

Anestesia para Craneotomía y Resección de Tumor Cerebral

Toby Keown^{1†}, Sonia Bhangu²
Sandeep Solanki³

¹Anaesthetics Registrar, University Hospitals Coventry and Warwickshire, UK ²Consultant Anaesthetist, University Hospitals Coventry and Warwickshire, UK ³Consultant Neurosurgeon, University Hospitals Coventry and Warwickshire, UK

Editado por: Matthew Doane, Senior Staff Specialist, Department of Anaesthesia & Pain Management, Royal North Shore Hospital, Australia

†Corresponding author e-mail: toby.keown@doctors.net.uk

Published 22 February 2022



PUNTOS CLAVE

- Los objetivos hemodinámicos intraoperatorios se enfocan en mantener perfusión cerebral, equilibrados por las comorbilidades basales del paciente.
- El monitoreo neurofisiológico intraoperatorio es optimizado al evitar anestésicos inhalados y el bloqueo neuromuscular intraoperatorio, mientras se mantiene la presión arterial media y la normotermia.
- A menudo no se requiere estadía postoperatoria en la unidad de cuidados intensivos en pacientes sin complicaciones con resecciones tumorales simples

INTRODUCCION

Los tumores cerebrales primarios representan una pequeña incidencia en los cánceres globales, pero conllevan un riesgo significativo de morbilidad y mortalidad a largo plazo¹. La anestesia para cirugía de craneotomía requiere una evaluación preoperatoria específica, un enfoque intraoperatorio para mantener la perfusión cerebral y evitar factores que pueden afectar la evaluación neurológica postoperatoria temprana. En este tutorial abordamos las consideraciones anestésicas dentro del proceso perioperatorio de pacientes sometidos a craneotomía electiva y resección de tumor cerebral.

Subscribe to ATOTW tutorials by visiting <https://resources.wfsahq.org/anaesthesia-tutorial-of-the-week/>

Los tumores cerebrales primarios se pueden clasificar según su origen celular, siendo los tumores de células gliales los más frecuentes. Los subtipos incluyen astrocitomas y el glioblastoma multiforme rápidamente progresivo. Los tumores no gliales y más típicamente benignos incluyen meningiomas, schwannomas y adenomas hipofisarios.^{2,3} La presentación es heterogénea y los síntomas a menudo se asocian con la ubicación del tumor y el efecto de masa asociado. Como tal, las características comunes incluyen dolor de cabeza, convulsiones y déficits neurológicos focales.³

EVALUACION PREOPERATIVA

Una apreciación de la ansiedad inherente en esta población de pacientes facilita una atención más holística de aquellos que se someten a resecciones de tumores cerebrales. Después de un diagnóstico, los planes quirúrgicos suelen acelerarse, lo que ofrece a los pacientes un tiempo limitado para la preparación psicológica antes de la cirugía. Junto con los aspectos de rutina de una revisión anestésica, la evaluación preoperatoria debe establecer la presencia y la eficacia de cualquier medicamento para controlar las convulsiones, documentar los déficits neurológicos existentes y cuantificar el uso de esteroides, todo lo cual facilita las decisiones con respecto a la dosificación de estrés. Las investigaciones preoperatorias comunes incluyen electrocardiograma, hemograma completo, medición de urea y electrolitos y grupo y Rh. Se requiere sangre cruzada para tumores altamente vascularizados o aquellos cerca de los senos venosos.

An online test is available for self-directed continuous medical education (CME). It is estimated to take 1 hour to complete. Please record time spent and report this to your accrediting body if you wish to claim CME points. A certificate will be awarded upon passing the test. Please refer to the accreditation policy [here](#).

Subscribe to ATOTW tutorials by visiting <https://resources.wfsahq.org/anaesthesia-tutorial-of-the-week/>

La craneotomía con el paciente despierto puede ser apropiada en tumores supratentoriales, cerca de la corteza elocuente. Para llevar a cabo la craneotomía despierta, los pacientes deben cooperar y requieren una amplia preparación psicológica. Los detalles sobre la anestesia para la cirugía craneal despierto se pueden encontrar en ATOTW 335 (Manejo anestésico de estimuladores cerebrales profundos).⁴

MANEJO INTRAOPERATIVO:

INDUCCION

La presión intracraneal elevada (PIC) comúnmente asociada con los tumores cerebrales se compensa en un grado variable entre los pacientes. Evitar las fuentes de estimulación simpática (y, por lo tanto, el empeoramiento de la hipertensión intracraneal) es crucial durante la inducción de la anestesia. Un ambiente anestésico relajado inicialmente proporciona ansiolisis no farmacológica y complementa el inicio temprano de una infusión de remifentanilo para lograr una concentración adecuada en el lugar del efecto antes de la inducción y la laringoscopia. La inducción intravenosa con propofol se logra usando un bolo manual titulado (cuando se usa anestesia volátil) o iniciando la infusión de propofol (con infusión controlada por objetivo cuando esté disponible).

Una vez anestesiado una medición de tren de cuatro puede ser calibrada antes de administrar el relajante muscular y luego monitoreado secuencialmente para asegurar una parálisis completa antes de la laringoscopia. Una profundidad adecuada de parálisis es importante para reducir el riesgo de respuesta de la vía aérea la cual puede aumentar la PIC, como ser la tos. El monitoreo neuromuscular cuantitativo habilita la titulación y el uso racional de las dosis de relajante muscular para asegurar una reversión previo a la medición del potencial evocado motor (PEM). Un tubo endotraqueal reforzado utilizado junto a un bloqueador de mordida protege la boca y la vía aérea de un daño secundario a las contracciones orales durante algunas mediciones de PEM. Si la cirugía se realizara en decúbito prono, la vigilancia de la protección ocular y la fijación del tubo endotraqueal son esenciales para disminuir el riesgo de lesión ocular y la pérdida iatrogénica de la vía aérea. El neurofisiólogo puede insertar electrodos periorales y en la lengua, por lo cual se debe discutir el acceso compartido a la boca para un acceso seguro de la vía aérea. Los medicamentos usualmente administrados en el periodo cercano a la inducción pueden incluir esteroides intravenosos (para reducir el edema cerebral), antibióticos y anticonvulsivantes profilácticos de acuerdo con los protocolos locales.

MONITOREO

El control de la craneotomía electiva se detalla en la Tabla 1. La inserción de una línea arterial antes de la inducción, con la colocación del transductor al nivel del trago, permite la titulación de la presión arterial media para lograr una presión de perfusión cerebral normal. La duración del procedimiento, la administración de manitol y la evaluación del balance de líquidos obligan al cateterismo urinario.

La selección de monitoreo adicional va a depender de la ubicación del tumor, los recursos disponibles y la preferencia quirúrgica. El monitoreo neurofisiológico intraoperatorio (IONM) permite que el equipo quirúrgico pueda estar continuamente informado en áreas de importancia funcional a través de la resección. Para información mas detallada sobre el IONM, avóquese al ATOTW 397 (Introducción al Monitoreo Neurofisiológico Intraoperatorio para Anestesiistas).

<p>RUTINA DE MONITOREO PARA CRANEOTOMIA</p> <p> saturación de O₂ capnografía Electrocardiograma de tres derivaciones Presión arterial invasiva Monitoreo de la unión neuromuscular Catéter urinario Sonda de temperatura</p> <p>Vigilancia adicional: Potenciales evocados somatosensoriales Potenciales evocados motores Electromiografía Electroencefalografía (EEG) EEG procesado Presión venosa central</p>

Tabla 1. Monitoreo para Craneotomía Electiva

Subscribe to ATOTW tutorials by visiting <https://resources.wfsahq.org/anaesthesia-tutorial-of-the-week/>

Las modalidades clave de IONM son las siguientes:

- Los potenciales evocados somatosensoriales (SSEP, por sus siglas en inglés) implican un estímulo eléctrico periférico que normalmente se aplica sobre los nervios tibial, mediano o cubital. El análisis de la despolarización resultante en la médula espinal y la corteza cerebral, típicamente promediada durante 2 a 3 minutos, se usa para demostrar y monitorear la transmisión neural intacta.⁶
- Los PEM son utilizados para evaluar los tractos corticoespinales. Un estímulo eléctrico transcraneal es aplicado a la corteza motora con potenciales de acción muscular compuesto (CMAP, por sus siglas en inglés) periféricos son medidos para mostrar a transmisión a través de los tratos relevantes y los nervios motores. Un bloqueador de mordida es insertado para reducir el riesgo de injuria oral cuando los PEMs peri orales son utilizados.
- La electromiografía (EMG) evalúa la actividad eléctrica de las fibras musculares y puede detectar estrés de la raíz nerviosa o puede ser detonada por estímulo directo de la raíz nerviosa. Esto usualmente es útil durante la resección de tumores cercanos a los nervios craneales.
- El monitoreo de la EMG permite una evaluación global de la función cerebral y su perfusión mientras se observa la profundidad anestésica. Permite al neurofisiólogo descartar injurias globales como causa de déficit en áreas focales bajo observación de SSEP o PEM.
- El monitoreo EEG procesado involucra el uso de sensores frontales. Un ejemplo sería el BIS (índice Biespectral) que produce un número sin dimensión entre el 0 y el 100, con el rango de 40 a 60 sugestivo de una adecuada profundidad anestésica. Los beneficios incluyen evitar los riesgos hemodinámicos y emetogénicos de una excesiva profundidad anestésica. El monitoreo de la profundidad anestésica es generalmente considerado mandatorio con el uso de anestesia intravenosa total (TIVA) y el bloqueo neuromuscular y puede ser correlacionado con los patrones de EEG crudos medidos por el neurofisiólogo.
- La estimulación cortical y el mapeo motor analizan los CMAPs periféricos resultantes de la estimulación cortical directo. Le permite al equipo quirúrgico localizar las áreas motoras elocuentes con exactitud milimétrica y guiar la extensión de la resección tumoral para minimizar la pérdida de tejidos sanos circundantes.

Posicionamiento

Asegurar la cabeza, típicamente con pines de Mayfield, introduce un estímulo nociceptivo significativo pero momentáneo. Evitar la respuesta simpática asociada requiere una titulación preparatoria de la profundidad de la anestesia (generalmente un aumento en los niveles de remifentanilo). Después de la colocación de los pines, las concentraciones de remifentanilo o analgésico pueden reducirse durante el posicionamiento y la preparación quirúrgica. La flexión excesiva del cuello mientras se colocan los pines de Mayfield puede obstruir el drenaje venoso y linfático, y se recomienda utilizar una posición de 15 grados de elevación de la cabeza para ayudar a compensar los efectos posicionales sobre la PIC.

Si la posición prona es requerida, la desconexión transitoria del monitoreo, a discreción del anestesista, facilita un posicionamiento eficiente. Posteriormente el monitoreo puede ser reorganizado y recomenzado por la duración de la cirugía. La craneotomía en posición sentada es elegida para los tumores de fosa posterior para facilitar el acceso quirúrgico. Los riesgos asociados con esta posición incluyen una presión de perfusión cerebral reducida, embolismo de aire venoso y hasta cuadriplejía por presión y estrechamiento de la médula espinal por la flexión cervical prolongada. Aunque raro, un alto índice de sospecha debe complementar el cuidado meticuloso de los puntos de presión durante el posicionamiento.

Una vez posicionado, la preparación quirúrgica puede incluir el registro de la navegación estereotáctica en conjunto con imágenes radiológicas. Las concentraciones de remifentanilo pueden ser reducidas durante este periodo de bajo estímulo y luego aumentadas para la iniciación de la craneotomía.

Mantenimiento

Las infusiones de propofol para el mantenimiento de la anestesia exhiben menos efectos de confusión sobre los PEMs en comparación con los anestésicos volátiles. Durante la monitorización de IONM, las fluctuaciones grandes o rápidas en la concentración plasmáticas⁶ de propofol pueden interferir con la estabilidad de las lecturas y deben evitarse y comunicarse cuando sea necesario para reducir la confusión. El propofol también reduce la PIC y el volumen sanguíneo cerebral al tiempo que preserva la autorregulación.⁹ Los anestésicos inhalados pueden disminuir la calidad tanto de los SEP como de los MEP y es mejor evitarlos cuando se usa IONM.⁶ De los anestésicos volátiles, el sevoflurano es el que menos afecta la vasodilatación cerebral y la autorregulación, mientras que proporciona una recuperación relativamente rápida.⁹ El isoflurano y el desflurano tienen mayores efectos sobre el flujo sanguíneo cerebral, particularmente en concentraciones de >1 concentración alveolar mínima.⁹ El óxido nítrico altera la autorregulación cerebral y puede aumentar el flujo sanguíneo cerebral y la presión intracraneal y, por lo tanto, es mejor evitarlo.^{9,10} Una sola intubación la dosis de relajante muscular generalmente desaparece antes de establecer IONM, y el remifentanilo facilita la relajación

Subscribe to ATOTW tutorials by visiting <https://resources.wfsahq.org/anaesthesia-tutorial-of-the-week/>

muscular, lo que evita la necesidad de dosis adicionales, lo que afectaría la validez de la EMG y los PEM. Otras ventajas del remifentanilo en estos escenarios intraoperatorios se resumen en la Tabla 2.

Mucha de la literatura referente a objetivos fisiológicos en neurocirugía pretende limitar el daño cerebral secundario a las lesiones traumáticas. Los siguientes objetivos fisiológicos proveen un enfoque práctico para evitar la homeostasis cerebral mientras que se facilita un óptimo ION; sin embargo, siempre se deben considerar metas individualizadas según las comorbilidades del paciente:

- $\text{PaO}_2 \geq 13 \text{ KPa}$ (97 mm Hg)
- PaCO_2 4.5-5 KPa (34-37 mm Hg)
- Presión arterial media: dentro del 20% de valores preoperatorios

Subscribe to ATOTW tutorials by visiting <https://resources.wfsahq.org/anaesthesia-tutorial-of-the-week/>

ATOTW 466 — Anaesthesia for Craniotomy and Brain Tumour Resection (22 February 2022)

Page 5 of 7

Ventajas del remifentanilo en la cirugía de craneotomía:
 Mantiene la tolerancia al tubo traqueal
 Limita los aumentos de la presión intracraneal en respuesta al estímulo
 Rápidamente titulable a los estímulos nociceptivos
 Efecto sinérgico cuando se usa con propofol de mantenimiento
 Facilita la relajación muscular sin obligar al uso de bloqueo neuromuscular
 La farmacocinética de compensación rápida facilita la evaluación neurológica temprana

Tabla 2. Ventajas del Remifentanil para Craneotomía y Resección de Tumores

- Temperatura: normotermia
- Glucosa: 6-10 mmol/L
- BIS (o su equivalente): 40-60

Tanto la hipotensión como la hipotermia pueden afectar globalmente a la IONM y es mejor evitarlas para reducir la confusión entre los cambios neurofisiológicos debidos a la anestesia y las agresiones quirúrgicas patológicas. Las infusiones de vasopresores periféricos pueden continuarse intraoperatoriamente para contrarrestar los efectos hemodinámicos de la anestesia y mantener una presión de perfusión cerebral adecuada.

Manitol al 20% (0.5 g/kg) puede ser requerido durante la craneotomía. SU administración puede causar hiponatremia, hipocalcemia y acidosis metabólica que requieren conexión guiada por el análisis de gases arteriales o venosos intraoperatorios.

La ventilación con presión positiva puede elevar la PIC por medio de una elevada presión intratorácica y PEEP. Por lo anterior, es preferible el uso racional del PEEP y la ventilación controlada por presión según el manejo de la presión intracraneal.

Complicaciones Intraoperatorias

La tabla 3 enumera complicaciones asociadas con la resección de tumores cerebrales.

Embolia Venosa Gaseosa

Los factores de riesgo para la embolia gaseosa venosa incluyen la craneotomía en sedestación, la cirugía de la fosa posterior y los procedimientos cerca del seno sagital superior. En estas situaciones, el sitio quirúrgico a menudo está por encima del nivel de la aurícula derecha y, por lo tanto, se facilita la entrada de aire venoso, o existe un gran riesgo de exposición venosa a través de la cual puede entrar aire. Dependiendo del volumen de aire arrastrado, son posibles la reducción del dióxido de carbono al final de la espiración, las arritmias o la insuficiencia cardíaca derecha y el colapso cardiovascular. Sin embargo, los cambios en los parámetros clínicos a menudo ocurren tarde y no son específicos para pequeños volúmenes de arrastre. El monitoreo específico para la detección de embolismo aéreo venoso incluye medios no invasivos como nitrógeno al final de la espiración, Doppler precordial o estetoscopio y Doppler transcraneal. Los métodos invasivos incluyen la ecocardiografía transesofágica, el estetoscopio esofágico, el catéter en la arteria pulmonar y la monitorización de la presión venosa central. Usando múltiples modos de detección, junto con vigilancia clínica,

intraoperatorio:
 Anestesia
 Conciencia
 Pérdida de vía aérea
 Problemas de posicionamiento prono
 Lesiones bucales relacionadas con monitorización neurofisiológica intraoperatoria

Quirúrgica:
 Embolia gaseosa venosa
 Convulsiones
 Hemorragia mayor

Postoperatorio:
 Nuevo déficit motor
 Convulsiones
 Hematoma
 Disfasia
 Hipertensión
 Hiperglucemia
 Náuseas y vómitos postoperatorios

Subscribe to ATOTW tutorials by visiting <https://resources.wfsahq.org/anaesthesia-tutorial-of-the-week/>

puede compensar la variabilidad entre los métodos en cuanto a disponibilidad, costo, especificidad y sensibilidad. El tratamiento de la embolia gaseosa venosa incluye la administración de oxígeno al 100 % y apoyo cardiovascular con bolos de líquido y vasopresores. Es necesario detener de inmediato la entrada de aire adicional. Es esencial notificar al equipo quirúrgico de la embolia gaseosa venosa sospechada o confirmada, se debe inclinar al paciente con la cabeza hacia abajo y se debe inundar el campo quirúrgico con solución salina. Estas intervenciones maximizan el flujo de avance y reducen aún más la entrada de aire al garantizar que la presión venosa del lado derecho supere la del campo quirúrgico. Si ya está colocado, se puede intentar aspirar aire a través de una vía central.¹³

Tabla 3. Complicaciones durante/ después de la craneotomía

Convulsiones

Las convulsiones ocurren en aproximadamente el 2,3% de los pacientes que se someten a una craneotomía temporal y son más comunes en pacientes con convulsiones preexistentes. Pueden ocurrir incluso cuando la supresión de la rafagae es evidente en el EEG.¹⁴ El tratamiento incluye medicación antiepiléptica adicional y concentraciones crecientes de propofol.

Conciencia anestésica

Es importante reconocer el mayor riesgo de conciencia al usar TIVA. Debido a que los puntos de acceso intravenoso en la parte superior del cuerpo a menudo quedan ocultos por la posición del paciente o los campos quirúrgicos, la colocación de cánulas periféricas adicionales en los pies facilita el acceso para respaldar la vigilancia de su permeabilidad. El riesgo de conciencia no detectada se reduce aún más mediante el uso de una dosis única de relajante muscular y la revisión continua de la monitorización basada en EEG.⁷

Perdida de vía aérea

Las complicaciones de las vías respiratorias son posibles con la posición tanto prona como supina. El acceso limitado a las vías respiratorias que ofrece la craneotomía en posición supina significa que es necesaria la vigilancia para detectar las desconexiones de manera temprana. La pérdida de las vías respiratorias en la posición prona es potencialmente desastrosa, y se debe preparar y ensayar una planificación consistente de estrategias para proteger de manera eficiente el campo quirúrgico y colocar rápidamente al paciente en posición supina. En caso de pérdida intraoperatoria de la vía aérea, el beneficio de insertar una vía aérea supraglótica en decúbito prono no debe pasarse por alto como un paso temporal.

Salida

Los objetivos clave para salir de la cirugía de craneotomía incluyen los siguientes:

- Evaluación neurológica temprana
- Evitar la tos/precipitantes de picos de PIC
- Analgesia
- Antiémesis (que conduce a picos de PIC)

La salida se puede facilitar al continuar con una infusión de remifentanilo en dosis bajas para respaldar la tolerancia continua del tubo endotraqueal y, al mismo tiempo, brindar una respuesta adecuada para una extubación segura. Después de la extubación, se puede suspender el remifentanilo y revisar periódicamente los requisitos analgésicos en la fase de recuperación. La analgesia postoperatoria inicial debe iniciarse antes de la emergencia con dosis juiciosas de opiáceos considerados. Los retrasos en el inicio y establecimiento de la analgesia de acción prolongada en cualquier etapa pueden provocar un estímulo simpático no deseado, hipertensión y malestar del paciente. Por lo tanto, el momento es clave para evitar ventanas de insuficiencia analgésica, que comúnmente ocurren cuando las concentraciones de remifentanilo caen antes de alcanzar niveles terapéuticos de agentes de acción más prolongada.

El ondansetrón se usa comúnmente para complementar los efectos antieméticos de la dexametasona. En caso de que se produzcan náuseas y vómitos posoperatorios (NVPO), el tratamiento rápido evita la incomodidad del paciente y cualquier aumento asociado de la PIC. Si ocurre tarde durante el período de recuperación, la NVPO puede reflejar un aumento de la hipertensión intracraneal y debe desencadenar una evaluación para corroborar otros signos/síntomas de aumento de la PIC.

CUIDADOS POSOPERATIVOS

El equipo quirúrgico evaluará la escala de coma de Glasgow (GCS), así como la función motora gruesa y pupilar en recuperación. Las estrategias analgésicas continuas deben incluir paracetamol regular y opioides débiles para proporcionar suficiente analgesia y evitar una sedación excesiva que pueda dificultar las evaluaciones neurológicas. Los fármacos antiinflamatorios no esteroideos suelen evitarse debido a sus efectos antiplaquetarios. La admisión a la unidad de cuidados intensivos (UCI) a menudo es innecesaria en las resecciones tumorales electivas no complicadas, con estudios que sugieren que solo un pequeño número de pacientes requieren una estancia en la UCI.), los riesgos relacionados con las comorbilidades y tras una hemorragia intraoperatoria significativa. La terapia continua con vasopresores rara vez es necesaria, siendo la hipertensión más común que la hipotensión.¹⁶ La observación regular de déficits neurológicos focales o cambios en la GCS y las respuestas pupilares es fundamental para la detección temprana de complicaciones y debe ocurrir independientemente del destino postoperatorio. La planificación colaborativa entre los servicios perioperatorios es esencial para incluir la prevención del tromboembolismo venoso (TEV).

Subscribe to ATOTW tutorials by visiting <https://resources.wfsahq.org/anaesthesia-tutorial-of-the-week/>

COMPLICACIONES POSOPERATIVAS

Las principales complicaciones postoperatorias ocurren en 13% a 27% de los pacientes. Las complicaciones neurológicas incluyen déficit motor nuevo, disfasia y convulsiones. No existe correlación entre el tipo de anestesia y el riesgo de complicaciones neurológicas.¹⁶

El desarrollo de hematoma postoperatorio puede requerir admisión en la UCI y el riesgo aumenta con la presencia de desordenes de la coagulación, pérdida de sangre intraoperatoria alta y resección de meningioma intraraneal. En estas situaciones el involucramiento de anestesiista puede incluir soporte de la vía aérea, facilitar el traslado para TAC y preparación expedita para evacuación de emergencia.

La hipertensión es la complicación hemodinámica más común y requiere un manejo eficiente por el aumento del riesgo de desarrollo de hematomas.

Las complicaciones más frecuentes son las náuseas y vómitos postoperatorios, en hasta 25% de los pacientes, y alteraciones metabólicas como la hiperglicemia. El dolor persistente debe ser manejado utilizando una estrategia multimodal, encaminada a evitar la hipertensión arterial, reducir la sedación y aumentar la satisfacción del paciente.

RESUMEN

Las craneotomías electivas para la resección de tumores son comunes y presentan desafíos técnicos y ergonómicos. La vigilancia mejorada con el posicionamiento y el mantenimiento de la protección de las vías respiratorias son fundamentales para evitar complicaciones en esta población de pacientes. Es esencial familiarizarse con las modalidades planificadas de neuromonitorización para garantizar que se elijan modos complementarios de anestesia, junto con objetivos hemodinámicos que mantengan la perfusión cerebral.

REFERENCIAS

1. GBD 2016 Brain and Other CNS Cancer Collaborators. Global, regional, and national burden of brain and other CNS cancer, 1990-2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *Lancet Neurol.* 2019;18(4):376-393. doi:10.1016/S1474-4422(18)30468-X
2. American Association of Neurosurgeons. Brain tumors—classifications, symptoms, diagnosis and treatments. Accessed December 11, 2021. <https://www.aans.org/en/Patients/Neurosurgical-Conditions-and-Treatments/Brain-Tumors>
3. Grant R. Overview: brain tumour diagnosis and management/Royal College of Physicians guidelines. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2004;75(suppl 2):ii18-23. doi:10.1136/jnnp.2004.040360
4. Lee C. Anaesthetic management of deep brain stimulators: insertion & perioperative considerations. Accessed December 1, 2021. <https://resources.wfsahq.org/atotw/anaesthetic-management-of-deep-brain-stimulators-insertion-perioperative-considerations>
5. Yu Wing-hay H, Chung Chun-kwong E. Introduction to intraoperative neurophysiological monitoring for anaesthetists. *Anaesthesia Tutorial of the Week.* 2019;Tutorial 397.
6. Sanders B, Catania S, Luoma AMV. Principles of intraoperative neurophysiological monitoring and anaesthetic considerations. *Anaesth Intensive Care Med.* 2020;21(1):39-44.
7. Nimmo AF, Absalom AR, Bagshaw O, et al. Guidelines for the safe practice of total intravenous anaesthesia (TIVA): joint guidelines from the Association of Anaesthetists and the Society for Intravenous Anaesthesia. *Anaesthesia.* 2019;74(2):211-224. doi:10.1111/anae.14428
8. Himes BT, Mallory GW, Abcejo AS, et al. Contemporary analysis of the intraoperative and perioperative complications of neurosurgical procedures performed in the sitting position. *J Neurosurg.* 2017;127(1):182-188. doi:10.3171/2016.5.JNS152328
9. Dinsmore J. Anaesthesia for elective neurosurgery. *Br J Anaesth.* 2007;99(1):68-74. doi:10.1093/bja/aem132
10. Sanders RD, Hughes F, Shaw A, et al. Perioperative Quality Initiative consensus statement on preoperative bloodpressure, risk and outcomes for elective surgery. *Br J Anaesth.* 2019;122(5):552-562. doi:10.1016/j.bja.2019.01.018

Subscribe to ATOTW tutorials by visiting <https://resources.wfsahq.org/anaesthesia-tutorial-of-the-week/>

11. Godoy DA, Di Napoli M, Biestro A, Lenhardt R. Perioperative glucose control in neurosurgical patients. *Anesthesiol ResPract.* 2012;2012:690362. doi:10.1155/2012/690362
12. Carney N, Totten AM, O'Reilly C, et al. Guidelines for the management of severe traumatic brain injury, fourth edition. *Neurosurgery.* 2017;80(1):6-15. doi:10.1227/NEU.0000000000001432
13. Low A, Singh N, Krovvidi H. Air embolism and anaesthesia. ATOTW 340. Accessed December 12, 2021. https://resources.wfsahq.org/wp-content/uploads/340_english.pdf

14. Kutteruf R, Yang JT, Hecker JG, Kinney GA, Furman MA, Sharma D. Incidence and risk factors for intraoperative seizures during elective craniotomy. *J Neurosurg Anesthesiol.* 2019;31(2):234-240. doi:10.1097/ANA.0000000000000506
15. Badenes R, Prisco L, Maruenda A, Taccone FS. Criteria for intensive care admission and monitoring after elective craniotomy. *Curr Opin Anaesthesiol.* 2017;30(5):540-545. doi:10.1097/ACO.0000000000000503
16. Lonjaret L, Guyonnet M, Berard E, et al. Postoperative complications after craniotomy for brain tumor surgery. *Anaesth Crit Care Pain Med.* 2017;36(4):213-218. doi:10.1016/j.accpm.2016.06.012



This work by WFSA is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License. To view this license, visit <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Descargo de responsabilidad de la WFSA

El material y el contenido proporcionado se han establecido de buena fe únicamente con fines informativos y educativos y no pretende sustituir la participación activa y el juicio del personal médico y técnico profesional adecuado. Ni nosotros, los autores, ni otras partes involucradas en su producción hacemos ninguna representación ni damos ninguna garantía con respecto a su precisión, aplicabilidad o integridad, ni se acepta ninguna responsabilidad por los efectos adversos que surjan como resultado de su lectura o visualización. Este material y contenido. Cualquier y toda responsabilidad que surja directa o indirectamente del uso de este material y contenido se niega sin reservas.