



Manajemen Anestesi pada Pasien Glioblastoma Multiforme Recurrent yang Menjalani Sitoreduksi Tumor dengan Menggunakan Teknik Bebas Opioid: Laporan Kasus

Christina Angelia Maharani Dewi Adhiwirawan^{1*}, I Putu Pramana Suarjaya¹,
Ida Bagus Krisna Jaya Sutawan¹, I Gusti Agung G Utara Hartawan¹,
Christopher Ryalino²

1. Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif, Fakultas Kedokteran, Universitas Udayana – RSUP Prof. Dr. IGNG Ngoerah, Denpasar, Indonesia
2. Departemen Anestesiologi, Universitaire Medisch Centrum Groningen, Groningen, Belanda

*penulis korespondensi

DOI: 10.55497/majanestricar.v44i1.476

ABSTRAK

Pendahuluan: Glioblastoma Multiforme (GBM) adalah jenis glioma yang sangat agresif dan memiliki prognosis yang buruk. Dalam beberapa tahun terakhir, didapati dampak anestesi dan analgesik terhadap progresivitas kanker. Paparan jangka pendek terhadap agen anestesi, yaitu anestesi inhalasi, dapat mempercepat pertumbuhan tumor. Selain itu, pasien yang terpapar dengan opioid pada kuantitas besar dalam beberapa hari setelah operasi akan mengalami progresivitas kanker lebih cepat daripada mereka yang mengonsumsi obat analgesik dalam jumlah terbatas dan dalam jangka waktu lebih pendek.

Deskripsi Kasus: Pasien berusia 17 tahun dengan keluhan benjolan pada kepala sisi kanan yang progresif membesar dan tidak nyeri sejak satu bulan sebelum masuk rumah sakit. Kelemahan separuh tubuh kiri dan ptosis pada mata kanan sejak bulan Mei 2024. Pada bulan Juni 2024 telah dilakukan operasi reseksi tumor dan kraniektomi dekompresi dengan pembiusan umum diikuti dengan operasi sitoreduksi tumor pada bulan September 2024. Hasil CT kepala tanpa kontras didapatkan massa padat heterogen intraaxial supratentorial pada thalamus kanan yang meluas ke lobus temporal kanan menyebabkan pergeseran struktur midline ke kiri sejauh 0,9 cm yang mengesankan massa residual dengan diagnosis banding massa residif. Tindakan anestesi dilakukan dengan pembiusan umum dengan teknik anestesi bebas opioid (*opioid free*) dan dikombinasikan dengan regional anestesi menggunakan *scalp block*.

Kesimpulan: Teknik anestesi bebas opioid dapat digunakan sebagai modalitas dalam operasi GBM.

Kata Kunci: Anestesi, glioblastoma multiforme, bebas opioid



Anesthetic Management in Recurrent Glioblastoma Multiforme Patients Undergoing Tumor Cytoreduction Using Opioid-Free Techniques: Case Report

**Christina Angelia Maharani Dewi Adhiwirawan^{1*}, I Putu Pramana Suarjaya¹,
Ida Bagus Krisna Jaya Sutawan¹, I Gusti Agung G Utara Hartawan¹,
Christopher Ryalino²**

1. Anesthesiology and Intensive Care Department, Faculty of Medicine, Universitas Udayana – Prof. Dr. IGNG Ngoerah General Hospital, Denpasar, Indonesia
2. Anesthesiology Departement, Universitaire Medisch Centrum Groningen, Groningen, Belanda

*corresponding author

DOI: 10.55497/majanestcricar.v44i1.476

ABSTRACT

Introduction: Glioblastoma Multiforme (GBM) is a very aggressive type of glioma and has a poor prognosis. In recent years, the impact of anesthetics and analgesics on cancer progression has been demonstrated. Short-term exposure to anesthetic agents, particularly inhaled anesthetics, can accelerate tumor growth. Furthermore, patients exposed to large amounts of opioids in the days following surgery experience faster cancer progression than those who consume analgesics in smaller amounts and for shorter periods.

Case Description: A 17-year-old patient complained of a mass on the right side of the head that progressively enlarged and was painless since one month before admission. Weakness of the left half of the body and ptosis of the right eye since May 2024. In June 2024, tumor resection and decompressive craniectomy were performed under general anesthesia followed by tumor cytoreduction surgery in September 2024. The head CT scan without contrast showed a heterogeneous intraaxial supratentorial solid mass in the right thalamus that extended to the right temporal lobe, causing a shift in the midline structure to the left by 0.9 cm which suggests a residual mass with a differential diagnosis of residual mass. Anesthesia was performed under general anesthesia with an opioid-free anesthesia technique and combined with regional anesthesia using scalp block.

Conclusion: Opioid-free anesthetic techniques can be used as a modality in GBM surgery.

Keywords: Anesthesia, glioblastoma multiforme, opioid-free anesthesia

PENDAHULUAN

Glioma adalah keganasan paling umum pada sistem saraf pusat. Kanker ini berasal dari tumor pada sel pendukung saraf, yaitu astrosit dan oligodendrosit. Glioblastoma Multiforme (GBM) adalah jenis glioma yang sangat agresif dan memiliki prognosis yang buruk.¹ Dengan tingkat kejadian 3,22 per 100.000 orang di Amerika Serikat, tumor ini lebih umum terjadi pada pria daripada wanita (1,6:1). GBM terutama didiagnosis pada usia rata-rata 65 tahun, dan kejadiannya meningkat seiring bertambahnya usia. Tingkat kelangsungan hidup relatif lima tahun GBM adalah yang terendah (6,8%) dibandingkan dengan tingkat kelangsungan hidup relatif 5 tahun dari semua tumor otak ganas lainnya. Progresivitas penyakit merupakan penyebab kematian tersering pada pasien dengan GBM.¹ Meskipun ada kemajuan terkini dalam terapi multimodalitas untuk glioblastoma yang menggabungkan pembedahan, radioterapi, terapi sistemik (kemoterapi, terapi target), dan perawatan suportif, prognosis keseluruhannya tetap buruk, dan kelangsungan hidup jangka panjangnya jarang.²

Dalam beberapa tahun terakhir, didapati dampak anestesi dan analgesik terhadap progresivitas kanker. Paparan jangka pendek terhadap agen anestesi, yaitu anestesi inhalasi, dapat mempercepat pertumbuhan tumor.¹ Selain itu, dilaporkan bahwa pasien yang terpapar dengan opioid pada kuantitas besar dalam beberapa hari setelah operasi akan mengalami progresivitas kanker lebih cepat daripada mereka yang mengonsumsi obat analgesik dalam jumlah terbatas dan dalam jangka waktu lebih pendek.¹ Berikut laporan kasus ini ditulis mengenai seorang pasien berusia 17 tahun yang menjalani operasi GBM dengan teknik bebas opioid.

DESKRIPSI KASUS

Anamnesis

Pasien berusia 17 tahun datang dengan keluhan benjolan pada kepala sisi kanan sejak satu bulan sebelum masuk rumah sakit. Benjolan dirasakan perlahan membesar dan tidak nyeri. Riwayat trauma kepala, nyeri kepala, demam, mual dan muntah disangkal. Pasien diketahui memiliki tumor otak sejak bulan Mei 2024 dengan

keluhan awal kelemahan sisi tubuh bagian kiri. Kelemahan separuh tubuh kiri dan ptosis pada mata kanan dikeluhkan menetap sejak bulan Mei 2024. Riwayat kejang terakhir pada bulan September 2024. Keluhan demam, sesak napas, dan pilek dalam dua minggu terakhir disangkal pasien. Riwayat alergi obat diazepam dengan reaksi mata bengkak, alergi makanan tidak ada. Pasien saat ini dengan pengobatan rutin fenitoin 3 x 100 mg per oral dan deksametasone 3 x 5 mg per oral. Riwayat penyakit hipertensi, diabetes melitus, asma, atau penyakit jantung maupun penyakit sistemik lainnya tidak ada. Pasien dengan riwayat radioterapi dan kemoterapi konkomitan sebanyak 21 kali di RSUP Prof. Ngoerah Denpasar. Riwayat operasi sebelumnya pada bulan Juni 2024 dilakukan operasi kraniotomi reseksi tumor dan kraniektomi dekompresi dengan pembiusan umum dan pada bulan September 2024 dilakukan operasi sitoreduksi tumor dan pascabedah perawatan di PICU. Pasien merupakan seorang siswa SMA yang sebelum sakit masih dapat melakukan aktivitas ringan sedang tanpa keluhan nyeri dada maupun sesak napas.

Pemeriksaan Fisik

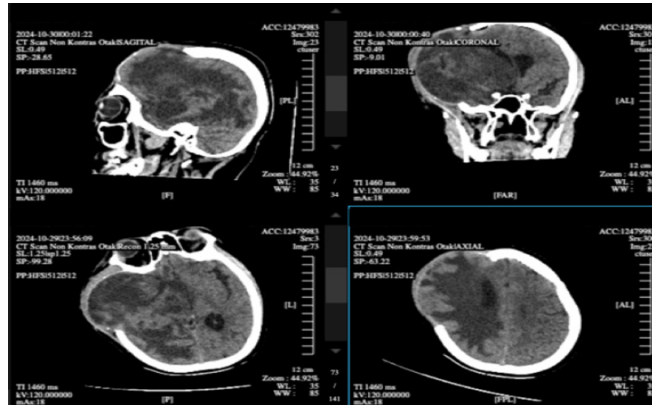
Pasien dengan berat badan 60 kg, tinggi badan 160 cm dengan BMI 23,4 kg/m². Tekanan darah 120/80 mmHg, frekuensi nadi 81 kali per menit, laju pernapasan 16 kali per menit, saturasi oksigen perifer 97% dengan udara bebas, suhu aksila 36,6 derajat celsius. Pemeriksaan fungsi respirasi dan kardiovaskuler dalam batas normal. Pemeriksaan neurologis didapatkan *Glasgow Coma Scale* (GCS) E4V5M6, pupil bulat isokor dengan diameter kanan dan kiri 2 mm, refleks cahaya positif baik pada kedua mata, dan kesan lateralisasi ke kiri. Pada kepala terlihat massa di regio frontotemporal dekstra, ukuran 11x10 cm dengan konsistensi keras, tampak luka bekas operasi terawat dan defek post op teraba tegang.

Pemeriksaan Penunjang

Pemeriksaan laboratorium rutin sebelum operasi menunjukkan hasil yang normal dan foto toraks tidak ada kelainan. Dari hasil *CT scan* kepala tanpa kontras didapatkan massa solid heterogen intra-aksial supratentorial pada thalamus kanan meluas ke lobus temporal kanan mendesak

dan menyempitkan cornu anterior-posterior ventrikel lateral kanan dan ventrikel III ke sisi kiri, mendesak *sylvian cisterna* kanan, mendesak midbrain, menyebabkan *midline shift* ke kiri sejauh 0,9 cm dan mendesak herniasi pada

defek post op regio fronto-temporal kanan, yang mengesankan adanya massa residual (dengan diagnosis banding sebuah massa yang residif), dan defek pascaoperasi pada regio fronto-temporal kanan.



Gambar 1. Hasil CT Scan kepala

Pengelolaan Anestesi

Sebelum masuk ruang operasi, pasien diberikan analgesik dengan parasetamol 1.000 mg IV, ibuprofen 400 mg IV dan deksametason 10 mg IV. Kemudian di ruang operasi dilakukan pemasangan alat monitoring berupa EKG, saturasi, ETCO₂, dan pengukuran tekanan darah invasif. Induksi dilakukan menggunakan deksmedetomidin 60 mcg selama 15 menit, propofol TCI mode eleveld dengan efek target 4-6 mcg/menit, serta lidokain 80 mg dan rocuronium 40 mg.

Saat dilakukan ventilasi tekanan positif dilakukan penyemprotan *xylocain spray* 10% pada orofaring, kemudian dilakukan intubasi dan ventilasi terkontrol. Setelah pasien terintubasi dilakukan *scalp block* menggunakan

bupivakain 0,25% pada sisi kanan dengan volume tiga ml pada masing – masing titik. Pada pasien juga dilakukan pemasangan CVC. Pemeliharaan dilakukan dengan memberikan deksmedetomidin 0,3-0,6 mcg/kgBB/jam, TCI propofol mode eleveld dengan efek target 3-4 mcg/menit, dan rocuronium 10 mg IV tiap 30 menit. Pasien diposisikan dalam kepala ditinggikan 15 derajat.

Operasi berlangsung sekitar 2 jam 30 menit dengan hemodinamik stabil. Intra operatif dilakukan aspirasi tumor dengan menggunakan bipolar dan *suction* untuk kontrol perdarahan. Operasi selesai dengan perdarahan sekitar 900 cc dan urin output 600 cc, serta pemberian cairan kristaloid 1,500 ml, koloid 500 ml dan transfusi *Packed Red Cell* (PRC) 207 ml.



Gambar 2. Magnetic Resonance Angiography (MRA) 22 Januari 2025

Pengelolaan Pascabedah

Pasien dilakukan ekstubasi sadar di ruang operasi dan dirawat di PICU dengan pemberian oksigen nasal kanul 3 lpm. Untuk analgetik paskaoperasi diberikan deksmedetomidin 0,2 – 0,3 mcg/kgBB/jam dan tramadol 50 mg IV jika nyeri. *Numeric rating scale* untuk nyeri pasien satu hari paskaoperasi 1-2. Setelah 24 jam paska operasi, obat antinyeri diberikan ibuprofen 400 mg tiap 8 jam per oral dan tramadol 50 mg IV jika nyeri. Pasien dipindahkan ke ruang perawatan biasa, setelah dua hari perawatan di PICU

DISKUSI

Glioblastoma adalah tumor otak primer ganas yang paling umum, sekitar 57% dari seluruh glioma dan 48% dari seluruh keganasan saraf pusat primer tumor sistem (SSP). Ada beberapa faktor risiko untuk terjadinya glioblastoma, namun yang saat ini sudah tervalidasi dan menjadi faktor risiko terkuat yang masih dapat dimodifikasi adalah paparan terhadap radiasi. Dari perspektif anestesiologi, pembedahan GBM menghadirkan tantangan kompleks yang meliputi pengendalian tekanan intrakranial (TIK), pemeliharaan perfusi serebral, stabilitas hemodinamik, serta kebutuhan untuk memungkinkan evaluasi neurologis dini pascabedah. Oleh karena itu, pemilihan teknik anestesi harus mempertimbangkan tidak hanya keberhasilan intraoperatif, tetapi juga luaran perioperatif jangka pendek.²

Dalam beberapa tahun terakhir, muncul perhatian terhadap kemungkinan pengaruh agen anestesi dan analgesik terhadap progresivitas kanker. Meskipun mekanisme molekuler yang mendasari hubungan ini masih terus diteliti dan belum sepenuhnya dipahami, implikasi praktis bagi ahli anestesi masih menjadi perdebatan. Hingga saat ini, bukti klinis yang tersedia belum cukup kuat untuk menjadikan pertimbangan onkologis jangka panjang sebagai dasar utama dalam pemilihan teknik anestesi pada pembedahan GBM. Oleh karena itu, fokus utama praktik anestesi tetap diarahkan pada keamanan pasien, stabilitas fisiologis, dan kualitas pemulihan pascabedah.

TIK yang meningkat umumnya dikaitkan dengan tumor otak dikompensasikan pada tingkat

yang bervariasi di antara pasien, seperti yang dilaporkan pada laporan kasus sebelumnya.³⁻⁵ Menghindari rangsangan simpatis, yang dapat memperburuk hipertensi intrakranial, sangat penting selama induksi anestesi. Lingkungan anestesi yang rileks awalnya memberikan ansiolisis nonfarmakologis dan melengkapi inisiasi awal infus remifentanil untuk mencapai konsentrasi lokasi efek yang memadai sebelum induksi dan laringoskopi. Induksi intravena dengan propofol dilakukan dengan menggunakan bolus manual yang dititrasi (bila menggunakan anestesi volatil) atau dengan inisiasi infus propofol (dengan infus yang dikontrol target jika tersedia).⁶

Reseksi bedah tumor GBM dapat dilakukan dengan anestesi umum berbasis volatil atau *total intravenous anesthesia* (TIVA). Anestesi volatil seperti isofluran, sevofluran, dan desfluran diberikan sebagai dasar anestesi inhalasi, sedangkan propofol adalah anestesi yang paling umum digunakan untuk TIVA. Agen intravena lainnya seperti deksmedetomidin juga sering ditambahkan sebagai anestesi adjuvan selama kraniotomi untuk tumor. Istilah "anestesi umum gabungan" mengacu pada kombinasi anestesi volatil dan anestesi propofol selama operasi. Tujuan penggunaan teknik anestesi umum gabungan adalah untuk mengurangi efek samping dari salah satu agen tunggal (yaitu, mual dan muntah yang disebabkan oleh anestesi volatil).^{1,2,6}

Fang *et al.* melaporkan bahwa waktu anestesi dan waktu ekstubasi pada kelompok anestesi sevofluran lebih singkat daripada kelompok anestesi propofol, dan waktu pemulihan orientasi serta waktu membuka mata juga lebih singkat. Kemungkinan komplikasi pascaoperasi pada kelompok anestesi sevofluran lebih rendah daripada kelompok anestesi propofol. Anestesi sevofluran mungkin lebih cocok untuk induksi bedah pasien glioma daripada anestesi propofol.⁷ Cen *et al.* melaporkan bahwa sevofluran lebih efektif mencegah progresivitas glioma pascaoperasi daripada propofol, dan SERPINI1 dapat digunakan sebagai faktor prognostik independen baru untuk glioma.⁸

Salah satu mekanisme yang diusulkan di mana anestesi volatil memengaruhi hasil akhir kanker adalah dengan memediasi ekspresi gen dalam

sel tumor. Misalnya, paparan jangka pendek sel glioma terhadap isofluran dan desfluran memodulasi ekspresi gen secara bergantung waktu. Mekanisme yang diusulkan di balik temuan ini adalah melalui peningkatan regulasi mikroRNA (miR)-124-3p. Keterlibatan miRNA dalam efek antitumor anestesi juga diamati pada sel GBM yang diterapi dengan propofol. Ketika sel glioma mendapatkan terapi propofol, mereka menunjukkan proliferasi sel, migrasi, dan invasi yang terhambat, yang diperkirakan dimediasi setidaknya sebagian melalui peningkatan regulasi miR-410-3p.^{1,9,10}

Anestesi regional saat ini direkomendasikan untuk pengendalian nyeri perioperatif yang adekuat setelah kraniotomi. Hal ini disebabkan karena anestesi regional dapat mengurangi progresivitas kanker melalui berbagai mekanisme yang bekerja secara sinergis, termasuk melalui pengurangan penggunaan opioid dan anestesi umum, modulasi respons stres, dan efek langsung anestesi lokal pada lingkungan mikro tumor setelah penyerapan sistemiknya. Secara keseluruhan, lidokain telah terbukti menginduksi apoptosis dan autofagi pada sel glioma C6 tikus. Beberapa mekanisme telah diajukan, termasuk blokade arus pada saluran potensial reseptor transien melastatin 7 dengan konsentrasi lidokain berkisar antara 1 hingga 3 mM dan induksi perubahan pada sitoskeleton seluler. Pada sel glioma U87-MG, lidokain memicu apoptosis yang bergantung pada dosis dengan meningkatkan konsentrasi kalsium intraseluler.¹

Opioid bekerja melalui reseptornya, yaitu μ , κ , dan δ yang menonjol. Reseptor μ -opioid (ROM) terdapat dalam sel sistem saraf pusat (SSP), sistem saraf tepi, dan imunosit. Beberapa penelitian telah menunjukkan adanya ROM dalam sel tumor. Hubungan antara peningkatan ekspresi ROM dalam sel tumor dan perkembangan serta penyebaran penyakit telah ditunjukkan dalam neoplasma. Ada juga bukti adanya reseptor opioid μ dalam sel GBM.¹¹ Opioid dapat secara langsung mengaktifkan reseptor tol-like-4, yang menyebabkan pelepasan dan ekspresi mediator inflamasi termasuk IL-1, IL-6, TNF α , dan NF- κ B metaloproteinase-9. Reseptor tol-like berpartisipasi dalam inflamasi terkait tumor dengan mendorong migrasi makrofag

dari sirkulasi ke lingkungan mikro tumor dan memfasilitasi polarisasi M2.¹

Sampai saat ini belum ada uji klinis atau studi observasional yang dipublikasikan yang menyelidiki peran opioid pada perkembangan tumor GBM. Modulasi melalui reseptor μ -opioid telah diteorikan sebagai terapi adjuvan dalam mengatasi peningkatan kemo-dan radioresistensi pada GBM. Metadon telah menerima perhatian khusus mengenai peran potensialnya dalam perkembangan GBM. Metadon mengurangi keganasan sel tumor dengan meningkatkan apoptosis dan meningkatkan sensitivitas terhadap pengobatan dengan doksorubisin dalam dua lini sel GBM. Selain itu, studi pada konsentrasi tinggi metadon, sel GBM menunjukkan peningkatan apoptosis dan penurunan viabilitas sel. Namun, ketika sel diobati dengan konsentrasi yang relevan secara klinis, metadon tidak meningkatkan efek antitumorigenik apa pun.^{1,12} Naufal *et al.* melaporkan bahwa tidak ada hubungan antara keseluruhan dosis opioid intraoperasi dan keberlangsungan hidup bebas penyakit pada pasien yang menjalani operasi untuk GBM.¹¹

Nonsteroidal anti-inflammatory drugs (NSAID) juga telah dipelajari sebagai terapi potensial untuk GBM. Ibuprofen dapat mengurangi proliferasi sel glioma dan kemampuan migrasi ke tingkat yang lebih besar daripada diklofenak, dan bahwa mekanisme ini juga independen dari COX. Efek ini diyakini dimediasi oleh AMPK/mTORC1, jalur lain yang tidak bergantung pada COX. FDA mengeluarkan peringatan tentang pemberian NSAID non-aspirin secara kronis yang meningkatkan risiko stroke dan serangan jantung.¹

Meskipun *opioid-free anesthesia* menunjukkan hasil yang baik pada kasus ini, pendekatan tersebut tidak dimaksudkan untuk menggantikan opioid secara mutlak dalam semua situasi. Penting untuk ditekankan bahwa teknik anestesi bebas opioid memerlukan seleksi pasien yang cermat, pemantauan intraoperatif yang ketat, serta kesiapan untuk menggunakan opioid sebagai terapi penyelamatan bila diperlukan. Faktor-faktor seperti durasi operasi, tingkat nyeri yang diperkirakan, kondisi neurologis pasien, dan komorbiditas harus menjadi dasar dalam pengambilan keputusan klinis.

Para peneliti berspekulasi bahwa anestesi regional bermanfaat karena dapat meminimalkan penggunaan opioid, mengurangi konsumsi anestesi umum, dan membatasi respons stres yang terkait dengan pembedahan.¹ Grau *et al.* melaporkan bahwa pilihan metode anestesi tidak berdampak pada kelangsungan hidup pada pasien dengan glioblastoma dalam kohort yang ditentukan dengan baik.⁹ Schmoch *et al.* melaporkan bahwa tidak ditemukan perbedaan kelangsungan hidup yang signifikan terkait dengan jenis anestesi baik sebelum maupun setelah penyesuaian faktor prognostik yang diketahui selama reseksi GBM *wild-type isocitrate dehydrogenase* (IDH).¹³

SIMPULAN

GBM adalah tumor yang sangat agresif dengan prognosis yang buruk. Pembedahan dianjurkan untuk mencapai kendali lokal terhadap penyakit tersebut. Saat ini, tidak ada bukti kuat yang merekomendasikan perubahan dalam teknik anestesi atau perawatan analgesik pada pasien yang menjalani reseksi GBM. Opioid harus diberikan dengan bijaksana untuk mengobati nyeri perioperatif yang tinggi. Ahli anestesi harus fokus pada dampak anestesi dan analgesik selama operasi GBM pada hasil perioperatif seperti nyeri, kualitas hidup, rehabilitasi, waktu untuk keluar, dan metrik terkait lainnya. Teknik anestesi bebas opioid dengan *scalp block* dapat digunakan secara aman pada pembedahan GBM rekuren dan memberikan stabilitas hemodinamik serta kontrol nyeri yang memadai. Pendekatan ini berpotensi menjadi alternatif dalam manajemen anestesi GBM, namun masih memerlukan bukti lanjutan untuk menilai dampaknya terhadap luaran onkologis jangka panjang.

KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis menyatakan tidak terdapat konflik kepentingan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Privorotskiy A, Bhavsar SP, Lang FF, Hu J, Cata JP. Impact of anesthesia and analgesia techniques on glioblastoma progression. A narrative review. *Neuro-Oncology Advances*. 2020;2(1):1–11. doi: [10.1093/nojnl/vdaa123](https://doi.org/10.1093/nojnl/vdaa123)
2. Tan AC, Ashley DM, López GY, Malinzak M, Friedman HS, Khasraw M. Management of glioblastoma: State of the art and future directions. *CA A Cancer J Clinicians*. 2020;70(4):299–312. doi: [10.3322/caac.21613](https://doi.org/10.3322/caac.21613)
3. Isngadi I, Hartono R, Willianto A. Clinical Improvement and Tumor Regression in Parturient With a Brain Tumor and Intracranial Bleeding After C-Section with General Anesthesia: A Case Report. *Bali Journal of Anesthesiology*. 2023;7(1):51–5. doi: [10.4103/bjoa.bjoa_250_22](https://doi.org/10.4103/bjoa.bjoa_250_22)
4. Chandra SO, Suarjaya IPP. Chiari I Malformation with Neurogenic Hypertension Underwent Suboccipital Decompression: A Case Report. *Bali J Anaesthesiol*. 2024;8:123–6. doi: [10.4103/bjoa.bjoa_32_24](https://doi.org/10.4103/bjoa.bjoa_32_24)
5. Senapathi TGA, Suandrianno Y, Sidemen IGPS, Ryalino C, Pradhana AP. Airway Management of Giant Occipital Meningoencephalocele Removal. *Bali Journal of Anesthesiology*. 2021;5(2):128–31. doi: [10.4103/bjoa.bjoa_229_20](https://doi.org/10.4103/bjoa.bjoa_229_20)
6. Keown T, Bhangu S, Solanki S. Anaesthesia for Craniotomy and Brain Tumour Resection. Allen Press, Inc. 2022;1–7.
7. Fang J, Wang H, Zhang W, Yang K, Wang W. Clinical Observation of Patients Undergoing Glioma Surgery under Propofol and Sevoflurane Anesthesia: A Retrospective Study. Chen S, editor. *Journal of Oncology*. 2022;2022:1–6. doi: [10.1155/2022/4516537](https://doi.org/10.1155/2022/4516537)
8. Cen S, Yang G, Bao H, Yu Z, Liang L. Impact of propofol versus sevoflurane anesthesia on molecular subtypes and immune checkpoints of glioma during surgery. *Health Science Reports*. 2023;6(9):e1366. doi: [10.1002/hsr2.1366](https://doi.org/10.1002/hsr2.1366)
9. Grau SJ, Schwab SG. The choice of anaesthesia for glioblastoma surgery does not impact the time to recurrence. *Scientific Reports*. 2020;10:5556. doi: [10.1038/s41598-020-62087-8](https://doi.org/10.1038/s41598-020-62087-8)

10. Huang YH, Wu ZF, Lee MS, Lou YS, Wu KL, Cheng KI, et al. Propofol-based total intravenous anesthesia is associated with better survival than desflurane anesthesia in glioblastoma surgery. Pasin L, editor. PLoS ONE. 2021;16(8):e0255627. doi: [10.1371/journal.pone.0255627](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0255627)
11. Naufal RFF, Izadora L, Reyes CMG, Junior MW, Pokorny G, Carvalho GC, et al. Intraoperative opioids and disease-free survival in glioblastoma multiforme. Research Square. 2023;1–18. doi:[10.21203/rs.3.rs-3760133/v1](https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3760133/v1)
12. Vatter T, Klumpp L, Ganser K, Stransky N, Zips D, Eckert F, et al. Against Repurposing Methadone for Glioblastoma Therapy. Biomolecules. 2020;10(6):917. doi: [10.3390/biom10060917](https://doi.org/10.3390/biom10060917)
13. Schmoch T, Jungk C, Bruckner T, Haag S, Zweckberger K, Von Deimling A, et al. The anesthetist's choice of inhalational vs. intravenous anesthetics has no impact on survival of glioblastoma patients. Neurosurg Rev. 2021;44(5):2707–15. doi: [10.1007/s10143-020-01452-7](https://doi.org/10.1007/s10143-020-01452-7)