

## MANAJEMEN ANESTESI PADA PASIEN DENGAN *ARTERIOVENOUS MALFORMATION SPINE*

Beny Pratama Sidabutar<sup>1\*</sup>, I Putu Pramana Suarjaya<sup>2</sup>, Tjokorda GA Senapathi<sup>3</sup>

Departemen Anestesi dan Terapi Intensif Universitas Udayana, Denpasar Bali<sup>1,2,3</sup>

\*Corresponding Author : betbius2024@gmail.com

### ABSTRAK

Manajemen anestesi pada pasien dengan arteriovenous malformation (AVM) spinal yang menjalani operasi laminektomi memerlukan pendekatan multidisipliner dan pemantauan ketat untuk menghindari komplikasi neurologis dan hemodinamik. AVM spinal merupakan kelainan vaskular kompleks yang meningkatkan risiko perdarahan intraoperatif, hipotensi spinal, dan iskemia medula spinalis. Oleh karena itu, strategi anestesi harus difokuskan pada stabilitas hemodinamik, penghindaran perubahan tekanan intratekal yang mendadak. Penggunaan teknik anestesi umum yang seimbang, pemilihan agen anestesi yang minimal mengganggu pemantauan neurofisiologis, serta kolaborasi erat dengan tim bedah dan neurofisiologi menjadi kunci keberhasilan manajemen anestesi pada prosedur ini. Kami memaparkan kasus manajemen anestesi yang sukses pada pasien laki-laki usia 31 tahun dengan diagnosa Paraparese dan Tumor Intramedullary ec Suspek Intramedullary Spinal AVM dengan rencana tindakan laminektomi + Reseksi AVM + Stabilisasi Fusi dengan anestesi umum.

**Kata kunci** : arteriovenous malformation, anestesi umum, laminektomi, neuroanestesi

### ABSTRACT

*Anesthetic management of patients with spinal arteriovenous malformation (AVM) undergoing laminectomy requires a multidisciplinary approach and close monitoring to prevent neurological and hemodynamic complications. Spinal AVM is a complex vascular disorder that increases the risk of intraoperative bleeding, spinal hypotension, and spinal cord ischemia. Therefore, anesthetic strategies should focus on maintaining hemodynamic stability and avoiding sudden changes in intrathecal pressure. The use of balanced general anesthesia techniques, selection of anesthetic agents that minimally interfere with neurophysiological monitoring, and close collaboration with the surgical and neurophysiology teams are key to successful anesthetic management in such procedures. We present a case of successful anesthetic management in a 31-year-old male patient diagnosed with paraparesis and an intramedullary tumor suspected to be an intramedullary spinal AVM, scheduled for laminectomy, AVM resection, and fusion stabilization under general anesthesia.*

**Keywords** : neuroanesthesia, arteriovenous malformation, laminectomy, general anesthesia

### PENDAHULUAN

*Arteriovenous malformation (AVM) spinal* merupakan kelainan vaskular kompleks yang ditandai oleh hubungan abnormal antara arteri dan vena tanpa adanya kapiler intervensi, yang berpotensi menyebabkan gangguan hemodinamik serta berbagai manifestasi klinis neurologis. AVM spinal dapat bersifat kongenital maupun didapat dan berkontribusi terhadap morbiditas neurologis yang signifikan akibat iskemia kronis, hipertensi vena spinal, atau perdarahan spontan. Meskipun AVM spinal jarang ditemukan, dengan insidensi yang diperkirakan sekitar 3–4% dari seluruh malformasi vaskular sistem saraf pusat, kondisi ini memiliki dampak klinis yang serius jika tidak ditangani dengan tepat (Ropper et al., 2019; Alkhaibary et al., 2024).

Secara klinis, AVM spinal dapat menimbulkan berbagai gejala tergantung pada lokasi dan sifat hemodinamik lesi. Manifestasi yang paling umum meliputi nyeri punggung kronis, parestesia, kelemahan ekstremitas yang progresif, gangguan koordinasi, serta disfungsi kandung kemih dan usus. Pada beberapa kasus, pasien mengalami onset akut berupa sindrom medula spinalis akibat steal phenomenon atau hipertensi vena yang menyebabkan iskemia

medula spinalis. Perdarahan dari AVM spinal dapat menimbulkan defisit neurologis mendadak yang menyerupai stroke medula spinalis, suatu kondisi yang memerlukan intervensi segera untuk mencegah kecacatan permanen (Brinjikji & Lanzino, 2017; Ozpinar et al., 2017).

Manajemen anestesi pada pasien dengan AVM spinal yang menjalani prosedur bedah atau endovaskular merupakan tantangan tersendiri. Risiko utama yang harus diantisipasi meliputi hemodinamik yang tidak stabil, kemungkinan perdarahan intraoperatif yang masif, serta potensi iskemia medula spinalis akibat perubahan aliran darah. Oleh karena itu, pemilihan teknik anestesi harus mempertimbangkan kebutuhan untuk mempertahankan tekanan perfusi medula spinalis, monitoring yang ketat terhadap fungsi neurologis, serta tata laksana komplikasi perioperatif yang efektif. Anestesi regional, meskipun bermanfaat dalam mengurangi komplikasi sistemik yang terkait dengan anestesi umum, memiliki risiko terutama pada individu dengan AVM spinal. Misalnya, tindakan tusukan pada AVM spinal saat anestesi neuraksial dapat berakibat fatal, termasuk kemungkinan penurunan fungsi neurologis akibat pembentukan hematoma atau peningkatan aliran darah melalui vaskulatur abnormal (Akgun et al., 2019; Kamimura et al., 2021).

Selain itu, vasodilatasi yang diinduksi oleh anestesi regional dapat meningkatkan aliran darah melalui AVM, yang berpotensi menimbulkan komplikasi lebih lanjut (Kamimura et al., 2021). Dalam beberapa laporan kasus, pasien dengan AVM mengalami keterbatasan atau komplikasi dalam manajemen anestesi akibat risiko teknik regional, sehingga diperlukan evaluasi preoperatif yang menyeluruh, termasuk pencitraan lanjutan seperti MRI untuk memastikan keberadaan serta karakteristik anatomi malformasi vaskular (Zhao et al., 2022; Vega-Moreno et al., 2024). Pertimbangan terhadap teknik anestesi alternatif juga harus dilakukan dengan hati-hati pada pasien yang menjalani intervensi bedah tulang belakang, karena manipulasi berlebihan pada struktur vaskular yang terkena dapat memperburuk kondisi (Patchana et al., 2020).

Lebih lanjut, jenis AVM sangat mempengaruhi strategi manajemen anestesi. Pada pasien dengan AVM simptomatik atau yang mengalami perdarahan, penanganan komplikasi perioperatif menjadi krusial. Selain perawatan anestesi standar, pemantauan hemodinamik yang ketat serta kemungkinan perlunya neuromonitoring dapat dipertimbangkan untuk mengurangi risiko, terutama selama operasi ketika pembuluh darah mengalami kerusakan (Roldán et al., 2020; Maharani, 2021). Kolaborasi interdisipliner antara anestesilog, ahli bedah saraf, dan radiolog sangat penting untuk mengoptimalkan hasil serta memastikan rencana manajemen yang komprehensif dan sesuai dengan karakteristik patologi masing-masing pasien (Arthur et al., 2019; Schimmel et al., 2021).

## LAPORAN KASUS

### Anamnesis

Pasien laki-laki usia 31 tahun dengan diagnosa Paraparese dan Tumor Intramedullary Th9-Th10 ec Suspek Intramedullary Spinal AVM dengan rencana tindakan laminektomi Th9-Th10 + Reseksi AVM + Stabilisasi Fusi Th9-Th10. Pasien datang dalam keadaan sadar dengan keluhan nyeri pada daerah pinggang. Keluhan dirasakan sejak 4 tahun yang lalu dan dikatakan semakin lama semakin memberat dalam 3 bulan terakhir. Pasien mengatakan saat ini pasien sulit untuk menggerakkan kaki kirinya, jika berjalan harus menyeret kaki kirinya. Pasien juga mengatakan sesekali terasa kesemutan pada kaki kirinya. Pasien mengatakan masih bisa merasakan sentuhan dan rasa nyeri pada kaki kanan dan kirinya, namun rasa sensasi pada kaki kiri dikatakan berkurang. Pasien mengatakan keluhan muncul secara tiba-tiba tanpa ada riwayat trauma/benturan sebelumnya. Keluhan BAB dan BAK disangkal. Riwayat batuk, pilek dan sesak napas dalam 2 minggu terakhir disangkal. Riwayat alergi obat dan makanan disangkal. Riwayat hipertensi, diabetes, penyakit asma, penyakit jantung, penyakit paru, dan

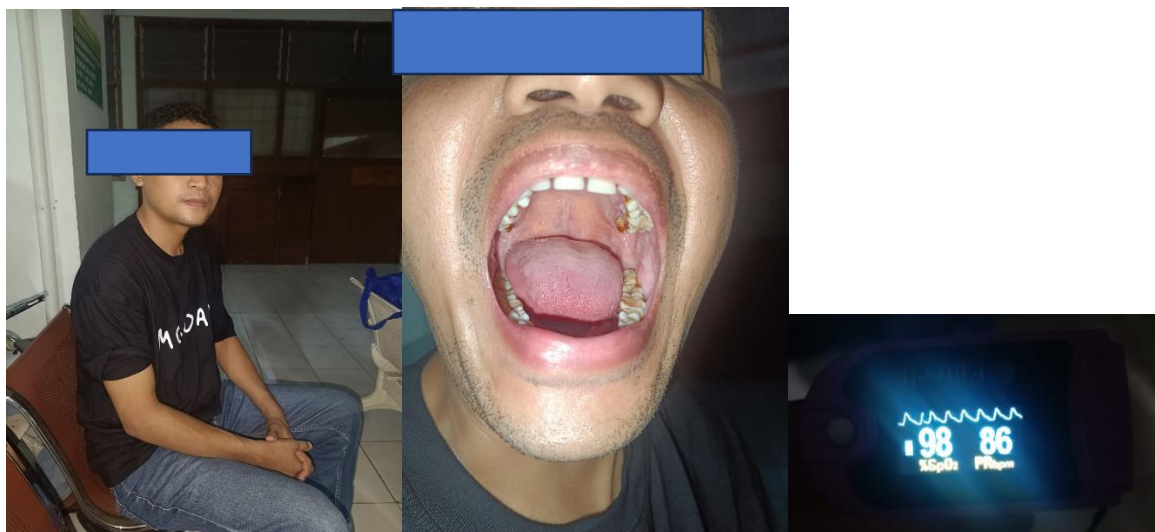
penyakit sistemik lainnya disangkal. Riwayat operasi sebelumnya disangkal. Pasien bekerja sebagai seorang polisi yang sebelum sakit dapat melakukan aktivitas sedang berat tanpa keluhan nyeri dada dan sesak nafas.

### Pemeriksaan Fisik

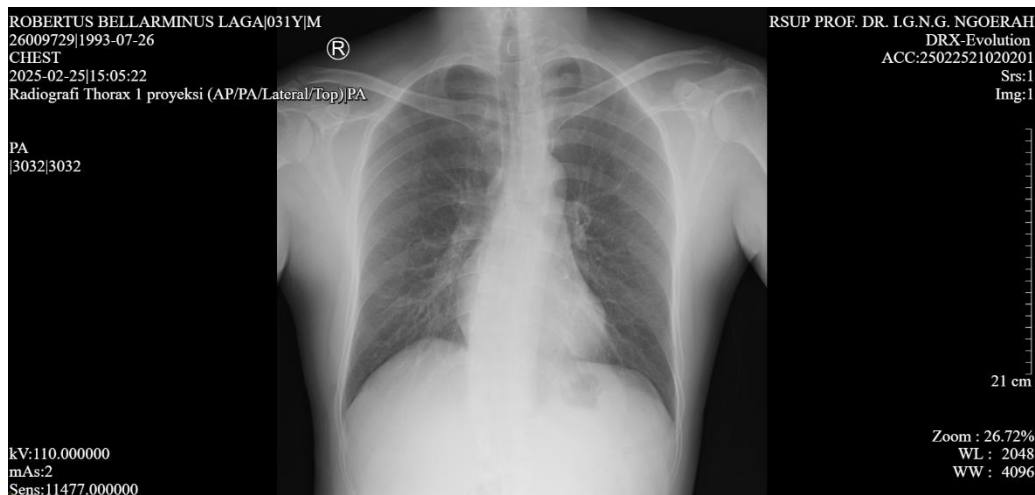
Pada pemeriksaan fisik didapatkan berat badan 60 kg, tinggi badan 165 cm BMI 22.0 kg/m<sup>2</sup>, suhu axilla 36.6 C, NRS Diam 1/10, NRS bergerak 3/10, APFEL 2/4. Pasien dengan kesadaran compos mentis. Respirasi: Frekuensi nafas 18 kali/menit, vesicular pada kedua lapang paru, rhonki tidak ada, wheezing tidak ada, SpO<sub>2</sub> 98% Kardiovaskular: Tekanan darah 130/97 mmHg, Nadi 86 x/menit, bunyi jantung 1 dan 2 tunggal, reguler, murmur, gallop tidak ada. Abdomen: supel, bising usus (+) normal, distensi (-). Urogenital: Buang air kecil spontan. Muskuloskeletal: Akral hangat, fleksi defleksi leher baik, mallampati II, gigi geligi utuh, gigi palsu tidak ada, Ekstremitas hangat +/+, edema -/+, CRT < 2 detik. Motorik : Tenaga 55555 / 55555 // 44444 / 32221; Tonus : N / N // hipertonus/hipertonus; Trofik : N / N // N / N; R. Fisiologis : ++ / ++ // +++ / ++++; R. Patologis : -/- // +/+. Sensorik : Light touch: hipostesia setinggi T10; Pinprick: hipostesia setinggi T10; Proprioseptif: +/+ // +/+. Sacral Sparring: Anal sensation (+); Deep anal tenderness (+); Voluntary anal contraction (+).

### Pemeriksaan Penunjang

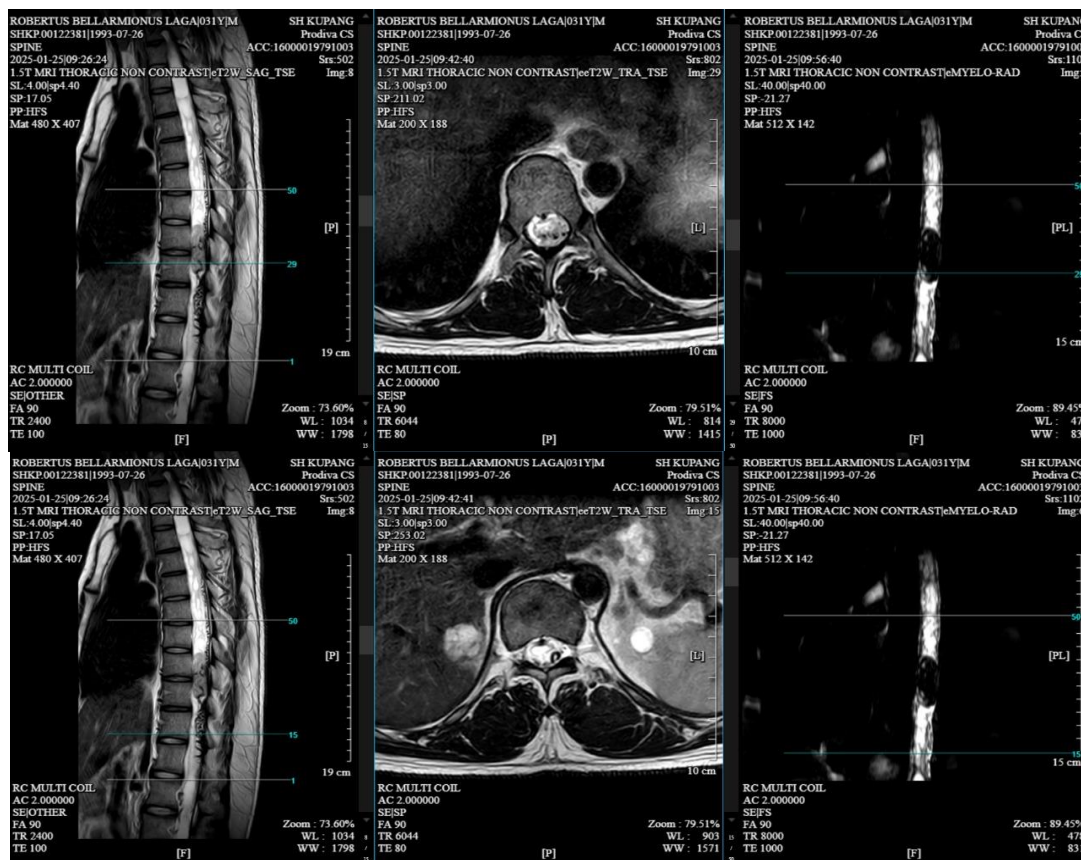
Dari pemeriksaan penunjang didapatkan : Darah Lengkap (25/02/2025) : WBC 8.70 x 10<sup>3</sup>/μL (4.1 - 11.0); HGB 14.80 g/dL (13.5 - 17.5); HCT 46.80 % (41.0 - 53.0); PLT 401.00 x 10<sup>3</sup>/μL (150 - 440); MCV 75.10 fL (80.0 - 100.0); MCH 23.80 pg (26.0 - 34.0); MCHC 31.60 g/dL (31 - 36). Faal Hemostasis (25/02/2025) : PPT 10.3 detik (10 - 12.7); APTT 25.5 detik (23 - 34.7); INR 0.96 (0.9 - 1.1). Kimia Klinik (25/02/2025) : SGOT 18.00 U/L (5.00 - 34.00); SGPT 13.00 U/L (< 55); BUN 7.2 mg/dL (8.9 - 20.6); Kreatinin 0.75 mg/dL (0.72 - 1.25); e-LFG 122.23 ml/min/1.73m<sup>2</sup> (>= 90); Na 140 mmol/L (136 - 145); K 3.85 mmol/L (3.50 - 5.10); Cl 105.8 mmol/L (94 - 110). Thorax PA (25/02/2025) : Cor dan pulmo tak tampak kelainan (CTR 45%). MRI Thoracolumbal Non Kontras RS Siloam Hospital Kupang (25/01/2025) : Intramedullary AVM dengan feeding A. Anterior Spinal dan A. Posterior Spinal kiri setinggi VTh 9-10 dengan syrinx setinggi C7-L2. DSA RS Siloam Hospital Kupang (08/02/2025) : AVM Intramedullary dengan feeding artery dari cabang A. Anterior Radicular kiri dan A. Adamkiewickz dengan draining vein ke vena anterior radicular dan ukuran nidus +/- 5,7 x 2,7 cm.



Gambar 1. Foto Pasien



Gambar 2. Foto Thorax



Gambar 3. Foto MRI Thoracolumbal

Dari anamnesis, pemeriksaan fisik dan pemeriksaan penunjang pada kasus diatas penulis simpulkan dengan status fisik ASA II dengan permasalahan aktual MS : Paraparese + Tumor Intramedullary Th9-Th10 ec Suspek Intramedullary Spinal AVM dengan klinis saat ini pasien sulit untuk berjalan, dikarenakan kaki kiri terasa lemas. Motorik : Tenaga 55555 / 55555 // 44444 / 32221; Tonus : N / N // hipertonus/hipertonus; Trofik : N / N // N / N; R. Fisiologis : ++ / ++ // +++ / ++++; R. Patologis : -/- // +/+. MRI : Intramedullary AVM dengan feeding A. Anterior Spinal dan A. Posterior Spinal kiri setinggi VTh 9-10 dengan syrinx setinggi C7-L2. DSA : AVM Intramedullary dengan feeding artery dari cabang A. Anterior Radicular kiri dan A. Adamkiewickz dengan draining vein ke vena anterior radicular dan ukuran nidus +/- 5,7 x 2,7 cm.



## Rencana Anestesi

Pada kasus ini persiapan pra anestesi berupa Inform consent tindakan anestesi, puasa makan 8 jam sebelum operasi dan puasa air putih 2 jam sebelum operasi, STATICS, matrass warmer, IV line bore besar 2 jalur, Padding mata, Padding Prone, Amprah darah 4 kolf (cross 2 kolf), EtCO<sub>2</sub>, videolaryngoscope, amprah Intermediate. Rencana operasi yaitu GA-OTT Non – Kinking (Prone Position). Pasien kami berikan premedikasi Midazolam 1.5 mg IV dan Fentanyl 25 mcg IV kami berikan di ruang operasi dilanjutkan dengan induksi Propofol menggunakan TCI dengan mode Eleveld dengan target effect 3-4 mcg/ml, TCI Remifentanyl mode minto dengan target effect 4-6 ng/ml. Dilakukan intubasi tanpa pemberian *muscle relaxant* dengan menggunakan ETT No Non Kinking ukuran 8.0. Setelah itu dikonfirmasi letak ETT, auskultasi bilateral simetris, kemudia ETT difiksasi. Kemudian dipasang pelindung mata lalu pasien diposisikan Prone dan dipastikan abdomen bebas dan dipastikan kembali letak ETT, padding dalam posisi baik. Pemeliharaan dengan O<sub>2</sub> ; Compressed air; Propofol TCI mode eleveld target effect 2-3 mcg/ml, Fentanyl Intermitten 0,5 mcg/kgBB IV intermittent tiap 30-45 menit; Atracurium 0.1mg/kgBB IV intermittent tiap 30-45 menit. Diberikan medikasi lain : Ondansetron 4 mg IV, Paracetamol 500 mg IV. Pasca Operasi dengan analgetik Fentanyl 300 mcg dalam 50 cc NS kec 2,1 cc/jam; Parasetamol 500 mg tiap 6 jam PO; Ibuprofen 400 mg tiap 8 jam PO. Pasien post operasi dirawat di ruang Intermediate.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

**Tabel 1. Perbandingan Teori dan Temuan Klinis pada Kasus AVM Spinal**

Teori	Klinis
AVM spinal adalah kelainan vaskular kompleks dengan hubungan abnormal antara arteri dan vena tanpa kapiler intervensi. Kelainan ini menyebabkan gangguan hemodinamik yang dapat berujung pada iskemia kronis, hipertensi vena spinal, atau perdarahan spontan. Salah satu arteri yang paling menonjol adalah arteri <i>Adamkiewicz</i> , yang umumnya berasal dari sisi kiri antara vertebra T9 hingga T12.	Pasien didiagnosis dengan AVM spinal intramedullary setinggi Th9-Th10, dengan <i>feeding artery</i> dari A. Anterior Radicular kiri dan A. <i>Adamkiewicz</i> , serta nidus berukuran $\pm 5,7 \times 2,7$ cm. Pasien mengalami AVM spinal tipe III (intramedular) dan sesuai teori, <i>feeding artery</i> berasal dari A. Anterior Radicular kiri dan A. <i>Adamkiewicz</i> dan terjadi di thorakal 9 – thorakal 10.
Insidensi sekitar 3–4% dari seluruh malformasi vaskular SSP, lebih sering terjadi pada laki-laki dan di daerah torakal/lumbal.	Pasien termasuk dalam kelompok demografis yang sering mengalami AVM spinal, yaitu Pasien laki-laki, 31 tahun, dengan AVM spinal pada daerah Th9-Th10 yang termasuk dalam area torakal-lumbal.
Gejala bergantung pada lokasi dan karakteristik hemodinamik lesi. Umumnya berupa nyeri punggung kronis, parestesia, kelemahan progresif, gangguan koordinasi, serta disfungsi kandung kemih dan usus. Pada kasus akut, pasien dapat mengalami defisit neurologis mendadak akibat <i>steal phenomenon</i> atau hipertensi vena.	Pasien mengalami nyeri pinggang sejak 4 tahun lalu yang semakin memburuk dalam 3 bulan terakhir, kelemahan progresif pada ekstremitas bawah, dan kesulitan berjalan tanpa gangguan kandung kemih/usus. Hasil pemeriksaan fisik neurologis pasien menunjukkan defisit neurologis berupa gangguan motorik pada ekstremitas bawah dextra et sinistra, peningkatan refleks fisiologis dan refleks patologis (+) pada ekstremitas bawah dextra et sinistra yang menunjukkan lesi berasal dari <i>upper motor neuron</i> (UMN). Pasien memiliki nyeri punggung kronis dan kelemahan progresif, yang merupakan manifestasi khas AVM spinal. Namun, tidak adanya gangguan kandung kemih dan usus menunjukkan bahwa lesi belum menyebabkan disfungsi medula spinalis bagian kaudal yang mengontrol fungsi visceral. Ini bisa disebabkan oleh lokasi lesi di Th9-Th10, yang

<p>Pemeriksaan utama adalah MRI dan DSA. MRI digunakan untuk melihat struktur anatomi dan mendeteksi keberadaan nidus, sedangkan DSA adalah standar emas untuk visualisasi vaskularisasi abnormal dan menentukan strategi terapi.</p>	<p> mungkin masih jauh dari pusat kontrol vesika urinaria dan usus.</p>
<p>Pilihan utama terapi adalah reseksi bedah dan/atau embolisasi endovaskular, tergantung lokasi dan karakteristik AVM. Reseksi lebih sering dilakukan pada AVM yang menimbulkan defisit neurologis progresif atau memiliki risiko perdarahan tinggi.</p>	<p>MRI menunjukkan AVM <i>intramedullary</i> Th9-Th10 dengan <i>syrinx</i> C7-L2. DSA mengonfirmasi AVM dengan <i>feeding artery</i> dari A. Anterior Radicular kiri dan A. <i>Adamkiewicz</i>.</p> <p>Kasus ini didiagnosis menggunakan pendekatan yang sesuai dengan teori, yaitu dengan kombinasi MRI untuk evaluasi struktur sumsum tulang belakang dan DSA sebagai konfirmasi definitif. Keberadaan <i>syrinx</i> yang meluas hingga C7-L2 juga sesuai dengan teori yang menyebutkan bahwa AVM dapat menyebabkan peningkatan tekanan vena dan edema spinal, yang dapat memicu pembentukan <i>syrinx</i> sekunder.</p>
<p>Anestesi umum lebih disarankan dibandingkan anestesi regional karena risiko perdarahan dan perubahan hemodinamik yang dapat memperburuk iskemia spinal. Teknik neuraksial umumnya dihindari karena dapat meningkatkan tekanan dalam nidus AVM dan memicu defisit neurologis lebih lanjut.</p>	<p>Pasien menjalani laminektomi Th9-Th10, reseksi AVM, dan stabilisasi fusi Th9-Th10.</p> <p><i>Resection</i> AVM dipilih sebagai modalitas utama, yang sesuai dengan literatur bahwa AVM yang bergejala progresif lebih baik ditangani dengan eksisi bedah. Stabilisasi fusi dilakukan sebagai bagian dari prosedur untuk mencegah ketidakstabilan tulang belakang pasca-laminektomi.</p> <p>Pasien menjalani prosedur GA-OTT (<i>General Anesthesia-Oral Tracheal Tube</i>) dengan posisi <i>prone</i>, menggunakan TCI Propofol &amp; Remifentanil, tanpa penggunaan relaksan otot pada intubasi.</p> <p>Pemilihan anestesi umum sudah tepat karena AVM spinal memiliki risiko tinggi untuk perdarahan intraoperatif, yang dapat diperburuk oleh anestesi neuraksial. Tidak digunakannya <i>muscle relaxant</i> saat intubasi mungkin untuk mempertahankan tonus otot pasien selama <i>positioning</i>,</p>
<p>Propofol sering digunakan karena efek sedatif yang cepat dan <i>clearance</i> yang tinggi, sehingga mengurangi risiko akumulasi obat pada prosedur panjang.</p> <p>Pemberian propofol secara titrasi tidak menimbulkan gejala hemodinamik yang lebih massif dibandingkan jika diberikan secara bolus sehingga bagus untuk menghindari iskemia spinal.</p> <p>Opioid seperti remifentanil atau fentanyl digunakan sebagai analgesik utama karena memiliki efek minimal terhadap tekanan darah dan dapat mencegah fluktuasi hemodinamik yang dapat memperburuk perfusi spinal menyebabkan iskemia spinal.</p> <p><i>Muscle relaxant</i> biasanya diberikan untuk memfasilitasi intubasi endotrakeal, terutama jika menggunakan teknik intubasi konvensional.</p>	<p>Pasien diberikan Propofol dengan TCI mode <i>Eleveled</i> (<i>target effect</i> 3–4 mcg/ml) untuk induksi.</p> <p>Pada pasien ini, propofol yang diberikan secara titrasi memungkinkan kontrol yang lebih baik terhadap hipotensi yang dapat memperburuk iskemia spinal yang dapat terjadi pada pasien ini.</p> <p>Pasien diberikan Remifentanil dengan TCI mode <i>Minto</i> (<i>target effect</i> 4–6 ng/ml) diberikan bersamaan dengan Fentanyl 25 mcg IV sebagai premedikasi.</p> <p>Remifentanil dipilih karena memiliki waktu paruh yang sangat pendek, sehingga memungkinkan kontrol analgesia intraoperatif yang lebih fleksibel. Fentanyl sebagai premedikasi juga sesuai karena dapat mengurangi respons hemodinamik terhadap intubasi.</p> <p>Intubasi dilakukan dengan ETT Non-<i>Kinking</i> ukuran 8.0, lalu posisi pasien diubah menjadi <i>prone</i> setelah fiksasi ETT. Penggunaan ETT non <i>kinking</i> dipertimbangkan karena posisi <i>prone</i> pasien untuk memastikan posisi ETT dalam keadaan aman dan tidak terlipat.</p> <p>Kombinasi NSAID (Ibuprofen) dan Paracetamol sebagai analgesik <i>postoperative</i> pasien ini juga sesuai dengan multimodal analgesia untuk mengurangi kebutuhan <i>opioid</i> dan risiko efek sampingnya.</p>

Stabilitas hemodinamik penting untuk mengurangi risiko iskemia medula spinalis. Penggunaan neuromonitoring intraoperatif dianjurkan pada kasus kompleks.

Monitoring intraoperatif ketat dilakukan termasuk SpO<sub>2</sub>, EtCO<sub>2</sub>, dan tekanan darah. Namun, kasus ini tidak menggunakan *neuromonitoring*.

Pada kasus AVM spinal, *neuromonitoring* seperti *motor evoked potentials* (MEP) dan *somatosensory evoked potentials* (SSEP) direkomendasikan untuk mencegah defisit neurologis pascaoperasi.

Tabel 1 memperlihatkan kesesuaian antara teori dan temuan klinis pada kasus arteriovenous malformation (AVM) spinal yang dialami oleh seorang pasien laki-laki berusia 31 tahun. AVM spinal merupakan kelainan vaskular kompleks yang ditandai oleh hubungan abnormal antara arteri dan vena tanpa adanya kapiler intervensi, yang dapat menyebabkan iskemia kronis, hipertensi vena spinal, dan perdarahan spontan (Ropper et al., 2019; Schimmel et al., 2021). Dalam kasus ini, lesi AVM ditemukan pada tingkat Th9–Th10, lokasi yang konsisten dengan distribusi anatomi umum AVM spinal, termasuk keterlibatan arteri Adamkiewicz, yang umumnya muncul dari vertebra torakal bawah. Temuan ini sejalan dengan teori bahwa arteri Adamkiewicz memiliki peran signifikan sebagai feeding artery dalam AVM spinal intramedular (Alkhaibary et al., 2024).

Secara klinis, gejala yang dialami pasien seperti nyeri punggung kronis dan kelemahan progresif pada ekstremitas bawah mencerminkan gejala klasik AVM spinal. Hal ini mendukung teori bahwa AVM spinal dapat menyebabkan gejala neurologis akibat steal phenomenon atau peningkatan tekanan vena yang menyebabkan gangguan perfusi medula spinalis (Brinjikji & Lanzino, 2017; Ozpinar et al., 2017). Meski tidak ada disfungsi kandung kemih dan usus pada pasien ini, hal ini dapat dijelaskan oleh lokasi lesi yang belum mengenai pusat kontrol viseral. Pemeriksaan fisik pasien menunjukkan tanda-tanda upper motor neuron lesion, yang memperkuat dugaan keterlibatan medula spinalis bagian atas, sesuai dengan lesi intramedular yang ditemukan melalui MRI dan DSA.

Dari sisi diagnosis, penggunaan MRI dan digital subtraction angiography (DSA) sudah tepat sesuai standar praktik klinis. MRI membantu mengidentifikasi adanya nidus dan syrinx, sedangkan DSA mengonfirmasi vaskularisasi abnormal dan feeding artery secara akurat (Kannath et al., 2019; Koch et al., 2017). Dalam kasus ini, MRI menunjukkan AVM intramedular dengan syrinx yang memanjang dari C7 hingga L2, menunjukkan adanya tekanan intramedular kronis. Kombinasi dua modalitas ini merupakan pendekatan ideal dalam menentukan rencana terapi definitif, khususnya dalam perencanaan bedah. Prosedur reseksi AVM yang dilakukan melalui laminektomi Th9–Th10 sesuai dengan rekomendasi penanganan kasus AVM simptomatik yang progresif. Literatur menyebutkan bahwa reseksi AVM merupakan terapi utama pada kasus dengan risiko tinggi defisit neurologis atau perdarahan (Arthur et al., 2019; Akgun et al., 2019). Penggunaan anestesi umum dengan kombinasi propofol dan remifentanyl melalui target-controlled infusion (TCI) mencerminkan penerapan strategi anestesi yang mempertimbangkan stabilitas hemodinamik dan perfusi medula spinalis. Teknik ini sesuai dengan teori bahwa anestesi regional berisiko tinggi memicu komplikasi tambahan pada pasien AVM spinal (Kamimura et al., 2021).

Meskipun manajemen anestesi dan teknik operatif dalam kasus ini dilakukan sesuai pedoman, penggunaan neuromonitoring seperti motor evoked potentials (MEP) atau somatosensory evoked potentials (SSEP) seharusnya dipertimbangkan untuk mencegah defisit neurologis pascaoperasi (Roldán et al., 2020). Ketidadaan neuromonitoring intraoperatif dalam kasus ini menjadi salah satu keterbatasan, karena monitoring neurologis real-time sangat penting dalam prosedur AVM spinal yang kompleks. Namun demikian, stabilitas hemodinamik yang dijaga dengan ketat dan pemilihan modalitas anestesi yang tepat menjadi poin penting yang mencerminkan pemahaman mendalam terhadap risiko intraoperatif yang terkait dengan AVM spinal.

## KESIMPULAN

Kasus AVM spinal pada pasien laki-laki usia 31 tahun menunjukkan kesesuaian yang baik antara teori dan temuan klinis, mulai dari lokasi lesi, ciri vaskularisasi oleh arteri Adamkiewicz, hingga gejala neurologis progresif yang khas. Pendekatan diagnostik dengan MRI dan DSA sudah tepat sesuai standar, memungkinkan identifikasi nidus dan feeding artery secara akurat. Terapi utama berupa reseksi bedah disertai stabilisasi tulang belakang berhasil diterapkan sesuai indikasi klinis. Pemilihan anestesi umum dengan penggunaan propofol dan remifentanyl secara titrasi mendukung stabilitas hemodinamik dan mengurangi risiko iskemia spinal. Meski demikian, penggunaan neuromonitoring intraoperatif sebaiknya dipertimbangkan untuk mencegah defisit neurologis pascaoperasi pada kasus serupa. Secara keseluruhan, manajemen klinis kasus ini telah mencerminkan penerapan teori yang baik dalam praktik kedokteran saraf dan anestesiologi.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Universitas Udayana atas dukungan dan fasilitas yang diberikan selama proses penyusunan artikel ini. Kontribusi dari berbagai pihak di universitas ini sangat membantu dalam kelancaran penelitian dan penulisan, sehingga artikel ini dapat terselesaikan dengan baik. Semoga kerja sama yang terjalin dapat terus berlanjut dan memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan di bidang neurologi dan anestesiologi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akgun, M. Y., Kemerdere, R., Ulu, M. O., Alizada, O., Isler, C., Kizilkilic, O., et al. (2019). *Spinal vascular malformations: Treatment and outcome. World Neurosurgery*, 130, e953–e960. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2019.07.043>
- Alkhaibary, A., Alharbi, A., Alnefaie, N., Alammam, H., Arishy, A. M., Alghanim, N., Aldhfy, Y. M., Albaiahy, A., Khormi, Y. H., Alshaya, W., AlQahatani, S., Aloraidi, A., Alkhani, A., & Khairy, S. (2024). *Spinal dural arteriovenous fistula: A comprehensive review of the history, classification systems, management, and prognosis. Chinese Neurosurgical Journal*, 10(1), 2. <https://doi.org/10.1186/s41016-023-00355-y>
- Arthur, A. S., Abecassis, I. J., Abi-Aad, K. R., Albuquerque, F. C., Almefty, R. O., & Aoun, R. J. N., et al. (2019). *Vascular. Operative Neurosurgery*, 17(Suppl 2), S76–S90. <https://doi.org/10.1093/ons/opz088>
- Brinjikji, W., & Lanzino, G. (2017). *Endovascular treatment of spinal arteriovenous malformations. Handbook of Clinical Neurology*, 143, 161–174. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63640-9.00016-3>
- Kamimura, Y., Nakanishi, T., Sato, A., Kako, E., Tanaka, M., & Sobue, K. (2021). *Anesthetic considerations for cesarean delivery in a parturient with hereditary hemorrhagic telangiectasia: A case report. JA Clinical Reports*, 7(1). <https://doi.org/10.1186/s40981-021-00420-4>
- Kannath, S., Mandapalu, S., Thomas, B., Rajan, J., & Kesavadas, C. (2019). *Comparative analysis of volumetric high-resolution heavily T2-weighted MRI and time-resolved contrast-enhanced MRA in the evaluation of spinal vascular malformations. American Journal of Neuroradiology*. <https://doi.org/10.3174/ajnr.a6164>
- Koch, M., Stapleton, C., Agarwalla, P., Torok, C., Shin, J., Coumans, J., et al. (2017). *Open and endovascular treatment of spinal dural arteriovenous fistulas: A 10-year*



- experience. Journal of Neurosurgery: Spine*, 26(4), 519–523. <https://doi.org/10.3171/2016.9.spine16394>
- Ozpınar, A., Weiner, G. M., & Ducruet, A. F. (2017). *Epidemiology, clinical presentation, diagnostic evaluation, and prognosis of spinal arteriovenous malformations. Handbook of Clinical Neurology*, 143, 145–152. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63640-9.00014-X>
- Roldán, M., Téllez, M., Mora, F., Ghatan, S., Roonprapunt, C., & Ulkatan, S. (2020). *Intraoperative neurophysiologic monitoring correlates with neurologic outcome after endovascular and surgical treatment of a cervical arteriovenous malformation. Journal of Neurological Surgery Part A: Central European Neurosurgery*, 82(4), 381–386. <https://doi.org/10.1055/s-0039-1700835>
- Ropper, A. H., Samuels, M. A., & Klein, J. P. (2019). *Adams and Victor's principles of neurology* (11th ed.). McGraw Hill.
- Schimmel, K., Ali, M. K., Tan, S. Y., Teng, J., Do, H. M., Steinberg, G. K., Stevenson, D. A., & Spiekerkoetter, E. (2021). *Arteriovenous malformations—Current understanding of the pathogenesis with implications for treatment. International Journal of Molecular Sciences*, 22(16), 9037. <https://doi.org/10.3390/ijms22169037>