



MEDICINA

Published By

Medicina, Fakultas Kedokteran Universitas Udayana

## Monitoring neurofisiologis pada *Adolescent Idiopathic Scoliosis* yang menjalani operasi koreksi deformitas

DOAJ  
DIRECTORY OF  
OPEN ACCESS  
JOURNALS

CrossMark

Teresa Wilfrida Mangkung<sup>1\*</sup>, IB Krisna Jaya Sutawan<sup>2</sup>, Tjok GA Senapathi<sup>2</sup>,  
I Made Wiryana<sup>3</sup>

### ABSTRACT

Scoliosis is structure deformity of vertebrae that is diagnosed based on measurement of major curve of the vertebrae. Adolescents Idiopathic Scoliosis (AIS) is the most common type of scoliosis. One of the management of scoliosis is surgery. The main goal of surgery is to prevent progressivity of scoliosis by spinal arthrodesis or fusion of the scoliosis vertebrae. One of the risk of this surgery is nerve damage that need close monitoring intraoperatively to prevent the damage. Female, 17 year old was diagnosed with AIS in thoracolumbal with Cobb angle 80° in the thoracal section and Cobb angle 90° in the lumbal section. She had deformity correction under general anesthesia. Neurophysiologic monitoring during surgery was somatosensory evoked potentials (SSEP) and motor evoked potential (MEP). These monitoring was used to prevent nerve damage due to spinal cord injury. Spinal cord injury could happen when pedicle screw was inserted and during rotation to correct the vertebrae's angle.

**Keywords:** scoliosis, idiopathic, deformity correction, neurophysiologic monitoring.

**Cite This Article:** Mangkung, T.W., Sutawan, I.B.K.J., Senapathi, T.G.A., Wiryana, I.M. 2021. Monitoring neurofisiologis pada *Adolescent Idiopathic Scoliosis* yang menjalani operasi koreksi deformitas. *Medicina* 52(1): 1-5. DOI: 10.15562/medicina.v52i1.1029

### ABSTRAK

Skoliosis adalah deformitas struktur dari tulang belakang dengan dasar pengukuran kurva mayor sebagai penentu deformitas. *Adolescents Idiopathic Skoliosis* (AIS) adalah bentuk paling umum dari skoliosis. Salah satu manajemen dari skoliosis adalah melalui tindakan pembedahan. Tujuan utama pembedahan pada skoliosis adalah untuk mencegah progresivitas dari skoliosis dengan artrodesis spinal atau fusi dari regio tulang belakang yang mengalami skoliosis, sedangkan tindakan pembedahan sendiri memiliki risiko terjadinya kerusakan saraf. Oleh karena itu dibutuhkan suatu monitoring yang dapat digunakan untuk mendeteksi kerusakan tersebut intraoperative sehingga dapat dicegah kerusakan yang lebih lanjut atau permanen. Perempuan, 17 tahun dengan diagnosis *Adolescence Idiopathic Scoliosis* torakolumbal dengan sudut Cobb torakalis 80° dan sudut Cobb lumbalis 90° dilakukan tindakan *koreksi deformitas* dengan pembiusan umum. Durante operasi dilakukan monitoring neurofisiologis dengan *somatosensory evoked potentials* (SSEP) dan *motor evoked potential* (MEP). Kedua monitoring ini bertujuan mencegah terjadinya kerusakan saraf akibat cedera pada medula spinalis saat dilakukan pemasangan *pedicle screw* dan rotasi untuk mengkoreksi sudut dari tulang belakang.

**Kata kunci:** skoliosis, idiopatik, koreksi deformitas, monitoring neurofisiologis.

**Sitasi Artikel ini:** Mangkung, T.W., Sutawan, I.B.K.J., Senapathi, T.G.A., Wiryana, I.M. 2021. Monitoring neurofisiologis pada *Adolescent Idiopathic Scoliosis* yang menjalani operasi koreksi deformitas. *Medicina* 52(1): 1-5. DOI: 10.15562/medicina.v52i1.1029

<sup>1</sup>Residen Departemen/KSM Ilmu Anestesi dan Terapi Intensif Fakultas Kedokteran Universitas Udayana

<sup>2</sup>Spesialis Konsultan Departemen/KSM Ilmu Anestesi dan Terapi Intensif Fakultas Kedokteran Universitas Udayana

<sup>3</sup>Profesor Spesialis Konsultan Departemen/KSM Ilmu Anestesi dan Terapi Intensif Fakultas Kedokteran Universitas Udayana

\*Korespondensi:

Teresa Wilfrida Mangkung;  
Residen Departemen/KSM Ilmu Anestesi dan Terapi Intensif Fakultas Kedokteran Universitas Udayana;  
teresa.wilfrida@gmail.com

Diterima: 06-05-2020

Disetujui: 06-07-2021

Diterbitkan: 01-04-2021

## PENDAHULUAN

Skoliosis didefinisikan sebagai deformitas struktur dari tulang belakang dengan dasar pengukuran kurva mayor sebagai penentu deformitas.<sup>1,2</sup> Pengukurannya menggunakan metode Cobb dan didapatkan sudut Cobb. Diagnosis skoliosis ditegakkan jika didapatkan sudut Cobb  $>10^\circ$ . Selain itu pasien juga disertai dengan tubuh dan ekstremitas yang tidak simetris. *Adolescents Idiopathic Scoliosis* (AIS) adalah bentuk paling umum dari skoliosis, kondisi ini dimulai pada awal masa pubertas dengan persentase 1-4% dari remaja dan lebih banyak dialami oleh perempuan. Skoliosis idiopatik tidak memiliki etiologi yang jelas, berbeda dengan skoliosis yang dikarenakan kongenital, neuromuskular atau tipe lainnya yang sudah memiliki mekanisme yang jelas. AIS diklasifikasikan berdasarkan beberapa kriteria termasuk usia saat onset dan lokasi dari kurva maksimal tulang belakang.<sup>1</sup>

Salah satu manajemen dari skoliosis adalah melalui tindakan pembedahan. Tujuan utama pembedahan pada skoliosis adalah untuk mencegah progresi dari skoliosis dengan artrodesis spinal atau fusi dari regio tulang belakang yang mengalami skoliosis. Pembedahan dilakukan pada pasien yang memiliki risiko peningkatan progresivitas dari kurva selama usia dewasa, pasien dengan sudut Cobb pada foto posteroanterior  $>40-45^\circ$  di regio torakolumbal dan  $>50^\circ$  di regio torakalis.<sup>1</sup>

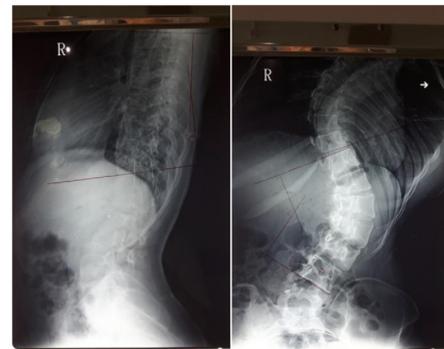
Pembedahan pada tulang belakang dilakukan dengan posisi *prone* memiliki beberapa risiko, seperti peningkatan risiko *postoperative visual loss* (POVL), gangguan hemodinamik, dan kerusakan saraf. Gangguan hemodinamik dapat terjadi saat akan dilakukan tindakan anestesi, setelah pasien diposisikan *prone*, selama tindakan operasi pada tulang belakang. Hal ini dikarenakan penurunan curah jantung dan tekanan darah arterial.<sup>3</sup> Gangguan hemodinamik berupa hipotensi biasanya dikarenakan terjadinya perdarahan yang masif durante operasi, namun pada beberapa kasus, hipotensi masih dapat terjadi pada pasien tanpa perdarahan. Kerusakan saraf yang timbul setelah tindakan operasi merupakan hal yang sangat disayangkan untuk terjadi. Oleh karena itu dibutuhkan suatu monitoring

dapat digunakan untuk mendeteksi kerusakan tersebut intraoperatif sehingga dapat dicegah kerusakan yang lebih lanjut atau permanen seperti *wake up test* dan monitoring neurofisiologis.

Untuk monitoring saraf tulang belakang, durante operasi dapat dilakukan *wake up test*. Tes ini dikerjakan dengan mengurangi anestesi hingga titik tertentu selama tindakan dan menilai kemampuan pasien dalam mengikuti perintah.<sup>2,4,5,6</sup> Teknik monitoring lain yang dapat dipilih adalah monitoring neurofisiologis yang dapat mendeteksi secara cepat kelainan neurologis selama tindakan pembedahan sehingga dapat mencegah terjadinya kerusakan dan menghindari terjadinya sekuele.<sup>6</sup> Beberapa monitoring neurofisiologis yang digunakan seperti *somatosensory evoked potential* (SSEP) dan *motor evoked potential* (MEP). Ketika digunakan bersamaan, SSEP dan tce-MEP dapat digunakan untuk penilaian sekuensial dari sensoris kolumna dorsalis dan motorik kolumna ventralis.<sup>5</sup>

## LAPORAN KASUS

Perempuan, 17 tahun dengan diagnosis *Adolescence Idiopathic Scoliosis*. Pasien datang sadar untuk rencana operasi koreksi skoliosis. Awalnya pasien merasa jalan tidak seimbang karena kaki dirasakan lebih panjang di satu sisi dan terasa seperti ada benjolan pada punggung saat SMP. Nyeri punggung dirasakan saat berjalan. Pasien kemudian berobat ke dokter orthopedi dan dinyatakan skoliosis, saat itu pasien sudah disarankan untuk operasi, namun pasien belum mau. Pasien kemudian kembali berobat ke dokter orthopedi dan menjalani fisioterapi sejak bulan september 2016 di RSUP Sanglah. Saat ini keluhan nyeri punggung dirasakan berkurang. Nyeri terutama dirasakan saat berjalan jauh dan membaik setelah pasien berbaring. Pasien juga merasakan kesemutan pada kedua ekstremitas jika duduk dengan kedua kaki dilipat. Kelemahan pada ekstremitas dan sesak nafas disangkal. Pasien seorang pelajar yang mampu melakukan aktivitas sehari-hari tanpa keluhan sesak nafas dan nyeri dada. Riwayat alergi obat dan makanan tidak ada. Riwayat diabetes mellitus, penyakit jantung ataupun asma tidak ada. Riwayat operasi benjolan di leher

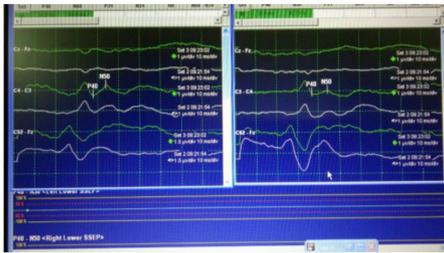


**Gambar 1.** Rontgen Torakolumbal Pre-operasi

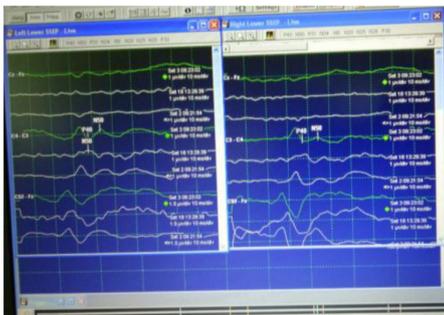
kiri belakang, 1 tahun yang lalu di RSAD Denpasar dengan GA tanpa komplikasi. Kebiasaan merokok dan minum alkohol disangkal

Pada pemeriksaan fisik didapatkan berat badan 52 kg, tinggi badan 160 cm dengan BMI 20.3 kg/m<sup>2</sup>. Pasien dalam kondisi compos mentis. Pada pemeriksaan paru didapatkan frekuensi nafas 16 kali permenit, dari auskultasi didapatkan vesikular pada kedua lapang paru, rhonki dan wheezing tidak ada, saturasi oksigen perifer 99% *room air*, tes sabrazes  $>20$  detik. Pemeriksaan kardiovaskular didapatkan tekanan darah 110/80 mmHg, nadi 82 kali permenit, dengan bunyi jantung 1 dan 2 tunggal, reguler, murmur tidak ada. Pemeriksaan abdomen, urogenital dalam batas normal. Pada muskuloskeletal didapatkan fleksi defleksi leher baik, Mallampati II, dengan kekuatan motorik normal, dan tidak ada kelainan sensorik.

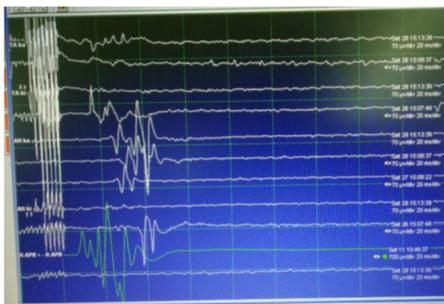
Pemeriksaan penunjang pada pasien ini dilakukan pemeriksaan darah lengkap, kimia klinik, faal hemostasis, analisa gas darah, rontgen standar skoliosis, dan *CT Scan* torakolumbal. Hasil pemeriksaan darah lengkap, kimia klinik, dan faal hemostasis dalam batas normal. Analisa gas darah dilakukan pada suhu tubuh 36.5°C, laju respirasi 16 kali/menit, SpO<sub>2</sub> 99% *room air* didapatkan dalam batas normal (pH 7.38, pCO<sub>2</sub> 37.8 mmHg, pO<sub>2</sub> 98.7 mmHg, BE -3.5 mmol/L, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> 21.7 mmol/L, SO<sub>2</sub>c 97.4%, TCO<sub>2</sub> 22.8 mmol/L, Na 142 mmol/L, K 3.51 mmol/L, Cl 108 mmol/L). Rontgen Standar Skoliosis didapatkan skoliosis torakolumbal (Sudut Cobb torakalis 80° dan sudut Cobb lumbalis 90° (Gambar 1). *CT Scan* torakolumbal didapatkan skoliosis



a. SSEP baseline



b. SSEP pasca-traksi



c. MEP durante operasi

**Gambar 2.** Monitoring Neurofisiologis Durante Operasi

torakalis dengan konveksitas ke kanan serta skoliosis lumbalis kompensator dengan konveksitas ke kiri. Pasien dengan status fisik ASA I.

Pasien dilakukan tindakan koreksi deformitas dengan teknik pembiusan umum. Sebelum induksi, dilakukan pemasangan *artery line* untuk monitoring hemodinamik dan 2 akses vena dengan *bore* besar. Induksi dilakukan dengan propofol TCI mode Schneider dengan *target effect* 2-3 mcg/ml. Agen analgetik menggunakan fentanyl 1 mcg/kg dan pelumpuh otot dengan atracurium 0.6 mg/kg. Selama tindakan induksi dan intubasi tidak terjadi komplikasi. Pemeliharaan anestesi dengan propofol TCI mode schneider *target effect* 1-3 mcg/ml, analgetik durante operasi dengan

fentanyl drip 0.03-0.1 mcg/kgBB/menit, dan diberikan atracurium intermiten 0.1 mg/kgBB tiap 45 menit. Durante operasi pasien diberikan asam traneksamat 1000 mg IV. Selama operasi hemodinamik pasien stabil dengan tekanan darah 100-133/65-82 mmHg, nadi 78-102 kali/menit, laju napas 12-16 kali/menit, SpO<sub>2</sub> 99-100%. Tindakan operasi dikerjakan dalam posisi *prone* selama 7 jam 25 menit. Cairan masuk selama operasi sebanyak 3700 ml kristaloid, 1000 ml koloid, dan transfusi *packed red cell* 750 ml. Perdarahan yang terjadi sekitar 3000 ml dengan urine output 1.3 ml/kg/jam.

Monitoring neurofisiologis dilakukan dengan SSEP dan MEP dengan meletakkan elektroda SSEP *lower* pada nervus tibialis kanan dan kiri. SSEP *upper* diletakkan pada nervus medianus kanan dan kiri. Sedangkan elektroda MEP diletakkan pada otot abduktor policis brevis, tibialis anterior, abduktor halucis. Monitoring dimulai sebelum dilakukan rotasi dari tulang belakang sebagai dasar dari amplitudo dan *latency* hingga proses rotasi dari tulang belakang selesai dilakukan (Gambar 2a). Dari pemeriksaan didapatkan tidak adanya perubahan yang signifikan dari amplitudo dan *latency* sehingga kemungkinan terjadinya kerusakan pada saraf dapat dikatakan tidak ada (Gambar 2b dan 2c).

Perawatan pascaoperasi pasien dirawat di ruang intensif dengan bantuan ventilator (Spontan CPAP, PS 10, PEEP 5, FiO<sub>2</sub> 50%). Analgetik pascaoperasi diberikan fentanyl 300 mcg/24 jam dan parasetamol 1000 mg tiap 8 jam. Ekstubasi dilakukan di ruang intensif.

Pascaoperasi hari pertama, pasien mengalami nyeri ringan dengan VAS diam 0 dari 100 milimeter dan VAS bergerak 30 dari 100 milimeter. Hemodinamik pasien stabil dengan kekuatan motorik dan sensorik normal pada keempat ekstremitas. Pascaoperasi dilakukan pemeriksaan darah lengkap, analisa gas darah, dan faal hemostasis di ruang intensif dan didapatkan hasil pemeriksaan dalam batas normal. Rontgen torakolumbal dilakukan kembali untuk evaluasi pascatindakan (Gambar 3). Pasien menjalani perawatan di ruang intensif selama 3 hari dan diperbolehkan pulang 9 hari pascaoperasi dengan mobilisasi menggunakan eksternal



**Gambar 3.** Rontgen Torakolumbal pascaoperasi

*support* sebagai bagian dari fisioterapi pascaoperasi.

## DISKUSI

*Adolescent Idiopathic Scoliosis* (AIP) adalah tipe paling umum dari skoliosis. Kondisi ini dimulai pada masa awal pubertas pada 1-4% remaja dan sebagian besar perempuan. Sebagian besar pasien dengan AIS jarang yang memiliki gejala dan biasanya mencari pengobatan setelah ditemukan AIS saat dilakukan *screening*. Mayoritas keputusan terapi dari AIS ditentukan berdasarkan derajat dari kurvatura tulang belakang dan progresivitasnya. Progresivitas dari kurvatura lebih mungkin terjadi pada pasien dengan tulang imatur dan ukuran kurvatura yang besar walaupun sudah mengalami maturitas. Kurvatura dengan apeks torakalis dan sudut Cobb >50° memiliki prevalensi tertinggi mengalami progresivitas.<sup>1</sup> Fungsi paru menjadi satu-satunya gejala yang konsisten dengan ukuran dari kurvatura AIS.<sup>2</sup> Pasien dengan sudut Cobb >50° berhubungan dengan penurunan kapasitas vital paru dan nafas yang pendek namun cepat. Tindakan operasi menjadi pilihan jika sudut Cobb pada rontgen posteroanterior >40-45° di regio torakolumbal atau >50° di regio torakal. Tujuan utama dilakukan tindakan operasi adalah untuk mencegah progresivitas dengan dilakukan artrodesis atau fusi dari regio tulang belakang yang berkaitan. Tujuan dari spinal artrodesis atau fusi adalah untuk mencegah konsekuensi jangka panjang seperti nyeri, penurunan kapasitas paru, mengurangi deformitas, dan mengembalikan sudut

tulang belakang.<sup>1</sup>

Pada kasus, pasien perempuan, 17 tahun, diketahui mengalami skoliosis sejak SMP. Saat itu pasien sudah mengalami keluhan berupa nyeri di punggung dengan jalan yang dirasakan tidak seimbang. Pada saat akan dilakukan foto rontgen, diketahui sudut Cobb dari tulang belakang pasien 80° pada torakal dan 90° pada lumbal. Jika dibandingkan dengan teori, pasien dengan sudut Cobb >50° akan mengalami penurunan kapasitas paru dengan nafas yang pendek dan cepat, namun pada pasien tidak ditemukan adanya kondisi takipneu dan pasien dapat melakukan aktivitas sehari-hari tanpa keluhan. Untuk kapasitas fungsi paru tidak dapat ditentukan karena tidak dilakukannya pemeriksaan spirometri saat itu, namun dari pemeriksaan tes sabrazes didapatkan hasil > 20 detik. Tindakan operasi yang dilakukan sudah sesuai dengan teori yaitu dilakukan pada pasien dengan sudut Cobb > 40-50° untuk mencegah progresivitas yang dapat memperberat keluhan pasien.

Tindakan pembedahan tulang belakang termasuk tindakan pembedahan mayor yang membutuhkan persiapan yang lengkap. Pada persiapan pra operasi dilakukan pemeriksaan tes fungsi paru dengan spirometri, analisa gas darah, dan penilaian dari dokter jantung jika ditemukan adanya kelainan jantung.<sup>2,4</sup> Tindakan pembedahan pada skoliosis dengan pendekatan posterior, pasien akan diletakkan dalam posisi *prone* atau posisi *knee-elbow*. Oleh karena itu disarankan untuk menggunakan pipa endotrakeal yang memiliki pelindung sehingga tidak mudah kinking atau berubah posisi saat pasien diletakkan dalam posisi *prone*.<sup>2</sup> Pemeliharaan anestesi dapat menggunakan regimen yang dapat mengontrol tekanan darah, menyeimbangkan kebutuhan untuk perfusi medula spinalis dengan kebutuhan untuk memberikan lapangan operasi yang bersih. Perdarahan biasanya minimal kecuali dilakukan laminektomi yang luas dan dilakukan fusi, persiapan darah harus dilakukan. Jika tindakan akan membutuhkan waktu yang panjang dengan risiko terjadinya hipotensi dibutuhkan pengawasan yang invasif seperti pemasangan *artery line*, kateter urine, dan kateter vena sentral.<sup>4</sup> Untuk monitoring saraf tulang belakang, *durante*

operasi dapat dilakukan *wake up test*. Teknik ini hanya dapat menilai kondisi pada saat itu sehingga kemungkinan terjadinya cedera tulang belakang masih dapat terjadi.<sup>2,4,5,6</sup> Teknik monitoring lain yang dapat dikerjakan adalah menggunakan *Somatosensory evoked potentials* (SSEP) yang dapat memberikan gambaran secara terus menerus selama operasi. SSEP menunjukkan aktivitas listrik yang menunjukkan aktivasi dari struktur kortikal dan subkortikal setelah stimulasi elektrik pada saraf perifer. Impuls listrik kemudian dikomputerisasi untuk menghasilkan gelombang yang menunjukkan waktu (*milliseconds*) dan voltase (mikrovolt).<sup>5</sup> Gelombang SSEP diukur dalam amplitudo dan latensi.<sup>5,7</sup> Amplitude menunjukkan gelombang *evoked potential* dari perbedaan *peak to peak voltage*. *Latency* menunjukkan waktu dari stimulus ke puncak respon. Selama operasi, impuls listrik dihantarkan ke nervus median atau posterior tibialis melalui elektroda di permukaan. Peningkatan *latency* lebih dari 10% atau penurunan amplitudo lebih dari 50% dikatakan signifikan. Perubahan ini menunjukkan hilangnya integritas dari jalur neural.<sup>5</sup> SSEP dilakukan dengan meletakkan elektroda di pergelangan tangan untuk nervus medianus dan ulnaris dan di pergelangan kaki untuk nervus tibialis posterior.<sup>7,8</sup> SSEPs dapat dicatat dengan meletakkan elektroda di ruang epidural dan tidak terlalu dipengaruhi oleh agen inhalasi, namun sensitif terhadap perubahan suhu dan obat anestesi lokal.<sup>4,7</sup> SSEP lebih efektif jika digunakan secara multimodal bersama dengan MEP, dan elektromiografi.<sup>7</sup> MEP memonitor *descending motor system* yang terletak di traktus kortikospinalis anterior dan lateral, dan dapat diperoleh dengan stimulasi elektrik atau magnetik transkrani. (*tce-MEP*).<sup>5,7</sup> Elektroda MEP diletakkan di kepala (SCALP) untuk memberikan stimulasi korteks motorik dengan pulsasi dengan voltase tinggi dan sinyal berdurasi pendek. *tceMEP* dapat mengevaluasi secara langsung traktus piramidalis medula spinalis untuk mendapatkan informasi motorik. Pengukuran dapat juga dilakukan pada celah epidural atau sebagai aksi potensial otot pada *effector muscle*.<sup>7</sup> MEP didasarkan pada area yang dapat

tereksitasi di korteks yang menimbulkan kontraksi otot segmental dari stimulasi elektrik. Hilangnya amplitudo MEP sementara tidak akan menimbulkan defisit motorik pascaoperasi. Namun hilangnya amplitudo *tce-MEP* secara lengkap tanpa perbaikan selama pembedahan selalu menunjukkan adanya defisit motorik pasca-pembedahan.<sup>5</sup>

Pada kasus ini sebagai monitoring fungsi saraf tulang belakang dilakukan pemantauan intraoperatif dengan SSEP dan MEP. SSEP *lower* diletakkan pada nervus tibialis kanan dan kiri. SSEP *upper* diletakkan pada nervus medianus kanan dan kiri. Sedangkan elektroda MEP diletakkan pada otot abduktor policis brevis, tibialis anterior, abduktor halucis. Sebagai dasar perbandingan, dilakukan pemeriksaan SSEP dan MEP sebelum dilakukan manipulasi dan dilakukan pemeriksaan setiap dilakukan manipulasi berupa pemasangan *pedicle screw* dan rotasi dari tulang belakang. Selama tindakan, tidak didapatkan perubahan yang signifikan dari amplitudo dan *latency* SSEP. Namun untuk stimulasi di korteks pada MEP hanya muncul di abduktor policis brevis. Berdasarkan hasil monitoring tersebut dapat dikatakan tidak ada kemungkinan pasien mengalami kerusakan saraf setelah tindakan.

Pemeriksaan pasca-tindakan yang dilakukan pada hari pertama pasca tindakan didapatkan fungsi motorik dan sensorik pada keempat ekstremitas dalam batas normal sesuai dengan hasil pemeriksaan SSEP dan MEP *durante* operasi, dan tidak didapatkannya komplikasi dari tindakan seperti kondisi hipotensi, POVL, dan emboli. Perawatan selanjutnya dilakukan fisioterapi dan penggunaan *body jacket*.

## KESIMPULAN

Tindakan pembedahan koreksi tulang belakang memiliki risiko yang cukup besar sehingga dibutuhkan persiapan yang lengkap dan monitoring yang baik selama tindakan. Salah satu risiko yang dapat terjadi adalah kerusakan saraf tulang belakang akibat manipulasi yang dilakukan untuk mengoreksi sudut tulang belakang. Monitoring dengan menggunakan SSEP dan MEP pada operasi koreksi deformitas tulang belakang dibutuhkan

untuk mencegah terjadinya kerusakan saraf akibat cedera pada medula spinalis saat dilakukan pemasangan *pedicle screw* dan rotasi untuk mengkoreksi sudut dari tulang belakang. Monitoring dengan SSEP dapat memberikan hasil yang lebih signifikan dibandingkan dengan *wake up test* karena dapat dilakukan terus menerus sepanjang tindakan operasi dan tidak dibutuhkan perubahan dosis pemeliharaan dari anestesi.

### KONFLIK KEPENTINGAN

Seluruh penulis menyatakan bahwa tidak ada konflik kepentingan terkait dengan artikel ini.

### PERSETUJUAN ETIK

Laporan kasus ini telah memperoleh ijin dari pasien dan Departemen/KSM Ilmu Anestesi dan Terapi Intensif Fakultas Kedokteran Universitas Udayana.

### PENDANAAN

Laporan kasus ini disusun dengan menggunakan biaya mandiri dari penulis.

### KONTRIBUSI PENULIS

Semua penulis memberikan kontribusi yang sama dalam penyusunan laporan kasus ini.

### DAFTAR PUSTAKA

1. Cheng JC, Castelein RM, Chu WC, et.al. Adolescent Idiopathic Scoliosis. In: Disease Primer Volume 1. Macmillan Publisher. 2015
2. Miguel FRJ, Marcelino LC. Complications in Scoliosis Surgery. In : Grivas T. Recent Advances in Scoliosis. Croatia: Intech; 2012
3. Abjeco AS, Soto JD, Castoro C, et al. Profound Obstructive Hypotensio from Prone Positioning Documented by Transesophageal Echocardiography in Patient with Scoliosis: A Case Report. A&A Case Report. 2017 February 7; DOI : 10.1213/XAA.0000000000000534
4. Crabb I. Anesthesia for Spinal Surgery. In: Anesthesia and Intensive Care Medicine. The Medicine Publishing Company Ltd. 2003
5. Gambrall MA. Anesthetic Implications for Surgical Correction of Scoliosis. AANA Journal. 2007 August; 75 (4): 277-285
6. Kundnami VK, Xhu L, Tak H, Wong HK. Multimodal intraoperative neuromonitoring in corrective surgery for adolescent idiopathic scoliosis: Evaluation of 354 consecutive cases. Indian Journal of Orthopaedics. 2010 January; 44 (1): 64-72.
7. Laratta JL, Ha A, Shillingford JN, et.al. Neuromonitoring in Spinal Deformity Surgery: A Multimodality Approach. Global Spine Journal. 2018; 8(I); 68-77
8. Ibrahim T, Mrowczynski O, Zalatimo O, et al. The Impact of Neurophysiological Intraoperative Monitoring during Spinal Cord and Spine Surgery: A Critical Analysis of 121 Cases. Cureus. 2017 November 19; 9(11): e1861



This work is licensed under a Creative Commons Attribution