Manajemen Anestesi pada Pasien dengan Tetraparese yang dilakukan Reseksi Tumor Cervikal Ekstradural (C1-3)

Zafrullah Khany Jasa[*)], Niken Asri Utami[**)], Hafizh Arief[*)]
[*)]Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif Fakultas Kedokteran Universitas Syiah Kuala
[**)]Departemen Obstetri dan Ginekologi Fakultas Kedokteran Universitas Syiah Kuala
Received: March 30, 2022; Accepted: June 13, 2022; Publish: February 22, 2023
Correspondence: zkj_anest@yahoo.com

Abstrak

Tumor ekstradural servikal merupakan salah satu tumor yang jarang dijumpai dan dapat menimbulkan permasalahan neurologis yang progresif. Defisit neurologis pada pasien usia produktif sangat berpengaruh terhadap kualitas hidup pasien. Tatalaksana pembedahan dilakukan bertujuan mengurangi nyeri, perbaikan kondisi neurologis, serta meningkatkan kualitas hidup pasien. Perempuan 25 tahun mengalami tetraparese yang progresif sejak 2 bulan sebelum masuk ke rumah sakit, MRI menunjukkan massa ekstradural yang menekan medula spinalis setinggi level vertebra servikalis 1–3. Pasien dilakukan operasi dengan prinsip neuroanestesi. Pascaoperasi, fungsi kekuatan motorik mengalami perbaikan yang signifikan. Telah dilakukan operasi pengangkatan tumor ekstradural pada pasien wanita dewasa dengan perdarahan 850 cc dan terjadi peningkatan fungsi motorik pada kedua ekstrremitas superior dan inferior pascaoperasi. Diperlukan manajemen perioperatif yang baik pada pasien dengan tumor spinal terutama pada daerah servikal. Antisipasi perdarahan dan trauma medula spinalis iatrogenik yang dapat selama tindakan operatif berlangsung. Evaluasi neurologis dan rehabilitasi pada pasien dilakukan dengan melibatkan tim multidisiplin. Tumor ekstradural merupakan salah satu jenis tumor spinal dengan yang bila dilakukan tindakan bedah saraf pada waktu yang tepat dan perioperatif anestesi yang baik dapat memperbaiki fungsi neuorologis dan luaran pascaoperasi.

Kata kunci: Tetraparesis, tumor ekstradural, tumor medulla spinalis

JNI 2023; 12(1): 25–31

Anesthesia Management of Patient with Tetraparese underwent Cervical Extradural Tumor (C1-3)

Abstract

Cervical extradural tumor is one of the rare tumors and can cause progressive neurological problems. Neurological deficit in productive age greatly affects the patient's quality of life. Surgical management is carried out with the aim of reducing pain, improving neurological conditions, and improving the patient's quality of life. A 25-year-old woman had progressive tetraparesis since 2 months prior to admission, MRI showed an extradural mass compressing the spinal cord at the level of the C1-3. The surgery was performed under the principles of neuroanaesthesia. On postoperative assessment, motor strength function has improved significantly. A extradural tumor patient was excision by operation with 850 mm bleeds and good recovery with improvement motoric function in all extremities Good perioperative management is needed in patients with spinal tumors, especially patient with tumors on the cervical levels. The anticipation of iatrogenic spinal cord trauma and bleeding has to be maintained during the surgery. Neurological evaluation and rehabilitation of patients is carried out by involving a multidisciplinary team. Spinal cord tumour with excise in neurosurgery at the right time and good perioperative neuroanesthesia will good outcome and improve neurologicals deficit.

Key words: Extradural tumor, tetraparesis, spinal cord tumor

JNI 2023; 12(1): 25–31

This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License. ©Zafrullah Khany Jasa, Niken Asri Utami, Hafizh Arief (2023) under the CC-BY-NC-SA license

I. Pendahuluan

Tumor spinal merupakan salah satu jenis tumor yang jarang dijumpai. Tumor jenis ini selain memiliki sifat yang invasif sehingga menyulitkan menentukan margin tindakan operatif, juga berpengaruh terhadap pendesakan yang terjadi pada jaringan sekitarnya seperti medula spinalis, *nerve root*, dan pembuluh darah. Manajemen perioperatif yang baik harus dilakukan untuk mendapatkan hasil yang optimal. Dengan demikian, angka morbiditas dan mortalitas pada pasien dapat diturunkan.[1,2] Prinsip neuroanestesi harus diterapkan perioperatif. Pemantauan hemodinamik, akses intravena, serta posisi pasien dilakukan dengan baik dan terstruktur. Hemodinamik sedapat mungkin dipertahankan dalam kondisi fisiologis. Perubahan hemodinamik yang signifikan dapat berpengaruh terhadap kondisi pasien dan proses pembedahan. Akses intravena dapat dipastikan sebelum tindakan operasi dilakukan dengan tujuan pemberian obat dan cairan rumatan, resusitasi, serta pemberian vasopresor. Posisi pembedahan yang dilakukan secara pronasi membutuhkan perhatian khusus oleh dokter anestesiologi dan tim yang bertugas.[3,4] Defisit neurologis pada pasien usia produktif sangat berpengaruh terhadap kualitas hidup pasien. Tatalaksana pembedahan dilakukan dengan tujuan mengurangi nyeri, perbaikan kondisi neurologis, serta meningkatkan kualitas hidup pasien dengan tumor spinal. Diharapkan, pasca operasi pasien mendapatkan kembali fungsi neurologis dan mampu melakukan aktivitas secara mandiri.[5]

II. Kasus

Anamnesis

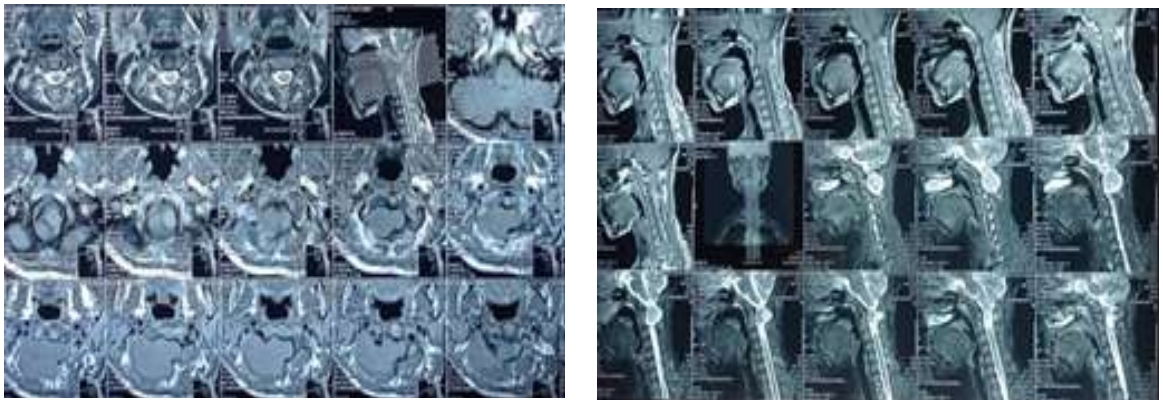
Perempuan, 25 tahun, dirujuk ke RSUD Dr. Zainoel Abidin Banda Aceh dengan keluhan kelemahan pada keempat ekstremitas yang dirasakan selama 2 minggu. Pasien sebelumnya mengeluh kelemahan pada tungkai kiri pertama sekali sejak 2 bulan yang lalu yang diikuti dengan kelemahan pada tangan kiri. Dalam 2 tahun terakhir, pasien mengeluh kebas dan kesemutan pada tangan dan kaki kiri. Pasien saat ini tidak dapat menahan miksi dan defikasi. Pasien tidak merasakan nyeri ataupun riwayat nyeri pada daerah sekitar leher. Dari keterangan keluarga, tampak pasien terengah-engah bila berbicara lama. Pasien tidak memiliki riwayat trauma maupun riwayat penurunan kesadaran, serta tidak memiliki riwayat asma, alergi, ataupun penyakit sistemik lainnya.

Pemeriksaan Fisik

Pada pemeriksaan pasien, pasien compos mentis dan kooperatif. Pemeriksaan tanda vital menunjukkan tekanan darah 90/67 mmHg dengan laju jantung 94 kali/menit. Pasien bernapas spontan dengan laju napas 24 kali/menit dan SpO_2 98% tanpa suplementasi oksigen. Berat badan pasien 45 kg. Pada pemeriksaan fisik didapatkan konjungtiva tidak anemis, kepala dan leher dalam batas normal, pemeriksaan jantung bunyi jantung reguler tanpa murmur dan gallop. Pemeriksaan fisik paru dijumpai suara vesikuler di kedua lapangan paru tanpa rhonki dan *wheezing*. Didapatkan pasien dengan tetraparese dengan kekuatan motorik ekstremitas superior 222/111 dan kekuatan motorik ekstremitas inferior 111/111. Pemeriksaan fungsi sensorik menunjukkan hipoestesi dibawah level dermatom vertebra servikal 3. Pasien tampak tidak anemis dan tidak menunjukkan tanda-tanda sianosis perifer. Peristaltik usus terdengar menurun. Pasien terpasang kateter urin dengan produksi > 0,5 cc/kg/jam.

Pemeriksaan Penunjang

Pada pemeriksaan penunjang MRI menunjukkan massa berbatas tegas dengan tepi ireguler berukuran 3,3x4,4x3,5 cm setinggi level VC 1–3 sisi kanan (hipointen pada T1WI, hiperinten pada T2WI, dan tampak *heteregenous contrast enhancement* pada pemberian kontras), massa mendesak kanalis spinalis ke sisi kiri, meluas ke posterior hingga mendesak muskulus oblique capitis inferior dan muskulus *rectus capitis posterior*, ligamentum flavum tampak normal, ligamentum longitudinalis anterior dan posterior tampak normal (Gambar 1). Pemeriksaan lab darah menunjukkan hasil. Hb 12,4 g/dl, Leukosit 8.500/mm3, trombosit 240.000/mm3, faal koagulasi INR 1.02, APTT 0,98. pemeriksaan EKG sinus ritme qrs *rate* 75 bpm normoaxis.



Gambar 1. Gambar MRI Tumor Ekstradural Servikal

Foto thorax cor dan pulmo dalam batas normal.

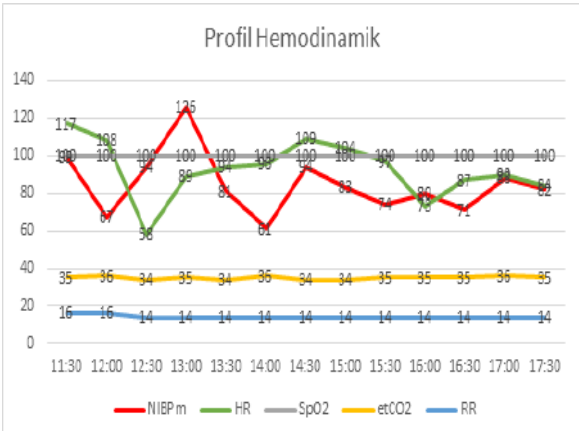
Pengelolaan Anestesi

Pasien dijadwalkan operasi elektif pengangkatan tumor oleh divisi bedah saraf. Asesmen status fisik pasien dengan klasifikasi ASA II. Pasien dan keluarga diedukasi terkait resiko pembiusan dan pembedahan, termasuk prognosis penyakit dan kemungkinan perburukan fungsi neurologis pascaoperasi. Darah PRC dipersiapkan sebanyak 500 cc untuk manajemen perdarahan intraoperatif. Pasien dipuasakan selama 6 jam dengan pemberian cairan rumatan melalui infus RL 20 tetes/menit. Pascaoperasi, pasien direncanakan untuk dirawat di ruang ICU. Tekanan darah sebelum induksi adalah 121/81 mmHg, dengan laju jantung 121 kali/menit, laju napas 26 kali/menit, SpO_2 96% tanpa suplementasi oksigen. Dilakukan premedikasi midazolam 2 mg IV. Pasien diberikan analgetik fentanyl 100 mcg dan diinduksi menggunakan propofol 80 mg. Obat pelumpuh otot digunakan rocuronium 40 mg. Kemudian dilakukan intubasi dengan teknik *inline immobilization* menggunakan laringoskopi langsung dan *reinforced cuffed* ETT ukuran 6.5. Pasien dipasang *pack* intraoral dan diberi pelindung mata menggunakan kasa. Dilakukan pemasangan *artery line*, CVC, dan kateter urin untuk pemantauan hemodinamik. Pasien diposisikan pronasi. Rumatan anestesi dilakukan dengan pemberian gas sevofluran 2 vol %, *drip* fentanyl 1–3 mcg/kg/jam, serta *drip* rocuronium 5 mcg/kg/menit. Pasien dipertahankan dalam rentang nilai normokapnia dan normotensi.

Pada pemeriksaan intraoperatif, didapatkan tumor bersumber dari ekstradural yang mendesak medula spinalis. Tampak tumor melekat pada otot sekitar vertebra dan dura. Duramater terjaga tetap



Gambar 2. Tumor Ekstradural Servikal Pasca Pengangkatan Tumor

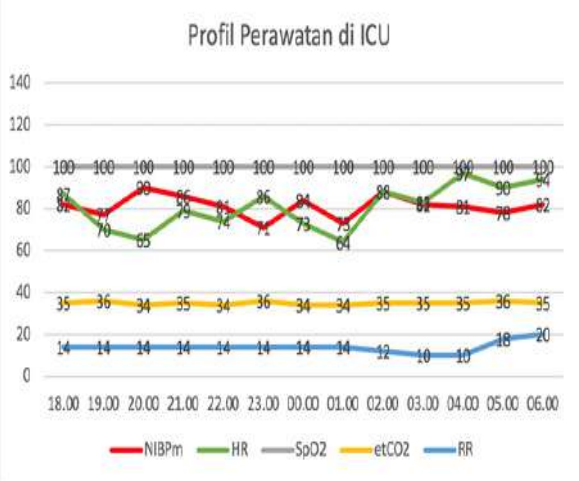


Grafik 1. Profil Hemodinamik Intraoperatif

intak selama operasi berlangsung. Intraoperatif pasien mengalami perdarahan sebanyak 850 ml, pasien diresusitasi dengan kristaloid 2000 ml, albumin 5% 250 ml, dan PRC 478 ml. Intraoperatif, hemodinamik sempat mengalami gejolak dan diatasi dengan resusitasi adekuat serta pemberian *drip* norepinefrin 0,05–0,1 mcg/kg/menit. Total produlsi urin 600 ml selama operasi berlangsung 6 jam.

Pascabedah

Pasien tetap diintubasi setelah operasi dan dirawat di ICU dengan sedasi propofol dosis 30 sd 60 mg/jam dan analgetik fentanyl 30 sd 75 mg/jam. Imobilisasi servikal menggunakan rigid *collar neck*. Setelah tiba di ICU, pasien dilakukan manajemen dengan ventilasi mekanik dengan target $ETCO_2$ normokarbia. *Mode ventilator* AC/PC dengan target *volume tidal* 300 ml, frekuensi napas 14x/menit dengan fraksi oksigen 50%. Dilakukan *head up* 30º dengan mempertahankan imobilisasi servikal. Pasien mendapat cairan rumatan kristaloid intravena 1000 ml/24 jam. Diet diberikan via NGT dengan target 1350 kkal/24 jam. Selama rawatan ICU, pasien tidak mengalami gejolak hemodinamik, tekanan darah sistolik berada di antara 95–122 mmHg, dan laju jantung berkisar 68–90 kali/menit. Produksi urin selama rawatan di ICU yaitu 50–70 cc/jam. Pasien di-*weaning* perlahan dengan melihat parameter hemodinamik yang stabil dan tidak dijumpai komplikasi pembedahan maupun tanda-tanda peningkatan tekanan intrakranial.



Grafik 2. Profil Hemodinamik Perawatan di ICU

Dilakukan ekstubasi pada hari ke-1 pascaoperasi. Dari *drain*, produksi darah sekitar 50 cc dalam 48 jam. Pascaoperasi, terjadi peningkatan fungsi neurologis dengan kekuatan motorik ekstremitas superior 333/333 dan ekstremitas inferior 222/222.

III. Pembahasan

Tumor spinal merupakan istilah yang diberikan pada massa yang terbentuk pada medula spinalis maupun jaringan sekitarnya. Tumor spinal berdasarkan lokasinya terhadap sakus thecal terbagi atas 2, yaitu tumor yang berasal dari luar dura (ekstradural) dan tumor yang berasal dari dalam dura (intradural). Tumor intradural dapat dibagi atas tumor ekstramedular dan tumor intramedular. Tumor spinal termasuk tumor yang jarang terjadi. Insidensi tumor spinal adalah sekitar 0.098 kasus/100.000 penduduk pertahun. Sebagian besar tumor spinal didiagnosis pada pasien usia dewasa dan lansia.Kondisi yang jarang ini mengakibatkan studi kasus terhadap pasien dengan tumor spinal sangat sedikit jumlahnya.[6,7] Dari seluruh kasus tumor pada susunan saraf pusat, tumor spinal berkisar antara 10–20%. Angka kejadian tumor ekstradural adalah sekitar 60% dari total tumor spinal.[1] Meningioma dan schwannoma berkontribusi terhadap 60–70% dari seluruh kejadian tumor spinal. Tumor pada medula spinalis seringkali sulit didiagnosis dengan cepat sehingga prognosis yang terjadi cenderung menampakkan hasil yang tidak begitu baik.[8]

Tindakan operatif dan teknik pembiusan yang menerapkan prinsip neuroanestesia memiliki peranan penting dalam tatalaksana tumor spinal. Tatalaksana pembedahan dilakukan dengan tujuan mengurangi nyeri, perbaikan kondisi neurologis, serta meningkatkan kualitas hidup pasien dengan tumor spinal.[5,9] Pasien dengan tumor spinal dapat merasakan keluhan yang beragam sehingga diperlukan evaluasi mendalam dan dilakukan teknik diagnostik yang tepat. Sebagian besar keluhan utama yang dirasakan pasien adalah nyeri pada lokasi tumor dan radikulopati. Pada pasien ini, dikeluhkan kebas dan kesemutan pada tungkai kiri diikuti keluhan yang sama pada tangan kiri. Keluhan kebas dan kesemutan bertambah berat seiiring dengan penambahan

ukuran massa tumor. Nyeri yang dirasakan yang tidak dipengaruhi oleh pergerakan kepala. Keluhan ini sesuai dengan hasil pemeriksaan tumor yang berada pada sisi kiri medula spinalis setinggi vertebra servikal 1–3.[10]

Manajemen pasien preoperatif meliputi anamnesis terarah dan pemeriksaan fisik yang ditekankan pada pemeriksaan jalan napas, fungsi kardiovaskular, respirasi, dan neurologis harus dilakukan pada seluruh pasien yang akan menjalani operasi mayor terkait medula spinalis. Kondisi penyulit akibat adanya lesi pada medula spinalis cervikal harus didapat diidentifikasi dan dilakukan tatalaksana yang sesuai. Pasien dengan permasalahan yang kompleks oleh karena kondisi tumor medula spinalis sedapat mungkin dilakukan edukasi mencakup kondisi pasien, prognosis penyakit, resiko perburukan kondisi termasuk kerusakan saraf permanen, serta resiko pembiusan. Pada kasus yang direncanakan "*wake up test*", pasien diberitahu secara khusus sehingga tidak menimbulkan misinterpretasi oleh pasien dan menimbulkan trauma.[11] Defisit neurologis yang dirasakan pasien meliputi permasalahan motorik, sensorik, dan otonom. Pasien mengalami tetraparese dengan perburukan seiring waktu. Parese awalnya dikeluhkan pada sisi ipsilateral tumor, kemudian bertambah berat dan diikuti dengan gejala parese pada sisi kontralateral. Pasien mengeluhkan gejala hipoestesi yang dirasakan mulai dari persarafan setinggi dermatom vertebrae servikal 3, inkontinensia urin, serta inkontinensia alvi. Kondisi ini menunjukkan adanya progresi yang terjadi akibat massa tumor yang semakin memburuk pada pasien.[1] Oleh karena itu, diputuskan untuk melakukan tindakan operasi pengangkatan tumor spinal pada pasien.

Pemantauan intraoperatif meliputi pemantauan EKG, tekanan darah, pulseoksimetri, suhu tubuh, dan *end-tidal* CO_2. Pemantauan tekanan darah secara invasif (tekanan darah arteri) dibutuhkan untuk memantau hemodinamik pasien secara real time. Kateter urin dipasang untuk memantau produksi urin dan evaluasi cairan. Pada pasien dengan kemungkinan perdarahan masif, membutuhkan pemberian cairan dalam jumlah besar, membutuhkan obat-obat vasopresor, atau untuk pemantauan tekanan vena sentral, CVC dapat dipasang sebelum tindakan operasi dilakukan.[11]

Intraoperatif, pada pasien diterapkan prinsip-prinsip neuroanestesi. Tindakan anestesi dimulai dengan pemberian analgetik fentanyl dan induksi dengan propofol. Intubasi dilakukan seletah memastikan onset kerja obat telah tercapai. Dipilih *reinforced endotracheal tube* (ETT) untuk mencegah terlipatnya ETT intraoperatif. Teknik intubasi dilakukan secara *in-line immobilization*. Selama proses memposisikan pasien, pembedahan, dan rawatan ICU, ETT harus selalu dipastikan posisinya agar tidak mempengaruhi manajemen jalan napas. Proses membalikan pasien dari posisi supinasi ke pronasi dilakukan dengan perhatian khusus untuk meminimalisir pergerakan servikal, sehingga tidak terjadi penekanan lebih lanjut oleh massa tumor terhadap medula spinalis.[12] Posisi pasien membutuhkan perhatian khusus oleh karena dapat terjadi penekanan pada saraf perifer dan jaringan lunak. Posisi kepala sedapat mungkin dicegah pergerakan yang tidak diperlukan. Penekanan pada mata juga diperhatikan agar tidak terjadi.[3,4] Tim anestesiologi yang berada di dalam ruang operasi harus melakukan pemantauan secara terus-menerus terhadap tanda vital selama proses memposisikan pasien.

Pada pasien ini, rumatan anestesi diberikan agen inhalasi, analgetik, serta pelumpuh otot kontinu. Rumatan anestesi diberikan untuk mempertahankan kedalaman anestesi, mencegah nyeri, dan mencegah pergerakan pada pasien. Dengan menjaga hal tersebut, tindakan pembedahan dapat dilakukan dengan lebih baik. Operator pembedahan membutuhkan ketelitian yang tinggi dalam melakukan tindakan. Hemodinamik dipertahankan dalam kondisi fisiologis, termasuk tekanan darah, laju jantung, dan suhu tubuh.[4] Pada pasien dengan tumor medula spinalis, resiko perdarahan intraoperatif cukup tinggi diakibatkan oleh hipervaskularisasi tumor. Kebutuhan cairan, estimasi volume darah, serta perkiraan perdarahan pada pasien harus dievaluasi untuk memaksimalkan persiapan produk darah preoperatif. Tekanan darah intraoperatif dijaga

seoptimal mungkin dalam rentang normal. Teknik hipotensi terkendali dapat digunakan untuk mengurangi resiko perdarahan dan memberikan daerah operasi dengan visualisasi yang baik oleh tim bedah.[13] Selama operasi berlangsung dengan posisi pronasi, jalan napas dan bagian tubuh yang rentan terhadap cedera tekan harus dijaga agar tidak menimbulkan permasalahan lainnya.[10]

Trauma medula spinalis iatrogenik dapat terjadi selama tindakan operasi berlangsung. Neuromonitoring sebaiknya dilakukan sepanjang tindakan operasi untuk memberikan gambaran terhadap perubahan neurologis yang mungkin muncul. *Somatosensory evoked potential* (SSEP) merupakan salah satu jenis neuromonitoring yang sering digunakan selama operasi yang melibatkan medula spinalis.[14] Trauma medula spinalis iatrogenik dapat menyebabkan morbiditas dan mortalitas pada pasien, serta mempengaruhi berbagai aspek lainnya seperti operator bedah, rumah sakit, maupun institusi medis. Edukasi pasien dan keluarga menjadi salah satu aspek penting dalam pembedahan tumor medula spinalis.[12,15]

Perawatan pasien pascabedah dilakukan di ICU untuk pemantauan hemodinamik, manajemen nyeri, tatalaksana emergensi terkait permasalahan hemodinamik yang berpotensi terjadi, serta antisipasi efek yang timbul akibat cedera pada medula spinalis servikal seperti gagal napas. Segera setelah pasien stabil, dilakukan percobaan penapisan (*weaning*) ventilator dan evaluasi fungsi neurologis secara menyeluruh. Sebelum diekstubasi, pasien harus dipastikan fungsi ventilasi yang cukup adekuat. Pasien diberikan analgetik dan sedasi ringan sesaat sebelum ekstubasi untuk mencegah bucking dan peningkatan TIK. Selama rawatan pasca operasi, pasien diberikan kortikosteroid dosis tinggi untuk mencegah terjadinya edema perifokal tumor. Tromboprofilaksis dapat diberikan dengan pertimbangan khusus. Walau begitu, pemberian medikasi tromboprofilaksis tidak disarankan oleh karena resiko terjadinya perdarahan dan terbentuknya hematom pada daerah operasi yang dapat mempengaruhi hasil operasi. Oleh karena itu, pasien pasca operasi bedah saraf wajib mendapatkan pencegahan trombosis secara mekanik.[4] Antibiotik adekuat diberikan untuk memastikan infeksi pasca operasi tidak terjadi.[10,12] Program rehabilitasi pasca operasi di ketahui dapat meningkatkan kualitas hidup dan mengurangi defisit neurologis pada pasien dengan tumor ekstradural. Pasien dengan tumor ekstradural memiliki kesempatan untuk mengalami perbaikan fungsi neurologis. Evaluasi akan dilakukan berkala pada 1 bulan, 3 bulan, dan 6 bulan pascaoperasi. Pasien ini merupakan wanita usia produktif yang diharapkan mengalami perbaikan fungsi neurologis baik motorik, sensorik, dan otomon. Sehingga, aktivitas fisik dapat kembali dilakukan dan pasien dapat kembali menjadi individu yang mandiri. Perawatan pasca operasi melibatkan tim dokter bedah, dokter ahli anestesi untuk intervensi nyeri, dan rehabilitasi medik.

IV. Simpulan

Tumor ekstradural merupakan salah satu jenis tumor spinal dengan angka kejadia 60% dari total seluruh jenis tumor spinal. Penekanan pada medula spinalis oleh massa tumor menyebabkan defisit neurologis yang dapat ditandai dengan permasalahan pada fungsi motorik, sensorik, dan otonom. Intraoperatif, pemantauan hemodinamik pada pasien sangat penting diperhatikan oleh karena resiko perdarahan yang dapat terjadi. Perbaikan fungsi neurologis dapat terjadi bila tumor di evakuasi dalam waktu yang tepat dan semua faktor yang dapat memperburuk luaran dapat diminimalisir melalau tindakan neuroanestesia yang baik. Evaluasi fungsi neurologis dan rehabilitasi dilakukan secara berkala postoperatif dengan melibatkan tenaga medis multidisiplin dalam rawatan dan rehabilitasi pasien.

Daftar Pustaka

1. Munns J, Park DK, Deutsch H, Singh K. Primary spinal cord tumors: Part I—extradural and extramedullary tumors. Cont Spine. 2009;10(5.

2. Lam FC, Arle JE, Glazer PA, Kasper EM.

Primary extradural tumors of the spine - case review with evidence-guided management. Surg Neurol Int. 2014;5(Suppl 7):S373–5. https://doi.org/10.4103/2152-7806.139673

3. O'Connor D, Radcliffe J. Patient positioning in anaesthesia. Anaesth Intensive Care. 2021;22(12):759–64. https://doi.org/10.1093/bjaceaccp/mkh044

4. Ho S, Hambidge O, John R. Anaesthesia for neurosurgery. Anaesth Intensive Care.2020;21(1):33–8.

5. Missenard G, Bouthors C, Fadel E, Court C. Surgical strategies for primary malignant tumors of the thoracic and lumbar spine. Orthop Traumatol Surg Res. 2020;106(1S):S53–62. https://doi.org/10.1016/j.otsr.2019.05.028

6. Chin AL, Fujimoto D, Kumar KA, Tupper L, Mansour S, Chang SD, et al. Long-term update of stereotactic radiosurgery for benign spinal tumors. Neurosurgery. 2019;85(5):708–16. https://doi.org/10.1093/neuros/nyy442

7. Momin AA, Oyem P, Patil N, Soni P, Potter TO, Cioffi G, et al. Epidemiology of primary malignant non-osseous spinal tumors in the United States. Spine J. 2022;22(8): 1325–333. https://doi.org/10.1016/j.spinee.2022.02.015

8. Carlos-Escalante JA, Paz-López ÁA, Cacho-Díaz B, Pacheco-Cuellar G, Reyes-Soto G, Wegman-Ostrosky T. Primary benign tumors of the spinal canal. World Neurosurg. 2022,;164:178–198. https://doi.org/10.1016/j.wneu.2022.04.135

9. Kobayashi M, Demura S, Kato S, Yoshioka K, Shinmura K, Yokogawa N, et al. Prevalence and risk factors for the development of venous thromboembolism after spinal tumor surgery. Word Neurosurg. 2022;164: e177–e182. https://doi.org/10.1016/j.wneu.2022.04.064

10. Borovcanin Z, Ramaiah V, Nadler J. Neuro-Anesthesiology considerations in spinal cord tumors. In: Spinal Cord Tumors. 2019. 127–46. https://doi.org/10.1007/978-3-319-99438-3_8

11. Ko J, Chan T. Anaesthesia for major spinal surgery. Anaesth Intensive Care. 2021;22(1):6–12. https://doi.org/10.1016/j.mpaic.2020.11.008

12. Bao FP, Zhang HG, Zhu SM. Anesthetic considerations for patients with acute cervical spinal cord injury. Neural Regen Res. 2017 12(3):499–504. https://doi.org/10.4103/1673-5374.202916

13. Deiner S, Silverstein J. Anesthesia for patients with spinal cord tumors. In: Farag E, editor. Anesthesia for Spine Surgery.Cambridge: Cambridge University Press; 2012. 2021, 247–56.

14. Shils JL, Moul M, Arle JE. Chapter 37 - Neuromonitoring for spinal cord stimulation placement under general anesthesia. In: Deletis V, Shils JL, Sala F, Seidel K, editors. Neurophysiology in Neurosurgery (Second Edition). Academic Press; 2020. 523–33.

15. Daniels AH, Hart RA, Hilibrand AS, Fish DE, Wang JC, Lord EL, et al. Iatrogenic spinal cord injury resulting from cervical spine surgery. Global Spine J. 2017;7(1 suppl):84S-90S. https://doi.org/10.1177/2192568216688188