



Manejo anestésico en cirugía funcional

Dra. ML González-Villavelázquez,* Dr. JA Castelazo-Arredondo,** Dr. LM Igartúa-García***

* Servicio de Neuroanestesiología Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía.

** Servicio de Neuroanestesiología Hospital Juárez de México.

*** Jefe de Servicio de Neuroanestesiología Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía.

La cirugía funcional en neuroanestesia siempre será un tema a considerar teniendo en cuenta todas las posibilidades de variabilidad en el manejo anestésico, desde sólo vigilancia y monitoreo hasta la administración de anestesia general, además implica manejo de la vía aérea bajo condiciones especiales por el uso de cabezal de estereotaxia o intubaciones a medio procedimiento quirúrgico.

Con el mejoramiento técnico de la neuro-imagen la cirugía funcional ha tenido un resurgimiento importante y cada vez serán más los pacientes que en la práctica neuroanestesiológica se presenten⁽¹⁾.

La actividad cerebral es un continuo balance entre zonas con grupos de neuronas excitadoras y núcleos de neuronas inhibidoras. Si este balance se altera, aparecen trastornos excitadores (epilepsia, temblor o dolor...) o inhibidores (acusia, incapacidad de caminar...).

La neurocirugía funcional trata de identificar estas zonas o núcleos que se han «liberado» y proceder a destruirlos o a colocar un electrodo por el cual pasa una corriente que inhibe su función. Con cualquiera de estos procedimientos se consigue que cedan los síntomas excitadores o que se desactive la influencia inhibidora de determinados centros, «balanceando» de nuevo la actividad inhibidora-excitadora cerebral^(1,2).

El tratamiento de los trastornos del movimiento mediante cirugía tiene larga historia, desde los años 60 se fue generalizando la técnica estereotáctica y se realizaron muchos procedimientos quirúrgicos, principalmente para tratar los movimientos incontrolables (como la enfermedad de Parkinson) y el dolor intratable o la epilepsia. Durante los años 70, sin embargo, disminuyó de forma importante su uso al aparecer otros tratamientos alternativos este tipo de enfermedades.

Hoy en día con el resurgimiento de la cirugía estereotáctica se pueden localizar y abordar lesiones profundas que antes no era posible, es factible tomar una biopsia o extir-

parlas, todo gracias a procedimiento combinado estereotáxico-micro quirúrgico y técnicas de neuroimagen funcionales, o bien proceder a su destrucción mediante técnicas radio quirúrgicas^(2,3).

Para esta ocasión abordaremos básicamente dos trastornos que han ameritado comúnmente tratamiento quirúrgico: La Epilepsia y la enfermedad de Parkinson.

CIRUGÍA DE EPILEPSIA

La mayoría de los estudios estiman la incidencia de la epilepsia en 0.5-2% del total de la población. La epilepsia es una alteración funcional cerebral caracterizada por la aparición periódica y súbita de descarga eléctrica excesiva del sistema nervioso central. Se define como «crisis», a la alteración transitoria de la conducta, desorden sincrónico y rítmico de un grupo de neuronas, epilépticas y no epilépticas⁽³⁾.

La cirugía permite tratar únicamente algunas epilepsias parciales o generalizadas no controladas o refractarias al tratamiento médico. Hablamos de epilepsia refractaria cuando un antiepileptico de primera línea, administrado a dosis máxima no permite controlar las crisis, o con el empleo razonable de combinaciones (epilepsia fármaco-resistente). En la mayoría de pacientes la epilepsia puede controlarse bien con la medicación apropiada. Sin embargo, las estimaciones actuales indican que 20-30% de pacientes con epilepsia son rebeldes a todos los formularios de terapia médica^(4,5).

En conjunto, no sólo es importante determinante un resultado quirúrgico exitoso, la selección del paciente es importante. Esto exige la evaluación prequirúrgica detallada, caracterizar el tipo de crisis, frecuencia, el sitio de ataque, grado funcional, psicosocial e invalidez para seleccionar el tratamiento más apropiado de una variedad de opciones quirúrgicas.

El concepto de cirugía de la epilepsia se refiere a aquellas intervenciones quirúrgicas realizadas sobre el sistema

nervioso. La cirugía tiene por objeto eliminar las crisis o al menos disminuir la frecuencia de las mismas, lo suficiente para obtener cierto beneficio, mejorar la calidad de vida de los pacientes y permitir una mejor adaptación psicosocial y profesional.

La cirugía de epilepsia pone a prueba al anestesiólogo ya que implica poner en práctica habilidades y destrezas en un mismo acto anestésico, básicamente son 3 distintas alternativas 1. Posibilidad de realizar la craneotomía con anestesia local y sedación de larga duración, 2. Posibilidad de técnica anestésica dormido-despierto-dormido y 3. Limitación en la administración de algunos fármacos anestésicos por su posible acción sobre la actividad eléctrica cerebral que alteran o limitan los registros electroencefalográficos.

Para la realización de la cirugía de epilepsia es necesaria la existencia de un equipo multidisciplinario formado por miembros de distintos servicios dentro del hospital. Es necesaria la coordinación y cooperación entre neurofisiólogos, neurólogos, neurocirujanos, neurorradiólogos, psicólogos y anestesiólogos^(3,6).

El exhaustivo estudio preoperatorio es la clave del éxito en este tipo de procedimiento, el trabajo de un equipo altamente capacitado permite seleccionar rigurosamente al paciente que se beneficiaría con la cirugía. Esta evaluación tiene por objetivo precisar la topografía del foco epiléptico y sus relaciones anatómicas con las estructuras funcionales vecinas. Esta exploración consiste en un monitoreo de la actividad eléctrica por medio de electrodos en el parénquima cerebral o implantados en la corteza. Se pueden colocar rejillas y tiras por medio de una craneotomía o bien hacerse la colocación de electrodos de contactos múltiples por estereotaxia en forma ortogonal. Se puede asociar un registro de video al registro electrofisiológico, con el fin de estudiar las correlaciones electroclínicas durante las crisis. Esta correlación tiene por objeto confirmar las hipótesis formuladas anteriormente acerca de la localización del foco epiléptico. El registro dura el tiempo necesario para captar varias crisis espontáneas. La estimulación eléctrica permite realizar un mapeo cortical funcional y localizar las relaciones entre el foco y las diversas estructuras vecinas^(1,2,6).

Foco epiléptico. Éste se define como la región de la corteza cerebral que es responsable del origen de las crisis. Las características eléctricas, las modificaciones del flujo sanguíneo y el metabolismo de este foco en períodos interictal e ictal, sirven de elementos de orientación topográfica para delimitarlo. La definición de la zona cortical que debe ser resecada depende directamente de esta información (Figura 1).

Los procedimientos quirúrgicos más empleados en la cirugía de la epilepsia consisten en:

1. la remoción cortical del foco epileptógeno

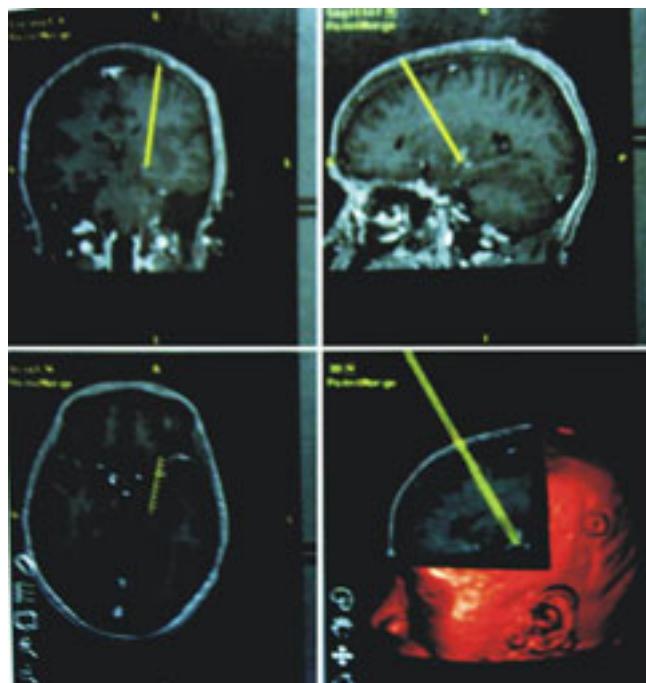


Figura 1. Localización del foco epileptogénico por medio de coordenadas guiadas por neuroimagen.

2. la lobectomía temporal anterior (estructuras mesiales del lóbulo temporal, amígdala e hipocampo)
3. la sección transversal del cuerpo calloso
4. la hemisferectomía cerebral

La evaluación neuropsicológica deberá llevarse a cabo a profundidad y con suficiente anticipación al procedimiento quirúrgico, con objeto de determinar alteraciones en las funciones cognitivas incluyendo: inteligencia, memoria visuo-espacial y funciones específicas de áreas cerebrales relevantes en el caso específico del paciente. Frecuentemente existe una correlación entre las áreas de disfunción cognitiva, foco epiléptico y electroencefalograma (EEG)^(2,3).

Es frecuente solicitar prueba de Wada, ésta describe el uso de amobarbital intracarotídeo para determinar dominancia del lenguaje cerebral, es de suma importancia para evaluar las estructuras temporales mediales de uno y otro hemisferio independientemente. Para este estudio se utiliza methohexitol 1%: 1-7 mg, amobarbital y propofol (20 mg)^(7,8).

Enfermedad de Parkinson

La enfermedad de Parkinson (EP) es un proceso neurodegenerativo del sistema extrapiramidal. La incapacidad para lograr un control normal de movimiento del cuerpo está entre el más penoso de enfermedades neurológicas.

La lesión fundamental de la EP recae en la parte compacta de la sustancia negra (SN), que forma parte de los ganglios basales (GB). Los GB están formados por el cuerpo estriado (constituido por el caudado y putamen, que son contiguos), globo pálido (GP), sustancia negra (SN), núcleo subtalámico de Luys (NST), y tálamo óptico (TO), que no se incluye estrictamente como GB, pero tiene íntimas conexiones con estas estructuras. El GP y el putamen forman el núcleo lenticular. La SN está situada en el mesencéfalo; su rasgo histológico distintivo y específico es la existencia de gránulos de pigmento (melanina) esparcidos por el protoplasmá de las grandes neuronas. La SN se compone de dos partes, una posterior muy oscura, en la que las neuronas con melanina se encuentran en gran cantidad y están juntas (parte compacta) y otra anterior, más clara, que ocupa mayor espacio y con muchas menos neuronas (parte reticulada). En la EP se produce una desaparición progresiva de la neurona dopaminérgica del sistema nigroestriado, con despigmentación y consecuente gliosis, mientras que en las neuronas supervivientes se ven los cuerpos de Lewy (CL). La degeneración axonal de las células nígricas en el estriado explica la disminución de la dopamina en el estriado y el fallo de la transmisión dopaminérgica. Los GB tienen como función el mantenimiento de la postura del cuerpo y de las extremidades, la producción de movimientos espontáneos (como parpadeo) y automáticos que acompañan a un acto motor voluntario (como el balanceo de brazos al andar). Se sabe que existen fibras de la corteza motora que van a estos GB y fibras desde los GB a la corteza motora⁽⁹⁻¹¹⁾.

A principios de la década de 1960, los investigadores identificaron un defecto cerebral fundamental que es el distintivo de la enfermedad: las pérdidas de células cerebrales que producen un producto químico -la dopamina- que ayuda a dirigir la actividad muscular. Las causas de esta enfermedad no se conocen completamente. En algunos casos puede tener componente familiar y en raras ocasiones se asocia a infecciones neurotropicas virales o a tóxicos como el manganeso o derivados de la heroína.

Las recientes décadas han visto la mejora en la habilidad de tratar algunos de estos problemas con la medicación. Algunos, sin embargo, o son resistentes a la medicación o se vuelven resistentes con el tiempo. Los fármacos también pueden producir efectos colaterales que son inaceptables, tales como psicosis, alteraciones gastrointestinales, discinesias relacionadas con la Levodopa y fluctuaciones motoras.

Del mismo modo, los avances técnicos de la cirugía han permitido que el paciente pueda ser intervenido, en ocasiones, con anestesia local y su ingreso hospitalario postquirúrgico sea mucho más breve. Generalmente, las personas por encima de los 80 años de edad o con tensión arterial alta significativa u otros problemas de salud serios no son considerados para la cirugía,

Después de la llegada de la Levodopa, la cirugía funcional es la segunda revolución que ha vivido la EP en los últimos años. La intervención consiste en la introducción de unos electrodos de estimulación cerebral profunda en el núcleo subtalámico del cerebro. Estos electrodos están conectados a un generador, situado en la zona inferior de la clavícula, que marca el ritmo de pulsaciones eléctricas, y pueden conseguir una mejora de los síntomas de hasta un 70 por ciento, según varios autores^(12,13).

Por otra parte, los grandes avances habidos en neuroimagen y neurofisiología, y la introducción de la tomografía por emisión de positrones (PET) y la tomografía computada por emisión de fotón único (SPECT) han contribuido de sobremanera a disminuir el tiempo de ingreso previo a la operación, a seleccionar mejor a los pacientes, con menos molestias y con la mayor seguridad de que se va a resecar la parte adecuada.

El tálamo ventrolateral ha sido la diana quirúrgica que con mayor frecuencia se ha utilizado, y sobre la que existe, por tanto, una mayor experiencia acumulada^(10,13). Aunque los efectos clínicos de la cirugía funcional talámica son bien conocidos, sus indicaciones precisas han variado en las distintas épocas dependiendo fundamentalmente de las alternativas terapéuticas disponibles. La lesión se realiza en la parte posterovernal del segmento interno del pálido, evitando el segmento externo. En la EP el segmento interno del pálido está hiperactivo, mientras que el externo está hipactivo. La cápsula interna y la vía óptica discurren muy cerca de donde se realiza la lesión^(12,13).

La cirugía funcional para el tratamiento de la EP se reevalúa en la actualidad por cinco motivos principales: 1. Mejor conocimiento fisiopatológico de la organización anatomofuncional de los ganglios básales. Los estudios experimentales en modelos de parkinsonismo y en humanos han mostrado una hiperactividad del pálido interno y núcleo subtalámico, relacionada con los signos cardinales de la enfermedad y su atenuación tras la cirugía. 2. El gran desarrollo de las técnicas de neuroimagen que permite una buena localización de la diana quirúrgica. 3. La necesidad de un tratamiento alternativo al farmacológico con Levodopa. 4. Posibilidad de estudio y caracterización de estructuras por su propia actividad eléctrica, usando técnicas de registro profundo intraoperatorio con microelectrodos. 5. El empleo de técnicas quirúrgicas más sofisticadas y no lesivas.

Las tres técnicas quirúrgicas principales hoy en día son: palidotomía y/o talamotomía, estimulación cerebral profunda y transplante de células nígricas fetales (este último debe considerarse de carácter totalmente experimental). Estos procedimientos se deben realizar por equipos multidisciplinarios en centros clínicos especializados en EP, con experiencia en cirugía estereotáctica y neurofisiología (Cuadro I).

Cuadro I. Equipo multidisciplinario para cirugía funcional

Neurofisiología	Registro EEG convencional vídeo-EEG
Neuropsicología	protocolo de evaluación pre, trans y postquirúrgica.
Neuroimagen	Radiografía simple, TAC, IRM Angiografía, SPECT
Neurocirugía	Prueba de Wada Electrocorticografía intraoperatoria, colocación de electrodos de profundidad por métodos estereotáxicos

El procedimiento quirúrgico se realiza por medio de técnica guiada por estereotaxia, esto es guiada por conceptos neurofisiológicos, en la que el tratamiento de los síntomas de la EP requiere la destrucción (talamotomía y palidotomía) de blancos situados en los núcleos grises centrales (principalmente tálamo y globo pálido)^(11,12).

La cirugía empieza con la aplicación a la cabeza de un dispositivo especial: Marco de estereotaxia, esto para ubicar por coordenadas el lugar exacto de la lesión. Algunos pacientes ameritan sedantes, pero el procedimiento debe hacerse con el paciente despierto, su cooperación es crucial para el éxito de la cirugía. La cirugía no es dolorosa, pero puede durar varias horas. El paciente de Parkinson tributario de cirugía debe valorarse en su dimensión cognitiva y psiquiátrica, dada la influencia de este procedimiento.

El implante de electrodos de estimulación en el núcleo subtalámico ha permitido que el paciente logre al menos controlar movimientos. Si bien no se puede lograr la remisión completa de los síntomas. Según dónde se coloque el electrodo, se puede interferir en el estado de ánimo.

MANEJO ANESTÉSICO EN CIRUGÍA FUNCIONAL

En el manejo neuroanestésico de este tipo de paciente es importante conocer la capacidad de los anestésicos para modular o potenciar la actividad comicial y la interacción de fármacos anestésicos con la terapéutica antiepileptica.

Estos tipos de procedimientos se realizan habitualmente con anestesia local y con mínima o nula sedación, y el manejo anestésico inicia desde que se coloca el marco de estereotaxia en el área de neuroimagen, después el paciente pasa al quirófano donde se le realiza una incisión en la piel y una pequeña perforación del cráneo o una craniectomía, también con anestesia local. Sobre el marco estereotáxico se coloca un arco con las coordenadas obtenidas en el estudio radiológico y en él se acopla una sonda o cánula que se va a dirigir al punto seleccionado previamente.

La realización de una craneotomía para la resección cerebral con anestesia local más sedación es un reto anestésico debido a la limitación en el uso de los anestésicos, la larga duración de la intervención y las posibles complicaciones que pueden aparecer durante la intervención (náuseas, vómitos, crisis epiléptica...)⁽¹⁴⁾.

Es importante valorar la capacidad del paciente para tolerar un procedimiento despierto. La posibilidad de cansancio y sensación de dolor que puede aparecer debe explicarse muy claramente al enfermo, una alternativa que se lleva a cabo en estos pacientes es la modalidad anestesiado-despierto-anestesiado, donde la posibilidad de hacer monitoreo del foco epiléptico cuando despierte es factible, este tipo de procedimiento se lleva a cabo cuando el paciente llevó una excelente preparación psicológica y explicación detallada de los pasos a seguir, la incapacidad de comprender esta técnica es una indicación para no realizarla. La craniectomía en el paciente despierto está contraindicada en pacientes con vía aérea difícil.

Puntos clave a considerar en la cirugía funcional

Nunca administrar benzodiacepinas como medicación preanestésica, ni barbitúricos por la alteración que provocan en los registros electroencefalográficos realizados durante la cirugía. Los fármacos que el paciente tiene para el control de su patología se deberán suspender para que el temblor sea evidente durante todo el procedimiento⁽¹⁴⁾.

Para las pruebas neuropsicológicas el paciente debe de estar alerta y cooperador para poder realizar pruebas motoras y del lenguaje. La sedación y analgesia inicial debe ser suficiente para tolerar la incisión de piel y levantamiento del colgajo músculo-cutáneo, posteriormente es recomendable mínima o ausencia de sedación para una correcta ubicación de puntos quirúrgicos claves.

Es imprescindible una correcta y cómoda posición del enfermo con especial atención a los puntos de presión las almohadas se colocan en la espalda, entre las piernas, bajo los codos y rodillas, es posible esperar una larga cirugía. Las piernas estarán libres para visualizar los movimientos. La posición del anestesiólogo y del paciente debe permitir en todo momento un control visual del mismo con ayuda de una luz directa para poder mantener un contacto directo con el paciente, y estar en contacto verbal.

Tener preparados fármacos que alivien oportunamente náuseas, vómitos o crisis convulsivas.

Facilitar el acceso del anestesiólogo a la vía aérea. Puede ser necesaria la intubación orotraqueal por obstrucción de la vía aérea, en estos casos es preferible el uso de una mascarilla laríngea, debido a la posición y a la presencia del cabezal, la laringoscopía técnicamente se hace muy difícil. Administrar oxígeno con gafas nasales durante todo el pro-

cedimiento. La capnografía puede llevarse a cabo con ayuda de un catéter de teflón de 18-19 G, éste se conecta dentro de las puntas nasales, en la porción que entra a la narina. La hiperventilación podría potenciar la actividad epileptiforme y se debe evitar en lo posible durante el transanestésico.

El manejo de líquidos es fundamental si la cirugía es por estereotaxia con microcraniectomía se evita el sondaje, por lo que se da un manejo leve restrictivo, si la craneotomía es extensa y con posibilidad de sangrado la sonda sí es necesaria.

El monitoreo de la relajación muscular en los pacientes epilépticos se hace imprescindible por la extraordinaria resistencia a los relajantes neuromusculares debido a un posible antagonismo competitivo con los fármacos antiepilepticos. Se realiza en los pacientes bajo anestesia general.

La sedación se inicia mucho antes de la incisión, con fentanilo 0.5-0.75 µg/kg y propofol 0.7 µg/kg iv. El reto consiste en tener al paciente lo suficientemente cómodo como para que permanezca quieto durante toda la cirugía, pero también alerta y cooperador para que realice todas las pruebas que el personal de neuropsicología las realice. Los fármacos tampoco deberán interferir con las pruebas de estimulación del foco epiléptico.

Anestesia local: ya sea para colocar cabezal de estereotaxia o fijación esquelética craneal, el anestésico local deberá contar con las siguientes características:

- Duración aproximadamente de 6 a 8 horas.
- Comienzo de acción rápido.
- Emplear pequeñas dosis para no aumentar los niveles de anestésico en plasma que pudieran desencadenar una crisis epiléptica.

Se puede emplear una mezcla de lidocaína al 1% y bupivacaína al 0.25% con adrenalina al 1:200,000, utilizando un volumen de 40 ml. La lidocaína puede tener un efecto anticonvulsivo a niveles de 4.7 µg/ml. Con adrenalina al 1:200,000, después de 10 minutos de la infiltración se producen niveles de 0.2 µg/ml. La dosis máxima de bupivacaína es de 3 mg/kg y de lidocaína 5-7 mg/kg (Figuras 2 y 3).

ELECCIÓN DE LOS ANESTÉSICOS

Antes de la elección de los fármacos anestésicos, vamos a considerar la medicación actual. Las necesidades de opioides, barbitúricos y relajantes musculares son mayores en los pacientes que toman de forma crónica anticonvulsivantes, particularmente fenitoína y fenobarbital por aumento de la actividad enzimática hepática microsomal, y además podemos tener interacción medicamentosa (Cuadro II). Los agentes anestésicos pueden tener paradójicamente propiedades convulsivantes y anticonvulsivantes a



Figura 2. Bloqueo de Scalp.



Figura 3. Colocación de cabezal de Mayfield.

diferentes dosis, en diferentes situaciones fisiológicas y en diferentes especies⁽¹⁵⁾.

Si se emplea propofol, iniciar con bolos de 1 mg/kg y seguir con infusión de 75 µg/kg/min. Dosis suplementarias de 0.5 mg/kg e incrementar la infusión a 125 µg/kg/min. Actualmente se ha visto que puede existir interferencia con el registro EEG por cierta actividad beta. Johnson y cols, utilizan una combinación de remifentanilo y propofol en las craneotomías con el paciente despierto⁽¹⁶⁾. Otros autores recomiendan el uso de dexmedetomidina también como una alternativa⁽¹⁷⁾.

En la anestesia general se elige el halogenado que interfiera poco sobre el monitoreo EEG. El sevoflurano se ha asociado con movimientos tónico-clónicos de extremida-

Cuadro II. Fármacos anticonvulsivos, niveles plasmáticos y su toxicidad.

Anticonvulsivos	Niveles	Toxicidad
Fenitoína	10-20	Hiperplasia gingival. Teratogenicidad. Neuropatía periférica. Anemia megaloblástica. Sind. Stevens-Johnson.
Fenobarbital	10-35	Anemia megaloblástica. Sedación.
Primidona	4-12	Trombopenia. Leucopenia. Sedación.
Carbamacepina	4-12	Leucopenia. Trombocitopenia. Sedación. Depresión. Colestasis.
Ácido valproico	50-100	Trombocitopenia. Hipofibrinogenemia.
Etosuccimida	40-100	Trombocitopenia. Anemia aplásica.

des, y en estudios con animales se detectó actividad epileptiforme en hipocampo y amígdala a concentraciones elevadas. Tiene efectos pro y anticomiales dependiendo de la concentración. En los momentos de registro electrofisiológico se disminuyen las concentraciones de sevoflurano al mínimo o se suspende. Si existen dificultades para los registros es útil utilizar dosis bajas de etomidato (5-10 mg) restringiendo la dosis si es necesario. Comenzar con dosis pequeñas para no aumentar excesivamente la amplitud del registro. El enflurano tiene actividad eléctrica con patrón de crisis tónico-clónica. Se ha utilizado para activar focos epilepto-

genos silentes en cirugía. Se desconoce si su mecanismo es por inhibición a nivel sináptico o por estimulación de la transmisión neuronal excitadora. Su activación está influida por las presiones parciales de CO₂ y la concentración del anestésico. Pueden aparecer convulsiones con concentraciones del 2-3%. En pacientes con status epiléptico resistente al tratamiento convencional, la administración de isoflurano-O₂, produjo un cese rápido de las crisis, con un patrón de supresión brusca a concentraciones inspiradas de isoflurano de 0.5-3%. Puede jugar un importante papel en el manejo precoz del status epiléptico refractario. A dosis mayores a 2 MAC llega a producir un EEG isoeléctrico con mínima repercusión hemodinámica⁽¹⁵⁾.

Complicaciones. En un estudio realizado por Venkatraghavan y colaboradores, publican una serie de 178 pacientes sometidos a cirugía funcional y muestran las complicaciones transanestésicas que encontraron: neurológicas (7.3%), respiratorias (2.2%), cardiovasculares (3.9%), otras: incluyen dolor excesivo, náuseas, vómito (3.3%). Todos fueron manejados con ausencia o mínima sedación por lo que la detección de estas complicaciones se realizó de forma temprana⁽¹⁸⁾.

CONCLUSIONES

El objetivo clínico de estos procedimientos debe ser mejorar las actividades cotidianas y la calidad de vida de los pacientes, por lo que es preciso establecer la indicación quirúrgica y el procedimiento anestésico más idóneo de una forma individualizada.

La relación anestesiólogo-paciente será un punto crucial para el éxito de la cirugía, el paciente requiere de explicaciones muy detalladas de todo el procedimiento y las posibles eventualidades que se podrían presentar.

REFERENCIAS

- Rosenow F, Luders H. Presurgical evaluation of epilepsy. Brain 2001;124:1683-1700.
- Abosch A, Lozano A. Stereotactic neurosurgery for movement disorders. Can J Neurol Sci 2003;30 Suppl 1:S72-82.
- Alonso VMA, Brust-Mascher E, Rubio Donnadieu F. Cirugía de Epilepsia. En: Epilepsia en adultos. Libro 3 Pac Neuro-1. Academia Mexicana de Neurología, AC. Intersistemas, SA de CV, 1999:70-82.
- Kwan P, Brodie M. Early identification of refractory epilepsy. N Engl J Med 2000;342:314-319.
- Lessor R, Modic M, Weinstein M, et al. MRI in patients with intractable epilepsy. Arch Neurol 1986;43:367-371.
- Benabid AL, Pollack P, Gao D, et al. Chronic electrical stimulation of the ventralis intermedius nucleus of the thalamus as a treatment of movement disorders. J Neurosurg 1996;84:203-214.
- Wada J, Rasmussen T. Intracarotid injection of sodium amobarbital for the lateralization of speech dominance; experimental and clinical observations. J Neurosurg 17:226-282.1960.
- Buchtel H, Passaro E, Selwa L, y col. Sodium Methohexitol (brevital) as an anesthetic in the Wada test. Epilepsia. 2002;43:1056-1061.
- Patel NK, Heywood P, O'Sullivan K, McCarter R, et al. Unilateral subthalamotomy in the treatment of Parkinson's disease. Brain 2003;126:1136-1145.
- Goldman MS, Kelly PJ. Symptomatic and functional outcome of stereotactic ventralis lateralis thalamotomy for intention tremor. J Neurosurg 1992;77:223-229.
- Jankovic J, Hamilton WJ, Grossman RG. Thalamic surgery for movement disorders. En: Obeso JA, DeLong MR, Ohye C, Marsden CD, eds. The basal ganglia and new surgical approaches for Parkinson's disease. Advances in Neurology, vol 74. Philadelphia, Lippincott-Raven; 1997:221-233.
- Lang AE, Lozano A, Montgomery E, Duff J, Tasker R, Hutchinson W. Pteroverentral medial pallidotomy in advanced Parkinson's disease. N Engl J Med 1997;337:1036-1042.
- Shannon KM, Penn RD, Kroin JS, Adler CH, Janko KA, York M, et al. Stereotactic pallidotomy for the treatment of

- Parkinson's disease. Efficacy and adverse effects. Neurology 1998;50:434-438.
14. Kofre WA, Tempelhoff R, Dasheiff RM. Anesthetic implications of epilepsy, status epilepticus and epilepsy surgery. J Neurosurg Anesthesiol 1997;9:349.
15. Modica PA, Tempelhoff R, White PF. Pro and anticonvulsant effects of anesthetic, Parts 1 and 2. Anesth Analg 1990;70:303,70:433.
16. Johnson KB, Egan TD. Remifentanil and propofol combination for awake craniotomy: case report with pharmacokinetic simulations. J Neurosurg Anesthesiol 1998;10:25-29.
17. Roset I, Muangman S, Vavialala MS, et al. Clinical experience with dexmedetomidine for functional neurosurgical procedures. J Neurosurg Anesthesiol 2004;16:362. Abstract.
18. Venkatraghavan L, Mannien P, Mak P, et al. Anesthesia for functional neurosurgery. J Neurosurg Anesthesiol 2006;18:64-67.

