

Ignacio Ladrero Paños

Comparación de las dos técnicas anestésicas empleadas en nuestro centro para cirugía intracraneal con paciente despierto

Director/es

Gómez Gómez, Roberto

<http://zaguan.unizar.es/collection/Tesis>



Universidad de Zaragoza
Servicio de Publicaciones

ISSN 2254-7606



Tesis Doctoral

COMPARACIÓN DE LAS DOS TÉCNICAS
ANESTÉSICAS EMPLEADAS EN NUESTRO
CENTRO PARA CIRUGÍA INTRACRANEAL CON
PACIENTE DESPIERTO

Autor

Ignacio Ladrero Paños

Director/es

Gómez Gómez, Roberto

UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA
Escuela de Doctorado

2024

Tesis Doctoral

Comparación de las dos técnicas anestésicas
empleadas en nuestro centro para cirugía
intracraneal con paciente despierto

Autor

Ignacio Ladrero Paños

Director/es

Dr. Roberto Gómez Gómez

Universidad de Zaragoza
Escuela de doctorado

2024

El Dr. D. Roberto Gómez Gómez

HACE CONSTAR:

Que la tesis doctoral titulada “Comparación de las dos técnicas anestésicas empleadas en nuestro centro para cirugía intracraneal con paciente despierto” de D. Ignacio Ladrero Paños, se ha realizado bajo mi dirección, desarrollando una metodología científica correcta y que concluye con resultados de interés.

Por todo ello considero que se encuentra en condición óptima para su presentación y defensa pública ante el Tribunal designado, cumpliendo los requisitos de calidad científica.

Zaragoza, 1 de junio de 2024

Fdo. Dr. D. Roberto Gómez Gómez

AGRADECIMIENTOS

Quisiera dar las gracias a todas aquellas personas que de alguna forma han contribuido a la realización de este trabajo.

A mi familia y en especial a ti, que eres el pilar fundamental de mi vida.

A mi director de tesis, el Dr. D. Roberto Gómez Gómez, por haber hecho posible la realización de este trabajo, además de su paciencia, apoyo, confianza, complicidad y por todo lo enseñado a lo largo de este tiempo.

Al Dr. D. Javier Longás Valien, por su ayuda y apoyo cuando más lo necesitaba.

A todos mis adjuntos, compañeros y amigos del Servicio de Anestesiología, Reanimación y Terapia del Dolor del Hospital Miguel Servet por su ayuda y apoyo incondicional en la realización de este trabajo y por todo lo que me enseñan día a día.

A todos los residentes del Servicio de Anestesiología, Reanimación y Terapia del Dolor del Hospital Miguel Servet, por su ayuda, su amistad y por todo el tiempo compartido tanto dentro como fuera del Hospital.

A todos aquellos familiares, amigos y compañeros que de una u otra forma han hecho posible el desarrollo de esta Tesis Doctoral. Gracias.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	7
1.1. El sistema nervioso central	7
1.1.1. Origen del sistema nervioso.....	7
1.1.2. Áreas cerebrales y funciones asociadas	8
1.2. Tumores del sistema nervioso central	10
1.2.1. Epidemiología	10
1.2.2. Factores de riesgo	11
1.2.3. Manifestaciones clínicas	11
1.2.4. Clasificación de los tumores del sistema nervioso central.....	12
1.2.5. Diagnóstico de tumores del SNC.....	13
1.2.6. Tratamiento de tumores del SNC	14
1.3. Cirugía intracraneal con paciente despierto	14
1.3.1. Mapeo cortical	16
1.4. Anestesia en pacientes sometidos a cirugía intracraneal despierta.....	17
1.4.1. Fase preoperatoria	19
1.4.2. Fase intraoperatoria	21
1.4.3. Despertar intraoperatorio	25
2. JUSTIFICACIÓN.....	28
3. OBJETIVOS.....	28
4. METODOLOGÍA.....	29
4.1. Búsqueda bibliográfica.....	29
4.2. Diseño de la investigación y población de estudio	29
4.2.1. Criterios de inclusión.....	30
4.2.2. Criterios de exclusión	30
4.3. Recogida de datos.....	30
4.4. Cronograma	31
4.5. Variables a estudio	32
4.5.1. Variables demográficas	32
4.5.2. Variables relacionadas con el periodo preoperatorio	32
4.5.3. Variables propias del periodo intraoperatorio	34

4.5.4. Variables relacionadas con el periodo posoperatorio.....	37
4.6. Manejo anestésico.....	39
4.6.1. Técnica anestésica dormido-despierto.....	40
4.6.2. Técnica cuidados anestésicos monitorizados.....	42
4.6.3. Monitorización neurofisiológica.....	43
4.7. Análisis estadístico.....	45
4.8. Financiación y consideraciones éticas	46
5. RESULTADOS.....	48
5.1. Estadística descriptiva.....	48
5.1.1. Homogeneidad de la muestra.....	48
5.1.2. Características demográficas.....	48
5.1.3. Variables preoperatorias.....	50
5.1.4. Variables intraoperatorias.....	60
5.1.5. Variables posoperatorias.....	70
5.2. Estadística inferencial	76
5.2.1. Variables preoperatorias.....	76
5.2.2. Variables intraoperatorias.....	80
5.2.3. Variables posoperatorias.....	83
6. DISCUSIÓN.....	87
7. LIMITACIONES DEL ESTUDIO	96
8. CONCLUSIONES.....	97
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	98
10. ANEXOS	118
Anexo 1: Abreviaturas.....	118
Anexo 2. Dictamen favorable del CEICA.....	120
Anexo 3. Autorización para la revisión de historias clínicas.....	121

1. INTRODUCCIÓN

En este estudio vamos a intentar describir y contrastar las dos técnicas diferentes para el manejo anestésico de pacientes despiertos sometidos a cirugía cerebral empleadas en nuestro Hospital. Comenzaremos con una breve introducción en la que se describirá el sistema nervioso central (SNC), su origen y distintas funciones asociadas a diversas áreas cerebrales, describiremos los tumores cerebrales, que son la indicación de cirugía más frecuente en nuestra serie y finalmente se repasará el manejo quirúrgico y anestésico de estos pacientes.

1.1. EL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL

1.1.1. Origen del sistema nervioso

Al unirse el gameto masculino y femenino se forma el cigoto, que tras 12 horas se divide en dos células (blastómeros), las cuales irán dando lugar de forma progresiva a la mórula, el blastocisto y el disco embrionario. En esta última estructura se forman las tres capas embrionarias: ectodermo, mesodermo y endodermo. El SNC al igual que la piel se derivan del ectodermo, que es la capa más externa del embrión.^{1,2}

El desarrollo embrionario del sistema nervioso (SN) se inicia con la formación de la placa neural, el surco neural inducido por la notocorda, la formación del surco ventral y las crestas neurales que originarán la mayor parte del sistema nervioso periférico (SNP). La formación del tubo neural es el evento fundamental en la organogénesis del neuroeje. Durante el cierre del tubo neural se forman dos aberturas conocidas como neuróporos, las cuales al cerrarse formarán tres vesículas que contendrán en su interior el prosencéfalo o cerebro anterior, el mesencéfalo o cerebro medio y el rombencéfalo o cerebro posterior. El prosencéfalo se subdivide en telencéfalo y diencefalo, el mesencéfalo no se modifica y el rombencéfalo se subdivide en metencéfalo y mielencéfalo. Estas subdivisiones originan cinco vesículas definitivas que dan lugar a las siguientes estructuras nerviosas: telencéfalo, diencefalo, mesencéfalo, metencéfalo y mielencéfalo.³

1.1.2. Áreas cerebrales y funciones asociadas

El encéfalo está formado por una serie de estructuras pertenecientes al SNC entre las que se encuentran el cerebro, el cerebelo y el tronco del encéfalo. El cerebro es el órgano que representa la mayor parte del encéfalo y ocupa toda la concavidad de la bóveda craneal. Está formado por cuatro lóbulos cerebrales: frontal, parietal, temporal y occipital. El lóbulo frontal es el encargado del control motor, el lenguaje expresivo, la personalidad y los impulsos. Una lesión del lóbulo frontal puede afectar al área motora primaria originando un síndrome de paresia espástica central, conocido también como síndrome de primera motoneurona. La lesión de la corteza motora suplementaria puede alterar la planificación y coordinación de los movimientos, y producir afasia transcortical con mutismo. En esta zona también encontramos el área de Broca, cuya afectación produciría una afasia motora no fluente con un habla enlentecida y dificultosa, similar a un habla telegráfica, pero con la capacidad de comprensión preservada.⁴ La corteza prefrontal está involucrada en las funciones ejecutivas y su lesión puede originar dificultades en la planificación, déficit de atención, desinhibición, espontaneidad del habla, alteración del juicio social, etc.⁵

El lóbulo parietal modula las aferencias sensitivas, la integración y el lenguaje receptivo. El lóbulo temporal es el segundo lóbulo más extenso del cerebro y gestiona las aferencias auditivas y la integración de la memoria. Por último, el lóbulo occipital se encarga de las aferencias visuales y su procesamiento.⁶ Una afectación del lóbulo parietal puede producir hemihipoestesia táctil y termoalgésica contralateral y déficit de la sensibilidad vibratoria y artrocinética en caso de afectación del área sensitiva primaria. También origina alteraciones sensitivas corticales como astereognosia, agrafestesia, apraxia ideatoria e ideomotora, afasia de conducción, heminegligencia, desorientación espacial, apraxia del vestido y el síndrome de la mano alienígena o mano ajena.⁷ El daño en el lóbulo temporal puede manifestarse por sordera cortical, agnosia auditiva, amusia, prosopagnosia y alteración en la percepción de los colores.⁸ También pueden cursar con afasia sensitiva o de Wernicke, alteraciones de la memoria, del aprendizaje, del sentido del olfato y de las emociones.^{9,10} Del mismo modo, la afectación del lóbulo temporal es la presentación de epilepsia focal más frecuente, que suele acompañarse de síntomas epigástricos ascendentes, náuseas y/o ansiedad.¹¹ Las alteraciones del lóbulo occipital

se traducen en errores en la información visual que recibe el área visual primaria. Si la afectación es unilateral se producirá una hemianopsia homónima contralateral sin afectación de la agudeza visual. La afectación del polo occipital origina una afectación macular con aparición de escotomas centrales bilaterales, mientras que la lesión parcial dará lugar a una cuadrantanopsia.^{12,13}

El cuerpo calloso presenta forma de “C” y se encuentra entre los dos hemisferios cerebrales. Su función consiste en establecer una conexión entre ambos. El tronco del encéfalo está formado por el mesencéfalo, el puente y el bulbo raquídeo. El mesencéfalo es la parte más superior del tronco encefálico y contiene los núcleos de los nervios craneales III y IV, el núcleo rojo, la sustancia negra y los pedúnculos cerebrales. Entre sus funciones destacan el centro de la mirada vertical y el reflejo pupilar. La afectación de la sustancia negra origina la enfermedad de Parkinson. El puente está situado en la parte media del tronco del encéfalo y en la parte anterior del cuarto ventrículo. Contiene los núcleos de los pares craneales V, VI, VII y VIII, y controla el centro de la mirada horizontal. Su lesión puede producir tetraplejia y parálisis facial con preservación del nivel de conciencia. El bulbo raquídeo está localizado en la parte más inferior del tronco del encéfalo, entre el puente y la médula espinal. Engloba los núcleos de los cuatro últimos pares craneales (IX, X, XI y XII) y es el encargado del control de las funciones viscerales y autonómicas del organismo. Una lesión de esta estructura puede desembocar en una parada respiratoria. El cerebelo es una estructura ubicada en la fosa posterior y actúa como coordinador y modulador de la actividad motora. Interviene en el control motor espinal, la función oculomotora, la posición de la cabeza respecto al cuerpo, la deambulación y la fijación de la mirada. La afectación de esta estructura puede cursar con ataxia de la marcha con marcha tambaleante, aumento de la base de sustentación, limitación de la coordinación de extremidades superiores, nistagmo, disartria y habla escándida.^{6,14}

1.2. TUMORES DEL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL

1.2.1. Epidemiología

Según la Sociedad Española de Oncología Médica, los tumores primarios del SNC representan un 2% del total de los cánceres en el adulto y hasta casi un 15% en los niños menores de 15 años. Esto indica que es un tipo de tumores poco frecuentes, siendo más frecuentes en hombres que en mujeres. La Sociedad Americana de Oncología Clínica afirma que más de la mitad son de origen gliomatoso y en torno al 66% suelen ser malignos.¹⁵ Estos tumores representan el 2,5% de las muertes por cáncer, lo que constituye la tercera causa de fallecimiento en edades comprendidas entre los 15 y 34 años. En cuanto al tipo histológico los más frecuentes son los gliomas.¹⁶ Los tumores cerebrales en el adulto predominan en el espacio supratentorial con localización hemisférica, principalmente en los lóbulos frontales y temporales. Únicamente el 10% se ubica en la fosa posterior. Su aparición es más frecuente a partir de los 50 años y solamente el 20 - 30% son benignos. Alrededor de la mitad son de origen glial (90% derivado de astrocitos, 5% de la oligodendroglía y 5% del epéndimo). Los astrocitomas se suelen localizar en la zona frontal, aunque los más malignos de esta estirpe (glioblastomas multiformes) tiene preferencia por las áreas temporales. Los tumores cerebrales benignos suelen debutar alrededor de los 40 años y los glioblastomas después de los 55 años.¹⁷ Los oligodendrogliomas suelen localizarse en la línea media en los lóbulos temporales y su edad de presentación más frecuente son los 40 años. Los ependimomas aparecen en las cavidades ventriculares mientras que los meningiomas, que suelen ser benignos, son más frecuentes en mujeres de 50 años. El 60% de las lesiones metastásicas se presentan entre los 40 y 60 años y son secundarias a melanomas, cáncer de pulmón, mama, riñón y aparato digestivo. Por último, los adenomas hipofisarios suelen ser más frecuentes en mujeres en edad fértil.¹⁸ En los niños y los adultos jóvenes, los tumores del SNC representan aproximadamente el 30% de todos los tumores, siendo el astrocitoma pilocítico, los tumores embrionarios y los gliomas malignos los más frecuentes.¹⁵

1.2.2. Factores de riesgo

Existen numerosos factores de riesgo relacionados con la aparición de los tumores cerebrales, pero únicamente se ha conseguido establecer una relación de causalidad con la radiación ionizante, la susceptibilidad genética y la alergia. En estudios prospectivos se ha observado que la exposición a radiaciones ionizantes, ya sea en forma de rayos X o de rayos gamma, está relacionada con la aparición de tumores cerebrales, principalmente gliomas. Así mismo, la utilización de radioterapia como tratamiento para tumores primarios del SNC aumentaba en más del 50% el riesgo de padecer un tumor secundario del SNC en comparación a personas que no habían recibido radioterapia.^{19,20} Todavía no existe ningún estudio que haya demostrado una asociación estadísticamente significativa entre la utilización del teléfono móvil y el riesgo de desarrollar algún tipo de tumor cerebral.^{21,22}

Otros factores de riesgo para desarrollar tumores del SNC descritos en la literatura son el grupo sanguíneo A positivo, los compuestos nitrogenados, el déficit de vitamina C, la exposición laboral a productos de combustión,^{23,24} asma, dermatitis atópica y rinitis alérgica²⁵⁻²⁷, hombres con talla superior a 190 centímetros (cm), obesidad, macrosomía en neonatos, diabetes mellitus, hipertrigliceridemia, hipertensión arterial (HTA)²⁸⁻³², neurofibromatosis tipo I y tipo II^{15,18} e infecciones por virus como el de Epstein-Barr.²³

1.2.3. Manifestaciones clínicas

Las manifestaciones clínicas producidas por un tumor primario del SNC se pueden dividir principalmente en dos grupos: síntomas focales y síntomas generalizados. Los síntomas focales se relacionan con la localización, el edema cerebral adyacente, la extensión y la lesión del tejido normal causada por la infiltración tumoral. Los síntomas generalizados están relacionados con el aumento de la presión intracraneal (PIC) y son cefalea, náuseas, vómitos, papiledema y crisis convulsivas.³³ La cefalea suele ser más intensa por la noche o a primera hora de la mañana y empeorar con maniobras de Valsalva. Suele ser más intensa si se acompaña de hidrocefalia obstructiva o irritación meníngea.³⁴ Las náuseas y los vómitos desencadenados por cambios posturales y acompañados de clínica neurológica focal y cefalea, suelen ser característicos de este tipo de tumores. La

tríada de cefalea, náuseas o vómitos y desequilibrio de la marcha es la presentación más común de los tumores de fosa posterior y normalmente se acompañan de vómitos matutinos.^{35,36} Los gliomas y las metástasis son los tumores del SNC más relacionados a crisis convulsivas. Las lesiones ocupantes de espacio de lóbulo frontal están relacionadas con crisis tónico-clónicas focales, las del lóbulo occipital se acompañan de alteraciones visuales y las del lóbulo temporal generan crisis sensitivas (gustativas, auditivas, olfatorias o autonómicas). Existen otro tipo de pacientes que refieren fatiga, cansancio, apatía, pérdida de interés por actividades placenteras y falta de energía, síntomas que pueden confundir la presencia de este tipo de tumores con un síndrome depresivo.³⁷ Los ependimomas supratentoriales pueden presentarse con letargo y convulsiones, mientras que las masas de la fosa posterior suelen producir ataxia, hidrocefalia y disfunción de los nervios craneales.^{38,39}

1.2.4. Clasificación de los tumores del sistema nervioso central

La Organización Mundial de la Salud (OMS) publicó en 2021 la quinta edición de la clasificación de tumores de la OMS del SNC. En esta edición y respecto a la anterior, se aumenta el énfasis en el papel que juega el diagnóstico molecular en la clasificación de este tipo de tumores, sin restar importante a la histología e inmunohistoquímica.^{40,41}

La clasificación histológica depende mucho del análisis de los elementos morfológicos de la microscopía óptica, para asignar los tumores tanto a un linaje específico como a un grado histológico de agresividad.

Clasificación de la OMS:⁴²

- Gliomas, tumores glioneuronales y tumores neuronales: gliomas difusos, gliomas astrocíticos, tumores glioneurales y neuronales y tumores ependimarios.
- Tumores de plexo coroideo.
- Tumores embrionarios.
- Tumores pineales.
- Tumores nerviosos craneales y paraespinales.

- Meningiomas
- Tumores mesenquimales no meningoteliales
- Tumores melanocíticos.
- Tumores de hematolinfoide.
- Tumores de células germinales.
- Tumores de la región selar.
- Metástasis: al cerebro, médula espinal y meninges.

1.2.5. Diagnóstico de tumores del SNC

El proceso diagnóstico de los tumores del SNC se basa en la combinación de la sospecha clínica y la realización de pruebas de neuroimagen, las cuales ofrecen una información fundamental sobre la posible etiología y la planificación preoperatoria. Las principales pruebas de imagen utilizadas son la tomografía computarizada (TC), la resonancia magnética (RM), la tomografía por emisión de positrones (PET) y la tomografía computarizada de emisión de monofotones (SPECT).^{43,44} La TC se utiliza para realizar una valoración inicial de la lesión y puede valorar la localización, la morfología, el edema, el sangrado, las calcificaciones y la hidrocefalia. Aunque su sensibilidad y especificidad es menor en comparación a la RM, es útil cuando el tumor infiltra el hueso, el paciente presenta alguna contraindicación para la realización de una RM o cuando la obtención de la imagen sea urgente.^{45,46} En cambio, la RM presenta una mayor sensibilidad y resolución para la evaluación de neoplasias intracraneales, pero está contraindicada en pacientes con marcapasos e implantes metálicos. A pesar de la evolución de las técnicas de imagen, basándonos únicamente en estas no se puede realizar un diagnóstico definitivo y se requiere la confirmación histopatológica en la mayor parte de los casos. La PET aporta información sobre el metabolismo celular y la SPECT de la vascularización de la lesión.^{33,47}

1.2.6. Tratamiento de tumores del SNC

Las principales líneas de tratamiento para los tumores del SNC son la cirugía, la radioterapia y la quimioterapia. El manejo de estas patologías debe ser individualizado para cada paciente y depende de la localización, la histopatología y las características del tumor. El tratamiento médico consiste habitualmente en glucocorticoides para combatir el edema vasogénico que suele acompañar a estas patologías y antiepilépticos para la prevención y tratamiento de las crisis convulsivas.⁴⁸ El tratamiento quirúrgico tiene dos objetivos: por una parte, sirve para obtener una muestra del tejido afectado y poder realizar un análisis histopatológico. Por otra parte, es de elección para aquellos tumores en los que se espera realizar una resección completa. La radioterapia se puede administrar en el tratamiento primario en combinación con la cirugía y la quimioterapia, y también en caso de recaída o progresión del tumor.⁴⁹ Dentro de la quimioterapia se está estudiando y probando la inmunoterapia, que consiste en vacunas y anticuerpos monoclonales tales como vacunas con ARNm de citomegalovirus, células CAR-T, anti-LAG, anti-CD 137, anti-PD-1, anti-PD-L1 anti-CD27, a ipilimumab, pembrolizumab, bevacizumab, etc.⁵⁰

1.3. CIRUGÍA INTRACRANEAL CON PACIENTE DESPIERTO

La cirugía intracraneal en paciente despierto con mapeo cerebral está considerada el gold standard para la exéresis de tumores localizados o cercanos a las áreas elocuentes del cerebro.⁵¹ En comparación con la craneotomía bajo anestesia general, la craneotomía en paciente despierto puede proporcionar una resección tumoral más amplia, evitando déficits neurológicos posoperatorios. Este procedimiento presenta grandes retos tanto para los neurocirujanos como para los anestesiólogos, ya que es necesaria la cooperación activa del paciente durante una intervención quirúrgica prolongada.^{52,53} La craneotomía en paciente despierto presenta ciertas ventajas respecto a la anestesia general. Entre estas destaca una menor incidencia de alteraciones hemodinámicas, fisiológicas y de náuseas y vómitos posoperatorios, evitar complicaciones asociadas a la ventilación mecánica y la reducción de la estancia hospitalaria disminuyendo de esta forma el riesgo de complicaciones que de ella se

derivan (trombosis venosa profunda, infecciones nosocomiales, riesgo de delirium, etc.).⁵⁴

El abordaje quirúrgico depende de la ubicación de la lesión y la necesidad de relajación y resección cerebral. En cuanto a la ubicación de la lesión existe una gran variabilidad interpersonal entre las localizaciones anatómicas de los componentes funcionales, lo cual plantea un desafío para los procedimientos neuroquirúrgicos. Las áreas de la corteza cerebral que contienen los centros del habla y el lenguaje, así como la franja motora, se denominan zonas elocuentes. Las zonas elocuentes incluyen el área de Broca, el área de Wernicke, el fascículo arqueado, la ínsula y las cortezas motora y sensorial del cerebro. El área de Broca es la responsable de la producción del habla y el procesamiento del lenguaje, mientras que el área de Wernicke se encarga de la comprensión de este. El fascículo arqueado es una conexión de neuronas que transfiere la información entre las áreas de Broca y Wernicke. La ínsula es una estructura subcortical compleja involucrada en la percepción del dolor, las emociones, la autoconciencia, la articulación del habla, las habilidades motoras.⁵⁵ Gracias a las técnicas de imagen se pueden localizar algunos puntos críticos cerebrales, pero estas se consideran algo imprecisas. Solo el 50% de las áreas relevantes para el habla localizadas por estimulación directa coinciden con los resultados indicados por la RM.⁵⁶

La posición del paciente para la cirugía generalmente depende de la localización y del abordaje del tumor. Las posiciones más comunes de los pacientes según la ubicación del tumor son supino, lateral, prono y sedente. La posición supina se utiliza para la mayoría de los tumores de los lóbulos frontal, temporal o parietal anterior, tumores en los ventrículos laterales y el tercer ventrículo, y tumores localizados en los dos tercios de la fisura interhemisférica. La posición lateral se recomienda para tumores de la parte lateral o posterior del lóbulo temporal, ángulo pontocerebeloso, cerebelo lateral y tumores del cuerno posterior. En la posición de prono se pueden intervenir tumores del lóbulo occipital, de la línea media cerebelosa, del cuarto ventrículo y del tercio posterior de la sutura interhemisférica y del tentorio. La posición de sedestación se utiliza para tumores de la región pineal, de la línea media cerebelosa y del cuarto ventrículo.⁵⁷

Las craneotomías en paciente despierto se realizan para identificar y evitar las áreas elocuentes cerebrales que permiten las funciones del habla, las funciones motoras y las visuales. La primera resección de cerebro en paciente despierto se desarrolló inicialmente con el objetivo de suprimir focos epileptógenos al mismo tiempo que se realizaba una estimulación cerebral.⁵⁸ Esta técnica se ha utilizado para permitir una resección tumoral minuciosa y lo más completa posible, minimizando el riesgo de déficits neurológicos.⁵⁹

La craneotomía con el paciente despierto en la actualidad está indicada para la realización del mapeo intraoperatorio y la subsiguiente resección de tumores cerca de tejidos cerebrales elocuentes (principalmente los centros del lenguaje y la corteza sensoriomotora primaria). Otras indicaciones de esta técnica son la cirugía de la epilepsia, la estimulación cerebral profunda y los procedimientos cerebrovasculares como el abordaje de aneurismas cerebrales y la obliteración de malformaciones arteriovenosas. Debido a la falta de receptores del dolor en el cerebro, la craneotomía despierta puede ser una opción quirúrgica si el paciente es capaz de tolerar psicológica y cognitivamente un procedimiento prolongado y si el centro sanitario dispone del personal de apoyo multidisciplinario necesario.⁶⁰⁻⁶²

1.3.1. Mapeo cortical

El mapeo de estimulación intraoperatoria, también llamado mapeo cortical, permite la identificación precisa y en tiempo real de las áreas elocuentes corticales y subcorticales, así como los focos epilépticos relacionados con el tumor. Este mapeo se puede realizar con el paciente despierto o bajo una anestesia general para identificar las cortezas sensoriales y motoras y los tractos corticoespinales.⁶³ Esta herramienta guía la resección quirúrgica al despolarizar un área focal de la corteza simulando el déficit que se obtendría con la extirpación quirúrgica.⁶⁴ En el caso de un mapeo bajo anestesia general, la función motora se monitoriza mediante registros electromiográficos de la musculatura contralateral. En cambio, durante la craneotomía en paciente despierto se evalúa clínicamente al paciente y se le pide que indique si hay contracción o movimiento muscular durante la estimulación cortical, buscando respuestas motoras positivas.⁶⁵ La

estimulación cortical con el paciente despierto también permite al cirujano identificar el sitio más apropiado para la corticectomía.^{66,67} Mientras los pacientes están completamente despiertos y cooperan, se les pide que realicen repetidamente una tarea motora para evaluar la fuerza muscular y la coordinación durante la estimulación subcortical. Esto permite al cirujano identificar continuamente las respuestas motoras positivas y evitar daños en los tractos subcorticales, asegurando su integridad antes de la resección.^{68,69} La craneotomía despierta tiene la ventaja de que la función motora se puede valorar mientras se realiza la resección de la lesión. Los resultados del mapeo cortical en resecciones tumorales supratentoriales en pacientes despiertos permiten una mayor extensión de la resección del tumor en comparación con los procedimientos en pacientes dormidos. Esta técnica también se ha asociado a menor dolor posoperatorio, menores déficits neurológicos posoperatorios, una estancia más corta en la unidad de cuidados intensivos (UCI) y en el hospital, y una mejor supervivencia. Debido a que las funciones motoras se expanden más allá de la mera contracción muscular y se cree que son un proceso mucho más complejo e integrado, la técnica con paciente despierto es la forma más segura, precisa y confiable de identificar la corteza motora elocuente y los tractos motores subcorticales.⁷⁰

1.4. ANESTESIA EN PACIENTES SOMETIDOS A CIRUGÍA INTRACRANEAL DESPIERTA

La craneotomía en pacientes despiertos sigue siendo un reto para el anestesiólogo ya que se precisa una cooperación activa y prolongada del paciente durante la intervención quirúrgica. El mantenimiento de estado de vigilia junto a la necesidad de una vigilancia prolongada del paciente tiene un precio, ya que el paciente está expuesto a una gran variedad de factores estresantes. Estos factores de estrés van desde el diagnóstico de un tumor cerebral maligno y el ingreso hospitalario hasta la experiencia del miedo, la ansiedad, el dolor y la incomodidad de la posición en la mesa de operaciones.⁷¹ La respuesta a corto plazo de la mayoría de los pacientes que se someten a una craneotomía despierta es positiva, pero existe un porcentaje que presenta síntomas de trastorno de estrés postraumático relacionado directamente con el procedimiento en sí.⁷²

El uso combinado de fármacos sedantes y técnicas de anestesia locorregional permiten la realización de este tipo de cirugías. Entre las técnicas anestésicas realizadas se encuentran las técnicas “dormido-despierto-dormido” (DDD), una variante de esta que es la técnica “dormido-despierto” (DD) y la “monitorización anestésica controlada” (MAC). La técnica DDD es la más antigua y se realiza una anestesia general, ya sea mediante intubación orotraqueal (IOT) o mascarilla laríngea (LM), antes y después de la realización del mapeo cortical. La técnica MAC, también llamada sedación consciente, consiste en una sedación ligera que permite la ejecución de órdenes, el control del dolor y de la ansiedad del paciente sin dispositivos en la vía aérea. En la actualidad, no existe consenso acerca de cuál es la técnica que proporciona un mejor manejo anestésico, considerándose seguras y efectivas tanto la DDD como la MAC.^{51,54,59,73}

Un punto de gran importancia para el éxito de la técnica es la selección adecuada de los pacientes con la ayuda de un equipo multidisciplinar integrado por psicólogos, anestesiólogos y neurocirujanos. Las contraindicaciones absolutas serían el rechazo de la técnica, la incapacidad de colaborar, la confusión, la disminución del nivel de consciencia del paciente, problemas de comunicación (afasia, barrera idiomática) o la incapacidad de permanecer inmóvil. Los pacientes seleccionados no deberían sufrir una ansiedad incontrolada, claustrofobia, historia de abuso de drogas o alcohol, ya que se trataría de factores de riesgo para el fracaso de la sedación. En el terreno anestésico, la obesidad severa, el síndrome de apnea obstructiva del sueño, la predicción de vía aérea difícil, un riesgo elevado de broncoaspiración o la imposibilidad de mantener una saturación periférica de oxígeno (SpO₂) adecuada durante la ventilación espontánea, obligan a realizar una evaluación minuciosa del riesgo/beneficio de llevar a cabo la cirugía con el paciente despierto.^{73,74}

Los principales objetivos anestésicos de una craneotomía con el paciente despierto son permitir un mapeo cortical preciso de la corteza elocuente y maximizar la comodidad del paciente. Los anestesiólogos deben mantener la estabilidad hemodinámica y una ventilación adecuada durante todo el procedimiento. El control del dolor y la prevención de las náuseas y los vómitos es fundamental porque cualquier aumento de la PIC puede causar un edema cerebral con los efectos perjudiciales que conlleva. También es necesario realizar una rápida recuperación posanestésica (sobre todo en las técnicas

DDD y MAC) para que el paciente pueda cooperar y ser capaz de participar en la evaluación neurológica intraoperatoria.^{51,54}

Para lograr los objetivos descritos, la craneotomía despierta se puede dividir en tres partes: preparación y fijación, mapeo cortical y resección, y cierre. Las técnicas anestésicas se han desarrollado para satisfacer las necesidades de cada etapa. Estas incluyen la MAC durante todo el procedimiento y una técnica de sueño-vigilia o DD, con o sin el uso de un manejo avanzado de la vía aérea con LM. La técnica MAC implica la necesidad de realizar una sedación intravenosa (IV) continua mientras el paciente respira espontáneamente durante el procedimiento. Una vez que el neurocirujano está listo para el mapeo se puede interrumpir toda la sedación para que el paciente esté lo más alerta y receptivo posible.

1.4.1. Fase preoperatoria

El efecto psicológico del asesoramiento preoperatorio por parte del anestesiólogo se ha demostrado durante décadas. Sin embargo, en la literatura que evalúa la percepción del paciente sobre la craneotomía despierta, solo unos pocos artículos mencionan explícitamente el papel del anestesiólogo durante la fase preoperatoria.⁷⁵ En la consulta de preanestesia es importante ofrecer información sincera y veraz sobre los procedimientos, valorar de forma conjunta con el paciente los posibles riesgos y complicaciones, ser directo respecto las opciones terapéuticas y los resultados esperados, y adaptar e individualizar la necesidad de información en función del paciente. Del mismo modo, no se recomienda ofrecer excesiva ni escasa información, hay que ofrecer la oportunidad al paciente para realizar las preguntas que necesite, no se debe utilizar términos demasiado técnicos que el paciente no pueda entender y es recomendable invertir el tiempo necesario que precise cada paciente.^{76,77} Hay que intentar conseguir una relación médico-paciente sólida y de confianza entre el anestesiólogo que realiza la técnica y el paciente, pero en el caso de la craneotomía despierta, esta relación es imprescindible para que la intervención sea exitosa. El establecimiento de una relación personal con el anestesiólogo es uno de los aspectos más valorados por los pacientes en la consulta de preanestesia.⁷⁸

En la craneotomía despierta los pacientes se someten a una entrevista preoperatoria completa el día antes de la cirugía con el anestesiólogo. En esta entrevista se evalúa y se optimiza el estado y la preparación emocional del paciente para intervención tan especial a la que se va a someter. El principal predictor del éxito de la craneotomía en paciente despierto es la adecuada selección de los pacientes. Se consideran no candidatos a esta técnica los pacientes que presenten una alteración de capacidad mental, antecedentes de abuso de sustancias o antecedentes de despertares violentos de la anestesia.⁷⁹ Hay que tener en cuenta que los pacientes sometidos a una craniectomía despierta y sin ninguna alteración del estado de conciencia, presentan un mayor riesgo de experimentar sensaciones desagradables. Estas pueden ser ansiedad, malestar posicional y psicológico y posibles sensaciones dolorosas, aunque estas sean tolerables.⁸⁰ También es fundamental realizar una valoración de la función cardiopulmonar debido a los cambios hemodinámicos que se producirán con la diuresis osmótica producida por la administración de manitol o suero salino hipertónico (SSH). Las comorbilidades pulmonares, como la enfermedad pulmonar obstructiva crónica y el asma, pueden interferir con las maniobras de hiperventilación utilizadas para producir una ligera vasoconstricción y disminuir el edema a nivel cerebral.⁸¹ Según la localización, los tumores glioneuronales localizados en las regiones frontotemporal e insular son las lesiones con mayor riesgo de producir convulsiones. En función de la estirpe, los gliomas de bajo grado tienen más probabilidades de producir crisis convulsivas en comparación con los gliomas de alto grado. La administración de fármacos antiepilépticos no está recomendada de forma sistemática en pacientes sin convulsiones.⁸²⁻⁸⁵

El día de la cirugía se suelen realizar pruebas de referencia utilizando tarjetas de exploración para identificar imágenes y palabras. Algunos autores recomiendan evitar la premedicación con benzodiacepinas debido a sus efectos sedantes durante la fase de evaluación intraoperatoria.⁸⁶ Una alternativa al midazolam en un adulto sometido a un mapeo cortical y resección tumoral podría ser una conversación preoperatoria en la que se establezca una buena comunicación y una relación de confianza entre el paciente y el anestesiólogo. Si aun así el paciente permanece muy ansioso se podría administrar propofol a dosis bajas e ir titulándolo. Se puede utilizar metoclopramida, ondansetrón

y/u omeprazol como premedicación gastrointestinal. Además, los pacientes pueden recibir una profilaxis antiepiléptica con levetiracetam.⁸⁷

1.4.2. Fase intraoperatoria

Un punto importante para tener en cuenta es la posición y la comodidad del paciente. En las intervenciones bajo anestesia general, debido a la hipnosis inducida, el paciente no es consciente de la postura en la que está colocado ni es consciente de la posible incomodidad que pueda generarle. Sin embargo, durante la fase despierta de las craneotomías, la comodidad del paciente es una de las prioridades durante el mapeo cortical y la resección tumoral. Por ello nos tenemos que asegurar antes del inicio de la intervención que el paciente se encuentra en una postura en la que pueda aguantar con la máxima comodidad posible. Al llegar al quirófano, se pide a los pacientes que se pongan cómodos en la mesa de operaciones en la posición quirúrgica. El hecho de permitir que los pacientes se coloquen en la posición requerida para el procedimiento optimiza su comodidad durante las horas que están despiertos y confinados en una misma postura. Además de aumentar la comodidad, el autoposicionamiento permite a los pacientes reconocer esta posición como un punto de referencia durante la salida de la fase de sueño de la anestesia.⁸⁸⁻⁹⁰

El papel del anestesiólogo es optimizar las condiciones para la exposición quirúrgica y prevenir las complicaciones intracraneales y sistémicas secundarias, como el aumento de la PIC, inflamación, sangrado, crisis epilépticas, vasoespasmos, hipercapnia, hipoxemia y variaciones de la presión arterial (PA), en los electrolitos plasmáticos y en la glucemia. La estabilidad hemodinámica adquiere una vital importancia durante la inducción, la IOT, la fijación quirúrgica de la cabeza, la craneotomía y la apertura de la duramadre. Las condiciones idóneas del tejido cerebral deben lograrse antes de la apertura de la duramadre para facilitar el acceso quirúrgico. La salida quirúrgica y la extubación deben ser suaves, intentando que las variaciones de la PIC sean mínimas y permitiendo una evaluación neurológica temprana. El objetivo de la inducción es evitar aumentos de la PIC y prevenir la hipoxia, la hipercapnia y la estimulación simpática, así como los cambios en la PA.⁹¹

El grado de sedación durante la craneotomía despierta varía en función de la técnica elegida (DDD o MAC), pudiendo alternar entre estar completamente despierto hasta una anestesia general. El método DDD está compuesto por tres etapas diferentes: la primera etapa consiste en la realización del bloqueo del cuero cabelludo, la fijación de la cabeza al arco de sujeción y la apertura del cráneo. Estas técnicas se llevan a cabo con el paciente bajo una anestesia general con la vía aérea controlada, ya sea con un dispositivo supraglótico o un tubo endotraqueal (TET). Posteriormente se procede a despertar al paciente y, una vez que está consciente, orientado y sin necesidad de soporte ventilatorio, se procede al mapeo y la resección cerebral. Una vez finalizada la resección, se realiza una sedación al paciente con o sin reinserción de un dispositivo supraglótico y se procede al cierre del cuero cabelludo y la liberación de la cabeza del arco. En la técnica MAC el paciente permanece despierto durante toda la intervención bajo atención anestésica supervisada, sin que haya evidencia de superioridad de un método sobre otro.⁹²

Respecto a los medicamentos utilizados para la inducción de la anestesia general, el fármaco ideal sería aquel con un inicio de acción rápido, de corta duración y fácilmente titulable para poder llevar a cabo la transición entre diferentes niveles de profundidad anestésica, adecuándose al estímulo quirúrgico o a la exploración neurológica deseada. Las técnicas de infusión con medicamentos de acción corta permiten un control preciso del nivel anestésico tanto en pacientes despiertos como dormidos, y con ventilación espontánea o controlada.⁷⁴ Los fármacos más utilizados para la inducción son el propofol, el remifentanilo y la dexmedetomidina.

El propofol es un alquilfenol con propiedades anestésicas no relacionado químicamente con barbitúricos, benzodiacepinas ni opioides. Su acción anestésica se consigue gracias a su agonismo por los receptores del ácido gamma-aminobutírico (GABA) y su efecto es dependiente de la dosis existiendo una buena correlación entre la concentración plasmática y el grado de sedación. La duración del efecto es breve y su recuperación es rápida, suave y con una mínima confusión posoperatoria. En el sistema cardiovascular produce hipotensión, bradicardia, disminución del consumo de oxígeno (O₂) y del flujo sanguíneo miocárdico. En el sistema respiratorio produce una depresión respiratoria. Presenta un efecto neuroprotector, reduce el flujo y metabolismo cerebral, así como la

PIC. Tiene propiedades anticonvulsivantes, antieméticas e induce amnesia, pero en menor grado que las benzodiazepinas.⁹³⁻⁹⁶

La dexmedetomidina es un agonista selectivo de los receptores adrenérgicos alfa-2 que disminuye la liberación de noradrenalina. Produce sedación, disminución de la ansiedad, del dolor y del flujo sanguíneo cerebral. Está indicada para la realización de procedimientos diagnósticos o intervenciones quirúrgicas sin necesidad de IOT. Los principales efectos secundarios de la dexmedetomidina son cardiovasculares y dosis-dependientes, como la hipotensión arterial y la bradicardia.⁹⁷ En combinación con fármacos opioides durante diversos procedimientos diagnósticos y terapéuticos permite alcanzar un nivel de sedación adecuado similar al obtenido con otros fármacos hipnóticos, con la ventaja de proporcionar una mejor estabilidad hemodinámica y respiratoria. El uso combinado de dexmedetomidina con fármacos depresores del sistema respiratorio central permite reducir sus dosis y el riesgo de reconversión a una anestesia general. La dexmedetomidina se ha convertido en un fármaco muy útil para la realización de la craneotomía en paciente despierto.^{51,98}

El remifentanilo es un opioide y agonista puro de los receptores mu. Está indicado para la inducción o mantenimiento de la anestesia general, presentando una acción ultrarrápida y ultracorta. Es metabolizado rápidamente por las esterasas plasmáticas que evitan su acumulación y permiten una rápida recuperación de la anestesia incluso tras haberlo administrado de forma prolongada.⁹³

Las benzodiazepinas de acción corta como el midazolam no se recomiendan en pacientes de edad avanzada por riesgo de confusión y/o delirio. Su uso sería aceptable en personas jóvenes con alto grado de nerviosismo y ansiedad, que presenten un riesgo bajo de compromiso de la vía aérea.⁹⁹ Los agentes osmóticos más utilizados son el manitol y el SSH. Sirven para reducir el volumen cerebral, proporcionando un tejido cerebral más relajado y, por tanto, facilitar el acceso quirúrgico a los neurocirujanos. Entre sus efectos adversos destaca la diuresis masiva que puede dar lugar a una alteración de la perfusión tisular y orgánica. Para intentar evitarlo se recomienda realizar una adecuada reposición de líquidos guiada por objetivos.^{100,101} El SSH al 3% se puede administrar por un acceso vascular periférico tanto en dosis incrementales de 100 - 150 mililitros (ml) como en

perfusión continua intravenosa (PCIV) de hasta 50 ml/hora (h).¹⁰²⁻¹⁰⁶ La hiperventilación se ha utilizado como terapia para producir una ligera vasoconstricción a nivel cerebral y disminuir el edema intracraneal. Sin embargo, se ha observado que la hiperventilación severa puede disminuir la SpO₂ venoso yugular y por ello esta técnica se encuentra en desuso en la actualidad.^{107,108} Los esteroides sistémicos, principalmente la dexametasona, son unos fármacos excelentes para intentar disminuir el edema vasogénico durante el periodo perioperatorio.¹⁰⁹ En este tipo de cirugía, existe la posibilidad de que se produzcan crisis epilépticas y/o convulsiones. Los fármacos de primera línea para su tratamiento de forma intraoperatoria son el ácido valproico y el levetiracetam.⁸⁵

La monitorización hemodinámica es recomendable colocarla en el lado ipsilateral a la lesión cerebral para evitar las interferencias con el mapeo sensoriomotor contralateral. Durante el procedimiento se realiza una monitorización estándar acompañado de un índice biespectral (BIS), un acceso venoso central y un catéter arterial. El sondaje vesical es aconsejable realizarlo en posición supina y con una breve sedación con propofol o tras la inducción de la anestesia general según el tipo de manejo anestésico que se vaya a realizar (DDD o MAC).^{92,110}

En caso de inestabilidad hemodinámica se recomienda iniciar la reanimación con volumen utilizando soluciones cristaloides isoosmolares. El umbral de transfusión de concentrados de hematíes (CH) todavía no está definido en el ámbito de la neuroanestesia. Se observó que un umbral de transfusión restrictivo (hemoglobina [Hb] entre 7,4 y 8 gramo/decilitro [g/dl]) no presentó peores resultados que un umbral de transfusión más permisivo (promedio de Hb entre 8 y 10 g/dl) en un estudio retrospectivo en craneotomías. De hecho, el estudio FOCUS proporcionó evidencia para la pauta de transfusión general para restringir el umbral de transfusión a una Hb inferior a 7,44.^{111,112}

El bloqueo del cuero cabelludo (BCC) es una técnica común en la craneotomía, ampliamente utilizada para reducir la respuesta hemodinámica y el dolor incisional durante el procedimiento.¹¹³ El BCC ofrece una ventaja sobre los opioides sistémicos porque no altera la evaluación de las funciones neurológicas ni enmascara los signos de

complicaciones neurológicas.¹¹⁴ Esta técnica consiste en administrar una combinación de anestésicos locales (AL) con o sin adrenalina para proporcionar una pérdida de sensibilidad regional reversible reduciendo la percepción del dolor. La analgesia se puede lograr mediante el bloqueo de los nervios occipitales mayores y menores, los nervios supraorbitales y supratrocleares, el nervio cigomaticotemporal, el nervio auriculotemporal mayor y el nervio auricular mayor.^{115,116} El BCC ha demostrado ser eficaz y reducir el consumo de opioides posoperatorios tras la realización de una anestesia general para craneotomías supratentoriales.¹¹⁷⁻¹¹⁹ Sin embargo, todavía existe controversia sobre el momento óptimo de realización. Algunos autores defienden que es mejor realizarlo antes de la incisión para disminuir el consumo de opiáceos y mejorar la estabilidad hemodinámica durante la intervención. Otros prefieren posponerlo al final del procedimiento al suturar la piel para prolongar el efecto analgésico de los AL durante el periodo posoperatorio.¹²⁰⁻¹²³

1.4.3. Despertar intraoperatorio

El despertar intraoperatorio es una exigencia de la técnica DDD. Una vez que se ha abierto la duramadre, el cirujano le pide al equipo de anestesia que proceda a despertar al paciente para realizar una evaluación neurológica con pruebas motoras y verbales. Como suele ser habitual que haya dos anestesiólogos en este tipo de intervenciones, llegados a este punto uno de ellos se encarga de tranquilizar y orientar al paciente. El otro anestesiólogo controla las constantes vitales del paciente y tiene preparado el material necesario en caso de requerir una anestesia general. Es conveniente disponer de fármacos como el labetalol y esmolol para controlar la HTA y la taquicardia, y efedrina y fenilefrina para la hipotensión. Se ha observado que el paracetamol puede ser útil para prevenir la cefalea en este momento de la intervención. El ondansetrón se suele administrar antes de despertar al paciente para prevenir las náuseas y los vómitos. Este efecto antiemético se ve reforzado con la administración de dexametasona y propofol.^{79,86} La monitorización con la puntuación del BIS se puede utilizar como una herramienta adicional para extraer la LM de forma segura. Un valor del BIS entre 40 - 60 es un indicador fiable de profundidad anestésica adecuada para que se pueda realizar la incisión de la duramadre sin que el paciente se mueva. Del mismo modo, un valor ≥ 80

suele permitir que el paciente recupere la ventilación espontánea.¹²⁴ Una vez que se ha retirado la LM se suministra O₂ a través de unas cánulas nasales y se necesita entre 10 - 20 minutos (min) para que el paciente se despierte desde la interrupción de los anestésicos IV e inhalatorios. Una vez que el paciente está despierto es importante que vea rostros familiares del equipo de anestesia para que, con una voz tranquila y familiar, ayuden a minimizar el riesgo de agitación y confusión.¹²⁵ La incomodidad de la fijación de la cabeza al arco de sujeción y el posicionamiento prolongado pueden producir dolor y requerir la administración de analgésicos. Gran parte de las complicaciones pueden ocurrir durante la transición de la fase dormido a la fase despierta del procedimiento. Si se realiza de forma rápida esta transición existe el riesgo de aumentar la tasa metabólica y el flujo sanguíneo cerebral, empeorando las condiciones quirúrgicas. Del mismo modo, es fundamental evitar la maniobra de Valsalva, la tos y los vómitos.⁶⁵

Si hubiera una afectación de los centros del habla, habría que revisar el mapeo cortical antes de la resección para garantizar que estos no se hayan alterado durante la exposición. Si se necesita un mapeo motor de las extremidades, el paciente debe demostrar el movimiento de la extremidad afectada antes de que se realice el mapeo cortical. La monitorización intraoperatoria, tanto sensoriomotora como del lenguaje, es realizada por un psicólogo-neurofisiólogo experto en craneotomías en paciente despierto. Este mapeo intraoperatorio se ha asociado a un menor número de lesiones graves tardías, menores déficits neurológicos y una resección tumoral más extensa.⁶³ Algunas instituciones utilizan la electrocorticografía [ECoG] para detectar la actividad epileptiforme y advertir al cirujano de la actividad posterior a la descarga inducida por la estimulación.¹²⁶

El mapeo cortical puede durar desde 15 min hasta 3 horas y la comunicación constante puede resultar tediosa para los pacientes y los anestesiólogos. Por ello es fundamental construir una excelente relación con el paciente antes de la operación, ya que facilita la comunicación durante esta.⁷⁰ El mapeo cortical puede inducir convulsiones y, aunque la mayoría de las convulsiones son focales, tienen el potencial de avanzar rápidamente a convulsiones generales. La incidencia informada de convulsiones intraoperatorias varía de 0% a 32% y se suelen tratar con una irrigación de solución salina fría directamente en el cerebro hasta que cesen. La mayoría de las convulsiones, ya sean focales o generales,

finalizan espontáneamente o gracias a la irrigación con solución salina fría. Sin embargo, en algunas ocasiones las convulsiones continúan y se convierten en convulsiones tónico-clónicas generalizadas. Estas requieren la administración de fármacos antiepilépticos IV, o incluso una profundización de la sedación con propofol e inserción de una LM. Una vez finalizada la resección, se puede inducir la anestesia general reinsertando una LM para realizar hemostasia y el cierre de la duramadre, del colgajo óseo y del cuero cabelludo. Cuando se ha completado el procedimiento se procede a despertar al paciente y trasladarlo a una unidad de recuperación posanestésica o una UCI en función de las comorbilidades, la duración de la cirugía y los resultados obtenidos.¹²⁷⁻¹²⁹

2. JUSTIFICACIÓN

En el Hospital Universitario Miguel Servet (HUMS) se realizan entre 6 y 16 cirugías intracraneales con paciente despierto anuales. El amplio volumen de pacientes intervenidos y la complejidad de este proceso hacen que sea muy conveniente la evaluación continua de los resultados. Esta evaluación afecta prioritariamente a los principales servicios implicados, los cuales son el servicio de Anestesiología y Reanimación y el servicio de Neurocirugía. Este estudio se ha realizado en colaboración con distintos servicios: Sección de Anestesiología del Centro de Traumatología, Rehabilitación y Quemados, Servicio de Neurocirugía, Servicio de Psicología Clínica y Servicio de Neurofisiología. La finalidad de este trabajo es describir las diferentes técnicas anestésicas empleadas, así como los resultados y complicaciones encontrados en pacientes sometidos a dicha intervención durante los últimos diez años en el HUMS.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo principal

- Contrastar las dos técnicas de manejo anestésico para cirugía intracraneal con paciente despierto empleadas en nuestro centro.

3.2. Objetivos secundarios

- Valorar si la técnica cuidados anestésicos monitorizados es superior a la técnica dormido-despierto (ambas empleadas en nuestro centro) en términos de duración de cirugía y estancia en UCI y hospitalaria.
- Confirmar que la realización de cirugía intracraneal en paciente despierto se puede llevar a cabo de manera segura con diversas técnicas de manejo anestésico, permitiendo optimizar los resultados de la cirugía.
- Describir las diversas complicaciones ya sean cardiovasculares, respiratorias o neurológicas encontradas durante el procedimiento y tras el mismo en nuestros pacientes intervenidos.

4. METODOLOGÍA

4.1. BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA

Para el desarrollo del tema “Manejo anestésico para la cirugía intracraneal con paciente despierto”, se ha realizado una búsqueda bibliográfica con el objetivo de describir la literatura disponible. La estrategia de búsqueda de información ha consistido en la selección de los artículos más relevantes de bases de datos bibliográficas médicas: Medline, Embase, Web of Science y Cochrane. Estas bases de datos se han consultado a través del buscador PubMed, de la edición de pago de Elsevier, y los buscadores de Web of Science y The Cochrane Library.

El acceso a los buscadores bibliográficos y a las publicaciones correspondientes se ha llevado a cabo mediante la herramienta C17-Catálogo Biblioteca virtual de la Biblioteca Médica del HUMS disponible en: “<https://iacs.c17.net/>”

4.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN Y POBLACIÓN DE ESTUDIO

La investigación se inició tras la obtención del dictamen favorable al proyecto de investigación por parte del Comité de Ética de la Investigación de la Comunidad Autónoma de Aragón (CEICA) obtenido en la reunión del día 03/05/2023, en el Acta Nº 09/2023 y número de referencia C.I. EPA23/030 (anexo 2).

Se realizó un estudio observacional, retrospectivo, descriptivo y unicéntrico. Se solicitó la autorización para la revisión de historias clínicas por parte de la dirección médica del hospital (anexo 3). La muestra del estudio consistió en todos los pacientes mayores de 18 años sometidos a cirugía intracraneal mediante craneotomía en paciente despierto entre el 1 de enero de 2013 y el 31 de diciembre de 2022 en el HUMS. Se intervinieron un total de 79 pacientes y las técnicas anestésicas fueron DD y MAC. Ambas técnicas incluían un BCC, siguiendo la práctica clínica y patrón habitual de actuación en el HUMS. Todos los pacientes fueron intervenidos por un único equipo y liderados por el mismo neurocirujano, el cual estuvo presente en todas las intervenciones. Del mismo modo, todas las anestесias fueron realizadas por un reducido grupo de anestesiólogos

especializados en neurocirugía y específicamente en este tipo de intervención quirúrgica.

4.2.1. Criterios de inclusión

- Edad superior a 18 años.
- Cirugía intracraneal mediante craneotomía en paciente despierto.
- Cirugía electiva y programada.
- Estado físico preoperatorio ASA de entre I y IV.
- Intervención realizada en el HUMS entre el 1 de enero de 2013 y el 31 de diciembre de 2022.

4.2.2. Criterios de exclusión

- Edad inferior a 18 años.
- Cirugía intracraneal mediante craneotomía en paciente bajo anestesia general durante todo el procedimiento.
- Cirugía urgente.

4.3. RECOGIDA DE DATOS

La recogida de datos se realizó a través de la revisión de las historias clínicas de los pacientes que cumplieron los criterios de inclusión y se registraron en una hoja de cálculo en fichero Excel® diseñada para el estudio (Microsoft 365, Microsoft Corporation, Washington, Estados Unidos). Se incluyeron datos básicos de los pacientes, datos clínicos, datos analíticos, datos anestésicos y datos relativos al procedimiento quirúrgico, complicaciones, etc., los cuales fueron evaluados y analizados con posterioridad.

Las fuentes de datos de información que se han utilizado durante todo el periodo del estudio fueron las historias clínicas de nuestros pacientes intervenidos (tanto en formato físico en papel como la Historia Clínica Electrónica). La información se obtuvo del protocolo quirúrgico, de la hoja de registro de anestesia y de los parámetros analíticos y bioquímicos recogidos durante el periodo perioperatorio.

4.4. CRONOGRAMA

Inicialmente se planteó en el servicio de Anestesiología y Reanimación la necesidad de comprobar y dar a conocer nuestros resultados en el manejo anestésico del paciente despierto sometido a cirugía intracraneal. Se consideró que el gran volumen de pacientes intervenidos con esta técnica en los últimos años en nuestro centro merecía ser difundido a la comunidad científica.

Se comenzó elaborando el protocolo de investigación del estudio y a continuación se realizó una búsqueda bibliográfica referente al tema de interés en los principales buscadores y bases de datos médicas, para describir la literatura publicada hasta la actualidad.

Una vez diseñado el proyecto de investigación se presentó al CEICA y, tras conseguir el dictamen favorable, se puso en conocimiento de la subdirección médica del HUMS solicitando permiso para consultar las historias clínicas de los pacientes incluidos en el estudio. Cuando se obtuvo dicha autorización, se contactó con el servicio de documentación clínica del HUMS para acceder a las historias clínicas mencionadas y recoger las variables a estudio.

Tras obtener todos los permisos se procedió a revisar las historias clínicas de los pacientes incluidos en el estudio para cumplimentar la base de datos elaborada específicamente para el trabajo.

Los resultados obtenidos se analizaron con el programa estadístico SPSS® versión 25. Se realizó un análisis descriptivo de las variables estudiadas y un contraste de hipótesis con el objetivo de responder a los objetivos del estudio. Los resultados obtenidos se compararon con aquellos publicados en la literatura científica con el objetivo de contestar a la hipótesis formulada en el proyecto de investigación. Con todo ello se procedió a definir las conclusiones del estudio.

Por último, el equipo de investigación llevó a cabo una revisión final del trabajo para la identificación y la corrección de posibles errores.

4.5. VARIABLES A ESTUDIO

Las variables recogen los datos demográficos de nuestra muestra, los datos relativos al tumor cerebral, al manejo anestésico, a las complicaciones durante y tras el procedimiento, al nivel hemodinámico, respiratorio y neurológico, a los resultados quirúrgicos y a la estancia hospitalaria y en la UCI. Esta información se reflejó en una hoja de cálculo diseñada para el estudio y se obtuvieron de la información presente en la historia clínica del paciente tras haber obtenido la autorización para el acceso a las mismas desde el servicio documentación clínica del hospital.

4.5.1. Variables demográficas

- *Edad*: edad del paciente en años el día de la cirugía. Variable cuantitativa discreta.
- *Sexo*: sexo del paciente. Variable cualitativa nominal. Dos categorías: hombre, mujer.
- *Peso*: peso del paciente en kilogramos (kg). Variable cuantitativa discreta.
- *Talla*: altura del paciente en metros (m). Variable cuantitativa continua.
- *Índice de masa corporal (IMC)*: razón matemática que relaciona el peso y la talla de un individuo, calculada dividiendo el peso en kg por el cuadrado de la estatura en metros. Variable cuantitativa continua.

4.5.2. Variables relacionadas con el periodo preoperatorio

- *ASA*: escala de valoración del estado físico de la American Society of Anesthesiologists (ASA) para estratificar el estado de salud, es un indicador del riesgo anestésico o quirúrgico. Variable cualitativa ordinal. Seis categorías: ASA I, ASA II, ASA III, ASA IV, ASA V, ASA VI.
- *Diagnóstico*: diagnóstico anatomopatológico intraoperatorio de la estirpe tumoral cerebral. Variable cualitativa nominal. Doce categorías: glioblastoma multiforme, oligodendroglioma tipo II, oligodendroglioma tipo III, astrocitoma tipo II, astrocitoma tipo III, astrocitoma pilocítico, oligoastrocitoma anaplásico,

cavernoma, metástasis, lesión inflamatoria, glioma de bajo grado y lesión necrótica por radionecrosis

- *Localización*: localización anatómica de la lesión tumoral. Variable cualitativa nominal. Once categorías: insular izquierdo, frontal derecho, frontal izquierdo, parietal derecho, parietal izquierdo, temporal izquierdo, frontoparietal derecho, frontoparietal izquierdo, temporoparietal derecho, temporoparietal izquierdo, frontotemporal izquierdo.
- *Área elocuente*: área cerebral específica con determinadas funciones cerebrales donde se localiza la lesión cerebral. Variable cualitativa nominal. Seis categorías: corteza motora primaria, corteza motora secundaria, corteza sensitiva primaria, corteza sensitiva secundaria, área de Broca, área de Wernicke.
- *Obesidad*: IMC del paciente igual o superior a 30. Variable cualitativa nominal. Dos categorías: sí, no.
- *Fumador*: hábito tabáquico del paciente. Variable cualitativa nominal. Dos categorías: sí, no.
- *Déficit neurológico previo a la cirugía*: presencia de algún déficit o focalidad neurológica antes de la intervención quirúrgica. Variable cualitativa nominal. Siete categorías: motor, sensitivo, afasia motora, afasia sensitiva, afasia mixta, déficit motor + afasia motora, ninguno.
- *Déficit cognitivo*: presencia de déficit cognitivo del paciente previo a la intervención quirúrgica. Variable cualitativa nominal. Dos categorías: sí, no.
- *Epilepsia*: epilepsia diagnosticada o episodio de crisis epiléptica padecida por el paciente antes de la operación. Variable cualitativa nominal. Dos categorías: sí, no.
- *Accidente cerebrovascular (ACV) / Accidente isquémico transitorio (AIT)*: episodio de ACV o AIT anterior a la fecha de la intervención quirúrgica. Variable cualitativa nominal. Dos categorías: sí, no.
- *HTA*: diagnóstico de HTA previo a la intervención quirúrgica. Variable cualitativa nominal. Dos categorías: sí, no.

- *Antecedentes respiratorios*: presencia de patología respiratoria del paciente (asma, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, etc.). Variable cualitativa nominal. Dos categorías: sí, no.
- *Fármacos antiepilépticos (FAE)*: prescripción y utilización de FAE por parte del paciente. Variable cualitativa nominal. Dos categorías: sí, no.
- *Hb prequirúrgica*: valor de Hb (g/dl) determinada por un análisis de sangre en los días previos a la intervención quirúrgica. Variable cuantitativa continua.

4.5.3. Variables propias del periodo intraoperatorio

- *Manejo anestésico*: modalidad de manejo anestésico. Variable cualitativa nominal. Dos categorías: DD, MAC.
- *Vía aérea*: dispositivo utilizado para manejar la vía aérea del paciente durante la intervención quirúrgica. Variable cualitativa nominal. Tres categorías: LM, TET, cánulas nasales.
- *Posición*: posición del paciente durante la intervención quirúrgica. Variable cualitativa nominal. Dos categorías: decúbito lateral, decúbito supino.
- *Monitorización*: tipo de monitorización neurológica intraoperatoria por parte del equipo de neurofisiología. Variable cualitativa nominal. Tres categorías: lenguaje, motor, lenguaje y motor.
- *Tiempo anestesia*: duración en min del acto anestésico dentro de la intervención quirúrgica. Variable cuantitativa discreta.
- *Tiempo quirúrgico*: duración en min del acto quirúrgico. Variable cuantitativa discreta.
- *Dexametasona*: utilización de dexametasona intraoperatoria. Variable cualitativa nominal. Dos categorías: sí, no.
- *Ácido 5-aminolevulínico (5-ALA)*: utilización de 5-ALA intraoperatorio. Variable cualitativa nominal. Dos categorías: sí, no.
- *Manitol*: utilización de manitol intraoperatorio. Variable cualitativa nominal. Dos categorías: sí, no.

- *Midazolam*: utilización de midazolam (mg) intraoperatorio. Variable cuantitativa discreta.
- *BIS craneotomía*: valor medio del BIS durante la craneotomía. Variable cuantitativa discreta.
- *BIS exploración*: valor medio del BIS durante la exploración neurológica. Variable cuantitativa discreta.
- *Dexmedetomidina craneotomía*: dosis de dexmedetomidina (microgramo [mcg]/kg/h) durante la craneotomía. Variable cuantitativa continua.
- *Dexmedetomidina exploración*: dosis de dexmedetomidina (mcg/kg/h) durante la exploración neurológica. Variable cuantitativa continua.
- *Propofol craneotomía*: dosis de propofol (mg/kg/h) durante la craneotomía. Variable cuantitativa continua.
- *Propofol exploración*: dosis de propofol (mg/kg/h) durante la exploración neurológica. Variable cuantitativa continua.
- *Remifentanilo craneotomía*: dosis de remifentanilo (mcg/kg/min) durante la craneotomía. Variable cuantitativa continua.
- *Remifentanilo exploración*: dosis de remifentanilo (mcg/kg/min) durante la exploración neurológica. Variable cuantitativa continua.
- *Gases halogenados*: utilización de gases halogenados durante la intervención quirúrgica. Variable cualitativa nominal. Dos categorías: sí, no.
- *Hipotensión arterial*: variación de la PA definida por la disminución superior al 20% de la PA sistólica basal del paciente. Variable cualitativa nominal. Dos categorías: sí, no.
- *HTA*: variación de la PA sistólica definida por el incremento superior al 20% de la PA basal del paciente. Variable cualitativa nominal. Dos categorías: sí, no.
- *Bradicardia*: variación de la frecuencia cardiaca (FC) definida por la disminución superior al 20% de la FC basal del paciente. Variable cualitativa nominal. Dos categorías: sí, no.
- *Taquicardia*: variación de la FC definida por el incremento superior al 20% de la FC basal del paciente. Variable cualitativa nominal. Dos categorías: sí, no.

- *Desaturación*: valor de la SpO₂ del paciente medida a través de pulsioximetría inferior a 90%. Variable cualitativa nominal. Dos categorías: sí, no.
- *Complicaciones vía aérea*: aparición de complicaciones en la vía aérea del paciente durante el periodo intraoperatorio. Variable cualitativa nominal. Dos categorías: sí, no.
- *Dolor*: presencia de dolor referido por el paciente durante el periodo despierto de la intervención quirúrgica. Variable cualitativa nominal. Dos categorías: sí, no.
- *Náuseas y/o vómitos intraoperatorios (NVIO)*: presencia de náuseas y/o vómitos durante la intervención quirúrgica. Variable cualitativa nominal. Dos categorías: sí, no.
- *EtCO₂ craneotomía*: valor del dióxido de carbono (CO₂) espiratorio final cuantificado en milímetros de mercurio (mmHg) a través de la capnografía durante la craneotomía. Variable cuantitativa discreta.
- *EtCO₂ exploración*: valor del CO₂ espiratorio final cuantificado en mmHg a través de la capnografía durante la exploración neurológica. Variable cuantitativa discreta.
- *Presión arterial de dióxido de carbono (PaCO₂) craneotomía*: valor del CO₂ en mmHg cuantificado a través de una determinación gasométrica durante la craneotomía. Variable cuantitativa discreta.
- *PaCO₂ exploración*: valor del CO₂ en mmHg cuantificado a través de una determinación gasométrica durante la exploración neurológica. Variable cuantitativa discreta.
- *Toxicidad AL*: presencia de signos y/o síntomas de intoxicación sistémica por anestésicos locales definidos por convulsiones, zumbidos de oídos, sabor metálico, etc. Variable cualitativa nominal. Dos categorías: sí, no.
- *Agitación*: presencia de síntomas y/o signos de excitación excesiva y desorganizada, manifestada por una intensa inquietud, verborrea, dificultad para mantener la atención y la concentración. Variable cualitativa nominal. Dos categorías: sí, no.
- *ECoG*: aplicación de monitorización ECoG por parte de neurofisiología. Variable cualitativa nominal. Dos categorías: sí, no.

- *Descarga ECoG*: detección de actividad cortical durante la intervención quirúrgica. Variable cualitativa nominal. Tres categorías: sí, no, no valorable.
- *Crisis clínica*: presencia de crisis epiléptica clínica durante la intervención quirúrgica. Variable cualitativa nominal. Dos categorías: sí, no.
- *Post descargas ECoG*: detección de actividad cortical tras la estimulación cerebral. Variable cualitativa nominal. Tres categorías: sí, no, no valorable.
- *Crisis comiciales*: presencia de crisis comiciales monitorizadas por electrofisiología o clínicas durante la intervención quirúrgica. Variable cualitativa nominal. Cuatro categorías: crisis motora facial, mioclonías faciales, crisis subclínica, no.
- *Conversión*: necesidad de modificar el manejo anestésico y realizar una anestesia general. Variable cualitativa nominal. Dos categorías: sí, no.
- *CH intraoperatorios*: necesidad de transfundir CH por sangrado abundante acompañado de inestabilidad hemodinámica y alteraciones significativas en las pruebas analíticas durante la intervención quirúrgica. Variable cualitativa nominal. Dos categorías: sí, no.

4.5.4. Variables relacionadas con el periodo posoperatorio

- *Ramsay*: valor de la escala de Ramsay a la llegada al paciente a la UCI para evaluar el nivel de sedación del paciente. Variable cualitativa ordinal. Seis categorías: 1 (despierto, ansioso y agitado), 2 (despierto, cooperados, orientado y tranquilo), 3 (dormido con respuesta a órdenes), 4 (somnoliento con breves respuestas a la luz y al sonido), 5 (dormido con respuesta solo al dolor) y 6 (profundamente dormido, sin respuesta a estímulos)
- *PaCO₂ UCI*: valor del CO₂ en mmHg cuantificado a través de la primera determinación gasométrica realizada en la UCI. Variable cuantitativa discreta.
- *Días UCI*: número de días de ingreso del paciente en la UCI. Variable cuantitativa discreta.
- *Crisis posquirúrgica*: presencia de crisis comicial durante el periodo posquirúrgico. Variable cualitativa nominal. Dos categorías: sí, no.

- *Hb posquirúrgica*: valor de Hb (g/dl) determinada por el primer análisis de sangre durante el periodo posquirúrgico. Variable cuantitativa continua.
- *CH posoperatorios*: necesidad de transfundir CH por sangrado abundante acompañado de inestabilidad hemodinámica y alteraciones significativas en las pruebas analíticas durante el posoperatorio. Variable cualitativa nominal. Dos categorías: sí, no.
- *Déficit neurológico tras la cirugía*: empeoramiento de los déficits neurológicos atribuibles a la intervención quirúrgica. Variable cualitativa nominal. Tres categorías: menor de un mes, mayor de un mes, ninguno.
- *Hospital*: número de días de ingreso del paciente en el hospital, independientemente del servicio responsable. Variable cuantitativa discreta.
- *Resección*: tipo de resección tumoral intraoperatoria. Variable cualitativa nominal. Dos categorías: completa, parcial.
- *Mortalidad*: fallecimiento del paciente durante el ingreso hospitalario. Variable cualitativa nominal. Dos categorías: sí, no.
- *Exitus*: fallecimiento del paciente durante el seguimiento extrahospitalario. Variable cualitativa nominal. Dos categorías: sí, no.
- *Supervivencia*: supervivencia medida en meses desde la fecha de la cirugía. Variable cuantitativa discreta.
- *Observaciones*: descripción más detallada de aspectos concretos y relevantes del curso del paciente, especialmente las complicaciones, durante todo el proceso.

4.6. MANEJO ANESTÉSICO

Todos los pacientes fueron valorados antes del procedimiento en la consulta de valoración anestésica (historia clínica, análisis de sangre y pruebas complementarias pertinentes) por un anestesiólogo especializado en neuroanestesia y específicamente en este tipo de cirugía. Se les proporcionó la información necesaria en lo referente al manejo anestésico y firmaron los consentimientos informados pertinentes. Los pacientes también fueron evaluados por un neuropsicólogo antes de la intervención para confirmar la idoneidad de estos como candidatos para la craneotomía en paciente despierto.

En sala de acogida, antes de pasar a quirófano, se revisó el estado del paciente y se comprobó la ausencia de contraindicaciones para la técnica anestésica en dicho momento. Todos los pacientes, independientemente de la modalidad anestésica, recibieron una monitorización básica, un tratamiento y unos cuidados generales estándar con el objetivo de mantenerlos en las mejores condiciones posibles.

Durante la intervención quirúrgica, los pacientes fueron monitorizados mediante electrocardiograma (ECG), pulsioximetría, PA no invasiva, PA invasiva (PAI), profundidad anestésica mediante BIS y capnografía. A todos los pacientes, se les canalizó una vía venosa periférica de grueso calibre (18 G - 16 G), un catéter arterial en la radial para monitorización de PAI y un catéter venoso central. Según indicación individualizada se les administró 1-2 mg de midazolam vía IV, entre 0,3 y 0,5 g/kg de manitol vía IV, 0,1 mg/kg de dexametasona IV y ácido 5-aminolevulínico 20 mg/kg IV antes del procedimiento.

Según criterio del anestesiólogo, se utilizaron los siguientes fármacos anestésicos en PCIV, ya fueran solos o combinados entre ellos: dexmedetomidina entre 0,2 y 1 mcg/kg/h, remifentanilo entre 0,1 y 0,3 mcg/kg/h, propofol entre 2 y 4 mg/kg/h. En cada uno de ellos se ajustaron las dosis a la profundidad anestésica deseada (anestesia general o sedación consciente) y adaptada al momento de la cirugía, basándose en el valor del BIS y de la exploración neurológica.

Algunos pacientes recibieron anestesia general al inicio de la intervención, durante la fase de craneotomía y durante la disección del tejido hasta llegar a la zona del cerebro a

resecar. En estos se manejó la vía aérea con un TET o una LM para posteriormente ser despertados y mantenidos con una sedación consciente que permitiera la exploración neurológica durante la resección. En cambio, otros pacientes recibieron sedación consciente desde el principio con los fármacos anteriormente descritos. Durante la sedación consciente se administró a todos los pacientes O₂ a través de cánulas nasales y registro de capnografía. Independientemente de la técnica anestésica empleada, a todos los pacientes se les realizó un BCC con 30 - 40 ml de una mezcla de anestésicos locales (10 ml de levobupivacaína al 0,5%, 15 ml de bupivacaína al 0,25% con adrenalina 1:200.000 y 10 ml de mepivacaína al 1,5%), ajustando la dosis total de anestésico local al peso del paciente para evitar dosis tóxicas.

Tras el procedimiento, los pacientes fueron trasladados a la UCI con monitorización de ECG, pulsioximetría, PAI y aporte de O₂ a través de cánulas nasales. Permanecieron entre 24 y 72 h en dicha unidad para posteriormente ser dados de alta y trasladados a la planta de neurocirugía y finalmente a su domicilio.

4.6.1. Técnica anestésica dormido-despierto

En el procedimiento anestésico DD, se traslada al paciente desde la planta de hospitalización de neurocirugía hasta la sala de acogida del bloque quirúrgico. Ahí se valora la posibilidad de administrar una dosis de midazolam como ansiolítico para la preinducción anestésica a la vez que se le monitoriza la SpO₂ y la FC mediante pulsioximetría. Posteriormente se pasa al paciente a la sala de quirófano donde se le realiza la monitorización habitual para este procedimiento: PA, FC, ECG, SpO₂, capnografía, diuresis mediante sondaje vesical, PAI y BIS. También se canaliza un acceso vascular central y una vena periférica con un catéter corto y de grueso calibre (18G - 16G). Como esta técnica anestésica es de alta complejidad, este tipo de intervenciones cuenta con la presencia en el quirófano de dos anestesiólogos en todo momento. El resto del equipo lo conforman dos neurocirujanos, un neuropsicólogo, un neurofisiólogo, tres profesionales de enfermería y un técnico en cuidados auxiliares de enfermería.

Una vez comprobada la estabilidad hemodinámica del paciente se procede a realizar la inducción anestésica. Para ello, en los pacientes del grupo DD se utilizó una combinación

de fármacos que consistieron en dexmedetomidina en perfusión continua a 0,42 mcg/kg/h, propofol a 3,2 mg/kg/h y remifentanilo a 0,1 mcg/kg/min de media. Las dosis se adaptan a cada paciente de forma individualizada y a los parámetros hemodinámicos que presentan en cada momento basándose en el valor del BIS.

Tras la inducción anestésica se asegura la vía aérea con una LM o un TET. Posteriormente se lleva a cabo el BCC con los anestésicos locales descritos anteriormente (10 ml de levobupivacaína al 0,5%, 15 ml de bupivacaína al 0,25% con adrenalina 1:200.000 y 10 ml de mepivacaína al 1,5%), ajustando la dosis total de anestésico local al peso del paciente para evitar dosis tóxicas. Tras el BCC se coloca la monitorización neurofisiológica con el fin de valorar la ECoG y detectar la actividad cortical durante la cirugía.

Una vez que se ha realizado la craneotomía se procede a despertar al paciente y retirar la LM o TET. Mantener al paciente despierto en este punto de la cirugía es fundamental para poder realizar una resección del parénquima cerebral a la vez que se comprueba la integridad de las áreas elocuentes. Tras asegurar la vía aérea del paciente se colocan unas cánulas nasales para administrar O₂ a bajo flujo con el objetivo de conseguir una SpO₂ ≥ 95%. A partir de ese momento se mantiene al paciente con el mínimo nivel de sedación necesario para ofrecerle la comodidad para tolerar el procedimiento, a la vez que permite explorar el nivel de consciencia y la capacidad verbal y motora. Esta sedación se consiguió en los pacientes del grupo DD con una dosis media de dexmedetomidina 0,26 mcg/kg/h, propofol 0,75 mg/kg/h y/o remifentanilo 0,03 mcg/kg/min. Para conseguir una adecuada exploración es fundamental la colaboración del paciente con el neurofisiólogo y el neuropsicólogo. Este último, a través de la comunicación y de técnicas no farmacológicas, ayuda al paciente a estar concentrado y colaborar en lo necesario con el resto del equipo.

Una vez finalizada la intervención quirúrgica y tras comprobar la estabilidad hemodinámica y un adecuado nivel de consciencia del paciente, se procede a trasladarlo a la UCI. Para ello se pasa al paciente a la cama de UCI, se monitoriza y se acompaña a la UCI por los dos anestesiólogos que ofrecen al médico intensivista toda la información referente al paciente y a la intervención.

La valoración del déficit neurológico la realiza el neurocirujano tanto en la planta de hospitalización durante el ingreso como en las visitas programadas en consultas externas.

4.6.2. Técnica cuidados anestésicos monitorizados

En el procedimiento anestésico MAC, también se traslada al paciente desde la planta de hospitalización de neurocirugía hasta la sala de acogida del bloque quirúrgico. Al igual que en el otro tipo de anestesia, en este también se valora la posibilidad de administrar una dosis de midazolam y se monitoriza la SpO₂ y la FC. Una vez que el paciente llega al quirófano se procede a monitorizar la PA, FC, ECG, SpO₂, capnografía, diuresis mediante sondaje vesical, PAI y BIS. También se canaliza un acceso vascular central y una vena periférica con un catéter de grueso calibre (18G - 16G). Al igual que en la modalidad DD, en la monitorización anestésica supervisada también se cuenta con dos anestesiólogos presentes en el quirófano en todo momento por si hubiera que reconvertir a una anestesia general. El resto del equipo está constituido por dos neurocirujanos, un neuropsicólogo, un neurofisiólogo, tres profesionales de enfermería y un técnico en cuidados auxiliares de enfermería.

En la técnica MAC no se realiza una inducción anestésica para colocar un dispositivo en la vía aérea, sino que únicamente se realiza una sedación. Para ello, desde el inicio de la intervención hasta la finalización de la craneotomía, en nuestra serie de pacientes se utilizó dexmedetomidina en perfusión continua a 0,39 mcg/kg/h, propofol a 0,07 mg/kg/h y remifentanilo a 0,05 mcg/kg/min de media para realizar la sedación. Las dosis de los fármacos se adaptan a cada paciente de forma individualizada y a cada momento de la cirugía en función de los parámetros hemodinámicos, basándose en el valor del BIS y la exploración neurológica. Esta sedación es más profunda durante la fase inicial de la canalización de los accesos vasculares y la realización del BCC. Tras conseguir el nivel de sedación deseado, se lleva a cabo el BCC con los mismos anestésicos locales que en los pacientes de la técnica anestésica DD. También se coloca la misma monitorización neurofisiológica con el fin de valorar la ECoG y detectar la actividad cortical durante la cirugía.

Una vez que se ha realizado la craneotomía se disminuyen las dosis de fármacos para mantener al paciente con el mínimo nivel de sedación que garantice la comodidad necesaria para tolerar el procedimiento y permita explorar el nivel de consciencia y la capacidad verbal y motora. En los pacientes del grupo MAC se consiguió dicho nivel de sedación con una media de dexmedetomidina 0,29 mcg/kg/h y remifentanilo 0,02 mcg/kg/min. Para conseguir una adecuada exploración es fundamental la colaboración del paciente con el neurofisiólogo y el neuropsicólogo. El papel del neuropsicólogo consiste en ayudar al paciente a concentrarse y colaborar en lo necesario con el equipo médico a través de la comunicación y de técnicas de relajación.

Tras finalizar la intervención quirúrgica y comprobar la estabilidad hemodinámica y un adecuado nivel de conciencia del paciente, se traslada al paciente a la UCI. El traslado se realiza con el paciente monitorizado y acompañado por los dos anestesiólogos que han estado presentes en durante la intervención quirúrgica. A su llegada a la UCI, estos transmiten la información del paciente y el desarrollo de la intervención al médico intensivista.

Al igual que los pacientes intervenidos bajo la técnica anestésica DD, la valoración del déficit neurológico se realiza por parte del neurocirujano en la planta de hospitalización durante el ingreso y en las visitas ulteriores.

4.6.3. Monitorización neurofisiológica

En ambas técnicas anestésicas se empleó, con la ayuda de un neurofisiólogo, la monitorización neurofisiológica del paciente.

Para la monitorización del lenguaje en la resección de tumores cerebrales, los parámetros usados son un estímulo bipolar bifásico mediante el método de Penfield a 50 hercios (Hz) con una duración de estímulo de 0,5 milisegundos y un tiempo máximo de estimulación de 10s a intensidades de 1 a 8 miliamperios (mA).

Para el registro de las descargas secundarias (posdescargas) a la estimulación eléctrica, usamos la ECoG mediante la colocación de una tira de electrodos de 4 a 6 contactos. Dicha tira está referenciada mediante agujas subdérmicas del tipo sacacorchos y colocada

en derivación Fz en el cuero cabelludo. La derivación Fz está en relación con el sistema 10-20. Se utilizan filtros de baja y alta frecuencia a 1 Hz y 70 Hz respectivamente, con una frecuencia de muestreo de 512 Hz.

El método de estímulo consiste en localizar inicialmente una respuesta positiva, habitualmente en el área de Broca, que nos permita obtener un umbral fiable. El umbral será la mínima intensidad de estímulo requerida en el resto de las áreas a explorar. Una vez que se ha determinado el umbral de estimulación se procede a hacer un mapeo de las áreas corticales en donde se sospeche la presencia de áreas elocuentes, tanto sobre la lesión tumoral y como en su periferia. Siempre se confirma una área elocuente dos veces, es decir, se hace una exploración doble de dicha área buscando siempre respuestas positivas. Estas respuestas pueden ser del tipo bloqueos del lenguaje, parafasias o errores de nominación. Siempre se busca alcanzar una intensidad suficiente (máximo 8 mA) al explorar cada área, excepto en el caso que se generan posdescargas. En caso de que aparezcan estas últimas, se suspenden inmediatamente el estímulo, se irriga con suero frío y se espera que estas cesen. Cuando estas ocurren, siempre se cambia a otro sitio de estimulación para continuar con la exploración. Nunca se sobre estimula la misma área cuando aparecen las posdescargas para evitar su propagación / generalización y desencadenar crisis clínicas en el paciente. En el área en donde se han producido posdescargas, el nuevo umbral máximo de estimulación es determinado por estas.

En los pacientes donde la localización del tumor está próxima a la vía piramidal, se realiza también monitorización con potenciales evocados motores mediante estímulo cortical y subcortical. La estimulación cortical directa se realiza con la tira de electrodos (sobre área motora primaria) o mediante sonda monopolar. Se utiliza tren de cinco estímulos a 0,5 milisegundos de duración con un intervalo interestímulo de 4 milisegundos y polaridad anodal. Para la estimulación subcortical se utiliza una sonda monopolar con los mismos parámetros anteriores pero la polaridad de estímulo es catodal. La recogida de respuestas se realiza mediante colocación de electrodos de superficie, los cuales la impedancia tiene que ser inferior a 20 kiloomnios, estos se colocan en pares que abarquen musculatura facial, mandibular, hombro, brazo, mano, muslo, pierna y pie contralaterales al tumor.

Se considera una respuesta positiva cuando se evocan respuestas en un grupo muscular a una estimulación directa, la intensidad máxima de estímulo a nivel cortical es de hasta unos 30 mA. En regiones subcorticales la intensidad del estímulo está directamente relacionada con la distancia a la que se encuentra la vía piramidal, es decir, 1 mA se podría considerar que es equiparable a 1 milímetro, obteniendo umbrales de seguridad oscilan entre 5 y 10 miliamperios permitiendo delimitar la proximidad de la vía y evitar déficits permanentes, por lo que la intensidad máxima aplicada en regiones subcorticales es de unos 15 - 20 mA.

4.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico se llevó a cabo con el programa SPSS® versión 25.0 (IMB Inc., Armonk, New York). Las variables cualitativas se describieron mediante la distribución de frecuencias de los porcentajes de cada categoría. En las variables cuantitativas se utilizaron indicadores de tendencia central (media o mediana) y de dispersión (desviación estándar o rango intercuartílico), dependiendo de si seguían una distribución normal o no determinada mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Para su representación gráfica se emplearon gráficos de barras y de sectores.

Para determinar la asociación entre dos variables cualitativas se realizaron tablas de contingencia y se aplicó la prueba estadística de Chi cuadrado de Pearson y la prueba exacta de Fisher cuando fue necesaria. Para comparar una variable cualitativa dicotómica con otra cuantitativa se realizó la prueba T de Student para muestras independientes. Se valoró el efecto mediante la diferencia de medias y se calculó el intervalo de confianza del 95%. Para las variables cuantitativas que no siguieron una distribución normal se empleó la prueba U de Mann-Whitney y la medida del efecto se valoró mediante la diferencia de las medianas).

Se consideró significación estadística la obtención de un valor " p " < 0,05

4.8. FINANCIACIÓN Y CONSIDERACIONES ÉTICAS

No se dispuso de financiación externa para la realización de este trabajo.

El investigador principal se aseguró de cumplir con los principios de la Declaración de Helsinki y las directrices de Buenas Prácticas Clínicas de la Conferencia Internacional de Armonización. Los protocolos y todos los documentos aplicables fueron enviados a los Comités de Ética y a la autoridad sanitaria correspondiente para su aprobación por escrito, obteniendo dictámenes favorables.

Se guardó el secreto profesional en todo momento y el manejo de los datos de las historias clínicas se realizó con escrupuloso cuidado, garantizando el cumplimiento de la Ley Orgánica 15/1999, de Protección de Datos de Carácter Personal, siguiendo las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y de la Ley de Cohesión y Calidad del Sistema Nacional de Salud (SNS). El equipo de investigación se aseguró de mantener el anonimato de los participantes. Durante el estudio no se incluyeron datos que permitiesen la identificación personal del paciente, manteniendo exclusivamente el número de historia clínica como dato que permitía el acceso a la historia clínica electrónica para consultar la información necesaria. Los participantes se identificaron únicamente mediante un número de identificación de participante en una base de datos electrónica a la que tenía acceso únicamente el personal implicado en la recogida y análisis de los datos. Se garantiza el absoluto anonimato de los pacientes y de los datos obtenidos que no han sido utilizados con otro fin que no sea el de cumplir los objetivos previamente descritos.

El estudio se inició tras la obtención del dictamen favorable del Comité Ético de Investigación Clínica de Aragón. La base de datos de investigación fue pseudoanonimizada y se asignó a cada paciente un código con el que no se pudiera rastrear su identidad. Sólo los sanitarios clínicos responsables conocían la correspondencia de ese código con el de la identificación del paciente en la historia clínica, manteniendo la custodia de una tabla de correspondencia de códigos. Tanto la base de datos, como la tabla de códigos se custodiaron en un ordenador de la sección de Anestesiología del Centro de Traumatología, Rehabilitación y Quemados del HUMS. El acceso a este dispositivo solo se podía realizar mediante contraseña, la cual

únicamente conocía que el equipo investigador. En la historia clínica de todos los pacientes figuraba un consentimiento informado firmado para la realización de las técnicas anestésicas y quirúrgicas.

La ejecución de este proyecto se realizó fuera del horario asistencial o en intervalos de tiempo en el que cada facultativo tenía permitido para realizar labores de investigación. De esta forma la práctica asistencial no se vio perjudicada y no supuso ninguna distribución de los recursos que pudiera afectar al principio de justicia.

5. RESULTADOS

5.1. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA

5.1.1. Homogeneidad de la muestra

Se utilizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov para contrastar si las variables cuantitativas se ajustaban o no a una distribución normal.

Las variables cuantitativas que no se ajustaron a la normalidad fueron tiempo anestesia, tiempo quirúrgico, midazolam, BIS craneotomía, BIS exploración, dexmedetomidina craneotomía, dexmedetomidina exploración, propofol craneotomía, propofol exploración, remifentanilo craneotomía, remifentanilo exploración, hemoglobina previa, días UCI, ingreso hospital y supervivencia.

En las variables cualitativas se observó diferencias estadísticamente significativas en las variables obesidad y antecedentes de ACV / AIT, manejo anestésico de la vía aérea, utilización de dexametasona y de gases halogenados durante la cirugía, presencia de taquicardia, episodio de desaturación, complicaciones en la vía aérea, aplicación de ECoG, detección de actividad cortical y detección de actividad cortical tras estimulación cerebral durante el periodo intraoperatorio.

5.1.2. Características demográficas

De los 79 pacientes incluidos en el estudio, 39 se intervinieron bajo la modalidad DD y en los 40 restantes se realizó el procedimiento MAC.

En las figuras 1 y 2 se puede apreciar que la edad media del grupo DD fue de 51 años, la altura media 169 cm, un peso medio de 72,6 kilos y un IMC medio de 24,9 puntos. El 56,4%% de los pacientes intervenidos bajo esta modalidad anestésica fueron hombres y el 43,6% restantes mujeres.

En el grupo MAC, los valores medios fueron 54 años, 170 cm de altura, 75,8 kilos y 25,9 puntos de IMC. De los 40 pacientes pertenecientes a este grupo, el 65% fueron hombres y el 35% mujeres.

Figura 1. Características demográficas

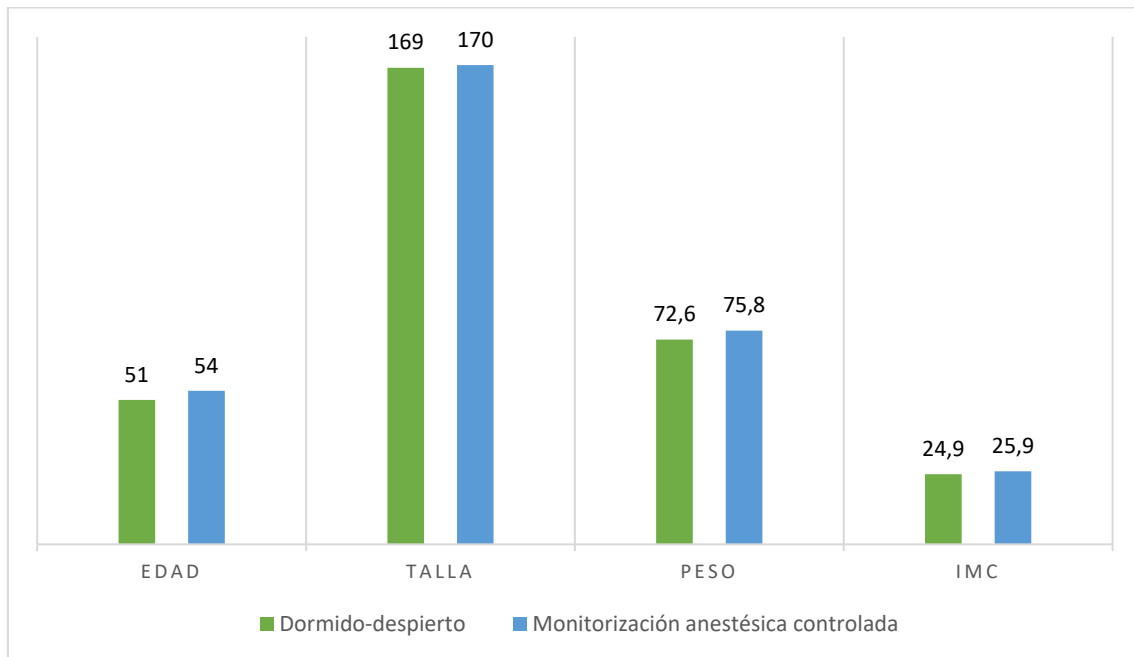
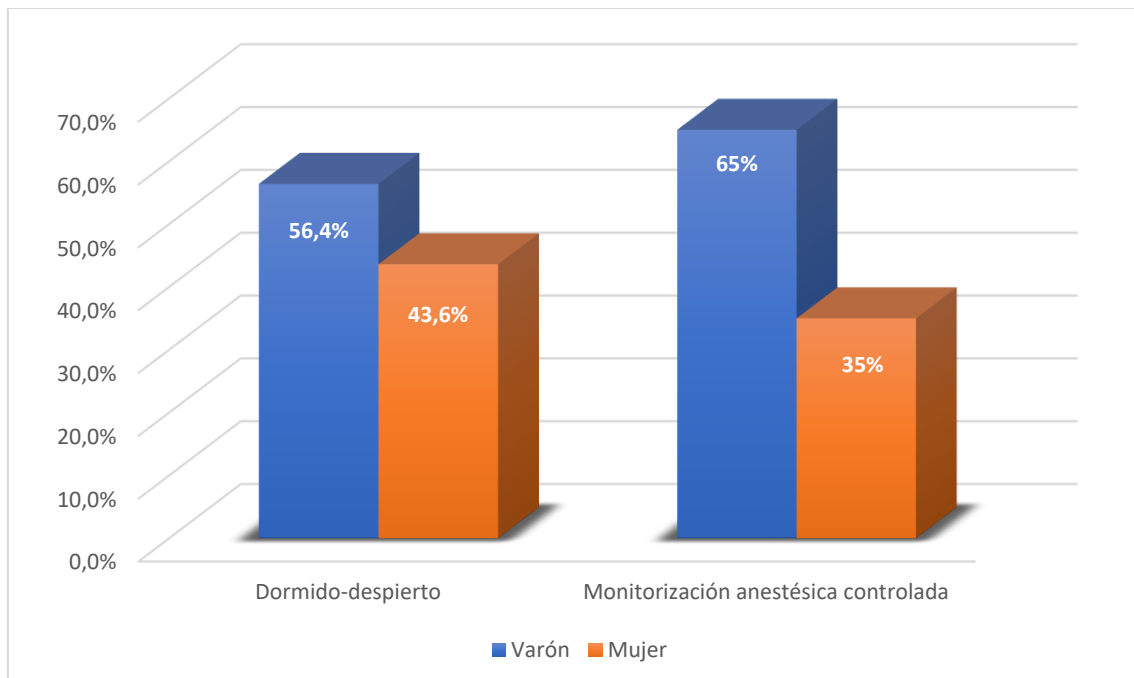


Figura 2. Género de los pacientes

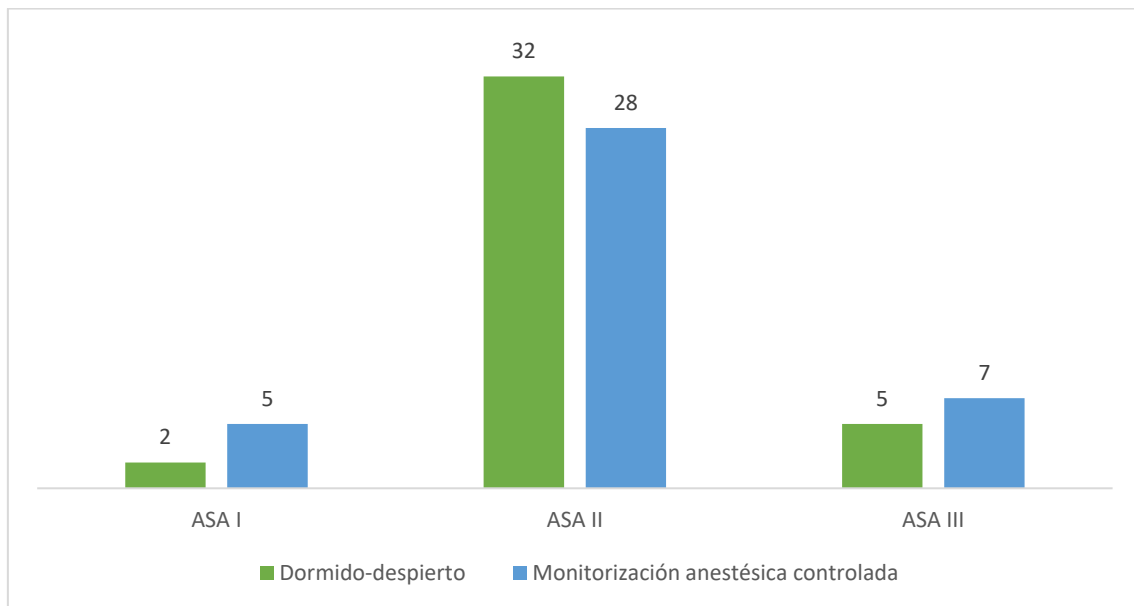


5.1.3. Variables preoperatorias

Entre los 39 pacientes del grupo DD y acorde a la clasificación ASA, dos pacientes fueron clasificados en el nivel I, 32 en el nivel II y cinco en el nivel III.

En el grupo MAC, cinco pacientes presentaron un nivel I, 28 un nivel II y a siete de ellos le asignaron un nivel ASA III (figura 3).

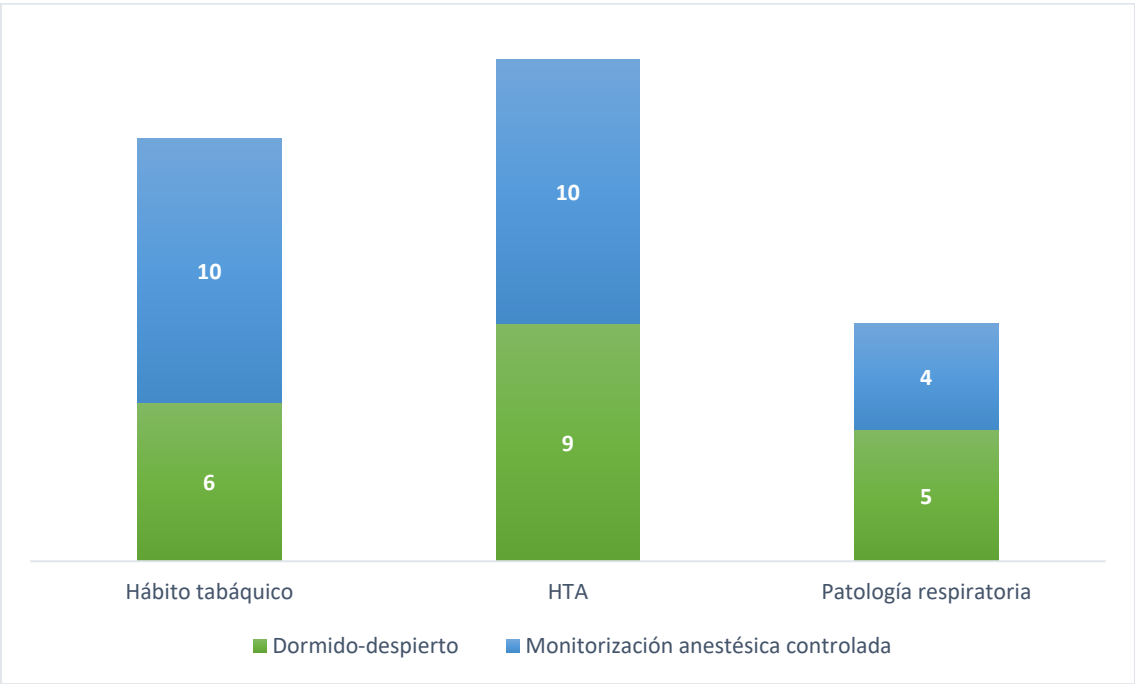
Figura 3. Distribución de los pacientes según la clasificación ASA



De todos los pacientes que conformaron el grupo DD, seis de ellos fumaban, nueve padecían HTA y cinco presentaban algún tipo de patología respiratoria.

En el grupo MAC, 10 de los 40 pacientes fumaban, 10 padecían HTA y cuatro presentaban patologías respiratorias (figura 4).

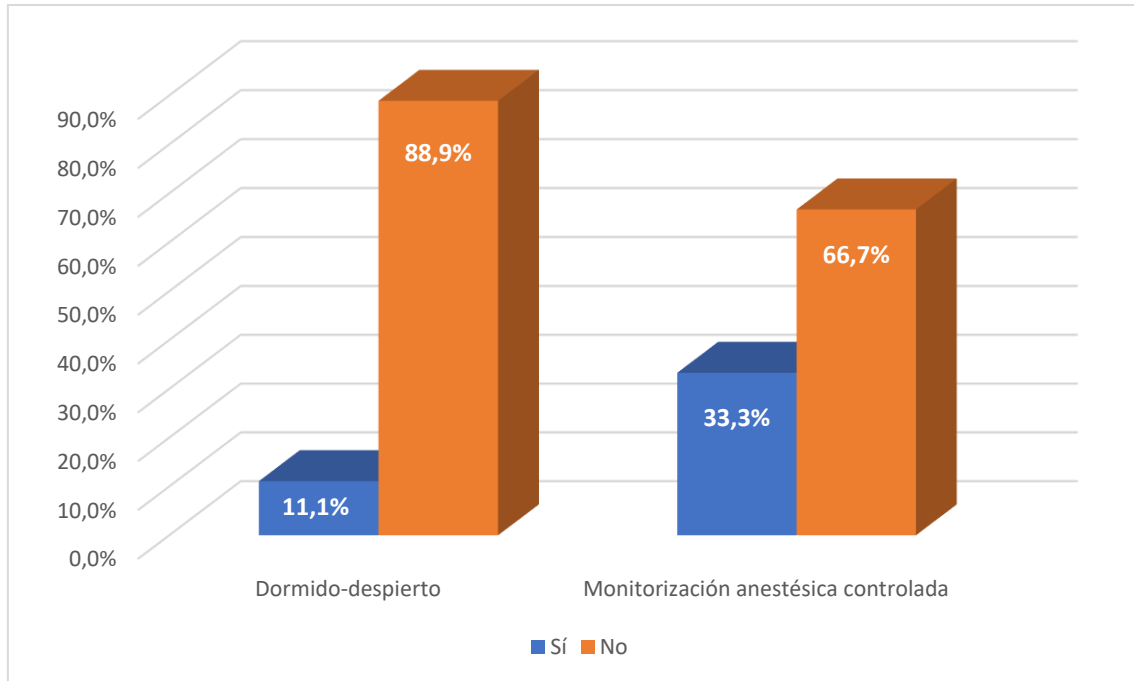
Figura 4. Comorbilidades prequirúrgicas de los pacientes



En la figura 5 se puede observar que en el grupo DD el 11,1% pacientes presentaban un IMC igual o superior a 30.

En el grupo MAC, el porcentaje de pacientes con un IMC ≥ 30 fue 33,3%.

Figura 5. Prevalencia de obesidad en los pacientes



El 39% de los pacientes intervenidos bajo la técnica anestésica DD presentaban como antecedentes algún tipo de déficit cognitivo, el 49% padecieron algún tipo de crisis comicial y el 74% estaba en tratamiento con FAE antes de la someterse a la intervención quirúrgica.

En el grupo MAC, el deterioro cognitivo alcanzó el 35%, las crisis comiciales se observaron en el 50% de los pacientes y el 60% tomaba algún tipo de FAE (figura 6, 7 y 8).

Figura 6. Déficit cognitivo previo a la intervención quirúrgica

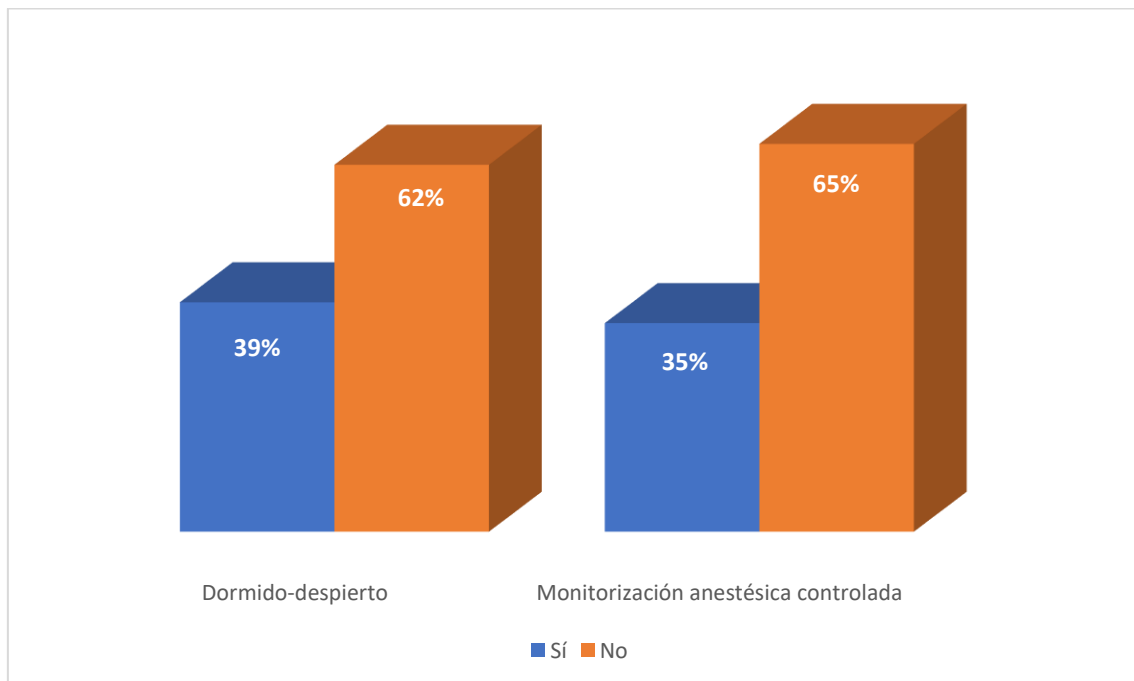


Figura 7. Porcentaje de pacientes que sufrieron un episodio de crisis comicial previo a la cirugía

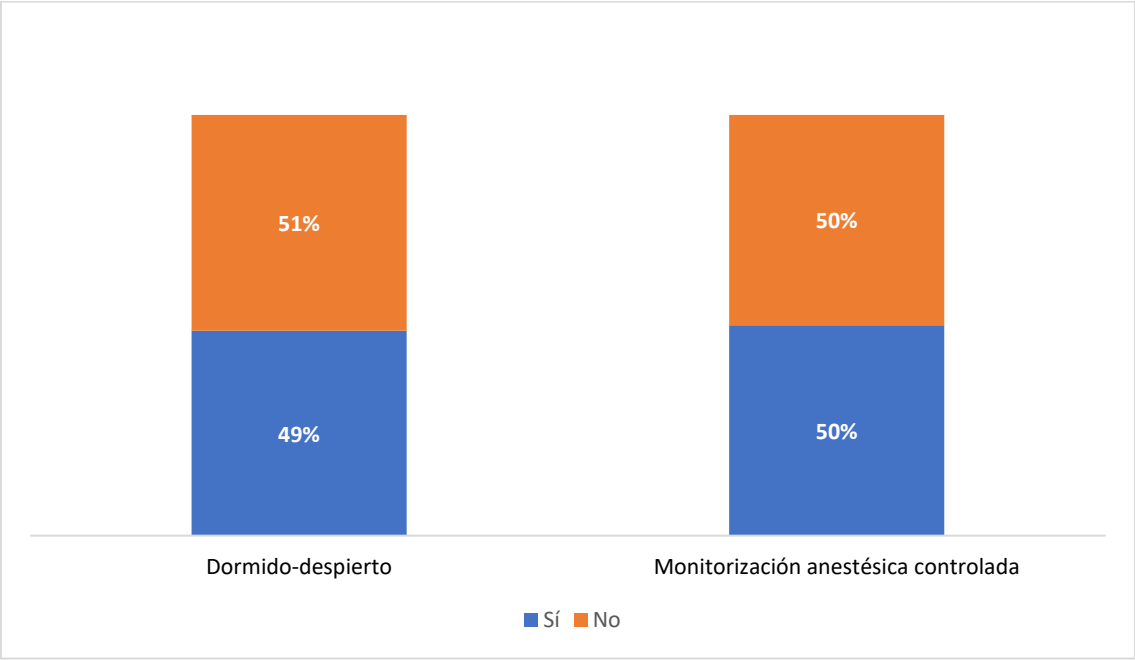
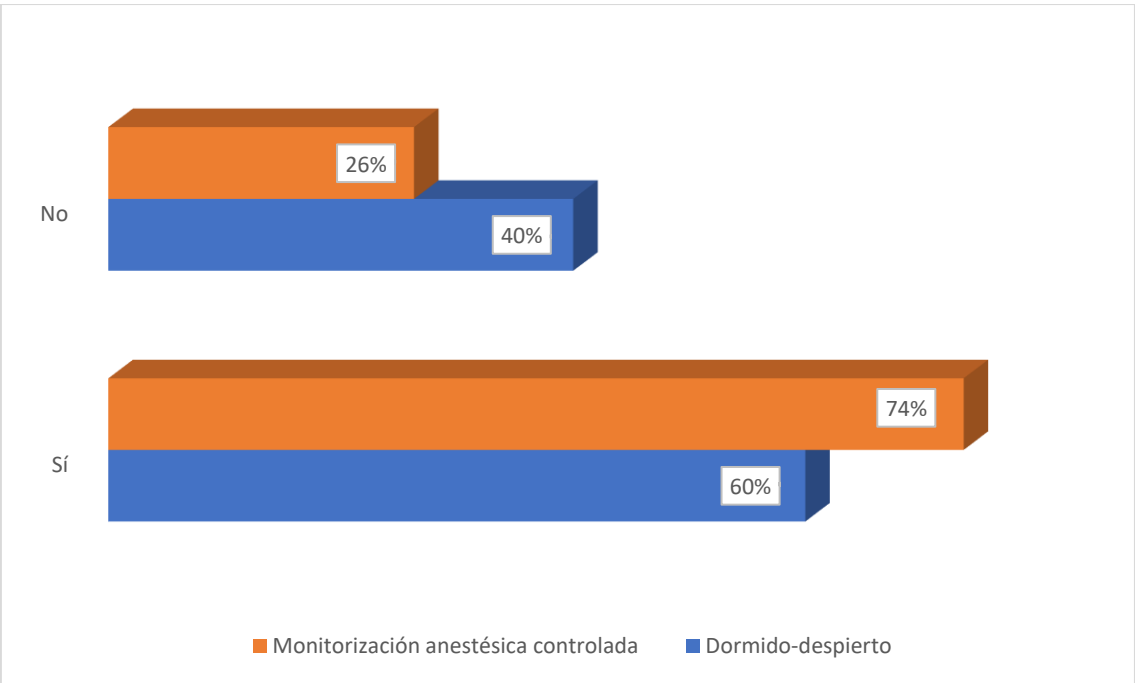


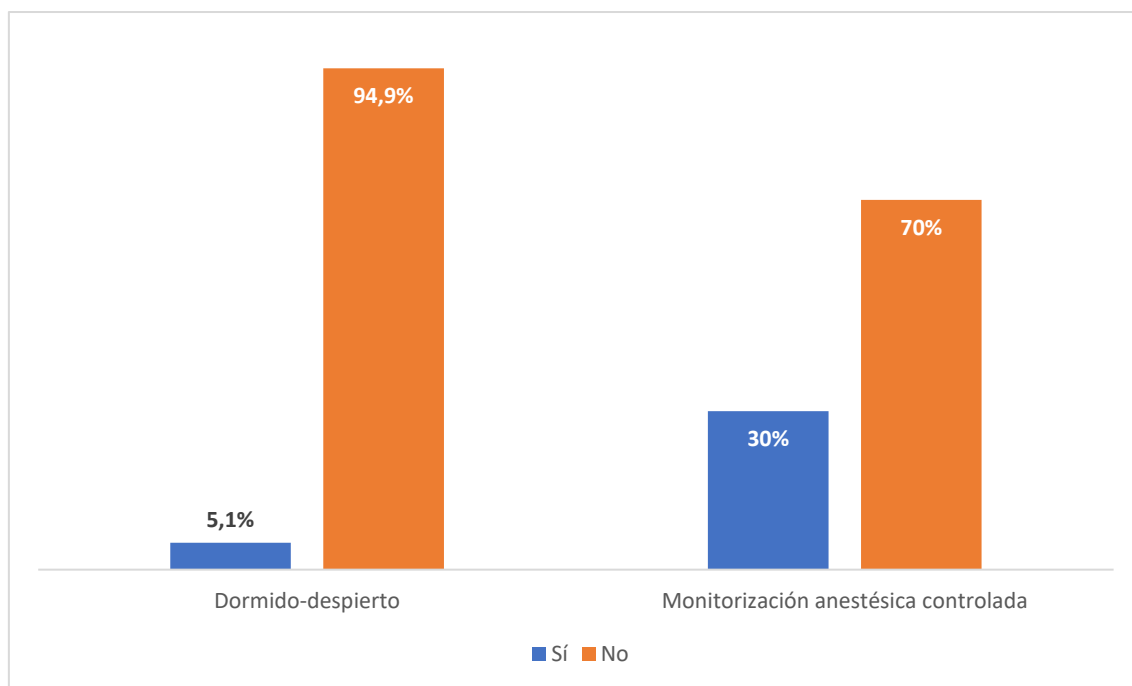
Figura 8. Pacientes en tratamiento con FAE antes de la operación



En el grupo DD, el 5,1% de los pacientes presentaban antecedentes de haber sufrido un ACV / AIT.

En el grupo MAC este incidente se apreció en el 30% (figura 9).

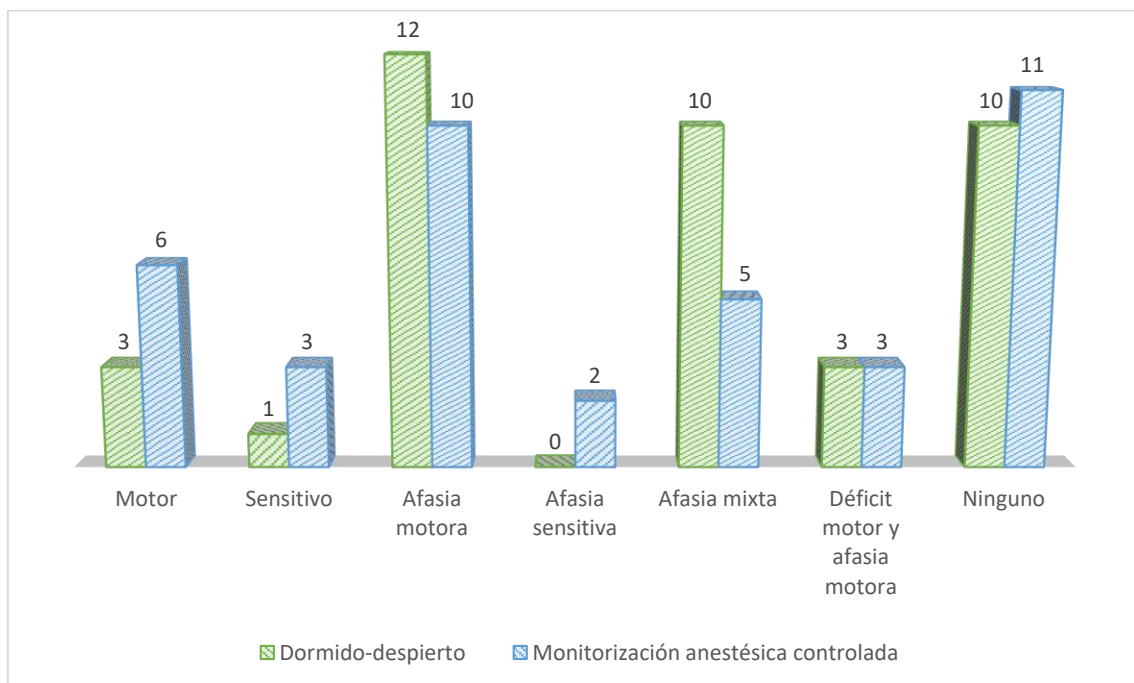
Figura 9. Número de pacientes con antecedentes de ACV / AIT



Respecto a los déficits neurológicos previos a la intervención quirúrgica, la figura 10 muestra que en el grupo DD los déficits más prevalentes fueron la afasia motora seguida de la afasia mixta (12 y 10 pacientes respectivamente). También se observó que 10 pacientes no presentaron ningún tipo de déficit neurológico.

En el grupo MAC, en 10 pacientes se apreció una afasia motora, en seis se observó un déficit motor, cinco padecían una afasia mixta y 11 pacientes no presentaron ningún déficit neurológico.

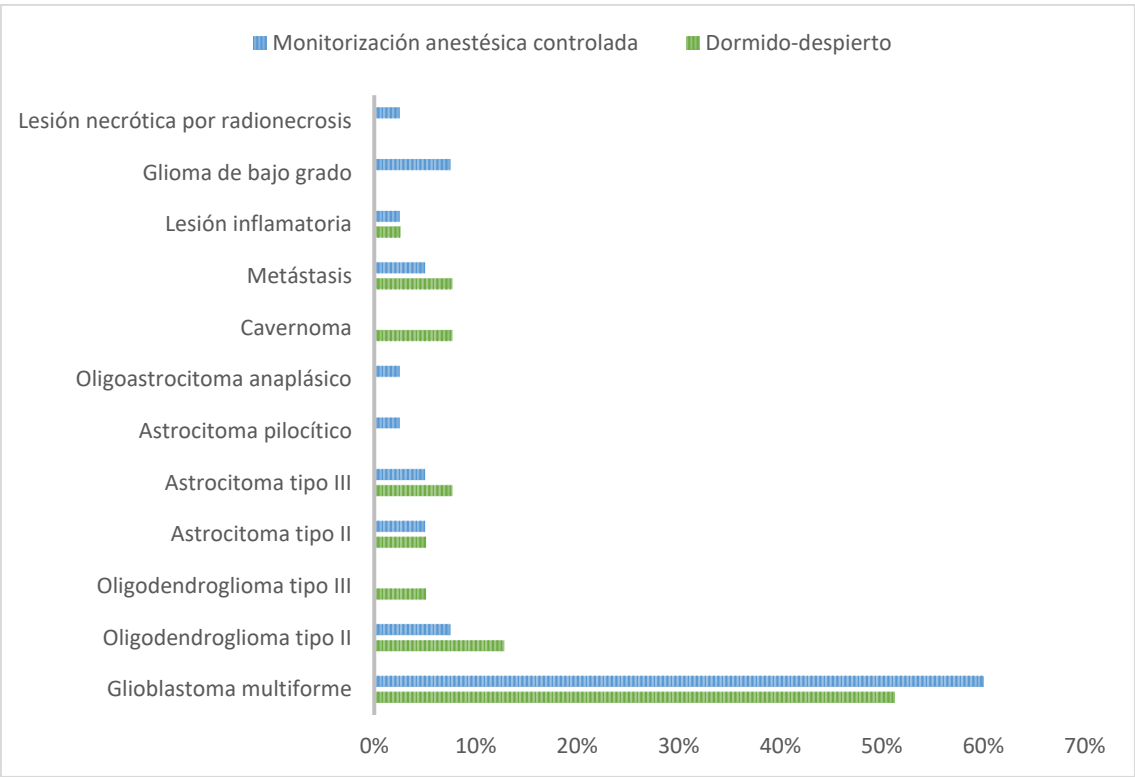
Figura 10. Déficits neurológicos previos a la intervención quirúrgica



En el grupo DD, el glioblastoma multiforme fue la lesión cerebral observada con mayor frecuencia (51,3%), seguida del oligodendroglioma tipo II 12,8% y el astrocitoma tipo III, cavernoma y metástasis (7,7% cada una de ellas).

En el grupo MAC, el glioblastoma multiforme se diagnosticó en el 60% pacientes, y el oligodendroglioma tipo II junto al glioma de bajo grado presentaron una frecuencia de 7,5% respectivamente (figura 11).

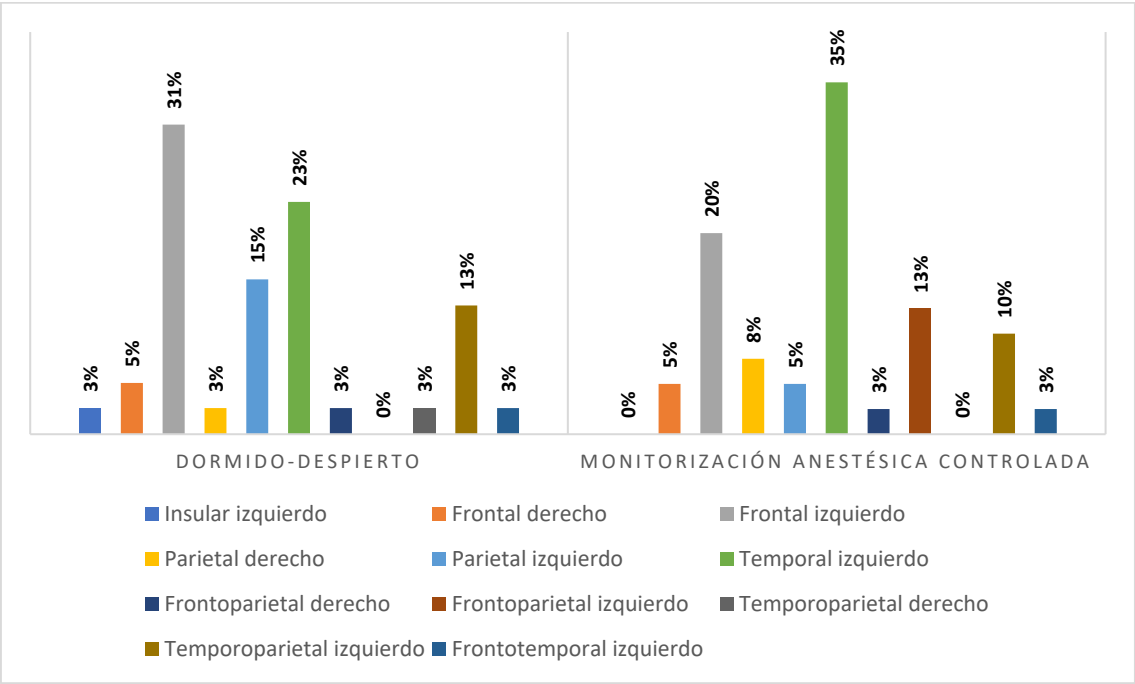
Figura 11. Tipo de lesiones cerebrales



La figura 12 muestra la localización de las lesiones cerebrales intervenidas en los pacientes del estudio. En el grupo DD, las lesiones se localizaron con mayor frecuencia en la zona frontal izquierda (30,8%), zona temporal izquierda (23,1%), zona parietal izquierda (15,4%) y zona temporoparietal izquierda (12,8%). En el resto de las localizaciones la frecuencia fue inferior al 10%.

En el grupo MAC, el 35% de las lesiones estaban localizadas en la zona temporal izquierda, el 20% en la zona frontal izquierda, el 12,5% en la zona frontoparietal izquierda y el 10% en la zona temporoparietal izquierdo. El resto de las ubicaciones la frecuencia no fue superior al 10%.

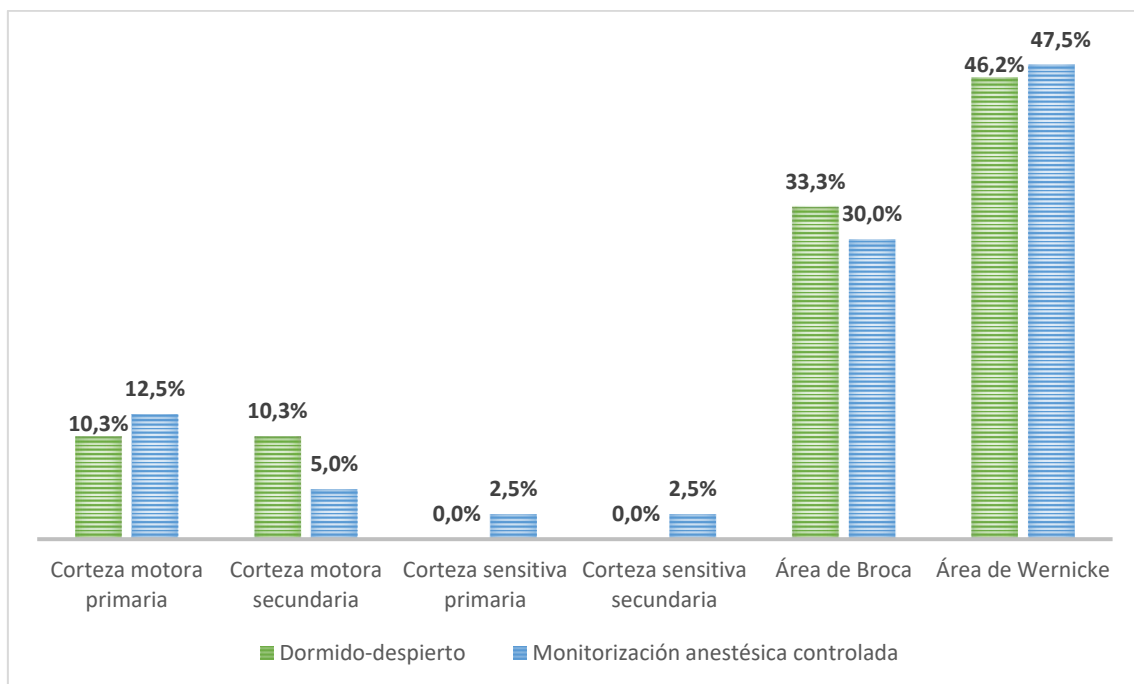
Figura 12. Localización de las lesiones cerebrales



En el grupo DD el área cerebral más frecuentemente afectada fue el área de Wernicke (46,2%), seguida del área de Broca (33,3%) y de la corteza motora primaria y secundaria (10% cada una de ellas).

En el grupo MAC, el área de Wernicke estaba afectada en el 47,5% de los pacientes, el área de Broca en el 30% y la corteza motora primaria en el 12,5%. El resto de las áreas elocuentes presentaron una afectación inferior al 10% (figura 13).

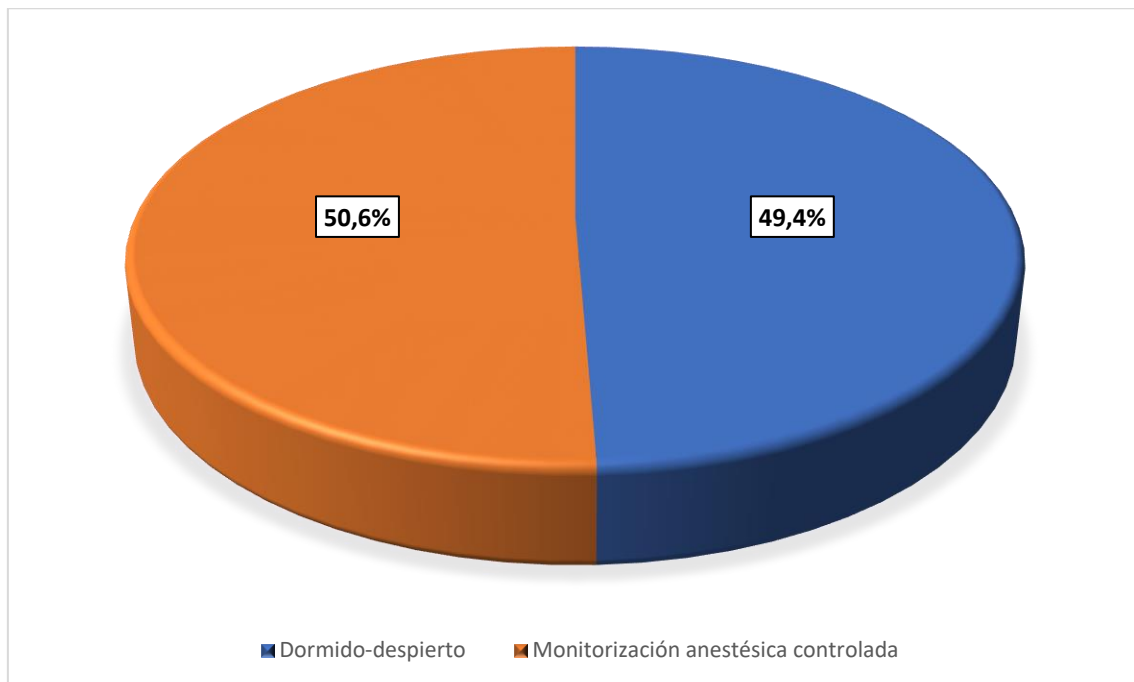
Figura 13. Área elocuente afectada



5.1.4. Variables intraoperatorias

La figura 14 muestra las dos técnicas de manejo anestésico utilizado para las intervenciones quirúrgicas. La técnica DD se utilizó en el 49,4% de los pacientes y el método MAC en el 50,6%.

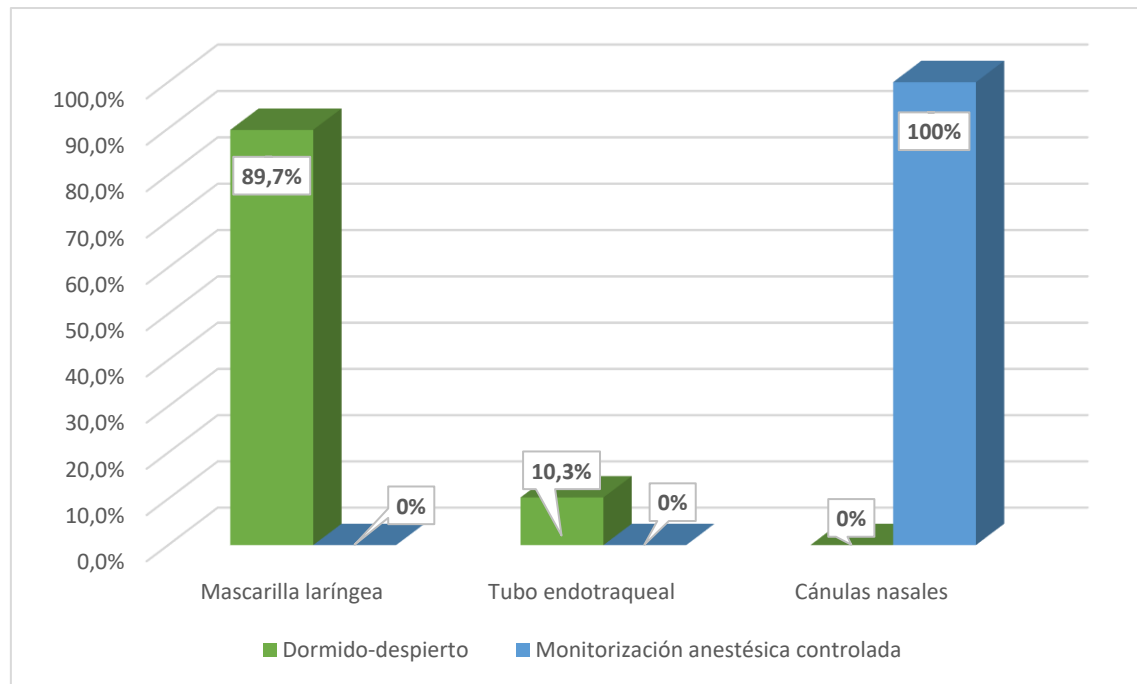
Figura 14. Tipo de manejo anestésico



En el grupo DD, la LM se utilizó en el 89,7% de los pacientes para manejar la vía aérea y el TET en el 10,3%.

En el grupo MAC, las cánulas nasales se utilizaron en el 100% de los pacientes (figura 15).

Figura 15. Dispositivo utilizado en el manejo de la vía aérea durante la intervención quirúrgica



En el grupo DD, el 48,6% de los pacientes se intervinieron en decúbito lateral y el 51,4% en decúbito supino. Al 73,7% de los pacientes se les realizó una monitorización intraoperatoria del lenguaje, al 18,4% una monitorización motora y al 7,9% restante se les monitorizó el lenguaje y espectro motor.

En el grupo MAC, se colocó al 37,5% en decúbito lateral y en decúbito supino al 62,5% para realizar la intervención quirúrgica. La monitorización del lenguaje se realizó en el 72,5% de los pacientes, la monitorización motora en el 20% y la monitorización dual del lenguaje y motor en el 7,5% de los pacientes (figura 16 y 17).

Figura 16. Posición del paciente durante la intervención quirúrgica

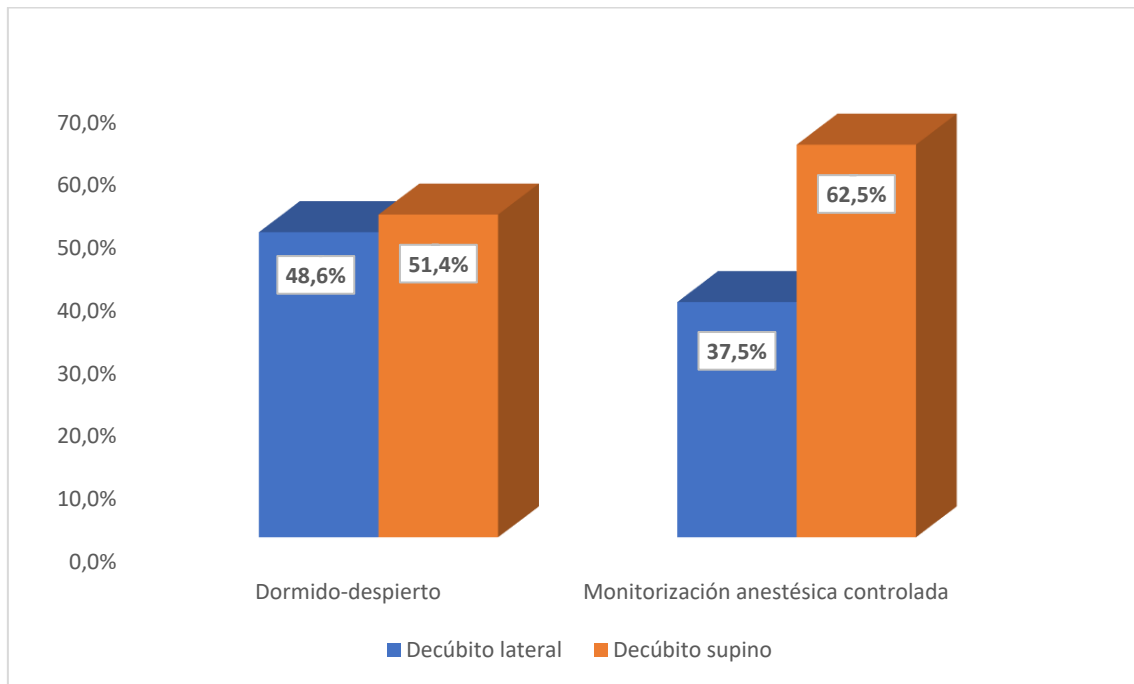
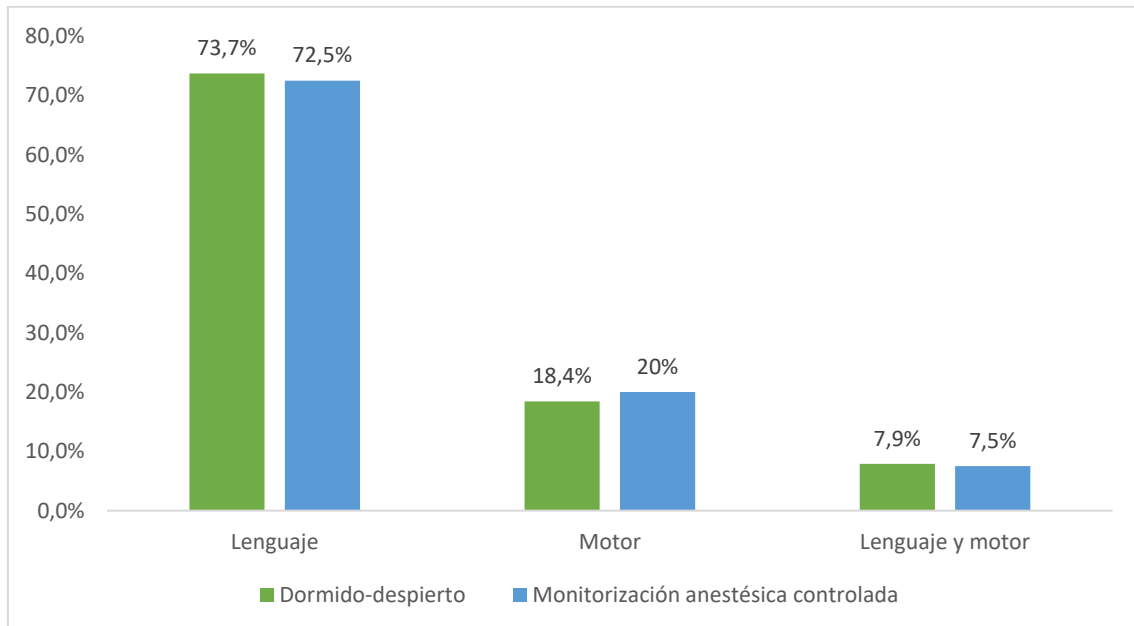
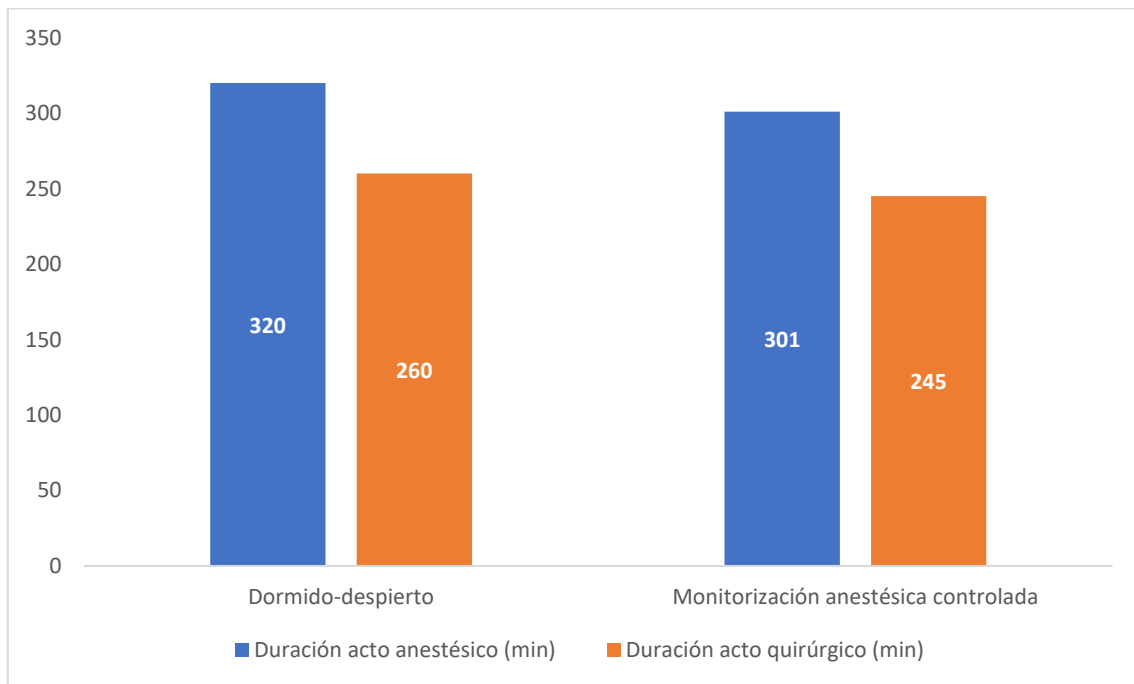


Figura 17. Monitorización neurológica durante la cirugía



Los actos anestésicos y quirúrgicos duraron de media 320 y 260 min respectivamente en el grupo DD. En el grupo MAC la duración media del tiempo de anestesia fue 301 min y el de la cirugía fue 245 min (figura 18).

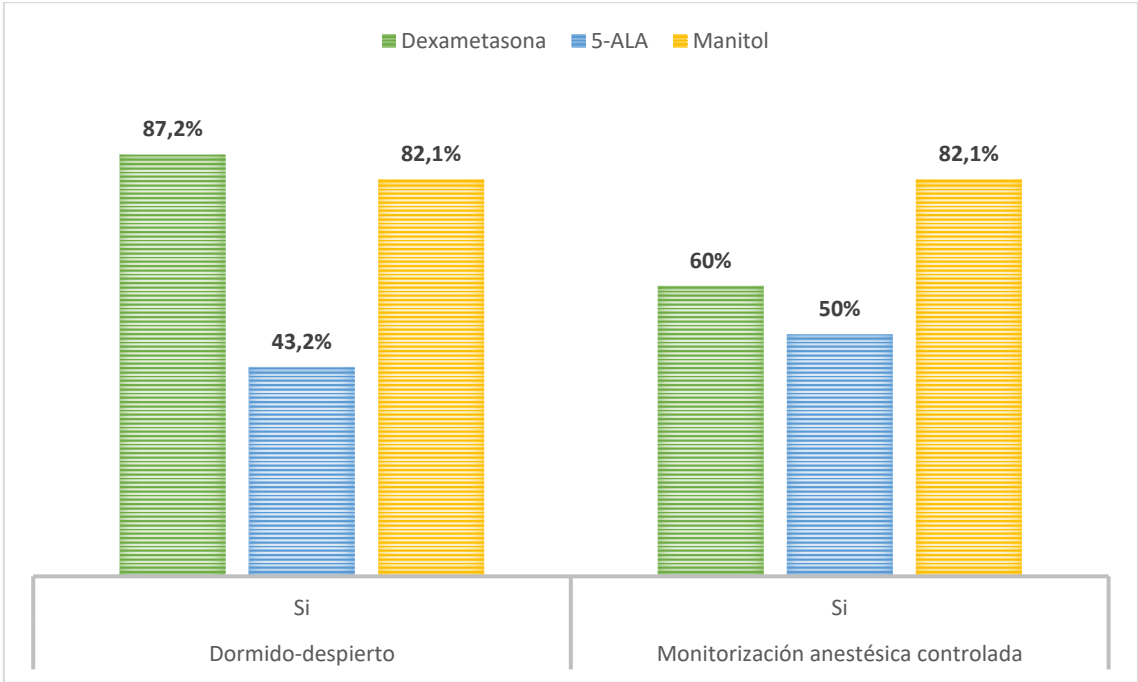
Figura 18. Duración media del acto anestésico y quirúrgico



En el grupo DD, se utilizó dexametasona en el 87,2% de los pacientes, 5-ALA en el 43,2% y manitol en el 82,1%. La media de mg de midazolam administrados fueron 1,33.

En el grupo MAC, la dexametasona se utilizó en el 60% de los pacientes, al 50% se administró 5-ALA y al 82,1% manitol. La cantidad media de midazolam administrado a los pacientes fue 1,36 mg (figura 19).

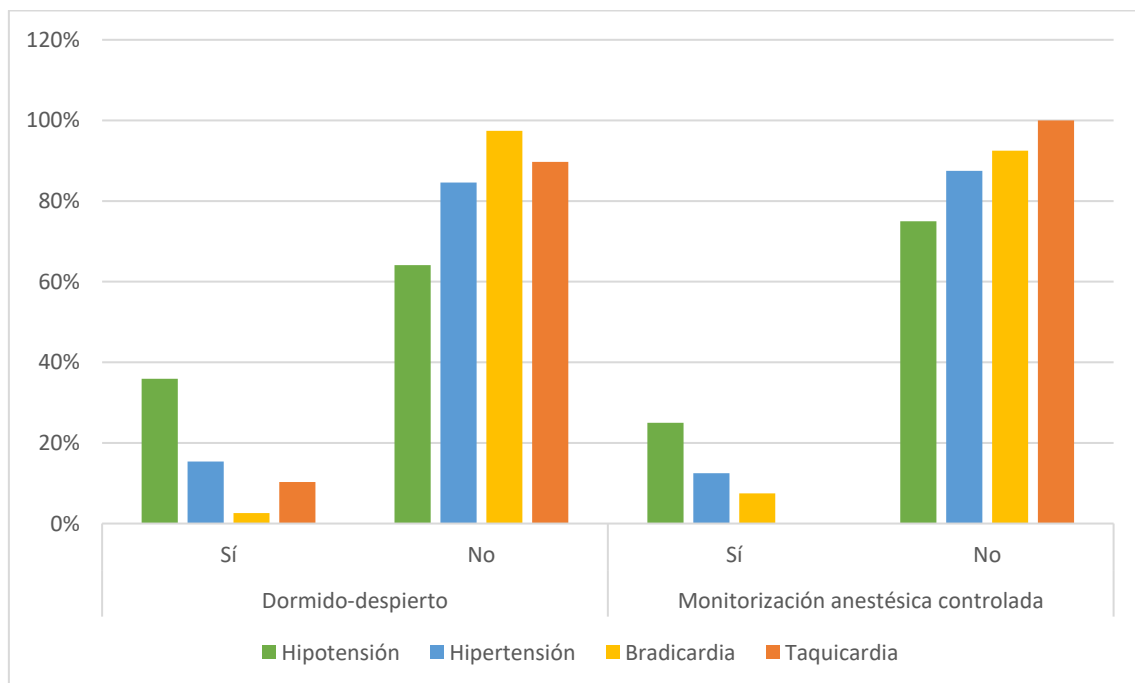
Figura 19. Medicación administrada durante el periodo intraoperatorio



La figura 20 muestra la variación del estado hemodinámico durante el periodo intraoperatorio. Se puede observar en el grupo DD el 35,9% de los pacientes presentó algún episodio de hipotensión, el 15,4% tuvo en algún momento HTA, el 2,6% bradicardia y en el 10,3% se apreció algún evento taquicárdico.

En el grupo MAC, el 25% de los pacientes presentaron hipotensión en algún momento durante la intervención quirúrgica, HTA el 12,5% y bradicardia el 7,5%. En ningún paciente se apreció taquicardia en algún momento de la operación.

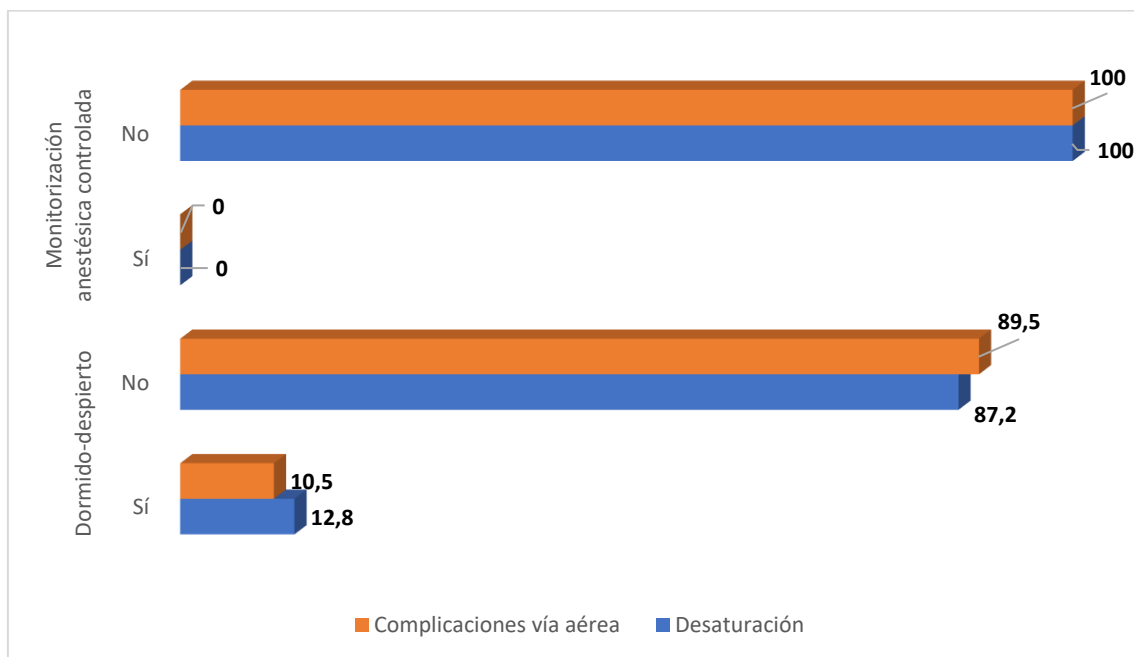
Figura 20. Alteraciones hemodinámicas durante la intervención quirúrgica



Durante el periodo intraoperatorio, en el grupo DD se produjo algún episodio de desaturación en el 12,8% de los pacientes y se observó complicaciones en la vía aérea en el 10,5% de los pacientes.

En los pacientes del grupo MAC no se apreció ninguno de estos dos eventos (figura 21).

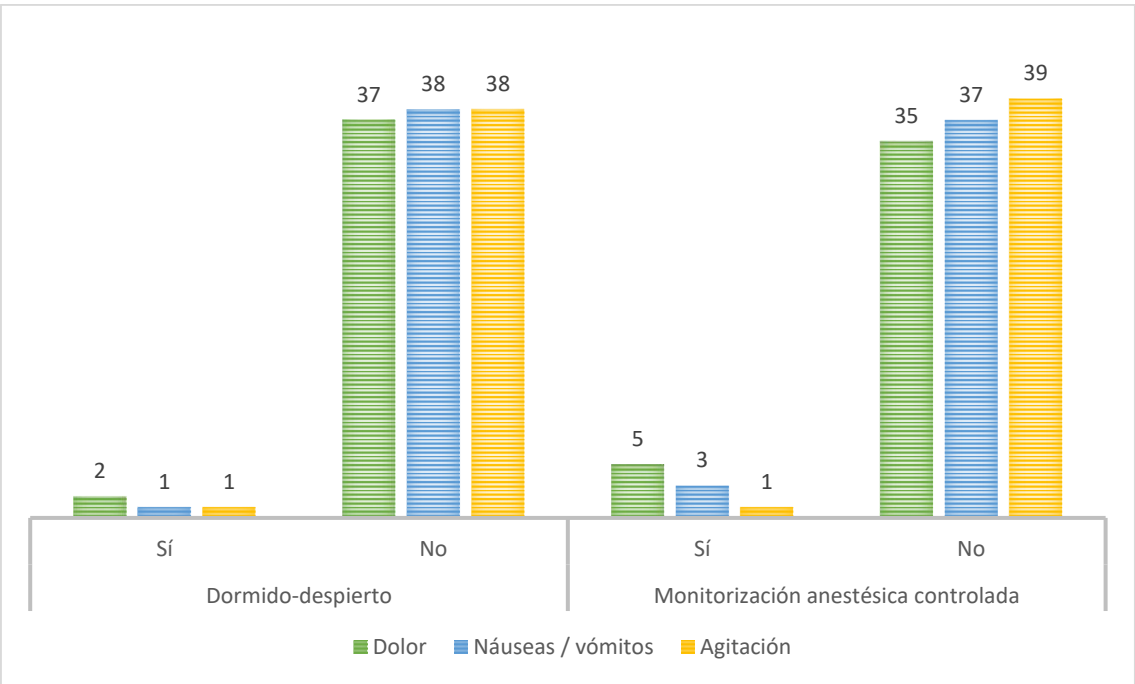
Figura 21. Desaturación y complicaciones en la vía aérea durante el periodo intraoperatorio



Se apreciaron dos episodios de dolor manifestado verbalmente por los pacientes pertenecientes al grupo DD durante la intervención quirúrgica, un paciente presentó NVIO y otro agitación.

En el grupo MAC, cinco pacientes manifestaron dolor en algún momento durante el periodo intraoperatorio, tres presentaron algún episodio de NVIO y un paciente tuvo un episodio de agitación (figura 22).

Figura 22. Dolor, agitación y náuseas y vómitos intraoperatorios



En el grupo DD se monitorizó la ECoG a tres pacientes. Todos ellos presentaron actividad cortical tras la estimulación cerebral que llegaron a tener presentación clínica.

En el grupo MAC se monitorizó la ECoG a 15 pacientes. A 8 pacientes se les detectó actividad cortical tras la estimulación cerebral, de los cuales 4 tuvieron crisis comiciales y solo dos presentaron clínica (tabla 1)

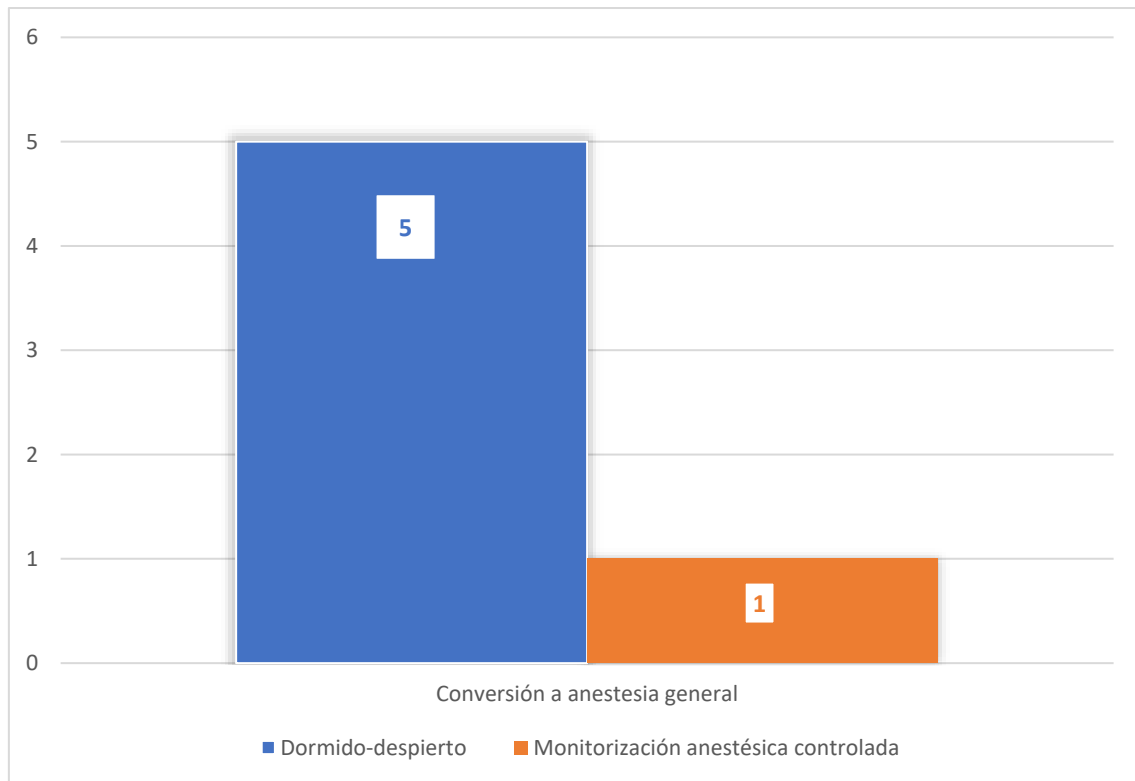
Tabla 1. Electrocorticografía, detección de actividad cortical y crisis comiciales intraoperatorias

	Dormido-despierto		Monitorización anestésica controlada	
	N	%	N	%
ECoG durante la cirugía				
- Sí	3	7,7%	15	37,5%
- No	36	92,3%	25	62,5%
Detección actividad cortical tras estimulación cerebral de los pacientes con ECoG				
- Sí	3	100%	8	53,3%
- No	0	0%	7	46,7%
Crisis comicial monitorizada o clínica durante la intervención				
- Crisis motora facial	2	-	0	-
- Crisis subclínica	0	-	2	-
- Mioclonías faciales	1	-	2	-

En cuanto a las reconversiones a anestesia general, en el grupo DD sucedió en cinco ocasiones.

En el grupo MAC, la reconversión solo hubo que realizarla en un paciente (figura 23).

Figura 23. Necesidad de conversión a anestesia general

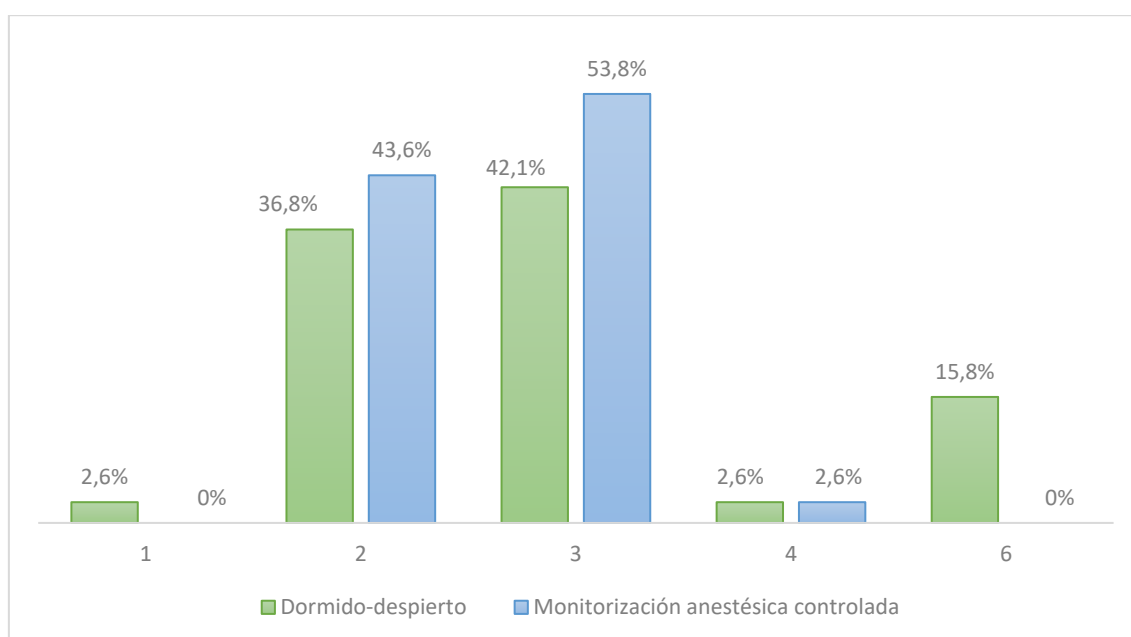


5.1.5. Variables posoperatorias

Como se puede observar en la figura 24, el 36,8% de los pacientes del grupo DD presentaban un grado 2 de la escala de sedación de Ramsay a su llegada a la UCI. El 42,1% un presentaba un nivel de sedación acorde al grado 3 y un 15,8% un grado 6.

En el grupo MAC, el 43,6% de los pacientes tenía un nivel 2 de sedación, el 53,8% un nivel 3 y el 0% un nivel 6.

Figura 24. Nivel de sedación de la escala de Ramsay a la llegada a la UCI de los pacientes



La media de días de estancia en la UCI de los pacientes pertenecientes al grupo DD fue de 1,05 días y el 5,1% permaneció más de 24 horas en dicha unidad. La media de estancia hospitalaria fue 6,92 días.

En el grupo MAC, los pacientes permanecieron ingresados en la UCI una media de 1,13 días y el 10% tuvo una estancia superior a 24 horas en la unidad de críticos. La media de días de ingreso en el hospital en este grupo fue 7,7 días (figura 25 y 26).

Figura 25. Días de estancia en la UCI

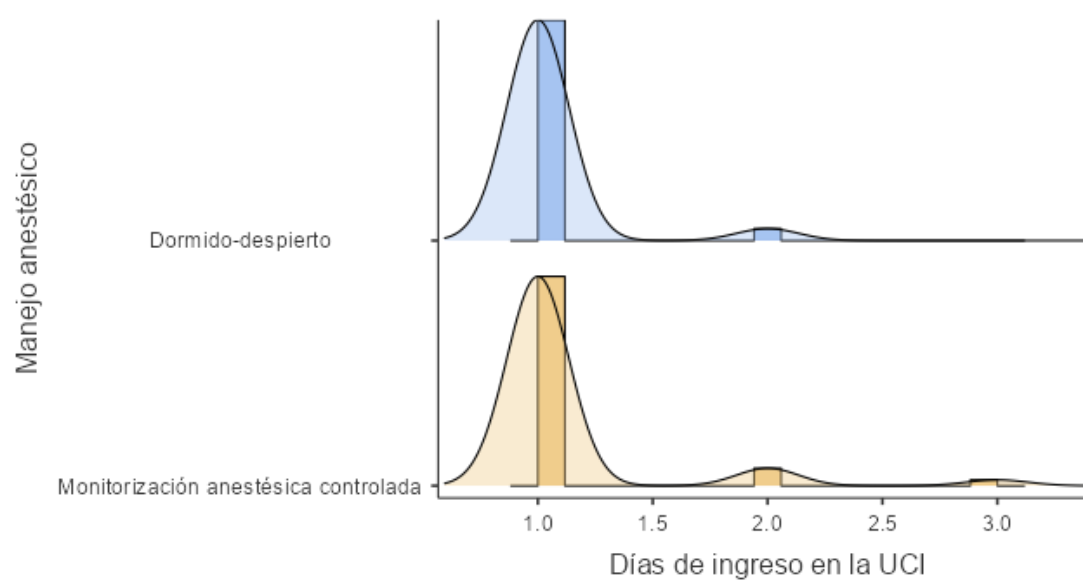
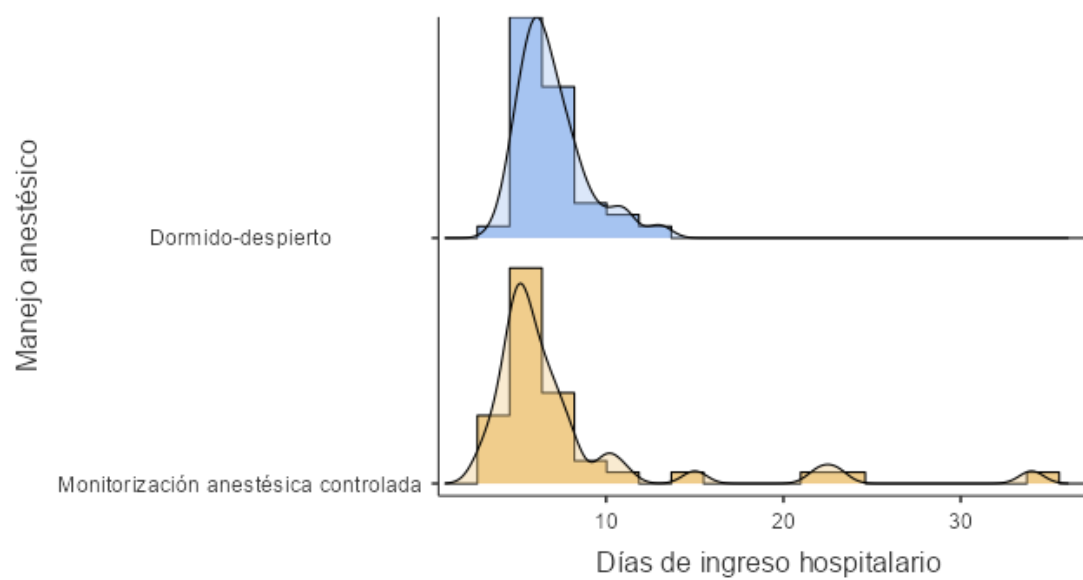


Figura 26. Días de estancia en el hospital



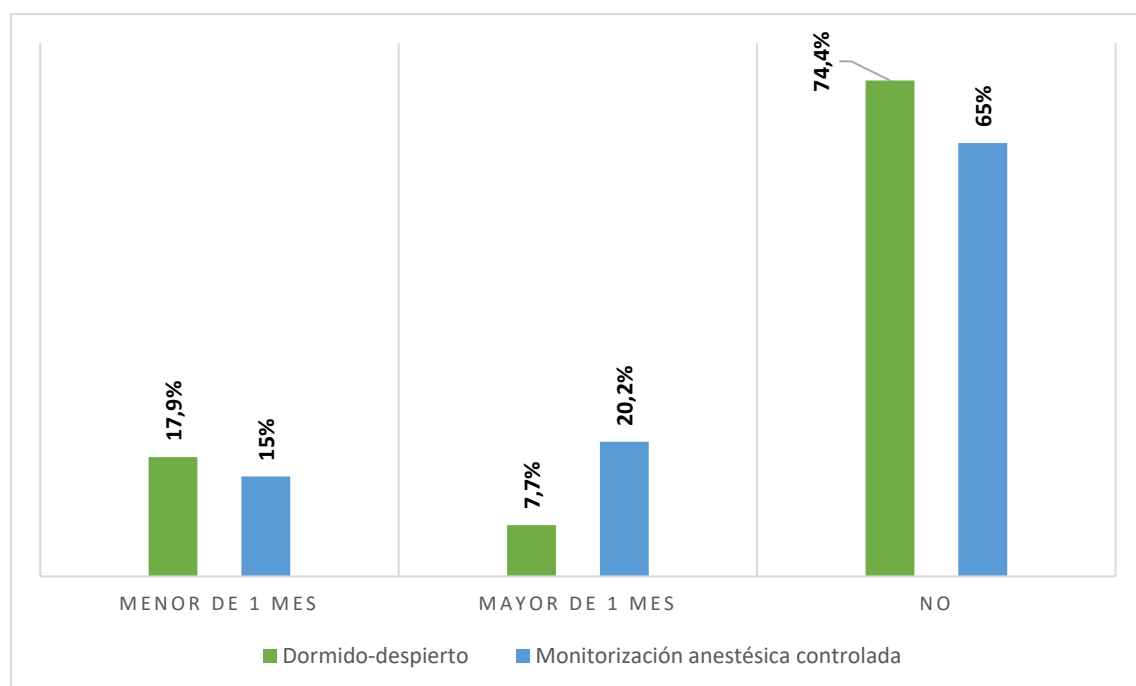
El valor medio de hemoglobina posquirúrgica a la llegada al paciente a la UCI en el grupo DD fue 12,6 g/dl y la diferencia entre los valores de hemoglobina preoperatoria y posoperatoria presentó un valor medio de 1,98 g/dl.

En el grupo MAC, el valor medio de la hemoglobina posquirúrgica fue 12,6% y la diferencia entre la previa y la posterior fue 2,07 g/dl.

Tras la intervención quirúrgica se observó cómo el 17,9% de los pacientes del grupo DD mostró un empeoramiento del déficit neurológico de duración inferior a un mes. El 7,7% lo padeció con una duración superior a un mes y el 74,4% no sufrió empeoramiento alguno.

En el grupo MAC el 15% de los pacientes presentó un empeoramiento con una duración inferior a un mes, el 20,2% tuvo un empeoramiento superior a un mes y en el 65% no se observó ningún tipo de empeoramiento del déficit neurológico tras la operación (figura 27).

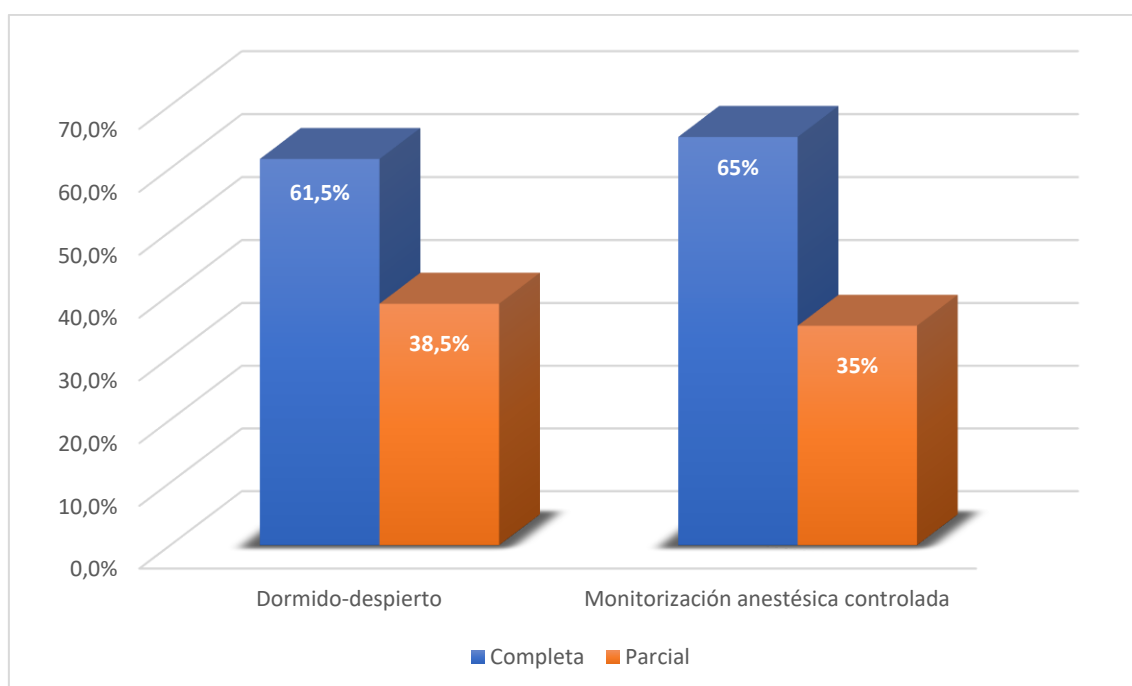
Figura 27. Empeoramiento del déficit neurológico tras la intervención quirúrgica



En cuanto al tipo de resección tumoral, en el 61,5% de los pacientes del grupo DD se realizó una resección completa y en el 38,5% se llevó a cabo una resección parcial.

En el grupo MAC, la resección completa se consiguió en el 65% de los operados y la parcial en el 35% (figura 28).

Figura 28. Tipo de resección tumoral



Analizando las complicaciones presentadas en nuestros pacientes, en el grupo DD, 13 pacientes fueron reintervenidos. En cuanto al manejo de la vía aérea se observaron varias complicaciones. De los cinco pacientes que precisaron conversión a anestesia general, dos requirieron la colocación de un TET por mala adaptación a la LM. Uno fue por mala colaboración durante el periodo intraoperatorio y otro por presentar un episodio de desaturación importante. En lo referente a las complicaciones neurológicas hubo tres incidentes. En un paciente se objetivó una disminución de la fuerza en la extremidad derecha acompañada de bradipsiquia y anisocoria izquierda. En otro se observó un déficit del movimiento de la pierna derecha de nueva aparición y otro

paciente debutó con afasia completa tras realizarle la durotomía. En un paciente hubo que detener y suspender la cirugía porque presentó una paresia en la mano derecha de gran intensidad y de nueva aparición (figura 29).

En el grupo MAC, cinco pacientes tuvieron que ser reintervenidos. En los pacientes pertenecientes a este grupo se registró un incidente relacionado con el manejo de la vía aérea, el cual precisó la reconversión a anestesia general. Hubo cinco complicaciones neurológicas al finalizar la intervención. Dos pacientes comenzaron con una clínica de afasia global y un paciente presentó una hemiparesia derecha que resultó ser un ictus isquémico. En otro se observó en las pruebas de imagen una isquemia aguda en el lecho quirúrgico que le produjo una hemiplejía y afasia posquirúrgica, y un paciente debutó durante la intervención con una hemiparesia braquial derecha acompañada de parálisis facial derecha y afasia motora de aparición brusca. La alteración profunda del lenguaje en un paciente durante el periodo intraoperatorio obligó a detener y finalizar la intervención quirúrgica (figura 30)

Figura 29. Complicaciones más relevantes del grupo dormido-despierto

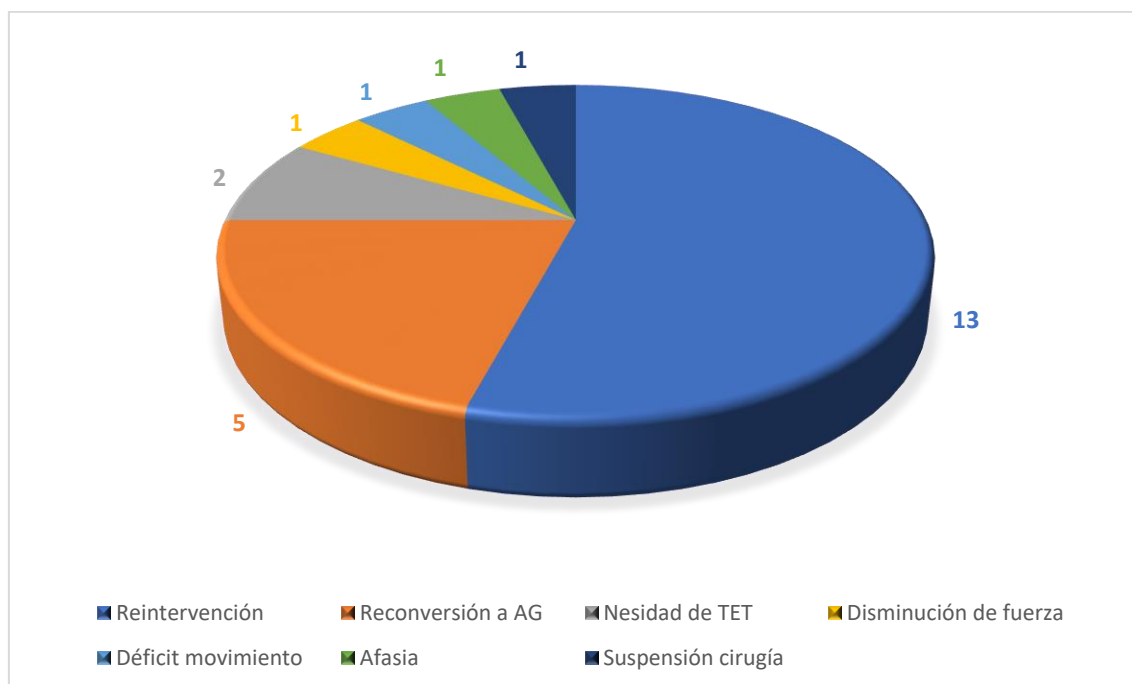
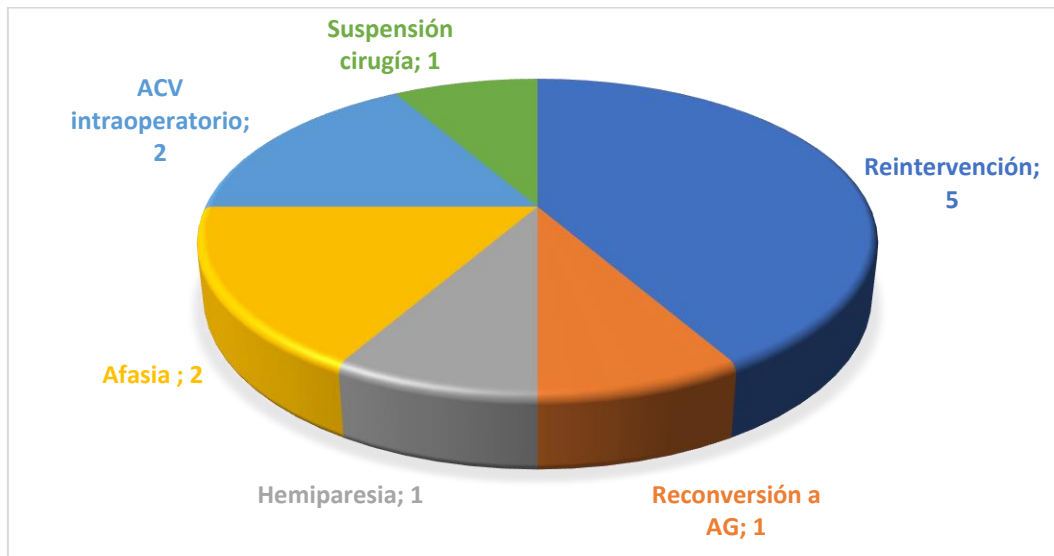


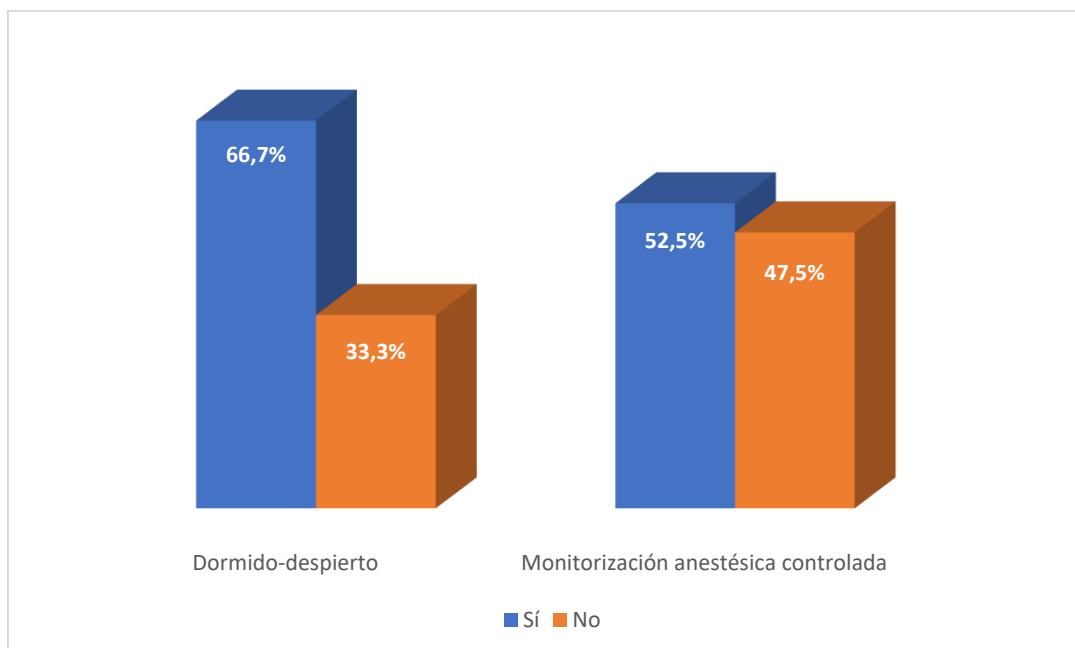
Figura 30. Complicaciones más relevantes del grupo MAC



Durante el ingreso hospitalario no falleció ningún paciente del grupo DD y el 66,7% lo hicieron durante el seguimiento extrahospitalario. La media de supervivencia en este grupo fue de 20,3 meses.

En el grupo MAC, el 52,5% de los pacientes fallecieron durante el seguimiento y ninguno falleció durante la estancia hospitalaria. La media de supervivencia tras la intervención fue de 14,4 meses (figura 31).

Figura 31. Fallecimiento durante el seguimiento



5.2. ESTADÍSTICA INFERENCIAL

5.2.1. Variables preoperatorias

Los pacientes incluidos en el estudio no mostraron diferencias estadísticamente significativas en las características demográficas previas a la intervención quirúrgica excepto en la obesidad, la cual se definió por un IMC ≥ 30 (tabla 2).

Tabla 2. Variables demográficas

Variables demográficas	Dormido-despierto		Monitorización anestésica controlada		p
Edad en años (media, DT)	51,2	12,5	54,4	12	0,636 ^a
Talla en metros (media, DT)	1,7	0,07	1,7	0,07	0,541 ^a
Peso en kg (media, DT)	72,6	11,1	75,8	18,4	0,898 ^a
IMC (media, DT)	24,9	3,81	25,9%	4,67	0,910 ^a
Sexo (n, %)					
- Varón	22	56,4%	26	65,0%	0,434 ^b
- Mujer	17	43,6%	14	35,0%	
ASA (n, %)					
- I	2	5,1%	5	12,5%	0,392 ^b
- II	32	82,0%	28	70,0%	
- III	5	12,9%	7	17,5%	
Obesidad (n, %)					
- Sí	4	11,1%	13	33,3%	*0,022 ^b
- No	32	88,9%	26	66,7%	
Hábito tabáquico (n, %)					
- Sí	6	16,2%	10	25%	0,343 ^b
- No	31	83,8%	30	75%	
HTA (n, %)					
- Sí	9	23,1%	10	25%	0,842 ^b
- No	30	76,9%	30	75%	
Patología respiratoria previa (n, %)					
- Sí	5	13,1%	4	10%	0,663 ^b
- No	33	86,9%	36	90%	

DT: desviación típica; p^a: prueba de T de Student. Comparación de medias; p^b: prueba de Chi cuadrado.

Comparación de proporciones; *: significación estadística.

En cuanto a los antecedentes neurológicos, se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el antecedente de ACV / AIT previo a la intervención quirúrgica entre los pacientes de ambos grupos. En el resto no se observó diferencia alguna (tabla 3).

Tabla 3. Antecedentes neurológicos

Antecedentes neurológicos	Dormido-despierto		Monitorización anestésica controlada		p ^a
	N	%	N	%	
Déficit cognitivo					
- Sí	15	38,5%	14	35,0%	0,750
- No	24	61,5%	26	65,0%	
Crisis comicial					
- Sí	19	48,7%	20	50,0%	0,909
- No	20	51,3%	20	50,0%	
FAE					
- Sí	28	73,7%	24	60,0%	0,200
- No	10	26,3%	16	40,0%	
ACV / AIT					
- Sí	2	5,1%	12	30,0%	0,004*
- No	37	94,9%	28	70,0%	

p^a: Prueba de Chi cuadrado. Comparación de proporciones; *: significación estadística.

En las tablas 4, 5, 6 y 7 se aprecia la ausencia de diferencias estadísticamente significativas en los déficits neurológicos previos a la cirugía y en las características de los tumores cerebrales intervenidos.

Tabla 4. Déficit neurológicos previos a la intervención quirúrgica

Déficits neurológicos	Dormido-despierto		Monitorización anestésica controlada		p ^a
	N	%	N	%	
- Motor	3	7,7%	6	15,0%	0,436
- Sensitivo	1	2,6%	3	7,5%	
- Afasia motora	12	30,8%	10	25,0%	
- Afasia sensitiva	0	0,0%	2	5,0%	
- Afasia mixta	10	25,6%	5	12,5%	
- Déficit motor + afasia motora	3	7,7%	3	7,5%	
- Ninguno	10	25,6%	11	27,5%	

p^a: Prueba de Chi cuadrado. Comparación de proporciones.

Tabla 5. Tipo de lesiones cerebrales

Lesiones cerebrales	Dormido-despierto		Monitorización anestésica controlada		p ^a
	N	%	N	%	
- Glioblastoma multiforme	20	51,3%	24	60,0%	0,345
- Oligodendroglioma tipo II	5	12,8%	3	7,5%	
- Oligodendroglioma tipo III	2	5,1%	0	0,0%	
- Astrocitoma tipo II	2	5,1%	2	5,0%	
- Astrocitoma tipo III	3	7,7%	2	5,0%	
- Astrocitoma pilocítico	0	0,0%	1	2,5%	
- Oligoastrocitoma anaplásico	0	0,0%	1	2,5%	
- Cavernoma	3	7,7%	0	0,0%	
- Metástasis	3	7,7%	2	5,0%	
- Lesión inflamatoria	1	2,6%	1	2,5%	
- Glioma de bajo grado	0	0,0%	3	7,5%	
- Lesión necrótica por radionecrosis	0	0,0%	1	2,5%	

p^a: Prueba de Chi cuadrado. Comparación de proporciones.

Tabla 6. Localización de las lesiones cerebrales

Localización	Dormido-despierto		Monitorización anestésica controlada		p ^a
	N	%	N	%	
- Insular izquierdo	1	2,6%	0	0,0%	0,286
- Frontal derecho	2	5,1%	2	5,0%	
- Frontal izquierdo	12	30,8%	8	20,0%	
- Parietal derecho	1	2,6%	3	7,5%	
- Parietal izquierdo	6	15,4%	2	5,0%	
- Temporal izquierdo	9	23,1%	14	35,0%	
- Frontoparietal derecho	1	2,6%	1	2,5%	
- Frontoparietal izquierdo	0	0,0%	5	12,5%	
- Temporoparietal derecho	1	2,6%	0	0,0%	
- Temporoparietal izquierdo	5	12,8%	4	10,0%	
- Frontotemporal izquierdo	1	2,6%	1	2,5%	

p^a: Prueba de Chi cuadrado. Comparación de proporciones.

Tabla 7. Área elocuente afectada

Área elocuente	Dormido-despierto		Monitorización anestésica controlada		p ^a
	N	%	N	%	
- Corteza motora primaria	4	10,3%	5	12,5%	0,420
- Corteza motora secundaria	4	10,3%	2	5,0%	
- Corteza sensitiva primaria	0	0,0%	1	2,5%	
- Corteza sensitiva secundaria	0	0,0%	1	2,5%	
- Área de Broca	13	33,3%	12	30,0%	
- Área de Wernicke	18	46,1%	19	47,5%	

p^a: Prueba de Chi cuadrado. Comparación de proporciones.

5.2.2. Variables intraoperatorias

En el periodo intraoperatorio se observaron diferencias estadísticamente significativas en el dispositivo utilizado para el manejo de la vía aérea durante la intervención quirúrgica y cierta tendencia a la significación en la necesidad de conversión a anestesia general (tabla 8). No se encontraron diferencias entre ambos grupos en cuanto a la posición y la monitorización neurológica.

Tabla 8. Vía aérea, conversión, posición y monitorización durante la intervención quirúrgica

	Dormido-despierto		Monitorización anestésica controlada		p ^a
	N	%	N	%	
Dispositivo de vía aérea					
- LM	35	89,7%	0	0,0%	< 0,001*
- TET	4	10,3%	0	0,0%	
- Cánulas nasales	0	0,0%	40	100,0%	
Necesidad conversión a anestesia general					
- Sí	5	12,8%	1	2,5%	0,083
- No	34	87,2%	39	97,5%	
Posición del paciente					
- Decúbito lateral	18	48,6%	15	37,5%	0,323
- Decúbito supino	9	51,4%	25	62,5%	
Monitorización neurológica					
- Lenguaje	28	73,7%	29	72,5%	0,984
- Motor	7	18,4%	8	20,0%	
- Lenguaje y motor	3	7,9%	3	7,5%	

p^a: Prueba de Chi cuadrado. Comparación de proporciones; *: significación estadística.

La tabla 9 muestra la ausencia de diferencias estadísticamente significativas en la duración del manejo anestésico y quirúrgico en función del tipo de anestesia realizada.

Tabla 9. Duración del tiempo anestésico y quirúrgico en min

	Dormido-despierto		Monitorización anestésica controlada		p ^a
	Media	DT	Media	DT	
Tiempo duración anestesia (min)	320	59,5	301	45,5	0,184
Tiempo duración cirugía (min)	260	51,8	245	51,5	0,303

DT: desviación típica; p^a: prueba de Mann-Whitney. Comparación de medias.

En cuanto a las alteraciones hemodinámicas y complicaciones durante la intervención, se observaron diferencias estadísticamente significativas en los episodios de taquicardia, desaturación y complicación de la vía aérea (tabla 10).

Tabla 10. Alteraciones hemodinámicas y complicaciones durante la intervención quirúrgica

	Dormido-despierto		Monitorización anestésica controlada		p ^a
	N	%	N	%	
Hipotensión arterial					
- Sí	14	35,9%	10	25,0%	0,292
- No	25	64,1%	30	75,0%	
HTA					
- Sí	6	15,4%	5	12,5%	0,711
- No	33	84,6%	35	87,5%	
Bradicardia					
- Sí	1	2,6%	3	7,5%	0,317
- No	38	97,4%	37	92,5%	
Taquicardia					
- Sí	4	10,3%	0	0,0%	0,038*
- No	35	89,7%	40	100,0%	
Desaturación					
- Sí	5	12,8%	0	0,0%	0,019*
- No	34	87,2%	40	100,0%	
Complicación vía aérea					
- Sí	4	10,5%	0	0,0%	0,035*
- No	34	89,5%	40	100,0%	
Dolor					
- Sí	2	5,1%	5	12,5%	0,249
- No	37	94,9%	35	87,5%	
NVIO					
- Sí	1	2,6%	3	7,5%	0,317
- No	38	97,4%	37	92,5%	
Agitación					
- Sí	1	2,6%	1	2,5%	0,986
- No	38	97,4%	39	97,5%	

p^a: Prueba de Chi cuadrado. Comparación de proporciones; *: significación estadística.

5.2.3. Variables posoperatorias

En el periodo posoperatorio dos pacientes del grupo DD y otros dos del grupo MAC sufrieron sendos episodios de crisis epilépticas sin haberse encontrado diferencias significativas entre ambos grupos (tabla 11). Tampoco se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en los valores de hemoglobina y en los días de ingreso en la UCI y en el hospital (tabla 12).

Tabla 11. Crisis epiléptica durante posoperatorio

	Dormido-despierto		Monitorización anestésica controlada		p ^a
	N	%	N	%	
Sí	2	5,1%	2	5%	0,683
No	37	94,9%	38	95%	

p^a: Prueba de Chi cuadrado. Comparación de proporciones.

Tabla 12. Valores de hemoglobina y estancia

	Dormido-despierto		Monitorización anestésica controlada		p
	Media	DT	Media	DT	
Hemoglobina (g/dl)					
- Hb previa	14,3	1,41	14,2	1,46	0,896 ^a
- Hb post IQ	12,6	1,20	12,6	1,30	0,329 ^b
- Diferencia entre ambas	1,98	1,25	2,07	1,37	0,731 ^a
Días de estancia en UCI	1,05	0,223	1,13	0,404	0,668 ^a
Días de hospitalización	6,92	1,91	7,70	6,02	0,135 ^a

DT: desviación típica; p^a: prueba de Mann-Whitney. Comparación de medias; p^b: prueba de T de Student. Comparación de medias.

En cuanto a la extensión de la resección tumoral y el empeoramiento del déficit neurológico tras la cirugía, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los pacientes de ambos grupos (tabla 13).

Tabla 13. Resección y déficit neurológico posquirúrgico

	Dormido-despierto		Monitorización anestésica controlada		p ^a
	N	%	N	%	
Tipo de resección tumoral					
- Completa	24	61,5%	26	65,0%	0,750
- Parcial	15	38,5%	14	35,0%	
Empeoramiento del déficit neurológico tras cirugía					
- Sí, menor de 1 mes	7	17,9%	6	15,0%	0,286
- Sí, mayor de 1 mes	3	7,7%	8	20,0%	
- No	29	74,4%	26	65,0%	

p^a: Prueba de Chi cuadrado. Comparación de proporciones.

En cuanto a las complicaciones más relevantes presentadas en nuestros pacientes, se observaron diferencias estadísticamente significativas en la necesidad de reintervención. En el resto de las complicaciones no se hallaron diferencias estadísticamente significativas (tabla 14).

Tabla 14. Complicaciones más relevantes

Complicaciones	Dormido-despierto		Monitorización anestésica controlada		p ^a
	N	%	N	%	
Reintervenciones	13	33,3%	5	12,5%	0,025*
Disminución de fuerza	1	2,5%	0	0,0%	0,308
Déficit movimiento	1	2,5%	0	0,0%	0,308
Hemiparesia	0	0,0%	1	2,5%	0,320
Afasia	1	2,5%	2	5,0%	0,571

p^a: Prueba de Chi cuadrado. Comparación de proporciones; *: significación estadística.

No se apreciaron diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos en el tiempo de supervivencia ni en el número de fallecidos tras la intervención quirúrgica (tabla 15).

Tabla 15. Supervivencia tras intervención quirúrgica

	Dormido-despierto		Monitorización anestésica controlada		p
Supervivencia en meses desde intervención (Media, DT)	20,3	16,4	14,4	5,92	0,411 ^a
Fallecimiento durante el seguimiento (N, %)					
- Sí	26	66,7%	21	52,5%	0,200 ^b
- No	13	33,3%	19	47,5%	

DT: desviación típica; p^a: prueba de Mann-Whitney. Comparación de medias; p^b: prueba de Chi cuadrado. Comparación de proporciones.

La mortalidad durante el periodo extrahospitalario se asocia de forma significativa con el diagnóstico anatomopatológico de la lesión cerebral, el deterioro cognitivo previo a la intervención y la HTA. Se puede apreciar una tendencia a la significación de la mortalidad en relación con el déficit neurológico previo a la operación, los episodios de crisis comiciales previos y los episodios de desaturación durante el periodo intraoperatorio. Todos estos datos se reflejan en la tabla 16.

Tabla 16. Relación de la mortalidad con diferentes variables

	Mortalidad ^a		Mortalidad ^a
Obesidad	0,499	Manejo de la vía aérea	0,340
Hábito tabáquico	0,372	Desaturación	0,057
Diagnóstico	0,001*	Tipo de monitorización	0,205
Localización	0,263	Hipotensión	0,719
Área elocuente	0.494	HTA	0,763
Deterioro cognitivo previo	0,001*	Bradicardia	0,149
Déficit neurológico previo a la intervención	0,055	Taquicardia	0,090
Empeoramiento déficit neurológico	0,666	Complicaciones en la vía aérea	0,504
Epilepsia	0,054	Dolor	0,139
ACV / AIT	0,843	NVIO	0,090
HTA	0,047*	Agitación	0,782
Patología respiratoria	0,676	Crisis comiciales intraoperatorias	0,163
FAE	0,252	Crisis comiciales posoperatorias	0,691
Manejo anestésico	0,200	Tipo de resección	0,192

^a: Prueba de Chi cuadrado. Comparación de proporciones.

6. DISCUSIÓN

Desde 1980, los diferentes enfoques para el mapeo de funciones cerebrales durante la resección tumoral en craneotomías con paciente despierto han sido respaldados por la neuroanestesia moderna con el avance y la seguridad en los procedimientos, los nuevos agentes anestésicos, el equipo y las técnicas de monitorización.⁸⁷ A lo largo de los años se han descrito varios planes de manejo anestésicos para la resección con el paciente despierto de tumores cerebrales. Las diferentes opciones anestésicas descritas en la literatura abarcan un continuo que discurre entre la anestesia general y la sedación con periodos de vigilia durante el mapeo cerebral.^{59,130,131}

El método DD, es aquel en el que se realiza una anestesia general con control de la vía aérea hasta la craneotomía. En una segunda fase se realiza la resección tumoral mientras el paciente permanece despierto. Tras la resección, se puede volver a inducir otra vez la anestesia general al paciente para realizar el cierre quirúrgico o mantenerlo en vigilia.^{132,133} En nuestro hospital y acorde con la literatura,^{134,135} se utilizaron las modalidades anestésicas DD y MAC para la resección de lesiones tumorales. Se evitó utilizar la modalidad DDD en pro de la técnica DD para disminuir los posibles riesgos de realizar una segunda manipulación invasiva de la vía aérea.

En cuanto a las características demográficas de nuestra muestra, ya comentadas en el apartado de resultados, la edad media de los participantes estuvo en torno a la quinta década de la vida como también ocurre en el estudio de Keifer.⁸⁶ Al igual que Hervey y Sacko, la mayor parte de nuestros pacientes presentaban un ASA II.¹³⁶ Al igual que Peruzzi no se apreciaron diferencias significativas en el peso ni en el género de los pacientes.^{137,138} De forma similar a Shafiq, en nuestros pacientes las comorbilidades más frecuentemente observadas fueron HTA, déficit cognitivo preoperatorio y antecedentes de crisis comiciales.¹³⁹ Casi un tercio de los pacientes intervenidos bajo el método MAC presentaban un IMC > 30 y una incidencia del 30% de ACV / AIT preoperatorio frente al 11% y 3,7% respectivamente obtenido por Eseonu, quien a diferencia de nosotros no encontró diferencias estadísticamente significativas.¹⁴⁰ En el estudio de Conte, más de la mitad de los pacientes que se intervinieron presentaron antecedentes de crisis comiciales y se encontraban en tratamiento por FAE. Este dato concuerda con nuestros

resultados, observando una prevalencia de casi el 50% de antecedentes de crisis comiciales prequirúrgicas en ambos grupos. Del mismo modo, más del 60% de los pacientes de ambos grupos tomaban algún FAE.¹⁴¹

Al igual que otros estudios, el déficit neurológico preoperatorio que presentó mayor incidencia en los pacientes fue la afasia motora seguida de la afasia mixta. Ambas se pudieron observar en más de la mitad de los pacientes del grupo DD y en más del 37% de los pacientes del grupo despierto-total. También hay que destacar que una cuarta parte de los pacientes no presentó ningún tipo de déficit neurológico.¹⁴² De forma similar, varios autores también observaron que el glioblastoma multiforme fue el tipo de lesión cerebral más frecuentemente intervenida, presentando una incidencia superior al 50%. El segundo tipo de tumor más frecuente fue el oligodendroglioma grado II, seguido del astrocitoma grado III y las metástasis.^{143,144} La mayoría de los tumores se localizaron en la zona izquierda del cerebro y la ubicación en la que se observó más veces fue la zona temporal izquierda seguida de la zona frontal ipsilateral.¹⁴⁵ El área elocuente más afectada en ambos grupos fue el área de Wernicke con casi la mitad de los casos de cada grupo. La segunda estructura más afectada fue el área de Broca. Estas localizaciones coinciden con diferentes trabajos, donde el tipo de déficit neurológico más frecuente que presentaban los pacientes antes de la intervención era la afasia motora y la afasia mixta.¹⁴²

En cuanto al manejo de la vía aérea durante la anestesia general, algunos autores defienden que la LM es la mejor opción porque evita los riesgos de sobredosificación e HTA.^{87,146-148} Esta afirmación concuerda con nuestros datos ya que el dispositivo para manejar la vía aérea más utilizado en el grupo DD fue la LM, alcanzando el 89% de los casos. En nuestro estudio hubo que convertir a anestesia general al 6,3% de los pacientes del grupo DD frente al 1,3% del grupo MAC. La necesidad de conversión a anestesia general a los pacientes del grupo MAC fue similar a la hallada por Stevanovic en su metanálisis.⁵⁹ Aunque en ninguno de los dos trabajos se encontraron diferencias estadísticamente significativas, en nuestro estudio se observó tendencia a la significación en esta variable.

El posicionamiento cuidadoso del paciente es un factor crucial que influye en el éxito de la craneotomía despierto. Se ha observado que la comodidad durante la intervención favorece el cumplimiento terapéutico.¹⁴³ La participación de los pacientes en la fase de posicionamiento parece que está relacionada con su grado de satisfacción.¹⁴⁸ En nuestro estudio y acorde con diferentes trabajos, las posiciones más frecuentemente utilizadas para la realización del procedimiento quirúrgico fueron decúbito lateral y decúbito supino.¹³³ La incomodidad por el posicionamiento prolongado es una queja común entre los pacientes que se someten a una craneotomía despierta.¹⁴⁹

Al igual que múltiples autores, a nuestros pacientes se les canalizó un acceso vascular periférico de grueso calibre y se les realizó una monitorización estándar consistente en SpO₂, ECG y medición de la PAI mediante la canulación arterial. Esta última fue útil para la monitorización del intercambio gaseoso mediante la realización de gasometrías arteriales. También se utilizó un capnógrafo para la medición del CO₂ espirado y el BIS para el nivel de sedación. La canalización de un acceso venoso central ofrece la posibilidad de administración rápida y segura de medicamentos para el tratamiento de determinadas complicaciones (convulsiones, edema cerebral, pérdida de sangre y alteraciones cardiopulmonares).^{133,150-155} La monitorización neurológica intraoperatoria coinciden con la del resto de autores, se monitorizó el lenguaje en torno al 70% de los pacientes y la función motora en el 20-30%.¹⁴⁴

A diferencia de los resultados obtenidos por Gupta¹⁴² quien obtuvo un tiempo quirúrgico superior en el grupo MAC, en nuestro estudio se observó una leve disminución de la duración del acto anestésico y quirúrgico en el grupo MAC, aunque no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas. Una cirugía de menor duración se ha relacionado con una estancia hospitalaria más corta y podría reducir el riesgo de infección y aumentar la velocidad de cicatrización de las heridas. Sin embargo, los resultados que obtuvo Brown en su revisión son similares a los nuestros, no encontrando diferencias relevantes de un menor tiempo quirúrgico en ninguno de los dos grupos.¹²⁹

La elección de los agentes anestésicos para la craneotomía en paciente despierto está influenciada por la necesidad de la realización del mapeo cortical y la ECoG intraoperatoria.¹⁵⁶ Los fármacos más utilizados para la sedación consciente son propofol,

midazolam, remifentanilo, fentanilo y dexmedetomidina.^{99,157,158} Al igual que Shen SL, et en su ensayo clínico aleatorizado doble ciego, en nuestro estudio se administró dexmedetomidina, propofol y remifentanilo para la sedación en craneotomías despiertos por su efectividad y seguridad.^{74,158–160} Algunos autores sugieren que la dexmedetomidina podría ser el agente sedante más adecuado en la craneotomía con el paciente despierto porque presenta un tiempo de despertar más corto y un mayor grado de satisfacción del cirujano.¹⁶¹ Los principales beneficios de dexmedetomidina para la craneotomía despierta es que no interfiere con la ECoG y puede causar menos depresión respiratoria que otros sedantes y opioides. Sin embargo, la dosis de infusión de dexmedetomidina debe ajustarse cuidadosamente, ya que la administración prolongada puede causar una reversión tardía de la sedación después de suspender el fármaco.¹⁶² Goettel constató una eficacia similar en el nivel de sedación y de calidad del mapeo cerebral en pacientes asignados aleatoriamente para someterse a una craneotomía despierta. Un grupo recibió propofol con remifentanilo y el otro dexmedetomidina.¹⁶⁰ Aunque se piense que la dexmedetomidina puede ser protectora contra la depresión respiratoria especialmente en pacientes de alto riesgo, dos estudios compararon propofol con dexmedetomidina y objetivaron niveles similares de obstrucción respiratoria superior y/o dificultad respiratoria.^{163,164}

Los anestésicos volátiles son capaces de producir distorsiones electrocorticográficas en la identificación del foco epiléptico durante la craneotomía despierto. Por ello, varios autores aconsejan evitar su utilización.^{87,165} En nuestro estudio se utilizaron gases halogenados en el 39,5% de los pacientes del grupo DD durante la fase dormida de la cirugía, pero no se utilizó en ningún paciente del grupo MAC, hallándose diferencias estadísticamente significativas. En cuanto a la premedicación, diferentes autores recomiendan centrarse en la profilaxis de náuseas y vómitos y la analgesia preventiva. Del mismo modo, estos autores aconsejan evitar el uso de benzodiacepinas si se va a utilizar ECoG intraoperatoria porque, además de reducir el tono muscular de la faringe y la función cognitiva, interfieren con el ECoG al minimizar los focos epileptógenos.^{132,166} En nuestro estudio se administró una media de 1,35 mg de midazolam en el 22,7% de los pacientes operados.

A los pacientes de nuestro estudio se les realizó una analgesia multimodal. En los últimos años se está observando que esta tendencia es importante para la reducción del uso de opioides, la prevención del delirio y la neuroprotección.¹⁶⁷ Los fármacos antiinflamatorios no esteroideos pueden mitigar la hiperalgesia inducida por opioides pero se asocian con deterioro de la función renal y úlceras gástricas.^{168,169} La pregabalina y la gabapentina han demostrado que mejoran las puntuaciones de dolor, disminuyen las náuseas posoperatorias y disminuyen el consumo de opioides con indicación fuerte para el uso posoperatorio continuado.^{170–172} En nuestro trabajo se observó la utilización de paracetamol, fármacos antiinflamatorios no esteroideos y corticoesteroides como parte del plan analgésico multimodal.

Algunas de las complicaciones descritas en la literatura son los episodios intraoperatorios de HTA, hipotensión, taquicardia y la reconversión a anestesia general.¹⁷³ Eseonu, al igual que en nuestro estudio, no observó diferencias en la presencia de complicaciones como HTA, convulsiones o conversión a anestesia general.^{73,141} Sin embargo, en nuestro estudio se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el aumento de la frecuencia cardiaca, hallazgo compartido con Dilmen.¹⁷⁴ Una complicación detectada por otros autores es la desaturación, definida por una SpO₂ inferior al 90%.¹³³ En nuestro estudio se observó este incidente en el 12,8% de los pacientes del grupo DD y ninguno en el grupo MAC, encontrando diferencias estadísticamente significativas.

Dinsmore observó que la combinación de sevoflurano con remifentanilo frente a propofol y remifentanilo se asoció a un mayor número de episodios de hipotensión.¹⁷⁵ En nuestro estudio y sin encontrar diferencias significativas, hubo más episodios de hipotensión en el grupo DD. Hay que recordar que este en grupo fue el único en el que se utilizó sevoflurano.

Entre los 79 pacientes de nuestra muestra, únicamente hubo cinco casos de crisis epilépticas con expresión clínica en el intraoperatorio. Tres de las cuales pertenecían al grupo DD y las dos restantes al grupo MAC. En este último grupo se detectaron otros dos pacientes con crisis subclínicas, detectada por ECoG. La mayoría se desencadenaron por la estimulación eléctrica cortical y fueron autolimitadas tras el cese de la estimulación.

En ningún caso fue necesaria la interrupción de la craneotomía. La frecuencia de crisis epilépticas observadas en nuestros pacientes estaría en torno al 8%, cifra similar a la descrita en el metanálisis de Stevanovic.⁵⁹

A pesar del BCC, los pacientes pueden tener dolor durante el procedimiento y hasta el 30% de los pacientes recuerdan un dolor considerable durante la intervención.⁷² El BCC puede cubrir inadecuadamente la zona de la incisión y el paciente puede tener dolor en otras estructuras adyacentes. Del mismo modo, este bloqueo puede desaparecer durante una cirugía prolongada en función de la duración de esta y del tipo de anestésico local utilizado. En un estudio, el BCC se realizó con una mezcla de lidocaína y ropivacaína antes de la incisión para la craneotomía en paciente despierto y el 19% de los pacientes refirieron dolor moderado.¹⁷⁶ Sin embargo y al igual que Joswig y Sarang, la mayor parte de nuestros pacientes no experimentaron episodios de dolor ni agitación durante la fase despierta de la intervención.^{87,177} Del mismo modo y acorde con Kawata, nuestro porcentaje de pacientes con dolor durante la craneotomía despierta fue similar (12,5%), pero nuestra tasa de náuseas y vómitos fue inferior (7,5%).¹⁷⁸

Aunque en nuestro estudio no se empleó, un trabajo demostró que la terapia musical es una herramienta útil para ayudar a estar más relajado y cómodo a los pacientes que se intervienen de una craneotomía despierta. La música ayudó a los pacientes a distraerse de los sonidos y sentimientos que estaban experimentando mientras estaban en la mesa de quirófano.¹⁷⁹

La ECoG es una técnica electrofisiológica invasiva para el registro directo de potenciales corticales desde la superficie del cerebro para localizar focos convulsivos. Las señales corticales o subcorticales son fácilmente abolidas por los agentes anestésicos, por lo que la craneotomía en paciente despierto es una buena opción para minimizar la interferencia farmacológica con los registros que ocurrirían bajo anestesia general.^{52,180} La fase crítica de una intervención intracraneal en paciente despierto es el período de evaluación de la función neurológica, ya sea mediante pruebas de lenguaje o registros electrocorticográficos. Durante este periodo, la anestesia debe interferir lo menos posible con los registros electrofisiológicos y asegurar que el paciente esté consciente,

orientado, cooperador y confortable. Fuera de este período la anestesia puede profundizarse para garantizar el máximo confort al paciente.¹⁵²

En nuestro estudio la monitorización ECoG se realizó en un escaso número de pacientes, puesto que es una técnica que se ha ido implementando en los últimos años. Creemos que, en los siguientes años, esta técnica será habitual en todos los pacientes sometidos a este tipo de intervención quirúrgica.

En lo referente a las crisis comiciales intraoperatorias, algunos autores informaron de una incidencia muy variable, oscilando entre el 0% y el 24%. Esta alta variabilidad podría explicarse por las diferencias en la definición de las convulsiones, por el diferente nivel de monitorización electrofisiológica intraoperatoria y la intensidad de la corriente y el estimulador utilizado. Como ya se ha comentado, el porcentaje obtenido en nuestro estudio se encuentra en torno al 8%, si bien la ausencia de monitorización ECoG en la mayoría de los pacientes de ambos grupos hace que estos datos deban ser tomados con precaución. Al igual que en otros trabajos, la mayoría de estos eventos epilépticos fueron de corta duración y autolimitadas, sin requerir intervención por parte del anesthesiólogo.^{181,182}

Al igual que otros estudios, el nivel de sedación medido a través de la escala de Ramsay en la mayoría de nuestros pacientes se mantuvo entre 2 y 3.¹⁸³⁻¹⁸⁵ Este grado de sedación permitió valorar la presencia de algún déficit neurológico inminente en el posoperatorio inmediato.

Varios estudios han informado que la craneotomía en paciente despierto presenta una duración más corta de la estancia en UCI y hospitalaria en comparación con la anestesia general.^{70,128,129,186} En nuestro estudio no encontramos diferencias entre ambos grupos en cuanto al tiempo medio de estancia en UCI y en el hospital. Esta discrepancia ha podido ser debida a que en el grupo MAC hubo cuatro pacientes que permanecieron ingresados más de 15 días debido a la presencia de distintas complicaciones: alteraciones del lenguaje en el intraoperatorio que obligó a suspender la cirugía, empeoramiento de la hemiplejía existente durante el posoperatorio, isquemia aguda del lecho quirúrgico a las 72 horas de la intervención con hemiplejía y afasia, y aparición de

hemiparesia braquial con parálisis facial y afasia motora de aparición brusca que persistió en la UCI, donde se le añadió un componente sensitivo).

La utilidad del mapeo intraoperatorio ha demostrado grandes ventajas a la hora de detectar áreas cerebrales funcionantes durante la resección del tumor.¹⁸⁷ Se ha observado una tendencia hacia una mayor cantidad de resección tumoral en el grupo MAC frente al dormido despierto sin hallar diferencias significativas. Gerritsen apreció en una cohorte internacional en la que se realizaba una craneotomía despierta frente a dormida para la resección de glioblastomas en la corteza elocuente, una mayor probabilidad de resección total bruta.¹⁸⁸ Varios autores defienden que la incidencia de déficits neurológicos permanentes es menor entre los pacientes sometidos a una craneotomía despierto en comparación con la anestesia general. Esta menor incidencia se acompaña de una mejora en la calidad de vida y en la supervivencia.^{144,189,190} Sin embargo y al igual que Hao Bu y Suarez, en nuestro estudio no se encontraron diferencias en las tasas de empeoramiento del déficit neurológico posquirúrgico entre la técnica DD y la craneotomía en paciente despierto.^{191,192}

Las complicaciones intraoperatorias más frecuentes de las craneotomías en paciente despierto son convulsiones, complicaciones respiratorias, dolor, náuseas y vómitos, alteraciones hemodinámicas, edema cerebral y necesidad de conversión a una anestesia general. Las convulsiones pueden ocurrir en cualquier momento de la cirugía, pero suelen aparecer con mayor frecuencia durante la estimulación del mapeo cerebral.^{189,190} En nuestro estudio, la tasa de convulsiones intraoperatorias fue del 8%. Las convulsiones posoperatorias aparecieron en el 5% de pacientes. Estos datos concuerdan con los encontrados por diversos autores.^{190,193,194} La obstrucción de las vías respiratorias, la hipoventilación, la hipercapnia y la desaturación de O₂ son las complicaciones respiratorias que se han observado con mayor incidencia. En la mayoría de los casos, estas complicaciones se suelen resolver con técnicas menores de manejo de la vía aérea (tracción mandibular, colocación de una cánula orofaríngea, ventilación con mascarilla facial, etc.). Ocasionalmente estos eventos han requerido la necesidad de intubación endotraqueal o la colocación de un dispositivo supraglótico.¹⁹⁵ En nuestro estudio se encontraron diferencias significativas en los episodios de desaturación, en las

complicaciones de la vía aérea y en la necesidad de reconversión a anestesia general, siendo más frecuente en los pacientes del grupo DD.

Otra complicación reflejada en la literatura es la hiponatremia. Se considera leve cuando el sodio plasmático se encuentra entre 130-135 mEq/L, pudiendo producir alteraciones de la marcha y de la atención. Cuando el sodio plasmático cae por debajo de 125 a 130 mEq/L, el paciente puede presentar náuseas o malestar general, cefalea, letargia, inquietud y desorientación. La hiponatremia más grave y de rápida evolución puede provocar convulsiones, coma o incluso paro respiratorio. Se revisaron los valores de sodio plasmático en las gasometrías realizadas intraoperatoriamente y en la UCI a la llegada del paciente y, a diferencia de Yamamoto, no se encontró ningún valor inferior a 135 mEq/L.¹⁹⁶

En los diferentes estudios el BCC se realizó con anestésicos locales similares a los utilizados en nuestra muestra de pacientes (levobupivacaína 0,5%, bupivacaína al 0,25% con adrenalina y mepivacaína) y en similares puntos diana (nervios aurículotemporal, cigomaticotemporal, supraorbitario, supratroclear y occipital menor y mayor).^{145,197,198} Sin embargo, y a diferencia de Lee, entre nuestros pacientes no se documentó ningún episodio de crisis comicial tras la realización del BCC.¹⁹⁹

Las náuseas ocurren en aproximadamente el 4% de los pacientes que se someten a una craneotomía despierta.^{153,174} Las náuseas pueden estar relacionadas con la administración de opioides, ansiedad o estimulación quirúrgica. El vómito rara vez ocurre si las náuseas se tratan con un antiemético. Este dato se aproxima mucho al obtenido en nuestro estudio.

En una cohorte de craneotomía despierta, cinco personas se sometieron dos y tres veces a una cirugía relacionada con el tumor o con una recidiva de este.¹³⁷ Este dato coincide con el nuestro, ya que en ambos grupos hubo pacientes que se tuvieron que intervenir varias veces sin encontrar diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes grupos.

Otra complicación importante y por suerte poco frecuente, es la necesidad de detención y suspensión de la intervención. Este tipo de situaciones se han asociado a una menor

incidencia de resecciones totales, un mayor deterioro del habla posoperatorio y una mayor duración de la estancia hospitalaria.^{190,200} En nuestro estudio únicamente sucedió en un caso en cada grupo de pacientes.

En nuestros resultados no se observó una relación directa entre la supervivencia y el manejo anestésico. En la cohorte de Gerritsen, la craneotomía despierta frente la dormida total resultó en menos déficits neurológicos a los 3 meses, una mayor supervivencia general y una mayor supervivencia sin progresión de la enfermedad.¹⁸⁸ Sin embargo, ninguna técnica en particular ha demostrado ser mejor que otra y la elección de la técnica se basa en la preferencia clínica e institucional. Un metaanálisis que comparó la técnica DD con la técnica MAC no informó de diferencias en el empeoramiento del déficit neurológico o el fracaso de la craneotomía.⁵⁹

7. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Se trata de un estudio observacional, retrospectivo, descriptivo y unicéntrico, por lo que la generalización de los datos a otros centros (validez externa) y a la población general será limitada. Dado que no todos los procedimientos fueron realizados por el mismo anestesiólogo, es posible que se encuentren diferencias en el manejo de los pacientes. Al prolongarse durante diez años la recogida de casos, hace que la variabilidad aumente por los cambios que se van implementando en el manejo de estos pacientes.

8. CONCLUSIONES

Ambas técnicas anestésicas han demostrado ser seguras y fiables para el manejo de pacientes despiertos sometidos a una craneotomía.

La técnica MAC demuestra una reducción del tiempo anestésico y quirúrgico (19 y 15 min respectivamente) en comparación con la técnica DD, sin conseguir diferencias estadísticamente significativas. Ambas técnicas son similares en la duración de la estancia en UCI y hospitalaria.

Las dos técnicas anestésicas empleadas no se diferencian en los resultados de la amplitud de la resección tumoral y de las complicaciones neurológicas posoperatorias.

La técnica MAC ha presentado una menor necesidad de utilización de dispositivos avanzados en el manejo de la vía aérea junto una menor incidencia de complicaciones en la misma y necesidad de reconversión a una anestesia general. También ha demostrado una menor incidencia de complicaciones hemodinámicas intraoperatorias, tales como hipo e HTA, taquicardias y desaturaciones.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Carlson B. Embriología humana y biología del desarrollo. 5th ed. Barcelona: Elsevier; 2014.
2. Moore K, Persaud T, Torchia M. Embriología básica. 10th ed. Mexico: Ed. Interamericana-McGraw-Hill; 2016.
3. Sadler T. Embriología médica. 14th ed. Barcelona: Wolters Kluwer; 2019.
4. Campbell W, Richard. J. The neurologic examination. 8th ed. Lippincott: Williams & Wilkins; 2019.
5. Henri-Bhargava A, Stuss D, Freedman M. Clinical assessment of prefrontal lobe functions. *Continuum (N Y)*. 2018;24:704–26.
6. Netter F, Rubin M, Safdieh J. Neuroanatomía esencial. Barcelona: Elsevier; 2008.
7. Buxbaum LJ, Randerath J. Limb apraxia and the left parietal lobe. In 2018. p. 349–63.
8. Suzuki WA. Perception and the Medial Temporal Lobe: Evaluating the Current Evidence. *Neuron*. 2009;61(5):657–66.
9. Salanova V. Parietal lobe epilepsy. In 2018. p. 413–25.
10. Rausch R. Epilepsy surgery within the temporal lobe and its short-term and long-term effects on memory. *Curr Opin Neurol*. 2002;15(2):185–9.
11. Sindou M, Guenot M. Surgical Anatomy of the Temporal Lobe for Epilepsy Surgery. In 2003. p. 315–43.
12. Fraser JA, Newman NJ, Biousse V. Disorders of the optic tract, radiation, and occipital lobe. In 2011. p. 205–21.
13. Baker CM, Burks JD, Briggs RG, Stafford J, Conner AK, Glenn CA, et al. A Connectomic Atlas of the Human Cerebrum—Chapter 9: The Occipital Lobe. *Operative Neurosurgery*. 2018;15(suppl_1):S372–406.

14. Bebin J. The cerebellopontile angle, the blood supply of the brain stem and the reticular formation. Anatomical and functional correlations relevant to surgery of acoustic tumors. *Henry Ford Hosp Med J*. 1968;16(1):61–86.
15. McNeill KA. Epidemiology of Brain Tumors. *Neurol Clin*. 2016;34(4):981–98.
16. Contreras LE. Epidemiología de tumores cerebrales. *Revista Médica Clínica Las Condes*. 2017;28(3):332–8.
17. Chintagumpala M, Gajjar A. Brain Tumors. *Pediatr Clin North Am*. 2015;62(1):167–78.
18. Goyenechea F, Pereira R. Lesiones del sistema nervioso. Tomo I. Ciencias Médicas: Ciencias Médicas; 2014.
19. Coglianò VJ, Baan R, Straif K, Grosse Y, Lauby-Secretan B, El Ghissassi F, et al. Preventable Exposures Associated With Human Cancers. *JNCI Journal of the National Cancer Institute*. 2011;103(24):1827–39.
20. De Gonzalez AB, Curtis RE, Kry SF, Gilbert E, Lamart S, Berg CD, et al. Proportion of second cancers attributable to radiotherapy treatment in adults: a cohort study in the US SEER cancer registries. *Lancet Oncol*. 2011;12(4):353–60.
21. Interphone Study Group. Brain tumour risk in relation to mobile telephone use: results of the INTERPHONE international case–control study. *Int J Epidemiol*. 2010;39(3):675–94.
22. Benson VS, Pirie K, Schüz J, Reeves GK, Beral V, Green J. Mobile phone use and risk of brain neoplasms and other cancers: prospective study. *Int J Epidemiol*. 2013;42(3):792–802.
23. Gómez E, Navarro F, López J, Lamarca A, Álvarez M. Actualización en tumores del sistema nervioso central . *Medicine*. 2013;11(24):1468–83.
24. Lacourt A, Cardis E, Pintos J, Richardson L, Kincl L, Benke G, et al. Interocc case–control study: lack of association between glioma tumors and occupational

- exposure to selected combustion products, dusts and other chemical agents. *BMC Public Health*. 2013;13(1):340.
25. Lapointe S, Perry A, Butowski NA. Primary brain tumours in adults. *The Lancet*. 2018;392(10145):432–46.
 26. McCarthy BJ, Rankin KM, Aldape K, Bondy ML, Brannstrom T, Broholm H, et al. Risk factors for oligodendroglial tumors: A pooled international study. *Neuro Oncol*. 2011;13(2):242–50.
 27. Mandelzweig L, Novikov I, Sadetzki S. Smoking and risk of glioma: a meta-analysis. *Cancer Causes & Control*. 2009;20(10):1927–38.
 28. Kitahara CM, Wang SS, Melin BS, Wang Z, Braganza M, Inskip PD, et al. Association between adult height, genetic susceptibility and risk of glioma. *Int J Epidemiol*. 2012;41(4):1075–85.
 29. Harder T, Plagemann A, Harder A. Birth Weight and Subsequent Risk of Childhood Primary Brain Tumors: A Meta-Analysis. *Am J Epidemiol*. 2008;168(4):366–73.
 30. Shao C, Bai L-P, Qi Z-Y, Hui G-Z, Wang Z. Overweight, Obesity and Meningioma Risk: A Meta-Analysis. *PLoS One*. 2014;9(2):e90167.
 31. Edlinger M, Strohmaier S, Jonsson H, Bjørge T, Manjer J, Borena WT, et al. Blood pressure and other metabolic syndrome factors and risk of brain tumour in the large population-based Me-Can cohort study. *J Hypertens*. 2012;30(2):290–6.
 32. Tong JJ, Tao H, Hui OT, Jian C. Diabetes mellitus and risk of brain tumors: A meta-analysis. *Exp Ther Med*. 2012;4(5):877–82.
 33. Butowski NA. Epidemiology and Diagnosis of Brain Tumors. *Continuum: Lifelong Learning in Neurology*. 2015;21:301–13.
 34. Keane JR. Neurologic symptoms mistaken for gastrointestinal disease. *Neurology*. 1998;50(4):1189–90.
 35. Crawford J. Childhood Brain Tumors. *Pediatr Rev*. 2013;34(2):63–78.

36. Pollack IF, Agnihotri S, Broniscer A. Childhood brain tumors: current management, biological insights, and future directions. *J Neurosurg Pediatr.* 2019;23(3):261–73.
37. Gutin PH, Posner JB. Neuro-oncology: Diagnosis and Management of Cerebral Gliomas—Past, Present, and Future. *Neurosurgery.* 2000;47(1):1–8.
38. Ramaswamy V, Remke M, Shih D, Wang X, Northcott PA, Faria CC, et al. Duration of the pre-diagnostic interval in medulloblastoma is subgroup dependent. *Pediatr Blood Cancer.* 2014;61(7):1190–4.
39. McFaline-Figueroa JR, Lee EQ. Brain Tumors. *Am J Med.* 2018;131(8):874–82.
40. Sinning M. Clasificación de los tumores cerebrales. *Revista Médica Clínica Las Condes.* 2017;28(3):339–42.
41. Basso A, Carrizo G, Mezzadri JJ, Goland J, Socolovsky M. Neurocirugía. Aspectos clínicos y quirúrgicos. Argentina: Corpus; 2008.
42. Louis DN, Perry A, Wesseling P, Brat DJ, Cree IA, Figarella-Branger D, et al. The 2021 WHO Classification of Tumors of the Central Nervous System: a summary. *Neuro Oncol.* 2021;23(8):1231–51.
43. Anderson MD, Colen RR, Tremont-Lukats IW. Imaging Mimics of Primary Malignant Tumors of the Central Nervous System (CNS). *Curr Oncol Rep.* 2014;16(8):399.
44. Herholz K, Langen K-J, Schiepers C, Mountz JM. Brain Tumors. *Semin Nucl Med.* 2012;42(6):356–70.
45. Goldman S, Pirotte BJM. Brain Tumors. In 2011. p. 291–315.
46. Chourmouzi D, Papadopoulou E, Marias K, Drevelegas A. Imaging of Brain Tumors. *Surg Oncol Clin N Am.* 2014;23(4):629–84.
47. Toro J, Yepes M, Palacios E. Neurología. México: Manual Moderno; 2010.
48. Pruitt AA. Medical Management of Patients With Brain Tumors. *CONTINUUM: Lifelong Learning in Neurology.* 2015;21:314–31.

49. Peyrl A, Frischer J, Hainfellner JA, Preusser M, Dieckmann K, Marosi C. Brain tumors – other treatment modalities. In 2018. p. 547–60.
50. Sampson JH, Maus M V., June CH. Immunotherapy for Brain Tumors. *Journal of Clinical Oncology*. 2017;35(21):2450–6.
51. McAuliffe N, Nicholson S, Rigamonti A, Hare GMT, Cusimano M, Garavaglia M, et al. Awake craniotomy using dexmedetomidine and scalp blocks: a retrospective cohort study. *Canadian Journal of Anesthesia/Journal canadien d'anesthésie*. 2018;65(10):1129–37.
52. Erickson KM, Cole DJ. Anesthetic Considerations for Awake Craniotomy for Epilepsy. *Anesthesiol Clin*. 2007;25(3):535–55.
53. Gerritsen JKW, Arends L, Klimek M, Dirven CMF, Vincent AJ-PE. Impact of intraoperative stimulation mapping on high-grade glioma surgery outcome: a meta-analysis. *Acta Neurochir (Wien)*. 2019;161(1):99–107.
54. Potters J-W, Klimek M. Awake craniotomy. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2015;28(5):511–6.
55. Brydges G, Atkinson R, Perry MJ, Hurst D, Laqua T, Wiemers J. Awake craniotomy: a practice overview. *AANA J*. 2012;80(1):61–8.
56. Tonn JC. Awake craniotomy for monitoring of language function: benefits and limits. *Acta Neurochir (Wien)*. 2007;149(12):1197–8.
57. Jaffe R. Anesthesiologist's. Manual of surgical procedures. 5th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2014.
58. Horsley V. Remarks on Ten Consecutive Cases of Operations upon the Brain and Cranial Cavity to Illustrate the Details and Safety of the Method Employed. *BMJ*. 1887;1(1373):863–5.
59. Stevanovic A, Rossaint R, Veldeman M, Bilotta F, Coburn M. Anaesthesia Management for Awake Craniotomy: Systematic Review and Meta-Analysis. *PLoS One*. 2016;11(5):e0156448.

60. Meng L, Berger MS, Gelb AW. The Potential Benefits of Awake Craniotomy for Brain Tumor Resection. *J Neurosurg Anesthesiol*. 2015;27(4):310–7.
61. Abdulrauf SI, Vuong P, Patel R, Sampath R, Ashour AM, Germany LM, et al. “Awake” clipping of cerebral aneurysms: report of initial series. *J Neurosurg*. 2017;127(2):311–8.
62. Chan DYC, Chan DTM, Zhu CXL, Kan PKY, Ng AY, Hsieh Y-PS, et al. Awake craniotomy for excision of arteriovenous malformations? A qualitative comparison study with stereotactic radiosurgery. *Journal of Clinical Neuroscience*. 2018;51:52–6.
63. De Witt Hamer PC, Robles SG, Zwinderman AH, Duffau H, Berger MS. Impact of Intraoperative Stimulation Brain Mapping on Glioma Surgery Outcome: A Meta-Analysis. *Journal of Clinical Oncology*. 2012;30(20):2559–65.
64. Taniguchi M, Cedzich C, Taniguchi M, Cedzich C, Schramm J. Modification of Cortical Stimulation for Motor Evoked Potentials under General Anesthesia. *Neurosurgery*. 1993;32(2):219–26.
65. Chui J. Anesthesia for awake craniotomy: An update. *Colombian Journal of Anesthesiology*. 2015;43:22–8.
66. Shinoura N, Yoshida M, Yamada R, Tabei Y, Saito K, Suzuki Y, et al. Awake surgery with continuous motor testing for resection of brain tumors in the primary motor area. *Journal of Clinical Neuroscience*. 2009;16(2):188–94.
67. Keles GE, Lamborn KR, Berger MS. Low-grade hemispheric gliomas in adults: a critical review of extent of resection as a factor influencing outcome. *J Neurosurg*. 2001;95(5):735–45.
68. Longo S, Dominela F, Arnaiz A, Perrote F, Brochero N, Flores M, et al. Craneotomía despierta para tumores cerebrales. *Revista Chilena de Anestesia*. 2022;51(5):572–8.
69. Kim SS, McCutcheon IE, Suki D, Weinberg JS, Sawaya R, Lang FF, et al. Awake craniotomy for brain tumors near eloquent cortex. *Neurosurgery*. 2009;64(5):836–46.

70. Serletis D, Bernstein M. Prospective study of awake craniotomy used routinely and nonselectively for supratentorial tumors. *J Neurosurg.* 2007;107(1):1–6.
71. Palese A, Skrap M, Fachin M, Visioli S, Zannini L. The Experience of Patients Undergoing Awake Craniotomy. *Cancer Nurs.* 2008;31(2):166–72.
72. Milian M, Tatagiba M, Feigl GC. Patient response to awake craniotomy – a summary overview. *Acta Neurochir (Wien).* 2014;156(6):1063–70.
73. Eseonu CI, ReFaey K, Garcia O, John A, Quiñones-Hinojosa A, Tripathi P. Awake Craniotomy Anesthesia: A Comparison of the Monitored Anesthesia Care and Asleep-Awake-Asleep Techniques. *World Neurosurg.* 2017;104:679–86.
74. Lee CZ, Poon CCM. An Update of Neuroanesthesia for Intraoperative Brain Mapping Craniotomy. *Neurosurgery.* 2022;90(1):1–6.
75. Wahab SS, Grundy PL, Weidmann C. Patient experience and satisfaction with awake craniotomy for brain tumours. *Br J Neurosurg.* 2011;25(5):606–13.
76. Egbert LD. The Value of the Preoperative Visit by an Anesthetist. *JAMA.* 1963;185(7):553.
77. Seemann M, Zech N, Graf B, Hansen E. The premedication visit--suggestions for a patient-friendly design. *AINS - Anästhesiologie · Intensivmedizin · Notfallmedizin · Schmerztherapie.* 2015;50(02):142–6.
78. Aust H, Eberhart LHJ, Kalmus G, Zoremba M, Rüschi D. Relevance of five core aspects of the pre-anesthesia visit: results of a patient survey. *Anaesthesist.* 2011;60(5):414–20.
79. Manninen P, Contreras J. Anesthetic Considerations for Craniotomy in Awake Patients. *Int Anesthesiol Clin.* 1986;24(3):157–74.
80. Milian M, Luerding R, Ploppa A, Decker K, Psaras T, Tatagiba M, et al. “Imagine your neighbor mows the lawn”: a pilot study of psychological sequelae due to awake craniotomy. *J Neurosurg.* 2013;118(6):1288–95.

81. Bondy ML, Scheurer ME, Malmer B, Barnholtz-Sloan JS, Davis FG, Il'yasova D, et al. Brain tumor epidemiology: Consensus from the Brain Tumor Epidemiology Consortium. *Cancer*. 2008;113(S7):1953–68.
82. Englot DJ, Magill ST, Han SJ, Chang EF, Berger MS, McDermott MW. Seizures in supratentorial meningioma: a systematic review and meta-analysis. *J Neurosurg*. 2016;124(6):1552–61.
83. van der Meer PB, Taphoorn MJB, Koekkoek JAF. Management of epilepsy in brain tumor patients. *Curr Opin Oncol*. 2022;34(6):685–90.
84. Breemen MSM, Rijsman RM, Taphoorn MJB, Walchenbach R, Zwinkels H, Vecht CJ. Efficacy of anti-epileptic drugs in patients with gliomas and seizures. *J Neurol*. 2009;256(9):1519–26.
85. Tremont-Lukats IW, Ratilal BO, Armstrong T, Gilbert MR. Antiepileptic drugs for preventing seizures in people with brain tumors. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2008;2010(1).
86. Keifer JC, Dentchev D, Little K, Warner DS, Friedman AH, Borel CO. A Retrospective Analysis of a Remifentanyl/Propofol General Anesthetic for Craniotomy Before Awake Functional Brain Mapping. *Anesth Analg*. 2005;101(2):502–8.
87. Sarang A, Dinsmore J. Anaesthesia for awake craniotomy. Evolution of a technique that facilitates awake neurological testing. *Br J Anaesth*. 2003;90(2):161–5.
88. Choque-Velasquez J, Colasanti R, Resendiz-Nieves JC, Gonzáles-Echevarría KE, Raj R, Jahromi BR, et al. Praying Sitting Position for Pineal Region Surgery: An Efficient Variant of a Classic Position in Neurosurgery. *World Neurosurg*. 2018;113:e604–11.
89. Chen T, Mirzadeh Z, Chapple K, Lambert M, Dhall R, Ponce FA. “Asleep” deep brain stimulation for essential tremor. *J Neurosurg*. 2016;124(6):1842–9.
90. Ekanayake J, Baudracco I, Quereshi A, Vercauteren T, Dorward NL. The conversational position in endoscopic pituitary surgery. *Br J Neurosurg*. 2018;32(1):44–6.

91. Gruenbaum SE, Meng L, Bilotta F. Recent trends in the anesthetic management of craniotomy for supratentorial tumor resection. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2016;29(5):552–7.
92. Meng L, McDonagh DL, Berger MS, Gelb AW. Anesthesia for awake craniotomy: a how-to guide for the occasional practitioner. *Canadian Journal of Anesthesia/Journal canadien d'anesthésie*. 2017;64(5):517–29.
93. Flórez J. Farmacología humana. 6th ed. Barcelona: Masson; 2014.
94. Herrick IA, Craen RA, Gelb AW, Miller LA, Kubu CS, Girvin JP, et al. Propofol Sedation During Awake Craniotomy for Seizures. *Anesth Analg*. 1997;84(6):1285–91.
95. Manninen PH, Balki M, Lukitto K, Bernstein M. Patient Satisfaction with Awake Craniotomy for Tumor Surgery: A Comparison of Remifentanyl and Fentanyl in Conjunction with Propofol. *Anesth Analg*. 2006;102(1):237–42.
96. Gignac E, Manninen PH, Gelb AW. Comparison of fentanyl, sufentanyl and alfentanyl during awake craniotomy for epilepsy. *Canadian Journal of Anaesthesia*. 1993;40(5):421–4.
97. European Medicines Agency. Dexdor: EPAR - Product information. 2016.
98. Candiotti KA, Bergese SD, Bokesch PM, Feldman MA, Wisemandle W, Bekker AY. Monitored Anesthesia Care with Dexmedetomidine: A Prospective, Randomized, Double-Blind, Multicenter Trial. *Anesth Analg*. 2010;110(1):47–56.
99. Dziedzic T, Bernstein M. Awake craniotomy for brain tumor: indications, technique and benefits. *Expert Rev Neurother*. 2014;14(12):1405–15.
100. Zhang W, Neal J, Lin L, Dai F, Hersey DP, McDonagh DL, et al. Mannitol in Critical Care and Surgery Over 50+ Years: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials and Complications With Meta-Analysis. *J Neurosurg Anesthesiol*. 2019;31(3):273–84.

101. Akcil EF, Dilmen OK, Karabulut ES, Koksal SS, Altindas F, Tunalı Y. Effective and safe mannitol administration in patients undergoing supratentorial tumor surgery: A prospective, randomized and double blind study. *Clin Neurol Neurosurg.* 2017;159:55–61.
102. Ayus JC, Moritz ML. Misconceptions and Barriers to the Use of Hypertonic Saline to Treat Hyponatremic Encephalopathy. *Front Med (Lausanne).* 2019;6.
103. Fang J, Yang Y, Wang W, Liu Y, An T, Zou M, et al. Comparison of equiosmolar hypertonic saline and mannitol for brain relaxation during craniotomies: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Neurosurg Rev.* 2018;41(4):945–56.
104. Mortazavi MM, Romeo AK, Deep A, Griessenauer CJ, Shoja MM, Tubbs RS, et al. Hypertonic saline for treating raised intracranial pressure: literature review with meta-analysis. *J Neurosurg.* 2012;116(1):210–21.
105. Dostal P, Schreiberova J, Dostalova V, Dostalova V, Tyll T, Paral J, et al. Effects of hypertonic saline and mannitol on cortical cerebral microcirculation in a rabbit craniotomy model. *BMC Anesthesiol.* 2015;15(1):88.
106. Rozet I, Tontisirin N, Muangman S, Vavilala MS, Souter MJ, Lee LA, et al. Effect of Equiosmolar Solutions of Mannitol versus Hypertonic Saline on Intraoperative Brain Relaxation and Electrolyte Balance. *Anesthesiology.* 2007;107(5):697–704.
107. Bagwell TA, Abramo TJ, Albert GW, Orsborn JW, Storm EA, Hobart-Porter NW, et al. Cerebral oximetry with blood volume index and capnography in intubated and hyperventilated patients. *Am J Emerg Med.* 2016;34(6):1102–7.
108. Schaffranietz L, Heinke W. The effect of different ventilation regimes on jugular venous oxygen saturation in elective neurosurgical patients. *Neurol Res.* 1998;20(sup1):S66–70.
109. Dietrich J, Rao K, Pastorino S, Kesari S. Corticosteroids in brain cancer patients: benefits and pitfalls. *Expert Rev Clin Pharmacol.* 2011;4(2):233–42.
110. Bouillon TW, Bruhn J, Radulescu L, Andresen C, Shafer TJ, Cohane C, et al. Pharmacodynamic Interaction between Propofol and Remifentanyl Regarding

- Hypnosis, Tolerance of Laryngoscopy, Bispectral Index, and Electroencephalographic Approximate Entropy. *Anesthesiology*. 2004;100(6):1353–72.
111. Carson JL, Terrin ML, Noveck H, Sanders DW, Chaitman BR, Rhoads GG, et al. Liberal or Restrictive Transfusion in High-Risk Patients after Hip Surgery. *New England Journal of Medicine*. 2011;365(26):2453–62.
 112. Alkhalid Y, Lagman C, Sheppard JP, Nguyen T, Prashant GN, Ziman AF, et al. Restrictive transfusion threshold is safe in high-risk patients undergoing brain tumor surgery. *Clin Neurol Neurosurg*. 2017;163:103–7.
 113. Osborn I, Sebeo J. “Scalp Block” During Craniotomy: A Classic Technique Revisited. *J Neurosurg Anesthesiol*. 2010;22(3):187–94.
 114. Quiney N, Cooper R, Stoneham M, Walters F. Pain after craniotomy. A time for reappraisal? *Br J Neurosurg*. 1996;10(3):295–300.
 115. Chen Y, Nie C, Lu H, Zhang L, Chen H, Wang S, et al. Monitored Anesthetic Care Combined with Scalp Nerve Block in Awake Craniotomy: An Effective Attempt at Enhanced Recovery After Neurosurgery. *World Neurosurg*. 2021;154:e509–19.
 116. Pinosky ML, Fishman RL, Reeves ST, Harvey SC, Patel S, Palesch Y, et al. The Effect of Bupivacaine Skull Block on the Hemodynamic Response to Craniotomy. *Anesth Analg*. 1996;83(6):1256–61.
 117. Yang X, Ma J, Li K, Chen L, Dong R, Lu Y, et al. A comparison of effects of scalp nerve block and local anesthetic infiltration on inflammatory response, hemodynamic response, and postoperative pain in patients undergoing craniotomy for cerebral aneurysms: a randomized controlled trial. *BMC Anesthesiol*. 2019;19(1):91.
 118. Kulikov A, Bilotta F, Borsellino B, Sel’kov D, Kobayakov G, Lubnin A. Xenon anesthesia for awake craniotomy: safety and efficacy. *Minerva Anesthesiol*. 2019;85(2).
 119. Sewell D, Smith M. Awake craniotomy. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2019;32(5):546–52.

120. Tsaousi GG, Logan SW, Bilotta F. Postoperative Pain Control Following Craniotomy: A Systematic Review of Recent Clinical Literature. *Pain Pract.* 2017;17(7):968–81.
121. Guilfoyle MR, Helmy A, Duane D, Hutchinson PJA. Regional Scalp Block for Postcraniotomy Analgesia. *Anesth Analg.* 2013;116(5):1093–102.
122. Akhigbe T, Zolnourian A. Use of regional scalp block for pain management after craniotomy: Review of literature and critical appraisal of evidence. *Journal of Clinical Neuroscience.* 2017;45:44–7.
123. Luo M, Zhao X, Deng M, Hu Y, Yang X, Mei Z, et al. Scalp Nerve Block, Local Anesthetic Infiltration, and Postoperative Pain After Craniotomy: A Systematic Review and Network Meta-analysis of Randomized Trials. *J Neurosurg Anesthesiol.* 2022;
124. De Sloovere V, De Deyne C, Wuyts J, Heylen R. Bispectral index monitoring during asleep–awake technique for craniotomy. *Eur J Anaesthesiol.* 2009;26(5):443–4.
125. Frost EA, Booij LH. Anesthesia in the patient for awake craniotomy. *Curr Opin Anaesthesiol.* 2007;20(4):331–5.
126. Hervey-Jumper SL, Li J, Lau D, Molinaro AM, Perry DW, Meng L, et al. Awake craniotomy to maximize glioma resection: methods and technical nuances over a 27-year period. *J Neurosurg.* 2015;123(2):325–39.
127. Boulton M, Bernstein M. Outpatient brain tumor surgery: innovation in surgical neurooncology. *J Neurosurg.* 2008;108(4):649–54.
128. Taylor MD, Bernstein M. Awake craniotomy with brain mapping as the routine surgical approach to treating patients with supratentorial intraaxial tumors: a prospective trial of 200 cases. *J Neurosurg.* 1999;90(1):35–41.
129. Brown T, Shah AH, Bregy A, Shah NH, Thambuswamy M, Barbarite E, et al. Awake Craniotomy for Brain Tumor Resection. *J Neurosurg Anesthesiol.* 2013;25(3):240–7.

130. Olsen KS. The asleep–awake technique using propofol–remifentanyl anaesthesia for awake craniotomy for cerebral tumours. *Eur J Anaesthesiol*. 2008;25(8):662–9.
131. Natalini D, Ganau M, Rosenkranz R, Petrinic T, Fitzgibbon K, Antonelli M, et al. Comparison of the Asleep-Awake-Asleep Technique and Monitored Anesthesia Care During Awake Craniotomy: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Neurosurg Anesthesiol*. 2022;34(1):e1–13.
132. Piccioni F, Fanzio M. Management of anesthesia in awake craniotomy. *Minerva Anesthesiol*. 2008;74(7–8):393–408.
133. See J-J, Lew TWK, Kwek T-K, Chin K-J, Wong MFM, Liew Q-Y, et al. Anaesthetic management of awake craniotomy for tumour resection. *Ann Acad Med Singap*. 2007;36(5):319–25.
134. Milos P, Metcalf K, Vigren P, Lindehammar H, Nilsson M, Boström S. Awake craniotomy for brain tumours. *Lakartidningen*. 2016;113.
135. Li S-Z, Su N, Wu S, Fei X-W, He X, Zhang J-X, et al. Monitored anesthesia care and asleep-awake-asleep techniques combined with multiple monitoring for resection of gliomas in eloquent brain areas: a retrospective analysis of 225 patients. *Chin Neurosurg J*. 2022;8(1):45.
136. Sacko O, Lauwers-Cances V, Brauge D, Sesay M, Brenner A, Roux F-E. Awake Craniotomy vs Surgery Under General Anesthesia for Resection of Supratentorial Lesions. *Neurosurgery*. 2011;68(5):1192–9.
137. Peruzzi P, Bergese SD, Vilorio A, Puente EG, Abdel-Rasoul M, Chiocca EA. A retrospective cohort-matched comparison of conscious sedation versus general anesthesia for supratentorial glioma resection. *J Neurosurg*. 2011;114(3):633–9.
138. Gerritsen JKW, Viëtor CL, Rizopoulos D, Schouten JW, Klimek M, Dirven CMF, et al. Awake craniotomy versus craniotomy under general anesthesia without surgery adjuncts for supratentorial glioblastoma in eloquent areas: a retrospective matched case-control study. *Acta Neurochir (Wien)*. 2019;161(2):307–15.

139. Shafiq F, Parkash J, Enam A, Khan MF, Baig T. An Awake Throughout Approach for Awake Craniotomy: A Perspective from a Resource-Limited Country. *World Neurosurg.* 2019;126:e1489–93.
140. Eseonu CI, Rincon-Torroella J, ReFaey K, Lee YM, Nangiana J, Vivas-Buitrago T, et al. Awake Craniotomy vs Craniotomy Under General Anesthesia for Periolandic Gliomas: Evaluating Perioperative Complications and Extent of Resection. *Neurosurgery.* 2017;81(3):481–9.
141. Conte V, Magni L, Songa V, Tomaselli P, Ghisoni L, Magnoni S, et al. Analysis of Propofol/Remifentanyl Infusion Protocol for Tumor Surgery With Intraoperative Brain Mapping. *J Neurosurg Anesthesiol.* 2010;22(2):119–27.
142. Gupta DK, Chandra PS, Ojha BK, Sharma BS, Mahapatra AK, Mehta VS. Awake craniotomy versus surgery under general anesthesia for resection of intrinsic lesions of eloquent cortex—A prospective randomised study. *Clin Neurol Neurosurg.* 2007;109(4):335–43.
143. Beez T, Boge K, Wager M, Whittle I, Fontaine D, Spena G, et al. Tolerance of awake surgery for glioma: a prospective European Low Grade Glioma Network multicenter study. *Acta Neurochir (Wien).* 2013;155(7):1301–8.
144. Hansen E, Seemann M, Zech N, Doenitz C, Luerding R, Brawanski A. Awake craniotomies without any sedation: the awake-awake-awake technique. *Acta Neurochir (Wien).* 2013;155(8):1417–24.
145. Barrenechea IJ, Rojas H, Nicola M, Marquez L, Herrera R, Van Isseldyk F. A novel temporary cranial fixation device for awake cranial surgery: Technical report of 14 cases. *Surg Neurol Int.* 2020;11:12.
146. Andersen JH, Olsen KS. Anaesthesia for awake craniotomy is safe and well-tolerated. *Dan Med Bull.* 2010;57(10):A4194.
147. Lobo FA, Amorim P. Anesthesia for Craniotomy with Intraoperative Awakening: How to Avoid Respiratory Depression and Hypertension? *Anesth Analg.* 2006;102(5):1593–4.

148. Deras P, Moulinié G, Maldonado IL, Moritz-Gasser S, Duffau H, Bertram L. Intermittent General Anesthesia With Controlled Ventilation for Asleep-Awake-Asleep Brain Surgery. *Neurosurgery*. 2012;71(4):764–72.
149. Costello TG, Cormack JR. Anaesthesia for awake craniotomy: a modern approach. *Journal of Clinical Neuroscience*. 2004;11(1):16–9.
150. Seemann M, Zech N, Graf B, Hansen E. Anesthesiological management of awake craniotomy: Asleep-awake-asleep technique or without sedation. *Anaesthesist*. 2015;64(2):128–36.
151. Madriz-Godoy MM, Trejo-Gallegos SA. Anaesthetic technique during awake craniotomy. Case report and literature review. *Revista Médica del Hospital General de México*. 2016;79(3):155–60.
152. Bonhomme V, Born J-D, Hans P. Prise en charge anesthésique des craniotomies en état vigile. *Ann Fr Anesth Reanim*. 2004;23(4):389–94.
153. Sivasankar C, Schlichter RA, Baranov D, Kofke WA. Awake Craniotomy. *Anesth Analg*. 2016;122(2):509–11.
154. Soehle M, Wolf CF, Priston MJ, Neuloh G, Bien CG, Hoeft A, et al. Propofol Pharmacodynamics and Bispectral Index During Key Moments of Awake Craniotomy. *J Neurosurg Anesthesiol*. 2018;30(1):32–8.
155. Merchant RN, Dobson G. Special announcement: Guidelines to the Practice of Anesthesia - Revised Edition 2016. *Canadian Journal of Anesthesia/Journal canadien d'anesthésie*. 2016;63(1):12–5.
156. Bonhomme V, Franssen C, Hans P. Awake craniotomy. *Eur J Anaesthesiol*. 2009;26(11):906–12.
157. Bekker AY, Kaufman B, Samir H, Doyle W. The Use of Dexmedetomidine Infusion for Awake Craniotomy. *Anesth Analg*. 2001;92(5):1251–3.
158. Hans P, Bonhomme V, Born JD, Maertens de Noordhoudt A, Brichant JF, Dewandre PY. Target-controlled infusion of propofol and remifentanyl combined with

- bispectral index monitoring for awake craniotomy. *Anaesthesia*. 2000;55(3):255–9.
159. Gernsback JE, Kolcun JPG, Starke RM, Ivan ME, Komotar RJ. Who Needs Sleep? An Analysis of Patient Tolerance in Awake Craniotomy. *World Neurosurg*. 2018;118:e842–8.
 160. Goettel N, Bharadwaj S, Venkatraghavan L, Mehta J, Bernstein M, Manninen PH. Dexmedetomidine vs propofol-remifentanyl conscious sedation for awake craniotomy: a prospective randomized controlled trial. *Br J Anaesth*. 2016;116(6):811–21.
 161. Shen S, Zheng J, Zhang J, Wang W, Jin T, Zhu J, et al. Comparison of Dexmedetomidine and Propofol for Conscious Sedation in Awake Craniotomy. *Annals of Pharmacotherapy*. 2013;47(11):1391–9.
 162. Bustillo MA, Lazar RM, Finck AD, Fitzsimmons B, Berman MF, Pile-Spellman J, et al. Dexmedetomidine may impair cognitive testing during endovascular embolization of cerebral arteriovenous malformations: a retrospective case report series. *J Neurosurg Anesthesiol*. 2002;14(3):209–12.
 163. Lodenius Å, Maddison KJ, Lawther BK, Scheinin M, Eriksson LI, Eastwood PR, et al. Upper Airway Collapsibility during Dexmedetomidine and Propofol Sedation in Healthy Volunteers. *Anesthesiology*. 2019;131(5):962–73.
 164. Lodenius Å, Ebberyd A, Hårdemark Cedborg A, Hagel E, Mkrtchian S, Christensson E, et al. Sedation with Dexmedetomidine or Propofol Impairs Hypoxic Control of Breathing in Healthy Male Volunteers. *Anesthesiology*. 2016;125(4):700–15.
 165. Schachter S. Electroencephalography for epilepsy surgery. *Int Anesthesiol Clin*. 1990;28(3):139–42.
 166. Benatar-Haserfaty J, Tardáguila Sancho P. Anestesia para la craneotomía en el paciente consciente. *Rev Esp Anesthesiol Reanim*. 2013;60(5):264–74.
 167. Ban VS, Bhoja R, McDonagh DL. Multimodal analgesia for craniotomy. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2019;32(5):592–9.

168. Greenberg S, Murphy GS, Avram MJ, Shear T, Benson J, Parikh KN, et al. Postoperative Intravenous Acetaminophen for Craniotomy Patients: A Randomized Controlled Trial. *World Neurosurg.* 2018;109:e554–62.
169. Artime CA, Aijazi H, Zhang H, Syed T, Cai C, Gumbert SD, et al. Scheduled Intravenous Acetaminophen Improves Patient Satisfaction With Postcraniotomy Pain Management: A Prospective, Randomized, Placebo-controlled, Double-blind Study. *J Neurosurg Anesthesiol.* 2018;30(3):231–6.
170. Hu J, Huang D, Li M, Wu C, Zhang J. Effects of a single dose of preoperative pregabalin and gabapentin for acute postoperative pain: a network meta-analysis of randomized controlled trials. *J Pain Res.* 2018;Volume 11:2633–43.
171. Zeng M, Dong J, Lin N, Zhang W, Zhang K, Peng K, et al. Preoperative Gabapentin Administration Improves Acute Postoperative Analgesia in Patients Undergoing Craniotomy: A Randomized Controlled Trial. *J Neurosurg Anesthesiol.* 2019;31(4):392–8.
172. Shimony N, Amit U, Minz B, Grossman R, Dany MA, Gonen L, et al. Perioperative pregabalin for reducing pain, analgesic consumption, and anxiety and enhancing sleep quality in elective neurosurgical patients: a prospective, randomized, double-blind, and controlled clinical study. *J Neurosurg.* 2016;125(6):1513–22.
173. Skucas AP, Artru AA. Anesthetic Complications of Awake Craniotomies for Epilepsy Surgery. *Anesth Analg.* 2006;102(3):882–7.
174. Dilmen OK, Akcil EF, Oguz A, Vehid H, Tunali Y. Comparison of Conscious Sedation and Asleep-Awake-Asleep Techniques for Awake Craniotomy. *Journal of Clinical Neuroscience.* 2017;35:30–4.
175. Dinsmore J. Anaesthesia for elective neurosurgery. *Br J Anaesth.* 2007;99(1):68–74.
176. Chaki T, Sugino S, Janicki PK, Ishioka Y, Hatakeyama Y, Hayase T, et al. Efficacy and Safety of a Lidocaine and Ropivacaine Mixture for Scalp Nerve Block and Local

- Infiltration Anesthesia in Patients Undergoing Awake Craniotomy. *J Neurosurg Anesthesiol.* 2016;28(1):1–5.
177. Joswig H, Bratelj D, Brunner T, Jacomet A, Hildebrandt G, Surbeck W. Awake Craniotomy: First-Year Experiences and Patient Perception. *World Neurosurg.* 2016;90:588-596.e2.
 178. Kawata M, Fukui A, Mineharu Y, Kikuchi T, Yamao Y, Yamamoto Hattori E, et al. A Nationwide Questionnaire Survey on Awake Craniotomy in Japan. *Neurol Med Chir (Tokyo).* 2022;62(6):2021–0290.
 179. Jadavji-Mithani R, Venkatraghavan L, Bernstein M. Music is Beneficial for Awake Craniotomy Patients: A Qualitative Study. *Canadian Journal of Neurological Sciences / Journal Canadien des Sciences Neurologiques.* 2015;42(1):7–16.
 180. Chui J, Manninen P, Valiante T, Venkatraghavan L. The Anesthetic Considerations of Intraoperative Electrocorticography During Epilepsy Surgery. *Anesth Analg.* 2013;117(2):479–86.
 181. Yingling CD, Ojemann S, Dodson B, Harrington MJ, Berger MS. Identification of motor pathways during tumor surgery facilitated by multichannel electromyographic recording. *J Neurosurg.* 1999;91(6):922–7.
 182. Szelényi A, Joksimović B, Seifert V. Intraoperative Risk of Seizures Associated With Transient Direct Cortical Stimulation in Patients With Symptomatic Epilepsy. *Journal of Clinical Neurophysiology.* 2007;24(1):39–43.
 183. Santos MCP dos, Vinagre RCO. Dexmedetomidina para teste neurocognitivo em craniotomia com o paciente acordado: relato de caso. *Rev Bras Anesthesiol.* 2006;56(4):402–7.
 184. Vickovic S, Ikonc N, Karan V, Karan M, Vulekovic P. Anaesthesia for awake brain tumour surgery: Case report. *Med Pregl.* 2016;69(9–10):295–7.
 185. Bolzani ND, Junqueira D de OP, Ferrari PAF, Ferrari AF, Gaia F, Tapajós CM, et al. Anesthesia for awake craniotomy: case report. *Brazilian Journal of Anesthesiology (English Edition).* 2013;63(6):500–3.

186. Groshev A, Padalia D, Patel S, Garcia-Getting R, Sahebjam S, Forsyth PA, et al. Clinical outcomes from maximum-safe resection of primary and metastatic brain tumors using awake craniotomy. *Clin Neurol Neurosurg*. 2017;157:25–30.
187. Sanai N, Mirzadeh Z, Berger MS. Functional Outcome after Language Mapping for Glioma Resection. *New England Journal of Medicine*. 2008;358(1):18–27.
188. Gerritsen JKW, Zwarthoed RH, Kilgallon JL, Nawabi NL, Jessurun CAC, Versyck G, et al. Effect of awake craniotomy in glioblastoma in eloquent areas (GLIOMAP): a propensity score-matched analysis of an international, multicentre, cohort study. *Lancet Oncol*. 2022;23(6):802–17.
189. Rajan S, Cata JP, Nada E, Weil R, Pal R, Avitsian R. Asleep-awake-asleep craniotomy: A comparison with general anesthesia for resection of supratentorial tumors. *Journal of Clinical Neuroscience*. 2013;20(8):1068–73.
190. Nossek E, Matot I, Shahar T, Barzilai O, Rapoport Y, Gonen T, et al. Failed awake craniotomy: a retrospective analysis in 424 patients undergoing craniotomy for brain tumor. *J Neurosurg*. 2013;118(2):243–9.
191. Bu L-H, Zhang J, Lu J-F, Wu J-S. Glioma surgery with awake language mapping versus generalized anesthesia: a systematic review. *Neurosurg Rev*. 2021;44(4):1997–2011.
192. Suarez-Meade P, Marengo-Hillebrand L, Prevatt C, Murguia-Fuentes R, Mohamed A, Alsaed T, et al. Awake vs. asleep motor mapping for glioma resection: a systematic review and meta-analysis. *Acta Neurochir (Wien)*. 2020;162(7):1709–20.
193. Blanshard HJ, Chung F, Manninen PH, Taylor MD, Bernstein M. Awake Craniotomy for Removal of Intracranial Tumor: Considerations for Early Discharge. *Anesth Analg*. 2001;92(1):89–94.
194. Roca E, Pallud J, Guerrini F, Panciani PP, Fontanella M, Spena G. Stimulation-related intraoperative seizures during awake surgery: a review of available evidences. *Neurosurg Rev*. 2020;43(1):87–93.

195. Sinha P, Koshy T, Gayatri P, Smitha V, Abraham M, Rathod R. Anesthesia for awake craniotomy: A retrospective study. *Neurol India*. 2007;55(4):376.
196. Yamamoto S, Masaki H, Kamata K, Nomura M, Ozaki M. A case of failed awake craniotomy due to progressive intraoperative hyponatremia. *JA Clin Rep*. 2018;4(1):40.
197. Lunardi D, Dinsmore J. Anaesthesia for awake craniotomy. *Anaesthesia & Intensive Care Medicine*. 2022;23(12):811–7.
198. Burnand C, Sebastian J. Anaesthesia for awake craniotomy. *Continuing Education in Anaesthesia Critical Care & Pain*. 2014;14(1):6–11.
199. Lee WK, Kim H, Bae M-I, Choi SH, Min KT. Accidental intracerebral injection and seizure during scalp nerve blocks for awake craniotomy in a previously craniotomized patient -a case report-. *Korean J Anesthesiol*. 2018;71(6):483–5.
200. Pereira LCM, Oliveira KM, L' Abbate GL, Sugai R, Ferreira JA, da Motta LA. Outcome of fully awake craniotomy for lesions near the eloquent cortex: analysis of a prospective surgical series of 79 supratentorial primary brain tumors with long follow-up. *Acta Neurochir (Wien)*. 2009;151(10):1215–30.

10. ANEXOS

Anexo 1: Abreviaturas

- 5-ALA: ácido 5-aminolevulínico.
- ACV: accidente cerebrovascular.
- AIT: accidente isquémico transitorio.
- AL: anestésico local.
- ASA: American Society of Anesthesiologists
- BCC: bloqueo del cuero cabelludo.
- BIS: índice biespectral.
- CEICA: Comité de Ética de la Investigación de la Comunidad Autónoma de Aragón
- CH: concentrado de hematíes.
- CM: centímetros.
- CO₂: dióxido de carbono.
- DD: dormido-despierto.
- DDD: dormido-despierto-dormido.
- DI: decilitro.
- ECG: electrocardiograma.
- ECoG: electrocorticografía.
- FAE: fármacos antiepilépticos.
- FC: frecuencia cardíaca.
- G: gramo.
- GABA: ácido gamma-aminobutírico.
- H: hora.
- Hb: hemoglobina.
- Hercios: Hz
- HTA: hipertensión arterial.
- HUMS: Hospital Universitario Miguel Servet.
- IMC: índice de masa corporal.
- IOT: intubación orotraqueal.
- IV: intravenoso.

- Kg: kilogramo.
- LM: mascarilla laríngea.
- M: metros.
- MA: miliamperios.
- MAC: monitorización anestésica controlada.
- Mcg: microgramo.
- Mg: miligramo.
- Min: minuto.
- ML: mililitro
- MmHg: milímetros de mercurio.
- NVIO: náuseas y/o vómitos intraoperatorios.
- OMS: Organización Mundial de la Salud.
- O₂: oxígeno.
- PA: presión arterial.
- PaCO₂: presión arterial de dióxido de carbono.
- PAI: presión arterial invasiva.
- PET: tomografía por emisión de positrones.
- PIC: presión intracraneal.
- PCIV: perfusión continua intravenosa.
- RM: resonancia magnética.
- SN: sistema nervioso.
- SNC: sistema nervioso central.
- SNP: sistema nervioso periférico.
- SpO₂: saturación periférica de oxígeno.
- SSH: suero salino hipertónico.
- TC: tomografía computarizada.
- SPECT: tomografía computarizada de emisión de monofotones.
- TET: tubo endotraqueal.
- UCI: unidad de cuidados intensivos.

Anexo 2. Dictamen favorable del CEICA



Informe Dictamen Favorable

C.I. EPA23/030

3 de mayo de 2023

Dña. María González Hinjos, Secretaria del CEIC Aragón (CEICA)

CERTIFICA

1º. Que el CEIC Aragón (CEICA) en su reunión del día 03/05/2023, Acta N° 09/2023 ha evaluado la propuesta del investigador referida al estudio:

Título: Manejo anestésico para la cirugía intracraneal con paciente despierto. Nuestra experiencia en los últimos diez años en el Hospital Universitario Miguel Servet.

Doctorando: Ignacio Ladrero Paños
Director: Roberto Gómez Gómez

Versión protocolo: Versión 1 - 13 de abril de 2023
Se acepta la recogida de datos retrospectivos sin consentimiento

Tipo de estudio: Estudio observacional con medicamentos de recogida retrospectiva de datos


2º. Considera que

- El proyecto se plantea siguiendo los requisitos del Real Decreto 957/2020, de 3 de noviembre, por el que se regulan los estudios observacionales con medicamentos de uso humano.
- Se cumplen los requisitos necesarios de idoneidad del protocolo en relación con los objetivos del estudio y están justificados los riesgos y molestias previsibles para el sujeto.
- Es adecuada la utilización de los datos y se han obtenido los permisos oportunos para su acceso.
- El alcance de las compensaciones económicas previstas no interfiere con el respeto a los postulados éticos.
- La capacidad de los Investigadores y los medios disponibles son apropiados para llevar a cabo el estudio.
- Se recuerda al promotor que para los estudios de seguimiento prospectivo es obligatorio solicitar a la AEMPS la publicación en el Registro Español de estudios clínicos y que este registro es opcional para el resto de los estudios.

3º. Por lo que este CEIC emite **DICTAMEN FAVORABLE a la realización del estudio.**

Lo que firmo en Zaragoza
GONZALEZ
HINJOS MARIA
DNI 03857456B
Fecha: 2023.05.05 16:47:32
+0200
María González Hinjos
Secretaria del CEIC Aragón (CEICA)

Anexo 3. Autorización para la revisión de historias clínicas

 Documentación Clínica y Archivo	UNIDAD DE DOCUMENTACIÓN CLÍNICA Y ARCHIVO SERVICIO DE ADMISIÓN Y DOCUMENTACIÓN CLÍNICA HOSPITAL UNIVERSITARIO MIGUEL SERVET	F-9_Z2(E)M_DC Revisión B Página 1 de 1
--	--	--

SOLICITUD DE ACCESO A HISTORIAS Y DOCUMENTACIÓN CLÍNICA DEL HOSPITAL UNIVERSITARIO MIGUEL SERVET CON FINES DE INVESTIGACIÓN

D./D^a. IGNACIO LADRERO PAÑOS NIF.: 17755783J

Necesita acceder a información contenida en Historias Clínicas del Hospital Universitario Miguel Servet - (soporte electrónico y/o papel)-, para llevar a cabo el proyecto de investigación sobre

MANEJO ANESTÉSICO PARA LA CIRUGÍA INTRACRANEAL CON PACIENTE DESPIERTO. NUESTRA EXPERIENCIA EN LOS ÚLTIMOS 10 AÑOS (Título del trabajo)

Con el objetivo de TESIS DOCTORAL

(Tesis doctoral, artículo, trabajo fin de grado, etc.)

La realización de este trabajo se realiza bajo la dirección de los siguientes profesionales:

D./D^{ña}. ROBERTO GÓMEZ GÓMEZ
(Nombres de director/es de Tesis, Tutor de Residentes, profesionales que van a autorizar)

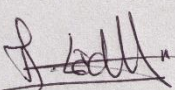
Este permiso esta condicionado a la obtención del dictamen favorable del CEICA (o de otro Comité de ética acreditado) a la realización del estudio. La recogida de datos no podrá comenzar hasta obtener dicho dictamen.

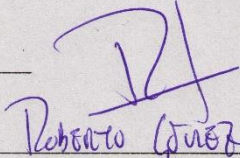
COMPROMISO DEL SOLICITANTE:

El solicitante declara que los datos aportados en esta solicitud son correctos y se compromete al uso adecuado de la información que recabe de la documentación revisada, de conformidad con lo dispuesto en Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de datos personales y garantía de los derechos digitales.

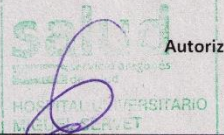
La falta de la debida custodia o secreto de identificación personal de acceso, el uso de la información para cualquier otro fin que no sea el expresado o el quebranto de la confidencialidad de la información recogida, dará lugar a la exigencia de responsabilidades administrativas/civiles/penales que correspondan según infracción/falta/delito cometido conforme al marco normativo vigente.


Zaragoza, a 14 de 4 de 2023

Fdo.: 
(Solicitante)

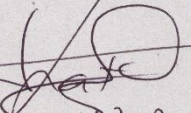
Fdo.: 
(Centro, Organismo, Departamento Investigador)

Autorizado; Zaragoza, a 14 de 4 de 2023

VºBº.: 
Director del Hospital Universitario Miguel Servet



Email: sdocumentacionclinica-hms@salud.aragon.es Teléfono: 976 76 55 50. Fax: 976 76 55 51

Fdo.: 
Responsable Unidad Documentación Clínica y Archivo

NEZ