, 重松英樹, 船場真裕, 森戸伸治, 町野正明, 山本直也, 安藤宗治, 川端茂徳, 山田 圭, 岩崎 博, 谷口慎一郎, 寒竹 司, 藤原靖, 和田簡一郎, 安藤 圭, 田所伸朗, 後迫宏紀, 安田明正, 橋本 淳, 高谷恒範, 谷 俊一, 松山幸弘, 今釜史郎: 脊髄モニタリング False negative の検討—多機関共同研究 日本脊椎脊髄病学会脊髄モニタリングワーキンググループ 5, 272 例の解析—.

第 43 回日本脊髄機能診断学会学術大会. 2022 年 2 月 5 日. 大阪 (Web).

高橋雅人、小林和克、吉田 剛、重松英樹、舩場真裕、森戸伸治、町野正明、山本直也、安藤宗治、川端茂徳、山田 圭、岩崎 博、谷口慎一郎、寒竹 司、藤原靖、和田簡一郎、安藤 圭、田所伸朗、後迫宏紀、安田明正、橋本 淳、高谷恒範、谷 俊一、松山幸弘、今釜史郎：脊髄モニタリング False negative の検討—多機関共同研究 日本脊椎脊髄病学会脊髄モニタリングワーキンググループ 5, 272 例の解析—。

第 51 回日本脊椎脊髄病学会 2022 年 4 月 21-23 日横浜 舩場真裕 寒竹司 小林和克 吉田剛 町野正明 山田圭 重松英樹 高橋雅人 田所伸朗 山本直也 森戸伸治 川端茂徳 藤原靖 安藤宗治 谷口慎一郎 岩崎博 和田簡一郎 安田明正 後迫宏紀 橋本淳 高谷恒範 安藤圭 松山幸弘 今釜史郎 術前高度麻痺症例は MEP による脊髄モニタリングの有用性が向上する～頸椎手術 2476 例からの JSSR モニタリング WG 多施設研究～

第 44 回脊髄機能診断学会 2023 年 2 月 4 日奈良 舩場真裕 寒竹司 小林 和克 吉田剛 町野正明 山田圭 重松英樹 高橋雅人 田所伸朗 山本直也 森戸伸治 川端茂徳 藤原靖 安藤宗治 谷口 慎一郎 岩崎博 和田簡一郎 安田明正 後迫宏紀 橋本淳 高谷恒範 安藤圭 松山幸弘 今釜史郎 術前筋力低下症例は MEP による脊髄モニタリングの有用性が高い～JSSR モニタリング委員会による胸椎手術 1156 例の前向き検討～

(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
2. 実用新案登録
3. その他