

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 3 年 5 月 28 日現在

機関番号：13901

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2020

課題番号：18K16621

研究課題名(和文)術後麻痺予防に向けた術中脊髄モニタリング波形解析と新規アラームポイントの策定

研究課題名(英文) Intraoperative spinal cord monitoring waveform analysis and formulation of new alarm points for postoperative paralysis prevention

研究代表者

小林 和克 (Kobayashi, Kazuyoshi)

名古屋大学・医学部附属病院・病院講師

研究者番号：00706294

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,500,000円

研究成果の概要(和文)：多施設前向きに検討可能であった脊椎脊髄手術3625例を調査した。Tc-MEP波形導出不良は73例(2.0%)みとめた。内訳は、ハイリスク手術(脊髄腫瘍、頸胸椎OPLL、脊柱変形)に有意に多く、特にOPLLで多い結果であった。高位別では胸椎手術で有意に多い結果であった。波形導出不良因子として、体重・BMI・胸椎手術・術前MMT3未満の重度麻痺あり・ハイリスク手術が有意差を有していた。多変量解析による波形導出不良のリスク因子として、胸椎手術および術前MMT3未満の重度麻痺が算出され、それぞれOdd比は2.12、5.39であった。術後麻痺に関する感度・特異度は、それぞれ98%・90%であった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

脊椎・脊髄手術は、危険な局面での手術が要求されることが多く、術中に生じる麻痺発生率も約2%と報告されている。一旦脊髄が損傷されるとその回復は極めて難しく、術後患者に与える肉体的、精神的、経済的負担は極めて大きい。故に、術中に脊髄損傷を未然に防ぐ安全な処置が望まれる。本研究成果の学術的意義として、術中に波形が変化する中で、どのタイミングで手術の進行を止めるのかのアラームポイントが未だ一定ではないことであった。Tc-MEPにおける波形悪化の詳細な検討とアラームポイント策定は、臨床現場での予期せぬ術後麻痺を一例でも多く減らせうの一助になりうる可能性がある。

研究成果の概要(英文)：Tc-MEPs are widely used for IONM, but some cases have poor waveform derivation, even in multichannel Tc-MEP monitoring. The subjects were 3,625 patients who underwent Tc-MEP monitoring during spinal surgery at 16 spine centers between April 2017 and March 2020. Baseline Tc-MEPs were recorded from the deltoid, abductor pollicis brevis, adductor longus, quadriceps femoris, hamstrings, tibialis anterior, gastrocnemius, and abductor hallucis (AH) muscles after surgical exposure of the spine. The 3,625 cases included cervical, thoracic, and lumbar lesions (50%, 33% and 17%, respectively) and had preoperative motor status of no motor deficit, and motor deficit with MMT 3 and MMT <3. High-risk surgery was performed in 1,540 cases (43%). There were 73 cases with poor baseline waveform derivation (2%), and this was significantly associated with higher body weight, body mass index, thoracic lesions, motor deficit of MMT <3, high-risk surgery, and surgery for OPLL.

研究分野：医歯薬学

キーワード：脊椎手術 脊髄モニタリング 多施設前向き研究 脊髄損傷

### 1. 研究開始当初の背景

術中脊髄機能モニタリングの目的は、電気生理学的手法を用いて脊髄機能を観察し、手術操作による神経系の障害、すなわち麻痺の発生を未然に防ぐことである。古くは wake up test として術中にハイリスクな操作が行われた直後に麻酔を覚醒させ、四肢の動きを観察することにより脊髄の機能障害を確認していた。しかし、この方法は厳密に言えば術中脊髄モニタリングとしての機能を満たしていない。

1980年代より脊椎・脊髄手術のモニタリングとして体性感覚誘発電位 (Somatosensory evoked potential: SSEP) が用いられるようになり、さらに 1990 年代に入り頭蓋上刺激 - 脊髄記録法 (spinal cord evoked potential after stimulation to the brain: Br-SCEP, D-wave) が運動路モニタリングとして用いられるようになってきた。その他、様々なモニタリングの手法が登場し、free running electromyography (EMG)、脊髄刺激- 脊髄記録法 (spinal cord evoked potential after stimulation to the spinal cord: Sp-SCEP)、頭蓋上刺激 - 四肢筋肉記録法 (Compound muscle action potential: CMAP) などが行われるようになった。特に CMAP は現在最も鋭敏なモニタリングとして位置づけられておりリアルタイムに的確に手術の侵襲度を表しており、これまでに、広くその有用性の報告はある。CMAP は感度・特異度共に 100% 近いことから、モニタリングの gold standard とされている。

一方で、CMAP におけるアラームポイントに関する報告は数多くされているが、いずれも麻痺を生じる前にアラームできているものではなく、術後麻痺を生じてしまうことも少なくない。これまでのアラームポイントに関する研究として、頭蓋を電気刺激し、四肢末梢から針電極を用いて術中にリアルタイムに電位波形を導出しており、波形が存在する間は脊髄麻痺が生じていないことを示唆しているが、術中に波形がアラームポイントに達すると、波形が回復するまで手術を中断するか、もしくは手術を中止せざるを得ない。諸家の報告では、Sala らは 波形 Amplitude (振幅) が平坦になったらアラームとする (Sala F et al. Neurosurgery 58:1129-1143, 2006)、報告、あるいは Amplitude (振幅) が正常時の 20% になったらアラームとする報告 (Danielle D et al. Spine 28: 1043-1050, 2003) などさまざまな報告があるが、未だアラームポイントに関して一定の見解はない。さらに 疾患毎の波形悪化の特性や、術中操作における波形回復・改善の検討についても、十分な検討は行われていない。

### 2. 研究の目的

上記により、術中脊髄モニタリングにおいては、安全な脊椎脊髄手術に向けて、波形変化のメカニズムの解明及び、新しいアラームポイント策定が必須といえる。これまでの同様の報告において、国内の多施設データ・アンケートを用いた検討がある。日本脊椎脊髄病学会研修施設および靱帯骨化症研究班施設の計 72 施設に送付されモニタリング総数 7158 例の後ろ向きデータ (2007-2011 年) によると、術中モニタリング波形悪化は、その前段階で波形 Morphology (形状・振幅の微細な変化・消失) が早期に発生すること、また波形振幅がコントロール波形の 30% 以下になった場合に、有意に術後麻痺が生じることが明らかになった[1]。一方で、われわれは、これまでに全国の関連施設におけるモニタリングの実態を把握すべく 前向きデータベースを構築してきた。2017 年～2019 年にかけて渉猟し得た前向きデータは 3000 超例であり、これにより施設間でばらつきのある刺激条件(刺激強度、刺激頻度)、手術麻酔環境(導入時・維持麻酔時の筋弛緩剤を含む麻酔薬量)を一定にした信頼性の高いデータを用いることで、質の高いエビデンスを有した検討が可能になると考える。本研究では、前向き検討を行うため、同データを用いることとした。

### 3. 研究の方法

2017-2019 年における日本脊椎脊髄病学会モニタリング WG 登録症例 3625 例を対象とした。本シリーズで検討した症例のうち、脊柱変形・髄内腫瘍・髄外腫瘍・OPLL については、ハイリスク手術と定義し、モニタリング・麻酔条件は図 1 の通り、モニタリング WG 推奨の条件とした。ベースライン波形の導出については、振幅が 5µV 以上とし[2]、下肢筋導出不良例を検討した。検討にあたり、(1) Tc-MEP モニタリングを行っていること、(2) 刺激条件・導出条件として図 1 に示した条件でモニタリングを施行した症例、(3) 術中及び術後最終波形が明確に記録されており、かつ導出筋それぞれの MMT (術前・術直後・最終調査時) が明記されている症例、を必須項目とした。除外項目として麻酔条件で吸入麻酔を使用している、または筋弛緩剤を維持麻酔として使用している症例は除外した。検討項目は以下とした。

① 患者関連因子

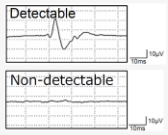
- ・年齢、性別、体重、BMI、基礎疾患、術前歩行能力

**図 1** Criteria for anesthesia, Br(E)-MsEP, and Baseline waveform

<p><b>■ Anesthesia</b></p> <p><b>Introduction</b>                  Propofol (3-4µg/ml)                  Fentanyl (2µg/kg)                  Vecuronium (0.12-0.16mg/kg)</p> <p><b>Control</b>                  Propofol (3µg/ml)                  Fentanyl (1µg/kg/hr)</p>	<p><b>■ Br(E)-MsEP</b></p> <p>5 train stimuli                  Interval of 2 msec                  200mA                  Filter of 50-1000Hz                  Recording time of 100 msec</p>
---	---

**■ Baseline waveform**

Detectable:  $\geq 5\mu V$ 以上



② 手術・モニタリング関連因子

・手術時間、出血量、手術高位、導出筋、コントロール波形導出の有無、波形悪化時の手技（レスキュー操作）、波形回復の有無とそのタイミング

③ 術後関連因子

・術後麻痺の有無

統計解析は、t検定・カイ2乗検定による検討と、ロジスティック回帰分析モデルを用い、波形導出不良リスク因子とHazard ratioを算出した。

4. 研究成果

3625例の全体における疾患の内訳を示す(図2)。ハイリスク手術は、全体の43%(1540例)を占め、多い順から脊柱変形、硬膜内髄外腫瘍、OPLL、髄内腫瘍であった。一方で、非ハイリスク手術は57%(2086例)を占めていた。詳細を図3に示す。高位は頸椎が50%、胸椎が33%、腰椎が17%を占めていた。術前に麻痺がなかったのは70%(2525例)、MMT3以上の麻痺は24%(866例)、一方でMMT3未満の重度麻痺は6%(234例)を占めていた。ベースライン波形における全筋導出不良症例は2%(73例)であった(図4)。ベースライン波形において全筋導出不良であった73例は、ハイリスク手術に有意に多く、内訳ではとくにOPLLで多い結果であった(図4)。高位別に分けた全筋導出不良の発生率は、MMT3以上の麻痺およびMMT3未満の重度麻痺いずれにおいても胸椎手術で有意に多い結果であった(図5)。

ベースライン波形の「全筋導出不可」および「波形導出あり」の2群に分けた検討では、体重・BMI・胸椎手術・術前MMT3未満の重度麻痺あり・ハイリスク手術が有意差を認めていた(図6)。さらに、多変量解析により、全筋導出不良のリスク因子として、胸椎手術および術前MMT3未満の重度麻痺が算出され、それぞれOdd比は2.12、5.39であった(図7)。さらに、術後麻痺に関する感度・特異度は、それぞれ98%・90%といずれも高い結果をみとめていた。

Tc-MEPは術中脊髄モニタリングとして広く使用され、術後の運動機能を評価する上で感度が高いことから、術後麻痺予防の有用なツールである。ただし、術前に重度の麻痺がある場合には、手術開始時のTc-MEP波形の導出不良がしばしば問題になる。特に脊髄腫瘍、OPLLなど高リスク脊椎手術においては、Tc-MEPのベースライン波形導出が困難になる可能性が高く、手術終了までの術中モニタリングの完遂が難しい。そのため、Tc-MEPにおけるベースライン波形導出不良についての詳細な検討が必要といえる。

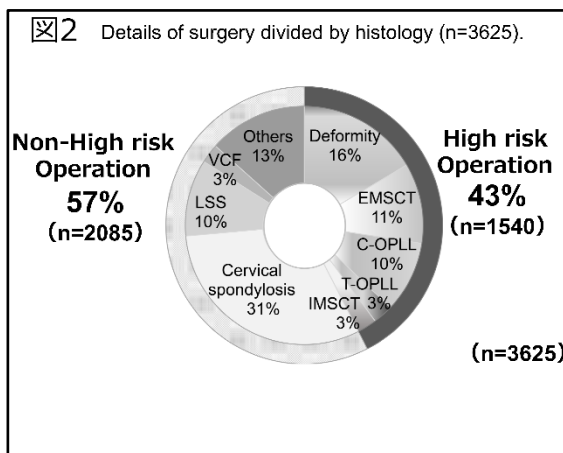
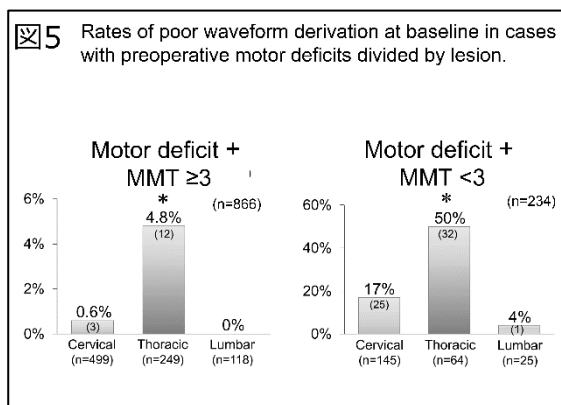
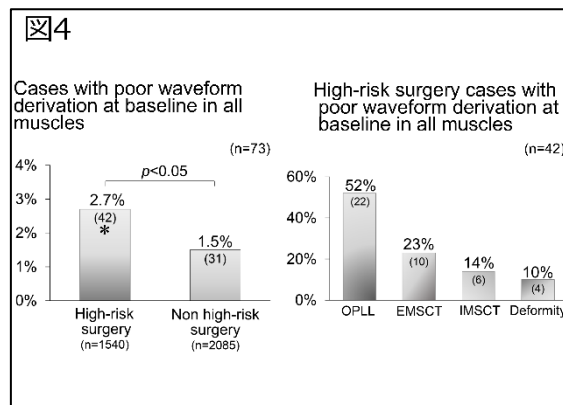


図3 Baseline characteristics of patients (n=3625).

Item	Value
Age, means (years)	60.1 ± 20.2
Range	4 - 95
Number of patients	
Male	48% (1739)
Female	52% (1886)
Height (m)	158.6 ± 11.0
Body weight (kg)	60.2 ± 15.2
Body mass index (kg/m <sup>2</sup> )	23.7 ± 4.5
Lesion	
Cervical	50% (1817)
Thoracic	33% (1194)
Lumbar	17% (614)
Preoperative motor status	
Without motor deficit	70% (2525)
Motor deficit + (MMT ≥ 3)	24% (866)
Motor deficit + (MMT < 3)	6% (234)
Baseline waveform	
Poor derivation cases *	2% (73)
Derivation cases **	98% (3552)

\* Poor waveform derivation in all muscles  
\*\* Waveform derivation in at least one muscle



全筋波形導出不良の割合は、2%(73例/3625例)であり、術前の重度運動麻痺は、脊髄脆弱性・易損性を反映していることから、ベースライン波形導出不良と有意な関連を認めていた。これまでの報告から術中波形悪化時のレスキュー操作として、手術関連による因子以外にも、麻酔深度の確認、温生食による脊髄保温、ステロイド使用、体温・血圧の上昇などが報告され[3-4]、一方でベースライン波形導出不良は、レスキュー操作による波形改善への評価が困難にもなりうる。波形導出不良の観点から、multi-channelによる検出やmulti-modalityを用いた導出法が有効といえる。

本シリーズでは、胸椎・胸髄レベルの病変部手術ではベースライン波形導出不良が最も多かった。胸髄レベルの特徴として、radiculomedullary arteries からの血流が分水嶺に相当するため、圧迫病変や外科的操作などの機械的刺激・損傷による血流低下を生じやすいことがあげられる[5]。重度脊髄障害を引き起こす可能性も高く、術後神経学的合併症のリスクも高い。また、髄内および髄外腫瘍切除、脊柱変形・矯正、OPLL における狭窄部除圧や矯正固定をはじめとする高度な手術操作も、術後神経障害のリスクといえる。とくに胸椎 OPLL では術前重度運動麻痺を生じていることが多く、ベースライン波形導出率も低かった報告が散見される[6]。重度な脊髄機能障害が、ベースライン波形に影響しうる報告もあり[7-9]、今回の結果を示唆する内容といえる。安全に脊椎脊髄手術を完遂するためにも、とくに胸椎・胸髄手術において術中脊髄モニタリングでの安定した波形導出が不可欠といえる。本研究における感度・特異度はいずれも 90%以上と高い結果であったことは、本アラームポイントの有効性を示す一助といえる。しかしながら、一例でも術後麻痺を防ぐ手法として、疾患毎のアラームポイント妥当性の検証も今後必要であるといえる。

**図6** Comparison of cases with poor derivation and those with derivation at baseline waveform.

Factor	Baseline waveform		P value
	Poor derivation * (n=73)	Derivation ** (n=3552)	
Age (years)	60.7±18.7	60.1±20.3	n.s.
Gender: Female	49% (36)	52% (1850)	n.s.
Height (m)	1.59±0.11	1.58±0.11	n.s.
Body weight (kg)	62.9±15.9	60.1±15.2	<0.05
Body mass index (kg/m <sup>2</sup> )	24.9±4.7	23.6±4.5	<0.05
<b>Lesion</b>			
Cervical	38.4% (28)	50.4% (1789)	
Thoracic	60.3% (44) †	32.4% (1150)	<0.05 †
Lumbar	1.4% (1)	17.2% (613)	
<b>Motor deficit †</b>			
MMT ≥3	1.7% (15)	98.3% (851)	
MMT <3	24.7% (58) ††	75.2% (176)	<0.01††
<b>High-risk spinal surgery</b>	58% (42)	42% (1498)	<0.01

\* Poor waveform derivation in all muscles  
 \*\* Waveform derivation in at least one muscle  
 † Thoracic lesions were significantly more frequent in poor derivation cases  
 †† Cases with MMT<3 were significantly more frequent in poor derivation cases

**図7** Risk factors for poor waveform derivation in all muscles using a multivariate logistic model.

Variables	Odds Ratio	95% CI	p
Thoracic lesion	2.12	1.25-3.60	<0.01
Motor deficit with MMT<3	5.39	3.01-9.39	<0.01

## <引用文献>

1. 伊藤全哉ら. 術中アラームポイントの策定及び総括 脊椎脊髄病学会モニタリング委員会による多施設調査. 脊髄機能診断学 33:1, 116-123. 2012.
2. Muramoto A, Imagama S, Ito Z, et al. The cutoff amplitude of transcranial motor evoked potentials for transient postoperative motor deficits in intramedullary spinal cord tumor surgery. Spine. 39:E1086-1094, 2014.
3. Yoshida G, Ando M, Imagama S, et al. Alert timing and corresponding intervention with intraoperative spinal cord monitoring for high-risk spinal surgery. Spine. 44:E470-479, 2019.
4. Imagama S, Ando K, Takeuchi K, et al. Perioperative complications after surgery for thoracic ossification of posterior longitudinal ligament: a nationwide multicenter prospective study. Spine. 43:E1389-1397, 2018.
5. Ghobrial GM, Williams KA Jr., Arnold P, et al. Iatrogenic neurologic deficit after lumbar spine surgery: a review. Clin Neurol Neurosurg. 139:76-80, 2015.
6. Kobayashi K, Ando K, Tsushima M, et al. Characteristics of multi-channel Br(E)-MsEP waveforms for the lower extremity muscles in thoracic spine surgery: comparison based on preoperative motor status. Eur Spine J. 28:484-91, 2019.
7. Yamada K, Matsuyama Y, Kobayashi S, et al. Evaluation of the alarm criteria for transcranial electrical stimulation muscle evoked potential in spinal deformity surgery: multi-institution survey by the spinal cord monitoring committee of the Japanese society for spine surgery and related research. J Spine Res. 6:1354-1362, 2015.
8. Muramoto A, Imagama S, Ito Z, et al. The cutoff amplitude of transcranial motor-evoked potentials for predicting postoperative motor deficits in thoracic spine surgery. Spine. 38:E21-27, 2013.
9. Ito Z, Matsuyama Y, Ando M, et al. What is the best multimodality combination for intraoperative spinal cord monitoring of motor function? A multicenter study by the Monitoring Committee of the Japanese Society for Spine Surgery and Related Research. Global Spine J. 6:234-241, 2016.



5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計10件（うち査読付論文 10件／うち国際共著 4件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Kobayashi K, Ando K, Machino M, Ota K, Morozumi M, Tanaka S, Kanbara S, Ito S, Ishiguro N, Imagama S	4. 巻 180
2. 論文標題 Optimal stimulation intensity for Br(E)-MsEP waveform derivation at baseline in pediatric spinal surgery.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Clin Neurol Neurosurg.	6. 最初と最後の頁 74-78
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.clineuro.2019.03.005.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Kobayashi K, Ando K, Tsushima M, Machino M, Ota K, Morozumi M, Tanaka S, Kanbara S, Ishiguro N, Imagama S	4. 巻 28
2. 論文標題 Characteristics of multi-channel Br(E)-MsEP waveforms for the lower extremity muscles in thoracic spine surgery: comparison based on preoperative motor status.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Eur Spine J.	6. 最初と最後の頁 484-491
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s00586-018-5825-4.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Ando K, Kobayashi K, Machino M, Ota K, Morozumi M, Tanaka S, Ishiguro N, Imagama S	4. 巻 29
2. 論文標題 Wave changes in intraoperative transcranial motor-evoked potentials during posterior decompression and dekyphotic corrective fusion with instrumentation for thoracic ossification of the posterior longitudinal ligament.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Eur J Orthop Surg Traumatol	6. 最初と最後の頁 1177-1185
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s00590-019-02435-1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Ando K, Kobayashi K, Ito K, Tsushima M, Morozumi M, Tanaka S, Machino M, Ota K, Nishida Y, Ishiguro N, Imagama S	4. 巻 16
2. 論文標題 Wave Change of Intraoperative Transcranial Motor-Evoked Potentials During Corrective Fusion for Syndromic and Neuromuscular Scoliosis.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Oper Neurosurg	6. 最初と最後の頁 53-58
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1093/ons/opy045.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Kobayashi Kazuyoshi, Ando Kei, Shinjo Ryuichi, Ito Kenyu, Tsushima Mikito, Morozumi Masayoshi, Tanaka Satoshi, Machino Masaaki, Ota Kyotaro, Ishiguro Naoki, Imagama Shiro	4. 巻 43
2. 論文標題 Evaluation of a Combination of Waveform Amplitude and Peak Latency in Intraoperative Spinal Cord Monitoring	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 SPINE	6. 最初と最後の頁 1231 ~ 1237
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1097/BRS.00000000000002579	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kobayashi Kazuyoshi, Ando Kei, Shinjo Ryuichi, Ito Kenyu, Tsushima Mikito, Morozumi Masayoshi, Tanaka Satoshi, Machino Masaaki, Ota Kyotaro, Ishiguro Naoki, Imagama Shiro	4. 巻 29
2. 論文標題 A new criterion for the alarm point using a combination of waveform amplitude and onset latency in Br(E)-MSEP monitoring in spine surgery	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Neurosurgery: Spine	6. 最初と最後の頁 435 ~ 441
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3171/2018.3.SPINE171348	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kobayashi Kazuyoshi, Ando Kei, Yagi Hideki, Ito Kenyu, Tsushima Mikito, Morozumi Masayoshi, Tanaka Satoshi, Machino Masaaki, Ota Kyotaro, Matsuyama Yukihiko, Ishiguro Naoki, Imagama Shiro	4. 巻 12
2. 論文標題 Efficacy of Anal Needle Electrodes for Intraoperative Spinal Cord Monitoring with Transcranial Muscle Action Potentials	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Asian Spine Journal	6. 最初と最後の頁 662 ~ 668
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.31616/asj.2018.12.4.662	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kazuyoshi Kobayashi, Kei Ando, Hiroaki Nakashima, Masaaki Machino, Shunsuke Kanbara, Sadayuki Ito, Taro Inoue, Hiroyuki Koshimizu, Hidetoshi Yamaguchi, Shiro Imagama	4. 巻 84
2. 論文標題 Poor derivation of Tc-MEP baseline waveforms in surgery for ventral thoracic intradural extramedullary tumor: Efficacy of use of the abductor hallucis in cases with a preoperative non-ambulatory status	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Clinical Neuroscience	6. 最初と最後の頁 60-65
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jocn.2020.11.045	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kobayashi K, Imagama S, Ando K, Yoshida G, Ando M, Kawabata S, Yamada K, Kanchiku T, Fujiwara Y, Taniguchi S, Iwasaki H, Shigematsu H, Tadokoro N, Takahashi M, Wada K, Yamamoto N, Funaba M, Yasuda A, Ushirozako H, Hashimoto J, Morito S, Takatani N, Tani T, Matsuyama Y	4. 巻 -
2. 論文標題 Characteristics of cases with poor Tc-MEP baseline waveform derivation in spine surgery: A prospective multicenter study of the Monitoring Committee of the Japanese Society for Spine Surgery and Related Research	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 SPINE	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 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.	4. 巻 46
2. 論文標題 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	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 SPINE	6. 最初と最後の頁 268-276
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1097/BRS.0000000000003774.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計8件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 小林 和克, 今釜 史郎, 安藤 圭, 町野 正明, 田中 智史, 両角 正義, 神原 俊輔, 伊藤 定之, 井上 太郎, 石黒 直樹
2. 発表標題 胸椎手術における術前motor statusからみた波形導出率の検討
3. 学会等名 第49回日本臨床神経生理学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小林 和克, 今釜 史郎, 安藤 圭, 町野 正明, 田中 智史, 両角 正義, 神原 俊輔, 伊藤 定之, 井上 太郎, 石黒 直樹
2. 発表標題 胸椎手術における術前麻痺と脊髄モニタリング波形導出率-下肢筋毎に分けた検討-
3. 学会等名 第40回脊髄機能診断研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小林和克、今釜史郎、安藤圭、伊藤研悠、都島幹人、両角正義、田中智史、町野正明、大田恭太郎、西田佳弘、石黒直樹
2. 発表標題 小児脊椎手術におけるTc-MsEP刺激強度の検討
3. 学会等名 脊髄機能診断研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小林 和克, 今釜 史郎, 松山 幸弘, 安藤 宗治, 山田 圭, 吉田 剛, 小林 祥, 川端 茂徳, 高橋 雅人, 藤原 靖, 田所 伸朗, 和田 簡一郎, 寒竹 司, 山本 直也, 谷 俊一
2. 発表標題 胸椎OPLL手術における術中脊髄モニタリング波形悪化因子の検討 2018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多施設前向き研究
3. 学会等名 日本脊椎脊髄病学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小林 和克, 今釜 史郎, 安藤 圭, 伊藤 研悠, 都島 幹人, 両角 正義, 田中 智史, 町野 正明, 大田 恭太郎, 西田 佳弘, 石黒 直樹
2. 発表標題 胸椎手術における術前麻痺と脊髄モニタリング波形導出率 下肢筋ごとの検討
3. 学会等名 日本整形外科学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小林 和克, 今釜 史郎, 吉田 剛, 安藤 宗治, 谷口 慎一郎, 岩崎 博, 川端 茂徳, 山田 圭, 藤原 靖, 和田 簡一郎, 松山 幸弘
2. 発表標題 高リスク脊椎手術におけるTc-MEPs波形導出不良例の検討
3. 学会等名 第49回 日本脊椎脊髄病学会
4. 発表年 2020年



1. 発表者名 小林 和克, 今釜 史郎, 安藤 圭, 中島 宏彰, 町野 正明, 両角 正義, 神原 俊輔, 伊藤 定之, 井上 太郎, 山口 英敏, 小清水 宏行, 石黒 直樹
2. 発表標題 胸髄腫瘍における腫瘍局在からみたBr(E)-MsEP波形の特性
3. 学会等名 第49回 日本脊椎脊髄病学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小林 和克, 今釜 史郎, 安藤 圭, 町野 正明, 大田 恭太郎, 田中 智史, 両角 正義, 神原 俊輔, 伊藤 定之, 石黒 直樹
2. 発表標題 胸椎手術における術前麻痺と脊髄モニタリング波形導出率 下肢筋毎に分けた検討
3. 学会等名 第41回 脊髄機能診断研究会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 小林 和克, 今釜 史郎, 安藤 圭, 石黒 直樹	4. 発行年 2019年
2. 出版社 金原出版	5. 総ページ数 521-528
3. 書名 【脊椎脊髄外科の最近の進歩】各種疾患に対する治療法・モダリティ 術中脊髄機能モニタリング(解説/特集): 整形・災害外科	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関